

تحليل التخفيف من غازات الدفيئة من قطاع الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

GHG Mitigation Analysis on Renewable Energy & Energy Efficiency

Enabling Activities for the Preparation of Syria's Initial National Communication (INC) to the UNFCCC

Project number: 00045323
Location: Damascus – Syria

Dr. Yousef Meslmani

Initial National Communication (INC) Project Director

Damascus, Syrian Arab Republic

Prepared by: Dr. Abed el hadi Zein

March 2010

الوطنية ليست المحافظة على أرض أجدادنا
هي المحافظة على أرض أولادنا

خوسيه أورتيجا إي كاست

فهرس المحتويات

11.....	الملخص التنفيذي
22.....	1. مقدمة
24.....	2. موجز عن الوضع الراهن لتقانات الطاقة المتجددة في العالم
26.....	3. استهلاك الطاقة الأولية والنهائية في سورية
26.....	1.3 الطاقة الأولية
27.....	2.3 الطاقة النهائية
28.....	3.3 الطاقة الكهربائية المستهلكة
31.....	4. التقدم الجاري والمحقق في مجال استثمار الطاقة المتجددة في سورية
31.....	2.4 الخطط والدراسات والمواصفات
32.....	3.4 طاقة الرياح
33.....	4.4 التدفئة بالطاقة الشمسية
33.....	5.4 النظم الكهروضوئية
34.....	6.4 تسخين المياه بالطاقة الشمسية
36.....	5. التقدم الجاري والمحقق في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة في سورية
36.....	1.5 دراسات التدقيق الطاقي
37.....	2.5 التشريعات الطاقية
38.....	3.5 إدارة الطلب على الطاقة
39.....	4.5 ترشيد استهلاك الطاقة في الإنارة العامة
39.....	5.5 أهمية آلية التنمية النظيفة
42.....	6. التوقعات المستقبلية لبعض المؤشرات الهامة
42.....	1.6 تطور عدد السكان حتى عام 2030
42.....	2.6 تطور الطلب على الطاقة حتى عام 2030
43.....	3.6 استشراف إمكانات استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المستقبل
48.....	4.6 ملخص عن نتائج مسح غازات الإحتباس الحراري والتوقعات المستقبلية
53.....	7. القطاع السكني والتجاري والخدمي RESIDENTIAL, COMMERCIAL AND SERVICE SECTOR
53.....	1.7 توزيع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لغرض الاستخدام

55.....	2.7 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي والخدمي تبعاً لنوع الوقود
58.....	3.7 تطور عدد الأبنية السكنية والتجارية
61.....	4.7 التطبيقات الممكنة للطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني
62.....	5.7 تطبيقات الطاقة المتجددة
72.....	6.7 تطبيقات تحسين كفاءة استخدام الطاقة
102.....	7.7 الوفر الإجمالي من إجراءات استثمار الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني
102.....	8.7 حساب انبعاث CO ₂ بطريقة القطاع SECTORAL
104.....	9.7 المشروعات الممكنة والمرشحة ضمن إطار آلية التنمية النظيفة
105.....	8. القطاع الصناعي INDUSTRIAL SECTOR
105.....	1.8 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي
105.....	2.8 تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية
106.....	3.8 المشروعات الممكنة والمطورة للتنفيذ ضمن إطار آلية التنمية النظيفة
108.....	4.8 صناعة وتجارة أجهزة التكييف والتبريد
109.....	9. القطاع الزراعي AGRICULTURE SECTOR
109.....	1.9 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي
111.....	2.9 تحسين كفاءة استخدام الطاقة في محركات الضخ والسقاية
112.....	3.9 المشروعات الممكنة والمطورة للتنفيذ ضمن إطار آلية التنمية النظيفة
113.....	4.9 إجراءات أخرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة
115.....	10. المنعكسات الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة
115.....	1.10 تكاليف تسخين المياه
118.....	10. العقبات والصعوبات التي تواجه تنفيذ تخفيض الانبعاثات في القطاع المدروس
119.....	المراجع
121.....	الملاحق

فهرس الجداول

- الجدول 1: توزيع استهلاك الطاقة الأولية حسب القطاع في عام 2005 26
- الجدول 2: توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب القطاع في عام 2005..... 27
- الجدول 3: توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب نمط الوقود في عام 2005..... 27
- الجدول 4: توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في سورية (GWH)..... 28
- الجدول 5: الطاقة الكهربائية المنتجة في سورية..... 29
- الجدول 6: مصادر توليد الطاقة الكهربائية في سورية..... 29
- الجدول 7: المشروعات المنفذة في سورية بمعونات من هيئات ومنظمات دولية بدءاً من منتصف التسعينات 31
- الجدول 8: خلاصة عن الوفورات الممكنة في 100 مصنع ومنشأة تجارية 36
- الجدول 9: خلاصة عن الوفورات الممكنة في منزلين ومطعمين وفندقين - المصدر [18]..... 36
- الجدول 10: التكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%) 38
- الجدول 11: إمكانية تخفيض الانبعاثات في سورية عبر مشروعات آلية التنمية النظيفة..... 41
- الجدول 12: مراحل تنفيذ مشروع ضمن إطار آلية التنمية النظيفة..... 41
- الجدول 13: توقع تطور عدد السكان في سورية حتى عام 2030..... 42
- الجدول 14: تطور الطلب النهائي على الطاقة حسب نمط الاستهلاك 42
- الجدول 15: نتائج الجدوى الاقتصادية وفرص العمل الجديدة في المخطط العام 46
- الجدول 16: تقدير إنبعاثات غازات الدفيئة في سورية في عامي 1990 و 1994 (عدا تغير استخدام الأراضي والغابات) 49
- الجدول 17: الإنبعاثات الغازية في سورية في الفترة 1994-2010 50
- الجدول 18: تفاصيل الإنبعاثات في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية..... 51
- الجدول 19: نصيب الفرد من إنبعاث غازات الاحتباس الحراري في سورية والأردن ولبنان 51
- الجدول 20: كميات إنتاج الأسمدة وغاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من صناعة الأسمدة في سورية..... 52
- الجدول 21: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية 54
- الجدول 22: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والاستخدام الحراري والاستخدام الكهربائي النوعي 56
- الجدول 23: كميات استهلاك حوامل الطاقة وتوزعها لعام 2005 في القطاعين المنزلي والخدمي 56
- الجدول 24: المساكن المعتادة (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزامم (حضر وريف) في الأعوام 1970، 1981، 1994، 2004، 2007..... 59
- الجدول 25: المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية..... 61
- الجدول 26: الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني 62

- الجدول 27:** تطبيقات الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة الممكن تنفيذها في القطاع السكني والتجاري والخدمي في سورية (منخفضة ومتوسطة وعالية) ومناقشتها للطاقة غير المتجددة..... 62
- الجدول 28:** مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030..... 63
- الجدول 29:** الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني..... 65
- الجدول 30:** الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري..... 67
- الجدول 31:** التطبيقات الكهروضوئية المقترحة في المرجع [35]..... 71
- الجدول 32:** التطبيقات الكهروضوئية المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030..... 71
- الجدول 33:** مجموع الوفورات الناتجة عن التطبيقات المقترحة للطاقة المتجددة (الشمسية) في القطاع السكني والخدمي والتجاري حتى عام 2030..... 72
- الجدول 34:** القيم العظمى للانتقال الحراري في كود العزل الحراري في سورية..... 74
- الجدول 35:** مقارنة معاملات الانتقال الحراري لعناصر البناء (U-VALUE) بين القيم المعتمدة في سورية وبعض الدول المجاورة والدول الأوروبية..... 74
- الجدول 36:** ملخص عن مشروع آلية التنمية النظيفة لمشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا..... 75
- الجدول 37:** إمكانات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا..... 79
- الجدول 38:** نتائج حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء (الملحق 17)..... 81
- الجدول 39:** نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً..... 83
- الجدول 40:** مقارنة بين نتائج دراسة الملحق (17) ونتائج دراسة الجدول (37)..... 85
- الجدول 41:** توقعات عدد المساكن المعزولة حرارياً حتى عام 2030 (مساحة المسكن الواحد 120 م²)..... 87
- الجدول 42:** الوفر الممكن من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030..... 87
- الجدول 43:** الوفر الممكن من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030..... 88
- الجدول 44:** الكمية المتجنبة من إنبعاث CO₂ والناتجة من زيادة انعكاسية السطح بنسبة 20% في المناطق الحضرية في سورية..... 91
- الجدول 45:** الكمية المتجنبة من إنبعاث CO₂ في عام 2030 والناتجة من تخفيض حمل التكييف جراء الأسطح الباردة في المساكن المنزلية المتواجدة في عام 2010..... 92
- الجدول 46:** الكمية المتجنبة من إنبعاث CO₂ في عام 2030 والناتجة من تخفيض حمل التكييف جراء الأسطح الباردة في المساكن المنزلية التي ستشاد بين عامي 2010 و 2030..... 92
- الجدول 47:** الوفر الممكن من إجراءات تخفيض حمل التكييف (الأسطح الباردة) في عام 2030..... 93
- الجدول 48:** المصاييح الموفرة للطاقة المكافئة للمصاييح المتوهجة..... 95
- الجدول 49:** اختلاف استطاعات المصاييح الموفرة للطاقة عن قيمها المقاسة..... 95
- الجدول 50:** الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإنارة)..... 97
- الجدول 51:** الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في عام 2030..... 97
- الجدول 52:** الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الأجهزة الكهربائية)..... 98

- الجدول 53: الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في عام 2030.....99
- الجدول 54: مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 (KTOE).....101
- الجدول 55: مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.....102
- الجدول 56: حساب الوفرة في انبعاث CO₂ في عام 2030 (KT CO₂) تبعاً لإرشادات IPCC المعدلة في عام 1996.....103
- الجدول 57: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات.....104
- الجدول 58: الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع الصناعي.....105
- الجدول 59: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإنارة).....106
- الجدول 60: الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية في عام 2030.....106
- الجدول 61: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات.....107
- الجدول 62: الوفرة السنوي المقدر من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في القطاع الصناعي في سورية.....108
- الجدول 63: استهلاك HCFCs في سورية (معظم الاستهلاك في قطاع التبريد وتكييف الهواء).....108
- الجدول 64: توقعات الطلب المستقبلي (غير المقيد) على استهلاك HCFCs في سورية.....108
- الجدول 65: الآثار البيئية الناتجة عن تطور استهلاك HCFCs في سورية بين عامي 2005 و 2015.....108
- الجدول 66: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي حسب نوع الوقود المستخدم.....109
- الجدول 67: الإجراءات الممكنة لتخفيض الانبعاثات الغازية في القطاع الزراعي.....110
- الجدول 68: تطبيقات الطاقة المتجددة الممكنة تنفيذها في القطاع الزراعي في سورية.....111
- الجدول 69: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة.....111
- الجدول 70: الوفرة الممكنة من إجراء تحسين كفاءة استخدام الطاقة في محركات الضخ والسقاية في عام 2030.....112
- الجدول 71: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات.....112
- الجدول 72: الوفرة الممكنة من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في سورية في مجال استرجاع غاز الميثان من المطامر الصحية لتوليد الكهرباء.....113

فهرس الاشكال

- الشكل 1: توزع استهلاك الطاقة الأولية حسب القطاع في عام 2007 [9].....26
- الشكل 2: توزع استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاع في عام 2007 [9].....29
- الشكل 3: نسب مساهمة مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة [13].....47
- الشكل 4: توزع الغازات المنبعثة حسب القطاع في الأعوام 2000 و 2005 و 2010 [27].....50
- الشكل 5: تكلفة التدهور البيئي في بعض دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا كنسبة من الناتج القومي المحلي المصدر: [27].....51
- الشكل 6: تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008.....60
- الشكل 7: قيم الإنتقالية الحرارية لعزل الأسطح نسبة للقيمة المثلى خلال دورة الحياة [37].....73
- الشكل 8: صورة فوتوغرافية للمشروع التجريبي في قدسيا.....76
- الشكل 9: منحنى الجزيرة الحرارية في المدينة.....89
- الشكل 10: أحجام وأشكال مختلفة للمصابيح الموفرة للطاقة.....94
- الشكل 11: المصابيح الموفرة للطاقة [38].....96
- الشكل 12: تقانة الإنارة الحديثة (1kWh ENERGY = 0.42 KG CO₂) [38].....96
- الشكل 13: مخطط توضيحي للحراق المسامي.....100
- الشكل 14: سيراميك محترق عند درجة حرارة قدرها 1200 °C.....100

جدول بالمصطلحات

Additionality	الإضافية: يكون المشروع إضافياً إذا تحقق أن التخفيض في غازات الدفيئة لا يمكن له أن يتم إلا ضمن إطار آلية التنمية النظيفة
Albedo	انعكاسية السطح لأشعة الشمس (ألبيدو)
Ballast:	القادح:
Electronic	إلكتروني
Magnetic	مغناطيسي
Building Envelope	الغلاف الخارجي للبناء
Certified Emission Reduction-CERs	رخص أو شهادات الإنبعاثات المخفضة
Clean Development Mechanism-CDM	آلية التنمية النظيفة
Compact Fluorescent Light Bulbs (CFLs)	المصابيح الموفرة للطاقة
Cool Roof	الأسطح الباردة (العاكسة للإشعاع الشمسي)
Daylight Dimming Control	أجهزة التحكم بتخفيض شدة الإضاءة في المصابيح
Demand Side Management (DSM)	إدارة الطلب على الطاقة
Emission	إنبعاث
Emissions Trading	التجارة الدولية للإنبعاثات
Energy Efficiency	تحسين كفاءة استخدام الطاقة
Energy Label	لصاقة (ملصق) استهلاك الطاقة
Energy Saving	توفير الطاقة
Executive Board	مجلس تنفيذي
Façade	واجهة مبنى
Feed-in Tariff	تعرفة التغذية
Fossil Fuels Resources	المصادر الأحفورية
Fluorescent Light Bulbs	مصابيح الفلوريسنت (النيون)
GEF	مرفق البيئة العالمي
Geo-Engineering	هندسة جغرافية الأراضي
German Aerospace Center (DLR)	المركز الألماني للفضاء
Global Warming	التسخين العالمي

Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)	مركبات الهيدرو كلورو فلورو كربون
Incandescent Light Bulbs	المصابيح المتوهجة
IPCC	الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
IPCC Guidelines	إرشادات (دليل) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
Know-How	المعرفة
Kyoto Protocol	بروتوكول (اتفاقية) كيوتو
Joint Implementation	التنفيذ المشترك للمشروعات
Landfill	مطمر صحي
Land Use, Land-Use Change, and Forestry-LULUCF	استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة
Lighting Fixture	مثبت (أو عاكس) المصباح
Master Plan	المخطط العام
Measures	إجراءات
Parabolic Trough	المركزات الشمسية ذات القطع المكافئ
Photovoltaic	الطاقة الكهروضوئية
Plaster	طينة اسمنتية
Porous Medium Burner	الحراقات ذات الوسط المسامي
Potential	إمكانية
Project Idea Note (PIN)	وثيقة فكرة المشروع
Radiative Forcing	الإجبار الإشعاعي
Scenario:	سيناريو:
Accelerated Growth	النمو السريع
Baseline	الأساس
Business-As-Usual	المرجعي للمقارنة
Closing the Gap (CG)	سد الفجوة
Focused Growth	النمو المركز
Following up (FU)	المتابعة
High Efficiency Gains (HE)	المكاسب بمرود عال
Low Efficiency Gains (LE)	المكاسب بمرود منخفض
Sectoral Method	طريقة القطاع

Sector:	القطاع:
Agriculture	الزراعي
Commercial	التجاري
Industrial	الصناعي
Residential (Household)	السكني
Service	الخدمي
Sensors:	حساسات:
Daylight	ضوء النهار
Presence (Occupancy)	تواجد (حركة) الأشخاص
Smart Lighting	الإضاءة الذكية
Solar System	نظام شمسي
Solar Tower	البرج الشمسي
Spotlighting	الإضاءة الموضعية
Statistical Survey	مسح إحصائي
Sustainable Development	التنمية المستدامة
Thermal Insulation	العزل الحراري
U-Value	قيمة معامل انتقال الحرارة (الانتقالية الحرارية)
U _{Overall} -Value	قيمة معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك
Urban Heat Island	الجزيرة الحرارية في المدينة
Waste Gas	الغاز الضائع
Youth Building Project	مشروع سكن الشباب
Gj	جيجا جول
kCERs/y	ألف شهادة للانبعاثات المخفضة
Kgoe	كيلو غرام مكافئ نفط
ktoe, Mtoe	كيلو (مليون) طن مكافئ نفط
kWh, MWh, GWh	كيلو وميغا وجيجا واط ساعي
tCO ₂ eq	طن مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون
TJ	تيرا جول

1. مقدمة

تعتبر التنمية المستدامة هدفاً للحكومات والشركات والمجتمعات في أنحاء العالم. يشجع هذا المفهوم على التفكير عالمياً والتصرف محلياً، مما يعني أن نبدأ في المنزل بإجراء تحليل لنمط الحياة ونتخذ كأسرة واحدة قرارات الشراء.

أصبح الناس في سورية يدركون الحاجة لدعم استثمار الطاقة النظيفة وكفاءة استخدام الطاقة التقليدية بهدف تعزيز المزيد من الممارسات المستدامة في كل مكان.

إذا كنا قادرين على إقناع هؤلاء الناس بأن الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة هي قابلة للتطبيق بتكلفة معقولة فإننا نستطيع أن نخفض من الطلب على الطاقة وأن نخفف من إنبعاثات غازات الدفيئة. إن الأبنية السكنية تستهلك قدراً كبيراً من الطاقة، وهي لحسن الحظ أيضاً تمتلك فرصاً كبيرة لتحقيق وفورات في استهلاك الطاقة.

ورد في تقرير التقييم الرابع الذي أعده الفريق الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) أنه بحلول عام 2020 يمكن تخفيض إنبعاثات غاز CO₂ من الأبنية في العالم بنسبة 29% دون أي تكلفة.

2. التشريعات الصادرة في سورية في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة

صدرت خلال السنوات القليلة الماضية عدة تشريعات في سورية في مجال تطوير استخدامات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة. لكن لم يتم بعد تطوير وتنفيذ كود خاص بتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأبنية. إن التشريعات الصادرة هي:

أ- "كود العزل الحراري للأبنية السكنية"، حيث صدر 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،

ب- "قانون معايير كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية في القطاعات المنزلية والتجارية والخدمة"، حيث صدر برقم 18 تاريخ 14 تشرين الأول عام 2008. وصدرت بتاريخ 8 تشرين الأول عام 2009 التعليمات التنفيذية لهذا القانون،

ت- "قانون الحفاظ على الطاقة"، حيث صدر برقم 3 تاريخ 22 شباط عام 2009.

3. أهداف الدراسة

يكن الهدف من الدراسة الحالية في اقتراح الإجراءات الممكنة لتوفير الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي وتبسيط الضوء على الفوائد من إدماج تقانات تحسين كفاءة استخدام الطاقة والطاقة المتجددة في الأبنية بشكل عام. ويتركز الهدف الثاني في إجراء الحسابات اللازمة لتخفيض إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري حتى عام 2030 في حال تنفيذ الإجراءات

المقترحة منطلقين في ذلك من عام 2005 كسنة أساس، وذلك بالاعتماد على إرشادات الفريق الدولي المعني بتغير المناخ IPCC لعام 1996.

4. استهلاك الطاقة في القطاع السكني في سورية

استهلك القطاع السكني والتجاري والخدمي 15.8% و 28.9% من إجمالي الطاقة الأولية والنهائية المستهلكة في سورية في عام 2005 على الترتيب.

بلغت كثافة الطاقة في عام 2005 في القطاع المنزلي 135 كيلو واط ساعي لكل متر مربع في العام، بينما بلغت هذه الكثافة في العام نفسه في القطاع الخدمي 163 كيلو واط ساعي لكل متر مربع في العام. وللمقارنة تستهلك المساكن الموفرة نسبياً للطاقة في أوروبا بين 50 و 100 كيلو واط ساعي لكل متر مربع في العام.

5. الإجراءات المقترحة لتخفيف إنبعاث غازات الاحتباس الحراري في القطاع السكني

إن الخيار البديل أو المساعد لاستخدام الطاقة الأحفورية في الأبنية هو الطاقة الشمسية إضافة إلى ترشيد الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها. تساعد التقانات الحديثة في هذا المجال على تخفيض الطلب على الطاقة في القطاع السكني وبالتالي تخفيض إنبعاث غازات الاحتباس الحراري، كما تساعد أيضاً على إنتاج الطاقة موضعياً عن طريق استخدام الطاقة الشمسية.

تستخدم الطاقة في القطاع السكني لأغراض التدفئة والتكييف والطبخ وتسخين المياه وتشغيل التجهيزات الكهربائية والإنارة وغيرها. يعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا القطاع من أهم التطبيقات المعتمدة نظراً للإنبعاث الغازية الكبيرة الناشئة عن استخدامها والناتجة عن حرق كميات كبيرة من الوقود الأحفوري في محطات توليد الكهرباء.

ناقشت الدراسة خيارات تخفيض إنبعاث غازات الاحتباس الحراري حتى عام 2030 نسبة لسنة الأساس 2005 وتوصلت إلى مقترحات الإجراءات الآتية:

▪ تسخين المياه بالطاقة الشمسية

افتترضت الدراسة أن استهلاك المسكن الواحد من الطاقة لغرض تسخين المياه هو 2233 كيلو واط ساعي في العام، وتوقعت أن تزداد مساهمة الطاقة الشمسية في تسخين المياه من 0.3% في عام 2005 إلى 25% في عام 2030. كما افتترضت الدراسة أن 20% و 80% من المساكن في سورية في عام 2030 ستستخدم الكهرباء والمازوت على الترتيب لتسخين المياه.

ونظراً لصعوبة حصر المنشآت المناسبة لتزويدها بأنظمة تسخين مياه بالطاقة الشمسية في القطاع التجاري والخدمي، افتترضت الدراسة أن عددها يمكن أن يصل إلى 2000 نظام شمسي في عام 2030 بسعة وسطية قدرها 2500 ليتر في

اليوم للنظام الشمسي الواحد. وتوقعت الدراسة أن هذا العدد من الأنظمة الشمسية ستحل محل أنظمة تسخين المياه بالمازوت.

يدون الجدولان (م.1) و (م.2) عدد نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المقترح تركيبها في القطاع السكني والقطاع الخدمي والتجاري على الترتيب حتى عام 2030، إضافة إلى الوفرة الذي يمكن تحقيقه في استهلاك الكهرباء والمازوت.

الجدول (م.1): الوفرة الممكن في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني

المجموع أو (%)	كهرباء	مازوت	الواحدة	
379	76	303	ktoe	الطاقة الموفرة من 1,974,026 سخان شمسي منزلي في عام 2030
100%	20%	80%	%	

الجدول (م.2): الوفرة الممكن في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع التجاري والخدمي

المجموع أو (%)	مازوت	الواحدة	
6.0	6.0	ktoe	الطاقة الموفرة من 2000 نظام شمسي لتسخين المياه في عام 2030
100%	100%	%	

▪ تطبيقات الطاقة الكهروضوئية

إن تطبيقات الطاقة الكهروضوئية محدودة جداً في المناطق الحضرية نظراً لتوفر الكهرباء فيها من جهة، ولمنافسة الكهرباء التقليدية لها من جهة أخرى. إضافة إلى ذلك، لا يمكن أن تساهم هذه التطبيقات بنسبة ملموسة في تخفيض الانبعاثات الغازية في حال تنفيذها في المناطق الحضرية. لهذه الأسباب استبعدت هذه التطبيقات في المناطق الحضرية. أما في المناطق الريفية أو المناطق النائية غير المزودة بالشبكة الكهربائية فتتوفر بعض الفرص لبعض تطبيقات الطاقة الكهروضوئية.

اقترحت الدراسة تبني عدد من التطبيقات المقترحة في تقرير "الاستراتيجية والتطوير المؤسسي لإدخال النظم الكهروضوئية في سورية" [35]. يلخص الجدول (م.3) الإمكانيات المتاحة على ضوء المسوحات والدراسات المنجزة في هذا المجال، إضافة إلى التطبيقات المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030. قدرت إمكانية استثمار النظم الكهروضوئية حتى عام 2030 بنحو 7.4 MWp.

الجدول (3.م) التطبيقات الكهروضوئية المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030

التطبيق	العدد المتوفر	العدد المقترح تنفيذه حتى 2030	الاستطاعة الافردية Wp	الاستطاعة الكلية kWp
إنارة المساكن	8842	2000	500	1000
إنارة المراكز الصحية	37	37	1500	55
إنارة المدارس	34	34	1000	34
ضخ المياه	83	83	2000	166
الضخ لأغراض الري	كبير جداً	1000	6000	6000
تحلية المياه	30	30	5000	150
المجموع				7405

يبدون الجدول (4.م) 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.

الجدول (4.م): مجموع الوفورات الناتجة عن التطبيقات المقترحة للطاقة المتجددة (الشمسية) في القطاع السكني والخدمي والتجاري حتى عام 2030

المجموع أو (%)	كهرباء	مازوت	الواحدة	
379	76	303	ktoe	الطاقة الموفرة من تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع المنزلي
100%	20%	80%	%	
6.0		6.0	ktoe	الطاقة الموفرة من تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع الخدمي والتجاري
100%		100%	%	
1.21		1.21	ktoe	الطاقة الموفرة من التطبيقات الكهروضوئية
100%		100%	%	
386.21	76	310.21	ktoe	المجموع

يعتبر الوفر من الأنظمة الكهروضوئية صغيراً نسبياً مقارنة مع تطبيق تسخين المياه وهذا أمر طبيعي في تطبيق الطاقة الكهروضوئية. ففي المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية (الملحق 13) تبلغ نسبة مساهمة الطاقة الكهروضوئية 0.3% بينما تبلغ نسبة مساهمة الطاقة الشمسية الحرارية 16.61% وطاقة الرياح 50.23%.

▪ العزل الحراري للأبنية السكنية

اقترحت الدراسة ثلاثة احتمالات (سيناريوهات) مدونة في الجدول (5.م) لعدد المساكن المرشحة لتنفيذ العزل الحراري فيها حتى عام 2030. وانطلاقاً من نتائج حساب الوفر الممكن من العزل الحراري لشقة سكنية نموذجية مساحتها 120 م²:

مجموع الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة: 745 liter mazout/yr

2933 kWh/yr

مجموع الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

يدون الجدول (م.5) الوفر الممكن من عزل المساكن المقترحة وذلك لغرض التدفئة (مليون ليتر مازوت) ولغرض التكييف (جيجا واط ساعي). كما يدون الجدول (م.6) الوفر نفسه لكن بوحدة كيلو طن مكافئ نغظ.

الجدول (م.5): الوفر الممكن من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030

السناريو	العدد الإجمالي للمساكن المعزولة حرارياً في عام 2030	الوفا في كمية المازوت (10 ⁶ liter)	الوفا في الكهرباء (GWh)
ضعيف	200,000	149	587
متوسط	600,000	447	1760
عال	1,000,000	745	2933

الجدول (م.6): الوفر الممكن من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030

السناريو	الوحدة	مازوت	كهرباء	المجموع أو (%)
ضعيف	ktoe	128	147	275
	%	47%	53%	100%
متوسط	ktoe	384	440	824
	%	47%	53%	100%
عال	ktoe	641	733	1374
	%	47%	53%	100%

تجدد الإشارة هنا إلى أن تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الملحق 8) 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 الوفر الإجمالي في عام 2030 يساوي مجموع الوفر في المازوت 1490 GWh والوفا في الكهرباء 587 GWh أي 2077 GWh، أو 100 GWh تقريباً في العام (على مدار الفترة الواقعة بين 2010 و2030).

حين إعداد تقرير دراسة الطلب على الطاقة بين عامي 2003 و2004، كانت حوامل الطاقة لا تزال مدعومة، لذا لم تكن الظروف مشجعة لاقتراح قيمة أكبر للوفا.

يستنتج من هذه المقارنة أن السيناريو الضعيف هو السيناريو الأقرب للواقع ولذا جرى اعتماده في الدراسة.

▪ **تخفيض حمل التكييف جراء تحويل أسطح الأبنية السكنية إلى أسطح عاكسة للإشعاع الشمسي في عام 2030**

يبدون الجدول (7.م) الوفر السنوي الممكن في عام 2030 الناتج عن تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 وجراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة، وذلك بافتراض الوفر في الطاقة الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr.

الجدول (7.م): الوفر السنوي الممكن في عام 2030 الناتج عن تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 وجراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة

البند	المساكن القائمة في عام 2010	المساكن التي ستشاد بين عامي 2010 و 2030
المجموع التقديري لمساحات أسطح الأبنية السكنية	0.3 x 10 ⁹ m ²	0.47 x 10 ⁹ m ²
نسبة الأبنية المزودة بمكيفات هواء	1%	2%
الوفر الوسطي في الطاقة اللازمة لمكيفات الهواء	2.78 kWh/m ² /yr	
الوفر السنوي الممكن في عام 2030	8.34 GWh/yr	26.1 GWh/yr
كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من توليد الكهرباء	0.521 kg CO ₂ /kWh*	
الكمية السنوية المتجنبة من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون	4.35 kt CO ₂ /yr	13.6 kt CO ₂ /yr

ويبدون الجدول (8.م) الوفر الإجمالي الممكن في عام 2030 بوحدة "كيلو طن مكافئ نفط".

الجدول (8.م): الوفر الممكن من إجراءات تخفيض حمل التكييف (الأسطح الباردة) في عام 2030

الإجراء	الواحدة	كهرباء
تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة	GWh/yr	8.34
	ktoe	2.1
تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة	GWh/yr	26.1
	ktoe	6.53
المجموع	GWh/yr	34.44
	ktoe	8.63

تحسين كفاءة استخدام الإنارة

تشكل الإنارة نسبة تتراوح بين 20% إلى 25% من الاستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في المنازل في سورية [21]. إن طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مجال الإنارة عديدة ومتنوعة، لكن أهمها استخدام المصابيح الموفرة للطاقة.

خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الملحق 8) إلى إمكانات الوفرة في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والصناعي. يدون الجدول (م.9) مقدار الوفرة من الإجراءات المقترحة في هذا التقرير حتى عام 2020.

الجدول (م.9): الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإنارة)

الوفرة في عام 2020 (GWh)	الإجراء
477.3	إنارة عالية الكفاءة في دور العبادة والقطاع الصناعي
377.1	مصابيح أنبوبية منزلية عالية المردود و مصابيح CFL
374.6	إنارة عالية الكفاءة في القطاعين الحكومي والتجاري
249.3	إنارة عالية الكفاءة في الشوارع
1478.3	المجموع

اقتُرحت الدراسة اعتماد الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة لكونها لم تنفذ بعد ولاستنادها على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها وللتحليل المنطقي لهذه الإجراءات، ولذا جرى إزاحة الوفرة المقدر في عام 2020 حتى عام 2030. يدون الجدول (م.10) الوفرة الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري والصناعي في عام 2030.

الجدول (م.10): الوفرة الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في عام 2030

الوحد	الوحد	الإجراء
1478.3	GWh	تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري
369.6	ktoe	

تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية المنزلية

تشمل الأجهزة الكهربائية المرشحة لإجراءات تحسين الطاقة فيها في القطاع السكني والخدمي والتجاري الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية، ومكيفات الهواء في المنشآت التجارية والحكومية، وسخانات المياه بالطاقة الكهربائية، ومحركات ضخ مياه الشرب والصرف الصحي. لم تلحظ باقي الأجهزة الكهربائية لمساهمتها الضعيفة في تخفيف غازات الاحتباس الحراري.

خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الملحق 8) إلى إمكانات الوفرة في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري. بدون الجدول (م.11) مقدار الوفرة من الإجراءات المقترحة في هذا التقرير حتى عام 2020.

الجدول (م.11): الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الأجهزة الكهربائية)

الوفا في عام 2020 (GWh)	الجهاز الكهربائي
197.3	مكيفات منزلية عالية المردود
82.1	ثلاجات منزلية عالية المردود
76.8	مكيفات عالية المردود في المنشآت التجارية متوسطة وكبيرة الحجم
75.4	سخانات مياه عالية المردود مع تحكم بها في المنازل
71.9	محركات عالية الكفاءة لضخ مياه الشرب ومياه الصرف الصحي
58.4	مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت التجارية الصغيرة
11.2	مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت الحكومية
573.1	المجموع

اقتُرحت الدراسة اعتماد الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة لكونها لم تنفذ بعد ولاستنادها على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها وللتحليل المنطقي لهذه الإجراءات، ولذا جرى إزاحة الوفرة المقدر في عام 2020 حتى عام 2030. بدون الجدول (م.12) الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري في عام 2030.

الجدول (م.13): الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في عام 2030

الإجراء	الواحدة	كهرباء
تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري	GWh	573.1
	ktoe	143.3

بدون الجدول (م.14) مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني حتى عام 2030.

الجدول (م.14): مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 (ktoe)

الإجراء	مازوت	كهرباء	المجموع
---------	-------	--------	---------

275	147	128	العزل الحراري للمساكن (السيناريو الضعيف)
2.1	2.1	-	تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة
6.53	6.53	-	تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة
369.6	369.6		تحسين كفاءة استخدام الإنارة
143.3	143.3		تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية
796.53	668.53	128	المجموع

إن التشريعات والقرارات الصادرة الآتية ستساعد على تحقيق الإجراءات المقترحة في هذا الجدول:

- كود العزل الحراري للأبنية السكنية،
- قرار إلزام طالبي الترخيص بالبناء في مدن مراكز المحافظات ومجالس المدن والبلديات بتقديم دراسة ميكانيكية وفقاً لمبادئ وأسس ومواد كود العزل الحراري المعتمد،
- قانون معايير كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية في القطاعات المنزلية والتجارية والخدمية،
- قانون الحفاظ على الطاقة.

6. الوفر الإجمالي من إجراءات استثمار الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

يدون الجدول (م.15) مجموع الوفر الممكن من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.

الجدول (م.15): مجموع الوفر الممكن من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030

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

7. حساب انبعاث CO₂ بطريقة القطاع

يقابل الوفرة المقترحة في عام 2030 تخفيضاً في استهلاك المازوت والكهرباء كحوامل طاقة. وبما أن الكهرباء في سورية تنتج من مصدرين حراري (فيول أويل وغاز) ومصدر مائي، ونظراً للتحويل القائم من الفيول أويل إلى غاز في توليد الكهرباء، فإن الوفرة في الكهرباء سينعكس على وفرة في الفيول أويل. ونظراً لكون مواصفات الفيول أويل والمازوت متشابهة تقريباً، فإن الوفرة الإجمالي المقترحة في عام 2030 سينعكس على وفرة في المازوت فقط. بدون الجدول (م.16) نتائج حساب التخفيض في انبعاث ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 (حسب الدليل في الملحق 21).

الجدول (م.16): حساب الوفرة في انبعاث CO₂ في عام 2030 (تبعاً لإرشادات IPCC)

MODULE	Energy					
SUBMODULE	CO ₂ from fuel combustion					
WORKSHEET	Step by step calculations					
SHEET	Residential					
	Step 1	Step 2		Step 3		
Residential	A Consum. (ktoe)	B Conv. Factor (TJ/ktoe)	C Consum. (TJ)	D Carbon Emission Factor (t C/TJ)	E Carbon Content (t C)	F Carbon Content (Gg C)
			$C=(A \times B)$		$E=(C \times D)$	$F=(E \times 10^{-3})$
Gas/Diesel Oil	1182.74	40.0	47310	20.2	955,662	955.662

تابع الجدول (م.16)

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)
		$H=(F \times G)$	$I=(F-H)$		$K=(I \times J)$	$L=(K \times [44/12])$
Gas/Diesel Oil	0.5	477.831	477.831	0.99	473.05	1734.5

8. الاستنتاجات

يبلغ مجموع الوفرة الممكن في عام 2030: 1183 كيلو طن مكافئ نפט تقريباً أو 47310 تيرا جول.

يقابل الوفر 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).

يقابل الوفر الإجمالي المقترح نسبة 2.45% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2030 (48.359 Mtoe).

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 [8]).

1. مقدمة

بدأت مسيرة استثمار الطاقة المتجددة في سورية في بداية الخمسينيات من القرن الماضي حيث نقل بعض المغتربين السوريين العائدين من أمريكا الجنوبية تقانة المراوح الريحية الميكانيكية متعددة الشفرات لضخ المياه. وصنّعوا ما يقارب 4000 مروحة في ورش صغيرة أقاموها في النبك، وركبوها في منطقتي حمص والقلمون، وعملت هذه المراوح بنجاح لسنوات عديدة قبل أن يتوقف معظمها عن العمل بسبب ندرة المياه الجوفية.

وفي نهاية السبعينات استوردت بعض السخانات الشمسية لتسخين المياه المنزلية من الأردن، ثم بدى العمل بتصنيعها في عدد قليل من الورش في دمشق. كما أنشأت وزارة الكهرباء مخبراً يضم مجموعة من اللوحات الكهروضوئية ومدخرات وعنفة ريحية صغيرة الاستطاعة ولم يعمل أحد في هذا المخبر الذي نقل بعد أكثر من عشر سنوات إلى مخابر كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق.

وفي بداية الثمانينات تأسست الجمعية السورية للطاقة الشمسية لكن لم يدم نشاطها طويلاً. وبدأ معمل الطاقة الشمسية في القابون بتصنيع سخانات المياه الشمسية. وجرى بناء 529 شقة سكنية تعتمد على التدفئة غير الفعالة بالطاقة الشمسية (جدار ترومب والكسب المباشر لأشعة الشمس والعزل الحراري الجيد) في مشروع سكن العاملين في مطار دمشق الدولي، وقد زُوِّدت جميع هذه الشقق بأجهزة تسخين مياه بالطاقة الشمسية. كما أحدث مركز الدراسات والبحوث العلمية مخبراً للطاقة الشمسية بمعونة من السوق الأوروبية المشتركة يضم أجهزة اختبار للواقط الشمسية المسطحة الحرارية والخلايا واللوحات الكهروضوئية.

وفي نهاية الثمانينات جرى إحداث مكتب الطاقات المتجددة في مجلس الوزراء، حيث أشرف على تنفيذ معونة من الأمم المتحدة شملت إنارة قريتين صغيرتين بالطاقة الكهروضوئية قرب دمشق، وإصدار أطلسي الشمس والرياح، وتركيب أول عنفة ريحية في القطر في منطقة القنيطرة استطاعتها 150 كيلو واط ورُبُطت بالشبكة الكهربائية العامة، إضافة إلى تجهيز بعض المخابر بأجهزة الاختبار.

وفي بداية التسعينات تأسست شركة النظم الطليعية الخاصة لتصنيع عنفات ريحية لأغراض شحن المدخرات وضخ المياه والحماية ضد الصقيع وبلغ مجموع الاستطاعات المركبة من قبلها حوالي 800 كيلو واط قبل أن تتوقف عن العمل في نهاية التسعينات.

وفي منتصف التسعينات صدرت المواصفات الوطنية لعناصر ونظم تسخين المياه المنزلية بالطاقة الشمسية ثم جرى تعديلها في عام 2009. وأنشئ خط لتجميع وتغليف الخلايا الشمسية في فرع مركز الدراسات والبحوث العلمية بحلب بمعونة جزئية من الهند. كما أشرف هذا المركز على تنفيذ معونة مشتركة من اليابان والأمم المتحدة شملت إنارة منازل وضخ وتحلية مياه بالطاقة الكهروضوئية في أربع قرى في ريف حلب، إضافة إلى تنفيذ عدد من المشروعات كإنارة الفنارات البحرية بالطاقة الكهروضوئية، وتغذية المحطة الإرشادية الملاحية في التنف لصالح المديرية العامة للطيران المدني. وقد أعدّ مخبر RISO الدانماركي دراسة جدوى لإقامة مزرعة ريحية في منطقة السنديانة غرب حمص باستطاعة 5MW، وحصلت وزارة الكهرباء على منحة أوروبية قدرها 2 مليون يورو لتنفيذ جزء من هذه المزرعة إلا أنه لأسباب إدارية وروتينية لم يستند من هذه

المنحة. كما نفذت وزارة الكهرباء بين عامي 1998 و 2006 مشروع تخطيط وحفظ الطاقة بمعونة من مرفق البيئة العالمي قدرها 4 ملايين دولار تقريباً.

وفي بداية الألفية الثالثة جرى تنفيذ المخطط العام (Master Plan) بمعونة من الأمم المتحدة بهدف استثمار مصادر الطاقة المتجددة في القطر. وجرى إحداث المركز الوطني لبحوث الطاقة بموجب القانون رقم /8/ لعام 2003 بهدف توحيد كافة الأنشطة القائمة حالياً في القطر 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. نفذ المركز المذكور المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه المنزلية بالتعاون مع هيئة مكافحة البطالة والمصرف الصناعي.

وخلال عامي 2007 و 2008 جرى إعادة هيكلة تعرفه حوامل الطاقة في سورية حيث أدى ارتفاع أسعارها إلى ازدياد الطلب على سخانات المياه الشمسية والمصابيح الموفرة للطاقة.

إضافة إلى ما سبق، عقد العديد من المؤتمرات والندوات وورش العمل المحلية في مجال استثمار الطاقة المتجددة.

يتضح من هذه البانوراما التاريخية لاستثمار الطاقة المتجددة في سوريا أن معظم الأعمال والمشروعات التي نفذت مؤلت بمعونات دولية. كما توزعت الأنشطة المتعلقة بالطاقة المتجددة على عدد من الجهات الحكومية، والتي عملت كل منها بمعزل عن الأخرى مما أثر سلباً على تنمية وتطوير استخدامات الطاقة المتجددة.

من جهة أخرى، تحتاج سورية إلى إجراء فحص دقيق لآثار تغير المناخ المحتملة، وخصوصاً على القطاعات الضعيفة مثل المياه والزراعة. كما تحتاج إلى تبني استراتيجيات وسياسات مع تنفيذها لتقليل المخاطر المناخية. أما فيما يتعلق بتخفيض إصدار الإنبعاثات الغازية الضارة بالبيئة، فعلى الرغم من أن سورية غير ملتزمة بالحد من إنبعاثات غازات الدفيئة، فإن المشروعات الهادفة إلى التخفيف من تغير المناخ والتي تتمتع بفوائد اقتصادية محلية فضلاً عن الفوائد البيئية العالمية (الحد من إنبعاثات غازات الدفيئة) لم تتوضح بعد بصورة كاملة. إن إحدى الطرق المساعدة على اختيار هذه المشروعات هي تبني آلية التنمية النظيفة. تشمل فرص التخفيف الأخرى تحسين كفاءة استخدام الطاقة والتحول نحو الوقود النظيف والتوليد المشترك واستثمار الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية بصورة رئيسية). يمكن لسورية الحصول على دعم مالي وتقني من المنظمات الدولية مثل مرفق البيئة العالمي والبنك الدولي والأمم المتحدة للبيئة وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي وذلك بهدف تحديد مشروعات التخفيف وتنفيذها بحيث تلبى أهداف وأولويات التنمية الوطنية من جهة، والمساهمة في تنفيذ الاتفاقية الإطارية لتغير المناخ من جهة أخرى.

بدأ القطر بتنفيذ الخطة الخمسية العاشرة (2006 - 2010) ضمن إطار التوجه نحو اقتصاد السوق الاجتماعي، ولذا تتميز هذه الخطة عن سابقتها في إعادة هيكلة القطاعات التنموية كافة وتعديل القوانين القائمة وإصدار تشريعات جديدة. وعلى اعتبار أن قطاع الطاقة يلعب دوراً رئيساً في عملية التنمية كونه أكثر مكونات البنية التحتية تأثراً بالتحويلات الاقتصادية الجديدة، فإن الخطة الخمسية العاشرة أولت هذا القطاع اهتماماً كبيراً.

2. موجز عن الوضع الراهن لتقانات الطاقة المتجددة في العالم

تعتبر الطاقة المتجددة طاقة أولية ذات نوعية عالية حيث يمكن في نظم توليد الطاقة الكهربائية أن يحل 1 kWh منتج من الطاقة المتجددة محل 3 kWh منتج من الوقود الأحفوري [1]. كما تعتبر الطاقة المتجددة صديقة للبيئة حيث ينتج عن استخدامها طاقة نظيفة وخالية تقريباً من الغازات الضارة بالبيئة (CO₂ و NO_x و SO_x وغيرهم).

يدون الجدول (1) في الملحق (1) تكاليف الآثار البيئية أو ما يعرف بالتكاليف الخارجية (External costs) لإنتاج الطاقة الكهربائية بحرق الوقود الأحفوري وباستخدام تقانات الطاقات المتجددة. تتراوح الكلفة الخارجية لإنتاج الكيلو واط الساعي من محطات توليد الطاقة العاملة بالفحم بين 7 و10 سنت دولار أمريكي، بينما لا تتجاوز هذه الكلفة 0.1 سنت دولار أمريكي للمزارع الريحية [1].

في مجال استثمار الطاقة الكهروضوئية (Photovoltaic)، بلغ المجموع التراكمي لاستطاعات النظم الكهروضوئية المنتجة في العالم في نهاية عام 2008 بما يعادل 15000 MW، حصة أوروبا منها 9500 MW (أكثر من 60%). وبلغ مجموع استطاعات النظم الكهروضوئية المنتجة في العالم في عام 2008 (الشكل 1 في الملحق 1): 7300 MW، بنسبة زيادة قدرها 80% عن عام 2007. واحتلت أوروبا المرتبة الأولى عالمياً حيث بلغت الاستطاعة المركبة فيها في عام 2008: 4800 MW، تصدرتها أسبانيا باستطاعة مركبة قدرها 2500-2700 MW، مقارنة مع 560 MW في عام 2007 [2].

وفي مجال استثمار طاقة الرياح (Wind energy)، بلغ المجموع التراكمي لاستطاعات العنفات الريحية المركبة في العالم 121188 MW في نهاية عام 2008، نفذ منها 27261 MW في عام 2008. وحافظ معدل النمو على قيمته العالية إذ بلغ % 29 في عام 2008 (الشكل 2 في الملحق 1) وكان قد وصل إلى % 41.7 في عام 1999. وأنتجت جميع العنفات المركبة في العالم طاقة كهربائية مقدارها 260 TWh في عام 2008 أي ما يعادل % 1.5 من استهلاك العالم من الكهرباء.

لقد تصدرت الولايات المتحدة الأمريكية قائمة الدول المركبة للعنفات الريحية باستطاعة تراكمية بلغت حتى نهاية عام 2008: 25170 MW (الشكل 3 في الملحق 1) تلتها ألمانيا باستطاعة 23903 MW ثم أسبانيا باستطاعة 16740 MW [3].

وتوقعت إحدى الأوراق العلمية التي قدمت في "القمة العالمية الثانية لطاقة المستقبل" التي عقدت في أبو ظبي في شهر كانون الثاني من عام 2009 أن يصل مجموع الاستطاعات المركبة في العالم إلى 900 GW في عام 2020، أي أنه بدءاً من عام 2009 وحتى عام 2020 يتوقع تركيب عنفة ريحية واحدة كل 25 دقيقة [4].

تعتبر "تعرفة التغذية" (Feed-in Tariff) أو السعر الثابت لوحدة الإنتاج إحدى أهم وسائل تشجيع الاستثمار في مجال توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة وخاصة طاقة الرياح. وتكمن ميزتها في تأمين أسواق مضمونة وأسعار مشجعة تخفض إلى حد كبير من أخطار الاستثمار. تبلغ كلفة الكيلو واط الساعي المنتج من طاقة الرياح في الدول الأوروبية: 0.046- 0.091 EUR/kWh [5]. يدون الجدول (2) في الملحق (1) توزيع تكاليف إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح [6]. كما يحوي الملحق (2) تعرفة التغذية المعتمدة في عدد من الدول الأوروبية والخاصة بمصادر الطاقة المتجددة.

أنتجت نظم توليد الطاقة الكهربائية باستخدام المركبات ذات القطع المكافئ (Parabolic trough) المنفذة في جنوب كاليفورنيا في بداية الثمانينات باستطاعة 354 MWe حوالي 800 GWh في العام بكلفة حالية 14-17 US cents/kWh. لكن طراً

تطورات كبيرة على هذه النظم ويتوقع أن تصل كلفة الكيلو واط الساعي في المدى القريب إلى 7-8 € cents/kWh. وتتوقع
مخابر سانديا الأمريكية (Sandia labs) أن تصل هذه الكلفة في عام 2020 (الشكل 4 في الملحق 1) إلى 4.3 US
cents/kWh للمركزات ذات القطع المكافئ و 3.5 US cents/kWh للأبراج الشمسية (Solar tower) [7].

يستنتج أن الطاقة المتجددة هي طاقة واعدة للمستقبل وأن أنظمتها تطورت بشكل ملحوظ بهدف تخفيض التكاليف التأسيسية
وبالتالي تخفيض تكاليف إنتاج الطاقة منها. وتجدر الإشارة هنا إلى أن أهداف الإتحاد الأوروبي في عام 2020 هي:
تحقيق نسبة مساهمة للطاقة المتجددة قدرها 20% من الطلب الإجمالي على الطاقة، وتوفير نسبة 20% من الاستهلاك
الإجمالي للطاقة عن طريق تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتخفيض كميات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 20%
عن مستوياته في عام 1990.

3. استهلاك الطاقة الأولية والنهائية في سورية

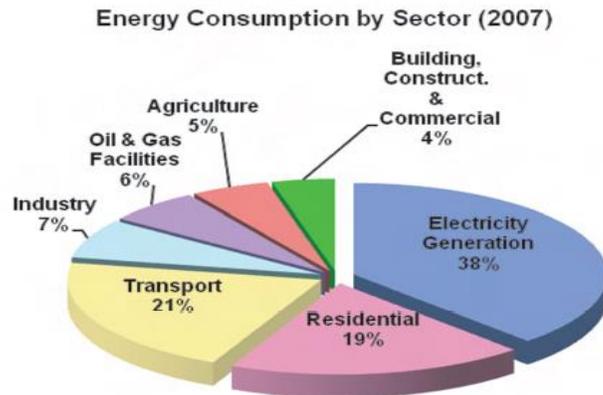
1.3 الطاقة الأولية

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) [8]. كما يوضح الشكل (1) توزيع استهلاك الطاقة الأولية في عام 2007 حسب القطاع [9].

الجدول 1: توزيع استهلاك الطاقة الأولية حسب القطاع في عام 2005

%	Mtoe	
35.2	6.90	الطاقة الكهربائية
9.6	1.88	الصناعة الاستخراجية والتكرير
8.0	1.57	الصناعة والبناء
22.7	4.44	النقل
13.3	2.62	القطاع السكني
2.4	0.47	القطاع الخدمي
8.8	1.72	القطاع الزراعي
100	19.6	المجموع

المصدر: [8]



الشكل 1: توزيع استهلاك الطاقة الأولية حسب القطاع في عام 2007 [9]

2.3 الطاقة النهائية

بلغت كمية الطاقة النهائية الكلية المستهلكة في عام 2005 حوالي 15.25 مليون طن مكافئ نפט، توزعت حسب القطاعات (الجدول 2) بنسبة 27% لقطاع النقل و 23% للقطاع المنزلي و 19% للصناعة و 11% لقطاع الزراعة و 7% لقطاع التشييد و 7% لقطاع الصناعات الإستخراجية والمصافي و 6% للقطاع الخدمي [8]. كما توزع استهلاك الطاقة النهائية حسب نمط الوقود (الجدول 3) بنسبة 72.1% للمشتقات النفطية و 10.3% للغاز الطبيعي و 2.6% للوقود التقليدي و 15% للكهرباء [8].

الجدول 2: توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب القطاع في عام 2005

%	Mtoe	
27	4.12	قطاع النقل
23	3.50	القطاع السكني
19	2.90	قطاع الصناعة
11	1.68	القطاع الزراعي
7	1.07	قطاع البناء
7	1.07	قطاع الصناعة الاستخراجية والتكرير
6	0.91	القطاع الخدمي
100	15.25	المجموع

المصدر: [8]

الجدول 3: توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب نمط الوقود في عام 2005

%	Mtoe	
72.1	10.99	مشتقات نفطية
10.3	1.57	غاز طبيعي
2.6	0.40	وقود تقليدي
15	2.29	طاقة كهربائية
100	15.25	المجموع

المصدر: [8]

3.3 الطاقة الكهربائية المستهلكة

تشير المعلومات الواردة في المجموعة الإحصائية [10] إلى توزيع الطاقة الكهربائية المستهلكة إلى غرضين هما الإنارة (Lighting) والقوة المحركة (Industry). يقصد بالإنارة مجموع استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع السكني والتجاري والخدمي والإنارة العامة، أما القوة المحركة فيقصد منها مجموع استهلاك الطاقة الكهربائية في الصناعة.

إن نسبة استهلاك القطاع السكني والتجاري والخدمي تكاد تكون شبه ثابتة عند قيمة 68% تقريباً، بينما يستهلك القطاع الصناعي 32% من كامل الطاقة الكهربائية المنتجة في سورية.

ازداد إنتاج الطاقة الكهربائية في سورية من 30366 GWh في عام 2003 إلى 38784 GWh في عام 2007 (الجدول 4). وبلغت نسبة تزايد إنتاج الطاقة الكهربائية قيمتها العظمى 12.2% في عام 2005 نسبة لعام 2004، بينما بلغت 3.6% في عام 2007 نسبة لعام 2006. يوضح الشكل (2) توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في عام 2007 على القطاعات [9].

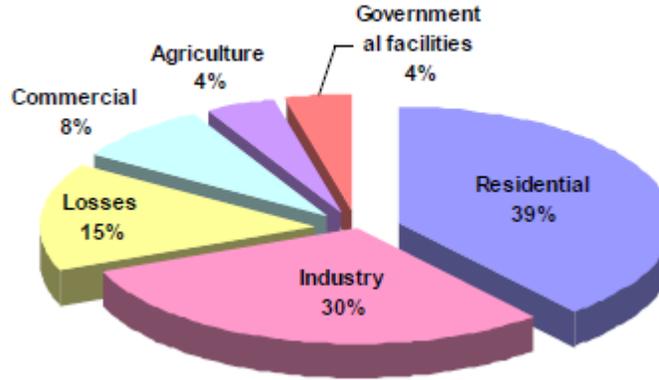
يلاحظ من الجدول (4) أنه حسب بيانات المكتب المركزي للإحصاء لعام 2003، بلغ الفاقد مع الاستهلاك الذاتي 10748 GWh، ونسبة الفاقد مع الاستهلاك الذاتي هي 35% من إجمالي التوليد و 55% من إجمالي الاستهلاك. وفي عام 2007، بلغ الفاقد مع الاستهلاك الذاتي 12154 GWh، ونسبة الفاقد مع الاستهلاك الذاتي هي 31% من إجمالي التوليد و 47% من إجمالي الاستهلاك. وعلى الرغم من انخفاض الفاقد بين عامي 2003 و 2007، إلا أنه لا يزال كبيراً جداً.

الجدول 4: توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في سورية (GWh)

السنة	2003	2004	2005	2006	2007
الإنارة	13070	13922	15109	16594	17685
نسبة استهلاك الإنارة (%)	67.5%	67.8%	67.8%	69.2%	68.8%
الصناعة	6299	6612	7164	7374	7954
نسبة استهلاك الصناعة (%)	32.5%	32.2%	32.2%	30.8%	31.2%
الاستهلاك الإجمالي	19369	20534	22273	23968	25639
التصدير	249	539	844	986	991
الفاقد والاستهلاك الذاتي	10748	11064	12931	12499	12154
المجموع	30366	32137	35048	37453	38784
معدل النمو السنوي (%)	-	5.83%	9.1%	7.1%	3.6%

المصدر: [10]

Electricity consumption by Sector (2007)



الشكل 2: توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية حسب القطاع في عام 2007 [9]

إن النسبة السنوية لتزايد إنتاج الطاقة الكهربائية غير مستقرة (الجدول 5) لأسباب تتعلق بوضع محطات التوليد وتوفر مصادر الطاقة (مائية وأحفورية).

الجدول 5: الطاقة الكهربائية المنتجة في سورية

السنة	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
GWh	21159	22819	25217	26712	28012	29533	32077	34935	37504	38644	41023
%	-	7.8	10.5	6	4.8	5.4	8.6	8.9	7.6	3	6.1

المرجع: التقارير الإحصائية للمؤسسة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية

انخفضت نسبة مساهمة الطاقة المائية في إجمالي التوليد (الجدول 6) من 10.7% في عام 2006 إلى 7% في عام 2008. ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض التوليد من المصادر المائية إضافة إلى ازدياد التوليد من المصادر الأحفورية.

الجدول 6: مصادر توليد الطاقة الكهربائية في سورية

السنة	2003	2004	2005	2006	2007	2008
المجموع (GWh)	29533	32077	34935	37504	38644	41023
مائية				4001	3526	2872
أحفورية				33503	35116	38151

المرجع: التقارير الإحصائية للمؤسسة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية

يستنتج أن قطاعات السكن والخدمات والصناعة والزراعة استهلكت في عام 2005: 32.5% من الطاقة الأولية المستهلكة في سورية (13.3% في القطاع المنزلي و 8.8% في القطاع الزراعي و 8% في قطاع الصناعة والتشييد و 2.4% في قطاع الخدمات)، واستهلكت هذه القطاعات 53% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية (23% في القطاع السكني و

19% في القطاع الصناعي و 11% في القطاع الزراعي). أما في عام 2007 فقد استهلك القطاع المنزلي 39% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في سورية، يليه القطاع الصناعي بنسبة 30% ثم القطاع التجاري 8% والقطاع الزراعي 4%.

4. التقدم الجاري والمحقق في مجال استثمار الطاقة المتجددة 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.

1.4 المشروعات المنفذة في مجال الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بمعونات خارجية

يدون الجدول (7) بعض المشروعات المنفذة في سورية بمعونات مقدمة من هيئات ومنظمات دولية بدءاً من منتصف التسعينات.

الجدول 7: المشروعات المنفذة في سورية بمعونات من هيئات ومنظمات دولية بدءاً من منتصف التسعينات

الميزانية الكلية (US\$)	مصادر التمويل الأخرى (US\$)		مساهمة UNDP (US\$)	سنة بدء المشروع	اسم المشروع	رمز المشروع
	مصدر آخر	GEF				
42,455,000	37,880,000	4,070,000	505,000	1996	كفاءة استخدام الطاقة في جانب الطلب وتخطيط وحفظ الطاقة	SYR/96/G31
553,700	553,700	-	-	1997	المساعدة في الكهرباء الريفية اللامركزية بالطاقة الكهروضوئية	SYR/97/E01
178,000	-	-	178,000	1999	المخطط العام لتطوير الطاقة المتجددة في سورية	SYR/99/001

2.4 الخطط والدراسات والمواصفات

- أنجز أطلس الإشعاع الشمسي في سوريا في عام 1994، بينما أنجز 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 $1825 \text{ kWh/m}^2/\text{year}$. وتقدر سرعات الرياح السائدة في القطر بـ $4.5 - 12 \text{ m/s}$ في المنطقتين الجنوبية والوسطى و بـ $4.5 - 10 \text{ m/s}$ في البادية وغيرها.
- 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. يلحظ 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). إن تكاليف الاستثمار فقط لتحقيق هذه النسبة هي 1480 مليون دولار أمريكي، كما أن فرص العمل الجديدة في مجال استثمار الطاقة المتجددة يمكن أن تصل إلى 7225

فرصة. وفي حال الاستغناء عن خيار الطاقة المتجددة، فإنه 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 المتحدة (الملحق 15) [35]. تتلخص أهداف هذه الدراسة في (1) اقتراح آلية لتطوير البنية التحتية (المالية والمؤسسية والتشريعية والفنية) اللازمة لتنمية استخدامات الطاقة الكهروضوئية في تطوير الريف في سورية بما يتوافق مع المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية، و (2) التأكيد على قدرة النظم الكهروضوئية في المساهمة الفعالة لتلبية احتياجات سورية من الطاقة وخاصة في مجالات كهربية الريف وضخ المياه، و (3) توضيح التأثيرات الممكنة للنظم الكهروضوئية في "الزراعة المستدامة وتطوير الريف" Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD).

■ تم إقرار الإعفاءات الجمركية لمستوربات الصفائح الماصة للواقط الشمسية المسطحة والواقط 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 ميكانيكية خاصة بالطاقة الشمسية لتسخين المياه واعتماد النظام المركزي ذي الدارة المغلقة وحسب 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 "شبكة عادية أم شبكة مركزية". ولفت القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ (الملحق 14) [36].

3.4 طاقة الرياح

■ جرى تركيب أول عنفة ريحية دانماركية في القطر في عام 1994 في منطقة القنيطرة استطاعتها 150 كيلو واط ورُبِطت بالشبكة الكهربائية العامة. يبلغ الإنتاج السنوي لهذه العنفة من الطاقة الكهربائية 300 ميغا واط ساعي تقريباً.

■ 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 من قبل شركة النظم الطليعية الخاصة. بلغ مجموع الاستطاعات المركبة من قبل هذه الشركة قبل إغلاقها ما يزيد عن 800 كيلو واط.

■ خلصت نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية الأولية لتنفيذ مزرعة ريحية في منطقة حمص باستطاعة 100 ميغا واط [14] إلى أن إنتاجها السنوي من الطاقة الكهربائية يبلغ 300000 ميغاواط ساعي تقريباً، ويمكنها تجنب إنبعاث

كمية غاز ثاني أكسيد الكربون مساوية تقريباً لـ 2.7 مليون طن على مدار 20 سنة من عمرها الافتراضي. تبلغ قيمة هذه الكمية في الوقت الحاضر 29 مليون يورو أو ما يعادل 1.7 مليار ليرة سورية على مدار 20 عاماً، أو 87 مليون ليرة سورية في العام الواحد.

- 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 من المطورين والمستثمرين المهتمين بهذا المشروع التقدم بملفات مؤهلاتهم وخبراتهم في هذا المجال [15] (الملحق 3).
- يجري حالياً إنشاء مصنع في مدينة حسيما الصناعية لتصنيع وتجميع عنفات ريشية باستطاعة 2.5 ميغا واط. ومن المتوقع أن ينتج أول عنفة في شهر أيلول من عام 2010. ينفذ هذا المشروع الهام من قبل مستثمر من القطاع الخاص، وتم الاتفاق مع شركة ألمانية على نقل التقنية.

4.4 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 زُودت هذه الشقق جميعاً بأجهزة تسخين مياه بالطاقة الشمسية.
- نفذت عدة مشروعات صغيرة الحجم لدعم التدفئة الأرضية بالطاقة الشمسية في عدد محدود من المنازل.

5.4 النظم الكهروضوئية

- جرى إنارة قريتين 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 المسؤولية لتجميع وتغليف اللوحات الكهروضوئية باستطاعة 15.9 MW/year وبرأسمال 1024 مليون ل. س، ومركزها الشركة العربية السورية للصناعات الالكترونية "سيرونيكس"، حصة كل من سيرونيكس ووزارة الكهرباء 40%، وحصة أوكرانيا 20%. يتوقع أن يبدأ إنتاج هذه الشركة في منتصف عام 2010.

6.4 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 طُبِقَ 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،
- دعم الدولة لأسعار المازوت والكهرباء،
- ارتفاع أسعار الأجهزة المباعة في الأسواق المحلية مقارنة بأسعار الدول المجاورة، لضعف الطلب عليها، ولافئثار سوقها للمنافسة الحقيقية، ولانعدام التصنيع الكمي لها،
- غياب التشريعات اللازمة بضبط الجودة وإصدار شهادة الصلاحية للجهاز، مما ساعد بعض المصنعين المحليين على تصنيع أجهزة لم تُلبِ رغبة الزبون وبيعها بأسعار عالية،
- تطبيق فائدة مصرفية عالية على قرض مصرف التسليف الشعبي الخاص باقتناء أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية،
- عدم اقتناع شريحة كبيرة من الناس بهذا التطبيق، لعدم وجود دعاية وإعلان كافيين له، وغياب المشروعات الحكومية الرائدة في هذا المجال.

جرى تنفيذ المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه المنزلية خلال عامي 2005 و 2006، وذلك بالتعاون مع هيئة مكافحة البطالة والمصرف الصناعي. وقد اختبر 22 جهاز تسخين مياه بالطاقة الشمسية في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا وجميعها مصنعة محلياً عدا واحد. تفاوتت أداؤها بتفاوت حجمها وأبعادها وتصميمها ومكوناتها. وتضمن الإعلان تسويق 20 جهازاً من الأجهزة المختبرة. اكتتب 625 موظف حكومي على الأجهزة المعلن عنها، وبلغت قيمة السخانات المكتتب عليها 21,563,600 ل. س، وبلغ مجموع الطاقة الحرارية التي يمكن إنتاجها من السخانات المكتتب عليها 1,243,150 كيلو واط ساعي/سنة، أي أن القيمة الوسطية لكلفة الطاقة السنوية المنتجة منها هي 17.6 ل.س/ك.و.س. في حال إجراء المقارنة مع تسخين المياه بالمازوت، فإن الوفرة المحقق من السخانات المكتتب عليها هو 248,630 ليترمازوت/السنة، قيمتها بالأسعار المدعومة (7.3 ل.س لليتر) هي 1,815,000 ل.س، وفترة استرجاع رأس المال 11.9 سنة، وقيمتها بالأسعار العالمية (27 ل.س لليتر) هي 6,713,000 ل.س، وفترة استرجاع رأس المال 3.2 سنة. أما في حال إجراء المقارنة مع تسخين المياه بالكهرباء فإن قيمة الوفرة المحقق هي 3,108,000 ل.س بالأسعار المدعومة (2.5 ل.س/ك.و.س)، وفترة استرجاع رأس المال 7 سنوات، أو 4,972,600 ل.س بالأسعار العالمية (4 ل.س/ك.و.س)، وفترة استرجاع رأس المال 4.3 سنة [16].

توقعت الدراسة في المرجع [9] أن المجموع التراكمي لمساحات اللواقط الشمسية المركبة لغرض تسخين المياه حتى نهاية عام 2008 هو 300000 متراً مربعاً، نفذ منها 100000 في السنوات الممتدة من عام 2005 وحتى عام 2008. وأضافت الدراسة بأن الجهود تبذل حالياً لتبني استراتيجية وطنية لتركيب 100000 متراً مربعاً في العام. وذكرت الدراسة أيضاً أن عدد الصناعيين الحاصلين على تراخيص لتصنيع سخانات المياه بالطاقة الشمسية هو 92، لكن في الواقع 25 منهم يصنعون هذه السخانات باستطاعة تتراوح بين 100 سخان شمسي في العام في الورش الصغيرة و 20000 متراً مربعاً في العام في الورش والمصانع الكبيرة. إن هذه المعلومات الواردة في هذه الدراسة تحتاج لتدقيق ولا يمكن اعتمادها.

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 خاصة بتسخين المياه بالطاقة الشمسية واعتماد النظام المركزي بالدارة المغلقة وحسب المواصفات القياسية السورية لأنظمة التسخين الشمسي، مع تعهد خطي موثق لدى الكاتب بالعدل بتنفيذ وتركيب اللواقط الشمسية حسب وضع كل بناء (شبكة عادية أو شبكة مركزية). كما أشار القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ. أخيراً طالب القرار مجالس الوحدات الإدارية ولجان الأحياء أن تعمل بالتنسيق مع اللجان الإدارية المنتخبة على الاستفادة من الطاقة الشمسية في الأبنية القائمة قبل تاريخ صدور هذا القرار.

يستنتج من هذه الفقرة الآتي:

- عدم وجود استراتيجية وطنية لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية، وأن المخطط العام المعد في عام 2002 لم ينفذ لعدم توفر الاعتمادات المالية والكادر البشري المدرب.
- إن اعتماد استراتيجية 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 تباع حوامل الطاقة بسعر الكلفة.
- ينبغي التركيز على طاقة الرياح نظراً لمساهمتها بأكبر نسبة في المخطط العام مقارنة مع التطبيقات الأخرى للطاقة المتجددة.

5. التقدم الجاري والمحقق في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة في سورية

1.5 دراسات التدقيق الطاقى

يهدف 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 الدراسات التفصيلية المدروسة. يدون الجدول (8) النتائج التي خلصت إليها 100 دراسة تدقيق طاقي تفصيلي في بعض المصانع والمنشآت التجارية الكبيرة [17]. كما يتضمن الملحق (4) ملخصاً عن هذا المشروع وقائمة بأسماء المواقع التي نفذت فيها دراسات التدقيق الطاقى التفصيلية.

الجدول 8: خلاصة عن الوفورات الممكنة في 100 مصنع ومنشأة تجارية

مجموع الوفر السنوي		الوفر السنوي لفرص الترشيح في الطاقة الحرارية		الوفر السنوي لفرص الترشيح في الطاقة الكهربائية		
toe	Million \$	toe	Million \$	GWh	toe	Million \$
30509	8.4	28914	5.6	416	1595	2.8

المصدر: [17]

من جهة أخرى، تبين من دراسات التدقيق الطاقى التي نفذت في فنادق ومطعمين ومنزليين في منطقة دمشق القديمة أن فرص الترشيح موجودة وتبائن من موقع لآخر [18]. يلخص الجدول (9) نتائج هذه الدراسات. كما يتضمن الملحق (5) تفاصيل أكثر عن هذه الدراسات.

الجدول 9: خلاصة عن الوفورات الممكنة في منزليين ومطعمين وفنادق - المصدر [18]

الموقع	الوفر السنوي (ل.س.)	الوفر السنوي في الطاقة (kWh)	كمية الغازات المتجنبة سنوياً (t CO ₂)	تكاليف تنفيذ فرص الترشيح (ل.س.)	فترة استرداد رأس المال (سنة)
المطاعم					
كازابلانكا	129,869	40,813	14.53	329,000	2.7
حارتنا	405,723	152,833	65.92	427,150	1.22
المساكن					
عبود	24,432	7711	3.9	101,250	4.1
نحلاوي	10,681	4986	2.56	64,950	5.2
الفنادق					
بيت رمان	69,505	20,151	10.3	10,650	0.15
الشهبندر	150,341	44,841	21.82	138,600	0.92

2.5 التشريعات الطاقية

- 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. خُددت 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 الإقرار 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 تعرفه الاستهلاك المنزلي الذي يزيد عن 1000 كيلو واط ساعي في الشهر. يتضمن الملحق (7) التعرفة الجديدة للطاقة الكهربائية. ويدون الجدول (10) الكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%).

الجدول 10: التكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%)

التكلفة الوسطية لوحدة الطاقة (SL/kWh)	الوقود
2.41* (زائد الرسوم المتفرقة المضافة)	الكهرباء
1.8**	الغاز المسال
2.08***	المازوت ⁺
2.21 ⁺⁺	المازوت الأخضر (50 ppm SO ₂)

* من أجل استهلاك شهري لا يتجاوز 1000 kWh دون أخذ بعين الاعتبار الرسوم المضافة المتفرقة

** يفرض أن سعر مبيع أسطوانة الغاز 275 ليرة سورية وعند مردود 100%،

*** يفرض سعر مبيع ليتر المازوت 20.65 ليرة سورية وعند مردود 100%،

⁺ المازوت العادي المتوفر في سورية يحوي 0.7% كبريت،

⁺⁺ يفرض سعر مبيع ليتر المازوت الأخضر 22 ليرة سورية وعند مردود 100%.

➤ 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.

3.5 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 قدره بأكثر من 77000 GWh خلال الفترة الممتدة من تاريخ الانتهاء من إعداد التقرير في عام 2005 وحتى عام 2020، وتوفير 18 مليون طن فيول، وتحقيق المستفيدين من الطاقة الكهربائية وقرأ 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).

4.5 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 والألسن 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.

5.5 أهمية آلية التنمية النظيفة

من المعروف أن بروتوكول كيوتو الذي عقد في عام 1997 في اليابان تبنى ثلاث آليات تعاون دولية تهدف إلى مساعدة الدول 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 :

1. التجارة الدولية للانبعاثات (Emissions Trading) وهي آلية تهدف إلى خلق سوق لبيع وشراء وحدات الانبعاثات الغازية،
2. التنفيذ المشترك للمشروعات (Joint Implementation) وهي آلية تهدف إلى تشجيع الدول الصناعية على تنفيذ مشروعات مخفضة للانبعاثات في دول صناعية أخرى،
3. آلية التنمية النظيفة (Clean Development Mechanism-CDM) وتهدف إلى تشجيع الدول الصناعية على تنفيذ مشروعات في دول نامية بحيث تحسم كمية الانبعاثات المخفضة من رصيد التزامات الدول المستثمرة.

تحقق آلية التنمية النظيفة (CDM) هدفين أو فائدين 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 الانبعاثات الغازية.

تدار هذه الآلية من قبل مجلس تنفيذي (Executive Board) مهمته إصدار رخص أو شهادات الانبعاثات 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، كالحد من الفقر وتحسين مستوى المعيشة وتخفيض الانبعاثات 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 الانبعاثات 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 وقابلاً للقياس، وأن يساهم في التقليل من مخاطر تغير المناخ على الأمد البعيد. أو أن كمية الانبعاثات 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 مساحاً 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 الأوربيين.

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. وتعد اليابان وكندا أكثر الدول تحمساً لشراء "شهادات تخفيض الانبعاثات". وكلما ازدادت كمية الانبعاثات سهل الحصول على تمويل للمشروعات.

لقد بلغ في عام 2007 حجم تداول غاز ثاني أكسيد الكربون 947 مليون طن بقيمة 17000 مليون دولار، وارتفع في عام 2008 إلى 1200 مليون طن بقيمة 22000 مليون دولار.

وبلغ عدد المشروعات المسجلة والموافق عليها بتاريخ 1 نيسان 2008: 979 مشروعاً، كما بلغ عدد المشروعات المقدمة للاستفادة من آلية التنمية النظيفة إلى أكثر من 2020 مشروعاً تقدمت بهم 49 دولة. 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.

من بين الدول العربية، تقدمت المغرب بخمس وعشرين مشروعاً وتونس بعشرة مشروعات ومصر بثلاثة مشروعات. أما في سورية، فقد تمت الموافقة على مشروعين للاستفادة من غاز الميثان المنبعث من مطمرين صحيين للنفايات في حمص وحلب، ويوجد مشروعات أخرى قيد الدراسة والتقييم. لم يطرح أي مشروع من قبل القطاع الخاص في سورية بسبب عجز التشريعات القائمة على تشجيع الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة.

تعزز هذه الآلية من الجدوى الاقتصادية لمشروعات الطاقة المتجددة ولا تزال الفرصة قائمة للاستفادة منها في سورية، وينبغي إصدار قانون لشراء الطاقة الكهربائية المولدة من تطبيقات الطاقة المتجددة، علماً أن عدد كبير من المستثمرين يرغبون بالاستثمار في مجال طاقة الرياح.

يدون الجدول (11) إمكانية تخفيض الانبعاثات في سورية عبر آلية التنمية النظيفة نسبة للكمية الإجمالية للانبعاثات في عام 2008: (8.3-15%) أو (2.8-5%) [29].

الجدول 11: إمكانية تخفيض الانبعاثات في سورية عبر مشروعات آلية التنمية النظيفة

(MtCO ₂ e)	
5%	15%
2.8	8.3

المصدر: [29]

يدون الجدول (12) مراحل تنفيذ أي مشروع ضمن إطار آلية التنمية النظيفة.

الجدول 12: مراحل تنفيذ مشروع ضمن إطار آلية التنمية النظيفة

مراحل تنفيذ مشروع آلية تنمية نظيفة	
1. نوبة فكرة المشروع	2. رسالة نية تنفيذ المشروع
3. وثيقة تنفيذ المشروع	4. المصادقة على المشروع
5. اتفاقية شراء تخفيض الانبعاثات	6. تسجيل المشروع
7. التحقق من المشروع	

يستنتج من هذه الفقرة عدم وجود استراتيجية وطنية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في سورية.

6. التوقعات المستقبلية لبعض المؤشرات الهامة

1.6 تطور عدد السكان حتى عام 2030

بافتراض معدل تزايد سنوي يتراوح بين 2.4% و 2% بدون الجدول (13) توقع تطور عدد السكان في سورية حتى عام 2030.

الجدول 13: توقع تطور عدد السكان في سورية حتى عام 2030

السنة	1999	2005	2010	2015	2020	2025	2030
عدد السكان (مليون)	15.89	18.54	20.87	23.27	25.82	28.50	31.47
معدل النمو السنوي (%)	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	

2.6 تطور الطلب على الطاقة حتى عام 2030

انطلاقاً من فرضيات ونتائج استراتيجية التزود المثلى، يبين الجدول (14) 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 14: تطور الطلب النهائي على الطاقة حسب نمط الاستهلاك

السنة	الكهرباء		الاستخدام الحراري	وقود المحركات	استخدامات أخرى*	المجموع
	(Mtoe)	MWyr				
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

* الاسفلت والأسمدة والصناعة البتروكيميائية. المصدر [22]

3.6 استشراف إمكانات استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المستقبل

1.3.6 ورقة المركز الألماني للفضاء (DLR) German Aerospace Center [23]

اعتمدت ورقة المركز الألماني للفضاء على أربعة سيناريوهات هي:

- سيناريو المتابعة (FU) Following up
- سيناريو سد الفجوة (CG) Closing the Gap
- سيناريو المكاسب بمرود منخفض (LE) Low Efficiency gains
- سيناريو المكاسب بمرود عال (HE) High Efficiency gains

استندت الورقة المذكورة على المعدلات الوسطية للنمو السنوي في سورية بين عامي 1990 و 2000 (الجدول 1 في الملحق 12):

- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لكل فرد (حسب سيناريو المتابعة): 1.2%
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي (حسب سيناريو المتابعة): 2.6%
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لكل فرد (حسب سيناريو سد الفجوة): 4.7%
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لكل فرد (حسب سيناريو المتابعة): 6.1%
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي لكل فرد (بين عامي 1990 و 2000): 0.5%
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي (بين عامي 1990 و 2000): 3.5%

وتوقعت الورقة أن يصل عدد السكان في سورية في عام 2050 إلى حوالي 35 مليون، 10 ملايين منهم تقريباً يمثلون سكان الريف (الشكل 1 في الملحق 12).

كما استندت الورقة على مؤشرات أداء توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة في سورية، أي معدل الإنتاج الوسطي لمحطات نموذجية مقدره إما بعدد الساعات في السنة أو بالكيلو واط ساعي لكل متر مربع في العام (الجدول 2 في الملحق 12):

- الطاقة المائية: 1606 (h/y)
- طاقة الكتلة الحيوية: 3500 (h/y)
- مركزات القطع المكافئ: 2200 (kWh/m²/y)
- طاقة الرياح: 1789 (h/y)
- الطاقة الكهروضوئية: 2360 (kWh/m²/y)

وقدرت الورقة المساحات اللازمة لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في عام 2050 على النحو الآتي (الجدول 3 في الملحق 12):

- الطاقة المائية: 650 (km²)
- طاقة الكتلة الحيوية: 2 (km²)

- مركزات القطع المكافئ: 699 (km²)
- طاقة الرياح: 335 (km²)
- الطاقة الكهروضوئية: 60 (km²)
- مجموع المساحات: 1747 (km²)
- نسبة المساحة الكلية المقترحة لتوليد الكهرباء من مساحة سورية: 0.9%

واستنتجت الورقة الإمكانيات الفنية والاقتصادية للتزود بالكهرباء من الطاقة المتجددة في عام 2050 مقدرة بـ GWh/year (الجدول 4 في الملحق 12):

- الطاقة المائية (الإمكانية الفنية): 7000 (GWh/year)
- الطاقة المائية (الإمكانية الاقتصادية): 4000 (GWh/year)
- طاقة الكتلة الحيوية (الإمكانية الفنية): - GWh/year
- طاقة الكتلة الحيوية (الإمكانية الاقتصادية): 4700 GWh/year
- مركزات القطع المكافئ (الإمكانية الفنية): 10.78 10⁶ (GWh/year)
- مركزات القطع المكافئ (الإمكانية الاقتصادية): 10.21 10⁶ (GWh/year)
- طاقة الرياح (الإمكانية الفنية): 98000 (GWh/year)
- طاقة الرياح (الإمكانية الاقتصادية): 12000 (GWh/year)
- الطاقة الكهروضوئية (الإمكانية الفنية): - (GWh/year)
- الطاقة الكهروضوئية (الإمكانية الاقتصادية): 8500 (GWh/year)

إن مجموع الإمكانيات الاقتصادية هو: 10,239,200 GWh/year أي يزيد بمقدار 250 مرة عن إنتاج الكهرباء في عام 2008 (41023 GWh).

يوضح الشكل (2 في الملحق 12) الإمكانيات الفنية لتوليد الكهرباء من مركزات القطع المكافئ في عام 2050 في عدد من الدول العربية. يلاحظ من هذا الشكل أن أكبر إمكانية فنية تقع في الصحراء الكبرى في الجزائر (170 10⁶ GWh/y) حيث تزيد عن الإمكانية الفنية في سورية بمقدار 15 مرة تقريباً.

ويوضح الشكل (3 في الملحق 12) توزيع مساهمة مصادر الطاقة الأحفورية والمتجددة في توليد الكهرباء حتى عام 2050. كما يوضح الشكل (4 في الملحق 12) توزيع الاستطاعات المركبة لمحطات توليد الكهرباء من مصادر أحفورية ومتجددة حتى عام 2050، حيث سيصل مجموع هذه الاستطاعات إلى حوالي 30000 ميغا واط في عام 2030 وإلى حوالي 55000 ميغا واط في عام 2050. كما توقعت الورقة في الشكل (5 في الملحق 12) أن تكاليف إنتاج الكهرباء من جميع المصادر ستخفض بدءاً من عام 2020 إلى ما دون 8 سنت يورو لكل كيلو واط ساعي.

كما استنتجت الورقة معدلات استثمار مصادر الطاقة المتجددة في عام 2050 كنسب مئوية من الإمكانيات الاقتصادية الكلية (الجدول 5 في الملحق 12):

- الطاقة المائية: 81.3%
- طاقة الكتلة الحيوية: 77.9%
- مراكز القطع المكافئ: 1.1%
- طاقة الرياح: 50%
- الطاقة الكهروضوئية: -

وتوقعت الورقة أن مشروعات تحلية المياه في عام 2050 تحتاج 41670 GWh/year (الجدول 6 في الملحق 12).

أما في فيما يتعلق بطاقة الكتلة الحيوية، فقد استنتجت الورقة النتائج الآتية (الجدول 7 في الملحق 12):

- إنتاج الكهرباء من المخلفات الزراعية (مخلفات قصب السكر) في عام 2050: 4660 GWh/y
- إنتاج الكهرباء من الأخشاب في عام 2050: 250 GWh/y
- إنتاج الكهرباء من مخلفات المدن في عام 2050: 4410 GWh/y
- إنتاج الكهرباء من مخلفات المدن في عام 2030: 3300 GWh/y

وأخيراً تتوقع الورقة أن تنخفض إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات توليد الطاقة الكهربائية في عام 2050 (الشكل 6 في الملحق 12) من حوالي 75 Mt/y (دون أي مساهمة للطاقة المتجددة) إلى حوالي 20 Mt/y (مع المساهمة المقترحة للطاقة المتجددة)، أما في عام 2030 فستتخفض هذه الإنبعاثات من حوالي 50 Mt/y (دون أي مساهمة للطاقة المتجددة) إلى حوالي 30 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].

2.3.6 الورقة الوطنية [22]

اقتُرحت 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 تنخفض 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.

3.3.6 المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة [13]

يلخص الجدول (15) نتائج الجدوى الاقتصادية وفرص العمل الجديدة الذي خلص إليها المخطط العام المذكور [13].

أُتِرح في هذا المخطط العام ثلاثة سيناريوهات هي:

■ سيناريو الطاقة المتجددة Renewable Energy Master Plan

يتوقع في نهاية عام 2011 أن تبلغ مشاركة تطبيقات الطاقة المتجددة 350 كيلو طن مكافئ نفط، 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 الكهرومائية بنسبة 3%.

الجدول 15: نتائج الجدوى الاقتصادية وفرص العمل الجديدة في المخطط العام

سيناريو الطاقة المتجددة	سيناريو النمو السريع	سيناريو النمو المركز	
4.31%	6.73%	2.85%	مساهمة الطاقة المتجددة في عام 2011
1.48 billion \$	2.4 billion \$	0.845 billion \$	مجموع تكاليف الاستثمار
3.2 billion \$	5.2 billion \$	1.9 billion \$	مجموع تكاليف دورة الحياة
			الانبعاثات المنخفضة:
896,000	1400,000	592,000	CO ₂ (طن/السنة)
5,900	9,000	4,000	NO _x (طن/السنة)
9,100	14,000	6,000	CO (طن/السنة)
11,200	17,000	7,000	SO ₂ (طن/السنة)
7,225	11,014	6,301	فرص العمل المحدثة

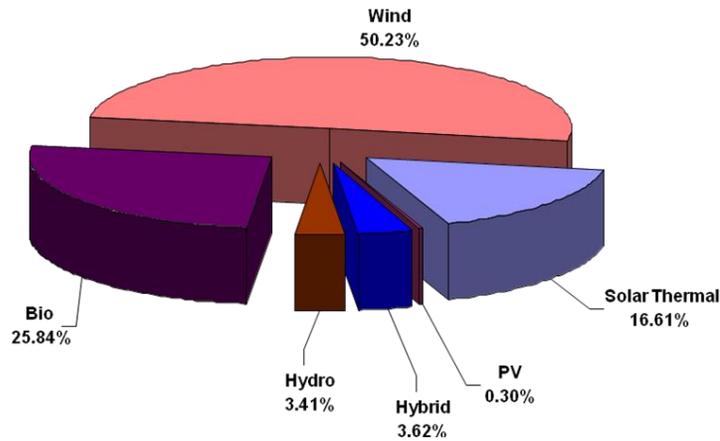
المصدر: [13]

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

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.



الشكل 3: نسب مساهمة مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة [13]

■ 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 والنفات 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، فُدرت مشاركة القطاع الخاص بنسبة 57% من التكاليف الإجمالية للمخطط العام، وفُدرت 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:

1. 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.
2. ركزت دراسة المركز الألماني للفضاء على توليد الكهرباء فقط من مصادر الطاقة المتجددة. بينما اقترحت الخطة الوطنية مساهمة الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء والحرارة معاً. أما المخطط العام فقد ركز على مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة.

4.6 ملخص عن نتائج مسح غازات الإحتباس الحراري والتوقعات المستقبلية

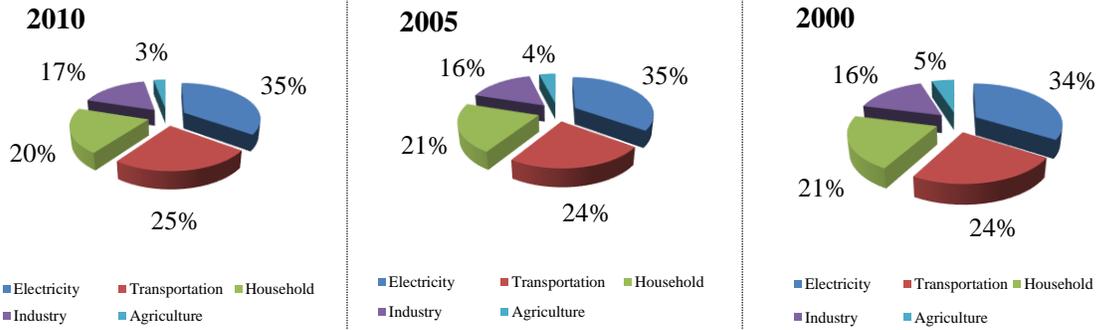
يلخص الجدول (16) نتائج مسح الغازات المنبعثة في سورية في العامين 1990 و 1994 والمستقاة من ورقة مؤتمر قدمها السيد هيثم نشواني [24]. كما يبين الشكل (4) توزيع الغازات المنبعثة حسب القطاع في الأعوام 2000 و 2005 و 2010. [27].

الجدول 16: تقدير انبعاثات غازات الدفيئة في سورية في عامي 1990 و 1994 (عدا تغير استخدام الأراضي والغابات)

CO ₂ kt	CH ₄ kt	N ₂ O kt	NO _x kt	CO kt	NM VOC kt	SO ₂ kt	مصادر الغازات
عام 1990							
25300	2.5	1.06	169	259	35	354	الطاقة
2400	1.4	-	-	-	0.035	-	لصناعة
-	-	-	-	-	9.9	-	المذيبات والاستخدامات الكيميائية
-	162	14	18	190	-	-	الزراعة
(2020) (180) (2200)	2.2	0.15	0.55	19.4	-	-	استخدام الأراضي والغابات: - المحررة - المزالة - الممتصة
530	102.8	-	-	-	-	-	المساكن ومياه الصرف الصحي
28230	271	15	188	468	45	354	المجموع
عام 1994							
31000	2.8	1.27	196	297	40	367	الطاقة
3000	1.4	-	-	-	0.016	-	الصناعة
-	-	-	-	-	19.8	-	المذيبات والاستخدامات الكيميائية
-	132.3	14.3	33	333	-	-	الزراعة
(2020) (180) (2200)	2.0	0.14	0.5	17.8	-	-	استخدام الأراضي والغابات: - المحررة - المزالة - الممتصة
600	116.7	-	-	-	-	-	المساكن ومياه الصرف الصحي
34600	255	16	230	648	60	367	المجموع

ملاحظة: (-) تعني غير متوفر، "kt" كيلو طن. الأرقام بين الأقواس تقديرية

المصدر: [24]



الشكل 4: توزيع الغازات المنبعثة حسب القطاع في الأعوام 2000 و 2005 و 2010 [27]

يتضح من الجدول (16) عدم وجود قطاع النقل. يدون الجدول (17) توقعات كميات الغازات المنبعثة في عام 2010 والمستقاة من ورقة مؤتمر قدمها السيد خالد قلالي في عام 2004 [25].

الجدول 17: الإنبعاثات الغازية في سورية في الفترة 1994-2010

السنة	1990		1994		2005		2010	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
قطاع توليد الطاقة	8400	33	10500	34	18000	35	22600	36
القطاع الصناعي	4100	16	4900	16	10000	20	10600	17
قطاع النقل	5300	21	7500	24	8400	16	16100	25
قطاع السكن	5600	22	6000	20	12800	25	12400	19
القطاع الزراعي	1900	8	1900	6	1900	4	1900	3
المجموع	25300	100	30800	100	51100	100	63600	100

المصدر: [25]

يلاحظ من مقارنة الجدولين (16) و (17) وجود فرق في القيم الكلية للإنبعاثات بين ورقة السيد نشواتي وورقة السيد قلالي. ففي ورقة السيد نشواتي [24] بلغت كمية إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 1990: 28230 كيلو طن بينما بلغت في ورقة السيد قلالي [25]: 25300 كيلو طن. وفي ورقة السيد نشواتي [24] بلغت كمية إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 1994: 34600 كيلو طن بينما بلغت في ورقة السيد قلالي [25]: 30800 كيلو طن. من جهة أخرى، توقعت ورقة السيد قلالي [25] كمية غازات الدفيئة المنبعثة من محطات توليد الطاقة الكهربائية في العام 2005 بحدود 18000 كيلو طن، بينما ذكر الدكتور حينون [22] أن هذه الكمية بلغت في العام نفسه: 21700 كيلو طن.

جرى في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية [13]، تقدير للإنبعاثات فكانت على النحو الوارد في الجدول (18)، وقيمتها أقل من القيم الواردة في المرجع [25].

الجدول 18: تفاصيل الإنبعاثات في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية

الإنبعاثات (kt)				
CO ₂	NO _x	CO	SO ₂	السنة
46342	306	468	576	2005
57949	383	586	721	2010

المصدر: [13]

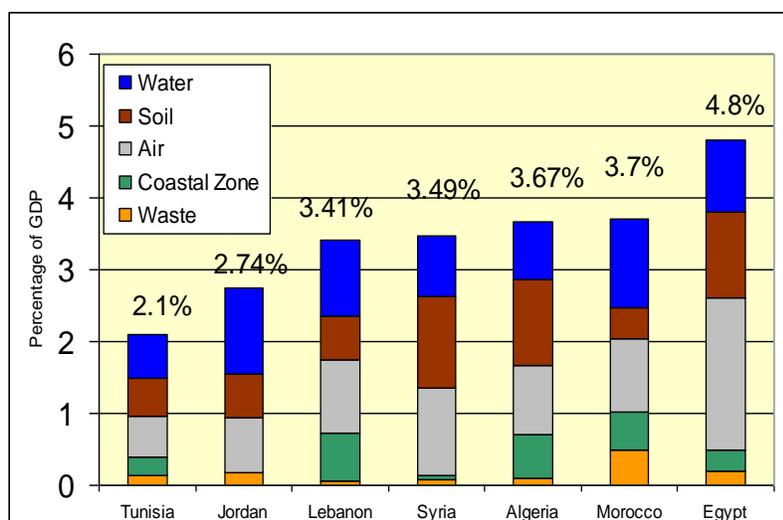
وفي ورقة معدة للإتحاد الأوروبي في عام 2005 [26]، جرى تقدير للإنبعاثات فكانت على النحو الوارد في الجدول (19)، وقيمتها أكبر من القيم الواردة في المرجع [25].

الجدول 19: نصيب الفرد من إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري في سورية والأردن ولبنان

البلد	غازات الاحتباس الحراري (مع استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والغابات) (ktCO ₂ -eq)	غازات الاحتباس الحراري (عدا استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والغابات) (ktCO ₂ -eq)	نصيب الفرد من غازات CO ₂ الصادرة عن استخدام الطاقة (tCO ₂ /capita)	نصيب الفرد من الغازات (عدا استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والغابات) (tCO ₂ -eq/capita)
سورية	71000	71000	3.2	4.4
الأردن	24000	24000	3.2	4.9
لبنان	19000	18000	3.6	4.2

المصدر: [26]

يوضح الشكل (5) كلفة التدهور البيئي في بعض دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا كنسبة من الناتج القومي المحلي [27].



الشكل 5: تكلفة التدهور البيئي في بعض دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا كنسبة من الناتج القومي المحلي المصدر: [27]

يدون الجدول (20) كميات إنتاج الأسمدة وغاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من صناعة الأسمدة.

الجدول 20: كميات إنتاج الأسمدة وغاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من صناعة الأسمدة في سورية

السنة	1990	1994	1996
إنتاج الأسمدة (kt)	203	214	184
غاز CO ₂ المنبعث (kt)	763	804	691

واحد طن منتج = 3.8 طن مكافئ انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (40% زيادة عن المستوى العالمي)
المصدر: [25]

يستنتج من هذه الفقرة أن قيم الإنبعاثات في سورية تختلف من مرجع إلى آخر.

يهتم التقرير الحالي بوضع المقترحات المناسبة لتخفيض انبعاثات الغازات الحرارية الضارة بالبيئة عن طريق استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي، إضافة إلى إلقاء الضوء على الإمكانيات المتاحة في القطاعين الصناعي والزراعي.

إن أكبر مساهمة للطاقة المتجددة يمكن تحقيقها هي في قطاع توليد الطاقة الذي يخرج عن نطاق اهتمام هذا التقرير.

7. القطاع السكني والتجاري والخدمي Residential, commercial and Service Sector

تعود أسباب هدر الطاقة أو استخدامها بكفاءة متدنية في القطاع السكني والتجاري والخدمي إلى عوامل كثيرة منها على سبيل المثال التصميم السيئ للأبنية واستخدام تقانات غير مناسبة والسلوك غير الصحيح للقاطنين. إن التحول إلى قطاع سكني يتمتع بكفاءة استخدام جيدة أو عالية للطاقة لا يتم فقط عبر تنشيط وتحريك السوق الداخلية، بل لا بد من تدخل الحكومة من خلال إجراء الدراسات والبحوث التطبيقية وبناء نماذج قابلة للتعميم واعتماد حوافز وتسهيلات متنوعة للتشجيع على التحول إلى أبنية منخفضة الاستهلاك للطاقة.

يعتبر القطاع السكني والتجاري والخدمي مستهلكاً كبيراً للطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية إذ يستهلك حوالي 68% من الطاقة الكهربائية المستهلكة في سورية (الجدول 4). تستخدم الطاقة في هذا القطاع لأغراض التدفئة والتكييف والطبخ وتسخين المياه وتشغيل التجهيزات الكهربائية والإنارة وغيرها. يعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا القطاع من أهم التطبيقات المعتمدة نظراً للانبعاثات الغازية الكبيرة الناشئة عن استخدامها والناجمة عن حرق كميات كبيرة من الوقود الأحفوري في محطات توليد الكهرباء. وتتوفر إمكانات كبيرة لتخفيض هذه الغازات وذلك عن طريق استخدام المصابيح الموفرة للطاقة بدلاً من المصابيح التقليدية واستخدام تجهيزات كهربائية منزلية ذات كفاءة عالية للطاقة واستخدام العزل الحراري وسخانات المياه بالطاقة الشمسية وتحسين مردود المدافئ التقليدية. ومع ازدياد تعرفه حوامل الطاقة في السنتين الماضيتين توجه الكثير من الناس إلى البحث عن بدائل أرخص للطاقة كاستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية أو ترشيد استهلاك الطاقة كاستبدال المصابيح الموفرة للطاقة بالمصابيح التقليدية.

1.7 توزيع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لغرض الاستخدام

1.1.7 القطاع المنزلي

يدون الجدول (21) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية [11]. تحتل التدفئة المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك الطاقوي (1441 كيلو طن مكافئ نفط) يليها الطبخ (772 كيلو طن مكافئ نفط) ثم تسخين المياه والاستخدامات النوعية (671 و 678 كيلو طن مكافئ نفط على الترتيب) وأخيراً استهلاك مكيفات الهواء (27 كيلو طن مكافئ نفط).

الجدول 21: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية

المجموع (%) أو	الوقود التقليدي	طاقة شمسية	كهرباء	الوقود الأحفوري			الوحدة		
				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%			%		
401				349			ktoe		حضر
52%				52%			%		
371				323			ktoe		ريف
48%				48%			%		
1441	153		46	25		1217	ktoe	المجموع	
40%	10.6%		3.2%	1.7%		84.5%	%		
684							ktoe		حضر
47.5%							%		
757							ktoe		ريف
52.5%							%		
671	25	1.8	188	20		436	ktoe	المجموع	
19%	3.7%	0.3%	28%	3%		65%	%		
476							ktoe		حضر
71%							%		
195							ktoe		ريف
29%							%		
27			26.5				ktoe	المجموع	
0.1%			100%				%		
23			23				ktoe		حضر
87%			86.7%				%		
4			3.5				ktoe		ريف
13%			13.3%				%		
678			678				ktoe	المجموع	
18.9%			100%				%		
420			420				ktoe		حضر
62%			62%				%		
258			258				ktoe		ريف
38%			38%				%		

المصدر: [11]

▪ الطبخ:

يستخدم الغاز المنزلي المسال الأرخص من الكهرباء لأغراض الطبخ بنسبة 87% والكهرباء بنسبة 4% والوقود التقليدي بنسبة 9%. وتتساوى تقريباً نسبة الغاز المسال المستخدم للطبخ في الحضر (52%) وفي الريف (48%).

▪ التدفئة

يستخدم المازوت لأغراض التدفئة بنسبة 84.5% والغاز المسال بنسبة 1.7% والكهرباء بنسبة 3.2% والوقود التقليدي بنسبة 10.6%.

▪ تسخين المياه

يستخدم المازوت لأغراض تسخين المياه بنسبة 65% والغاز المسال بنسبة 3% والكهرباء بنسبة 28% والوقود التقليدي بنسبة 3.5% والطاقة الشمسية بنسبة 0.5%.

▪ التكيف والاستخدامات النوعية

تستخدم الكهرباء لأغراض تكييف الهواء والاستخدامات النوعية بنسبة 100%.

2.1.7 القطاع الخدمي

يدون الجدول (22) 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) [11]. 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).

يستنتج أن مساهمة الطاقة الشمسية في تأمين الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي ضئيلة جداً على الرغم من الإمكانيات الكبيرة المتوفرة للاستفادة منها.

2.7 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي والخدمي تبعاً لنوع الوقود

يبين الجدول (23) توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب نمط الوقود في القطاعين المنزلي (ريف وحضر) والخدمي في عام 2005 [11].

الجدول 22: توزع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والاستخدام الحراري والاستخدام الكهربائي النوعي

المجموع (%) أو	الوقود التقليدي	كهرباء				الوقود الأحفوري			الوحدة	
		استخدام حراري	تدفئة	استخدام نوعي	تكييف	استخدام حراري	تدفئة	نقل		
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 ونقل
37%		5%	18%	21%	22%	28%	54%	100%	%	
149		2	7	23	14	10	93	0	ktoe	خدمات أخرى (مالية وشخصية)
17%		4%	12%	14%	16%	12%	26%		%	
190		35	28	49	28	5	45	0	ktoe	دوائر حكومية، معابد وإنارة شوارع
22%		61%	50%	30%	31%	6%	12%		%	

المصدر: [11]

الجدول 23: كميات استهلاك حوامل الطاقة وتوزعها لعام 2005 في القطاعين المنزلي والخدمي

المجموع	الوقود التقليدي	طاقة شمسية	كهرباء	الوقود الأحفوري			الوحدة	قطاع الاستهلاك	
				غاز مسال	بنزين/كاز	مازوت			
3589	245	1.8	968	717	1.4	1656	ktoe	المجموع	القطاع المنزلي
100	7%	0%	27%	20%	0%	46%	%	(حضر وريف)	
2063	9	1.6	645	466	0.2	941	ktoe	حضر	
-	4%	90%	67%	65%	14%	57%	%	ريف	
1526	236	0.2	323	251	1.2	715	ktoe		
-	96%	10%	33%	35%	86%	43%	%		
855	18	0	365	60	11	401	ktoe	المجموع	القطاع الخدمي
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: [11]

1.2.7 القطاع المنزلي

بلغ استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 حوالي 3589 كيلو طن مكافئ نפט، بنسبة 66% للوقود الأحفوري (46% للمازوت أو 1656 كيلو طن مكافئ نפט استهلك منها 57% في الحضر و 43% في الريف، و 20% للغاز المنزلي أو 717 كيلو طن مكافئ نפט استهلك منها 65% في الحضر و 35% في الريف ونسبة مهملة للجاز أو 1.4 كيلو طن مكافئ نפט استهلك منها 14% في الحضر و 86% في الريف)، و 27% للكهرباء (968 كيلو طن مكافئ نפט)، و 7% للوقود التقليدي (245 كيلو طن مكافئ نפט)، وأخيراً نسبة مهملة للطاقة الشمسية (1.8 كيلو طن مكافئ نפט).

يستخدم الوقود الأحفوري بشكل شبه كامل لتوليد الحرارة (عدا الكيروسين المستخدم بشكل محدود جداً لأغراض الإنارة)، ويتوزع استهلاك هذا الوقود على التدفئة وتسخين المياه والطبخ. أما الكهرباء، فتستخدم لإنتاج الحرارة (تدفئة وتسخين مياه وطبخ) وتشغيل الأجهزة الكهربائية والإنارة.

قدرت 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)، 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.

بتقسيم 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 كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع المنزلي للمتر المربع في العام): $11.6 \text{ kgoe} / \text{m}^2 / \text{year}$ تقريباً [11].

2.2.7 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 الطابقية الكلية والبالغة حوالي 61.25 مليون متراً مربعاً.

يشمل قطاع الخدمات التجارة والتخزين، والمال والتأمين والعقارات، وخدمات المجتمع والخدمات الشخصية والحكومية، وهيئات لا تهدف إلى ربح.

بلغ استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 حوالي 855 كيلو طن مكافئ نفط، بنسبة 55% للوقود الأحفوري (47% للمازوت و 7% للغاز المنزلي و 1% للبنزين)، و 43% للكهرباء، وأخيراً 2% للوقود التقليدي.

بتقسيم كمية استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 (855 كيلو طن مكافئ نفط) على المساحة الطابقية الكلية (61.25 مليون متراً مربعاً) ينتج أن كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع الخدمي للمتر المربع في العام) هي: $14 \text{ kgoe}/\text{m}^2/\text{year}$ تقريباً [11].

يستج أن كثافة الطاقة في القطاع المنزلي: $11.6 \text{ kgoe}/\text{m}^2/\text{year}$ أو $135 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{year}$ وفي القطاع الخدمي: $14 \text{ kgoe}/\text{m}^2/\text{year}$ أو $163 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{year}$ كبيرتان مقارنة مع الاتجاه الحالي في أوروبا نحو كثافة لا تزيد عن $70 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{year}$ ، مما يستدعي التفكير جدياً بتنفيذ إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذين القطاعين.

3.7 تطور عدد الأبنية السكنية والتجارية

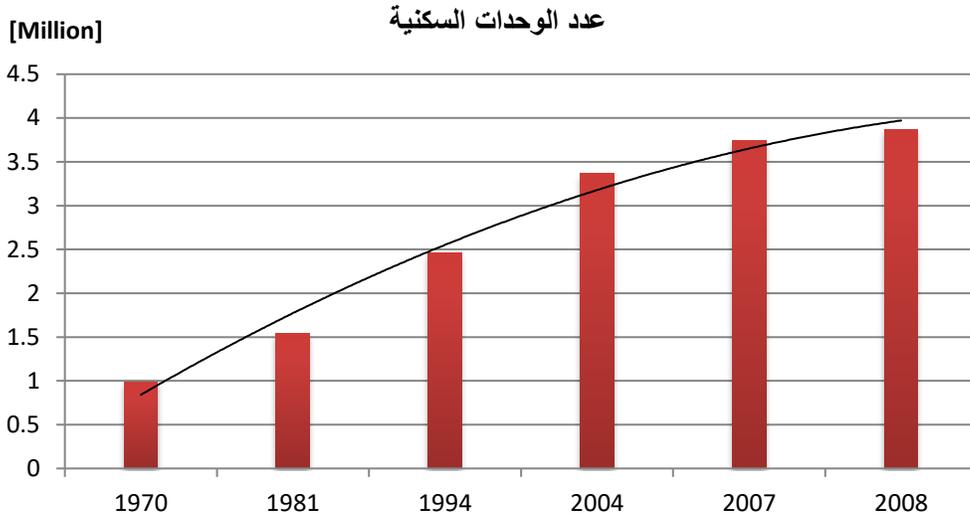
يدون الجدول (24) المساكن المعتادة (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزام (حضر وريف) في الأعوام 1970 و 1981 و 1994 و 2004 و 2007. ويوضح الشكل (6) تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008.

الجدول 24: المساكن المعتادة (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزاحم (حضر وريف) في الأعوام 1970، 1981، 1994، 2004، 2007

عدد المساكن	عدد الغرف	المساحة الطابقية (ألف م ²)	متوسط عدد الغرف في الوحدة السكنية	معدل التزاحم	متوسط حصة الفرد من المساحة الطابقية م ²	Urban Or Rural	Year
405289	1261920	35334	3.11	2.26	12.37	Urban	1970
584647	1210161	36305	2.07	3.13	9.59	Rural	
989936	2472081	71639	2.50	2.67	10.83	Total	
756897	2513424	75403	3.32	2.03	14.56	Urban	1981
782049	2091246	69011	2.67	2.56	12.47	Rural	
1538946	4604670	144414	2.99	2.28	13.46	Total	
1326173	4534053	132097	3.42	1.83	15.86	Urban	1994
1131730	3459891	103468	3.06	2.30	12.97	Rural	
2457903	7993944	235565	3.25	2.04	14.41	Total	
1911901	7285610	192036	3.80	1.50	17.90	Urban	2004
1456441	5379200	144112	3.70	1.80	15.30	Rural	
3368342	12664810	336148	3.80	1.60	16.70	Total	
2144651	8141822	221813	3.80	1.26	21.63	Urban	2007
1596014	5879040	160958	3.68	1.52	18.05	Rural	
3740665	14020862	382771	3.75	1.37	19.97	Total	

(1) & (2) للمساكن المشغولة وأفرادها
(المرجع: المكتب المركزي للإحصاء)

ازداد عدد المساكن (المسكونة والخالية) خلال الفترة الممتدة من عام 1970 إلى 1981 من 989,936 مسكن إلى 1,538,946 مسكن بمعدل 50,000 مسكن تقريباً في العام. وازداد عدد السكان المقيمين في الفترة نفسها من 6.305 مليون في عام 1970 إلى 9.046 مليون في عام 1981. نستنتج أن معدل الزيادة في هذه الفترة كانت مسكن لكل 5 أشخاص.



الشكل 6: تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008

بلغ عدد المساكن في عام 1994: 2,457,903 مسكن أي بمعدل ازدياد سنوي بين 1981 و 1994 قدره 71,000 مسكن في العام تقريباً. وازداد عدد السكان المقيمين في الفترة نفسها من 9.046 مليون في عام 1981 إلى 13.782 مليون في عام 1994. نستنتج أن معدل الزيادة في هذه الفترة كانت مسكن لكل 5.15 شخص.

بلغ عدد المساكن في عام 2004: 3,368,342 مسكن أي بمعدل ازدياد سنوي بين 1994 و 2004 قدره 91,000 مسكن في العام تقريباً. وازداد عدد السكان المقيمين في الفترة نفسها من 13.782 مليون في عام 1994 إلى 17.921 مليون في عام 2004. نستنتج أن معدل الزيادة في هذه الفترة كانت مسكن لكل 4.55 شخص.

وصل عدد المساكن في سورية في عام 2007 إلى 3,740,665 مسكن أي بمعدل ازدياد سنوي بين 2004 و 2007 قدره 124,000 مسكن تقريباً في العام. وازداد عدد السكان المقيمين في الفترة نفسها من 17.921 مليون في عام 2004 إلى 19.405 مليون في عام 2007. نستنتج أن معدل الزيادة في هذه الفترة كانت مسكن لكل 4.0 أشخاص.

أخيراً، بلغ عدد المساكن في سورية في عام 2008: 3,870,536 مسكن أي بمعدل ازدياد سنوي بين 2007 و 2008 قدره 129,871 مسكن في العام. وازداد عدد السكان المقيمين في الفترة نفسها من 19.405 مليون في عام 2007 إلى 19.880 مليون في عام 2008. نستنتج أن معدل الزيادة في هذه الفترة كانت مسكن لكل 3.7 أشخاص.

يستنتج مما سبق 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، وعدد سكان سورية المتوقع في عام 2030 (31.47 مليون نسمة) فإننا نستنتج عدد المساكن المتوقعة في عام 2030، أي **7867500 (أو 7900000) مسكن**. وبفرض أن عدد المساكن في سورية في بداية عام 2010 هو 4 ملايين مسكن فهذا يعني أن عدد المساكن الجديدة 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.

يدون الجدول (25) ملخصاً عن المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية.

الجدول 25: المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية

الفترة الزمنية	المعدل السنوي (مسكن/عام)	معدل التزام (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 [11] أو 3.5 مليون مسكن تقريباً، وباعتبار أن الطاقة النهائية المستهلكة في القطاع السكني في عام 2005 هو 3.5 مليون طن مكافئ نפט (الجدول 2)، فإن نصيب المسكن الواحد من الاستهلاك الإجمالي للطاقة النهائية هو واحد طن مكافئ نפט تقريباً. وسيبلغ استهلاك الطاقة النهائية في القطاع السكني في عام 2030 : 7.9 مليون طن مكافئ نפט وذلك على افتراض أن عدد المساكن في سورية سيبلغ 7.9 مليون مسكن في عام 2030 وأن المسكن الواحد يستهلك واحد طن مكافئ نפט.

4.7 التطبيقات الممكنة للطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

إن تطبيقات الطاقة المتجددة المناسبة للاستخدام في القطاع السكني هي:

1. الطاقة الشمسية الحرارية لأغراض التدفئة وتسخين المياه،
 2. الطاقة الكهروضوئية في المناطق الريفية،
- لم تعتمد الطاقة الحرارية الجوفية لعدم توفرها في سورية على نطاق واسع.

يدون الجدول (26) الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني. ويدون الجدول (27) درجة أهمية تطبيقات الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة الممكن تنفيذها في القطاع السكني والتجاري والخدمي في سورية (منخفضة ومتوسطة وعالية) ومنافستها للطاقة غير المتجددة.

الجدول 26: الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

القطاع السكني	
1. تصميم البناء	2. العزل الحراري
3. النوافذ المطورة	4. الإنارة
5. التدفئة والتكييف	6. تسخين المياه
7. التبريد	8. الأجهزة الكهربائية الموفرة للطاقة
9. تحسين أفران الطبخ	

الجدول 27: تطبيقات الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة الممكن تنفيذها في القطاع السكني والتجاري والخدمي في سورية (منخفضة ومتوسطة وعالية) ومناقشتها للطاقة غير المتجددة

الفئة	الاستخدام	تقانات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة	الطاقة التقليدية المنافسة	درجة الأهمية
المناطق الحضرية	الإنارة	تحسين كفاءة	الكهرباء	عالية
	التلفاز	تحسين كفاءة	الكهرباء	عالية
	الثلاجات	تحسين كفاءة	الكهرباء	عالية
	الغسالات	تحسين كفاءة	الكهرباء	متوسطة
	أجهزة المطبخ	تحسين كفاءة	الكهرباء	منخفضة
	تسخين المياه المنزلية	سخانات مياه شمسية	الكهرباء والمازوت والغاز	عالية
المناطق الريفية	الإنارة	تحسين كفاءة وطاقة كهروضوئية	الكيروسين ومصابيح الغاز ومدخرات السيارات	عالية
	التلفاز	تحسين كفاءة وطاقة كهروضوئية	ومدخرات السيارات	عالية
	الثلاجات	نظام هجين ديزل وطاقة كهروضوئية	-	عالية
	الغسالات	نظام هجين ديزل وطاقة كهروضوئية	-	متوسطة
	أجهزة المطبخ	تحسين كفاءة وطاقة الكتلة الحيوية	الكيروسين والمازوت والغاز	عالية
	تسخين المياه المنزلية	سخانات مياه شمسية	المازوت والغاز	عالية

5.7 تطبيقات الطاقة المتجددة

1.5.7 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع المنزلي

عندما تستبدل أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية بالأجهزة التقليدية التي تستخدم الوقود الأحفوري، ينتج عن ذلك تخفيض لملوثة الهواء الجوي بما فيها أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون وغالباً أكسيد الكبريت والمركبات العضوية الطيارة

وأخيراً وبشكل خاص غاز ثاني أكسيد الكربون. في العاصمة مكسيكو تبين أنه من بين الطرق الفعالة والاقتصادية لتخفيض غازات CO₂, CO, NO_x هو استخدام أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية [30].

لتقدير إمكانية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030 لابد من اعتماد الفرضيات الآتية:

الفرضيات:

- بفرض عدد المساكن في عام 2005 في سورية 3.5 مليون مسكن، وباعتماد الاستهلاك الطاقوي السنوي لتسخين المياه المقدر بـ 671 كيلو طن مكافئ نفط (الجدول 21)، فإن الاستهلاك السنوي للمسكن الواحد من الطاقة النهائية لغرض تسخين المياه هو:

$$671,000 \text{ toe} / 3,500,000 = 192 \text{ kgoe} / \text{household} \\ = 2233 \text{ kWh} / \text{household} \text{ (1kgoe}=11.63 \text{ kWh)}$$

- بفرض ثبات استهلاك المسكن الواحد من الطاقة لغرض تسخين المياه عند القيمة 192 كيلو غرام نفط مكافئ في العام أو ما يعادل 2233 كيلو واط ساعي في العام،
- بفرض أن عدد المساكن المتوقعة في عام 2030 هو 7.9 مليون مسكن، فإن الطاقة النهائية اللازمة لتسخين المياه في هذه المساكن هي:

$$192 \text{ kgoe} \times 7,900,000 = 1517 \text{ ktoe}$$

- نظراً لعدم توفر المساحات اللازمة لتركيبة سخانات المياه بالطاقة الشمسية في جميع المساكن في عام 2030، فإنه يتوقع أن تزداد مساهمة الطاقة الشمسية في تسخين المياه من 0.3% في عام 2005 إلى 25% في عام 2030.

يدون الجدول (28) مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030.

الجدول 28: مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030

المجموع أو (%)	وقود آخر	طاقة شمسية	كهرباء	مازوت	الواحدة	
671	45.2	1.8	188	436	ktoe	توزع الاستهلاك في عام 2005
100%	6.7%	0.3%	28%	65%	%	التوزيع النسبي في عام 2005
1517	152	379	303	683	ktoe	توزع الاستهلاك في عام 2030
100%	10%	25%	20%	45%	%	التوزيع النسبي في عام 2030

يمكن تبرير افتراض ازدياد نسبة مساهمة الوقود الآخر (الوقود التقليدي والغاز المسال) في تسخين المياه في عام 2030 بازدياد الاعتماد على الغاز المسال الذي يباع في الوقت الحاضر بكلفة أقل من كلفة المازوت والكهرباء (كلفة الكيلو واط الساعي المنتج من الوقود- الجدول 10).

بفرض أن السخان الشمسي النموذجي (الذي يعمل بالدارة الطبيعية) يوفر 2233 كيلو واط ساعي في العام، فإن النسبة المتوقعة لمساهمة الطاقة الشمسية في تسخين المياه في القطاع السكني في عام 2030 (25%) تقابل العدد الآتي من السخانات الشمسية النموذجية:

$$379 \times 10^6 \text{ kgoe} \times 11.63 \text{ kWh/kgoe} = 4408 \times 10^6 \text{ kWh} = 4408 \text{ GWh}$$

$$4408 \times 10^6 \text{ kWh} / 2233 \text{ kWh/Solar system} = 1,974,026 \text{ Solar systems}$$

أي أن 25% من عدد المساكن المشغولة في عام 2030 (7.9 مليون مسكن) يمكن تزويدها بسخانات مياه نموذجية تعمل بالطاقة الشمسية. قد يبدو للبعض أن هذا العدد المقترح من السخانات الشمسية (حوالي المليونين في عام 2030) مبالغ به، لكن يمكن تبريره بما يلي:

- صدور قرار وزارة الإدارة المحلية [36] بإلزام مالكي الأبنية السكنية الحديثة بتركيب سخانات مياه تعمل بالطاقة الشمسية. وبفرض أن عدد المساكن المتوقع إنشاؤها خلال الفترة الواقعة بين عامي 2010 و 2030 هو 3.9 مليون مسكن، فإن العدد المقترح من السخانات الشمسية يبقى مقبولاً ويغطي تقريباً نصف عدد المساكن الجديدة بين عامي 2010 و 2030. علماً أن العدد المقترح من السخانات الشمسية سيتوزع على الأبنية القديمة والحديثة.
- ازدياد الإقبال على سخانات المياه بالطاقة الشمسية خلال السنتين الماضيتين بعد ارتفاع أسعار حوامل الطاقة، مما يعني تحريك سوق السخانات الشمسية وشعور المواطنين بضرورة استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه بدلاً من الوقود التقليدي،
- تقضي خطة الحكومة بإلغاء الدعم على حوامل الطاقة، ومن الطبيعي أن يتوجه مالكو المساكن إلى اقتناء سخانات المياه بالطاقة الشمسية،
- يتوقع في القريب العاجل أن تقدم الحكومة السورية تسهيلات جديدة لنشر استخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه،
- إذا فرضنا جدلاً أنه يمكن تركيب 100 ألف سخان شمسي في العام (مصنع محلياً و/أو مستورد)، وإذا فرضنا أيضاً أن قدرة أي شركة محلية هي تركيب سخان شمسي واحد في اليوم، فهذا يعني أنه يجب أن يتوافر حوالي 275 شركة تقوم بتصنيع (و/أو استيراد) وتركيب السخانات الشمسية، وليس هذا العدد بكبير على مستوى القطر إذ يقدر عدد مركبي السخانات الشمسية في دمشق وريفها حالياً بأكثر من 50 مركب.

تشير نتائج المسح المطبق في محافظة ريف دمشق ضمن إطار دراسة إدارة الطلب على الطاقة (الملحق 8) إلى أن نسبة 6.5% من المنازل تعتمد على الكهرباء لتسخين المياه، بينما تعتمد نسبة 41% على نوعين من حوامل الطاقة (الكهرباء والمازوت على الأغلب) لتسخين المياه. كما أنه في عام 2005 استخدم المازوت لغرض تسخين المياه بنسبة 65% والكهرباء بنسبة 28% (الجدول 21). انطلاقاً مما سبق يمكن افتراض أن 20% و 80% من المساكن في سورية في عام 2030 ستستخدم الكهرباء والمازوت على الترتيب لتسخين المياه وذلك على افتراض انخفاض الاعتماد على الكهرباء

لارتفاع كلفتها. يدون الجدول (29) الوفر الممكن في عام 2030 حسب نوع الوقود جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية.

الجدول 29: الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني

المجموع أو (%)	كهرباء	مازوت	الواحدة	
379	76	303	ktoe	الطاقة الموفرة من 1,974,026 سخان شمسي
100%	20%	80%	%	منزلي في عام 2030

إن أهم بند في الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الجدول 3 في الملحق 8) هو استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية، حيث قدر الوفر من استخدامها بحوالي 978 GWh في عام 2020. وبالمقارنة مع الوفر المقترح في هذا التقرير (4408 GWh في عام 2030) نجد أن الوفر السنوي في تقرير إدارة الطلب على الطاقة هو حوالي 65 GWh (على مدار 15 عاماً بدءاً من تاريخ الانتهاء من إعداد التقرير في عام 2005 وحتى عام 2020)، بينما الوفر السنوي المقترح في هذا التقرير هو حوالي 220 GWh (على مدار 20 عاماً بدءاً من 2010 وحتى 2030)، أي يزيد عنه بمقدار ثلاث مرات تقريباً.

أما في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية (الملحق 13) فقد جرى اقتراح تركيب 300 ألف سخان مياه يعمل بالطاقة الشمسية سعة السخان الواحد 200 ليتر بين عامي 2003 و 2011 تحقق وفاقاً قدره 677 GWh في عام 2011، أو حوالي 85 GWh في العام.

خلال فترة إعداد تقرير إدارة الطلب على الطاقة والمخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية بين عامي 2002 و 2006، كانت أسعار حوامل الطاقة مدعومة وبالتالي لم تشجع معدي التقريرين على اقتراح قيمة أكبر للوفر بناءً على الجدوى الاقتصادية للسخانات الشمسية. أما في الوقت الحالي فقد تم رفع الدعم جزئياً، فمثلاً ارتفع سعر ليتر المازوت ثلاثة أضعاف تقريباً من 7 ليرات سورية إلى 20 ليرة سورية مما عزز من الجدوى الاقتصادية لاستخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية.

إن عدد سنوات استرجاع رأس المال لسخان مياه منزلي نموذجي يعمل بالطاقة الشمسية هو 5.7 سنة (الملحق 5).

2.5.7 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع الخدمي والتجاري

يقصد بالقطاع الخدمي والتجاري الفنادق والمطاعم والمشافي والمدارس والمحلات والمراكز التجارية والمنشآت الحكومية الخدمية.. إلخ.

جرى في بداية عام 2005 مسحاً لاستخدام المازوت والكهرباء لغرض تسخين المياه حصراً في المنشآت الحكومية الخدمية في عشر محافظات من أصل 14 محافظة في سورية. إن نتائج هذا المسح هي على النحو الآتي:

- عدد العينات: 171،

- كمية المياه الساخنة المستخدمة: 588414 متراً مكعباً في السنة،
- كمية المازوت المستهلكة: 13.91 مليون لتر في السنة (أو 11.7 مليون كيلو غرام بفرض الكثافة 0.84)، أي ما يعادل 0.18% من الاستهلاك الإجمالي للمازوت في عام 2004 (6.44 مليون طن).
- كمية الكهرباء المستهلكة: 141.3 GWh/y، أي ما يعادل 0.69% من الاستهلاك الإجمالي للكهرباء في عام 2004 (20543 GWh).

يتضح جلياً من نتائج هذا المسح ضرورة البدء باستخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه في المنشآت الحكومية وفق الامكانيات المتاحة. يحوي الملحق (9) جدولاً تفصيلياً لهذا المسح.

يستحيل توفير جميع كميات المازوت والكهرباء المذكورة أعلاه بواسطة الطاقة الشمسية لعدم توفر الأماكن اللازمة لتركيب السخانات الشمسية.

يتطلب القطاع الخدمي والتجاري أنظمة شمسية لتسخين المياه تعمل بدارة قسرية أو سخانات شمسية ذات تخزين مباشر حسب فترة استعمال الماء الساخن، ويتفاوت حجمها من موقع لآخر. نفذ عدد لا بأس به من مشروعات تأمين الماء الساخن بالطاقة الشمسية في بعض المشافي والفنادق والمواقع الخدمية الأخرى، وقد لاقت قبولاً حسناً.

لقد اقترح في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية (الملحق 13) تنفيذ 800 نظام شمسي سعة الواحد 2500 ليتر لغرض تسخين المياه في التطبيقات غير المنزلية على مدار 8 سنوات.

من أجل حمل حراري لمشفى قدره 2500 ليتر ماء ساخن في اليوم عند درجة حرارة 60 درجة مئوية يعطي البرنامج الحاسوبي RETScreen النتائج الآتية:

- مساحة اللواقط الشمسية المسطحة: 50 m²
- الطاقة الحرارية الموفرة: 35 MWh/year
- نسبة التغطية الشمسية: 76%

إن إمكانية نشر استخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري حتى عام 2030 كبيرة وتوقع العدد المقترح في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية. ونظراً لصعوبة حصر المنشآت المناسبة لتزويدها بأنظمة تسخين مياه بالطاقة الشمسية، تفترض الدراسة الحالية أن عددها يمكن أن يصل إلى **2000 نظام شمسي في عام 2030** بسعة وسطية قدرها 2500 ليتر في اليوم للنظام الشمسي الواحد.

استناداً إلى الوفر المحسوب في البرنامج الحاسوبي RETScreen فإن الوفر الإجمالي الذي يمكن تحقيقه في عام 2030 من هذه الأنظمة الشمسية هو:

$$2000 \times 35 \text{ MWh/year} = 70 \text{ GWh/year}$$

يتوقع لهذا العدد من الأنظمة الشمسية أن تحل محل أنظمة تسخين المياه بالمازوت. لذا ينبغي حساب القيمة المكافئة لهذا الوفر بوحدة "ليتر مازوت" وبوحدة "طن مكافئ نفط".

يعطي اللتر الواحد من المازوت عند حرقه بمردود 100% طاقة تعادل:

$$1 \text{ liter} = 35.8 \text{ MJ} \approx 10 \text{ kWh} \approx 0.86 \text{ kgoe} \text{ (1kgoe=11.63 kWh)}$$

وبفرض أن أنظمة تسخين المياه بالمازوت المستبدلة تعمل عند مردود 50%، فإن هذه الطاقة تصبح:

$$1 \text{ liter} \approx 5 \text{ kWh} \approx 0.43 \text{ kgoe} \text{ (1kgoe=11.63 kWh)}$$

إذاً يكافئ الوفر المحسوب الكمية الآتية من المازوت:

$$70 \times 10^6 \text{ kWh} / 5 \text{ (kWh/liter)} = 14 \times 10^6 \text{ liter}$$

ويكافئ:

$$14 \times 10^6 \text{ liter} \times 0.43 \text{ (kgoe/liter)} = 6 \text{ ktoe}$$

أو:

$$70 \times 10^6 \text{ kWh} / 11.63 \text{ (kWh/kgoe)} = 6 \text{ ktoe}$$

يدون الجدول (30) الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري.

الجدول 30: الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري

المجموع أو (%)	مازوت	الوحدة
6.0	6.0	ktoe
100%	100%	%

الطاقة الموفرة من 2000 نظام شمسي لتسخين المياه في عام 2030

3.5.7 التدفئة الفعالة بالطاقة الشمسية

تتوفر إمكانية التدفئة بالطاقة الشمسية أو بالأحرى دعم التدفئة التقليدية بالطاقة الشمسية، وقد نفذت عدة مشروعات ناجحة لدعم التدفئة الأرضية التي لم تتطلب درجات حرارة تزيد عن 50°C.

لا يتوقع لهذا التطبيق أن ينتشر على نطاق واسع في القطاع السكني نظراً لعدم توفر المساحات الشاغرة على أسطح الأبنية السكنية التي بالكاد تتسع لسخانات المياه بالطاقة الشمسية. عدا عن ذلك، يستحيل أن يحقق نظام التدفئة بالطاقة الشمسية نسبة تغطية لحمل التدفئة تزيد عن 30%، وبالتالي صغر مساهمة هذا التطبيق في تخفيض الانبعاثات الغازية. لهذه الأسباب استبعد هذا التطبيق من الدراسة الحالية.

4.5.7 تطبيقات الطاقة الكهروضوئية

إن تطبيقات الطاقة الكهروضوئية محدودة جداً في المناطق الحضرية نظراً لتوفر الكهرباء فيها من جهة، ولمنافسة الكهرباء التقليدية لها من جهة أخرى. إضافة إلى ذلك، لا يمكن أن تساهم هذه التطبيقات بنسبة ملموسة في تخفيض الانبعاثات الغازية في حال تنفيذها في المناطق الحضرية. لهذه الأسباب استبعدت هذه التطبيقات في المناطق الحضرية. أما في المناطق الريفية أو المناطق النائية غير المزودة بالشبكة الكهربائية فتتوفر بعض الفرص لبعض تطبيقات الطاقة الكهروضوئية.

إن التطبيقات الريفية الممكنة للطاقة الكهروضوئية هي:

- تغذية المستوصفات الطبية والسنية بالطاقة الكهربائية
- تغذية المساكن بالطاقة الكهربائية
- إنارة القرى
- تنقية مياه الشرب
- تبريد ثلاجات اللقاحات
- ضخ المياه لأغراض الري والشرب
- صناعة الألبان
- تغذية المراوح السقفية
- تغذية أجهزة المذياع والتلفاز (التعليم عن بعد) والحاسوب
- تطبيقات أخرى

أما التطبيقات التجارية فهي:

- إنارة الطرقات واللوحات الإعلانية
- محطات الاتصالات
- الحماية المهبطية لأنابيب النفط والغاز
- محارس مراقبة الحدود
- الفنارات البحرية وإشارات التحذير
- المرشحات الملاحية
- هواتف الطوارئ
- تطبيقات أخرى

فيما يتعلق بالتجمعات غير المنارة في سورية، جرى مسح لها في جميع المحافظات في عام 2004 (الملحق 10)، وفيما يلي ملخص عن هذا المسح:

تجمع 953

▪ عدد التجمعات:

- العدد الإجمالي للأسر: 14556 أسرة
- متوسط عدد أفراد الأسرة: 7.2 فرد
- عدد الأفراد القاطنين في التجمعات: 104814 فرد
- عدد الأسر ذات الإقامة الموسمية: 3021 أسرة
- عدد الأسر التي تستخدم الغاز كوقود للإنارة: 2161 أسرة
- عدد الأسر التي تستخدم الكاز أو المازوت كوقود للإنارة: 5689 أسرة
- عدد الأسر التي تستخدم مجموعة ديزل للإنارة: 992 أسرة
- عدد الأسر التي تستخدم المخلفات الحيوانية كطاقة: 3716 أسرة
- عدد الأسر التي تستخدم المخلفات الزراعية كطاقة: 3410 أسرة

وخلال عامي 2003 و 2004 جرى مسح للتجمعات غير المرتبطة بشبكة الكهرباء في محافظات حمص وحماه والحسكة (الملحق 11). إن استنتاجات هذا المسح كانت على النحو الآتي:

- عدد التجمعات 510 في المحافظات الثلاث، منها 14 تجمع غير مأهول.
- عدد الأسر القاطنة في التجمعات المدروسة 5036 أسرة، منها 210 أسرة ذات إقامة موسمية.
- عدد أفراد الأسر 43181 نسمة بوسطي عدد أفراد يبلغ 8.6 فرداً بالأسرة.
- عدد المساكن الموجودة بما فيها بيوت الشعر 5759 مسكناً، منها 1781 مسكناً مبنياً بالبلوك والإسمنت والباقي مبني بالحجر والخشب والطين.
- عدد المنازل المسكونة فعلاً 4752 مسكناً، 98.76% منها مدفئ.
- يبعد 356 تجمع أكثر من 1000 م عن الشبكة الكهربائية، مما يشجع على استخدام الطاقة الكهروضوئية.
- يوجد 34 مدرسة و 3 عيادات بيطرية و 6 محلات تجارية صغيرة.
- عدد الآبار التي تبعد أكثر من 1 كم عن الشبكة الكهربائية: 245 بئراً منها 64 بئر ملك للدولة والباقي ملك لسكان التجمع. عمق المياه في 83 بئراً يصل حتى 100 متر مما يؤهلها لدراسة إمكانية استثمارها بواسطة مضخات تعمل بالطاقة الكهروضوئية.
- عدد آبار مياه الشرب التي تبعد أقل من 1 كم عن الشبكة الكهربائية: 196 بئراً.
- كمية البطاريات الصغيرة والمتوسطة المستهلكة سنوياً: 1,031,203 بطارية.
- كمية البطاريات الصغيرة والمتوسطة المستهلكة سنوياً في منشآت التجمعات: 929 بطارية.
- عدد بطاريات السيارات الكيميائية لتشغيل التلفزيون : 4770 بطارية.
- كمية المازوت المستخدم في مساكن التجمعات المدروسة: 5.719 مليون لتر سنوياً.
- وسطي استهلاك الأسرة: 1135 لتر في العام (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 771 لتر سنوياً)، حوالي 61% منها يستخدم لأغراض التدفئة وحوالي 23% منها لأغراض الإنارة (لأن سعر لتر المازوت أقل من سعر لتر الكاز) وحوالي 0.5% منها يستخدم لأغراض تسخين المياه ويستخدم الباقي البالغ 15.5% لتشغيل الجرار والسيارة عند الضرورة.

- كمية المازوت المستهلكة سنوياً في منشآت التجمعات: 44.6 ألف ليتر يستخدم حوالي 84% منها لأغراض التدفئة والباقي لأغراض الإنارة.
- كمية الغاز المسال المستخدم في مساكن التجمعات: 134030 أسطوانة أي ما يعادل 1608 طن، وبوسطي 26.6 أسطوانة لكل أسرة سنوياً (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 17.9 أسطوانة سنوياً)، حوالي 18% منها يستخدم لأغراض الإنارة، وحوالي 82% منها يستخدم لأغراض الطهي وتسخين المياه ومقدار ضئيل جداً منها يستخدم للتدفئة.
- كمية الغاز المسال المستخدم في منشآت التجمعات: 221 اسطوانة أي ما يعادل 2.6 طن بالسنة يستخدم حوالي 34% منها لأغراض الإنارة، وحوالي 57% منها لأغراض الطهي وتسخين المياه، والباقي يستخدم لأغراض التدفئة.
- كمية الكاز المستخدم في مساكن التجمعات: 601 ألف ليتر وبوسطي 119.3 لتر لكل أسرة سنوياً (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 40 لتر سنوياً)، حوالي 56% منها يستخدم لأغراض الإنارة، وحوالي 44% لأغراض الطهي وتسخين المياه، ومقدار ضئيل جداً منها يستخدم لأغراض التدفئة.
- كمية الكاز المستهلكة في منشآت التجمعات: 380 لتراً، حوالي 74% منها يستخدم لأغراض الإنارة والباقي لأغراض الطهي وتسخين المياه ولم يلاحظ استخدام أية مخلفات زراعية أو حيوانية في المنشآت المتواجدة في التجمعات المدروسة.
- كمية المخلفات الحيوانية المستخدمة سنوياً في التجمعات المدروسة: 2011 طن، حوالي 3% منها يستخدم لأغراض التدفئة، وحوالي 97% يستخدم لأغراض الطبخ وتسخين المياه. ولدى سؤال الأسر المدروسة عن الأسلوب المتبع في التخلص من المخلفات الحيوانية أجابت حوالي 44% من الأسر بأنها لا تجمع وتبقى متناثرة وتشير هنا إلى وجود كميات من المخلفات الحيوانية لا تستخدم مع وجود إمكانية الإفادة منها في المخمرات اللاهوائية في إنتاج البيوغاز كبديل عن الغاز المسال.
- كمية المخلفات الزراعية: 8641 طن منها حطب مشترى 3544 طن بسعر يتراوح بين 1000 و 3000 ل.س/طن ويستخدم حوالي 9% من إجمالي المخلفات الزراعية لأغراض التدفئة، والباقي يستخدم لأغراض الطهي وتسخين المياه ولدى سؤال الأسر المدروسة عن الأسلوب المتبع في التخلص من المخلفات الزراعية تبين أن حوالي 51% منها تستخدم علفاً للحيوانات وحوالي 19% أجابت بأنها تترك في الأرض أو تحرق، مما يشير إلى إمكانية الإفادة من تقنيات القولية أو التغويز لبعض المخلفات الزراعية.
- إن كمية الوقود المستخدمة للإنارة (المازوت والكاز والغاز السائل) تصل إلى حوالي 2200 طن سنوياً وبوسطي 436 كغ لكل أسرة، إضافة لاستخدام أكثر من مليون بطارية صغيرة ومتوسطة وبوسطي 200 بطارية لكل أسرة وكذلك استخدام بطاريات السيارات الكبيرة وبمعدل 1-2 بطارية لكل أسرة لذلك فإن تأمين مصادر بديلة للطاقة لأغراض الإنارة ستساهم في تخفيف الأعباء المادية الكبيرة التي تتكبدها هذه العائلات الريفية الفقيرة لتأمين متطلباتها من الإنارة وبشكل محدود جداً لا يفي بالغرض المطلوب.

- تقدر كمية الوقود المستخدمة لأغراض الطهي (الكاز والغاز السائل) بحوالي 1200 طن وبوسطي 240 كغ لكل أسرة، إضافة إلى كلفة حطب الوقود المستخدم لأغراض الطبخ.
- لتحقيق الأهداف المرجوة من هذا المسح يقترح التقرير اختيار مجموعة من التجمعات السكنية المدروسة وفق معايير معينة للبدء بإعداد دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة.
- من جهة أخرى، اقترح في تقرير الاستراتيجية والتطوير المؤسسي لإدخال النظم الكهروضوئية في سورية (الملحق 15) [35] التطبيقات الكهروضوئية المدونة في الجدول (31).

الجدول 31: التطبيقات الكهروضوئية المقترحة في المرجع [35]

الاستطاعة الكلية kWp	الاستطاعة الفردية Wp	العدد المقترح تنفيذه	العدد المتوفر	التطبيق
240	500	480	1224	إنارة المساكن في القرى التي تبعد 10 كم عن الشبكة (الجدول 1 في الملحق 15)
9	1500	6	37	إنارة المراكز الصحية البعيدة عن الشبكة (الجدول 2 في الملحق 15)
12	2000	6	-	ضخ المياه (الجدول 3 في الملحق 15)
24	6000	4	-	الضخ لأغراض الري (الجدولان 4 و 5 في الملحق 15)
285				المجموع

المصدر: [35]

يستنتج مما سبق أن إمكانات استخدام الطاقة الكهروضوئية في التجمعات غير المنارة كبيرة، ويخص الجدول (32) الإمكانات المتاحة على ضوء المسوحات والدراسات السابقة، إضافة إلى التطبيقات المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030.

الجدول 32: التطبيقات الكهروضوئية المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030

الاستطاعة الكلية kWp	الاستطاعة الفردية Wp	العدد المقترح تنفيذه حتى 2030	العدد المتوفر	التطبيق
1000	500	2000	8842*	إنارة المساكن
55	1500	37	37	إنارة المراكز الصحية
34	1000	34	34	إنارة المدارس
166	2000	83	83	ضخ المياه
6000	6000	1000	كبير جداً	الضخ لأغراض الري
150	5000	30	30	تحلية المياه
7405				المجموع

* يمثل هذا الرقم مجموع عدد الأسر التي تستخدم الغاز للإنارة (2161) وعدد الأسر التي تستخدم الكاز أو المازوت للإنارة (5689) وعدد الأسر التي تستخدم مجموعة ديزل للإنارة (992).

إذاً تقدر إمكانية استثمار النظم الكهروضوئية حتى عام 2030 بنحو **7.4 MWp**. وبالاعتماد على معامل التحويل الخاص بالنظم الكهروضوئية (الجدول 4 في الملحق 13) يمكن تقدير الطاقة الكهربائية المنتجة من استطاعة النظم الكهروضوئية المقترحة تنفيذها حتى عام 2030 :

$$7405 \times 1.9 \text{ (MWh/y/kWp)} = 14070 \text{ MWh/y} = 14.07 \text{ GWh/y} = 1.21 \text{ ktoe/y}$$

يعتبر هذا الوفرة صغيراً نسبياً مقارنة مع تطبيق تسخين المياه وهذا أمر طبيعي في تطبيق الطاقة الكهروضوئية. ففي المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية (الملحق 13) تبلغ نسبة مساهمة الطاقة الكهروضوئية 0.3% بينما نسبة مساهمة الطاقة الشمسية الحرارية 16.61% وطاقة الرياح 50.23%.

أخيراً يدون الجدول (33) 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.

الجدول 33: مجموع الوفورات الناتجة عن التطبيقات المقترحة للطاقة المتجددة (الشمسية) في القطاع السكني والخدمي والتجاري حتى عام 2030

المجموع أو (%)	كهرباء	مازوت	الوحدة	
379	76	303	ktoe	الطاقة الموفرة من تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع المنزلي
100%	20%	80%	%	
6.0		6.0	ktoe	الطاقة الموفرة من تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع الخدمي والتجاري
100%		100%	%	
1.21		1.21	ktoe	الطاقة الموفرة من التطبيقات الكهروضوئية
100%		100%	%	
386.21	76	310.21	ktoe	المجموع

6.7 تطبيقات تحسين كفاءة استخدام الطاقة

1.6.7 العزل الخارجي للأبنية (العزل الحراري)

يعتبر تحسين الأداء الحراري للعزل الخارجي للأبنية في سورية من أهم فرص ترشيد استهلاك الطاقة في الأبنية. يطبق في هذا المجال مجموعة من الإجراءات هي على سبيل المثال العزل الحراري للجدران والأسطح واستخدام نوافذ ذات كفاءة عالية. إن الأبنية المرشحة لتطبيق إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة فيها هي:

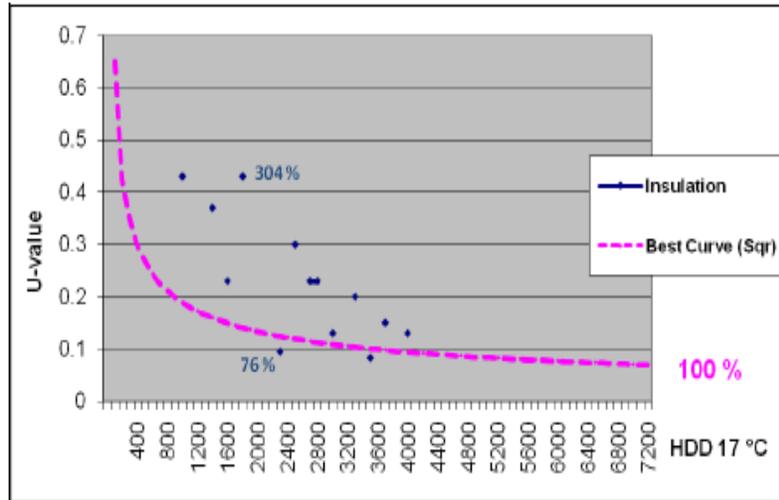
- الأبنية السكنية الجديدة والأبنية القائمة المزمع تجديدها
- الأبنية التجارية الجديدة والأبنية القائمة المزمع تجديدها
- الأبنية الحكومية الجديدة والأبنية القائمة المزمع تجديدها

تجدر الإشارة هنا إلى أن النظامين العالميين ليد LEED وستار STAR يصنفان الأبنية الخضراء وفق معايير بيئية مستدامة ويمنحان رخصاً للأبنية التي تعنى بالتصميم البيئي وتقلل من المخاطر على البيئة إلى أدنى حد وتحسن من كفاءة استخدام الطاقة فيها.

إن العمر الافتراضي للأبنية السكنية المقدر بين 50 و75 سنة يحتم ضرورة اتخاذ القرارات السليمة عند إنشاء الأبنية (توجيه البناء وعزله حرارياً) نظراً لتأثير ذلك على الانبعاثات المستقبلية.

إن النظم المركبة للعزل الحراري الخارجي (ETICS) External Thermal Insulation Composite Systems تقود إلى تحسين الأداء الحراري للأبنية القديمة والجديدة، وهي تتألف من ألواح عازلة قابلة لتليصها بالطبقة plaster مباشرة دون الحاجة إلى تحضير السطح. إضافة إلى ذلك يمكن تجنب الجسور الحرارية بالعزل الحراري الخارجي لجدران الأبنية.

يتعلق اختيار سمك العازل الحراري بالمناخ السائد في المنطقة أو بعدد درجات أيام التدفئة، فمثلاً يبين الشكل (7) تغير قيم معامل الانتقال الحراري (U-value) لسطح بناء بتغير عدد درجات أيام التدفئة. فكلما ازدادت درجة برودة المكان (أي ازداد عدد درجات أيام التدفئة) كلما ازداد سمك العازل الحراري وبالتالي نقصت قيمة معامل الانتقال الحراري. تجدر الإشارة إلى أن المعيار الأوروبي للأبنية منخفضة الاستهلاك للطاقة يلزم أن لا يقل سمك العازل الحراري عن 14 سم.



الشكل 7: قيم الإنتقالية الحرارية لعزل الأسطح نسبة للقيمة المثلى خلال دورة الحياة [37]

يدون الجدول (34) القيم العظمى لمعاملات الانتقال الحراري لعناصر البناء (U-value) المعتمدة في كود العزل الحراري في سورية.

يدون الجدول (35) مقارنة معاملات الانتقال الحراري لعناصر البناء (U-value) بين القيم المعتمدة في كود العزل الحراري في سورية والقيم المعتمدة في بعض الدول المجاورة والدول الأوروبية.

الجدول 34: القيم العظمى للإنتقالية الحرارية في كود العزل الحراري في سورية

معامل انتقال الحرارة الأعظمي (W/m ² .K)		العنصر الإنشائي
0.5	U _{roof}	السقف الأخير
0.8	U _{ow}	الجدران الخارجية بدون فتحات
5.2	U _{win}	الفتحات الزجاجية عندما تكون $A_{win} \leq 0.2 A_{facade}$
3.5		الفتحات الزجاجية عندما تكون $A_{win} > 0.2 A_{facade}$
1.5	U _{facade}	الواجهات الخارجية شاملة جميع الفتحات
1	U _G	الأرضيات الملاصقة للتربة
1	U _F	الأرضيات ما بين الطوابق
0.5		الأرضيات المكشوفة
حيث: A _{facade} مساحة الواجهة و A _{win} مساحة النوافذ والأبواب		

المصدر: [19]

الجدول 35: مقارنة معاملات الانتقال الحراري لعناصر البناء (U-value) بين القيم المعتمدة في سورية وبعض الدول المجاورة والدول الأوروبية

قيم الإنتقالية الحرارية في بعض الدول المختارة (W/m ² .K)				
النوافذ	الجدار	الأرضية	السطح	البلد
3.5 – 5.2	0.8 (1.5 Façade)	1.0	0.5	سورية
2.5 – 3.18	0.57	...	0.44	دبي
	1.8 (Façade)	1.2	0.9	الأراضي الفلسطينية
	1.8 (Façade)		1.0	الأردن
3.4 – 5.2	1.2 – 1.8	0.7 - 1.39	0.1 – 1.39	أسبانيا
2.7 – 3.5	0.4 – 0.6	1.0 – 1.35	...	فرنسا

يتضح من مقارنة معاملات الانتقال الحراري لعناصر البناء في هذا الجدول ما يلي:

- 1) كان من المفروض أن تكون قيمة معامل الانتقال الحراري للأرضية في سورية أكبر من (1.0 W/m².K) ومساوية مثلاً للقيمة الكبيرة في فرنسا (1.35 W/m².K) أو للقيمة الكبيرة في أسبانيا (1.39 W/m².K) لأن هاتين القيمتين الكبيرتين في فرنسا وأسبانيا تخصان المناطق الجنوبية المطلة على البحر الأبيض المتوسط،
- 2) كان من المفروض أن تكون قيمة معامل الانتقال الحراري للسطح في سورية أكبر من (0.5 W/m².K) ومختلفة حسب المنطقة (داخلية وجبلية وساحلية على سبيل المثال) ومساوية مثلاً لقيمتها في الأردن (1.0 W/m².K) أو في فلسطين (0.9 W/m².K)،

(3) كان من المفروض أن تكون قيمة معامل الانتقال الحراري للواجهة في سورية أكبر من (1.5 W/m².K) ومساوية مثلاً لقيمتها في الأردن وفلسطين (1.8 W/m².K)،

(4) كان من المفروض أن تكون قيمة معامل الانتقال الحراري للجدار الخارجي في سورية أكبر من (0.8 W/m².K) ومساوية مثلاً لقيمتها الصغرى في أسبانيا (1.2 W/m².K)،

(5) إن قيمة معامل الانتقال الحراري للنافذة مقبولة وتتوافق مع قيمتها في أسبانيا.

قبل استعراض الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني، ينبغي إلقاء الضوء على المشروعات السكنية الكبيرة المرشحة لتنفيذ هذه الإجراءات فيها.

أ- مشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا بدمشق

نشر Yvonne Hofman (الملحق 16) [31] ورقة تضمنت إمكانية استفادة مشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا بدمشق من آلية التنمية النظيفة، ويدون الجدول (36) ملخصاً عن المشروع كما نشر في الورقة المذكورة. يوضح الشكل (8) صورة فوتوغرافية للمشروع التجريبي.

الجدول 36: ملخص عن مشروع آلية التنمية النظيفة لمشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا

Example: Qudsaya Youth Building Project in Syria Damascus

Pilot project: 16 apartments with insulated walls and windows 80sq.m/apartment- start
June 2007.

Total project: 50,000 apartments

Table 43.1: Heat transfer coefficient for walls and windows in baseline and project situation

	Baseline (Traditional system)	Project
Walls	Hollow block walls (2.7 W/m ² °C)	Insulated walls (0.53 W/m ² °C)
Windows	Aluminum windows with single glass (8.35 W/m ² °C)	U-PVC windows with double glass (2.4 W/m ² °C)

Result: decrease in heating and air-conditioning energy use.

CDM feasibility check:

- Syria has ratified the Kyoto Protocol and thus the project can be developed as CDM
- The project reduces CO₂ emissions, as shown in the table below
- The project will most likely be additional to business as usual as:
 - The investment of the insulation measures is much higher than without the measures
 - Syrian law and regulation has not set any building standards,

- The annual carbon revenue is estimated to be Euro 1.470.000 per year, compared to which transaction cost is only a fraction.
- The total energy saving exceeds 60 GWh and thus and new methodology needs to be developed.

Table 43.2. Energy and Emission Reductions per Apartment

Energy consumption	Baseline	Project	Saving	Emission reduction per apartment (tCO ₂ eq./yr)
Diesel (litre/yr)	1800	540	1260	3.2
Electricity (kWh/yr)	3240	1380	1860	1
Total				4.2

Energy saving for 50,000 apartments: 63 million liter diesel and 93 GWh electricity

Emission reduction for 50,000 apartments: 210,000 tone CO₂.

Annual Carbon income based on price of 7 Euro/t CO₂: Euro 1,470,000 per year.

المصدر: [31]



الشكل 8: صورة فوتوغرافية للمشروع التجريبي في قدسيا

ضمن إطار تنفيذ المشروع الرائد لسكن الشباب بعدد إجمالي قدره 50 ألف شقة، جرى في عام 2007 تنفيذ مشروع تجريبي تضمن بناء 16 شقة نموذجية موزعة على خمسة طوابق مساحة الشقة الواحدة 80 متراً مربعاً، وذلك بغية دراسة إمكانية تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا المشروع الهام (باستخدام التدفئة غير الفعالة بالطاقة الشمسية ودعم التدفئة الأرضية بالطاقة الشمسية بنسبة 25% والعزل الحراري واستخدام نوافذ ومصابيح موفرة للطاقة وتسخين المياه بالطاقة الشمسية). إن نتائج هذا المشروع التجريبي هي كما يلي:

2.7 W/m² °C

معامل النقل الحراري للجدران قبل العزل الحراري:

معامل النقل الحراري للجدران بعد العزل الحراري:	0.53 W/m ² °C
معامل النقل الحراري للنوافذ العادية (ألومنيوم بزجاج مفرد):	8.35 W/m ² °C
معامل النقل الحراري للنوافذ الموفرة للطاقة (U-PVC بزجاج مضاعف):	2.4 W/m ² °C
الوفر السنوي في استهلاك المازوت للشقة الواحدة:	1260 litre/yr
الوفر السنوي في استهلاك الكهرباء للشقة الواحدة:	1860 kWh/yr
الوفر السنوي في استهلاك المازوت لـ 50 ألف شقة:	63 10 ⁶ litre/yr
الوفر السنوي في استهلاك الكهرباء لـ 50 ألف شقة:	93 GWh/yr
مقدار تخفيض الغازات للشقة الواحدة:	4.2 tCO ₂ eq./yr
مقدار تخفيض الغازات لـ 50 ألف شقة:	210 ktCO ₂ eq./yr
العائد السنوي من بيع الغازات المخفضة عند سعر (7 Euro/tCO ₂):	Euro 1,470,000/yr
نسبة الوفر في استهلاك الطاقة الأولية مقارنة مع شقق تقليدية:	%63
نسبة الزيادة في الكلفة التأسيسية:	%35

تم تقييم المشروع بأنه غير اقتصادي بسبب ارتفاع كلفة العزل الحراري وضعف المعرفة know-how في اختيار وتطبيق التقانات المناسبة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة.

وبهدف اعتماد حل قابل للتعميم، اقترح اعتماد الإجراءات الأكثر تأثيراً على استهلاك الطاقة بحيث تنخفض فترة استرداد رأس المال إلى 10 سنوات. وتجدر الإشارة إلى عدم توفر المعلومات عن هذه الإجراءات الهادفة إلى جعل ريعيتها أكثر اقتصادية.

اعتمد Yvonne Hofman [31] على معاملي التحويل الآتيين: 2.54 kgCO₂ eq/liter للمازوت، و 0.538 kgCO₂ eq/kWh للكهرباء.

إن المعلومات الواردة في تقرير Yvonne Hofman [31] مشابهة للمعلومات الواردة في دراسة تحليلية للسوق وتقييم الإمكانيات لمشروع تحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع البناء في دول البحر الأبيض المتوسط [39]. يدون الجدول (37) إمكانيات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا [39].

إن مصدر المعلومات في هذين المرجعين [31] و [39] هو "دار محجوب" وهي شركة خاصة تصنع نوافذ وأبواب U-PVC. ينحصر الفرق بين الجدولين (36) و (37) في حساب الوفر الكلي لـ 11 ألف شقة سكنية في الجدول الثاني، بينما جرى حساب الوفر الكلي لـ 50 ألف شقة سكنية في الجدول الأول.

لا تتوفر معلومات تفصيلية عن إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المشروع النموذجي في ضاحية قدسيا (المواد المستخدمة وسمك العازل الحراري وغيرها). إضافة إلى ذلك، ينبغي التأكد من بعض القيم المنشورة، فمثلاً تعتبر قيمة معامل النقل الحراري للنافذة من الألمنيوم بزجاج مفرد والمقدرة بـ $(8.35 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ كبيرة. كما أن قيمة هذا المعامل للجدار بعد العزل $(0.53 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ أقل من قيمتها في كود العزل الحراري $(0.8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ ، مما يعني استخدام عازل حراري بسمك أكبر من اللازم، واستخدام نوافذ من U-PVC بمعامل انتقال حراري $(2.4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$ أقل بكثير من القيمة المنصوح باستخدامها في كود العزل الحراري $(3.5-5.2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C})$.

الجدول 37: إمكانيات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مشروع سكن الشباب في ضاحية قدسيا

Potential for Energy Efficiency in the Residential Sector					
Space heating	Conventional building process		New System based on energy-efficient technologies		Potential savings
	lit/day	lit/year	lit/day	lit/year	
Fuel oil consumption/ apartment	15	1800	4.5	540	1260
Fuel oil consumed in heating 11000 apts.	165,000	19,800,000	49,500	5,940,000	13,860,000
Ventilating & Air conditioning	Conventional Building Process		Process based on energy-efficient building technologies		Potential savings
	KWh/day	KWh/year	KWh/day	KWh/year	
	27	3240	11.5	1380	1860
Total energy consumed in heating 11000 apts.	297,000	35640000	126500	15,180,000	20,460,000
<p>Notes: No. of days requiring heating and/or ventilating & air- conditioning: 120 days/year Hours per day: 10 hrs. Conventional insulation: Walls built using concrete blocs + aluminum frame windows (single glazing). Energy-efficient insulation: Cavity Wall Insulation including U-PVC windows (double glazing) Source: Mhd. Khaled Mahjoub, Company Chairman, Mahjoub House , Source: [39]</p>					

يستنتج مما سبق الآتي:

- 1) تجاوز المشروع النموذجي القيم المعتمدة في كود العزل الحراري،
- 2) يعاني المشروع النموذجي المنفذ من فائض كبير من الطاقة الحرارية المنتجة من اللواقط الشمسية المسطحة في فصل الصيف. وينبغي تقييم تجربة التخزين الحراري الفصلي المنفذ في هذا المشروع (تركيب خزان معزول حرارياً سعته 50 متراً مكعباً)،
- 3) لذا لم يستغرب اعتبار هذا المشروع النموذجي غير مجدي اقتصادياً،
- 4) حتى في حال اعتماد قيم كود العزل الحراري، فإن المشروع سيبقى غير مجد اقتصادياً،
- 5) لهذه الأسباب يعتبر المشروع النموذجي غير قابل للتعميم.

ب- مشروع أبنية ضاحية الشام "مشروع دمر"

أعلن التجمع السكني للنقابات المهنية بدمشق في شهر آب عام 2009 عن طلب استدراج عروض أسعار لتنفيذ دراسة خاصة بتزويد أبنية ضاحية الشام بالماء الساخن بواسطة الطاقة الشمسية. ومن المتوقع أن يجري تنفيذ هذا المشروع الهام بعد الانتهاء من إعداد الدراسة.

تحتوي ضاحية الشام نماذج الأبنية الآتية:

- بناء برجى من 50 شقة سكنية مؤلف من 12 طابق وقبو (نموذج T1)، عدد الأبراج 42 والعدد الكلي لشقق الأبراج 2100 شقة.
- بناء طابقي بفاصل واحد مؤلف من 8 شقق سكنية و4 طوابق مع أعمدة (نموذج A1). عدد الأبنية 91 بناء.
- بناء طابقي بفاصلين مؤلف من 16 شقق سكنية و4 طوابق مع أعمدة (نموذج C4). عدد الأبنية 80 بناء.
- بناء طابقي بثلاثة فواصل مؤلف من 24 شقق سكنية و4 طوابق مع أعمدة (نموذج E1). عدد الأبنية 24 بناء.

تبلغ المساحة الطابقية الإجمالية لـ 4800 شقة سكنية 699500 متراً مربعاً، بمعدل وسطي 145 متراً مربعاً للشقة الواحدة. تستهلك جميع الشقق السكنية حوالي تسعة ملايين لتر مازوت سنوياً لأغراض التدفئة وتسخين المياه، بمعدل 1875 لتر مازوت لكل شقة. وتستهلك هذه الشقق السكنية حوالي ثلاثة ملايين لتر مازوت سنوياً لأغراض تسخين المياه في فصل الصيف، بمعدل 625 لتر مازوت لكل شقة. ويقدر المردود الوسطي للمراجل بحوالي 40% نظراً لقدمها وتعطل أجهزة التحكم بمنظومة التدفئة وتسخين المياه.

يعتزم التجمع السكني للنقابات المهنية أيضاً إجراء العزل الحراري الخارجي لجميع شقق المشروع، وقد بدأ بتنفيذ العزل الحراري لعدة نماذج من الأبنية بهدف التوصل إلى الحل الاقتصادي.

كما يرغب التجمع السكني للنقابات المهنية بطرح المشروعين (تسخين المياه بالطاقة الشمسية وتحسين الأداء الحراري للأبنية ضمن إطار آلية التنمية النظيفة).

▪ مقترح الوفر الحراري الممكن من العزل الحراري للأبنية السكنية

يحوي الملحق (17) حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء لشقة سكنية نموذجية قبل وبعد العزل الحراري. يدون الجدول (38) نتائج هذه الحسابات.

الجدول 38: نتائج حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء (الملحق 17)

معامل انتقال الحرارة (W/m ² .K) U-Value		عنصر البناء
بعد العزل	قبل العزل	
0.96 ≈ 1.0	1.84	السطح (سمك العازل 2 سم)
0.915 ≈ 1.0	2.92	الجدار الخارجي المصمت (سمك العازل 3 سم)
1.77 ≈ 1.8	3.38	الواجهة (سمك العازل 3 سم)
5.2	5.2	نافذة ألومنيوم بزجاج عادي مفرد
2.03	2.03	الأرضية

يتضح من الجدول (38) الآتي:

- النسبة المئوية لتحسين العزل الحراري للسطح:

$$U_{\text{Roof}} - U_{\text{Roof},i} / U_{\text{Roof}} = 1.84 - 0.96 / 1.84 = 47.8 \%$$

- النسبة المئوية لتحسين العزل الحراري للجدار الخارجي:

$$U_{\text{Wall}} - U_{\text{Wall},i} / U_{\text{Wall}} = 2.92 - 0.915 / 2.92 = 68.7 \%$$

- النسبة المئوية لتحسين العزل الحراري للواجهة:

$$U_{\text{Facad}} - U_{\text{Facad},i} / U_{\text{Facad}} = 3.38 - 1.77 / 3.38 = 47.6 \%$$

لتحقيق الغاية من هذا التقرير، ينبغي إيجاد حل يمكن من تقدير إمكانيات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني. يكمن الهدف إبدأً في اعتماد قيم لمعاملات النقل الحراري بحيث تحقق الجدوى الاقتصادية.

انطلاقاً من الجدول (38)، تقترح الدراسة الحالية اعتماد القيم الآتية لمعاملات انتقال الحرارة:

الأرضية: (2.03 W/m².K)

السطح: (1.0 W/m².K)

الواجهة: (1.8 W/m².K)

الجدار الخارجي: (1.0 W/m².K)

النافذة: (5.2 W/m² °C)

يمكن تقدير الأداء الإجمالي لكامل غلاف البناء بحساب قيمة "معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك" للغلاف (U_{Overall}-value) الذي يأخذ بعين الاعتبار معاملات الانتقال الحراري لكل من السطح والجدران الخارجية والأرضية والنوافذ:

إن معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك لكامل غلاف البناء قبل العزل الحراري (مع الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall} = U_{Ceiling} + U_{Wall} + U_{Floor} + 0.2 \times U_{Window}$$

$$U_{Overall} = 1.84 + 2.92 + 2.03 + 0.2 * 5.2 = \mathbf{7.83 \text{ W/m}^2.K}$$

إن معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك لكامل غلاف البناء **قبل** العزل الحراري (**دون** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall} = U_{Ceiling} + U_{Wall} + 0.2 \times U_{Window}$$

$$U_{Overall} = 1.84 + 2.92 + 0.2 * 5.2 = \mathbf{5.80 \text{ W/m}^2.K}$$

إن معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك المقترح لكامل غلاف البناء **بعد** العزل الحراري (**مع** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall,i} = U_{Ceiling,i} + U_{Wall,i} + U_{Floor,i} + 0.2 \times U_{Window,i}$$

$$U_{Overall,i} = 1.0 + 1.0 + 2.03 + 0.2 * 5.2 = \mathbf{5.07 \text{ W/m}^2.K}$$

إن معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك المقترح لكامل غلاف البناء **بعد** العزل الحراري (**دون** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall,i} = U_{Ceiling,i} + U_{Wall,i} + 0.2 \times U_{Window,i}$$

$$U_{Overall,i} = 1.0 + 1.0 + 0.2 * 5.2 = \mathbf{3.04 \text{ W/m}^2.K}$$

إن الفرق النسبي لمعامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك قبل وبعد العزل (**مع** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall} = 7.83 - 5.07 / 7.83 = \mathbf{35\%} / U_{Overall,i} - U_{Overall}$$

إن الفرق النسبي لمعامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك قبل وبعد العزل (**دون** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$= \mathbf{47.6\%} 0.85 / 4.03 - 0.85 U_{Overall} = / U_{Overall,i} - U_{Overall}$$

لكن بالرجوع إلى كود العزل الحراري للأبنية السكنية في سورية (الجدول 34) نجد القيمة العظمى لمعامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك (**مع** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية):

$$U_{Overall,i} = U_{Ceiling,i} + U_{Wall,i} + U_{Floor,i} + 0.2 \times U_{Window,i}$$

$$U_{Overall,i} = 0.5 + 0.8 + 1.0 + 0.2 \times 5.2 = \mathbf{3.34 \text{ W/m}^2.K}$$

ودون الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية:

$$U_{Overall,i} = U_{Ceiling,i} + U_{Wall,i} + 0.2 \times U_{Window,i}$$

$$U_{Overall,i} = 0.5 + 0.8 + 0.2 \times 5.2 = \mathbf{2.34 \text{ W/m}^2.K}$$

إن الفرق النسبي لمعامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك قبل وبعد العزل، في حال اعتماد قيم كود العزل الحراري (**مع** الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall} = 7.83 - 3.34 / 7.83 = 57\% / U_{Overall,i} - U_{Overall}$$

إن الفرق النسبي لمعامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك قبل وبعد العزل، في حال اعتماد قيم كود العزل الحراري (ديون) الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية) هو:

$$U_{Overall} = 5.80 - 2.34 / 5.80 = 59.7\% / U_{Overall,i} - U_{Overall}$$

يلخص الجدول (39) نتائج هذه الدراسة.

الجدول 39: نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً

القيمة	الوحدة	
الجدران الخارجية (100 متراً مربعاً للجدران، 20 متراً مربعاً للنوافذ)		
7436	W	الفاقد الحراري للجدران الخارجية غير المعزولة (مع نوافذ)
3894	W	الفاقد الحراري للجدران الخارجية المعزولة (مع نوافذ)
3542	W	الوفر الحراري بين الجدران الخارجية المعزولة وغير المعزولة
3046	kcal/h	
0.354	liter mazout/hr	
450	liter mazout	الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
9225	SL/yr	قيمة الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
1771	kWh/yr	الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
4268	SL/yr	قيمة الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
السطح (120 متراً مربعاً)		
4858	W	الفاقد الحراري للسطح غير المعزول
2534	W	الفاقد الحراري للسطح المعزول
2324	W	الوفر الحراري بين السطح المعزول وغير المعزول
1999	kcal/h	
0.232	liter mazout/hr	
295	liter mazout	الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
6048	SL/yr	قيمة الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
1162	kWh/yr	الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
2800	SL/yr	قيمة الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
الشقة السكنية		
12294	W	مجموع الفاقد الحراري عبر السطح والجدران الخارجية قبل العزل
6428	W	مجموع الفاقد الحراري عبر السطح والجدران الخارجية بعد العزل
5866	W	مجموع الوفر الحراري من عزل السطح والجدران الخارجية
5045	kcal/hr	

0.587	liter mazout/hr	
745	liter mazout/yr	مجموع الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
15273	SL/yr	مجموع قيم الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة
2933	kWh/yr	مجموع الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
7068	SL/yr	مجموع قيم الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
22341	SL/yr	مجموع قيم الوفر السنوي في المازوت والكهرباء لأغراض التدفئة والتكييف
33000	SL	الكلفة الأساسية للعزل الحراري
1.5	Years	فترة استرداد رأس المال

تجدر الإشارة إلى أنه يمكن في المستقبل اعتماد القيم الواردة حالياً في كود العزل الحراري حين يلغى الدعم كلياً عن حوامل الطاقة أو حين تقدم الحكومة تسهيلات وحوافز قيمة.

تفيد الأدبيات المنشورة في هذا المجال أنه يمكن تخفيض الاستهلاك الطاقوي في بناء سكني بنسبة تصل إلى 70-75%.

يتضمن الملحق (17) أيضاً حساب الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً.

يمكن تغطية الكلفة الأساسية للعزل الحراري للشقة السكنية خلال فترة زمنية أقل من عامين، وذلك دون أخذ بعين الاعتبار الوفر الناتج عن تخفيض استطاعة التجهيزات (للشقق الجديدة).

نستنتج أيضاً من الجدول (39) نسبة الوفر الإجمالية (دون أخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري من الأرضية الذي لم يحسب في هذا المثال):

مجموع الفاقد الحراري قبل العزل - مجموع الفاقد الحراري بعد العزل

مجموع الفاقد الحراري قبل العزل

أي:

$$12294 - 6428 / 12294 = 5866 / 12294 = 47.7\%$$

وهي النسبة ذاتها المحسوبة أعلاه باستخدام معادلة "معامل الانتقال الحراري الإجمالي المشترك" (دون أخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري عبر الأرضية). ويعني هذا أنه يمكن تقدير الوفر الحراري من أي شقة سكنية باستخدام مفهوم "معامل الانتقال الحراري الكلي المشترك".

يدون الجدول (40) مقارنة بين نتائج هذه الدراسة المقترحة ونتائج الدراسة الواردة في الجدول (36) أو الجدول (37).

الجدول 40: مقارنة بين نتائج دراسة الملحق (17) ونتائج دراسة الجدول (37)

الدراسة في الجدول (37)	الدراسة في الملحق (17)	الوحدة	
1260	745	liter/yr	مجموع الوفر السنوي في المازوت لغرض التدفئة
15.75	6.2	liter/m ² .yr	مجموع الوفر السنوي في المازوت للتدفئة لواحدة المساحة
1860	2933	kWh/yr	مجموع الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف
23.25	24.44	kWh/ m ² .yr	مجموع الوفر السنوي في الكهرباء للتكييف لواحدة المساحة

يتضح من المقارنة في الجدول (40) أن الوفر السنوي في الكهرباء لواحدة المساحة متساوٍ تقريباً في الدراستين، بينما الوفر السنوي في المازوت لواحدة المساحة يزيد عن الضعف في دراسة مشروع قدسياً نظراً لاستخدام قيم أخفض لمعاملات انتقال الحرارة.

إن نتائج الدراسة في الملحق (17) أكثر إقناعاً من نتائج الدراسة في مشروع قدسياً، لذا سيجري الاعتماد عليها في تقدير إمكانات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني.

▪ مقترح إمكانات العزل الحراري للأبنية السكنية في عام 2030

توجد طريقتان لتقدير الإمكانيات المتاحة لعزل الأبنية السكنية حرارياً، تتلخص الأولى في حصر جميع المشروعات السكنية الجديدة الكبيرة التي تشرف عليها شركات حكومية وتعاونية وخاصة مع استطلاع رأي هذه الشركات حول إمكانات إدراج العزل الحراري في برامجها، أما الثانية فتتلخص في افتراض نسبة معينة من المساكن الممكن تنفيذ العزل الحراري فيها. لكن قبل اختيار الطريقة المناسبة لا بد أولاً من إلقاء الضوء على واقع حال الأبنية وكود العزل الحراري:

1. إن معظم الأبنية السكنية القائمة والحديثة "تجارية" أي أنها تبنى بأقل كلفة ممكنة،
2. بعد مضي أكثر من عامين على إصدار وتطبيق كود العزل الحراري للأبنية السكنية، تشير المعلومات إلى عدم التقيد بتنفيذ متطلباته من قبل معظم المقاولين والشركات العاملة في مجال البناء.
3. إن متطلبات كود العزل الحراري لا تشجع المقاولين وشركات البناء على اعتمادها لأنه في حال تطبيقها سترتفع الكلفة التأسيسية بنسبة قد تكون غير مقبولة للمكثبين على الشقق السكنية. في هذه الحالة يمكن للمقاولين وشركات البناء تنفيذ العزل الحراري بمتطلبات أقل من تلك الملزمة في كود العزل الحراري.
4. يحتاج تطبيق كود العزل الحراري مزيد من الوقت ومزيد من ورش العمل لشرحه ومزيد من حملات التوعية.
5. حين إعداد كود العزل الحراري لم تؤخذ الاعتبارات الاقتصادية بعين الاعتبار، لذا ينبغي إعادة النظر به.
6. لا تقدم الحكومة في الوقت الراهن أية تسهيلات وحوافز لتشجيع العزل الحراري للأبنية السكنية.
7. يحتاج تنفيذ العزل الحراري الخبرة اللازمة (خاصة فيما يتعلق بتجنب الجسور الحرارية ورشح الماء أو الرطوبة) وهي غير متوفرة على نطاق واسع في القطر. وقد يؤدي التنفيذ السيئ للعزل الحراري إلى حدوث مشاكل مع قاطني الشقق السكنية. تجدر الإشارة في هذا الموضوع إلى أن كلفة الأخطاء الناتجة عن العزل الحراري تقدر

بنحو 10 مليارات يورو سنوياً في ألمانيا التي تعتبر أكثر البلدان الأوروبية تقدماً في مجال العزل الحراري للأبنية السكنية.

8. على الرغم من جهود الحكومة الحثيثة لمنع البناء دون ترخيص، إلا أن هذه الظاهرة ستستمر لكن بوتيرة منخفضة.
9. لم تكن نتائج العزل الحراري في المشروع التجريبي في ضاحية قدسيا مشجعة لاقتراح تعميم هذا المشروع النموذجي على كامل الشقق السكنية لمشروع سكن الشباب (50 ألف شقة).

على الرغم من أفضلية الطريقة الأولى لكنها تحتاج مزيد من الوقت لجمع المعلومات، مما يسبب في تأخر إصدار هذا التقرير من جهة، إضافة إلى صعوبة الحصول على معلومات دقيقة من معظم شركات البناء التي تقتصر نماذج عملية لأبنية معزولة حرارياً من جهة أخرى. لذا لا بد من اعتماد الطريقة الثانية.

لتقدير الإمكانيات المتاحة لاستخدام العزل الحراري، سيتم التركيز على الأبنية السكنية الحديثة نظراً لسهولة تنفيذ العزل الحراري فيها مقارنة مع الأبنية القديمة من جهة، ولأنها الوحيدة المشمولة بأحكام كود العزل الحراري من جهة ثانية.

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 سبق ذكره حول واقع الحال في الأبنية، فإن اختيار عدد المساكن المرشحة لعزلها حرارياً خلال العشرين سنة القادمة يعتمد على العوامل الآتية:

1. إمكانية انخفاض الطلب السنوي على المساكن مستقبلاً عن الرقم التقديري أعلاه في حال انخفاض معدل النمو السكاني عن 2.2% سنوياً،
2. إذا أمكن تصنيف الأبنية السكنية حسب مستواها أي حسب المواد المستخدمة في تشييدها إلى درجات ممتازة وأولى ثانية وثالثة، فيتوقع التحول من "أبنية تجارية-درجة ثالثة" إلى أبنية "درجة أولى أو ثانية" في حال ازدياد معدل مستوى دخل الفرد في سورية خلال العشرين سنة القادمة، وبالتالي تزداد نسبة المساكن المرشحة لتنفيذ العزل الحراري فيها،
3. ارتباط أسعار حوامل الطاقة في سورية ارتباطاً وثيقاً بمدى انتشار العزل الحراري في الأبنية السكنية، فإن كانت هذه الأسعار منخفضة إلى متوسطة نسبياً فلن تساعد على نشر العزل الحراري على نطاق واسع. صحيح أن الحكومة أعادت النظر في تعرفه حوامل الطاقة حيث ازدادت أسعارها خلال السنتين الماضيتين، لكن الدعم تحول من "دعم لحوامل الطاقة" إلى دعم مادي عن طريق "قسائم المازوت" ثم إلى دعم مادي مباشر قدره عشرة آلاف ليرة سورية لكل عائلة لكن بشروط أي "الدعم للعائلات المستحقة"،
4. تعلق مدى انتشار العزل الحراري بكلفة وتوفير مواد العزل الحراري. فمن المعروف أن العازل الحراري المصنوع من البوليسترين الممدد رخيص نسبياً ويصنع محلياً، إلا أن البوليسترين المبتوق يتمتع بمواصفات أفضل (الجدولان 1 و 2 في الملحق 18)، لكن سعره أعلى بقليل ولا يصنع حالياً في سورية بل يستورد. يعتبر البوليسترين المبتوق صديق للبيئة لأنه يمكن تصنيعه من مواد مستعملة. استخدم البوليسترين المبتوق المستورد من السعودية في المشروع التجريبي في ضاحية قدسيا،
5. تعلق مدى انتشار العزل الحراري بازدياد الوعي العام والاهتمام بشؤون البيئة.

يستنتج مما سبق أنه من المنطق اقتراح أرقام متواضعة للمساكن الجديدة المرشحة لتنفيذ العزل الحراري فيها. لذا تقترح الدراسة الحالية ثلاثة احتمالات (سيناريوهات) مدونة في الجدول (41) لعدد هذه المساكن على افتراض أن وسطي مساحتها هو 120 م².

الجدول 41: توقعات عدد المساكن المعزولة حرارياً حتى عام 2030 (مساحة المسكن الواحد 120 م²)

السيناريو	عدد المساكن المعزولة حرارياً في السنة	العدد الإجمالي للمساكن المعزولة حرارياً في عام 2030
1. ضعيف	10,000	200,000
2. متوسط	30,000	600,000
3. عال	50,000	1,000,000

■ حساب الوفرة الممكن من العزل الحراري للمساكن المقترحة عزلها في عام 2030

انطلاقاً من نتائج الحسابات أعلاه على شقة سكنية مساحتها 120 م²:

مجموع الوفرة السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة: 745 liter mazout/yr

مجموع الوفرة السنوي في الكهرباء لغرض التكييف: 2933 kWh/yr

يدون الجدول (42) الوفرة الممكن من عزل المساكن المقترحة في الجدول (41) وذلك لغرض التدفئة (مليون لتر مازوت) ولغرض التكييف (جيجا واط ساعي). كما يدون الجدول (43) الوفرة نفسه لكن بوحدة كيلو طن مكافئ نطف.

الجدول 42: الوفرة الممكن من عزل المساكن المقترحة عزلها حرارياً في عام 2030

السيناريو	العدد الإجمالي للمساكن المعزولة حرارياً في عام 2030	الوفرة في كمية المازوت (10 ⁶ liter)	الوفرة في الكهرباء (GWh)
ضعيف	200,000	149	587
متوسط	600,000	447	1760
عال	1,000,000	745	2933

الجدول 43: الوفرة الممكنة من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030

السيناريو	الواحدة	مازوت	كهرباء*	المجموع أو (%)
ضعيف	ktoe	128	147	275
	%	47%	53%	100%
متوسط	ktoe	384	440	824
	%	47%	53%	100%
عال	ktoe	641	733	1374
	%	47%	53%	100%

* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

تجدد الإشارة أخيراً إلى أن تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الملحق 8) عالج هذا الموضوع في فقرة:

Improved Building Envelope Measures for Residential, Commercial, and Government Buildings

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، أو 100 GWh تقريباً في العام (على مدار الفترة الواقعة بين 2010 و2030).

حين إعداد تقرير دراسة الطلب على الطاقة خلال عامي 2003 و 2004، كانت حوامل الطاقة لا تزال مدعومة، لذا لم تكن الظروف مشجعة لاقتراح قيمة أكبر للوفرة.

يستنتج من هذه المقارنة أن السيناريو الضعيف هو السيناريو الأقرب للواقع ولذا سيجري اعتماده في الفقرات اللاحقة.

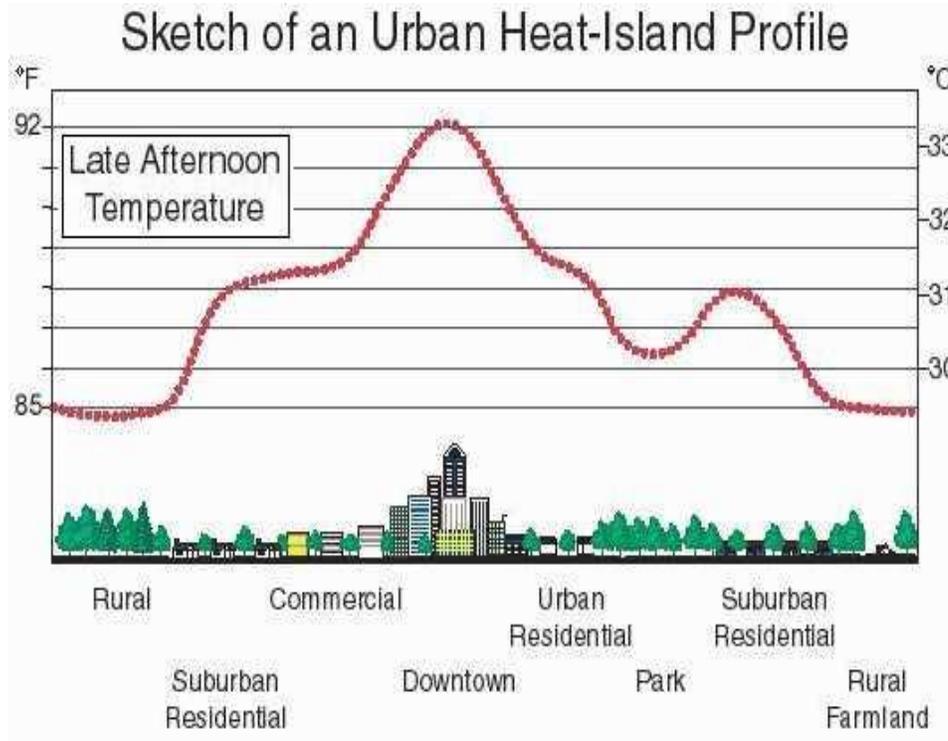
2.6.7 الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي

يلجأ بعض قاطني الشقق السكنية في الطوابق الأخيرة إلى رش سطح البناء بالجير (الكلس) الرخيص الثمن في بداية كل صيف لتخفيف انتقال الحرارة الممتصة من أشعة الشمس إلى داخل الشقة، مما يساعد على تبريد الشقة نسبياً.

إن تغيير انعكاسية السطح لأشعة الشمس (ألبيدو-Albedo) معروف منذ قديم الزمان ويساعد على تبريد السطح "Cool roofs". يصنف هذا الإجراء ضمن إجراءات تخفيف الانبعاثات الغازية ومكافحة التسخين العالمي باستخدام فرع جديد من فروع الهندسة يعرف بهندسة جغرافية الأراضي Geo-engineering. إن زيادة انعكاسية السطح لأشعة الشمس تساعد على تخفيض الكسب الحراري من أشعة الشمس (قصيرة الموجة) وتخفيض درجة حرارة السطح وبالتالي تخفيض انبعاث الإشعاع الحراري تحت الأحمر (طويل الموجة) نحو الجو.

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 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 tCO₂ [40]. إن انعكاسية الأرصفة لأشعة الشمس يمكن أن تزداد بمقدار وسطي 15%، وبالتالي يخفف من انبعاث 4 tCO₂/100m² [40].

تكمّن فوائد انعكاس الضوء نحو الجو في تبريد السطح وتخفيض حمل التكييف وزيادة الراحة الحرارية. وفي حال انتشار هذا الانعكاس على نطاق واسع في الأسطح والأرصفة داخل المدينة فإنه يساهم في تخفيض الجزر الحرارية في فصل الصيف (الشكل 9)، ويخفض الحمل الإجمالي للتكييف كما يخفف من الطلب على الحمل الكهربائي عند الذروة ويحسن نوعية الهواء الخارجي والراحة الحرارية.



الشكل 9: منحنى الجزيرة الحرارية في المدينة

لا تنحصر فوائد انعكاس الضوء نحو الجو في تخفيض حمل التكييف فقط، بل توجد فائدة أكثر أهمية وهي تخفيض ما أطلق عليه "الإجبار الإشعاعي" "Radiative forcing" للأسطح (إشعاع حراري طويل الموجة تحت الأحمر)، حيث يعزز هذا المفهوم من ظاهرة الاحتباس الحراري. يمكن للأسطح والأرصفة في المدن أن تتحول إلى أسطح باردة خلال فترة زمنية وسطية تقدر بحوالي 15 إلى 20 عاماً مثلاً (الفترة الزمنية الوسطية لتجديد الأسطح والأرصفة) وبالتالي تخفف من انبعاث الغازات بمقدار يزيد عدة مرات عن مقدار التخفيض الناتج عن نقصان حمل التكييف خلال الفترة الزمنية نفسها.

إن كمية الحرارة المتبادلة بين سطح الأرض والسماء (الإشعاع الحراري السماوي) يتعلق بالفرق بين درجة حرارة الأرض T_e ومتوسط درجة حرارة السماء T_s وفق العلاقة الآتية:

$$Q_o \sim (T_e - T_s)^4$$

لفهم مصطلح "الإجبار الإشعاعي" نفترض أن مستويات انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري ترتفع، مع بقاء أي شيء آخر ثابتاً بما في ذلك درجة حرارة الأرض (T_e).

إن إضافة غازات دفيئة جديدة يجعل من الغلاف الجوي كثيفاً أكثر للأشعة تحت الحمراء الصادرة من سطح الأرض، مما يعني أن وسطي الارتفاع بدءاً من الارتفاع صعوداً الذي تنبعث منه الأشعة تحت الحمراء نحو الفضاء (أو حتى 5 كم) سيرتفع. من جهة أخرى، تزداد البرودة مع ازدياد الارتفاع في طبقة التروبوسفير (أي أن $T_s < T_{s1}$ ، وتتناقص وتصبح $T_s < T_{s1}$).

وبازدياد وسطي ارتفاع الانبعاثات، فإن كلاً من درجة الحرارة الإشعاعية الفعالة للأرض، وبالتالي كمية الأشعة تحت الحمراء المنبعثة نحو الفضاء ستخفضان، لكن مقدار الانخفاض في درجة حرارة سطح الأرض بفعل انبعاث الأشعة يكون أكبر من الانخفاض في متوسط درجة حرارة السماء:

$$Q_{o1} \sim (T_{e1} - T_{s1})^4 < Q_o$$

ومع افتراض أن تدفق الإشعاع الشمسي Q_i (الذي ينفذ معظمه عبر غازات الدفيئة) يبقى ثابتاً (في الحقيقة يتغير قليلاً)، فإن التدفق الصافي (الفرق بين التدفقات الداخلة والخارجة) يصبح موجباً:

$$Q_i - Q_{o1} > 0$$

بدلاً من أن يكون معدوماً:

$$Q_i - Q_o = 0$$

إن التدفق الصافي الموجب هو المسؤول عن ارتفاع درجة حرارة الأرض.

إن كلفة الطلاء الأبيض الزهيدة وكمية الطاقة الموفرة الكبيرة نسبياً تشجع على إلزام شركات البناء باستخدام مواد بيضاء اللون للأسطح، وقد تحقق ذلك في ولاية كاليفورنيا الأمريكية في الأبنية غير السكنية منذ عام 2005.

تشجع مواصفات ومعايير الأبنية على تبني "الأسطح الباردة" منها على سبيل المثال:

- **ASHRAE Standard 90.1-2007** prescribes cool materials for low-sloped roofs on nonresidential buildings in some U.S. climates.
- **ASHRAE Standards 90.1-2004 and 90.1-2001** offer credits for cool materials for low sloped roofs on nonresidential buildings in some U.S. climates.
- **ASHRAE Standard 90.2-2004** offers credits for cool materials for all roofs on residential buildings in some U.S. climate zones.
- **LEED Green Building Rating System.** The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Green Building Rating System assigns one rating point for the use of a cool roof in its Sustainable Sites Credit.

في حال تحولت الأسطح والأرصفت في المدن الواقعة في المناخات المعتدلة والمدارية والتي تقدر مساحتها بحوالي 1% من مساحة الأرض إلى أسطح باردة، فإنه ينتج عن ذلك تخفيض 44 Gt CO_2 من الإنبعاثات أي ما يعادل القيمة الإجمالية للإنبعاثات في العالم خلال عام واحد [40].

يدون الجدول (44) حسابات الوفر الإجمالي الممكن في عام 2030 الناتج عن تحويل جميع أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة وذلك بافتراض زيادة انعكاسية الأسطح للإشعاع الشمسي بمقدار 20%، وعلى افتراض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستتم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

يتضمن المرجع [40] جدولاً بمقدار التوفير السنوي الممكن من حمل التكييف (الناتج عن زيادة انعكاسية الأسطح للإشعاع الشمسي بمقدار 20%) في عدد كبير من مدن العالم منها دمشق (المحطة المناخية لمطار دمشق الدولي). فمن أجل درجات الأيام للتكييف قدرها $\text{CDD}_{18=1074} = 1074^\circ\text{C-days}$ لمنطقة مطار دمشق يكون التوفير 278 kWh/y لكل 100 m^2 ، أو $2.78 \text{ kWh/m}^2/\text{y}$.

يدون الجدول (45) حسابات الوفر 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 وذلك بافتراض الوفر في الطاقة الكهربائية قدره $2.78 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ ، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستتم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

الجدول 44: الكمية المتجنبة من إنبعاث CO_2 والناتجة من زيادة انعكاسية السطح بنسبة 20% في المناطق الحضرية في سورية

#	البند	القيمة
1	مساحة سورية	$186 \times 10^9 \text{ m}^2$
2	المساحة المقدرة للأسطح في سورية في عام 2007	$282,771,000 \text{ m}^2$
3	المساحة المقدرة للأسطح في سورية في عام 2010	$0.3 \times 10^9 \text{ m}^2$
4	الكمية المتجنبة من إنبعاث CO_2 والناتجة من زيادة انعكاسية السطح بنسبة 20% من السطح	$-50 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$
5	التخفيض الممكن في إنبعاث CO_2 من الأسطح الباردة (ليست سنوياً) (السطر 3 x السطر 4)	15 Mt CO_2
6	الفترة الزمنية اللازمة لطلاء جميع الأسطح	20 سنة
7	التخفيض السنوي الممكن في إنبعاث CO_2 من الأسطح الباردة (السطر 5 x السطر 6)	$0.75 \text{ Mt CO}_2/\text{yr}$
8	التخفيض الممكن في إنبعاث CO_2 من الأسطح الباردة في عام 2030	15 Mt CO_2
9	كمية إنبعاث CO_2 في سورية في عام 2010	63 Mt CO_2

الجدول 45: الكمية المتجنبة من إنبعاث CO₂ في عام 2030 والناجمة من تخفيض حمل التكييف جراء الأسطح الباردة في المساكن المنزلية المتواجدة في عام 2010

#	البند	القيمة
1	المساحة المقدره للأسطح في سورية في عام 2010	0.3 x10 ⁹ m ²
2	نسبة الأبنية المزودة بمكيفات هواء	1%
3	الوفر الوسطي في الطاقة اللازمة لمكيفات الهواء	2.78 kWh/m ² /yr
4	الوفر السنوي الممكن في عام 2030 (السطر 1 x السطر 2 x السطر 3)	8.34 GWh/yr
5	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من توليد الكهرباء	*0.521 kg CO ₂ /kWh
6	الكمية السنوية المتجنبة من انبعاث غاز CO ₂ (السطر 4 x السطر 5)	4.35 kt CO ₂ /yr

*المصدر: برنامج RETScreen

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 m² تقريباً. يدون الجدول (46) حسابات الوفر 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 الوفر في الطاقة الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

الجدول 46: الكمية المتجنبة من إنبعاث CO₂ في عام 2030 والناجمة من تخفيض حمل التكييف جراء الأسطح الباردة في المساكن المنزلية التي ستشاد بين عامي 2010 و 2030

#	البند	القيمة
1	المساحة المقدره للأسطح في سورية في عام 2030	0.47 x10 ⁹ m ²
2	نسبة الأبنية المزودة بمكيفات هواء	2%
3	الوفر الوسطي في الطاقة اللازمة لمكيفات الهواء	2.78 kWh/m ² /yr
4	الوفر السنوي الممكن في عام 2030 (السطر 1 x السطر 2 x السطر 3)	26.1 GWh/yr
5	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من توليد الكهرباء	*0.521 kg CO ₂ /kWh
6	الكمية السنوية المتجنبة من انبعاث غاز CO ₂ (السطر 4 x السطر 5)	13.6 kt CO ₂ /yr

*المصدر: برنامج RETScreen

أخيراً، يدون الجدول (47) الوفر 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 الوفر في الطاقة الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

الجدول 47: الوفرة الممكنة من إجراءات تخفيض حمل التكييف (الأسطح الباردة) في عام 2030

كهرباء*	الوحدة	الإجراء
8.34	GWh/yr	تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة
2.1	Ktoe	
26.1	GWh/yr	تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة
6.53	Ktoe	
34.44	GWh/yr	المجموع
8.63	Ktoe	

* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

3.6.7 الإضاءة

إن طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مجال الإضاءة هي:

- استبدال المصابيح الموفرة للطاقة (Compact Fluorescent Light bulbs (CFLs) (الشكل 10) بالمصابيح المتوهجة Incandescent light bulbs، حيث أن مردود المصباح المتوهج 5% فقط إضافة إلى عمره القصير. لا ينصح باستخدام المصابيح الموفرة للطاقة في الأسقف التي تزيد عن 4.5 متر، وفي المناطق الخارجية الباردة، وفي الأماكن التي تحتاج تسليط الأضواء عليها Spotlighting.
- تبديل مثبت (أو عاكس) المصباح Lighting fixture، حيث كلما ازداد معامل الانعكاسية كلما ازداد انبعاث الضوء وازداد المردود.
- استبدال القادح الإلكتروني Electronic ballast بالقادح المغناطيسي Magnetic ballast في مصابيح الفلوريسنت، فمثلاً، يضيء في مصباح استطاعته 58 واط حوالي 13 واط في القادح المغناطيسي (20% تقريباً)، بينما لا يضيء سوى 1-2% في القادح الإلكتروني.
- استعمال مصابيح LED وهي مصادر ضوئية نصف ناقلة.

إضافة إلى ذلك، لا تقتصر حلول الإضاءة على التقنيات الخضراء فقط وإنما الذكية أيضاً "Smart lighting" التي تستخدم في توفير الاستهلاك عبر وضع حساسات لأجهزة الإضاءة تعمل بحسب البيئة المحيطة بها، ومنها على سبيل المثال الإضاءة المستخدمة في مواقف السيارات التي يمكن تطبيقها في مناطق أخرى كالشوارع والمكاتب والمرافق العامة. تتوفر حساسات لضوء النهار Daylight sensors وحساسات تواجد الأشخاص Presence sensors (Occupancy sensors) والمؤقتات الزمنية Timers، وأجهزة التحكم لتخفيض شدة الإضاءة Daylight dimming controls في المصابيح القريبة من النوافذ.



الشكل 10: أحجام وأشكال مختلفة للمصابيح الموفرة للطاقة

تتوزع المصابيح الموفرة للطاقة للمباعة في الأسواق بمعلومات كافية تساعد المستهلك على اختيار المصباح المناسب، فمثلاً يكتب "ضوء أبيض يقابل مصباح متوهج 60 واط" (Soft White 60) أو "يقابل مصباح متوهج 60 واط" (60 Watt Replacement). يدون الجدول (48) استطاعة المصابيح الموفرة للطاقة المكافئة لاستطاعة المصابيح المتوهجة.

الجدول 48: المصابيح الموفرة للطاقة المكافئة للمصابيح المتوهجة

المصابيح الموفرة للطاقة (W)	الخرج الأدنى للضوء (Lumens)	المصابيح المتوهجة (W)
9-13	450	40
13-15	800	60
18-25	1100	75
23-30	1600	100
30-52	2600	150

يجب اتخاذ الحيطة اللازمة عند شراء المصابيح الموفرة للطاقة، إذ ينبغي التأكد من صحة الاستطاعة الاسمية للمصباح. يدون الجدول (49) الفرق بين الاستطاعات الاسمية لبعض المصابيح الموفرة للطاقة والمباعة في السوق المحلية والاستطاعات الحقيقية المقاسة لها [18].

من المشروعات الهامة في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة في سورية، مشروع تركيب مصابيح موفرة للطاقة في جامع أمية حيث انخفض استهلاك الكهرباء من 310 MWh إلى 104 MWh خلال 10 آلاف ساعة عمل.

الجدول 49: اختلاف استطاعات المصابيح الموفرة للطاقة عن قيمها المقاسة

نوع المصباح الموفر للطاقة	الاستطاعة الاسمية (W)	الاستطاعة المقاسة (W)	السعر (ل.س)
صينية نوع PL	21	14	175
صينية نوع PL	36	34	250
صينية نوع PL	55	38	325
صينية Osta مع عاكس MR16	9	5	50
صينية OSRAM تكافئ 100 واط	20	17	125
صينية OSRAM تكافئ 120 واط	23	20	150
صينية حلزونية OSRAM تكافئ 100 واط	18	18	150
صينية حلزونية OSRAM تكافئ 120 واط	23	23	160
صينية حلزونية OSRAM تكافئ 75 واط	13	12	150

المصدر: [18]

يتوافر في الأسواق المحلية حالياً مصابيح موفرة للطاقة وبأسعار مناسبة، درجة وثوقية البعض منها منخفضة وأسعارها متدنية. يتوقع في المستقبل تسويق مصابيح أكثر كفاءة للطاقة (LEDs, OLEDs) من المصابيح المتوفرة حالياً. يبين الشكل (11) نسب التوفير في المصابيح الموفرة للطاقة، كما يبين الشكل (12) بعض التقانات الحديثة للمصابيح.

Area of lighting	Energy saving	CO2 savings per lamp per year
Road lighting	HPL → 57% → CosmoPolis	109 kg CO ₂
Shop Lighting	Halo → 80% → CDM	115 kg CO ₂
Office & Industrial Lighting	TL8 → 61% → TL5	77 kg CO ₂
Home Lighting	GLS → 85% → CFLi	34 kg CO ₂
LEDs	GLS → 82% → LED	34 kg CO ₂

Incandescent Watt = (4-5) x fluorescent Watt = 12 LED x Watt

الشكل 11: المصابيح الموفرة للطاقة [38]

التقانة القديمة	التقانة الحديثة
	
<ul style="list-style-type: none"> • مصابيح فلوريسنت قديمة • قاذحات غير فعالة 	<ul style="list-style-type: none"> • مصابيح فلوريسنت TL5 عالية الكفاءة • قاذحات الكترونية فعالة • نظم تحكم بالإضاءة

الشكل 12: تقانة الإنارة الحديثة (1kWh energy = 0.42 kg CO₂) [38]

أطلقت شركة "فيليبس" حملة في أيلول 2009 تمثلت في إيقاف صناعة المصابيح الصفراء المتوهجة ذات الاستهلاك الكبير للطاقة وذلك عبر تزويد الشركات ومحلات التجزئة في أوروبا بالمصابيح الخضراء الصديقة للبيئة، ومن المتوقع أن تستمر هذه الحملة لمدة عام لتتأكد الشركة من انقراض المصابيح المتوهجة. وقد لاقت هذه الحملة تجاوباً كبيراً، حيث تعاونت الحكومات الأوروبية بشكل بارز مع الشركة من حيث إصدار القرارات وتحفيز استخدام التقانات الخضراء في الإنارة.

تشكل الإنارة نسبة تتراوح بين 20% إلى 25% من الاستهلاك الإجمالي للمنازل في سورية [21]. 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 السيئة في سورية نظراً لاستهلاكها الكبير من الطاقة.

خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة إلى إمكانات التوفير في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والصناعي. يدون الجدول (50) مقدار الوفرة من الإجراءات المقترحة (الجدولان 3 و 4 في الملحق 8).

الجدول 50: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإنارة)

الإجراء	الوفرة في عام 2020 (GWh)
1 إنارة عالية الكفاءة في دور العبادة والقطاع الصناعي	477.3
2 مصابيح أنبوبية منزلية عالية المردود و مصابيح CFL	377.1
3 إنارة عالية الكفاءة في القطاعين الحكومي والتجاري	374.6
4 إنارة عالية الكفاءة في الشوارع	249.3
المجموع	1478.3

المصدر: [21]

تقترح الدراسة الحالية اعتماد هذه الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الآتية:

1. لم تتفد هذه الإجراءات حتى تاريخه،
2. استندت على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها،
3. التحليل المنطقي لهذه الإجراءات،
4. صعوبة اقتراح إجراءات أخرى جديدة لضيق الوقت المخصص للدراسة الحالية.

لهذه الأسباب تقترح الدراسة الحالية إزاحة الوفرة المقدر في عام 2020 حتى عام 2030.

يدون الجدول (51) الوفرة الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري والصناعي في عام 2030.

الجدول 51: الوفرة الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في عام 2030

الإجراء	الوحدة	كهرباء*
تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري	GWh	1478.3
	ktoe	369.6

* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

4.6.7 الأجهزة الكهربائية

تشمل الأجهزة الكهربائية المرشحة لإجراءات تحسين الطاقة فيها في القطاع السكني والخدمي والتجاري:

- التلاجات ومكيفات الهواء المنزلية،
- مكيفات الهواء في المنشآت التجارية والحكومية،
- سخانات المياه بالطاقة الكهربائية،
- محركات ضخ مياه الشرب والصرف الصحي.

لم تلحظ باقي الأجهزة الكهربائية لمساهمتها الضعيفة في تخفيف الغازات المنبعثة.

تقدر نسبة المنازل المزودة بأجهزة تكييف هواء في مدينة دمشق بحوالي 40%، وفي ريف دمشق بحوالي 28% [21].

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 التلاجات في سورية من 744 kWh/yr إلى 600 kWh/yr، أو ما يعادل 130 ktoe/yr.

وخلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الجدول 3 في الملحق 8) إلى إمكانات الوفرة في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية المذكورة أعلاه في القطاع السكني والخدمي والتجاري. يدون الجدول (52) مقدار الوفرة من الإجراءات المقترحة (يتضمن الجدول 5 في الملحق 8 ملخصاً عن هذه الإجراءات).

الجدول 52: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الأجهزة الكهربائية)

الوفرة في عام 2020 (GWh)	الجهاز الكهربائي
197.3	1 مكيفات منزلية عالية المردود
82.1	2 تلاججات منزلية عالية المردود
76.8	3 مكيفات عالية المردود في المنشآت التجارية متوسطة وكبيرة الحجم
75.4	4 سخانات مياه عالية المردود مع تحكم بها في المنازل
71.9	5 محركات عالية الكفاءة لضخ مياه الشرب ومياه الصرف الصحي
58.4	6 مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت التجارية الصغيرة
11.2	7 مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت الحكومية
573.1	المجموع

المصدر: [21]

تقترح الدراسة الحالية اعتماد هذه الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الآتية:

- لم تتفد هذه الإجراءات حتى تاريخه،
- استندت على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها،
- التحليل المنطقي لهذه الإجراءات،

- صعوبة اقتراح إجراءات أخرى جديدة لضيق الوقت المخصص للدراسة الحالية.

لهذه الأسباب تقترح الدراسة الحالية إزاحة الوفر المقدر في عام 2020 حتى عام 2030.

يدون الجدول (53) الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري في عام 2030.

الجدول 53: الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في عام 2030

الإجراء	الوحدة	كهرباء*
تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري	GWh	573.1

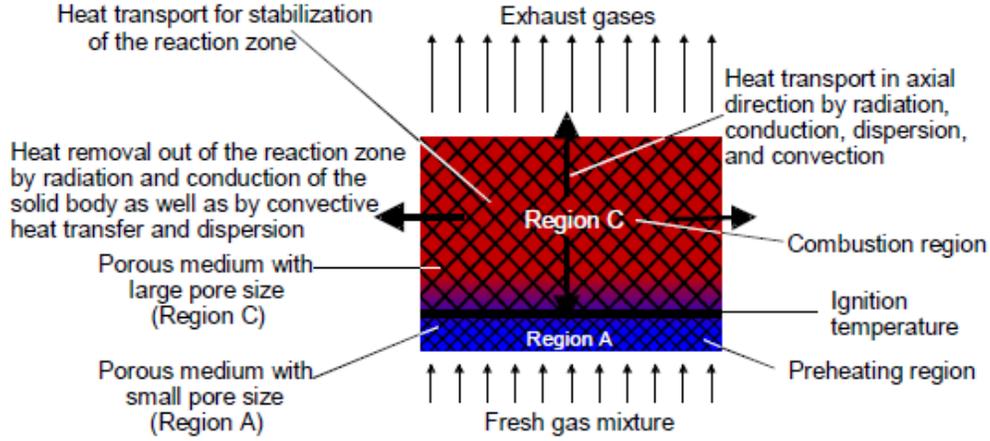
* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

5.6.7 المدافئ التقليدية

يستخدم المازوت في سورية لغرض التدفئة المنزلية سواء في مراحل التدفئة المركزية أو في المدافئ التقليدية المخصصة لتدفئة غرفة واحدة أو أكثر. إن المدافئ التقليدية المصنعة محلياً واسعة الانتشار في سورية ويمكن القول أن حوالي 70 إلى 80% من المنازل تستخدمها لأغراض التدفئة. ويعود السبب الرئيسي في توسع انتشارها إلى رخص أسعارها التي لا تقارن مع أسعار أنظمة التدفئة المركزية.

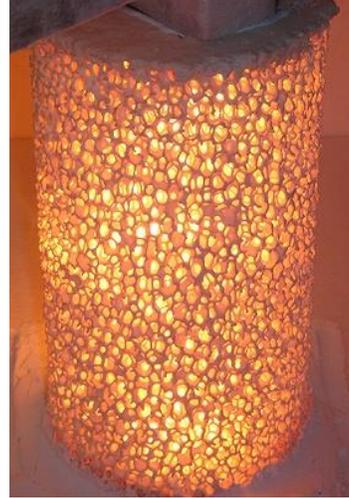
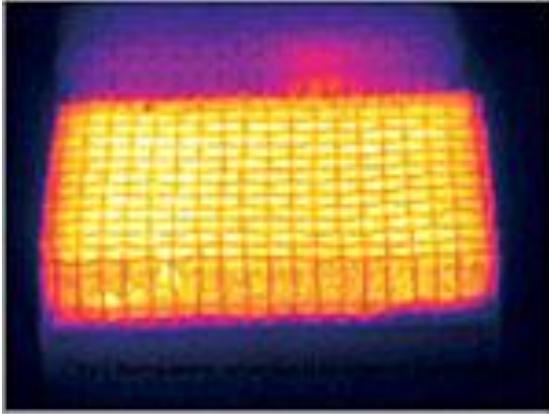
من المعروف أن هذه المدافئ تنفث غازات ناتجة عن الاحتراق وتسبب تلوثاً للبيئة، ليس بسبب كونها غازات ملوثة فحسب وإنما لاحتوائها على مواد قابلة للاحتراق لم تحترق بشكل كامل بسبب سوء تصميم الحراق في هذه المدافئ. يمكن تخفيض الغازات الضارة بالبيئة الناتجة عن احتراق المازوت في المراحل بشكل عام بإحدى الطرق الآتية:

1. زيادة المردود الإجمالي مما يؤدي إلى تخفيض الاستهلاك،
2. تحسين عملية الاحتراق مما يؤدي إلى تخفيض الغازات المنبعثة نحو الجو،
3. استخدام التقانة الحديثة للحراقات "الحراقات ذات الوسط المسامي" Porous medium burner (الشكل 13).



الشكل 13: مخطط توضيحي للحراق المسامي

تعمل هذه التقانة الحديثة على زيادة المردود الإجمالي وتحسين عملية الاحتراق وتخفيض غازات الإحتباس الحراري إلى حد كبير. تجري عملية الاحتراق التقليدية بتبخير الوقود واحتراقه ضمن شعلة حرة منتشرة، أما في التقانة الحديثة فتجري عملية الاحتراق داخل السيراميك الذي يتحمل درجات حرارة عالية (الشكل 14).



الشكل 14: سيراميك محترق عند درجة حرارة قدرها 1200 °C

بالمقارنة مع الاحتراق التقليدي ذو الشعلة الحرة، فإن هذه التقانة الحديثة تقود إلى الميزات الآتية والناجمة عن النقل الحراري الكثيف داخل الجسم المسامي واستقرار الاحتراق [41]:

1. مجال كبير جداً من للاستطاعة بنسبة 1 إلى 20 مقارنة مع الحراقات التقليدية ذات النسبة من 1 إلى 3،
2. كثافة عالية للطاقة، أي حجم الحراق والمبادل الحراري أصغر بعشر مرات من وحدة الحراق والمبادل الحراري التقليدية وذلك من أجل أحمال حرارية متساوية،

3. إنبعاثات منخفضة جداً ($C_{CO} < 7 \text{ mg/(kWh)}$) و ($C_{NOx} < 25 \text{ mg/(kWh)}$) لكامل مجال الاستطاعات،
4. احتراق مستقر.

يتوقع لهذه التقانة أن تنتشر في تطبيقات عديدة منها أنظمة التدفئة المحلية والمركزية في الأبنية السكنية. وعلى اعتبار أن هذه التقانة لا تزال في مرحلة التطوير الأمثل لها فإنه من المتوقع أن تصبح تجارية في المستقبل القريب. إن آفاق استخدام هذه التقانة في المدافئ المنزلية التقليدية في سورية كبيرة جداً.

نظراً لعدم توفر هذه التقانة على المستوى التجاري، فإنه يصعب دراسة إمكانية الاستفادة منها في المدافئ المنزلية وبالتالي يصعب تقدير الوفر من إجراء تحسين الطاقة في هذه المدافئ.

أخيراً، يدون الجدول (54) مجموع الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.

الجدول 54: مجموع الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 (ktoe)

الإجراء	مازوت	كهرباء	المجموع
العزل الحراري للمساكن (السيناريو الضعيف)	128	147	275
تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة	-	2.1	2.1
تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة	-	6.53	6.53
تحسين كفاءة استخدام الإنارة	369.6	369.6	369.6
تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية	143.3	143.3	143.3
المجموع	128	668.53	796.53

إن التشريعات والقرارات الصادرة الآتية ستساعد على تحقيق الإجراءات المدونة في هذا الجدول:

- كود العزل الحراري للأبنية السكنية المعمم بتاريخ 2007/11/22،
- قرار إلزام طالبي الترخيص بالبناء في مدن مراكز المحافظات ومجالس المدن والبلديات بتقديم دراسة ميكانيكية وفقاً لمبادئ وأسس ومواد كود العزل الحراري المعتمد (شهر تشرين الثاني من عام 2009). ولفت القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ (الملحق 14) [36]،
- قانون معايير كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية في القطاعات المنزلية والتجارية والخدمية (صدر برقم 18 تاريخ 2008/10/14). وبتاريخ 2009/10/8 صدرت التعليمات التنفيذية لهذا القانون. يتضمن الملحق (6) اللصاقة الطاقية المقترحة للثلاجات،
- قانون الحفاظ على الطاقة (صدر برقم 3 تاريخ 2009/2/22).

7.7 الوفّر الإجمالي من إجراءات استثمار الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

يدون الجدول (55) مجموع الوفّر الممكن من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.

الجدول 55: مجموع الوفّر الممكن من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030

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

* 1ktoe = 40.0 Tj (الملحق 20)

النتيجة:

يبلغ مجموع الوفّر الممكن في عام 2030: 1183 كيلو طن مكافئ نفط تقريباً أو 47310 تيرا جول. يقابل الوفّر الإجمالي المقترح نسبة 6.0% من الطاقة الأولية المستهلكة في سورية في عام 2005 (19.6 Mtoe، الجدول 1)، كما يقابل نسبة 7.75% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2005 (15.25 Mtoe، الجدول 2). يقابل الوفّر الإجمالي المقترح نسبة 2.45% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2030 (48.359 Mtoe، الجدول 16).

8.7 حساب انبعاث CO₂ بطريقة القطاع Sectoral

يقابل الوفّر 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 للتحوّل القائم من الفيول أويل إلى غاز في توليد الكهرباء، فإن الوفّر في الكهرباء سينعكس على وفّر 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- (الجدول 1 في الملحق 20)، فإن الوفّر الإجمالي المقترح في عام 2030 سينعكس على وفّر في المازوت فقط. يدون الجدول (56) نتائج حساب التخفيض في انبعاث ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 (حسب الدليل في الملحق 21).

الجدول 56: حساب الوفرة في إنبعاث CO₂ في عام 2030 (kt CO₂) تبعاً لإرشادات IPCC المعدلة في عام 1996

MODULE	Energy					
SUBMODULE	CO ₂ from fuel combustion					
WORKSHEET	Step by step calculations					
SHEET	Residential					
	Step 1	Step 2		Step 3		
Residential	A ⁺ Consum. (ktoe)	B ⁺⁺ Conv. Factor (TJ/ktoe)	C Consum. (TJ)	D ⁺⁺⁺ Carbon Emission Factor (t C/TJ)	E Carbon Content (t C)	F Carbon Content (Gg C)
			C=(AxB)		E=(Cx D)	F=(Ex 10 ⁻³)
Gas/Diesel Oil	1182.74	40.0	47310	20.2	955,662	955.662

+ أنظر الجدول (55)

++ أنظر الجدول (1) في الملحق (20)

+++ أنظر الملحق (21)

تابع الجدول (56)

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 x G)	I=(F-H)		K=(I x J)	L=(K x [44/12])
Gas/Diesel Oil	0.5	477.831	477.831	0.99	473.05	1734.5

* أنظر الملحق (21)

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 [8]).

9.7 المشروعات الممكنة والمرشحة ضمن إطار آلية التنمية النظيفة

يدون الجدول (57) المشروعات التي يمكن طرحها وتنفيذها ضمن إطار الاستفادة من آلية التنمية النظيفة.

الجدول 57: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات

فئة المشروع	الوصف	تقدير الإمكانات في سورية
تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع الخدمي (السياحة مثلاً)	تطوير النظام الطاقوي	<ul style="list-style-type: none"> عالية الخيارات: استخدام مصابيح موفرة للطاقة وتجهيزات ذات كفاءة عالية للطاقة وتصميم الأبنية
تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المساكن	تطوير النظام الطاقوي (الإضاءة) والتدفئة والتكييف وتصميم الأبنية	<ul style="list-style-type: none"> عالية بسبب نمو المناطق الحضرية الخيارات: استخدام مصابيح موفرة للطاقة وتجهيزات ذات كفاءة عالية للطاقة وعزل الأبنية
الطاقة الشمسية الحرارية والطاقة الكهروضوئية	أنظمة الطاقة المتجددة	<ul style="list-style-type: none"> استخدام متواضع للطاقة الشمسية إمكانات عالية للطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية نظم كهروضوئية مستقلة صغيرة الحجم في المناطق النائية التطبيقات مرهونة بالتقانات ذات الجدوى الاقتصادية

أما المشروعات المرشحة للتنفيذ ضمن آلية التنمية النظيفة فهي:

1. مشروع سكن الشباب في المحافظات المعنية (تحسين كفاءة استخدام الطاقة واستخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه)
2. ضاحية الشام (مشروع دمر) السكنية (تحسين كفاءة استخدام الطاقة واستخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه)
3. مشروع السخان الشمسي الذي أطلقتته وزارة الكهرباء في عام 2008.

يمكن للجهات المعنية دراسة إمكانية الاستفادة من عائدات آلية التنمية النظيفة لتنفيذ هذه المشروعات قبل حلول عام 2012، حيث أن احتمال قبولها كبير جداً.

1.8 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي

ازداد استهلاك قطاع الصناعة والبناء من الطاقة الأولية من 1.50 مليون طن مكافئ في عام 1994 إلى 1.94 مليون طن مكافئ في عام 1999. ثم انخفض إلى 1.57 مليون طن مكافئ في عام 2005، وذلك بسبب تزايد الاعتماد على الكهرباء والتوسع في عمليات المكننة والأتمتة [8].

لا تتوفر معطيات كافية عن توزيع استهلاك الطاقة في القطاعات الفرعية كالصناعات الهندسية والنسيجية والكيميائية والغذائية والدوائية والإسمنت والسيراميك وغيرها.

تقدر الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل المحركات الصناعية بأكثر من 70% [21] من إجمالي الطاقة الكهربائية في القطاع الصناعي. لذا فإنه ينبغي التركيز على تحسين أداء المحركات وأنظمتها نظراً للوفر الكبير في الطاقة الذي يمكن تحقيقه. يمكن في هذا المجال استبدال المحركات عالية الكفاءة بالمحركات المستخدمة حالياً عند تعطلها أو انتهاء عمرها أو بدلاً من إعادة لفها. يحتاج هذا الإجراء إلى فريق عمل متدرب جيداً يقوم بإجراء دراسات للتدقيق الطاقوي واقتراح الحلول الممكنة لفرص التوفير.

يدون الجدول (58) الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع الصناعي.

الجدول 58: الإجراءات الممكنة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع الصناعي

القطاع الصناعي	
1. الإنارة	2. التبريد
3. رفع مردود العمليات الصناعية	4. التوليد المشترك للكهرباء والحرارة
5. استرجاع الحرارة الضائعة	6. تسخين المياه أو التسخين الأولي
7. نواقل الحركة الفعالة	8. إعادة تأهيل وتحديث الصناعات ذات الكثافة الطاقية العالية كصناعة الإسمنت

إضافة إلى الإجراءات المدونة في الجدول (58) يمكن تزويد المدن الصناعية في عدرا وحسيا والشيخ نجار ودير الزور بالغاز الطبيعي أو بالغاز الضائع الذي يحرق على الشعلة (Waste gas). يحتاج هذا الإجراء إلى دراسة احتياج هذه المدن الصناعية من الغاز الطبيعي وتقدير تكاليف إيصال الغاز إلى مواقع المدن الصناعية.

2.8 تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية

خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الجدول 3 في الملحق 8) إلى إمكانات التوفير في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام المحركات في القطاع الصناعي. يدون الجدول (59) مقدار هذا التوفير.

الجدول 59: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإثارة)

الإجراء	الوفّر في عام 2020 (GWh)
1 محركات عالية الكفاءة للأغراض الصناعية (استطاعات صغيرة)	432.0
2 تطوير نظم المحركات الكهربائية (ضواغط الهواء والمراوح والمضخات) للأغراض الصناعية	322.6
3 محركات عالية الكفاءة للأغراض الصناعية (استطاعات كبيرة)	81.5
4 زمن استخدام العدادات	2.1
المجموع	838.2

المصدر: [21]

تقترح الدراسة الحالية اعتماد هذه الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الآتية:

1. لم تتفد هذه الإجراءات حتى تاريخه،
 2. استندت على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها،
 3. التحليل المنطقي لهذه الإجراءات،
 4. صعوبة اقتراح إجراءات أخرى جديدة لضيق الوقت المخصص للدراسة الحالية.
- لهذه الأسباب تقترح الدراسة الحالية إزاحة الوفر المقدر في عام 2020 حتى عام 2030.
- يدون الجدول (60) الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية في عام 2030.

الجدول 60: الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية في عام 2030

الإجراء	الواحدة	كهرباء *
تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية	GWh	838.2
	ktoe	209.55

* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

3.8 المشروعات الممكنة والمطروحة للتنفيذ ضمن إطار آلية التنمية النظيفة

يدون الجدول (61) المشروعات التي يمكن طرحها وتنفيذها ضمن إطار الاستفادة من آلية التنمية النظيفة.

الجدول 61: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات

فئة المشروع	الوصف	تقدير الإمكانات في سورية
استبدال الوقود بأخر في الصناعة	من المشتقات النفطية إلى الغاز	إمكانية عالية في الصناعة تعطى الأولوية للتحويل إلى الغاز في محطات الطاقة
تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع الصناعي	تطوير الإجراءات واستخدام التوليد المشترك	إمكانية عالية ويمكن تنفيذها على التوازي مع التحويل للغاز ضرورة إجراء دراسة تحليلية نوعية
طاقة الرياح	أنظمة الطاقة المتجددة	إمكانية عالية لا يتوفر في سورية خبرة عملية في هذا المجال
الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية	أنظمة الطاقة المتجددة	استخدام متواضع للطاقة الشمسية إمكانات عالية للطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية
تخفيض غازات الاحتباس الحراري	CO ₂ و CH ₄ و N ₂ O	إمكانية عالية خاصة لغاز N ₂ O من صناعة الأسمدة والأسمدة وغاز CH ₄ من المطامر التقاط وتخزين غاز CO ₂ لفترات زمنية متوسطة إلى طويلة

بمساهمة من الشركة اليابانية Shimizu Construction Co. Ltd، جرى دراسة إمكانية الاستفادة من آلية التنمية النظيفة في القطاع الصناعي في سورية. إن مشروع آلية التنمية النظيفة الذي وضع له وثيقة فكرة المشروع (PIN) Project Idea Note يخص مشروع تخفيض غاز الشعلة في مصفاة بانياس- خفض كمية 10,000 طن كربون مكافئ في العام (الملحق 19). وبهدف تخفيض انبعاث غازات الاحتباس الحراري في الشركة العامة للأسمدة في حمص وقعت هذه الشركة مذكرتي تفاهم مع الشركة اليابانية المذكورة لتنفيذ مشروعين هما:

- خفض انبعاث غاز أكسيد النيتروز N₂O في معمل حمض الأزوت وهو أحد غازات الاحتباس الحراري- خفض كمية 1166920 طن كربون مكافئ خلال /7/ سنوات قابلة للتجديد.
- استخدام غاز الكسح الناتج عن معمل الأمونيا (المنطلق حالياً إلى الهواء) للحرق كوقود بدلاً من الغاز الطبيعي. أعدت دراسة جدوى لهذا المشروع في عام 2008 (الملحق 19)- خفض كمية 850,250 طن كربون مكافئ خلال 10 سنوات قابلة للتجديد.

يساهم هذان المشروعان في نقل وتوطين تقانات إنتاج نظيفة مصادق عليها من قبل الأمم المتحدة، وتحسين الوضع البيئي في الشركة العامة للأسمدة والبيئة المحيطة بها. وعلى صعيد الفوائد الاقتصادية لا يحتاج هذان المشروعان توظيف أي استثمارات محلية لتنفيذهما بل يوفران عائداً اقتصادياً يعادل قيمة نصف الكميات المخفضة من غاز الكربون في سوق الكربون الدولي بعد استرداد الشركة اليابانية لقيمة استثماراتها خلال ثلاث سنوات، إضافة إلى توفير كمية من الغاز الطبيعي تعادل قيمته عشرات الملايين من الليرات السورية [28].

يدون الجدول (62) الوفر الممكن من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في القطاع الصناعي في سورية.

الجدول 62: الوفز السنوي المقدر من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في القطاع الصناعي في سورية

المجموع	تخفيض غاز الشعلة في مصفاة بانياس	استخدام غاز الكسح الناتج عن معمل الأمونيا	محطة أكسيد النتروز N ₂ O	عدد المشروعات
3	1	1	1	
261,725	10,000	85,025	166,700	كمية الغازات المنخفضة (tCO ₂ e)
261.725	10.0	85.025	166.7	كمية الغازات المنخفضة kCERs/y

4.8 صناعة وتجارة أجهزة التكييف والتبريد

في تقرير للأمم المتحدة [32] جرى مسح لمركبات الهيدرو كلورو فلورو كربون (HCFCs) Hydrochlorofluorocarbons في ثلاث دول منها سورية في عام 2005. تدون الجداول (63) و (64) ملخصاً عن نتائج هذا التقرير.

الجدول 63: استهلاك HCFCs في سورية (معظم الاستهلاك في قطاع التبريد وتكييف الهواء)

المجموع (metric tonnes)	غازات HCFCs أخرى (%)	HCFC-141b (%)	HCFC-22 (%)
757	1	27	72

المصدر: [32]

الجدول 64: توقعات الطلب المستقبلي (غير المقيد) على استهلاك HCFCs في سورية

معامل النمو (2015/2005)	الاستهلاك غير المقيد في عام 2015 (metric tonnes)	معدل النمو (%)	الاستهلاك في عام 2005 (metric tonnes)
2.596	1965	10	757

المصدر: [32]

ويدون الجدول (65) الآثار البيئية الناتجة عن تطور استهلاك HCFCs في سورية بين عامي 2005 و2015.

الجدول 65: الآثار البيئية الناتجة عن تطور استهلاك HCFCs في سورية بين عامي 2005 و2015

الزيادة في نضوب الأوزون (ODP tonnes)	الزيادة في التسخين العالمي (tones/tonne CO ₂)
65.39	1,972,410

المصدر: [32]

1.9 توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي

ازداد استهلاك القطاع الزراعي من الطاقة الأولية من 0.69 مليون طن مكافئ في عام 1994 إلى 1.72 مليون طن مكافئ في عام 2005 [8].

يتركز استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي بشكل رئيسي في الآليات الزراعية (جرارات وحصادات ودراسات) ومضخات الري. يقدر استهلاك المازوت في القطاع الزراعي بحوالي 1 مليون طن سنوياً. يبين الجدول (66) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2005 حسب نوع الوقود المستخدم [12].

يوجد فرق في إجمالي الاستهلاك بين مرجع الجدول (66): 1.525 Mtoe ومرجع الجدول (2): 1.68 Mtoe مقدار 0.155 Mtoe أي بنسبة 9%. ستعتمد الدراسة الحالية الجدول (2).

الجدول 66: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي حسب نوع الوقود المستخدم

المجموع	كهرباء	وقود عضوي ونباتي	فحم الكوك	مازوت	
	MWh	kt	kt	kt	
				2102	جرارات وحصادات ودراسات
		43		186	تدفئة بيوت بلاستيكية
			100	30	تدفئة مداجن
	3113				تكييف وتبريد
				4	صيد أسماك
				10	خدمات مساعدة
	9503			514	ري
	990				مياه شرب
	4093	43	001	7139	إجمالي استهلاك
1.525	0.0008	0.0173	0.068	1.439	إجمالي استهلاك*(Mtoe)

المصدر: [12]

*باستخدام معاملات التحويل الآتية: 1GJ=0.0239 toe

كهرباء: 1 MWh= 0.086 toe، مازوت: 43.1 GJ/ton

فحم الكوك (القاسي): 28.5 GJ/ton، وقود نباتي وعضوي (خشب): 16.8 GJ/ton

يدون الجدول (67) الإجراءات الممكنة لتخفيض الانبعاثات الغازية في القطاع الزراعي.

الجدول 67: الإجراءات الممكنة لتخفيض الإنبعاثات الغازية في القطاع الزراعي

القطاع الزراعي	
في مجال استعمال المياه:	
1. الضخ الفعال للري	2. الاستخدام الفعال للمياه (ري بالتنقيط)
في مجال الزراعة	
1. الاستخدام الأمثل للأسمدة لتخفيض إنبعاث N_2O	2. زيادة امتصاص التربة للماء
3. تخفيض حرق النفايات الزراعية	
في مجال تربية المواشي:	
1. تحسين تغذية الماشية	2. تخفيض إنبعاث CH_4 من التخمر المعوي
3. إدارة السماد وإدارة أعداد المواشي	
في مجال إدارة الفضلات:	
1. تخفيض طرح المواد المعدنية في المطامر الصحية	2. استرجاع الميثان لتوليد الكهرباء
3. إدارة النفايات الصلبة والصرف الصحي	
في مجال استعمال الأراضي والغابات:	
1. تعزيز امتصاص غازات الدفيئة عن طريق الحفاظ على	2. زراعة الغابات ذات الإنتاجية العالية
الغابات وزيادة كثافتها	
إجراءات أخرى:	
1. التحول نحو الإجراءات العملية الصديقة للبيئة	2. تطوير أسواق المنتجات الزراعية الصديقة للبيئة
3. تعديل التشريعات وتشجيع التعليم والتدريب وزيادة الوعي العام بمسائل النفايات	4. أطر تشريعية للإدارة طويلة الأمد للغابات
5. إجراء جرد دائم للغابات	6. الاستثمار في النشاطات الاقتصادية المستدامة البديلة لسكان الأرياف
7. وضع برامج للحفاظ على الغابات والتشجير	

ويدون الجدول (68) تطبيقات الطاقة المتجددة الممكن تنفيذها في القطاع الزراعي.

الجدول 68: تطبيقات الطاقة المتجددة الممكن تنفيذها في القطاع الزراعي في سورية

درجة الأهمية	الطاقة التقليدية المنافسة	تقانات الطاقة المتجددة	الاستخدام	الفئة
عالية	مولدات اليزل	أنظمة كهروضوئية لارتفاع لا يزيد عن 50 متراً أو: أنظمة هجينة ديزل وكهروضوئي	ضخ مياه الشرب	القطاع الزراعي
			ضخ المياه لسقاية المحاصيل	
الري				
ضخ المياه للمواشي				
	لا يوجد	أنظمة كهروضوئية	تحلية المياه	

2.9 تحسين كفاءة استخدام الطاقة في محركات الضخ والسقاية

يمكن التوسع في استخدام الطاقة الكهربائية لتشغيل مضخات الآبار التي تعتمد حالياً على محركات الديزل. تقدر عدد مضخات الري بنحو 121000 مضخة وتشكل ما نسبته 70% من إجمالي مضخات الآبار الارتوازية والسطحية. خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة (الجدول 3 في الملحق 8) إلى إمكانات التوفير في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام المحركات في القطاع الزراعي. يدون الجدول (69) مقدار هذا التوفير.

الجدول 69: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة

الاجراء	الوفر في عام 2020 (GWh)
1 محركات عالية الكفاءة مع إدارة الحمل للزراعة والضخ للسقاية	16.8

المصدر: [21]

تقترح الدراسة الحالية اعتماد هذه الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الآتية:

1. لم ينفذ هذا الإجراء حتى تاريخه،
 2. استند تقدير هذا الإجراء على مسوحات جيدة وبيانات موثوق بها،
 3. التحليل المنطقي لهذه الإجراء،
 4. صعوبة اقتراح إجراء آخر جديد لضيق الوقت المخصص للدراسة الحالية.
- لهذه الأسباب تقترح الدراسة الحالية إزاحة الوفر المقدر في عام 2020 حتى عام 2030. يدون الجدول (70) الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المحركات الصناعية في عام 2030.

الجدول 70: الوفير الممكن من إجراء تحسين كفاءة استخدام الطاقة في محركات الضخ والسقاية في عام 2030

الإجراء	الوحدة	كهرباء *
تحسين كفاءة استخدام الطاقة في محركات الضخ والسقاية	GWh	16.8
	ktoe	4.2

* 1ktoe = 4 GWh (عند مردود $\eta \approx 34\%$ لمحطات توليد الطاقة الكهربائية القديمة)

3.9 المشروعات الممكنة والمطورة للتنفيذ ضمن إطار آلية التنمية النظيفة

يدون الجدول (71) المشروعات التي يمكن طرحها وتنفيذها ضمن إطار الاستفادة من آلية التنمية النظيفة.

الجدول 71: إمكانات مشروعات آلية التنمية النظيفة لفئات مختلفة من المشروعات

فئة المشروع	الوصف	تقدير الإمكانات في سورية
الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية	• أنظمة الطاقة المتجددة	• استخدام متواضع للطاقة الشمسية
إعادة التحريج/الكتلة الحيوية/الزراعة	• أنظمة الطاقة المتجددة	• إمكانات عالية للطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية
تخفيض غازات الاحتباس الحراري	• CO ₂ و CH ₄ و N ₂ O	• توفر الماء هو عامل أساسي للتحريج واستخدام الكتلة الحيوية
		• إمكانية إنتاج الوقود من المحاصيل التي تتطلب سقاية قليلة خاصة في المناطق الجافة (لمكافحة التصحر مثلاً)
		• إمكانية عالية من المطامر الصحية
		• التقاط وتخزين غاز CO ₂ لفترات زمنية متوسطة إلى طويلة

بمساهمة من الشركة اليابانية Shimizu Construction Co., Ltd، جرى دراسة إمكانية الاستفادة من آلية التنمية النظيفة في القطاع الزراعي في سورية (استرجاع الميثان لتوليد الكهرباء). إن مشروعات آلية التنمية النظيفة المسجلة (Registered) هي:

1. مطمر دير بعلبة في حمص،
2. مطمر تل ضمان في حلب.

أما مشروع آلية التنمية النظيفة الذي وضع له وثيقة فكرة المشروع فيخص مطمر دير الحجر في دمشق.

يدون الجدول (72) الوفير الممكن من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في سورية في مجال استرجاع غاز الميثان من المطامر الصحية لتوليد الكهرباء.

الجدول 72: الوفر الممكن من مشروعات آلية التنمية النظيفة قيد التنفيذ في سورية في مجال استخراج غاز الميثان من المطامر الصحية لتوليد الكهرباء

المجموع	مطمر دير الحجر	مطمر تل ضمان	مطمر دير بعبانة	عدد المشروعات
3	1	1	1	
349,619	200,000	73,205	76,414	كمية الغازات المنخفضة (tCO ₂ e)
349.619	200.0	73.205	76.414	كمية الغازات المنخفضة kCERS/y

4.9 إجراءات أخرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة

إدارة النفايات

يجري حالياً إعداد تقرير حول الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة في سورية. تقدر فضلات المنازل في سورية بحوالي 5000 طن في اليوم، يطمر جزء منها في مطامر صحية والجزء الآخر يحرق في الهواء الطلق ومن ثم يطمر في المطامر.

طاقة الكتلة الحيوية

تفيد إرشادات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC Guidelines) بأن مصدر الكتلة الحيوية غير متضمن في الإنبعاثات الوطنية لغاز ثاني أكسيد الكربون.

يحتوي مصدر الكتلة الحيوية الكربون الممتص في النباتات بواسطة التمثيل اليخضوري. إن النمو المستدام لهذا المصدر لا يؤدي إلى إنبعاثات جديدة لغاز ثاني أكسيد الكربون، لكن إذا حصل تغير في المخزون فينبغي أخذ إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في بند "استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة" بعين الاعتبار (Land Use, Land-Use Change, and Forestry- LULUCF).

في القطاع الزراعي، يمكن استخلاص الطاقة من الكتلة الحيوية على النحو الآتي:

1. استخدام المنتجات الثانوية الرطبة كالأسمدة لإنتاج الميثان،
2. استخدام المنتجات الثانوية الجافة كالفحم لإنتاج الحرارة،
3. زراعة بعض المحاصيل الزراعية المناسبة لإنتاج وقود سائل حيوي.

إن إنتاج الغاز لا يساعد فقط على تخفيض الإنبعاثات وإنما يساعد المزارعين على تخزين النفايات والتخلص من الروائح ومنع تلوث المياه.

الوقود الحيوي

يستمد الوقود الحيوي من الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية أو من مخلفات هذه الكائنات. لكن في السنوات الأخيرة اقتصر مصطلح الوقود الحيوي على الايثانول والديزل المستخرجين من المحاصيل الزراعية مثل الذرة وقصب السكر وفول الصويا. ويستخدم الوقود الحيوي غالباً في مجال النقل لأنه يتميز بانبعاثات غازية أقل ضرراً من انبعاثات الوقود الأحفوري، حيث يمزج الايثانول أو الديزل الحيوي مع الوقود الأحفوري بنسب مختلفة، ويجب إجراء بعض التعديلات على محركات السيارات من أجل استخدام هذا المزيج. لا تزال كلفة استخراج الوقود الحيوي أكبر من كلفة الوقود التقليدي. إن إمكانية إنتاج الوقود الحيوي من المحاصيل الغذائية في سورية مستبعدة على المدى القريب والبعيد.

10. المنعكسات الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة

1.10 تكاليف تسخين المياه

إن إلقاء الضوء على كلفة تسخين المياه من مصادر مختلفة ضروري لمعرفة الجدوى الاقتصادية المحققة من استخدام الطاقة الشمسية. لنفرض أن عائلة تحتاج لحوالي 200 لتر ماء ساخن يومياً عند درجة حرارة 45 درجة مئوية. يمكن تسخين هذه الكمية بالكهرباء أو بالمازوت (باستخدام الأظان أو مرجل) أو بالغاز المنزلي (تسخين فوري) أو بالطاقة الشمسية.

يحتاج تسخين 200 لتر من درجة حرارة 20 درجة مئوية إلى 45 درجة مئوية إلى طاقة حرارية:

$$200 \times 25 \text{ °C} \times 4.186/3600 \times 365 \text{ days/year} = 2122 \text{ kWh/year}$$

تختلف كلفة إنتاج هذه الكمية من الطاقة (أو كلفة الكيلو واط الساعي) باختلاف الوقود المستخدم. يستخدم في سورية الكهرباء أو المازوت أو الغاز أو الطاقة الشمسية:

الكهرباء

بفرض أن مردود التسخين 90% (لوجود خزان) فإن الطاقة الكهربائية المصروفة على تسخين هذه الكمية من المياه هي:

$$2122 \text{ (kWh/year)}/0.9 = 2358 \text{ kWh/year}$$

بفرض أن استهلاك العائلة لا يزيد عن 1000 كيلو واط ساعي في الشهر فإن التعرفة الوسطية للكيلو واط الساعي هي 2.41 ليرة سورية (الجدول 10) يضاف إليها 23% رسوم متفرقة.

إن كلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة سنوياً هي:

$$2358 \text{ (kWh/year)} \times 2.41 \text{ (SL/kWh)} + 23\% = 6990 \text{ SL/year}$$

ومنها نستنتج كلفة الكيلو واط الساعي:

$$6990 \text{ (SL/year)}/2122 \text{ (kWh/year)} = 3.3 \text{ SL/kWh}$$

المازوت:

بفرض أن مردود التسخين الوسطي 55% (50% للأظان و 60% للمرجل في حال تشغيله لتسخين المياه فقط) فإن الطاقة الحرارية المصروفة على تسخين هذه الكمية من المياه هي:

$$2122 \text{ (kWh/year)}/0.55 = 3858 \text{ kWh/year}$$

يبلغ وسطي الكلفة الحالية للمازوت 2.08 SL/kWh (الجدول 10)، وبالتالي فإن الكلفة السنوية للمازوت هي:

$$3858 \text{ (kWh/year)} \times 2.08 \text{ (SL/kWh)} = 8024 \text{ SL/year}$$

ومنها نستنتج كلفة الكيلو واط الساعي:

$$8024 \text{ (SL/year)/}2122 \text{ (kWh/year)} = 3.78 \text{ SL/kWh}$$

الغاز:

بفرض أن مردود التسخين الوسطي 80% فإن الطاقة الحرارية المصروفة على تسخين هذه الكمية من المياه هي:

$$2122 \text{ (kWh/year)/}0.80 = 2653 \text{ kWh/year}$$

يبلغ وسطي الكلفة الحالية للغاز 1.8 SL/kWh (الجدول 10)، وبالتالي فإن الكلفة السنوية للغاز هي:

$$2653 \text{ (kWh/year)} \times 1.8 \text{ (SL/kWh)} = 4775 \text{ SL/year}$$

ومنها نستنتج كلفة الكيلو واط الساعي:

$$4775 \text{ (SL/year)/}2122 \text{ (kWh/year)} = 2.25 \text{ SL/kWh}$$

الطاقة الشمسية:

إن الكلفة التأسيسية للسخان الكهربائي وسخان الغاز والأظان متقاربة إلى حد ما، لكنها مرتفعة لجهاز تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

بفرض أن سعر الجهاز الشمسي الذي يؤمن طاقة حرارية سنوية قدرها 2122 كيلو واط ساعي هو 45 ألف ليرة سورية، وعمره الافتراضي 20 عاماً، وبفرض وجود تسهيلات مصرفية لتقسيم الكلفة التأسيسية للجهاز الشمسي. بالحساب البسيط نجد أن الكلفة السنوية للجهاز الشمسي هي:

$$45000/20 \text{ years} = 2250 \text{ SL/year}$$

ومنها نستنتج كلفة الكيلو واط الساعي:

$$2250 \text{ (SL/year)} / 2122 \text{ (kWh/year)} = 1.06 \text{ SL/kWh}$$

خلاصة لما سبق نستنتج الآتي:

1. إن أرخص وسيلة لتسخين المياه هي بواسطة الغاز. وعلى الرغم من المخاطر المحتملة لاستخدام الغاز المسال في المنزل فإن ميزاتته تكمن في الاستخدام اللحظي للماء الساخن أي عدم الحاجة لانتظار الماء حتى يسخن (إما بواسطة الكهرباء أو المازوت)،
2. إن كلفة تسخين الماء بالكهرباء أرخص من تسخينه بالمازوت (بسبب المردود السيئ للأظانات أو المراجل). إن هذه النتيجة ليست في صالح وزارة الكهرباء بسبب النقص الحاصل في توليد الطاقة الكهربائية في ذروتي الصيف والشتاء،
3. كان من المفترض أن يخفض سعر ليتر المازوت إلى 18 ليرة سورية وأن يرفع سعر أسطوانة الغاز إلى 400 ليرة سورية لتصبح كلفة تسخين الماء بالمازوت وبالغاز مقاربة لكلفة تسخينه بالكهرباء،
4. إن كلفة تسخين المياه بالطاقة الشمسية أرخص حالياً من أي وسيلة أخرى لكن يحتاج هذا التطبيق لتسهيلات مختلفة لتغلب على الكلفة التأسيسية العالية لأنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

10. العقبات والصعوبات التي تواجه تنفيذ تخفيض الإنبعاثات في القطاع المدروس

يمكن تلخيص العقبات والصعوبات التي تواجه تنفيذ إجراءات تخفيض الإنبعاثات في القطاع السكني والخدمي والتجاري بالآتي:

- عدم معرفة شاغلي الأبنية بأهمية تقانات تحسين كفاءة استخدام الطاقة والجوى الاقتصادية من تطبيقها،
- عدم وجود كود أو مواصفات خاصة بالأداء الطاقوي للأبنية، ويعتبر كود العزل الحراري (مع ضرورة مراجعته وإعادة النظر به) خطوة أولى نحو إعداد كود خاص للأبنية،
- ارتفاع أسعار معظم منتجات الأدوات والتجهيزات الموفرة للطاقة،
- ضعف الخبرة لدى المهندسين المصممين والمقاولين حول الإجراءات الفنية الأساسية التي تقود إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأبنية،
- تحتاج بعض تقانات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة إلى نقل الخبرة من الدول التي برعت في تنفيذها،
- بالرغم من إعادة هيكلة أسعار حوامل الطاقة، لا تزال أسعارها غير مشجعة لنشر تقانات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة على نطاق واسع.

تتمثل الحلول الكفيلة بالتغلب على هذه العقبات والصعوبات فيما يلي:

- تبني ثقافة تدوين وجمع وتحليل وتوثيق ونشر المعطيات المتعلقة بقطاع الطاقة بشكل عام،
- اعتماد برامج منتظمة لتدريب العاملين في الجهات العامة المعنية في مجال استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة،
- إعادة النظر في تعرفه حوامل الطاقة بشكل دوري، بحيث تأخذ بعين الاعتبار تشجيع استغلال الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة،
- اعلام وإقناع أصحاب القرار في مستويات مختلفة بأهمية الموضوع،
- أخيراً، تصميم وتنفيذ ومراقبة وتقييم مشروعات رائدة في المجال المذكور والنظر في إمكانية تعميمها.

المراجع

- [1]: Hans De Keulenaer, European Copper Institute. Can renewables deliver?, Pdf file, www.leonardo-energy.org. [1]
Brussels, 21 September 2009, Pdf file. : Solar modules production world-wide almost doubled in 2008,[2]
: World Wind Energy Report 2008, World Wind Energy Association WWEA, Pdf file.[3]
- Wind Energy–The New Horizon, World Future Energy Summit, Abu Dhabi, 20th January : Frank Mastiaux,[4]
2009, Pdf file.
- : Al Howatson and Jason L. Churchill, International Experience With Implementing Wind Energy, Pdf file.[5]
Fred Wien, Leonardo Energy Webinar: Wind Energy, 31 January 2007, Pdf file. and : Ton van der Wekken[6]
- : S.K. Sarangi, Barun Barpujari and Rohit Dawar, Emerging Technology Option for Clean Power Generation- [7]
Concentrated Solar Power (CSP) PETROTECH-2009, 11 - 15 January 2009, New Delhi, India.
: Ali Heinoun, GHG Inventory for Energy Sector in Syria, April 2009.[8]
- [9]: 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.
Statistical Abstract-SAR, 2004, 2005, 2006, 2007 and 2008.:0[1]
: Some Information on Energy Demand in Building Sector in Syria, Internal report.[11]
- [12]: د.م معن داود، استخدامات الطاقة في قطاعي الزراعة والري والتزويد بمياه الشرب/مياه المدينة، 2009.
Syria National Renewable Energy Master Plan-SYR/99/001/08, Department of Economic and Social [13]:
Affairs, United Nations
- [14]: Abed el Hadi Zein, Pre-feasibility Study for Wind Farm Development in Syria. Study funded by Al-Rajhi
Company in Saudi-Arabia, 2008.
- [15]: 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.
- [16]: 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.
- [17] Syrian Supply Side Efficiency & Energy Conservation and Planning Project. Project Code: SYR/96/G31,
UNDP/GEF.
Abed el Hadi Zein, Energy Audit Reports at 2 apartments, 2 restaurants and 2 hotels. Studies funded by :8[1]
SYRIAN-GERMAN TECHNICAL COOPERATION GTZ. Program for Sustainable Urban Development UDP, November
2008.
[19]: Code of Thermal Insulation in Building, 2007.
Energy Conservation Law, No. 3, 2009.:20
- DSM Assessment Demand-Side Management (DSM) International Consultancy: 1]: David F. Von Hippel,2[
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 (SSEEC) Project.
- [22] د.م علي حنينون: تقييم هشاشة قطاع الطاقة تجاه التغيرات المناخية وإجراءات التكيف المحتملة، تموز 2008 (INC-
SY_V&A_Energy-Ar)
- Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region. Final Report by German Aerospace Center [23] :
(DLR), Institute of Technical Thermodynamics Section Systems Analysis and Technology Assessment. Study
commissioned by Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany.

- : Eng. Haitham Nashawati, Climate Change in Syria: National focal point of UNFCCC General Commission [24]
for Environmental Affairs.
- : Khaled Klaley, The Syrian institutional and regulatory framework for the implementation of the CDM as [25]
well as the GHG mitigation potential. Jebra CDM Investor Forum, 22-24 SEP 2004.
- hne, A. Torvanger, R. Janzic, Towards a Post-2012 Climate Change Regime, Final Report. ٥: K. Blok, N. H[26]
Contracted by: European Commission, DG Environment, Directorate C - Air Quality, Climate Change,
Chemicals and Biotechnology, 3E Reference: BPS098, June 22, 2005.
- : Sherif Arif , The Cost of Inaction in the Middle East and North Africa (MNA) Countries, presented at the [27]
Conference on Horizon 2020 and Private Sector Involvement: Athens 22-23 October 2007.
: Tishreen newspaper, 27/10/2009.[28]
- : Samir Amous & Amr Osama Abdel-Aziz, Preliminary Inventory of Potential CDM Opportunities in the [29]
MENA region. Middle Eastern and North African Carbon Forum 2009, Cairo, 6-7 May 2009.
- : Samuel Milton & Steven Kaufman, Solar Water Heating as a Climate Protection Strategy: The Role for [30]
Carbon Finance, January 2005, Pdf file.
- : Yvonne Hofman, OneCarbon. Opportunities with Carbon Credits in the building sector.A practical [31]
Guideline Prepared for the MED-ENEC project “Energy Efficiency in the Construction Sector in the
Mediterranean”, Regional Workshop RW4.
- : HCFC Surveys in Selected Countries (Malaysia, Sri Lanka, Syria), Summary and Preliminary Conclusions, [32]
UNDP report.
- : Ibrahim Abdel Gelil, Promotion of a New Generation of Solar Thermal Systems in the MPC: Framework [33]
Conditions, CEDARE.
: IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook (Volume 2).[34]
- : Ghazi Darkazalli, Policy Strategy and Institutional Development to Introduce Photovoltaic Systems into [35]
Syrian Arab Republic. Study funded by UNDP, April 2005.
: [36] جريدة البعث، العدد 13799 تاريخ 2009/11/4.
- : Jens LAUSTSEN, Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for [37]
New Buildings, IEA Information paper, International Energy Agency, OECD/IEA, March 2008, pdf file.
- lighting, OECD workshop on : I. Snijkers-Hendrickx (Philips), Energy saving through high quality[38]
Environmental Innovation and Global Markets, Berlin 20-21 September 2007.
- : Ayman Armanazi, Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean, Market Analysis and [39]
Capacity Assessment-Syria, August 2006. This study has been realized under the MED-ENEC project.
- Hashem Akbari and Ronnen Levinson, Global Cooling: Policies to Cool the World and Offset Global [40]
CO₂ Using Reflective Roofs and Pavements, Pdf file. Warming from
- : S. Mößbauer, O. Pickenäcker, K. Pickenäcker, and D. Trimis, Application of the Porous Burner [41]
Technology in Energy- and Heat- Engineering. Fifth International Conference on Technologies and Combustion
for a Clean Environment (Clean Air V), Lisbon (Portugal), 12-15 July 1999 Volume I, Lecture 20.2, pp. 519-523.

Table (1) External costs in fossil fuel-based energy systems & RE

	External costs (US\$ cents / kWh)
Coal-fired power station	7-10
Combusting gas	2-3
Waste-to-heat	18-21
Wind	< 0.1
PV	< 1.0
biomass	< 0.3

Source: [1]

Table (2): Electricity Cost from Wind Power

Wind Energy cost breakdown	2000 full load hours [EUR/kWh]	2500 full load hours [EUR/kWh]
Investment (12 year annuity at 4%)	0.04 to 0.05	0.03 to 0.04
Operation and maintenance including major overhauls	0.012	0.012
Other operational expenses	0.008	0.008
Total	0.060 to 0.070	0.050 to 0.060

Source: [6]

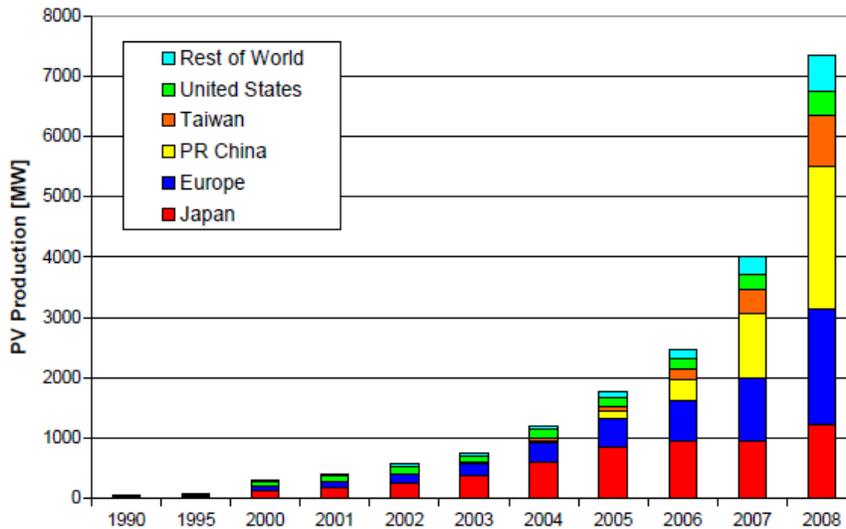


Figure (1): World photovoltaic cell/module production from 1990 to 2008 [2]

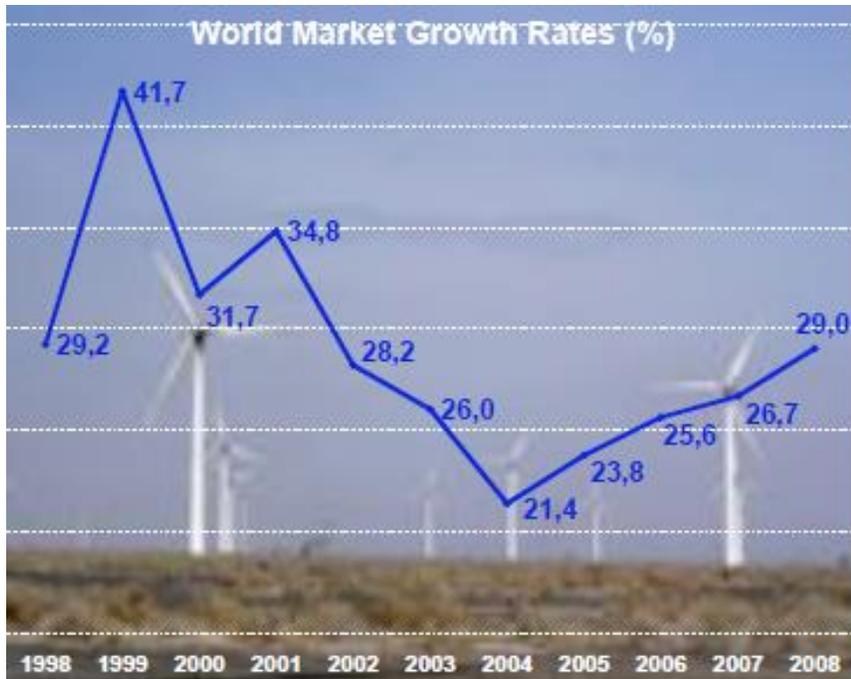


Figure (2): Growth rate in relation to the installed capacity of the previous year [3]

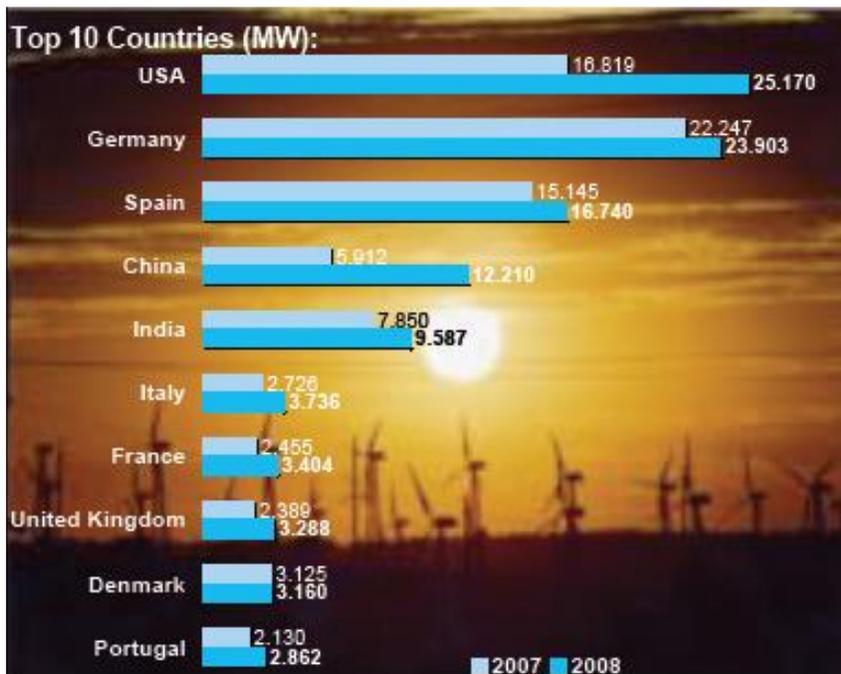


Figure (3): Leading wind markets 2008[3]

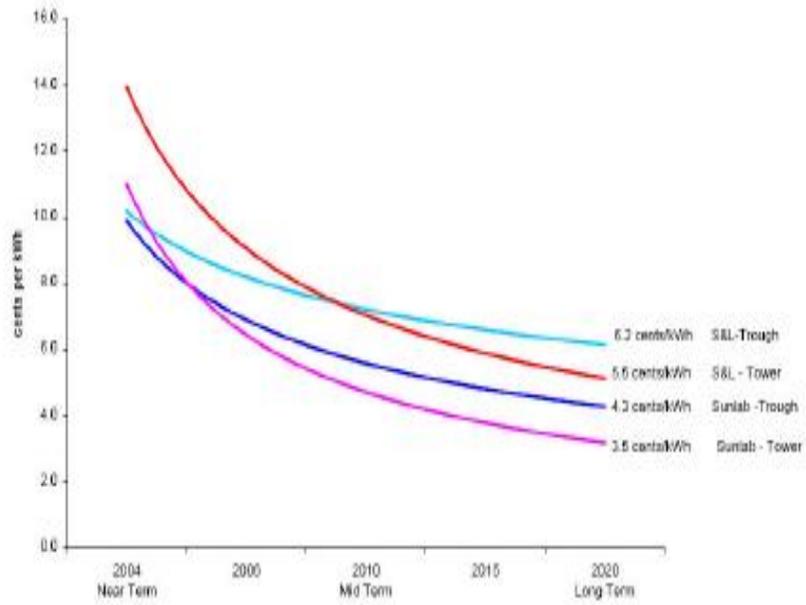


Figure (4): Mid-term & long-term projections of levelized cost of electricity generation through CSP (Trough and Tower) [7]

الملحق 2: تعرفه التغذية في بعض الدول الأوروبية

Country	Feed-in Tariffs (FIT) (EUR/kWh)
Austria	0.05–0.09 depending on region
Denmark	Moving from FIT of 0.057 to TGC (Tradable Green Certificate) market rate
France	0.073–0.087
Germany	0.062–0.091
Greece	0.06 mainland, 0.07 islands, additional loan subsidy
Ireland	Auction with price cap of 0.048 for projects greater than 3 MW
Italy	0.1045 for first eight years, 0.0531 thereafter
Netherlands	Development of TGC market, current price 0.077
Portugal	0.06, additional loan subsidies
Spain	0.0626 or added 0.028 onto market price
Sweden	0.046, additional investment grants, moving to TGC
U.K	TGC with current value of 0.047

Source:[5]

الملحق 3: إعلان إلى المستثمرين والمطورين الراغبين في بناء واستثمار محطات توليد لإنتاج الطاقة الكهربائية من مزارع الرياح

ضمن إطار سعي وزارة الكهرباء في إعادة التوازن إلى ميزان العرض والطلب على الطاقة الكهربائية، وتحقيق وفورات في استهلاك مصادر الطاقة الأولية، وتخفيض إنبعاثات غازات الدفئية المنبعثة من حرق الوقود، فإن الوزارة تنهج إلى دعم أبحاث الطاقات المتجددة بشكل عام والسعي لدمجها في منظومة التوليد الكهربائية (وبشكل خاص طاقة الرياح و الطاقة الكهروضوئية). ومن هذا المنطلق تقوم المؤسسة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية وبالتعاون مع المركز الوطني لبحوث الطاقة بدراسة مشاريع الطاقات المتجددة الممكن وانجدي تنفيذها وربطها بالمنظومة الكهربائية.

وقد بينت الدراسات والأبحاث والقياسات التي تمت حينه أن طاقة الرياح في القطر هي من الطاقات المتجددة الواعدة، سواء من حيث الكمون أو من حيث سرعات الرياح السائدة في كثير من مناطق القطر. ويبين أطلس الرياح . في سورية ، كما تبين دراسات الجدوى الأولية المعدة لبعض المناطق المرشحة جدوى إقامة محطات توليد بطاقة الرياح.

والمؤسسة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية ترمع الإعلان عن رغبتها في مشاركة القطاع الخاص لبناء واستثمار محطة توليد كهربائية (من مزارع الرياح) باستطاعة تتراوح بين 50 - 100 ميغاواط، علماً أن هذا المشروع النموذجي في المشاركة سيكون وفق نظام BOO ولمدة 20-25 عام، وذلك في منطقة السخنة (محافظة حمص) أو الهيجانة (محافظة ريف دمشق).

وسوف تقوم المؤسسة في غضون الفترة القريبة القادمة بدعوة المطورين والمستثمرين المهتمين بالمشروع للتقدم بملفات مؤهلاتهم وخبراتهم في هذا المجال.

Source:[15]

Project Title:	Syria: Supply-Side Efficiency and Energy Conservation and Planning
GEF Focal Area:	Climate Change
GEF Eligibility:	Under financial mechanism of Convention. Convention ratified 4 January 1996.
Total Project Costs:	\$ 29.855 million
GEF Financing:	\$ 4.070 million
Government counterpart financing of GEF component:	£S 36 million (in-kind) \$ 25.1 million (investment for the rehabilitation of Banias power plant)
Co-financing	\$ 0.685 million (UNDP)
Associated Project:	UNDP Energy Programme
GEF Operational Focal Point:	Ministry of Planning
GEF Implementing Agency:	UNDP
Executing Agency:	Government of Syria
Local Counterpart Agencies:	Ministry of Electricity Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission (PEEGT) Public Establishment for Distribution and Exploitation of Electrical Energy (PEDEEE)
Estimated Approval Date:	January 1997
Project Duration:	Three years
GEF Preparation Costs:	\$ 540,000 (PRIF)

List of feasibility studies for detailed energy audits:

1. General Company for Mosiaf Shoes
2. Basel Hospital
3. Al Kadam Batteries Factory
4. Bceda Water Station (BWS)
5. Cotton Gin of Al-Hasakeh
6. Syrian Arab Dairy Products Company (Power Factor)
7. Syrian Arab Dairy Products Company (Steam System)
8. International Hospital in Dara'a
9. Hasakeh Poultry Establishment
10. Helalia Water Station
11. Higher Institute for Applied Science & Technology
12. Almouasah Hospital
13. National Hospital In Salamia
14. General Company for Cleaning Product (SAR)
15. Homs Sugar
16. Abo Zraik Water Station
17. Sydnaya Poultry Establishment
18. Harasta Yeast Factory
19. General Company of Glass
20. Doma Hospital

الملحق 5: خلاصة عن نتائج التدقيق الطاقى في فنادق ومطعمين ومنزلين

1. Casablanca Restaurant

Recommendations	Fuel type involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Installing under-floor heating system.	Diesel	33,750	13,500	3.6	192,000	5.7
Oil-fired oven: replacing the burner nozzle with a new smaller size.	Diesel	30,000	12,000	3.2	2000	0.1
Installing solar water heating systems.	Diesel	21,000	4200	1.12	120,000	5.7
Replacing 21 incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	7158	1763	1.23	15,000	2.1
General energy saving measures (5% of total energy consumption).	Diesel/ Electricity	37,961	9350	6.5	-	immediate
Totals /Averages		129,869	40,813	14.53	329,000	2.7

Source:[18]

2. Haretna Restaurant

Recommendations	Fuel type involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Replacing 5 old refrigerators with new, more efficient units.	Electricity	34,290	7,520	5.3	115,000	3.4
Installing solar water heating systems.	Diesel	52,500	10,500	2.8	300,000	5.7
Replacing 4 incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	8714	1911	1.34	600	0.07
Replacing 77 conventional magnetic ballasts with electronic ballasts.	Electricity	20,140	4417	3.1	11,550	0.6
Energy saving measures on cooking.	LPG	100,375	54,800	13.81	-	immediate
	Electricity	10,226	2243	1.57	-	immediate
Energy saving measures on space & water heating.	Diesel	69,450	27,780	7.4	-	immediate
General energy saving measures (5% of total energy consumption).	Diesel/ Electricity	110,028	43,662	30.6	-	immediate
Totals /Averages		405,723	152,833	65.92	427,150	1.22

Source:[18]

3. Aboud Apartment

Recommendations	Fuel Type Involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Installing solar water heating system.	Diesel	10500	2100	0.56	60000	5.7
Insulating the roof with 3 cm of expanded polystyrene.	Diesel	4300	1372	0.37	30000	7
Replacing incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	3123	1329	0.93	3150	1
Replacing conventional magnetic ballasts with electronic ballasts.	Electricity	376	160	0.11	2100	5.6
General energy saving measures (10% of total energy consumption)	Diesel/ Electricity	6133	2750	1.93	6000	1
Totals / Averages		24,432	7711	3.9	101,250	4.1

Source:[18]

4. Nahlawi House

Recommendations	Fuel type involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Installing solar water heating system.	LPG	4620	2100	0.54	60,000	13
Replacing incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	1256	598	0.42	3150	2.5
Replacing conventional magnetic ballasts with electronic ballasts.	Electricity	342	163	0.11	1800	5.3
General energy saving measures (10% of total energy consumption)	Diesel/ Electricity	4463	2125	1.49	-	immediate
Totals / Averages		10,681	4986	2.56	64,950	5.2

Source:[18]

5. Bait Rumman Hotel

Recommendations	Fuel type involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Replacing 71 incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	26,730	5111	3.58	10,650	0.4
Energy saving measures on space & water heating.	Diesel	21,813	8725	2.3	-	immediate
General energy saving measures (5% of total energy consumption).	Diesel/ Electricity	20,962	6315	4.42	-	immediate
Totals / Averages		69,505	20,151	10.3	10,650	0.15

Source:[18]

6. Alshahbandar Palace hotel & café

Recommendations	Fuel type involved	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple payback period (years)
Replacing 124 incandescent bulbs with compact fluorescent lights.	Electricity	28,336	6107	4.3	18,600	0.7
Installing two solar water heating systems.	Diesel	21,000	4200	1.12	120,000	5.7
Energy saving measures on space & water heating.	Diesel	44,425	17,770	4.7	-	immediate
General energy saving measures (5% of total energy consumption).	Diesel/ Electricity	56,580	16,764	11.7	-	immediate
Totals /Averages		150,341	44,841	21.82	138,600	0.92

Source:[18]

لصاقة كفاءة الطاقة

براد تبريد عادي باينين

الماركة: الموديل:
الحجم باللتر: الحجم بالقدم:

أعلى كفاءة وأقل استهلاك

A ممتاز

B جيد جداً

C جيد

D مقبول

E ضعيف

درجة المنتج



الاستهلاك الكهربائي 0000 كيلو وات ساعي سنوياً

مستوى التبريد

هدفنا تبريد أفضل وكفاءة أعلى وقاتورة أقل وبيئة أنظف

الملحق 7: تعرفه الطاقة الكهربائية في سورية (ل.س/كيلو واط ساعي)

		Peak 17h00- 22h00	Diurnal 07h00- 17h00	Nocturnal 22h00- 07h00	Average
High Voltage	230 kV	3.00	2.00	1.50	2.0
	66 kV	3.76	2.50	1.80	2.5
	20 kV	4.50	2.80	1.85	2.80
Industrial	20/0.4 kV	5.00	3.36	2.45	3.36
Agriculture		2.54	1.80	1.40	1.80
Commercial 20/0.4 kV	1-400 kWh/month	2.50			
	401-1000 kWh/month	3.50			
	> 1000 kWh/month	4.00			
Residential 0.4 kV	1-50 kWh/month	0.25			
	51-100 kWh/month	0.35			
	101-200 kWh/month	0.50			
	201-300 kWh/month	0.75			
	301-400 kWh/month	2.00			
	401-500 kWh/month	3.00			
	501-1000 kWh/month	3.50			
	> 1000 kWh/month	7.00			
	Average tariff (subsidised category) (1-300 kWh): 0.52 SL/kWh Average tariff (301-400 kWh): 0.89 SL/kWh Average tariff (401-500 kWh): 1.31 SL/kWh Average tariff (1-1000 kWh): 2.41 SL/kWh				
	Religious Buildings	Free of Charge			

Table (1): Summary Appliance Ownership and Usage Results, Rural Damascus Samples

Distribution of household appliances in Greater Damascus				
Appliance	Penetration (%)	Saturation (%)	Estimated average annual consumption (kWh/household)	Fraction (%) of estimated average annual consumption (kWh/household)
Electric oven	21.60	21.91	135	3.11
Microwave oven	7.41	7.41	42	0.96
Electric element in Gas oven	7.41	8.64	44	1.01
Manual washing machine	44.44	44.44	234	5.39
Automatic washing machine	52.47	52.47	435	10.05
Space heater	8.64	10.19	46	1.06
Iron	80.86	84.88	369	8.53
Hair drier	22.22	22.84	107	2.48
Refrigerator	95.99	103.70	744	17.17
Freezer	3.27	13.58	68	1.57
Dishwasher	0.62	0.62	NA	NA
Electric water heater	6.48	6.48	103	2.38
Dual- fuel water heater	41.05	41.36	468	10.80
Vacuum cleaner	53.40	53.40	316	7.29
Black and White TV	4.32	5.25	8	0.18
Colour TV	94.75	103.70	203	4.69
Satellite receiver	55.88	55.86	21	0.50
Computer and Monitor	12.96	2.96	24	0.57
Water pump	23.15	23.15	52	1.20
Ceiling fan	66.05	115.74	144	3.33
Table or floor fan	42.59	53.40	42	0.97
Air conditioner	27.47	37.96	724	6.73
Humidifier	1.23	1.23	2	0.04
Total	4330	100

Source: [39]

Table (2): Summary Appliance Ownership and Usage Results, Damascus Samples

Distribution of household appliances in Damascus				
Appliance	Penetration	Saturation	Estimated average annual consumption (kWh per household)	Fraction (%)
Electric oven	26.64%	27.41%	170	2.78%
Micro wave oven	27.41%	27.41%	361	5.91%
Electric Element in Gas oven	14.29%	16.22%	121	1.97%
Manual Washing Machine	18.53%	1853%	123	2.00%
Automatic Washing Machine	80.69%	80.69%	596	9.74%
Space Heater	21.62%	25.48%	188	3.07%
Iron	76.83%	82.63%	449	7.34%
Hair Dryer	43.63%	46.72%	465	7.60%
Refrigerator	96.53%	109.27%	783	12.81%
Freezer	40.93%	46.33%	232	3.79%
Dishwasher	2.32%	2.32%	ND	ND
Electric Water Heater	19.31%	19.31%	353	5.77%
Dual-fuel Water Heater	23.94%	25.10%	342	5.59%
Vacuum Cleaner	69.88%	70.27%	178	2.92%
Black and White TV	2.70%	5.02%	9	0.15%
ColorTV	89.58%	109.27%	243	3.98%
Satellite Receiver	66.80%	66.80%	29	0.48%
Computer + Monitor	33.20%	3320%	61	1.00%
Water Pump	6.95%	6.95%	14	0.23%
Ceiling Fan	43.63%	73.36%	64	1.05%
Table or Floor Fan	46.33%	66.80%	71	1.17%
Air Conditioner	40.93%	66.02%	1256	20.54%
Humidifier	1.54%	1.54%	6115	0.10%

Source: [39]

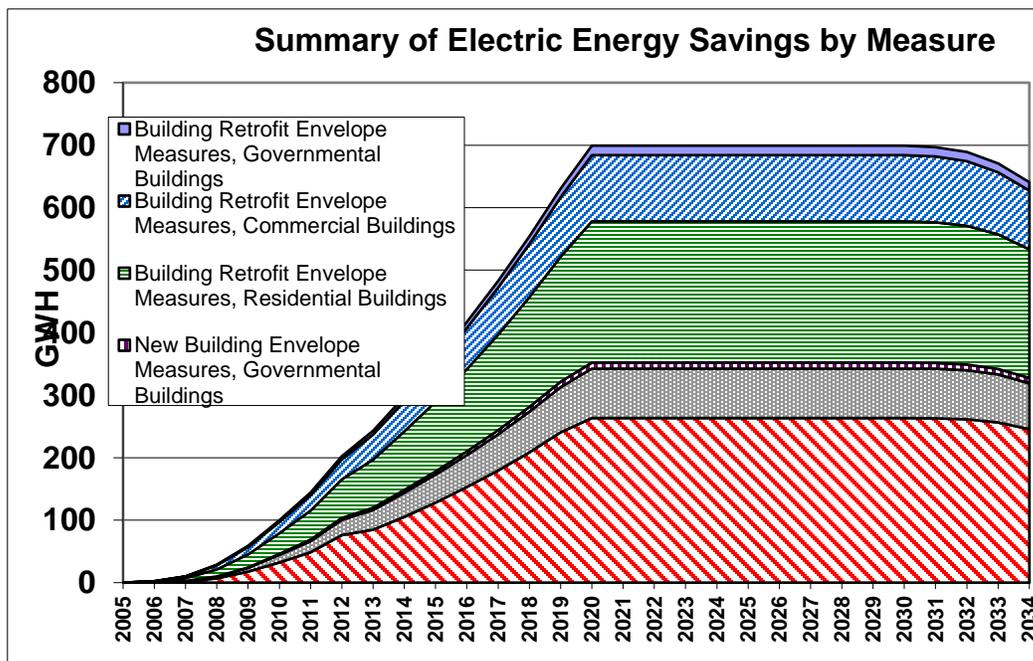


Figure (1): Improved Building Envelope Measures for Residential, Commercial, and Government Buildings [21]

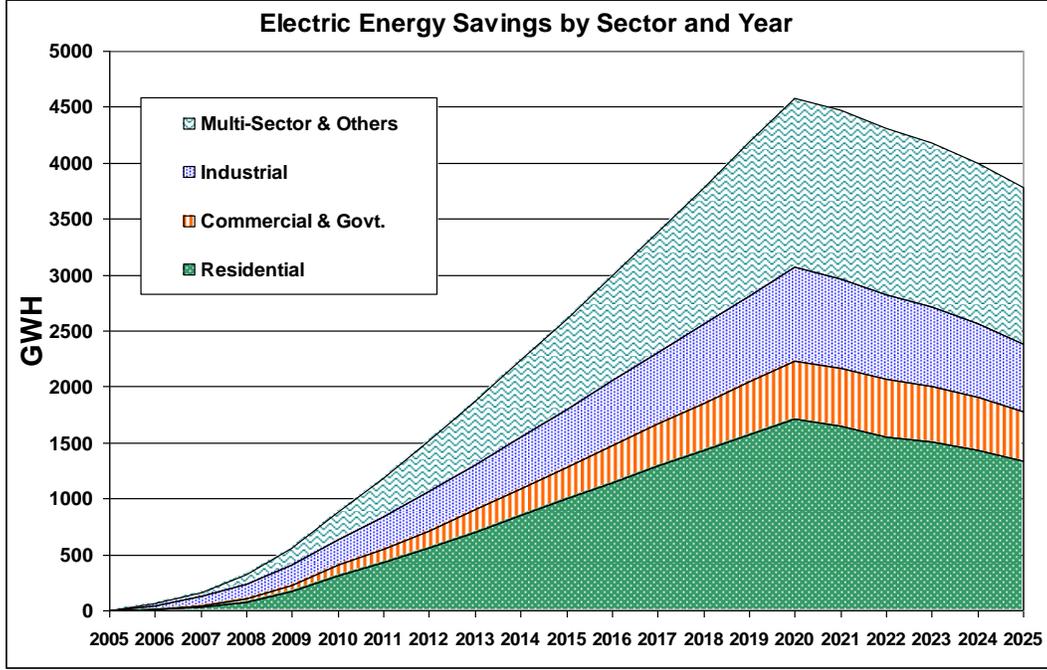


Figure (2): Electric Energy Savings by Sector and Year [21]

الجدول (3): الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة

الوفّر في عام 2020 (GWh)	الإجراء	
977.5	سخانات مياه شمسية	1
699.2	توفير الطاقة في الأبنية المنزلية والحكومية والتجارية	2
477.3	إنارة عالية الكفاءة في دور العبادة والقطاع الصناعي	3
432.0	محركات عالية الكفاءة للأغراض الصناعية (استطاعات صغيرة)	4
377.1	مصابيح أنبوبية منزلية عالية المردود و مصابيح CFL	5
374.6	إنارة عالية الكفاءة في القطاعين الحكومي والتجاري	6
322.6	تطوير نظم المحركات الكهربائية (ضواغط الهواء والمراوح والمضخات) للأغراض الصناعية	7
249.3	إنارة عالية الكفاءة في الشوارع	8
197.3	مكيفات منزلية عالية المردود	9
82.1	ثلاجات منزلية عالية المردود	10
81.5	محركات عالية الكفاءة للأغراض الصناعية (استطاعات كبيرة)	11
76.8	مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت التجارية متوسطة وكبيرة الحجم	12
75.4	سخانات مياه عالية المردود مع تحكم بها	13
71.9	محركات عالية الكفاءة لضخ مياه الشرب ومياه الصرف الصحي	14
58.4	مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في المنشآت التجارية الصغيرة	15

16.8	محركات عالية الكفاءة مع إدارة الحمل للزراعة والسخن للسقاية	16
11.2	مكيفات عالية المردود مع تحكم بالحمل في القطاع الحكومي	17
2.1	زمن استخدام العدادات	18
4583	المجموع	

Source: [21]

Table (4): Measures for Improving Lighting Systems

No.	Measure	Details
1	High-efficiency Lighting in the Religion and Industrial Sectors	CFLs replacing Incandescent Lamps for Religion Sector Customers
		Higher-efficiency Fluorescent Lamps for Religion Sector Customers
		Advanced Lighting Measures for Religion Sector Customers
		CFLs replacing Incandescent Lamps for Industrial Sector Customers
		Higher-efficiency Fluorescent Lamps for Industrial Sector Customers
		Advanced Lighting Measures for Industrial Sector Customers
2	CFL and High-efficiency Tube Lamps in Residential Applications	CFL Replacing Incandescent lamps in Households with » 200 kWh Monthly Consumption
		CFL Replacing Incandescent lamps in Households with over 200 kWh Monthly Consumption
		CFL Replacing Chandelier Incandescent lamps in HH with » 200 kWh Monthly Consumption
		CFL Replacing Chandelier Incandescent lamps in HH with over 200 kWh Monthly Consumption
		High-efficiency Tube Lamps in Households with » 200 kWh Monthly Consumption
		High-efficiency Tube Lamps in Households with over 200 kWh Monthly Consumption
3	High-efficiency Lighting in Commercial and Government Applications	CFLs replacing Incandescent lamps for Commercial Customers
		Higher-efficiency Fluorescent Lamps for Commercial Customers
		Advanced Lighting Measures for Commercial Customers
		CFLs replacing Incandescent Lamps for Government Sector Customers
		Higher-efficiency Fluorescent Lamps for Government Sector Customers
		Advanced Lighting Measures for Government Sector Customers
4	High-efficiency Street Lighting Measures	Higher-efficiency High-Pressure Sodium Street Lighting Bulbs and Fixtures
		Higher-efficiency Mercury Street Lighting Bulbs and Fixtures
		Higher-efficiency Fluorescent Street Lighting Bulbs and Fixtures
		CFL Bulbs and Fixtures Replacing Incandescent Street Lighting
		LED Traffic Lights Replacing Incandescent Traffic Lights

Table (5): Measures for Improving Energy Efficiency in Electrical Appliances

No.	Measure	Details
1	High-efficiency Air Conditioners in Residential Applications	Higher-efficiency Room AC in Households with »300 kWh Monthly Consumption
		Higher-efficiency Room AC in Households with over 300 kWh Monthly Consumption
		Highest-efficiency Room AC in Households with » 300 kWh Monthly Consumption
		Highest-efficiency Room AC in Households with over 300 kWh Monthly Consumption
		Air Conditioners Controlled by Utility
		Evaporative Coolers
2	High-efficiency Refrigerators in Residential Applications	Improved Refrigerators in Households with » 50 kWh Monthly Consumption
		Improved Refrigerators in Households with 51 - 100 kWh Monthly Consumption
		Improved Refrigerators in Households with 101 - 200 kWh Monthly Consumption
		Improved Refrigerators in Households with 201 - 300 kWh Monthly Consumption
		Improved Refrigerators in Households with over 300 kWh Monthly Consumption
3	High-efficiency Air Conditioners in Medium and Large Commercial Applications	Higher-efficiency Split-type AC for Medium Commercial Customers
		Highest-efficiency Split-type AC for Medium Commercial Customers
		Higher-efficiency package AC units for Large Commercial Customers
		Higher-efficiency chillers for Very Large Commercial Customers
		Medium Commercial AC Load Control
		Evaporative Coolers for Medium and Large Commercial Customers
4	High-efficiency Water Heaters and Water Heater Controllers in Residential Applications	Higher-efficiency All-Electric WH in Households with » 300 kWh Monthly Consumption
		Higher- efficiency All-Electric WH in Households with over 300 kWh Monthly Consumption
		Added High- efficiency WH in dual-fuel Households with » 300 kWh Monthly Consumption
		Added High- efficiency WH in dual-fuel Households with over 300 kWh Monthly Consumption
		Water Heater Control by Utility--All Electric Households
		Water Heater Control by Utility--Dual-fuel Households
5	High-efficiency motors for Water and Wastewater Pumping	Higher-efficiency Motors for Pumping Applications-- < 50 kW capacity
		Higher-efficiency Motors for Pumping Applications--Motors 50 - 100 kW capacity
		Higher-efficiency Motors for Pumping Applications--Motors over 100 kW capacity
		Higher-efficiency Pump Motors vs. Rewound, < 50 kW capacity
		Higher-efficiency Pump Motors vs. Rewound, 50 - 100 kW capacity
		Higher-efficiency Pump Motors vs. Rewound, over 100 kW capacity
6	High-efficiency Air Conditioners and Load Control in Small Commercial Applications	Higher-efficiency Room and Split AC for Small Commercial Customers
		Highest-efficiency Room and Split AC for Small Commercial Customers
		Small Commercial AC Load Control
		Evaporative Coolers for Small Commercial Customers
7	High-efficiency Air Conditioners and Load Control in Government Sector Applications	Higher-efficiency Split-type AC for Smaller Government Buildings
		Highest-efficiency Split-type AC for Smaller Government Buildings
		Higher-efficiency package AC units for Larger Government Buildings
		AC Load Control for Smaller Government Buildings

الملحق 9: ملخص نتائج مسح استخدام المازوت والكهرباء في المنشآت الحكومية الخدمية في عشر محافظات لتسخين المياه حصراً

Mohafaza	No. of samples	Quantity of hot water	Diesel oil used for heating water		Electricity used for heating water		Total
			10 ³ Liter/y	Toe/y	MWh/y	Toe/y	
-	-	m ³ /y	10 ³ Liter/y	Toe/y	MWh/y	Toe/y	Toe/y
Damascus	59	421350	9228.3	7888	141091	35272.7	43161
Rural Damascus	25	17532	835.5	714	22.8	5.71	720
Tartous	6	0	51.4	44	0	0.00	44
Latakia	4	78	261.4	223	1.6	0.39	224
Hama	6	1170	56.5	48	0.7	0.17	48
Idleb	9	0	1017.1	869	0	0.00	869
Aleppo	21	47104	845.1	722	125	31.35	754
Raqqa	6	0	563	481	0	0.00	481
Deir-ezzor	11	3915	126.2	108	23.7	5.93	114
Souwidaa	24	97265	929.3	794	2.2	0.54	795
Total	171	588,414	13,913.8	11,891	141,267	35,317	47,210

الملحق 10: ملخص نتائج مسح التجمعات غير المنارة في محافظات الجمهورية العربية السورية لعام 2004

عدد الأسر التي تستخدم المخلفات الآتية كطاقة	عدد الأسر التي تستخدم الوقود الآتي للإنارة			عدد الأسر ذات الإقامة الموسمية	عدد الأفراد القاطنين في التجمع	عدد الأسر في التجمع	عدد التجمعات	متوسط عدد أفراد الأسرة	المحافظة	
	الحيوانية	مجموعات الديزل	الغاز أو الكاز أو المازوت							
93	79	50	162	84	103	1091	238	14	4.6	1- محافظة درعا
0	0	2	0	3	0	32	5	1	6.4	2- محافظة القنيطرة
100	94	79	15	153	27	1223	200	12	6.1	3- محافظة السويداء
لم تدرس لأن التجمعات الموجودة هي توسعات و امتدادات لمناطق مخالقات و غيرها										4- محافظة دمشق
103	0	295	547	553	696	8442	1761	59	6.3	5- محافظة ريف دمشق
					10	12268	958	87	12.8	6- محافظة حمص
					218	13315	1689	136	7.9	7- محافظة حماه
0	0	1	6	37	11	230	45	7	5.1	8- محافظة طرطوس
379	0	29	284	232	186	2060	404	34	5.1	9- محافظة اللاذقية
63	0	473	229	187	404	5931	1042	50	5.7	10- محافظة ادلب
0	0	13	24	485	11	3646	534	25	6.8	11- محافظة حلب
804	399	21	821	14	159	6231	867	69	7.2	12- محافظة الرقة
1868	3144	29	3601	413	1042	27818	3747	130	7.4	13- محافظة دير الزور
					154	22527	3066	329	7.3	14- محافظة الحسكة
3410	3716	992	5689	2161	3021	104814	14556	953	7.2	المجموع العام

الملحق 11 : نتائج مسح التجمعات غير المرتبطة بشبكة الكهرباء في محافظات حمص وحماه والحسكة

عدد التجمعات 510 في المحافظات الثلاثة منها 14 غير مأهولة.

إن نسبة 28% من التجمعات المدروسة (140 تجمع) تبعد أقل من 1000 م عن أقرب تجمع منار مما يؤهلها للدراسة الميدانية لإمكانية ربطها بشبكة توزيع الكهرباء في حين أن 72% منها (356 تجمع) تبعد أكثر من 1000 م مما يتطلب إجراء دراسة لتأمين بدائل من مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة.

يوجد حوالي 34 مدرسة موزعة في التجمعات المدروسة في المحافظات الثلاث وعدد العيادات البيطرية 3 جميعها في بادية حمص إضافة لـ 6 محلات تجارية صغيرة.

غالباً ما تؤمن مياه الشرب لهذه التجمعات عن طريق آبار قريبة منها إذ يبلغ عدد الآبار التي تبعد أقل من 1كم: 196 بئراً، أو عن طريق نقلها بالصهاريج من مسافات بعيدة نسبياً وقد بلغ عدد الآبار في التجمعات المدروسة 245 بئراً منها 64 بئراً ملك للدولة والباقي ملك لسكان التجمع، ويشار إلى أن عمق المياه في 83 بئراً يصل حتى 100 متر مما يؤهلها لدراسة إمكانية استثمارها بواسطة مضخات تعمل بالطاقة الكهروضوئية، وبالتالي توفير المازوت وقطع الغيار لمضخات الديزل.

بلغ إجمالي عدد الأسر القاطنة في التجمعات المدروسة 5036 أسرة في محافظات حمص وحماه والحسكة منها 210 أسرة ذات إقامة موسمية في التجمع، في حين بلغ عدد أفراد الأسر 43181 نسمة بوسطي عدد أفراد يبلغ 8.6 فرداً بالأسرة.

بلغ عدد المساكن الموجودة في التجمع 5759 مسكناً بما فيها بيوت الشعر منها 1781 مسكناً مبنياً من البلوك والإسمنت والباقي مبني بواسطة الحجر والخشب والطين مما يجعل هذه المساكن تتلاءم مع المناخ القاري للبادية السورية. في حين بلغ عدد المنازل المسكونة فعلاً 4752 مسكناً، 98.76% منها مدفأً.

تبين النتائج ارتفاع كميات المشتقات النفطية المستهلكة سنوياً في مساكن التجمعات لأغراض الإنارة والطبخ وتسخين المياه والتدفئة، وهذا يدل على الاستخدام غير الكفء لهذه المصادر إضافة إلى كميات البطاريات الصغيرة والمتوسطة المستعملة سنوياً ونشير إلى أن عرض هذه الكميات وتقدير قيمتها يوفر للباحثين البيانات اللازمة لاستخدامها في دراسات الجدوى الاقتصادية الخاصة ببدائل الطاقات المتجددة.

بلغت كمية البطاريات الصغيرة والمتوسطة المستهلكة بالسنة في التجمعات المدروسة مقدار 1031203 بطارية صغيرة ومتوسطة. كما يستخدم أهالي التجمعات بطاريات السيارات الكيماوية لتشغيل التلفزيون ويبلغ عددها 4770 بطارية في مساكن التجمعات.

بلغت كمية البطاريات الصغيرة والمتوسطة المستهلكة سنوياً في منشآت التجمعات 929 بطارية.

بلغت كمية المازوت المستخدم في مساكن التجمعات المدروسة 5.719 مليون ليتر سنوياً (أو 4.8 مليون كيلو غرام بفرض الكثافة 0.84)، أي ما يعادل 0.075% من الاستهلاك الإجمالي للمازوت في عام 2004 (6.44 مليون طن). إن وسطي استهلاك الأسرة في هذه التجمعات هو 1135 ليتر في العام (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 771 لتر سنوياً)، حوالي 61% منها يستخدم لأغراض التدفئة وحوالي 23%

منها لأغراض الإنارة (لأن سعر ليتر المازوت أقل من سعر ليتر الكاز) وحوالي 0.5% منها يستخدم لأغراض تسخين المياه والباقي حوالي 15.5% منها يستخدم لتشغيل الجرار والسيارة عند الضرورة. يبلغ وسطي سعر ليتر المازوت المباع في التجمعات حوالي 7.5 ل.س/ليتر.

بلغت كمية المازوت المستهلكة بالسنة في منشآت التجمعات 44.6 ألف ليتر بالسنة يستخدم حوالي 84% منها لأغراض التدفئة والباقي لأغراض الإنارة.

بلغت كمية الغاز المسال المستخدم في مساكن التجمعات المدروسة /134030/ أسطوانة أي ما يعادل 1608 طن، وبوسطي 26.6 اسطوانة لكل أسرة سنوياً (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 17.9 أسطوانة سنوياً)، حوالي 18% منها يستخدم لأغراض الإنارة، وحوالي 82% منها يستخدم لأغراض الطهي وتسخين المياه ومقدار ضئيل جداً منها يستخدم للتدفئة. تباع أسطوانة الغاز الصغيرة بحدود 175 ل.س للأسطوانة في التجمعات المدروسة.

بلغت كمية الغاز المسال المستخدم في منشآت التجمعات حوالي 221 اسطوانة أي ما يعادل 2.6 طن بالسنة يستخدم حوالي 34% منها لأغراض الإنارة، وحوالي 57% منها لأغراض الطهي وتسخين المياه، والباقي يستخدم لأغراض التدفئة.

بلغت كمية الكاز المستخدم في مساكن التجمعات المدروسة 601 ألف ليتر وبوسطي 119.3 لتر لكل أسرة سنوياً (وسطي استهلاك الأسرة الريفية وفقاً لنتائج المسح الإحصائي السابق لأوجه استهلاك الطاقة في القرى المنارة 40 لتر سنوياً)، حوالي 56% منها يستخدم لأغراض الإنارة، وحوالي 44% لأغراض الطهي وتسخين المياه، ومقدار ضئيل جداً منها يستخدم لأغراض التدفئة. يبلغ وسطي سعر ليتر الكاز المباع في التجمعات المدروسة حوالي 21 ل.س للليتر.

بلغت كمية الكاز المستهلكة في منشآت التجمعات ما يعادل 380 لتراً، حوالي 74% منها يستخدم لأغراض الإنارة والباقي لأغراض الطهي وتسخين المياه ولم يلاحظ استخدام أية مخلفات زراعية أو حيوانية في المنشآت المتواجدة في التجمعات المدروسة.

بلغت كمية المخلفات الحيوانية المستخدمة سنوياً في التجمعات المدروسة مقدار 2011 طن، حوالي 3% منها يستخدم لأغراض التدفئة، وحوالي 97% يستخدم لأغراض الطبخ وتسخين المياه. ولدى سؤال الأسر المدروسة عن الأسلوب المتبع في التخلص من المخلفات الحيوانية أجابت حوالي 44% من الأسر بأنها لا تجمع وتبقى متناثرة وتشير هنا إلى وجود كميات من المخلفات الحيوانية لا تستخدم مع وجود إمكانية الإفادة منها في المخمرات اللاهوائية في إنتاج البيوغاز كبديل عن الغاز المسال.

بلغت كمية المخلفات الزراعية 8641 طن منها حطب مشترى 3544 طن بسعر يتراوح بين 1000 و 3000 ل.س/طن ويستخدم حوالي 9% من إجمالي المخلفات الزراعية لأغراض التدفئة، والباقي يستخدم لأغراض الطهي وتسخين المياه ولدى سؤال الأسر المدروسة عن الأسلوب المتبع في التخلص من المخلفات الزراعية تبين أن حوالي 51% منها تستخدم علفاً للحيوانات وحوالي 19% أجابت بأنها تترك في الأرض أو تحرق، مما يشير إلى إمكانية الإفادة من تقنيات القولية أو التغويز لبعض المخلفات الزراعية.

الاستنتاجات:

- 1- إن كمية الوقود المستخدمة للإنارة (المازوت والغاز السائل) تصل إلى حوالي 2200 طن سنوياً وبوسطي 436 كغ لكل أسرة تتجاوز كلفتها 5000 ل.س سنوياً وفق الأسعار المحلية للوقود وحوالي 150 دولار وفق الأسعار العالمية للوقود إضافة لاستخدام أكثر من مليون بطارية صغيرة ومتوسطة وبوسطي 200 بطارية لكل أسرة وكذلك استخدام بطاريات السيارات الكبيرة وبمعدل 1-2 بطارية لكل أسرة مما يساهم في زيادة نفقات الإنارة بحوالي 2000 ل.س لذلك فإن تأمين مصادر بديلة للطاقة لأغراض الإنارة ستساهم في تخفيف الأعباء المادية الكبيرة التي تتكبدها هذه العائلات الريفية الفقيرة لتأمين متطلباتها من الإنارة وبشكل محدود جداً لا يفي بالغرض المطلوب.
- 2- تقدر كمية الوقود المستخدمة لأغراض الطهي (الغاز والسائل) بحوالي 1200 طن وبوسطي 240 كغ لكل أسرة تبلغ كلفتها حوالي 3000 ل.س سنوياً إضافة إلى كلفة حطب الوقود المستخدم لأغراض الطبخ مما يعني أن التشجيع على استخدام الطباخات الشمسية سيساهم في تحقيق وفورات اقتصادية ملموسة للأسر المستخدمة لهذه الطباخات.
- 3- لتحقيق الأهداف المرجوة من هذه الدراسة نقترح اختيار مجموعة من التجمعات السكنية المدروسة وفق معايير معينة للبدء بإعداد دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة.

Table (1): Average annual Growth rates of GDP and GDP/capita in both scenarios and between 1990 and 2000 (in %)

Growth rate GDP/capita following up (FU)	Growth rate GDP, following up (FU)	Growth rate GDP/capita closing the gap (CG)	Growth rate GDP, closing the gap (CG)	GDP/capita Growth Rates 1990-2000	GDP Growth rates, 1990-2000
1.2	2.6	4.7	6.1	0.5	3.5

Source: [23]

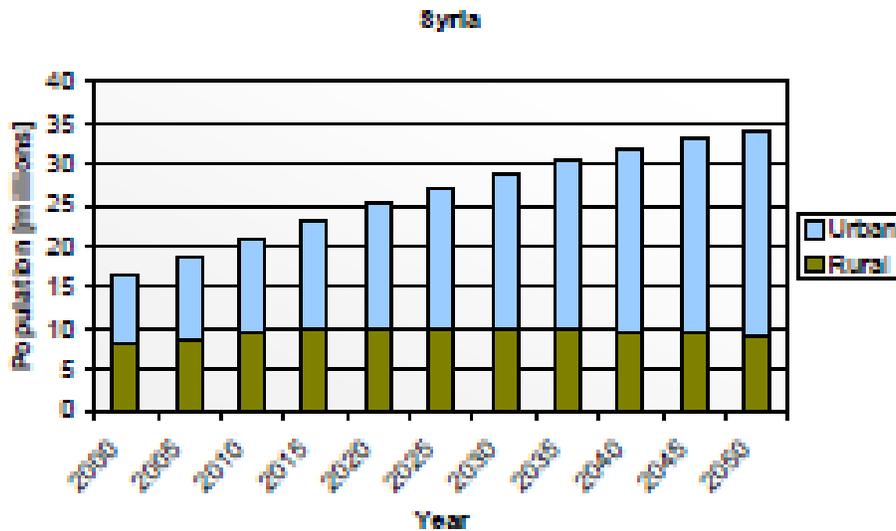


Figure (1): Development of rural and urban population in Syria until 2050 [23]

Table (2): Renewable Electricity Performance Indicators

Hydro	Bio	CSP	Wind	PV
Full load hours per year	Full load hours per year	Direct normal irradiance	Full load hours per year	Global horizontal irradiance
h/y	h/y	kWh/m ² /y	h/y	kWh/m ² /y
1606	3500	2200	1789	2360

They define the representative average renewable electricity yield of a typical facility in Syria [23].

Table (3): Areas required for renewable electricity generation in 2050 for the scenario CG/HE.

Hydro	Bio	CSP	Wind	PV	Total	Country	Area used for power generation by renewable energy sources in 2050
km ²	%						
650	2	699	335	60	1747	185180	0.9%

Photovoltaic surface demand considers only 50 % of the total because many plants will be installed on roofs. Wind power and CSP surface demand is calculated as if exclusively used for power generation. Biomass surface demand is only considered for fuel wood energy [23]

Table (4): Technical and Economic Renewable Electricity Supply Side Potentials in TWh/year in Syria

Hydro ¹		Bio ²		CSP ³		Wind ⁴		PV ⁵	
Tech.	Econ.	Tech.	Econ.	Tech.	Econ.	Tech.	Econ.	Tech.	Econ.
7.0	4.0	n.a.	4.7	10777	10210	98	12	n.a.	8.5

Source: [23]

¹: Well documented resource taken from literature.

²: From agricultural (bagasse) and municipal waste and renewable solid biomass potentials.

³: From DNI and CSP site mapping taking sites with DNI > 2000 kWh/m²/y as economic.

⁴: From wind speed and site mapping taking sites with a yield > 14 GWh/y and from literature (EU).

⁵: No information except for EU. General PV growth rates used for calculation.

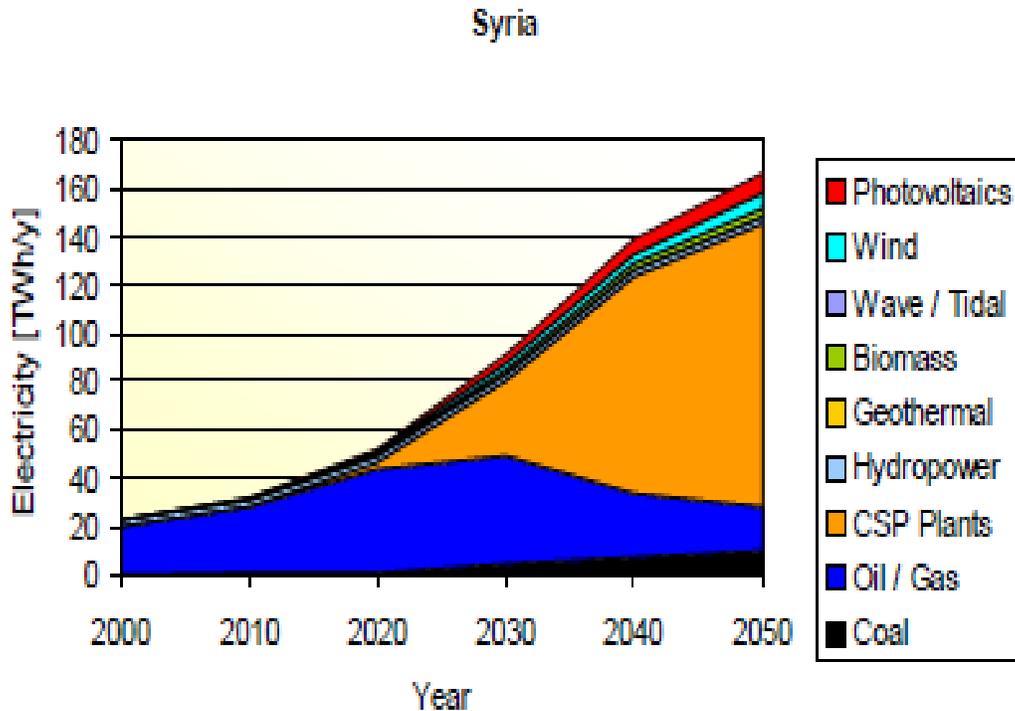


Figure (2): Technical Potential of Solar Thermal Electricity (TWh/yr) [33]

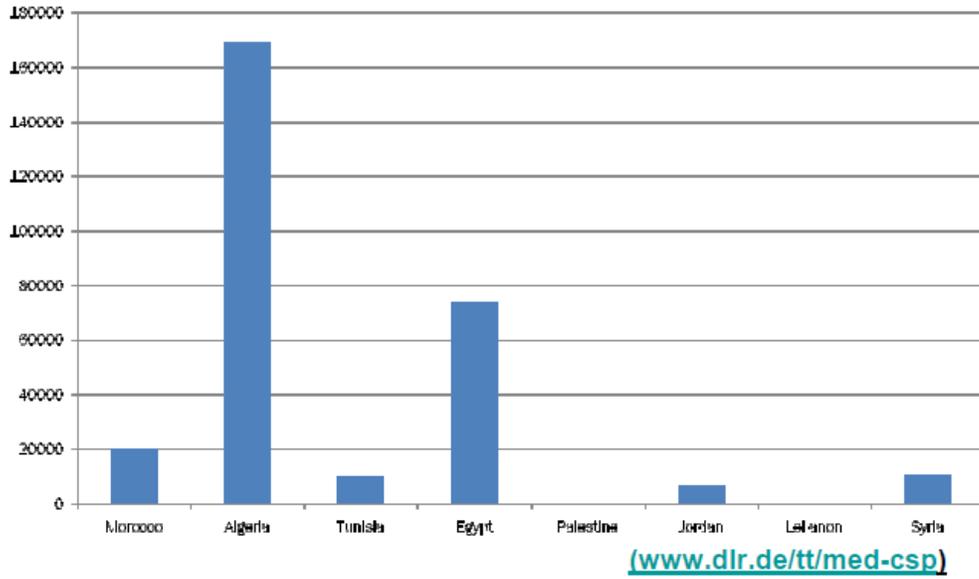


Figure (3): Scenario CG/HE for Syria [23]

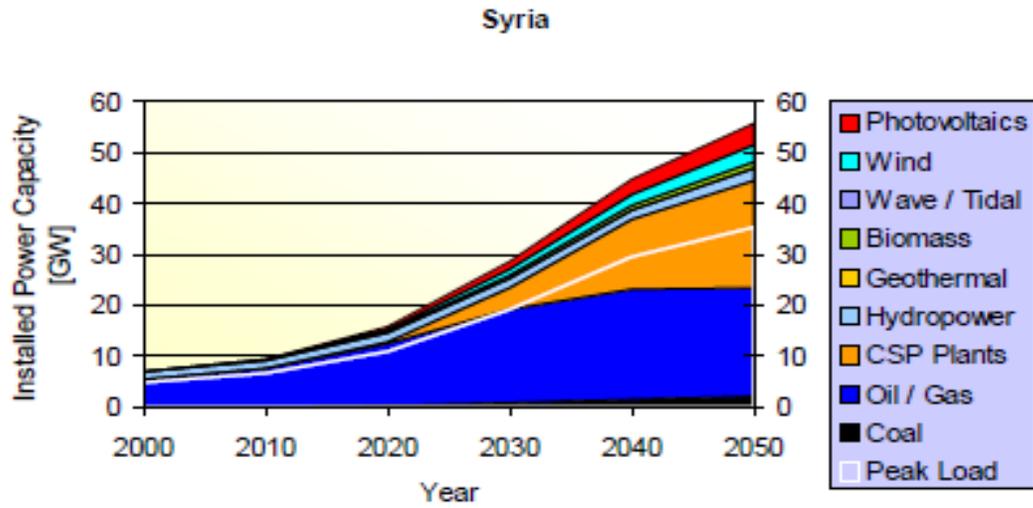


Figure (4): Scenario CG/HE for Syria [23]

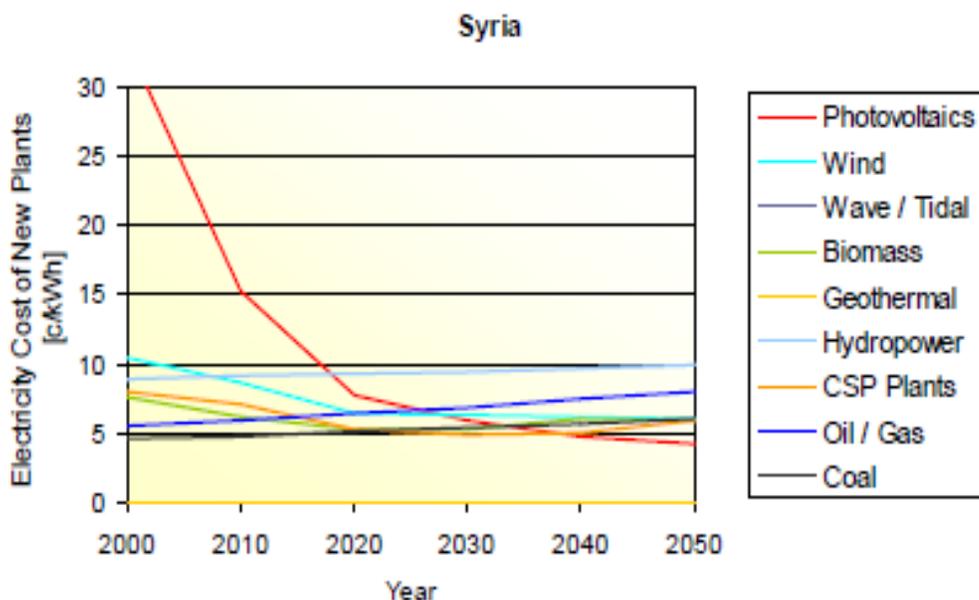


Figure (5): Scenario CG/HE for Syria [23]

Table (5): Rate of exploitation of renewable energy sources in 2050 in percent of the total economic potential

Hydro	Bio	CSP	Wind	PV
81.3%	77.9%	1.1%	50%	n.a.

Source: [23]

Table (6): Present seawater desalination capacities and non-sustainable use of water in 2004 and in 2050 as well as energy equivalent required for desalination in Syria (Wangnick 2004)

Multi-Stage-Flash 2004	MED+VC 2004	Reverse Osmosis 2004	Total Desalination 2004	Non-Sust. Water 2004	Desalination Scenario 2050	Energy for Desalination 2050
Mm ³ /y	Mm ³ /y	Mm ³ /y	Mm ³ /y	Mm ³ /y	Mm ³ /y	TWh/y
0	0	2.2	2.2	8000	12170	41.67

Source: [23]

The CSP capacity potential for solar desalination amounts to 5 GW for Syria. The coastal potentials for CSP plants in Syria seem to be smaller than the expected demand for sea water desalination.

Table (7): Summary of the biomass electricity potential from agricultural waste (mainly bagasse), wood and municipal waste

	Year	Unit	Value
MaxUse (Agr. Res.)		%	80
MaxUse (Wood)			40
MaxUse (Mun.Res.)			80
max	2050	TWh/y	4.66
Forest		1000 km ²	5
Prod.		t/ha/y	1
Wood		TWh/y	0.25
Mun.Waste	2000	TWh/y	1.49
	2010		2.02
	2020		2.66
	2030		3.30
	2040		3.89
	2050		4.41

Source: [23]

Syria

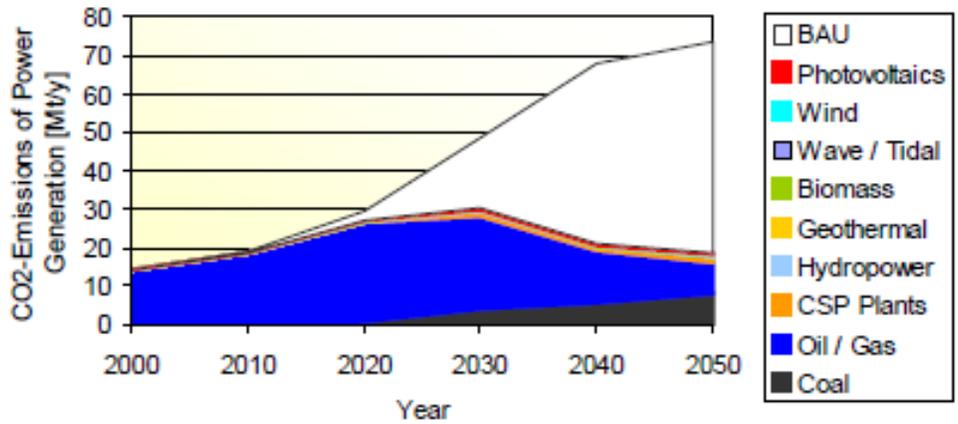


Figure (6): Scenario CG/HE for Syria[23]

الملحق 13: المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سوريا

أولاً : مقدمة

قررت الحكومة السورية إعداد خطة طموحة لاستثمار مصادرها المتاحة في سوريا، ولتنفيذ ذلك حصلت على معونة مالية من الأمم المتحدة لإعداد مخطط عام لاستثمار الطاقة المتجددة في سوريا . أعد هذا المخطط مجموعة من الخبراء الدوليين من مكتب الدراسات الدولي (IT Power) بالتعاون مع فريق من الخبراء المحليين . يتألف تقرير هذا المخطط العام من خمسة أجزاء رئيسية، وعدد صفحاته 300. يستعرض هذا الملحق بإيجاز الملامح الأساسية لهذا المخطط .

ثانياً : أهداف المخطط العام Objectives

إن أهداف المخطط العام هي:

- زيادة مشاركة مصادر الطاقة المتجددة في الميزان الطاقوي الوطني.
- تقليص الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية في بعض القطاعات ما أمكن.
- المساهمة في تنوع مصادر الطاقة .
- نقل تقانة تطبيقات الطاقة المتجددة إلى سوريا .
- خلق فرص عمل حقيقية جديدة .
- المساهمة في التنمية المستدامة ذات الأثر الإيجابي للبيئة .

ثالثاً : عناصر المخطط العام Plan Elements

يتألف المخطط العام المقترح تنفيذه بين عامي 2002 و 2011 من خطتين رئيسيتين هما:

خطة تطوير الطاقة Energy Development Plan

وتحوي مجموعة من النشاطات المقترحة لتطوير استثمار الطاقة المتجددة لأغراض توليد الحرارة والكهرباء لتغطية جزء من احتياجات القطر من الطاقة.

تشمل هذه الخطة التطبيقات التالية : الطاقة الشمسية الحرارية والطاقة الكهروضوئية (الفوتوفولطائية PV) وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية والطاقة المائية ونظم الطاقة الهجينة (طاقة شمسية - مولد ديزل ، طاقة رياح - طاقة شمسية) . يلخص الجدول (1) تكاليف خطة تطوير الطاقة المتجددة. 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. يوضح الشكل (1) نسب مشاركة مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة. إن البرامج الرئيسية لهذه الخطة هي :

1. برنامج البحث والتطوير والاستعراض Research, Development and Demonstration

يتألف هذا البرنامج من عشرين مشروعاً ، وتقدر تكاليفه بـ 11 مليون دولار أمريكي . تحظى تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية بنسبة % 67 من التمويل الإجمالي لهذا البرنامج.

الجدول (1) : تكاليف خطة تطوير الطاقة المتجددة

	RD&D	Pilot Projects	Bankable projects
Resources Required	11 million \$	90 million \$	1.35 billion \$
Components	20	12	21
Period	2002-2011	2003-2011	2003 onwards
Major technologies	Solar and Hybrids	Bioenergy and Wind	Wind, Bioenergy and Solar
Energy Contribution (ktoe)	1	21	328

2. برنامج المشروعات الرائدة Pilot Projects

يهدف هذا البرنامج إلى الانتقال من المشروعات الاستعراضية الناجحة إلى التصنيع الجزئي والتسويق لمثل هذه المشروعات. يتألف هذا البرنامج من 12 مشروعاً، وتقدر تكاليفه بـ 90 مليون دولار أمريكي . تحظى تطبيقات طاقة الكتلة الحيوية بنسبة % 81 وطاقة الرياح بنسبة % 15 من التمويل الإجمالي لهذا البرنامج.

3. برنامج المشروعات التجارية Bankable Projects

يتألف هذا البرنامج من 21 مشروعاً تجارياً قابلاً للتمويل من قبل المصارف أو الهيئات الدولية، وتقدر تكاليفه بـ 1.35 مليار دولار أمريكي، ويشمل التطبيقات الناضجة والناجحة على نطاق التسويق التجاري (توليد الكهرباء من طاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية وتسخين المياه بالطاقة الشمسية) .

خطة الإجراءات المرافقة Accompanying Measures Plan

تحتوي مجموعة من النشاطات التي يمكن أن تلعب دوراً هاماً في تسهيل تطبيق خطة تطوير الطاقة المتجددة. تشمل هذه الخطة عدد من الدراسات وبرامج التدريب وتأهيل الأطر البشرية والتطوير المؤسسي وزيادة الوعي العام . يبلغ التمويل المقترح لهذه الخطة 32.8 مليون دولار أمريكي. يدون الجدول (2) ملخصاً عن هذه الخطة.

الجدول (2): ملخص عن خطة الإجراءات المرافقة

	Studies	Training/Promotion	Institutional Development
Resources Required	1.3 million \$	2.7 million \$	28.8 million \$
Activities	27	9	9
Period	2002-2007	2003-2011	2002-2011
Activities	Technology, social, institutional, policy and capacity building studies	Training, media campaign, trade fairs	Creation of Apex body, financial institutions, upgrading quality assurance, education system

1. الدراسات Studies

يبلغ عددها 27 وتتوزع مواضيعها لتشمل السياسات والتطوير المؤسسي والمالي وتأهيل الأطر البشرية ونظم الطاقة الشمسية الحرارية والطاقة الكهروضوئية ونظم الطاقة الهجينة والطاقة الحرارية الجوفية. تقدر تكاليف هذه الدراسات بـ 1.3 مليون دولار أمريكي، ويشرف على تنفيذها خبراء محليون ودوليون.

2. التدريب والترويج Training and Promotion

يشمل برنامج التدريب والترويج 9 أنواع من النشاطات بحيث تتضمن التدريب وحضور المؤتمرات الدولية والإعلانات وحملات الدعاية وتنظيم المعارض التجارية الخاصة. تقدر تكاليف هذا البرنامج بـ 2.7 مليون دولار أمريكي .

3. التطوير المؤسسي Institutional Development

يعتبر التطوير المؤسسي العنصر الأساسي والفعال للإجراءات المرافقة، ويتألف من 9 أنشطة، وتقدر تكاليفه بـ 28.8 مليون دولار أمريكي. يتضمن برنامج التطوير المؤسسي إحداث أربع مؤسسات هي:

- المركز الرئيسي Apex Body

وهو مركز يدير وينسق نشاطات الطاقة المتجددة في سوريا ، ويُقترح أن يكون تابعاً للجنة العليا للطاقة ، ويرأس مجلس إدارته وزير الكهرباء . يُقترح إحداثه في عام 2002، وتقدر تكاليف إحداثه وتشغيله بـ 7 ملايين دولار أمريكي .

- المؤسسة المالية للطاقة المتجددة Renewable Energy Finance Corporation

وهي مؤسسة إدارية تشرف على تشغيل صندوق الطاقة المتجددة (Interim Renewable Energy Fund) المقترح إحقاقه بالمؤسسة المالية في عام 2008 بعد أن يزداد حجم عمليات القروض المصرفية. تُقدر تكاليف إحداث وتشغيل هذه المؤسسات المالية بـ 5 ملايين دولار أمريكي.

- جمعية المستهلك Consumer Association

وتضم مستخدمي ومصنعي أجهزة الطاقة المتجددة، وتهدف إلى إقناع المستهلك بهذه الأجهزة. يتوقع لهذه الجمعية أن تعيل نفسها بنفسها في عام 2007، وتحتاج إلى نصف مليون دولار أمريكي للوصول إلى هذه المرحلة.

- الجمعية السورية لمصنعي أجهزة الطاقة المتجددة Syrian Renewable Industries Association

يُقترح تأسيسها لتشكيل جماعة ضغط صناعية بحيث تكون المؤسسة الرئيسة لرعاية ودعم صناعة أجهزة الطاقة المتجددة. يُتوقع لهذه الجمعية أن تعيل نفسها بنفسها في عام 2005، وتحتاج إلى 192000 ألف دولار أمريكي لتأسيسها وإقلاعها.

إضافة إلى هذه المؤسسات الأربعة، يُقترح تحديث المؤسسات الثلاثة التالية بغية إدراج الطاقة المتجددة في أعمالها:

- نظام ضمان الجودة Quality Assurance System

يتألف من الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس السورية والمخبر الوطني للمعايير والمعايرة التابع لمركز الدراسات والبحوث العلمية. يُقترح إحداث فرع في الهيئة العامة للمواصفات والمقاييس السورية يُعنى بأنظمة الطاقة المتجددة ، كما يُقترح تطوير وتحديث أجهزة الاختبار في مركز الدراسات والبحوث العلمية. تُقدر تكاليف تطوير نظام ضمان الجودة بـ 9 ملايين دولار أمريكي.

- نظام التعليم العالي Higher Education System

إن تطوير نظام التعليم العالي في سوريا ضروري لاستيعاب تاهيل حوالي 6500 مهندس وفني وإداري يتطلبهم المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سوريا. تُقدر تكاليف تطوير نظام التعليم العالي بـ 3.9 مليون دولار أمريكي.

- نظام الرصد المناخي الطاقى Energy Meteorological Framework

ينبغي تطوير إمكانيات الهيئة العامة للأرصاد الجوية من خلال تزويدها بأجهزة القياس ومعالجة المعطيات. تُقدر تكاليف تطوير نظام الرصد المناخي بـ 3 ملايين دولار أمريكي.

رابعاً : التكاليف والفوائد Costs and Benefits

تبلغ التكاليف الإجمالية لتنفيذ المخطط العام 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 الكهرومائية بنسبة % 3.

يتطلب التطوير المؤسسي حوالي % 88 من تكاليف تنفيذ الإجراءات المرافقة .

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.

يساعد المخطط العام على خلق 7225 فرصة عمل لمهندسين وفنيين وإداريين ومدرسين. إن كل فرصة عمل تخلقها الحكومة يقابلها 10 فرص عمل يخلقها القطاع الخاص.

يؤدي تنفيذ المخطط العام إلى خفض الكميات التالية في عام 2011 : 896000 طن/السنة من CO₂ و11200 طن/السنة من SO₂ و5900 طن/السنة من NO_x و9100 طن/السنة من CO. إن التكاليف الاجتماعية السنوية التي يمكن تجنبها من هذه الانبعاثات تكافئ 120 مليون دولار أمريكي.

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.

خامساً: السيناريوات البديلة Alternative Growth Scenario

أُتِرح سيناريوين بديلين للمخطط العام هما :

1. سيناريو النمو السريع Accelerated Growth Scenario

ويتطلب 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 .

2. سيناريو النمو المركز Focused Growth Scenario

ويمكن تنفيذه في حال ضعف 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. يدون الجدول (3) المقارنة بين هذين السيناريوين مع المخطط العام.

سادساً : الاستنتاجات والمقترحات Conclusions & Recommendations

انطلاقاً من الأهمية البالغة لتقانات الطاقة المتجددة، وانسجاماً مع الاهتمام العالمي لها، ولما تحققه من مزايا اقتصادية وبيئية، تبرز أهمية المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سوريا من خلال الاستنتاجات التالية :

- إعداد استراتيجية واضحة،
- اقتراح حصر الأنشطة المبعثرة في مجال الطاقة المتجددة في هيكل مؤسسي واحد،
- التركيز على تشجيع الاستثمار لتنفيذ مشروعات الطاقة المتجددة،
- التركيز على دور الجهات الدولية المانحة في تقديم الدعم المالي للبرنامج المقترح،
- اقتراح المشاركة المتعددة في تمويل برنامج المخطط العام وذلك من قبل القطاع الخاص والمؤسسات الدولية المانحة والحكومة السورية. إن مشاركة الحكومة السورية بنسبة % 21 من الكلفة الإجمالية للمخطط العام تقابل ما مقداره 311 مليون دولار أمريكي، أي بمعدل 31.1 مليون دولار أمريكي في كل سنة من السنوات العشرة المقترحة لتنفيذ المخطط العام، وهذه الكلفة السنوية تشكل نسبة % 0.37 من ميزانية سوريا لعام 2003 .

الجدول (3) : المقارنة بين السيناريوين البديلين مع 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
Employment Generation	7,225	11,014	6,301

Table (4): Conversion factors

Description	Unit	Factor	Unit
PV	1kWp =	1.9	MWh/a
Hot Water	1lpd =	0.008	MWh/a
Space Heating & Cooling	1sqm =	0.19	MWh/a
Dryer	1sqm =	0.55	MWh/a
Industrial Process heat	1sqm =	0.20	MWh/a
Wind	1kW =	2.5	MWh/a
Hydro	1kW =	2.76	MWh/a
Biogas	1cum =	5.30	MWh/a
Briquetting (Wood) & Gasification	1 kW=	4.38	MWh/a

Table (5): Emissions

Name of the gas	Volume of the emission (kt)
CO ₂	2.573
NO _x	0.017
CO	0.026
SO ₂	0.032

Table (6): Cost of Emissions (Source IRP report Stockholm Energy Institute)

Cost of Emissions (\$ / 1000 tonnes)	
CO ₂	32000
SO ₂	2194000
CO	636000
No _x	10473000

Table (7): Details of the Economic Analysis

	Capacity per system		Total No of Systems	RE master plan Investment	BASELINE Investment	RE master Plan Life Cycle Cost	BASELINE Life Cycle Cost
Solar Thermal							
Solar Thermal Space Heating Systems	25	Sqm	1600	\$6,194,444	\$1,920,000	\$11,604,860	\$13,132,986
Solar Thermal Space Cooling Systems	25	Sqm	1600	\$6,190,972	\$1,920,000	\$11,598,355	\$13,132,986
Solar Thermal Domestic Hot Water Systems	200	Lpd	300000	\$135,222,222	\$30,000,000	\$253,329,404	\$868,602,908
Solar Thermal Hot Water Supply for Non Domestic Applications	2500	Lpd	800	\$4,305,556	\$1,040,000	\$8,066,158	\$30,111,567
Solar Dryers for Small Scale Agricultural Applications	200	Sqm	100	\$2,133,333	\$1,500,000	\$3,996,651	\$6,010,145
Industrial Process Heat	1000	Sqm	750	\$62,500,000	\$37,500,000	\$142,089,392	\$175,253,635
TOTAL				16,546,527	73,880,000	430,684,820	1,106,244,228
Photovoltaic							
PV Village Electrification	0.6	kWp	6000	\$17,040,000	\$4,756,438	\$33,747,689	\$59,155,968
Solar Home Systems for Bedouins	80	Wp	5000	\$1,894,667	\$115,000	\$3,752,384	\$4,212,444
PV Powered Pumping Systems for Urban Water Supply	100	Wp	100	\$32,500	\$25,000	\$60,886	\$178,236
PV Health and Education Systems	500	Wp	500	\$1,179,167	\$500,000	\$2,680,753	\$2,250,715
PV Pumping Systems	3	kWp	500	\$5,240,000	\$1,500,000	\$9,816,775	\$15,152,145
	Capacity per system		Total No of Systems	REMP Investment	BASELINE Investment	REMP Life Cycle Cost	BASELINE Life Cycle Cost
PV Professional applications	5	kWp	100	\$2,308,333	\$500,000	\$4,324,502	\$5,050,715
TOTAL				7,694,666	7,396,438	54,382,988	86,000,223
Hybrid Configurations							
PV-Diesel Hybrid Systems	3	kWp	50	\$355,000	\$99,092	\$704,760	\$931,532
PV-Wind Hybrid Systems (Stand alone)	2 & 3	kWp/ kW	30	\$199,556	\$39,312	\$453,676	\$521,086
PV-Wind Desalination System	100 & 500	kWp/ kW	1	\$1,400,000	\$125,265	\$3,182,802	\$1,901,808
Integrated Solar Combined Cycle Plant	150	MW	1	\$180,000,000	\$12,375,000	\$409,217,449	\$187,880,100
TOTAL				181,954,555	12,638,670	413,558,686	191,234,525
Hydro							
Micro Hydro Schemes	25	MW	2	\$36,944,444	\$15,770,548	\$91,379,507	\$209,039,090
TOTAL				36,944,444	15,770,547	91,379,507	209,039,090
Bio-Energy							

Briquetting and Gasification	30	kW	10	\$175,000	\$128,571	\$327,850	\$1,133,824
Urban Solid Waste Projects	25	MW	4	\$61,666,667	\$9,722,222	\$115,528,200	\$403,408,350
Biogas Systems (Small scale)	60	Cum	2300	\$240,557,143	\$71,565,558	\$450,667,033	\$631,110,194
Biogas Systems (Large scale)	1000	Cum	35	\$60,814,286	\$18,150,685	\$113,931,324	\$160,064,180
TOTAL				363,213,095	99,567,036	680,454,407	1,195,716,547
	Capacity per system	Total No of Systems	REMP Investment	BASELINE Investment	REMP Life Cycle Cost	BASELINE Life Cycle Cost	
Wind							
Wind Farms (Grid tied)	1	MW	700	\$533,750,000	\$174,000,000	\$1,320,193,407	\$2,474,041,667
Water Pumping Wind Mills	12.56	Sqm	200	\$4,172,711	\$102,857	\$10,320,910	\$1,462,488
Wind Electric (Stand alone)	100	kW	1000	\$75,875,000	\$24,857,143	\$187,671,522	\$353,434,524
Defrosting Wind Machines	7	kW	300	\$830,083	\$1,404,000	\$2,053,153	\$19,962,957
TOTAL				614,627,794	200,364,000	1,520,238,991	2,848,901,635
Total cost of Accompanying measures				\$32,828,520			
RD & Demo Cost				\$11,000,000			
GRAND TOTAL				1,483,409,604	409,616,693	3,190,699,401	5,637,136,251

الملحق 14: إلزام طالبي ترخيص البناء بـ "الطاقة الشمسية"

دمشق - جريدة البعث:

أصدرت وزارة الإدارة المحلية قراراً قضى بإلزام طالبي الترخيص بالبناء في مدن مراكز المحافظات ومجالس المدن والبلديات تقديم الآتي، إضافة إلى الوثائق والدراسات والمخططات الواجب تقديمها للترخيص، دراسة ميكانيكية خاصة بالطاقة الشمسية لتسخين المياه واعتماد النظام المركزي ذي الدارة المغلقة وحسب المواصفات القياسية السورية لأنظمة التسخين الشمسي:

آ- دراسة ميكانيكية وفقاً لمبادئ وأسس ومواد كود العزل الحراري المعتمد.

ب- تعهد خطي موثق لدى الكاتب بالعدل بتنفيذ وتركيب لواقط الطاقة الشمسية حسب وضع كل بناء (شبكة عادية- شبكة مركزية).

ولفتت المادة الثانية من القرار إلى عدم منح إجازة السكن المنصوص عنها في الفقرة /د/ من المادة /9/ من القانون رقم/14/ لعام 1974 أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ.

وبينت المادة الثالثة من هذا القرار أن تعمل مجالس الوحدات الإدارية ولجان الأحياء بالتنسيق مع اللجان الإدارية المنتخبة وفق أحكام القانون /55/ لعام 2002 وقانون التعاون السكني رقم /17/ لعام 2007 للاستفادة من استخدام الطاقة الشمسية للأبنية القائمة قبل تاريخ صدور هذا القرار.

**POLICY STRATEGY AND INSTITUTIONAL DEVELOPMENT TO INTRODUCE الملحق 15:
PHOTOVOLTAIC SYSTEMS INTO SYRIAN ARAB REPUBLIC**

PREPARED BY:
Dr. Ghazi Darkazalli
NOVARAY International Co.
9 Reed Lane, Bedford, MA 01730, USA
April 2005

Summary

Due to the lack of comprehensive and adequate survey of the potentials for wide spread dissemination of PV technology in rural areas of Syria, the following are sites suggested for Phase-I of a deployment strategy.

I- Village electrification: The following Table-1 is extracted from a 2004 statistical survey of non-electrified communities in Syria. The survey was conducted by the Ministry of Electricity. Shown in the Table are four Syrian Governorates with 102 non-electrified villages located more than 10 Km from the electric grid. The PV suggested systems power requirement is ~ 500 Wp per house (family).

Table-1, Non-electrified villages

Governorate	Communities located more than 10 km from the grid	Average size of community (family)
Hama	26	11.4
Homs	37	11.7
Dier-alzzor	30	27
Hassakeh	9	9.4

II- Health centers electrification: There are already 13 health centers, and 24 health centers will be constructed in the near future, all are far from the grid and can be electrified by PV systems with capacity of (1000-1500 Wp).

Table-2, Non-electrified Health Centers

Proposed health care centers for PV electrification		
Governorate	Existing	Planned
Damascus	1	-
Aleppo	10	4
Homs	-	3
Hamma	1	-
Dier-alzzor	1	-
Raqa	-	17

III- Drinking water pumping: In the table below there are examples of drinking water pumping stations in Aleppo that may be powered by PV systems (information provided by Aleppo water Authority).

Table-3, Drinking Water Wells Sites

Wells for drinking water in Aleppo Governorate					
N.	Name of well	Region	Well Depth, m	Static level , m	Dynamic level , m
1	Arada	Samaan	400	120	150
2	Kantarah	Albab	283	142	178

3	Althahraa	Izaz	350	270	338
4	Mayasah	Izaz	425	102	128
5	Sheek akeel	Samaan	300	175	219
6	Om aletham	Menbej	175-100	75	94

IV- Irrigation and livestock water pumping: PV systems may also be used for pumping water from rivers to irrigate neighboring lands, and for drip irrigation, besides traditional pumping from wells. The sites provided in Table-4 and Table-5 represent very good and strong examples of agricultural pumping needs with PV systems to replace the used diesel generators.

Table-4, Irrigation Wells at Dier-alzoz Governorate

Dier-alzoz Governorate							
N	Name of well	Region	Well Depth (m)	Pump Depth (m)	Water volume (m ³ /day)	Diesel pump (hp)	Est. PV system kW
1	Alrathemee	Albokamal	600	120	25	40	4
2	Sawab kadwm	Albokama	263	202	72	10	19.5
3	Sawab jaded	Albokamal	270	220	270	40	79.5
4	Sawab jaded	Albokama	270	220	108	30	32
5	Maizeliah	Albokama	169	130	171	20	30
6	Kedr almaa	Badeyat alsham	150	30	160	20	6.5
7	Abo hayaya	Badeyat alsham	150	24	30	15	1
8	Azman	Alshoola	400	140	13	15	2.5
9	Kabajeb	Kabajeb	300	100	275	25	37
10	Wahet alshola 2	Alshoola	105	20	25	15	1
11	Albeda	Jazeera	150	43	140	20	8
12	Jarwan	Jazeera	150	40	150	20	8
13	Abo kashab	Jazeera	125	30	117	15	5
14	Rweshed	Jazeera	105	18	10	15	0.5
15	Abo kabra	Jazeera	110	45	60	20	4
16	Jwef alsader	Jazeera	200	113	90	15	14
17	Jleb alhokoma 1	Jazeera	100	60	80	20	6.5
18	Faydat ebn almweneh	Badeyat almayadeen	200	66	150	20	13.25
19	Makaz alshola	Alshoola	100	30	150	15	6
20	Jwef aldafeena	Albeshree	240	40	150	10	8
21	Alaakorah	Badeyat alsham	150	40	60	15	3.25

Table-5, Irrigation Wells at Raqa Governorate

Raqa Governorate							
N	Name	Region	Pump Depth (m)	Well Depth (m)	Diesel pump (hp)	Water volume (m ³ /day)	Est. PV system (kW)
1	Alamaalah	S Rasafa 35km	132	300	15	165	29
2	Almeksar	S Rasafa 20km	140	300	20	200	37.5
3	Alakar	SW Rasafa 15km	180	300	20	220	53
4	Aladad	W Rasafa10km	75	165	15	153	15.5
5	Mherah	S Raqa25km	150	300	20	140	28
6	Abotabat	S Raqa45km	114	300	20	153	23.5
7	Aljeere	S Raqa65km	135	250	15	35	6.5
8	Hayelalrem an	SE Raqa40km	130	300	15	130	22.5
9	Twalalaba	NE Raqa60km	192	500	35	90	23
10	Rjomakdan	S Raqa50km	125	304	20	135	22.5

V- **Brackish water desalination:** By 2025, nearly 50% of the world's population will live in water-stressed areas, according to the World Meteorological Organization, and conservation and reuse alone will not solve global water scarcity. Desalination removes saline from brackish or sea water and creates fresh water for drinking, irrigation, and industrial use. PV systems may be used to power RO water desalination units. The total number of saline wells in Syria is around 30 villages.

PV Systems Selection

The following is our recommendation of what Phase-I applications could consist of:

- I. Select 10 villages from each of the four governorates listed in the table provided above. On the average each village has 12 families (house). Hence, the number of PV systems installed will be 480 with a total PV power requirement of 240 kWp.
- II. Select 6 health centers representing the Governorates listed in the table provided above. This represents a total PV power requirement of 9 kWp.
- III. Select 6 drinking water pumping sites from the list in the table provided above. These systems require a total of 12 kWp of PV power (based on an average of 2 kWp per system).
- IV. Similarly, select 4 irrigation and livestock water pumping sites from the locations provided above. Assuming an average of 6 kWp per system, the total PV power requirement is 24 kWp.

Based on the above site selection and suitable PV systems, the PV power requirement for Phase-I is 285 kWp. This number could be increased or decreased based on availability of funds, workable financing schemes, and ability to set up the infrastructure needed for the implementation plan.

Creative financing plans must be available to encourage the end users to participate in the implementation program. Various successful financing and loan programs are provided in this report.

Pilot Project Syria

Five story apartment blocks with 30 apartments, part of the New Youth Residential Complex consisting of 18 buildings with 12,600 flats in total, situated North West of Damascus in the Kudsia Suburbs.

The apartment block has a total floor space of 480 m²; passive building design measures and solar energy are used to improve energy efficiency.

Partners

General Company for Engineering Studies and Consulting (GCEC)

tech-studies-co@mail.sy

General Institute for Housing (GIH)

jhe@net.sy

National Energy Research Centre (NERC)

nerc@mail.sy

Summary

In 1998, GCEC did a research called "Towards Better Climatic Responses in Architecture and Urban Design" examining the comfort in houses of Old Damascus and comparing it to ordinary "modern" houses.

The results persuaded the team to promote the advantages of the old traditional ways of building in Old Damascus and to rediscover design measures already implemented in the past.

The overall energy concept is based on passive building design measures combined with new energy efficient technologies and the use of renewable energies.



Profitability

Compared to a conventional building, the total primary energy consumption of the pilot project is reduced by over 60%.

Due to the 35% higher investment costs, however, the project is economically not feasible.

Only concentrating on the most cost efficient measures brings the payback time down to around 10 years.

Main technical features of the Pilot Project

The role of passive solar design has been maximized to limit as much as possible the use of active solar systems.

Basic measures with high / moderate cost efficiency

- enhanced insulation of the building envelope and the roof

- double glazing
- PVC shutters for the windows
- shading of the windows and the building by surrounding trees
- glazed stairwells to enhance natural cross ventilation due to solar chimney effect
- solar water heating
- energy efficient lighting
- Additional demonstration measures
- solar assisted floor heating (25% solar thermal, 75% fuel)

Main results of the Pilot Project

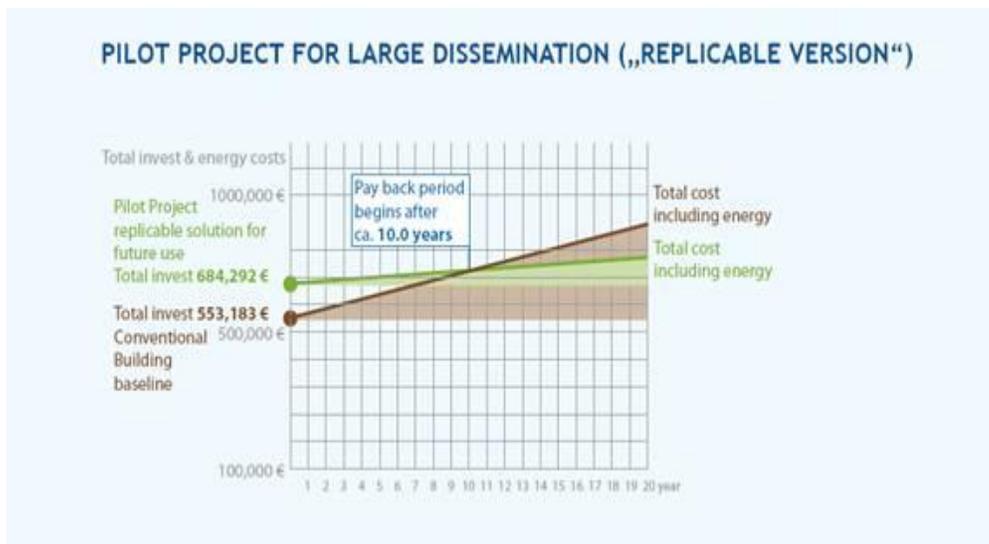
The pilot project reduces the energy consumption by 63%, compared to a conventional building, due to passive measures and the use of solar thermal energy for space and water heating.

The incremental costs for the pilot project are rather high with nearly 35%, the pay-back for the realized measures is hardly attractive.

Major reasons are unavailability of cheap insulation products on the national market lack of know-how for identifying and applying appropriate energy saving technologies and products low cost-efficiency of solar space heating subsidized energy-prices.

The replicable solution has been based on learning and scale effects in a large building program and on skipping the more expensive measures. This brings the pay-back period down to 10 years.

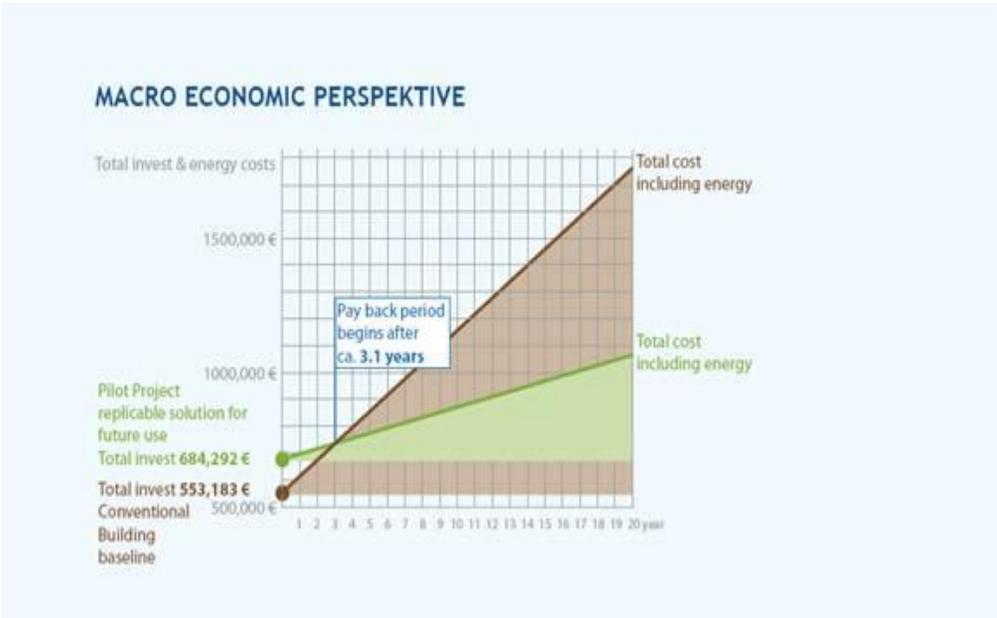
Graph 1:



When realizing this "replicable solution", significant additional benefits for the country in form of reduced energy subsidies arise.

Considering these benefits, the State may have an interest in subsidizing this type of building, increasing thus the pay-back (Graph 2).

Graph 2:



الملحق 17: حساب معاملات انتقال الحرارة (U-Value) لعناصر البناء قبل وبعد العزل الحراري والجدوى الاقتصادية من العزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 150 متراً مربعاً

مقاومات طبقتي الهواء الداخلية والخارجية

المقاومة (m ² .K/W)	طبقة الهواء
0.04 =R _o	الخارجية الملاصقة للسطح والجدران
R _i = 0.17	الداخلية الملاصقة للسطح
R _i = 0.13	الداخلية الملاصقة للجدران

الأرضية بين طابقين:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السك (cm)	العنصر
1.0	1800	1.5	طينة اسمنتية داخلية
1.75	2300	15	بلاطة بيتونية مسلحة
0.33	1520	5	رمل
1.6	-	5	بلاط ومونة

$$R_{Sol} = R_i + R_{Plaster} + R_{Concret} + R_{Sand} + R_{Tile} + R_o$$

$$R_{Sol} = 0.17 + 0.015/1 + 0.15/1.75 + 0.05/0.33 + 0.05/1.6 + 0.04$$

$$R_{Sol} = 0.4935 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{Sol} = 1/R_{Sol} = 1/0.4935 = 2.03 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

السطح قبل العزل:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السك (cm)	العنصر
1.0	1800	1.5	طينة اسمنتية داخلية
1.75	2300	15	بلاطة بيتونية مسلحة
1.0	1800	5	بيتون عادي لتأمين الميول
0.33	1520	5	رمل
1.6	-	5	بلاط ومونة

$$R_{Roof} = R_i + R_{Plaster} + R_{Concret} + R_{Beton} + R_{Sand} + R_{Tile} + R_o$$

$$R_{Roof} = 0.17 + 0.015/1 + 0.15/1.75 + 0.05/1 + 0.05/0.33 + 0.05/1.6 + 0.04$$

$$R_{Roof} = 0.5435 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{Roof} = 1/R_{Roof} = 1/0.5435 = 1.84 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

السطح بعد العزل:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السك (cm)	العنصر المضاف
0.04	15	2.0	عازل بوليسترين ممدد

$$R_{Roof,i} = R_{Roof} + 0.02/0.04 = 0.5435 + 0.5 = 1.0435 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{Roof,i} = 1/R_{Roof,i} = 1/1.0435 = 0.96 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

الجدار الخارجي المصمت قبل العزل:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السك (cm)	العنصر
1.0	1800	1.5	طينة اسمنتية داخلية
1.4	2000	20	بلوك مصمت
1.0	1800	1.5	طينة اسمنتية خارجية

$$R_{Wall} = R_i + R_{Plaster,i} + R_{Bloc} + R_{Plaster,o} + R_o$$

$$R_{Wall} = 0.13 + 0.015/1 + 0.20/1.4 + 0.015/1 + 0.04$$

$$R_{Wall} = 0.343 [m^2.K/W]$$

$$U_{Wall} = 1/R_{Wall} = 1/0.343 = 2.92 [W/m^2.K]$$

الجدار الخارجي المصمت بعد العزل:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السك (cm)	العنصر المضاف
0.04	15	3.0	عازل بوليسترين ممدد

$$R_{Wall,i} = R_{Wall} + 0.03/0.04 = 0.343 + 0.75 = 1.093 [m^2.K/W]$$

$$U_{Wall,i} = 1/R_{Wall,i} = 1/1.093 = 0.915 [W/m^2.K]$$

الجدار الخارجي بنوافذ (واجهة) قبل العزل:

بفرض أن النوافذ تشكل 20% من مساحة الجدار الخارجي وبفرض أنها مؤلفة من إطار ألومنيوم وزجاج مفرد عادي.

معامل انتقال الحرارة (W/m ² .K)	العنصر
$U_w = 5.2$	نافذة ألومنيوم بزجاج مفرد عادي

$$U_{Facad} = U_{Wall} \times 0.8 + U_w \times 0.2$$

$$U_{Facad} = 2.92 \times 0.8 + 5.2 \times 0.2 = 3.38 [W/m^2.K]$$

الجدار الخارجي بنوافذ (واجهة) بعد العزل:

بفرض المحافظة على نافذة الألومنيوم:

$$U_{Facad,i} = U_{Wall,i} \times 0.8 + U_w \times 0.2$$

$$U_{Facad,i} = 0.915 \times 0.8 + 5.2 \times 0.2 = 1.77 [W/m^2.K]$$

مثال: الجدوى الاقتصادية من العزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً شقة نموذجية تقع في الطابق الأخير في مدينة دمشق، مساحتها 120 m² ومفتوحة على ثلاث جهات. تبلغ مساحة الجدران الخارجية 100 m² ومساحة النوافذ 20 m².

- الفاقد الحراري للجدران الخارجية غير المعزولة (مع نوافذ):

$$Q_{\text{wall}} = A \text{ [m}^2\text{]} \times U_{\text{wall}} \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times \Delta T \text{ [K]}$$

$$Q_{\text{wall}} = 100 \text{ [m}^2\text{]} \times 3.38 \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times 22 \text{ [K]} = 7436 \text{ W}$$

- الفاقد الحراري للجدران الخارجية المعزولة (مع نوافذ):

$$Q_{\text{wall,i}} = A \text{ [m}^2\text{]} \times U_{\text{wall,i}} \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times \Delta T \text{ [K]}$$

$$Q_{\text{wall,i}} = 100 \text{ [m}^2\text{]} \times 1.77 \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times 22 \text{ [K]} = 3894 \text{ W}$$

- الوفر الحراري بين الجدران الخارجية المعزولة وغير المعزولة:

$$7436 - 3894 = 3542 \text{ W} = 3046 \text{ kcal/h} = 0.354 \text{ liter mazout/h} = Q_{\text{wall,i}} - Q_{\text{wall}}$$

يبلغ المجموع السنوي لدرجات الأيام التي تقل عن 18°C في مدينة دمشق 1500 °C-days، لكن يبلغ المجموع لأشهر التدفئة: تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار ونيسان 1271 °C-days (أطلس الإشعاع الشمسي)، إن مجموع درجات الأيام لغرض التكييف تزيد عن 1000 °C-days في دمشق. ينصح بعدم استخدام هذه القيمة نظراً لأنها لا تمثل الواقع، حيث تستخدم عادة المراوح بدلاً من المكيفات. نفرض أن عدد ساعات تشغيل التكييف في فصل الصيف 500 ساعة:

- الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$3542 \text{ W} \times 500 \text{ hr} = 1771 \text{ kWh}$$

- قيمة الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$450 \text{ liter mazout} \times 20.5 \text{ SL/liter} = 9225 \text{ SL/yr}$$

- الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$3542 \text{ W} \times 500 \text{ hr} = 1771 \text{ kWh}$$

- قيمة الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$1771 \text{ kWh} \times 2.41 \text{ SL/kWh (Table 5-4)} = 4268 \text{ SL/yr}$$

- الفاقد الحراري للسطح غير المعزول:

$$Q_{\text{Roof}} = A [\text{m}^2] \times U_{\text{Roof}} [\text{W/m}^2.\text{K}] * \Delta T [\text{K}]$$

$$Q_{\text{Roof}} = 120 [\text{m}^2] \times 1.84 [\text{W/m}^2.\text{K}] * 22 [\text{K}] = 4858 \text{ W}$$

- الفاقد الحراري للسطح المعزول:

$$Q_{\text{Roof,i}} = A [\text{m}^2] \times U_{\text{Roof,i}} [\text{W/m}^2.\text{K}] * \Delta T [\text{K}]$$

$$Q_{\text{Roof,i}} = 120 [\text{m}^2] \times 0.96 [\text{W/m}^2.\text{K}] * 22 [\text{K}] = 2534 \text{ W}$$

- الوفر الحراري بين السطح المعزول وغير المعزول:

$$4858 - 2534 = 2324 \text{ W} = 1999 \text{ kcal/h} = 0.232 \text{ liter mazout/h} = Q_{\text{Roof,i}} - Q_{\text{Roof}}$$

- الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$2324 \text{ W} \times 1271 \text{ hr} = 295 \text{ liter mazout} \quad 0.232 \text{ liter mazout/h}$$

- قيمة الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$295 \text{ liter mazout} \times 20.5 \text{ SL/liter} = 6048 \text{ SL/yr}$$

- الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$2324 \text{ W} \times 500 \text{ hr} = 1162 \text{ kWh}$$

- قيمة الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$1162 \text{ kWh} \times 2.41 \text{ SL/kWh (Table 5-4)} = 2800 \text{ SL/yr}$$

- مجموع الوفر الحراري من عزل السطح والجدران الخارجية:

$$2324 \text{ W} = 5866 \text{ W} = 5045 \text{ kcal/h} = 0.587 \text{ liter mazout/h} \quad 3542 \text{ W} +$$

- مجموع الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$450 \text{ liter mazout} + 295 \text{ liter mazout} = 745 \text{ liter mazout}$$

- مجموع قيم الوفر السنوي في وقود المازوت لغرض التدفئة:

$$9225 \text{ SL/yr} + 6048 \text{ SL/yr} = 15273 \text{ SL/yr}$$

- مجموع قيم الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$1771 \text{ kWh} + 1162 \text{ kWh} = 2933 \text{ kWh}$$

- مجموع قيم الوفر السنوي في الكهرباء لغرض التكييف:

$$4268 \text{ SL/yr} + 2800 \text{ SL/yr} = 7068 \text{ SL/yr}$$

- مجموع قيم الوفر السنوي في المازوت والكهرباء لأغراض التدفئة والتكييف:

$$15273 + 7068 = 22341 \text{ SL/yr}$$

بفرض أن سعر المتر المربع من عازل البوليسترين الممدد يبلغ 150 ليرة سورية متضمناً أجور النقل والتركييب، وباعتبار أنه يلزم 100 متراً مربعاً لعزل الجدران الخارجية و 120 متراً مربعاً لعزل السطح، أي يلزم 220 متراً مربعاً، فإن الكلفة التأسيسية للعزل الحراري:

$$150 \text{ SL/m}^2 \times 220 \text{ m}^2 = 33000 \text{ SL}$$

وتبلغ فترة استرداد رأس المال:

$$33000 \text{ SL} / 22341 \text{ SL/yr} = 1.5 \text{ years}$$

أي يمكن تغطية كلفة العزل للشقة السكنية خلال فترة زمنية أقل من عامين، وذلك دون أخذ بعين الاعتبار الوفر الناتج عن تخفيض استطاعة التجهيزات (للسقق الجديدة).

الملحق 18: مقارنة بين مواد العزل الحراري الأكثر استخداماً

Insulation material properties (Properties)	Thermal conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	At the request of resistance to the thickness (mm)	At the request of the resistance to density (kg/m ³)	Compared with the XPS plate thickness of the plate in multiples	Compared with the XPS weight increase in multiples XPS
XPS	0.028	40-50	25	1.13	/	/
Cement perlite	0.16	400	143	57.13	5.72	50.58
Asphalt perlite	0.12	400	107	42086	4.28	37.93
Aerated Concrete	0.19	500	170	84.84	6.8	75.08
Cement stone vermiculite expansion	0.14	350	125	43.75	58	38.73
Cement polystyrene board	0.09	300	80	24	3.2	21.34
Polyethylene foam	0.042	20-30	38	0.94	1.52	0.83
Rigid polystyrene foam	0.023	60	21	1.23	0.84	1.09

Perlite	PU	EPS البوليسترين الممدد	XPS البوليسترين المبثوق	
0.077	0.02 ≥ 0.06	0.041 ≥ 0.06	0.03 ≤ 0.04	النقلية الحرارية (W/m.K) - في البداية - بعد ثلاث سنوات
AE	165 110	80 60	350 350	مقاومة الانضغاط (kPa) - في الحالة الجافة - في الحالة الرطبة
	-	≥ 65	≥ 300	مقاومة الشد (kPa/m ²)
220	25-30	25-28	32-39	الكتلة الحجمية (الكثافة) (kg/m ³)
110-130	≤ 6.0 ≥ 40	≤ 8.0 ≥ 40	≤ 0.76 ≤ 1.0	الامتصاصية للماء (% v/v) - في البداية - بعد ثلاث سنوات
	21	38	25	السلك (mm)
	جيد	جيد	جيد	استقرارية الحجم
	-	B1	B2	القابلية للاحتراق
	سهل	سهل	سهل	الاستخدام المباشر
	100% مواد جديدة	100% مواد جديدة	100% مواد معاد تصنيعها	المادة الأولية
	عالية	متوسطة	منخفضة	الكلفة
	معقدة	سهلة	سهلة	إجراءات التصنيع

Name of Project:
Energy Utilization of Ammonia Plant Tail Gas
Location: Homs, Syria

Title of Feasibility Study (FS)	CDM Project Study for Energy Utilization of Ammonia Plant Tail Gas in Syria
FY	FY 2008
Main Implementing Entity	Shimizu Corporation
FS Partner(s)	Ohsumi Co., Ltd.; and Climate Experts PLC.
Location of Project Activity	Syria (Homs City)
Summary of FS Report	PDF (273KB)
Description of Project Activity	The project is to be implemented in an ammonia manufacturing plant located within a general chemical fertilizer company (GFC) in Homs, the third largest city in Syria. It is a CDM project that aims to utilize purge gases (exhaust gas: CH ₄ = 12%, H ₂ = 60%, plus nitrogen, ammonia and argon, etc., but not including harmful substances) as an alternative fuel in the plant boiler, which currently uses natural gas as fuel.
Targeted GHG	CO ₂ , and CH ₄
Category of Project Activity	Others (Waste Gas Utilisation)
CDM/JI	CDM
Duration of Project Activity/ Crediting Period	2010-2020 / 2011-2020
Baseline Scenario (including Methodology to be applied)	The physical project boundary in the proposed new methodology is "The area of GFC where purge gas is recovered and used as boiler fuel". In the project, it is planned to recover purge gas in the ammonia plant and to install a new multi-fuel fired boiler next to the two existing natural gas fired boilers. Therefore, the project boundary is limited to this area. It is expected that the baseline scenario will be maintenance of the status quo.
Demonstration of Additionality	The baseline scenario will basically be demonstrated through grasping how things have actually been within GFC from the past to present and presenting reasons and evidence to support this. Regarding existence of barriers, evidence will be collected and a chronological table will be compiled with a view to tracking the decision making by the GFC. Concerning actual proof, a number of baseline scenarios different from maintenance of the status quo will be presented and the most likely one (in the case where the CDM project is not implemented) will be selected as the baseline scenario. In this case, the project will be divided into two major components, and the separate scenarios (combinations) will be examined within these. This can demonstrate that maintenance of the status quo is the baseline scenario and that the project is additional.
Estimation of GHG Emission Reductions	85,250tCO ₂ on average per year. 850,250tCO ₂ over 10 years
Monitoring Plan (including Methodology to be applied)	Through monitoring the amount of methane included in the purge gas used in the project activities and the heating value obtained through combusting this methane gas in the boilers, the greenhouse gas emissions reductions comprising destroyed methane and substituted fuel will be calculated.
Environmental Impact Analysis	The project will have a beneficial impact on the environment because it will effectively utilize methane gas that is currently discharged into the atmosphere

	and also will reduce the quantity of fuel consumption. Moreover, examination is being given to simultaneously introducing equipment for recovering ammonia contained in the purge gas, and this will also have a beneficial environmental impact.
Issues and Tasks for Project Materialisation	Although it will be necessary to prepare a new methodology and obtain approval from the United Nations for this, it is expected to secure CERs from 2011 and, providing that the price of CERs is 10US\$/tCO ₂ or more, the project should be economically viable. Shimizu Corporation intends to work for the fast realization of the project including the necessary fundraising while monitoring political and economic trends in Syria.
Co-benefits Effects	The project site of GFC is one of the sources of atmospheric pollution in Homs City. Moreover, the purge gas targeted by the project contains ammonia which is harmful to human health, and the treatment of this is needed from the viewpoint of pollution prevention. Although the concentration of ammonia in purge gas is less than 3%, the smell of ammonia pervades inside and outside the plant and it cannot be denied that this is causing an adverse impact on the surrounding environment. Limiting the atmospheric discharge of ammonia through implementing the project is significant for preventing air pollution and means that the project will realize co-benefits.

DRAFT PROJECT IDEA NOTE (PIN)

Name of Project: Banias Refinery Flaring Reduction and Gas Utilization

Location: Banias, Syria

Date submitted: 5th March 2008

OBJECTIVE OF THE PROJECT	Flare Gas reduction and energy utilization at Banias Refinery
PROJECT DESCRIPTION AND PROPOSED ACTIVITIES	The project's aim is to use gases that have been flared heretofore, to supplant some of the refinery's internal energy needs. The refinery's GHG emissions are reduced by utilizing the flared gas as a replacement for heavy fuel oil.
TECHNOLOGY TO BE EMPLOYED¹	<ul style="list-style-type: none"> - Diversion of the waste gas stream before it reaches the flare. Quantity is about 350 kg/h with 78% Hydrocarbon content. - Installation of a special device to avoid compromising the security of the refinery in the form of a valve that automatically provides full bypass capacity to the security flare in case of overpressure through a tube with a diameter of 1m. - Transport tube for the flare gas to the internal boilers. - Gas metering and analyzer for the flare gas flowing to the boilers. - Gas burner in addition to the existing burners for heavy fuel oil for a capacity of about 145 000GJ per year. <p>The project results in reduced heavy fuel oil usage of about 3400 tons p.a., equivalent of 22 000 Barrels of oil.</p>
TYPE OF PROJECT	
Greenhouse gases targeted CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O/HFCs/PFCs/SF	CO ₂
Type of activities Abatement/CO ₂ sequestration	CO ₂ reduction through replacement of fuel oil with previously flared refinery gas.
Field of activities	6a and 9a
LOCATION OF THE PROJECT	

¹ Please note that support can only be provided to projects that employ commercially available technology. It would be useful to provide a few examples of where the proposed technology has been employed.

Country	Syria
City	Banias
Brief description of the location of the project <i>No more than 3-5 lines</i>	The project facility is built on a 4 Ha plot of land facing the oil transport facility. The refinery is only 1km away from the city of Banias.
PROJECT PARTICIPANT	
Name of the Project Participant	Energy Solutions offshore sal
Role of the Project Participant	a. Project Operator b. Owner of the site or project c. Owner of the emission reductions d. Seller of the emission reductions e. <u>Project advisor/consultant</u> f. Project investor g. Other, please specify: _____
Organizational category	a. Government b. Government agency c. Municipality d. <u>Private company</u> e. Non Governmental Organization f. Other, please specify: _____
Contact person	Karim Nini
Address	1135, Allenby street, Beirut central district
Telephone/Fax	+9613236766
E-mail and web address, if any	Karim.nini@energyso.com
Main activities	ES identifies CDM projects, provides necessary studies and documentation for the certifier and the UNFCCC and will closely cooperate with the project owners during the whole CDM project period. ES acts as a trustee for registration and handling of emission rights in the EU.
Summary of the financials <i>Summarize the financials (total assets, revenues, profit, etc.) in not more than 5 lines</i>	ES is capable to provide sufficient private equity from a number of dedicated institutions in Europe and the GCC for CDM project realization. Project finance will be settled well before project approval and communicated in detail.
Summary of the relevant experience of the Project Participant	ES provides specialized advisory services for the CDM since 1999 and is therefore one of the earliest companies completely dedicated to CDM. ES cooperates with several well known German companies that provide engineering services in the fields of electric power generation, biogas, landfill gas and energy efficiency.
<i>Please insert information for additional Project Participants as necessary.</i>	
EXPECTED SCHEDULE	
Earliest project start date <i>Year in which the plant/project activity will be operational</i>	Time required for detailed engineering: 2 months Time required for financial commitments: 2 months. Time required for legal matters: 1 month. Time required for construction: 5 months.
Estimate of time required before becoming operational after approval of the PIN	10 month, depending on availability of supplies.
Expected first year of CER/ERU/VERs delivery	Early 2009
Project lifetime <i>Number of years</i>	10 years minimum
For CDM projects:	10 years

08

Expected Crediting Period <i>7 years twice renewable or 10 years fixed</i>	
Current status or phase of the project <i>Identification and pre-selection phase/opportunity study finished/pre-feasibility study finished/feasibility study finished/negotiations phase/contracting phase etc. (mention what is applicable and indicate the documentation)</i>	MOU approved by BRC and awaiting Ministers signature to go ahead. Scope of CDM activities clear. Volume of fuel reduction and emission reduction established. Detailed engineering about to be commissioned.
Current status of acceptance of the Host Country <i>Letter of No Objection/Endorsement is available; Letter of No Objection/Endorsement is under discussion or available; Letter of Approval is under discussion or available (mention what is applicable)</i>	Formalities and approach to obtain Letter of No Objection are known and will be engaged in due time.
The position of the Host Country with regard to the Kyoto Protocol	Syria is a non-Annex I country and has ratified the Kyoto Protocol on the 27 th of January 2006

METHODOLOGY AND ADDITIONALITY

ESTIMATE OF GREENHOUSE GASES ABATED/ CO₂ SEQUESTERED <i>In metric tons of CO₂-equivalent, please attach calculations</i>	Annual (if varies annually, provide schedule): 10 000 tCO ₂ -equivalent Up to and including 2012: 40 000 tCO ₂ -equivalent Up to a period of 10 years: 100 000 tCO ₂ -equivalent. Calculation: 350 kg of refinery gas are utilized per hour. 145 000 GJ are made available per year. 145 GJ are the equivalent of 3400t or 22 000 Barrels of fuel oil. Amount of CO ₂ emitted by 3400 t of fuel oil is around 10 000t CO ₂ .
BASELINE SCENARIO CDM/JI projects must result in GHG emissions being lower than “business-as-usual” in the Host Country. At the PIN stage questions to be answered are at least: <ul style="list-style-type: none"> • Which emissions are being reduced by the proposed CDM/JI project? • What would the future look like without the proposed CDM/JI project? 	Combustion of 3400t of fuel oil per year. Combustion of 350 kg of flare gas per hour. The combustion of 3400t of fuel oil causes about 10 000t of CO ₂ emissions. The project replaces 3400t of fuel oil with flare gas. The flare gas is virtually emission neutral as it is flared in the baseline. The flare gas would continue to be flared. Fuel oil would be used for thermal purposes.
Additionality Please explain which additionality arguments apply to the project: (i) there is no regulation or incentive scheme in place covering the project	i) Baniyas Refinery complies with all Syrian regulation. The flaring of the waste gases is a security measure and represents standard industrial practice. iii) This is a new technology for Syria. There is considerable

(ii) the project is financially weak or not the least cost option (iii) country risk, new technology for country, other barriers (iv) other	technical risk that could lead to interruptions in the refinery's operations. Special attention has to be accorded to security concerns.
SECTOR BACKGROUND Please describe the laws, regulations, policies and strategies of the Host Country that are of central relevance to the proposed project, as well as any other major trends in the relevant sector.	Syria is faced with an increasing amount of gases being flared both at refineries and oil wells. Gas flaring in Syria generates CO2 emissions of 3,453,000 annually. The technology used in the Baniyas Refinery is based on a pre-1990 Rumanian design. CO2 reduction was not taken into consideration during the construction of the plant.
METHODOLOGY Please choose from the following options: For CDM projects: (i) project is covered by an existing Approved CDM Methodology or Approved CDM Small-Scale Methodology (ii) project needs a new methodology (iii) projects needs modification of existing Approved CDM Methodology	i) Small Scale CDM methodology III.P <i>Recovery and utilization of waste gas in refinery facilities.</i> There was no official recording of the amount of waste gases that have been flared in the past, as there was no meter installed. The plant has all design parameters available that indicate the volume of gas flared in the baseline. A gas meter will be installed before the implementation of the project to measure the volume of the gas flared. The amount of flare gas utilised as fuel can be assessed without any problems ex-post.

FINANCE

TOTAL CAPITAL COST ESTIMATE (PRE-OPERATIONAL)	
Development costs	0,2 US\$ million (Feasibility studies, resource studies, etc.)
Installed costs	(to be established) US\$ million (Property plant, equipment, etc.)
Land	No
Other costs (please specify)	0,05 US\$ million (Legal, consulting, etc.)
Total project costs	(to be established) US\$ million
SOURCES OF FINANCE TO BE SOUGHT OR ALREADY IDENTIFIED	
Equity Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
Debt – Long-term Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
Debt – Short term Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
Carbon finance advance payments	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
INDICATIVE CER/ERU/VER PRICE PER tCO₂e <i>Price is subject to negotiation. Please indicate VER or CER preference if known</i>	US \$ 15

TOTAL EMISSION REDUCTION PURCHASE AGREEMENT (ERPA) VALUE	
A period until 2012 (end of the first commitment period)	600 000US\$
A period of 10 years	1 500 000 US\$ / €

EXPECTED ENVIRONMENTAL AND SOCIAL BENEFITS

LOCAL BENEFITS E.g. impacts on local air, water and other pollution.	Reduction of air pollution from the usage of heavy fuel oil
GLOBAL BENEFITS Describe if other global benefits than greenhouse gas emission reductions can be attributed to the project.	Reduction in the emission of greenhouse gases. Resource efficiency.
SOCIO-ECONOMIC ASPECTS	
What social and economic effects can be attributed to the project and which would not have occurred in a comparable situation without that project? Indicate the communities and the number of people that will benefit from this project.	The community in which the project is located benefits from new jobs and an emission reduction. The Baniyas area benefits from reduced pollution now generated by the refinery's operations.
What are the possible direct effects (e.g. employment creation, provision of capital required, foreign exchange effects)?	Reduction of 22 000 Barrel of Oil consumption. Influx of foreign investment for the equipment.
What are the possible other effects (e.g. training/education associated with the introduction of new processes, technologies and products and/or the effects of a project on other industries)?	The management and personnel at Baniyas Refinery will implement modern gas flow and analysis methodologies, recording of metering data according to CDM standards, receive training in estimation of energy efficiency potential for further possible CDM projects at the refinery. The successful implementation of this project can initiate further energy efficiency measures in the Syrian refining sector.
ENVIRONMENTAL STRATEGY/ PRIORITIES OF THE HOST COUNTRY A brief description of the project's consistency with the environmental strategy and priorities of the Host Country	Syria is faced with an increasing amount of gases being flared both at refineries and oil wells. 3,453,000 tons of CO ₂ are generated from gas flaring in Syria. Therefore energetic utilization of flared gases is a priority issue for the Syrian Oil and Gas industry. The currently used technology was designed having exclusively production in mind and did not regard for fuel efficiency or other environmental concerns.

DRAFT PROJECT IDEA NOTE (PIN)**Name of Project:Damascus Landfill Gas Capture and Utilization****Location: Damascus, Syria****Date submitted: 5th March 2008**

OBJECTIVE OF THE PROJECT	Reduce GHG emissions and foul odors form the existing landfill. Provide a source of CO2 neutral fuel for energy production.
PROJECT DESCRIPTION AND PROPOSED ACTIVITIES	Extraction of landfill gas, its combustion and energetic utilization.
TECHNOLOGY TO BE EMPLOYED²	Vertical landfill gas wells and horizontal collector system with HDPE pipes. Gas demister unit. Blowers for landfill gas that create a vacuum in the collector system. System for continuous monitoring of methane concentration and quantity as well as supervision of flare functions. High-temperature flare system. Power generation with containerized gas-engines.
TYPE OF PROJECT	
Greenhouse gases targeted CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O/HFCs/PFCs/SF ₆ <i>(mention what is applicable)</i>	CH ₄ (from landfill gas emissions) CO ₂ (from replaced grid power)
Type of activities	4a and 1b
Abatement/CO ₂ sequestration	
Field of activities	Landfill gas extraction and energetic utilisation
LOCATION OF THE PROJECT	
Country	Syria
City	Damascus
Brief description of the location of the project	South of the village Najha 33 O 19'North 36 O 26'East
PROJECT PARTICIPANT	
Name of the Project Participant	Energy Soltuions offshore sal
Role of the Project Participant	h. Project Operator i. Owner of the site or project j. Owner of the emission reductions k. Seller of the emission reductions l. <u>Project advisor/consultant</u> m. Project investor n. Other, please specify: _____
Organizational category	g. Government h. Government agency i. Municipality j. <u>Private company</u> k. Non Governmental Organization l. Other, please specify: _____
Contact person	Karim Nini
Address	Energy Solutions,1135 allenby street,beirut-lebanon
Telephone/Fax	+9611985448
E-mail and web address, if any	Karim.nini@energyso.com
Main activities <i>Describe in not more than 5 lines</i>	ES identifies CDM projects, provides necessary studies and documentation for the certifier and the UNFCCC and will closely cooperate with the project owners during the whole CDM project

	period. ES acts as a trustee for registration and handling of emission rights in the EU.
Summary of the financials <i>Summarize the financials (total assets, revenues, profit, etc.) in not more than 5 lines</i>	ES is capable to provide sufficient private equity from a number of dedicated institutions in Europe and the GCC for CDM project realization. Project finance will be settled well before project approval and communicated in detail.
Summary of the relevant experience of the Project Participant	ES provides specialized advisory services for the CDM since 1999 and is therefore one of the earliest companies completely dedicated to CDM. ES provided capacity building for the first German CDM certifier TUEV-Sued. ES cooperates with several well known German companies that provide engineering services in the fields of electric power generation, biogas, landfill gas and energy efficiency. ES has sufficient experience in landfill gas CDM.
PROJECT PARTICIPANT	
Name of the Project Participant	Administration of Damascus
Role of the Project Participant	b. Project Operator c. <u>Owner of the site</u> or project d. Owner of the emission reductions e. Seller of the emission reductions f. Project advisor/consultant g. Project investor h. Other, please specify: _____
Organizational category	a. <u>Government</u> b. Government agency c. Municipality d. Private company e. Non Governmental Organization f. Other, please specify: _____
Contact person	
Address	
Telephone/Fax	
E-mail and web address, if any	
Main activities	Waste collection and disposal
Summary of the financials <i>Summarize the financials (total assets, revenues, profit, etc)</i>	No financial contribution to this project
Summary of the relevant experience of the Project Participant	No experience in landfill gas extraction.
EXPECTED SCHEDULE	
Earliest project start date <i>Year in which the plant/project activity will be operational</i>	October 2008
Estimate of time required before becoming operational after approval of the PIN	Time required for financial commitments: 3 months Time required for legal matters: 1 months Time required for construction: 4 months
Expected first year of CER/ERU/VERs delivery	2009
Project lifetime <i>Number of years</i>	Above 21 years
For CDM projects: Expected Crediting Period	7+7+7 = 21

<i>7 years twice renewable or 10 years fixed</i>	
Current status or phase of the project <i>Identification and pre-selection phase/opportunity study finished/pre-feasibility study finished/feasibility study finished/negotiations phase/contracting phase etc.</i>	Project identified. Feasibility study in preparation.
Current status of acceptance of the Host Country <i>Letter of No Objection/Endorsement is available; Letter of No Objection/Endorsement is under discussion or available; Letter of Approval is under discussion or available</i>	Syrian DNA requested for project registration.
The position of the Host Country with regard to the Kyoto Protocol	Syria is a non-Annex I country and has ratified the Kyoto Protocol on the 27 th of January 2006

METHODOLOGY AND ADDITIONALITY

ESTIMATE OF GREENHOUSE GASES ABATED/ CO₂ SEQUESTERED <i>In metric tons of CO₂-equivalent, please attach calculations</i>	Calculated with USEPA Landgem tool for landfill gas calculation in arid climatic conditions, following results were achieved. However it can be assumed that the real values are much lower. A annual quantity of 200 000t of CO ₂ equivalent reductions is a better conservative estimate.				
		Baseline year	Baseline t CH ₄	Baseline t CO ₂	Reductions with 50% efficiency of collection t CO ₂
	2009	1	20517	430.854	215.427
	2010	2	21310	447.516	223.758
	2011	3	22065	463.365	231.682
	2012	4	22783	478.441	239.220
	2013	5	23466	492.781	246.391
	2014	6	24115	506.423	253.211
	2015	7	24733	519.399	259.699
	2016	8	25321	531.742	265.871
	2017	9	25880	543.483	271.741
	2018	10	26412	554.652	277.326
	2019	11	26918	565.275	282.638
	2020	12	27399	575.381	287.691
	2021	13	27694	581.569	290.784
	2022	14	26343	553.205	276.603
	2023	15	25058	526.225	263.113
	2024	16	23836	500.561	250.281
	2025	17	22674	476.148	238.074
	2026	18	21568	452.926	226.463
	2027	19	20516	430.837	215.418
	2028	20	19515	409.825	204.912
	2029	21	18564	389.837	194.919
BASELINE SCENARIO	About 1500t of municipal waste are deposited every day.				

<p>CDM/JI projects must result in GHG emissions being lower than “business-as-usual” in the Host Country. At the PIN stage questions to be answered are at least:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Which emissions are being reduced by the proposed CDM/JI project? • What would the future look like without the proposed CDM/JI project? 	<p>Start of operation in 1985. Up to 9 million ton of MSW in place. The site will be used until 2020. Future daily MSW quantity is estimated 1800t. From 2008-2020 there are additional 6 Million tons. The allover capacity is therefore up to 15 000 tons. Assumed power production capacity of 5 MW: 35 000 MWh and 0,5 t CO2 per MW grid carbon intensity would provide additional emission reductions of 17 000 tons per year. For conservative calculations, 200 000 t CO2 equ. are used as average annual reductions.</p>
<p>Additionality Please explain which additionality arguments apply to the project: (i) there is no regulation or incentive scheme in place covering the project (ii) the project is financially weak or not the least cost option (iii) country risk, new technology for country, other barriers (iv) other</p>	<p>i) There is no regulation of landfill gas emissions in Syria. ii) The income situation for power production is not clear. iii) The technology of landfill gas extraction is not yet introduced in Syria.</p>
<p>SECTOR BACKGROUND Please describe the laws, regulations, policies and strategies of the Host Country that are of central relevance to the proposed project, as well as any other major trends in the relevant sector. Please in particular explain if the project is running under a public incentive scheme (e.g. preferential tariffs, grants, Official Development Assistance) or is required by law. If the project is already in operation, please describe if CDM/JI revenues were considered in project planning.</p>	<p>There are now laws and regulations for landfill gas. Current recycling activities are limited to reclaiming of metals and PET. There are no public funds involved in the project.</p>
<p>METHODOLOGY Please choose from the following options: For CDM projects: (i) project is covered by an existing Approved CDM Methodology or Approved CDM Small-Scale Methodology (ii) project needs a new methodology (iii) projects needs modification of existing Approved CDM Methodology</p>	<p>Baseline Methodology: ACM 0001 No modifications</p>

FINANCE

TOTAL CAPITAL COST ESTIMATE (PRE-OPERATIONAL)	
Development costs	Engineering US\$ 200 000 PDD creation: US\$ 30 000 Registration fee US\$ 50 000
Installed costs	About US\$ 3 million (Property plant, equipment, etc.)

Land	No
Other costs (please specify)	US\$ 1 million for each MW of electric capacity. US\$ 0,5 for gas cleaning plant. Annual maintenance 0,5 million (plus service and operation for engines).
Total project costs	US\$ 4- 10 million plus operation cost.
SOURCES OF FINANCE TO BE SOUGHT OR ALREADY IDENTIFIED	
Equity Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
Debt – Long-term Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
Debt – Short term Name of the organizations, status of financing agreements and finance (in US\$ million)	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
SOURCES OF CARBON FINANCE	To be established after detailed engineering study and quotations b equipment suppliers.
INDICATIVE CER/ERU/VER PRICE PER tCO₂e <i>Price is subject to negotiation. Please indicate VER or CER preference if known.</i>	\$ 15
TOTAL EMISSION REDUCTION PURCHASE AGREEMENT (ERPA) VALUE	
A period until 2012 (end of the first commitment period)	4 year with 200 000 CER at \$US 15 = US\$ 12 million
A period of 10 years	US\$ 30 Mio
A period of 7 years	US\$ 21 Mio

EXPECTED ENVIRONMENTAL AND SOCIAL BENEFITS

LOCAL BENEFITS E.g. impacts on local air, water and other pollution.	Improvement of air quality by increasing the rate of landfill gas capture and combustion. Long-term (up to 21 years after closure) improved supervision and maintenance of the landfill.
GLOBAL BENEFITS Describe if other global benefits than greenhouse gas emission reductions can be attributed to the project.	Reduction of GHG. Resource efficiency.
SOCIO-ECONOMIC ASPECTS	
What social and economic effects can be attributed to the project and which would not have occurred in a comparable situation without that project? Indicate the communities and the number of people that will benefit from this project.	Creation of permanent employment for operation of the landfill gas plant and generators. Creation of business for local construction companies during construction maintenance. Provision of secure energy supply for important public infrastructure.
What are the possible direct effects (e.g. employment creation, provision of capital required, foreign exchange effects)?	Permanent employment for about 5 persons. Influx of foreign capital for investment. Increase of national utility capacity without national investment.

<p>What are the possible other effects (e.g. training/education associated with the introduction of new processes, technologies and products and/or the effects of a project on other industries)?</p>	<p>Training of all employees. Public stake holder consultation. Building of awareness for climate change in Syrian public. Calculation of Syrian CO2 grid intensity will be useful for all upcoming CDM projects in Syria.</p>
<p>ENVIRONMENTAL STRATEGY/ PRIORITIES OF THE HOST COUNTRY A brief description of the project's consistency with the environmental strategy and priorities of the Host Country</p>	<p>Not published until now.</p>

الجدول (1): المحتوى الحراري ومحتوى الكربون لمختلف أنماط الوقود في سورية

Fuel	Heat / Calorific Value (Gj/kg)	Carbon emission factor (kg/Gj)	IPCC default Values [11]
Syrian HF	0.0402	21.00	21.1
Diesel	0.04	19	20.2
gasoline	0.04480	18	18.9
jet kerosene	0.04459	18.5	19.5
kerosene	0.04375	19	19.6
crude oil	0.04187	21.50	20
Asphalt	0.04019	20	20.9
Petroleum coke	0.03475	28.20	27.5
wood	0.00837	26.3	26
NG (wet) (Gj/CubM)	0.037679	18.5	17.2
LPG	0.0473086	15.8	15.3

Source:[8]

الجدول (2): المحتوى الحراري للوقود (المازوت والغاز المنزلي المسال)

Fuel	Units	Gross calorific value	Net calorific value
Diesel	MJ/kg	45.9	43.1
	MJ/l	38.1	35.8
LPG	MJ/kg	50.0	46.1
	MJ/l	26.5	24.4

Source: Energy Audit Manual, New Zealand, June 2007, pdf file

الجدول (3): معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون

Emission factor CO ₂			
Fuel	Ref I	Ref II (for Syria)]31[Ref III
Natural gas	-	0.521 tCO ₂ /MWh	
Electricity	0.7 tCO ₂ /MWh	-	0.538 kg CO ₂ /kWh
Diesel #6	0.074 kg CO ₂ /MJ	0.832 tCO ₂ /MWh	2.54 kg CO ₂ /liter
Green Diesel, 50 ppm SO ₂			
LPG	0.0713 kg CO ₂ /MJ	-	
All types		0.393 t CO ₂ /MWh	

Source: Ref I: Energy Audit Manual, New Zealand, June 2007, pdf file

Ref II : RETScreen Software

Ref III: [31]

Table (4): Carbon Emission Factors (CEF) for various conventional fuels

Fuel	CEF (t C/TJ)
Natural gas	15.3
LPG	17.2
Kerosene	19.6
Crude oil	20.0
Coal (anthracite)	26.8
Peat	28.9
Solid biomass*	29.9

* The CEF for Solid biomass assumes the biomass is harvested unsustainably and therefore is not carbon neutral.

Source:[34]

Step 1	Estimating sectoral fuel consumption
Step 2	Converting to a common energy unit (common energy unit: TJ)
Step 3	Multiplying by carbon emission factors
Step 4	Calculating carbon stored
Step 5	Correcting for carbon unoxidised
Step 6	Converting to CO ₂ Emissions (tonnes of CO ₂)

Step 1: Estimating sectoral fuel consumption

MODULE	ENERGY					
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)					
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS					
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION*					
	Step 1	Step 2				
Manufacturing Industries and Construction	A** Consumption					
Crude Oil						
Natural Gas						
Liquids						
Gasoline						
Jet Kerosene						
Other Kerosene						
Gas/Diesel Oil						
Residual Fuel Oil						
LPG						

*Separate sheet filled out for each sector:

Main activity producer electricity and heat,

Unallocated autoproducers,

Other energy industries,

Manufacturing industries and construction,

Transport of which: road,

Other sectors of which: residential

** Units: Could be in natural units (e.g. 1000 tonnes) or in energy units (e.g. TJ)

Step 2: Converting to a common energy unit

MODULE	ENERGY				
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)				
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS				
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION				
	Step 1	Step 2			
Manufacturing Industries and Construction	A Consumption	B* Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ)		
			C=(AxB)		
Crude Oil					
Natural Gas Liquids					
Gasoline					
Jet Kerosene					
Other Kerosene					
Gas/Diesel Oil					
Residual Fuel Oil					
LPG					

*Selected Net Calorific Values:

Refined petroleum products	Factors (TJ/10 ³ tonnes)
Gasoline	44.80
Jet Kerosene	44.59
Other Kerosene	44.75
Shale oil	36.00
Gas/Diesel Oil	43.33
Residual Fuel Oil	40.19
LPG	47.31
Ethane	47.49
Naphtha	45.01
Bitumen	40.19
Lubricants	40.19
Petroleum coke	31.00
Refinery feedstocks	44.80
Refinery gas	48.15
Other oil products	40.19
Other products	
Coal oils and tars derived from coking coals	28.00
Oil Shale	9.40
Orimulsion	27.50

Step 3: Multiplying by carbon emission factors

MODULE	ENERGY					
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)					
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS					
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION					
	Step 1	Step 2		Step 3		
Manufacturing Industries and Construction		B Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ) C=(AxB)	D* Carbon Emission Factor (t C/TJ)	E Carbon Content (t C) E=(Cx D)	F Carbon Content (Gg C) F=(Ex10 ⁻³)
Crude Oil						
Natural Gas Liquids						
Gasoline						
Jet Kerosene						
Other Kerosene						
Gas/Diesel Oil						
Residual Fuel Oil						
LPG						

*Selected Carbon Emission Factors (CEF)

Fuel	Carbon emission factor (t C/TJ)
LIQUID FOSSIL	
Primary fuels	
Crude oil	20.0
Orimulsion	22.0
Natural gas liquids	17.2
Secondary fuels/products	
Gasoline	18.9
Jet Kerosene	19.5
Other Kerosene	19.6
Shale oil	20.0
Gas/Diesel Oil	20.2
Residual Fuel Oil	21.1
LPG	17.2
Ethane	16.8
Naphtha	(20.0) ^a
Bitumen	22.0
Lubricants	(20.0) ^a
Petroleum coke	27.5
Refinery feedstocks	(20.0) ^a
Refinery gas	(18.2) ^b
Other oil products	(20.0) ^a
SOLID FOSSIL	

Primary fuels	
Anthracite	26.8
Coking coal	25.8
Other bituminous coal	25.8
Sub-bituminous coal	26.2
Lignite	27.6
Oil shale	29.1
Peat	28.9
Secondary fuels/products	
BKB & patent fuel	(25.8) ^a
Coke oven / gas coke	29.5
Coke oven gas	(13.0) ^b
Blast furnace gas	(66.0) ^b
GASEOUS FOSSIL	
Natural gas (dry)	15.3

Step 4: Calculating carbon stored

MODULE	ENERGY				
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)				
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS				
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION				
	Step 4			Step 5	
Manufacturing Industries and Construction	G* Fraction of Carbon Stored	H Carbon Stored (Gg C)	I Net Carbon Emissions (Gg C)		
		H=(F×G)	I=(F-H)		
Crude Oil					
Natural Gas					
Liquids					
Gasoline					
Jet Kerosene					
Other Kerosene					
Gas/Diesel Oil					
Residual Fuel Oil					
LPG					

* Default values: fraction of carbon stored:

Default values: fraction of carbon stored	
Gas/Diesel Oil	0.5
LPG	0.8
Ethane	0.8
Naphtha	0.8
Natural Gas	0.33

Step 5: Correcting for carbon unoxidised

MODULE	ENERGY					
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)					
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS					
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION					
	Step 4			Step 5		
Manufacturing Industries and Construction				J* Fraction of Carbon Oxidised	K Actual Carbon Emissions (Gg C)	
					K=(I x J)	
Crude Oil						
Natural Gas Liquids						
Gasoline						
Jet Kerosene						
Other Kerosene						
Gas/Diesel Oil						
Residual Fuel Oil						
LPG						

* Default values: fraction of carbon oxidised:

Default values: fraction of carbon oxidised	
Coal	0.98
Oil and oil products	0.99
Gas	0.995
Peat for elec. generation	0.99

Step 6: Converting to CO2 Emissions (tonnes of CO₂)

MODULE	ENERGY					
SUBMODULE	CO ₂ FROM FUEL COMBUSTION (TIER I SECTORAL APPROACH)					
WORKSHEET	STEP BY STEP CALCULATIONS					
SHEET	MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION					
	Step 4		Step 5		Step 6	
Manufacturing Industries and Construction						L* Actual CO₂ Emissions (Gg CO₂)
						$L=(K \times [44/12])$
Crude Oil						
Natural Gas						
Liquids						
Gasoline						
Jet Kerosene						
Other Kerosene						
Gas/Diesel Oil						
Residual Fuel Oil						
LPG						

* Multiply by 44/12 (the ratio of molecular weights CO₂ to C)