

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

**GHG Mitigation Analysis Team Member on
Buildings Sector**

MARCH 2010

(Project number: 00045323)

**AS PART OF THE GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY/UNITED NATIONS DEVELOPMENT
PROGRAMME (GEF/UNDP)**

Edited by:

Dr. Yousef Meslmani

Initial National Communication (INC) Project Director

Damascus, Syrian Arab Republic

Prepared by: Dr. Abed el hadi Zein

جدول المحتويات

9.....	الملخص التنفيذي
16.....	1. مقدمة
18.....	2. عدد السكان في سورية
19.....	3. الأبنية في سوريا
19.....	1.3 توافر المعطيات
19.....	2.3 تصنيف الأبنية
19.....	3.3 مميزات سوق السكن في سورية
20.....	4.3 تطور عدد المساكن في سورية
22.....	5.3 تطور المساحة الطابقية الإجمالية للمساكن المنزلية
23.....	6.3 الأبنية السكنية وغير السكنية المنجزة من قبل القطاع الخاص والتعاوني
24.....	4. استهلاك الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي
24.....	1.4 توزع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لغرض الاستخدام
27.....	2.4 توزع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لنوع الوقود
28.....	3.4 توزع استهلاك الطاقة الكهربائية تبعاً لغرض الاستخدام في القطاع السكني والتجاري والخدمي
29.....	5. التشريعات والقوانين في مجال الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة
32.....	6. سوق أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في الأبنية
32.....	1.6 تحليل الكميات المستوردة لعناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية
35.....	2.6 الكلفة الوسطية لواحدة المتر المربع للمواد المستوردة
35.....	3.6 المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية
37.....	7. التدقيق الطاقوي
	8. الإمكانيات والإجراءات المقترحة لتخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها وتخفيض إصدارات غازات الدفيئة في
39.....	القطاع السكني
39.....	1.8 تعريف مفهوم تحسين كفاءة استخدام الطاقة
39.....	2.8 مؤشرات كفاءة استخدام الطاقة
40.....	3.8 ترشيد استهلاك الطاقة
40.....	4.8 معايير تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني
40.....	5.8 إمكانية تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الغلاف الخارجي للأبنية
52.....	6.8 نظم الطاقة المتجددة الفعالة
52.....	7.8 التجهيزات المنزلية

9. حسابات الوفر الممكن من الإجراءات المقترحة لتخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في القطاع السكني65
- 1.9 العزل الحراري للأبنية السكنية 65
- 2.9 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني 68
- 3.9 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع التجاري والخدمي 70
- 4.9 تطبيقات الطاقة الكهروضوئية في المناطق النائية 71
- 5.9 الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي 72
- 6.9 الإنارة والأجهزة الكهربائية 74
- 7.9 الوفر الإجمالي من الإجراءات المقترحة لاستخدام الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني 75
10. المنعكسات الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة 77
11. المراجع 78
12. الملاحق 80

قائمة بالجداول

- الجدول 1: عدد السكان المتواجدين في سورية بتاريخ التعدادات السكانية وتقدير عدد السكان في أعوام أخرى (مليون نسمة) 18
- الجدول 2: معدل النمو السنوي للسكان طبقاً لنتائج تعدادات السكان خلال الفترة الواقعة بين عامي 1981 و 1994، وتقدير معدل النمو السنوي للسكان خلال الفترتين (1995-2000) و (2000-2005) 18
- الجدول 3: مميزات سوق السكن في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآسيا الوسطى 20
- الجدول 4: المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية 22
- الجدول 5: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية في عام 2005 25
- الجدول 6: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والاستخدام الحراري والاستخدام الكهربائي النوعي في عام 2005 26
- الجدول 7: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والاستخدام الحراري والاستخدام الكهربائي النوعي في عام 2005 27
- الجدول 8: توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية تبعاً لغرض الاستخدام في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2005 28
- الجدول 9: التكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%) 30
- الجدول 10: مجموع مساحات اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008 35
- الجدول 11: تقدير المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية حتى نهاية عام 2008 35
- الجدول 12: خلاصة عن الوفورات الممكنة في 100 مصنع ومنشأة تجارية 37
- الجدول 13: خلاصة عن الوفورات الممكنة في منزلين ومطعمين وفندقين 38
- الجدول 14: القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة عبر عناصر البناء المختلفة والمعتمدة في "كود العزل الحراري للأبنية السكنية" في سورية 41

- الجدول 15: القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة في لبنان 42
- الجدول 16: سمك العازل الحراري اللازم لعزل السطح في لبنان في حال اختيار عازل البوليستيرين 43
- الجدول 17: قيم الانتقالية الحرارية للنوافذ والفتحات الزجاجية 44
- الجدول 18: النفاذية النموذجية للضوء ومعاملات الكسب الحراري الشمسي للنوافذ والفتحات الزجاجية 45
- الجدول 19: نتائج النمذجة في البرنامج DOE-2 لمبنى تجاري مساحته 9300 م² في لوس أنجلوس 46
- الجدول 20: مقارنة الخواص الإشعاعية بين سطحين تقليدي وبارد 51
- الجدول 21: طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في ثلاجة - مجمدة بباب واحد سعة 176 لتر 56
- الجدول 22: قيم الاستطاعة التقديرية لمكيف هواء غرفة تبعاً لمساحة الغرفة 58
- الجدول 24: الوفورات الناتجة عن استبدال مصباح موفر للطاقة ذو شكل حلزوني (19 واط) ومصباح فلوريسنت (24 واط) بمصباح متوهج (75 واط) 62
- الجدول 25: نتائج حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء (الملحق 9) 65
- الجدول 26: نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً 66
- الجدول 27: توقعات عدد المساكن المعزولة حرارياً حتى عام 2030 (مساحة المسكن الواحد 120 م²) 67
- الجدول 28: الوفرة الممكنة من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030 67
- الجدول 29: الوفرة الممكنة من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030 68
- الجدول 30: مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030 69
- الجدول 31: الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني 69
- الجدول 32: الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري 71
- الجدول 33: التطبيقات الكهروضوئية المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030 71
- الجدول 34: مجموع الوفورات الناتجة عن التطبيقات المقترحة للطاقة المتجددة (الشمسية) في القطاع السكني والخدمي والتجاري حتى عام 2030 72
- الجدول 35: الوفرة السنوي الممكنة في عام 2030 الناتجة عن تخفيض حمل التكييف 73
- 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 73
- الجدول 36: الوفرة الممكنة من إجراءات تخفيض حمل التكييف (الأسطح الباردة) في عام 2030 73
- الجدول 37: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإضاءة والأجهزة الكهربائية) 74
- الجدول 38: الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإضاءة والأجهزة الكهربائية في عام 2030 75
- الجدول 39: مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 (KTOE) 75
- الجدول 40: مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 76

قائمة بالأشكال

- الشكل 1: تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008.....21
- الشكل 2: تطور عدد السكان والمساحة الطابقية الإجمالية للمساكن المنزلية في سورية بين عامي 1970 و 2008.....22
- الشكل 3: الأبنية السكنية والمساحة الطابقية الإجمالية ومساحة الأراضي المنجزة بين عامي 1963 و 2008 (المصدر: من [2]).....23
- الشكل 4: الأبنية غير السكنية والمساحة الطابقية الإجمالية ومساحة الأراضي المنجزة بين عامي 1963 و 2008 (المصدر: [2]).....23
- الشكل 5: أوزان وقيم مستوردات اللواقط الشمسية بين عامي 2005 و 2008 (المصدر: مستخلص من [8]).....33
- الشكل 6: أوزان وقيم مستوردات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية بين عامي 2005 و 2008 (المصدر: [8]).....34
- الشكل 7: أوزان وقيم مستوردات عناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية حسب بلد الاستيراد بين عامي 2005 و 2008.....34
- الشكل 8: المسارات الشمسية التي تحتاج تظليل (1)، تحليل ومقدار التظليل (2)، أشكال المبنى المتناسبة مع احتياجات التظليل (3)، الحاجة للطاقة الشمسية في فصل الشتاء (4) المصدر: [13].....47
- الشكل 9: مثال توضيحي لتظليل نافذة عند خطي عرض 33° و 37° المصدر: [14].....48
- الشكل 10: التكاليف الإضافية والوفر في بيت شمسي.....49
- الشكل 11: التكاليف الكلية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في بيت شمسي.....50
- الشكل 12: النقل الحراري عبر سطح- المصدر: [15].....51
- الشكل 13: الوفر الطاقي المقاس جزاء استخدام تلاجت ومجمدات كفوءة للطاقة في عشرين منزلاً - المصدر: [18].....57

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: Electronic Magnetic	القادح: إلكتروني مغناطيسي
Building Envelope	العلاف 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 (إنفاقية) 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 للإنبعاثات المخفضة
Kgoe	كيلو غرام مكافئ نפט
ktoe, Mtoe	كيلو (مليون) طن مكافئ نפט
kWh, MWh, GWh	كيلو وميغا وجيجا واط ساعي
tCO ₂ eq	طن مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون
TJ	تيرا جول

1. مقدمة

يعتبر قطاع البناء في سورية (السكني والتجاري والخدمي) القطاع الأكثر استهلاكاً للطاقة، وخاصة الطاقة الكهربائية. كما أنه من الصعب التنبؤ بمقدار الطلب على الطاقة في هذا القطاع، نتيجة لعوامل متعددة منها سكانية ومناخية واقتصادية واجتماعية وعوامل أخرى تتعلق بمستويات المعيشة وتوافر مصادر الطاقة وإمكانات استخدامها.

توجد أسباب عديدة لتدني كفاءة استخدام الطاقة في المباني السكنية والتجارية والخدمية في سورية، نذكر منها على سبيل المثال، التصاميم السيئة للأبنية واستخدام تقانات غير ملائمة والسلوك غير الصحيح لشاغلها في هدر الطاقة.

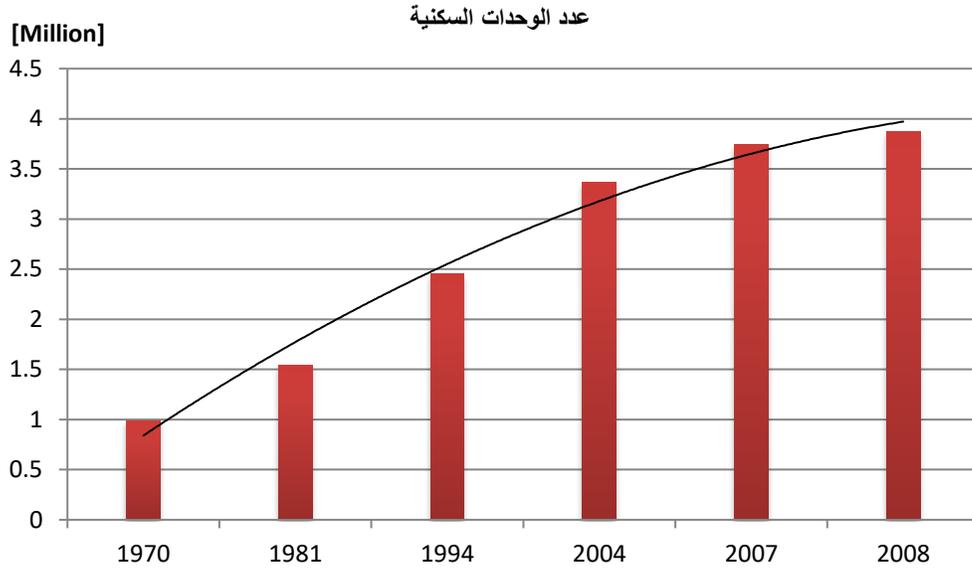
إن تصميم وتنفيذ مبان منخفضة الاستهلاك للطاقة، واستخدام تجهيزات ذات كفاءة عالية للطاقة، يؤدي إلى تحسين أداء المباني من حيث استهلاك الطاقة وتحقيق الراحة المطلوبة. كما يعتمد ترشيد استهلاك الطاقة في الأبنية أيضاً على الإجراءات والأساليب المتبعة من قبل مستخدمي المباني.

إن تطوير استخدامات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأبنية السكنية هما العاملان الأساسيان اللذان من شأنهما أن يسهما في خفض استهلاك الكهرباء وحوامل الطاقة الأخرى والمحافظة على الموارد الطبيعية وتنوع مصادر الطاقة وبالتالي تحقيق وفورات هامة في الطاقة المستخدمة.

تمر سورية حالياً في مرحلة التنمية الاجتماعية والاقتصادية والتخفيف من حدة الفقر من أجل تحسين مستوى المعيشة خاصة في المناطق الفقيرة والريفية. لذلك، يمكن لتطبيقات الطاقة المتجددة المتنوعة أن تطبق بصورة انتقائية في الريف والحضر، ويمكن لها أن تساهم في زيادة الدخل وتحسين الصحة ونوعية التعليم وتحسين الناتج المحلي الإجمالي وتحقيق المساواة بين الجنسين وزيادة إنتاجية العمالة.

2. تطور عدد المساكن في سورية

يوضح الشكل (i) تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و2008. ازداد عدد المساكن في سورية بنسبة 74% بين عامي 1970 و 2008، أو بنسبة 60% بين عامي 1970 و 1994، أو بنسبة 37% بين عامي 1994 و 2008 [2].



الشكل (i): تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008
المصدر: مستخلص من [2]

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

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

عدد الأشخاص في المسكن الواحد	معدل تزايد المساكن (مسكن/العام)	الفترة الزمنية
5	50,000	1981-1970
5.15	71,000	1994-1981
4.55	91,000	2004-2004
4.0	124,000	2007-2004
3.7	129,871	2008-2007
4.0	195,000	*2030-2010

المصدر: مستخلص من [2]

* أرقام تقديرية متوقعة من قبل معد التقرير بناءً على الأرقام الإحصائية

3. استهلاك الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي

يعتبر القطاع السكني والتجاري والخدمي مستهلكاً كبيراً للطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية إذ يستهلك حوالي 68% من الطاقة الكهربائية المستهلكة في سورية [2]. لذا فمن الضروري تخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا القطاع نظراً لمساهمته الكبيرة في أحمال الذروة الكهربائية.

توزع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي في عام 2005 على النحو الآتي [4]:

- التدفئة (1441 كيلو طن مكافئ نفط)،
- الطبخ (772 كيلو طن مكافئ نفط)،
- تسخين المياه (671 كيلو طن مكافئ نفط)،
- الاستخدامات النوعية (678 كيلو طن مكافئ نفط)،
- مكيفات الهواء (27 كيلو طن مكافئ نفط).

بينما توزع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي في عام 2005 على النحو الآتي [4]:

- التدفئة (420 كيلو طن مكافئ نفط)،
- الاستخدام الكهربائي النوعي (162 كيلو طن مكافئ نفط)،
- الاستخدام الحراري (155 كيلو طن مكافئ نفط)،
- التكييف (90 كيلو طن مكافئ نفط)،
- النقل (28 كيلو طن مكافئ نفط).

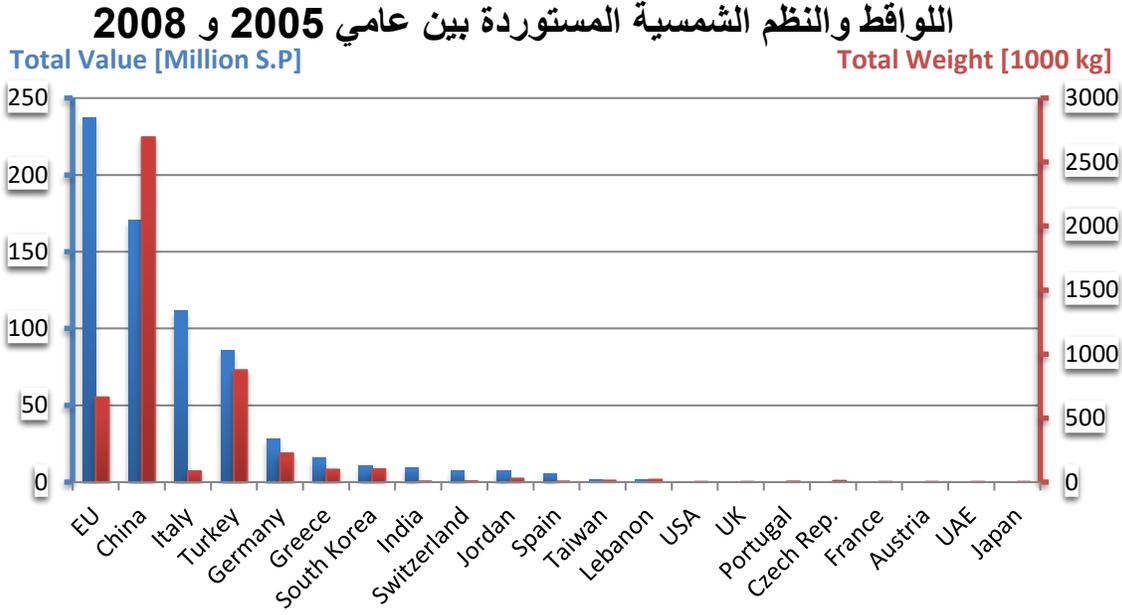
بلغت كثافة الطاقة في القطاع المنزلي للمتر المربع في العام: 11.6 kgoe /m²/year تقريباً أو 135 kWh/m²/year، بينما بلغت هذه الكثافة في القطاع الخدمي للمتر المربع في العام: 14 kgoe /m²/year تقريباً أو 163 kWh/m²/year [4].

بلغ الإستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2005: 15519 GWh، توزع تبعاً لغرض الاستخدام على النحو الآتي [4]:

- الطبخ: 360 GWh ويمثل نسبة 2.3% من الإستهلاك الإجمالي،
- التدفئة: 1186 GWh ويمثل نسبة 7.6% من الإستهلاك الإجمالي،
- تسخين المياه: 2849 GWh ويمثل نسبة 18.4% من الإستهلاك الإجمالي،
- المكيفات: 1355 GWh ويمثل نسبة 8.7% من الإستهلاك الإجمالي،
- الإنارة والأجهزة الكهربائية: 9769 GWh ويمثل نسبة 63% من الإستهلاك الإجمالي،

4. سوق أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في الأبنية

يوضح الشكل (ii) أوزان وقيم مستوردات عناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية حسب بلد الاستيراد بين عامي 2005 و 2008 [8].



الشكل (ii): أوزان وقيم مستوردات عناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية حسب بلد الاستيراد بين عامي 2005 و 2008. مستقى من المصدر [8]

يدون الجدول (ii) مجموع مساحات اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008. يتضح من هذا الجدول أن المساحة الإجمالية المقدرة لعناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008 هي 220 ألف متراً مربعاً تقريباً.

الجدول (ii) مجموع مساحات اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008

نوع اللاقط الشمسي	مجموع مساحات اللواقط الشمسية (m ²)	مجموع مساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية (m ²)	مجموع مساحات اللواقط والنظم الشمسية (m ²)
مسطح حراري	76,152	1636	77,788
أنابيب مفرغة	122,631	19,020	141,651
المجموع	198,783	20,656	219,439

المصدر: مستخلص من [8]

يدون الجدول (iii) تقدير المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية حتى نهاية عام 2008.

الجدول (iii): تقدير المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية حتى نهاية عام 2008

ملاحظات	مساحة نظم تسخين المياه المركبة (m2)	السنة
مجموع المساحات المتراكمة لنظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة حتى عام 2005	87000	حتى عام 2005
مجموع المساحات المركبة ضمن إطار تنفيذ المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه والمنفذ خلال عامي 2005 و 2006.	2000	2006-2005
تقدير مساحات نظم تسخين المياه المصنعة محلياً والمنفذة بين عامي 2006 و 2008	6000	2008-2006
تقدير مساحات اللواقط والنظم الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008.	220,000	2008-2005
	315,000	المجموع

يتضح من الجدول (iii) النمو السريع لتسويق سخانات المياه بالطاقة الشمسية خلال الفترة الواقعة بين عامي 2005 و 2008. ويتوقع أن يستمر هذا النمو وبوتيرة أعلى في السنوات القليلة القادمة.

5. حسابات الوفرة الممكنة من الإجراءات المقترحة لتخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في القطاع السكني

- تطبيقات الطاقة المتجددة

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

- تطبيقات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي

يدون الجدول (v) مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة المقترحة في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2030.

الجدول (iv): 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

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

المجموع	كهرباء	مازوت	الإجراء
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
512.9	512.9		تحسين كفاءة استخدام الإنارة والأجهزة الكهربائية
796.53	668.53	128	المجموع

6. الوفور الإجمالي من الإجراءات المقترحة لاستخدام الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

يدون الجدول (vi) مجموع الوفور الممكن من إجراءات استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة المقترحة في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2030.

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

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

*1ktoe = 40.0 Tj

7. الاستنتاجات

يبلغ مجموع الوفر 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).

8. المنعكسات الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة

للاوصول إلى الهدف من دراسة الآثار الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة لتطبيقات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني ينبغي إجراء دراسة تحليلية اقتصادية وبيئياً لخطه تنفيذ الإجراءات المقترحة ومناقشة النتائج الحاصلة من حيث الجدوى الاقتصادية والبيئية منها ومن حيث إمكانية توفر التمويل اللازم لتطبيقها. إن الآثار المباشرة وغير المباشرة المتوقعة هي:

الآثار البيئية:

- تخفيض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 بمقدار 1734.5 كيلو طن، أو مايقابل نسبة 3% من الإنبعاثات الكلية في عام 2005 (58350 كيلو طن).
- تحسن الشروط العامة البيئية جراء استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة النظيفة.

الآثار الاقتصادية:

- تخفيض في استهلاك المازوت، وبالتالي تخفيض فاتورة استيراد هذه المادة،
- تخفيض في استهلاك الطاقة الكهربائية، وبالتالي تخفيض الطلب على الذروة،
- زيادة الدخل جراء تخفيض الاستهلاك في حوامل الطاقة،
- تعزيز فرص التصنيع المحلي للأدوات والتجهيزات الموفرة للطاقة،
- إيجاد فرص عمل جديدة.

1. مقدمة

ترك لنا المهندسون السوريون الكثير من المباني الدينية والمدنية، والتي شهدت خلال الفترة ما بين القرنين الثاني والسابع الميلادي تطورات هامة سواء في أشكال مواد البناء أو من حيث الزخارف وتطوير الأبواب والنوافذ. فمثلاً، يتميز البيت الدمشقي القديم بتأكيده على التنوع في الزخرفة وتصوير المواضيع الزخرفية النباتية والهندسية وتنوع المواد الإنشائية مثل الطين والخشب والحجر الغالبة في إنشاء الجدران والسقوف. وكان بناء البيت الدمشقي يتم بطريقة هندسية مدروسة من النواحي البيئية والمناخية والاقتصادية محققاً لقاطنيه الصحة والأمان الاجتماعي والنفسي وملبياً حاجاتهم الوظيفية والاجتماعية. كما حقق السوريون المفهوم الحديث للبيئة المستدامة باستخدامهم للخشب والأحجار كمعادن بناء غير ضارة بالبيئة، على عكس الأبنية المعاصرة التي تبنى من الإسمنت المسلح، في حين يستخدم الحجر المنحوت في الأبنية الرسمية ودور العبادة وبعض المساكن الخاصة فقط. كما تميزت العمارة النموذجية في ثلاثينيات القرن العشرين بالموصفات الجيدة كصفوف النوافذ والتفاصيل المعمارية الدقيقة، وساعد على ذلك وجود حرفيين مؤهلين. كما تميزت المساكن في تلك الآونة بشكل رئيسي بالشرفات الواسعة والأشكال غير الاعتيادية للنوافذ، الخ..

واجهت سورية الكثير من التغييرات في مجال التخطيط العمراني والمعماري ابتداءً من ثلاثينيات القرن العشرين، حيث تأثرت بنمط العمران القادم من أوروبا وتمثل التغيير الجوهرى في عملية البناء في التحول من بناء المساكن المستقلة ذات الفناء (أرض الديار) إلى الأبنية متعددة الطوابق بدءاً من ستينيات القرن العشرين.

إن الانتقال السريع الذي شهدته سورية من اقتصاد زراعي إلى صناعي، صاحبه نقص حاد في المساكن نتيجة هجرة الشباب الياح من المناطق الريفية إلى المدن مخالفين بذلك الأعراف والتقاليد بمغادرتهم منازل أوليائهم بمفردهم.

استفادت صناعة الأبنية في سورية في الآونة الأخيرة من النمو الاقتصادي المتنامي وتدفق رؤوس الأموال من الخارج. وتعتبر هذه الصناعة سوقاً واعدة جداً، حيث تنمو بسرعة، كما يجري التخطيط لبناء العديد من المشاريع السكنية والتجارية. تشيد وزارة الإسكان في المدن العديد من الوحدات السكنية الخاصة بالشباب وبأصحاب الدخل المحدود.

يعتبر قطاع البناء في سورية (السكني والتجاري والخدمي) القطاع الأكثر استهلاكاً للطاقة، وخاصة الطاقة الكهربائية. كما أنه من الصعب التنبؤ بمقدار الطلب على الطاقة في هذا القطاع، نتيجة لعوامل متعددة منها سكانية ومناخية واقتصادية واجتماعية وعوامل أخرى تتعلق بمستويات المعيشة وتوافر مصادر الطاقة وإمكانات استخدامها.

توجد أسباب عديدة لتدني كفاءة استخدام الطاقة في المباني السكنية والتجارية والخدمية في سورية، نذكر منها على سبيل المثال، التصاميم السيئة للأبنية واستخدام تقانات غير ملائمة والسلوك غير الصحيح لشاغلها في هدر الطاقة.

إن تصميم وتنفيذ مبان منخفضة الاستهلاك للطاقة، واستخدام تجهيزات ذات كفاءة عالية للطاقة، يؤدي إلى تحسين أداء المباني من حيث استهلاك الطاقة وتحقيق الراحة المطلوبة. كما يعتمد ترشيد استهلاك الطاقة في الأبنية أيضاً على الإجراءات والأساليب المتبعة من قبل مستخدمي المباني.

إن تطوير استخدامات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأبنية السكنية هما العاملان الأساسيان اللذان من شأنهما أن يسهما في خفض استهلاك الكهرباء وحوامل الطاقة الأخرى والمحافظة على الموارد الطبيعية وتتنوع مصادر الطاقة وبالتالي تحقيق وفورات هامة في الطاقة المستخدمة.

تمر سورية حالياً في مرحلة التنمية الاجتماعية والاقتصادية والتخفيف من حدة الفقر من أجل تحسين مستوى المعيشة خاصة في المناطق الفقيرة والريفية. لذلك، يمكن لتطبيقات الطاقة المتجددة المتنوعة أن تطبق بصورة انتقائية في الريف والحضر، ويمكن لها أن تساهم في زيادة الدخل وتحسين الصحة ونوعية التعليم وتحسين الناتج المحلي الإجمالي وتحقيق المساواة بين الجنسين وزيادة إنتاجية العمالة.

2. عدد السكان في سورية

يدون الجدول (1) عدد السكان المتواجدين في سورية بتاريخ التعدادات السكانية (1960 و 1970 و 1981 و 1994 و 2004) وتقدير عدد السكان في أعوام أخرى.

الجدول 1: عدد السكان المتواجدين في سورية بتاريخ التعدادات السكانية وتقدير عدد السكان في أعوام أخرى (مليون نسمة)

المجموع	ريف	حضر	العام
4.565			1960
6.305			1970
9.046			1981
13.782			1994
17.921			2004
18.269			منتصف 2005
18.717			منتصف 2006
19.172	8.915	10.257	منتصف 2007
19.405			2008/1/1
19.644	9.133	10.511	منتصف 2008
19.880			2009/1/1
20.125	9.356	10.769	منتصف 2009
20.367			2010/1/1

المصدر: مستخلص من [1]

يدون الجدول (2) معدل النمو السنوي للسكان طبقاً لنتائج تعدادات السكان خلال الفترة الواقعة بين عامي 1981 و 1994، وتقدير معدل النمو السنوي للسكان خلال الفترتين (1995-2000) و (2000-2005) [1].

الجدول 2: معدل النمو السنوي للسكان طبقاً لنتائج تعدادات السكان خلال الفترة الواقعة بين عامي 1981 و 1994، وتقدير معدل النمو السنوي للسكان خلال الفترتين (1995-2000) و (2000-2005)

معدل النمو السنوي لتزايد السكان		
1981 - 1994	1995 - 2000	2000 - 2005
3.3%	2.7%	2.45%

المصدر: [1]

3. الأبنية في سوريا

1.3 توافر المعطيات

يعتبر نظام تجميع المعطيات في مجال استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة من أضعف الأنظمة في معظم البلدان. في سورية، تستقى المعطيات المتعلقة بالموارد التقليدية للطاقة من وزارتي النفط والكهرباء، بينما المعطيات المتعلقة بالاستخدام النهائي فيجري تجميعها عن طريق مسوحات تنفذ بشكل غير دوري وفق أسس غير موحدة. يعتبر تجميع المعطيات في القطاع السكني حول استخدام الطاقة التقليدية وغير التقليدية مهمة صعبة للغاية.

إن عدم وجود نظام معطيات متطور في قطاع الطاقة والأبنية السكنية والزراعة.. إلخ لا يساعد على إجراء تحليل دقيق لإجراءات تخفيف الانبعاثات لأنه يجب أن تتطابق المعطيات عن هذه القطاعات مع معطيات الآثار الاجتماعية والاقتصادية لخيارات تخفيف الانبعاثات.

2.3 تصنيف الأبنية

تبنى المنازل السكنية عادة بأشكال متعددة ومختلفة. إن التصنيف الأساسي للمنازل يقسم المنازل إلى منازل منفصلة ومنازل متصلة. هذان النوعان من المنازل يختلفان كثيراً من حيث المساحة ووسائل الراحة. كما تصنف الأبنية السكنية بشكل عام على أساس محض للشكل بدلاً من الترتيب المكاني أو الحجم.

إن المجموعة الإحصائية الصادرة عن المكتب المركزي للإحصاء لا تتضمن أي نوع من تصنيفات الأبنية السكنية، وتقتصر البيانات المتوفرة في هذا المرجع على الآتي:

- الأبنية المرخصة،
- الأبنية السكنية وغير السكنية المنجزة،
- الإنفاق على الأبنية السكنية وغير السكنية المنجزة،
- المساكن التقليدية المعتادة والشاغرة،
- متوسط التكلفة لكل متر مربع ومساحة الأراضي.

3.3 مميزات سوق السكن في سورية

يدون الجدول (3) مميزات سوق السكن في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآسيا الوسطى، حيث قسم السوق إلى ثلاث فئات: المساكن المملوكة والمساكن المؤجرة والمساكن الاجتماعية. يلاحظ من هذا الجدول أن المساكن المملوكة في سورية تشكل أعلى نسبة (85%) مقارنة مع نسب المساكن المملوكة في الدول الأخرى. وللمقارنة، يوجد نحو 65% وسطياً من

سكان بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) يعيشون في منازل مملوكة بين عامي 1995 و 2007. أما عن الفئات الأخرى لسوق السكن في سورية (المساكن المؤجرة والمساكن الاجتماعية) فإن نسبة المساكن المؤجرة صغيرة نسبياً مقارنة مع المساكن المؤجرة في الدول العربية الأخرى [3].

الجدول 3: مميزات سوق السكن في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وآسيا الوسطى

ملكية المساكن	الإيجار والتأجير	المساكن المخالفة والاجتماعية (المدعومة)	مشاكل سوق الأراضي	نسبة سعر المنزل/ الدخل	نقص التزود بالمساكن
الجزائر	0.45	0.3	0.25	نعم	12
البحرين	0.68	0.2	0.12	نعم	لا
مصر	0.38	0.33	0.29	نعم	7
الأردن	0.71	0.17	0.12	لا	3
الكويت	0.68	0.27	0.05	نعم	متوسط
المغرب	0.65	0.22	0.15	نعم	9
قطر	0.72	0.28	-	-	متوسط
السعودية	0.56	0.44	-	لا	متوسط
سورية	0.85	0.07	0.08	-	متوسط
تونس	0.77	0.08	0.15	-	5
الإمارات	0.55	0.45	0.05	-	>12

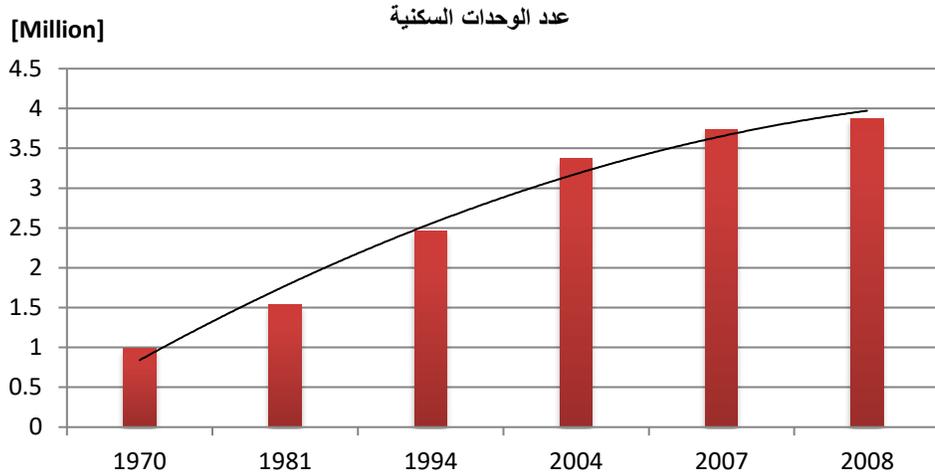
المصدر: مترجم من [3]

4.3 تطور عدد المساكن في سورية

يدون الجدول (13) في الملحق (1) المساكن المعتادة (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقيّة ومعدل التزاحم (حضر وريف) في الأعوام 1970 و 1981 و 1994 و 2004 و 2007. ويوضح الشكل (1) تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2008 [2].

ازداد عدد المساكن في سورية بنسبة 74% بين عامي 1970 و 2008، أو بنسبة 60% بين عامي 1970 و 1994، أو بنسبة 37% بين عامي 1994 و 2008.

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

المصدر: مستخلص من [2]

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 2008 من مسكن لكل 5 أشخاص إلى مسكن لكل 3.7 أشخاص. وبافتراض ثبات معدل التزايد حتى عام 2030 عند مسكن لكل 4 أشخاص، وبافتراض توقع عدد سكان سورية في عام 2030 (31.47 مليون نسمة) فإننا نستنتج عدد المساكن المتوقعة في عام 2030، أي **7867500 (أو 7900000) مسكن**. ويفرض 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 20.30 م² في عام 2008.

يدون الجدول (4) ملخصاً عن المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية.

الجدول 4: المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية

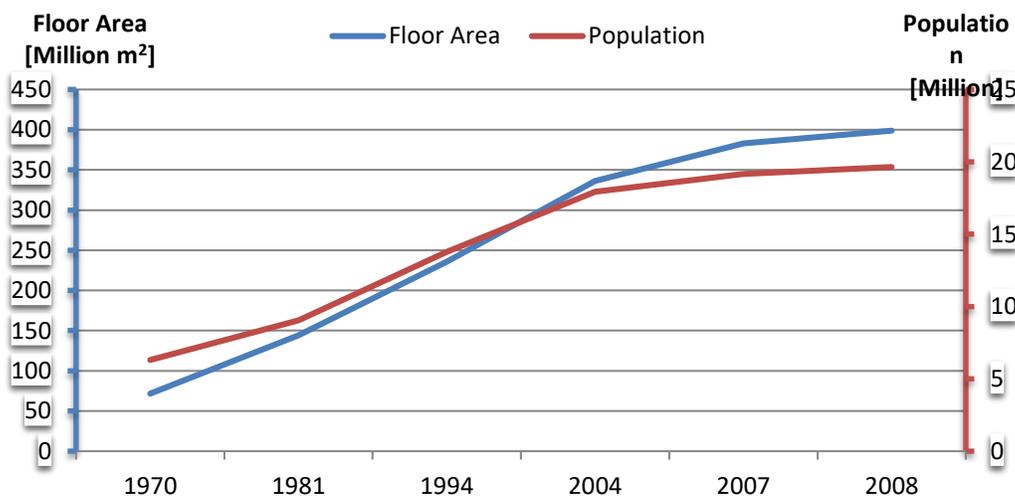
الفترة الزمنية	معدل تزايد المساكن (مسكن/العام)	عدد الأشخاص في المسكن الواحد
1981-1970	50,000	5
1994-1981	71,000	5.15
2004-2004	91,000	4.55
2007-2004	124,000	4.0
2008-2007	129,871	3.7
*2030-2010	195,000	4.0

المصدر: مستخلص من [2]

*أرقام تقديرية متوقعة من قبل معد التقرير بناءً على الأرقام الإحصائية

5.3 تطور المساحة الطابقية الإجمالية للمساكن المنزلية

يلاحظ من الشكل (2) أن معدل تزايد الاستثمار في قطاع السكن المنزلي بلغ 79% بين بداية السبعينات وحتى عام 2004 ويزيد بشكل ملحوظ عن معدل تزايد السكان البالغ 65% في الفترة نفسها، أي أن الفارق بينهما هو 14%. لكن خلال الفترة الواقعة بين عامي 2004 و 2008 انخفضت حدة هذه الظاهرة حيث ازداد معدل الاستثمار في قطاع السكن المنزلي بنسبة 16% وازداد عدد السكان بنسبة 9%، أي أن الفارق بينهما أصبح 7%. أنظر الجدول (11) في الملحق (1).

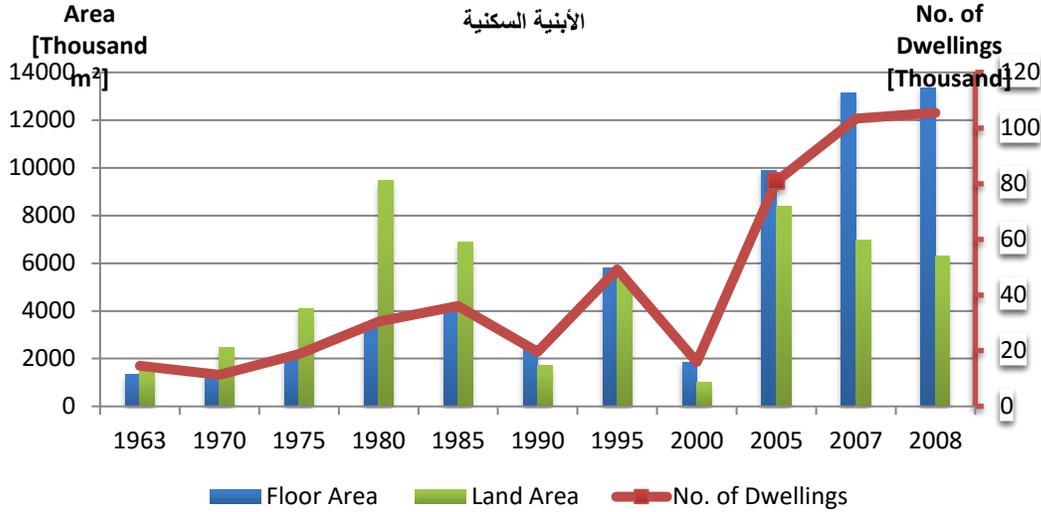


الشكل 2: تطور عدد السكان والمساحة الطابقية الإجمالية للمساكن المنزلية في سورية بين عامي 1970 و 2008

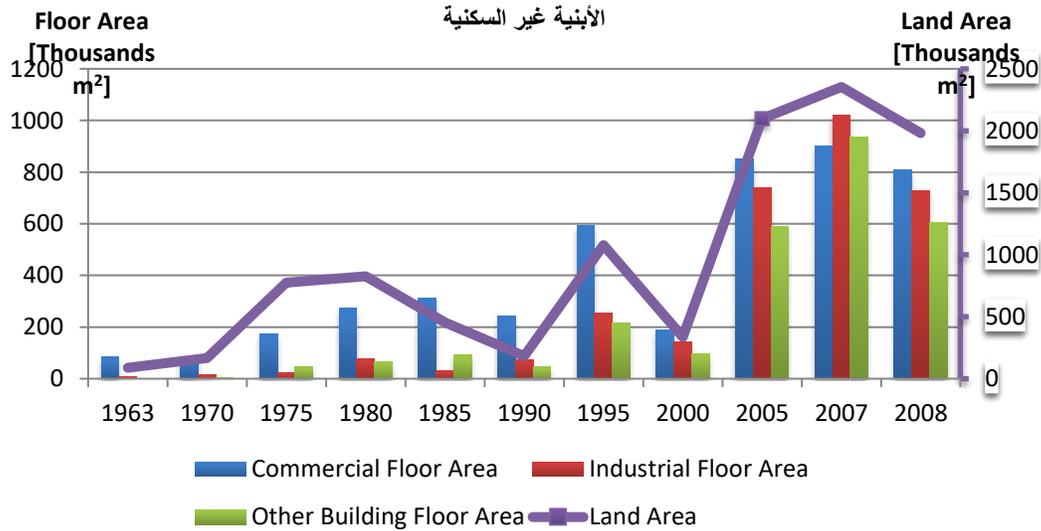
المصدر: مستخلص من [2]

6.3 الأبنية السكنية وغير السكنية المنجزة من قبل القطاع الخاص والتعاوني

استفادت صناعة الأبنية في سورية بدءاً من عام 2000 من النمو الاقتصادي المتنامي وتدفق رؤوس الأموال من الخارج. يظهر الشكل (3) تطور عدد المساكن المنزلية المنجزة من قبل القطاع الخاص والتعاوني بين عامي 1963 و 2008، بينما يظهر الشكل (4) تطور المساحات الطابقية والأراضي المخصصة للبناء في الأبنية غير السكنية خلال الفترة الزمنية نفسها. أنظر الجدول (12) في الملحق (1).



الشكل 3: الأبنية السكنية والمساحة الطابقية الإجمالية ومساحة الأراضي المنجزة بين عامي 1963 و 2008 (المصدر: مستخلص من [2])



الشكل 4: الأبنية غير السكنية والمساحة الطابقية الإجمالية ومساحة الأراضي المنجزة بين عامي 1963 و 2008 (المصدر: [2])

4. استهلاك الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي

يعتبر القطاع السكني والتجاري والخدمي مستهلكاً كبيراً للطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية إذ يستهلك حوالي 68% من الطاقة الكهربائية المستهلكة في سورية [2]. لذا فمن الضروري تخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا القطاع نظراً لمساهمته الكبيرة في أحمال الذروة الكهربائية.

إن ازدياد تعرفه حوامل الطاقة في السنتين الماضيتين يستدعي تنفيذ إجراءات إدارة الطاقة في القطاع السكني والتجاري والخدمي والبحث عن بدائل رخيصة للتزود بالطاقة.

تتوافر إمكانات كبيرة لتخفيض غازات الاحتباس الحراري في القطاع السكني والتجاري والخدمي 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.

1.4 توزيع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لغرض الاستخدام

1.1.4 القطاع المنزلي

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 للإنبعاثات الغازية الكبيرة الناشئة عن استخدامها والنتيجة عن حرق كميات كبيرة من الوقود الأحفوري في محطات توليد الكهرباء.

يستخدم الغاز المنزلي المسال الأرخص من الكهرباء لأغراض الطبخ. ويستخدم الكيروسين والشمع لغرض الإنارة في المناطق التي لم تصلها الكهرباء. إن الإنارة السيئة في هذه المناطق تؤدي إلى تخفيض ساعات العمل أثناء الليل وتحد من التحصيل العلمي ونقف عقبة في طريق القضاء على الأمية.

يدون الجدول (5) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي في عام 2005 لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية [4]. تحتل التدفئة المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك الطاقي (1441 كيلو طن مكافئ نفط) يليها الطبخ (772 كيلو طن مكافئ نفط) ثم تسخين المياه (671 كيلو طن مكافئ نفط) ثم الاستخدامات النوعية (678 كيلو طن مكافئ نفط) وأخيراً استهلاك مكيفات الهواء (27 كيلو طن مكافئ نفط).

الجدول 5: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية في عام 2005

المجموع (%) أو	الوقود التقليدي	الطاقة الشمسية	الكهرباء	الوقود الأحفوري			الوحدة		
				الغاز	الكيروسين	المازوت			
3589	245	1.8	968	717	1.4	1656	ktoe	المجموع (حضر وريف)	
772	69		31	672			ktoe	الطبخ	
22%	9%		4%	87%			%		
401				349			ktoe		حضر
52%				52%			%		
371				323			ktoe		ريف
48%				48%			%		
1441	153		46	25		1217	ktoe	التدفئة	
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	تسخين المياه	
19%	3.7%	0.3%	28%	3%		65%	%		
476							ktoe		حضر
71%							%		
195							ktoe		ريف
29%							%		
27			26.5				ktoe	تكييف الهواء	
0.1%			100%				%		
23			23				ktoe		حضر
87%			86.7%				%		
4			3.5				ktoe		ريف
13%			13.3%				%		
678			678				ktoe	استخدامات نوعية	
18.9%			100%				%		
420			420				ktoe		حضر
62%			62%				%		
258			258				ktoe		ريف
38%			38%				%		

المصدر: مستخلص من [4]

2.1.4 القطاع الخدمي

يدون الجدول (6) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي في عام 2005 لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالأستخدام الحراري (تدفئة وتسخين مياه) أو الأستخدام الكهربائي النوعي (كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية). تحتل التدفئة المرتبة الأولى من حيث الأستهلاك الطاقوي (420 كيلو طن مكافئ نפט)، يليها الأستخدام الكهربائي النوعي (162 كيلو طن مكافئ نפט)، ثم الأستخدام الحراري (155 كيلو طن مكافئ نפט)، ثم التكييف (90 كيلو طن مكافئ نפט)، وأخيراً النقل (28 كيلو طن مكافئ نפט) [4].

الجدول 6: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والأستخدام الحراري والأستخدام الكهربائي النوعي في عام 2005

المجموع (%) أو	الوقود التقليدي	الكهرباء				الوقود الأحفوري			الوحدة	
		استخدام حراري	استخدام حراري	تدفئة	استخدام نوعي	تكييف الهواء	استخدام حراري	تدفئة		
855	18	57	56	162	90	80	364	28	ktoe	المجموع
202	18	17	11	56	28	43	29	0	ktoe	التجارة والمطاعم والفنادق
24%	100%	30%	20%	35%	31%	54%	8%		%	
314		3	10	34	20	22	197	28	ktoe	الاتصالات والتخزين والنقل
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	الجهات الحكومية ودور العبادة وإنارة الشوارع
22%		61%	50%	30%	31%	6%	12%		%	

المصدر: مستخلص من [4]

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

2.4 توزيع استهلاك الطاقة في القطاعين المنزلي والخدمي تبعاً لنوع الوقود

يبين الجدول (7) توزيع استهلاك الطاقة النهائية حسب نمط الوقود في القطاعين المنزلي (ريف وحضر) والخدمي في عام 2005 [4].

بلغ العدد الكلي للمنازل في سورية نحو 3.479 أو 3.5 مليون منزل في عام 2005 (بنسبة 43% في الريف و 57% في الحضر)، وباعتماد 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 [4].

الجدول 7: توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء والاستخدام الحراري والاستخدام الكهربائي النوعي في عام 2005

المجموع	وقود تقليدي	طاقة شمسية	كهرباء	وقود احفوري			الواحدة	القطاع	
				غاز	كيروسين	مازوت			
3589	245	1.8	968	717	1.4	1656	ktoe	المجموع (حضر وريف)	
100	7%	0%	27%	20%	0%	46%	%	سكني	
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	المجموع	
-	96%	10%	33%	35%	86%	43%	%	خدمية	
855	18	0	365	60	11	401	ktoe	تجارة ومطاعم وفنادق	
202	18	-	113	71				اتصالات وتخزين ونقل	
315	-	-	68	247				خدمات أخرى	
148	-	-	45	103				دوائر حكومية ودور عبادة وإنارة شوارع	
190	-	-	140	50				المجموع	
4444	263	1.8	1333	777	12.4	2057	ktoe		

المصدر: مستخلص من [4]

بتقسيم كمية استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 (3589 كيلو طن مكافئ نفط) على المساحة المسكونة الإجمالية للمنازل (310 مليون متراً مربعاً) نجد كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع المنزلي للمتر المربع في العام): $11.6 \text{ kgoe/m}^2/\text{year}$ تقريباً [4].

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 [4].

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 لواحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع الخدمي للمتر المربع في العام) هي: $14 \text{ kgoe}/\text{m}^2/\text{year}$ تقريباً [4].

بتقسيم كمية الطاقة النهائية المستهلكة في القطاع السكني في عام 2005 (3.5 مليون طن مكافئ نفط [5]) على عدد المساكن في سورية في عام 2005 (3.5 مليون مسكن [4])، نجد أن نصيب المسكن الواحد من الاستهلاك الإجمالي للطاقة النهائية هو واحد طن مكافئ نفط تقريباً. وسيبلغ استهلاك الطاقة النهائية في القطاع السكني في عام 2030 : 7.9 مليون طن مكافئ نفط وذلك على افتراض أن عدد المساكن في سورية سيبلغ 7.9 مليون مسكن في عام 2030 وأن المسكن الواحد يستهلك واحد طن مكافئ نفط.

يستنتج 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.

3.4 توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية تبعاً لغرض الاستخدام في القطاع السكني والتجاري والخدمي

يدون الجدول (8) توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية تبعاً لغرض الاستخدام في القطاع السكني والخدمي في عام 2005 [4].

الجدول 8: توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية تبعاً لغرض الاستخدام في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2005

المجموع GWh (%)	القطاع التجاري والخدمي (GWh)	القطاع السكني (GWh)	الغرض من استخدام الكهرباء:
360 (2.3%)	-	360	الطبخ
1186 (7.6%)	651	535	التدفئة
2849 (18.4%)	663	2186	تسخين المياه
1355 (8.7%)	1047	308	تكييف الهواء
9769 (63%)	1884	7885	استخدام نوعي (إنارة وأجهزة كهربائية)
15519 (100%)*	4245	11274	المجموع

المصدر: مستخلص من [4]

* إن الاستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في سورية في عام 2005 هو 15109 GWh حسب بيانات المكتب المركزي للإحصاء [2]

5. التشريعات والقوانين في مجال الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة

أ- إحداه المركز الوطني لبحوث الطاقة

أحدث المركز الوطني لبحوث الطاقة بموجب القانون رقم 8/ لعام 2003 لتقديم المشورة للحكومة في مجال سياسة الطاقة وتحسين كفاءتها والحفاظ عليها وتطوير استخدامات الطاقة المتجددة.

ب- إصدار كود العزل الحراري للأبنية السكنية

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 أو الانتقالية الحرارية (U-value) لعناصر البناء [6].

ت- إصدار قانون معايير كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية في القطاعات المنزلية والتجارية والخدمة

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.

ث- إصدار قانون الحفاظ على الطاقة

جرى إصدار "قانون الحفاظ على الطاقة" (رقم 3) بتاريخ 2009/2/22. إن الأهداف الرئيسية لهذا القانون هي [7]:

- دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية،
- الحفاظ على احتياطي الوقود الأحفوري المحدود لأطول فترة ممكنة،
- تخفيض الآثار البيئية السلبية الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري،
- تلبية متطلبات التنمية المستدامة.

لتحقيق هذه الأهداف، تتركز مهام القانون في:

- نشر وتطبيق إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة والحفاظ عليها وتحسين كفاءة استخدامها في جميع الأماكن ذات التأثير الدائم على معدلات توليد واستهلاك الطاقة،
- نشر استخدام الطاقة المتجددة بتطبيقاتها المختلفة،

ج- إلزام العزل الحراري وسخانات المياه بالطاقة الشمسية في الأبنية السكنية

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 مواد كود العزل الحراري المعتمد.

إضافة إلى 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). ولفت القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإقرار في حال عدم التنفيذ.

ح- تعديل قانون الكهرباء

تعمل وزارة الكهرباء حالياً على تعديل قانون الكهرباء بهدف السماح للقطاع الخاص بالاستثمار في توليد ونقل الطاقة الكهربائية من مصادر طاقة تقليدية ومتجددة. يتوقع إصدار القانون الجديد في بداية عام 2010.

خ- تعديل تعرفه وأسعار حوامل الطاقة

ضمن إطار تنفيذ الخطية الخمسية العاشرة، جرى إعادة هيكلة تعرفه حوامل الطاقة في سورية خلال عامي 2007 و 2008، 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) و 275 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 (2) التعرفة الجديدة للطاقة الكهربائية.

يدون الجدول (9) الكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%).

الجدول 9: التكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%)

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

* من أجل استهلاك شهري لا يتجاوز 1000 kWh دون أخذ بعين الاعتبار الرسوم المتفرقة المضافة
 ** يفرض أن سعر مبيع أسطوانة الغاز 275 ليرة سورية وعند مردود 100%،
 *** يفرض سعر مبيع لتر المازوت 20.65 ليرة سورية وعند مردود 100%،
 + المازوت العادي المتوفر في سورية يحوي 0.7% كبريت،
 ++ يفرض سعر مبيع لتر المازوت الأخضر 22 ليرة سورية وعند مردود 100%.

د- معايير كفاءة استخدام الطاقة في الأبنية (قيد الإعداد)

يجري حالياً إعداد معايير كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة انطلاقاً من الأداء الطاقى للمباني. يجب أن تتضمن منهجية حساب الأداء الطاقى في المباني الأمور الآتية:

(أ) الخصائص الحرارية للبناء (الغلاف الخارجى والأقسام الداخلية ، إلخ). ويمكن أن تشمل أيضاً إحكام الهواء؛

(ب) تجهيزات التدفئة والماء الساخن، بما فى ذلك خصائص العزل فيها؛

(ج) تجهيزات تكييف الهواء؛

(د) تجهيزات التهوية الميكانيكية؛

(هـ) تجهيزات الإنارة المدمجة (لا سيما فى القطاع غير السكنى)؛

(و) مواضع واتجاه المباني؛

(ز) استخدام نظم الطاقة الشمسية غير الفعالة وحماية المباني من أشعة الشمس؛

(ح) التهوية الطبيعية؛

(ط) شروط المناخ السائد داخل المباني.

6. سوق أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في الأبنية

قبل عام 2007، استقر سوق أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في سوريا لسنوات عديدة وذلك لأسباب كثيرة مختلفة أهمها المنافسة الشديدة التي واجهتها من مصادر الطاقة التقليدية كالمازوت والكهرباء والغاز الطبيعي المسال التي كانت تباع بأسعار مدعومة من قبل الحكومة.

لكن بدءاً من عام 2005، استوردت الأنابيب الزجاجية المفرغة بأسعار رخيصة من الصين. وأصبح المستهلك محيراً بين شراء سخان شمسي بلواقط حرارية مسطحة أو بأنابيب زجاجية مفرغة.

على الرغم من النمو الكبير الذي حدث خلال السنوات الماضية في سوق سخانات المياه المنزلية بالطاقة الشمسية، لا تزال هناك عقبات كبيرة إضافية لنشرها على نطاق واسع. إن عدم وجود تسهيلات مالية للتغلب على الكلفة التأسيسية العالية للسخانات الشمسية، وغياب الحوافز والحملات الترويجية الهادفة، وفشل تقانة بعض السخانات الشمسية، والتكلفة المنخفضة نسبياً لبعض حوامل الطاقة، وعدم تطبيق المواصفات هي من أهم العقبات التي تواجهها سوق السخانات الشمسية.

إن سخانات المياه بالطاقة الشمسية الأكثر بيعاً في سوريا هي لأغراض تسخين المياه المنزلية والتي تعمل بالدارة الطبيعية (مفتوحة ومغلقة). أما الدارة القسرية فتستخدم في القطاع التجاري. إن السخان الشمسي بسعة 200 ليتر هو الأكثر رواجاً، وفترة استرداد رأس المال له لا تزيد عن ست سنوات.

يقدر عدد المصانع والورش الصغيرة التي تصنع سخانات المياه بالطاقة الشمسية في سوريا نحو 10 إلى 15 مصنع وورشة، بما في ذلك معمل الطاقة الشمسية المرتبط بوزارة الصناعة. إن قدرة الإنتاج في هذه الصناعات الصغيرة المحلية محدودة، ولا تزيد عن 400-500 سخان شمسي في العام في معمل الطاقة الشمسية. يوجد جهاز اختبار وحيد في مركز الدراسات والبحوث العلمية لفحص أداء اللواقط الشمسية.

1.6 تحليل الكميات المستوردة لعناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية

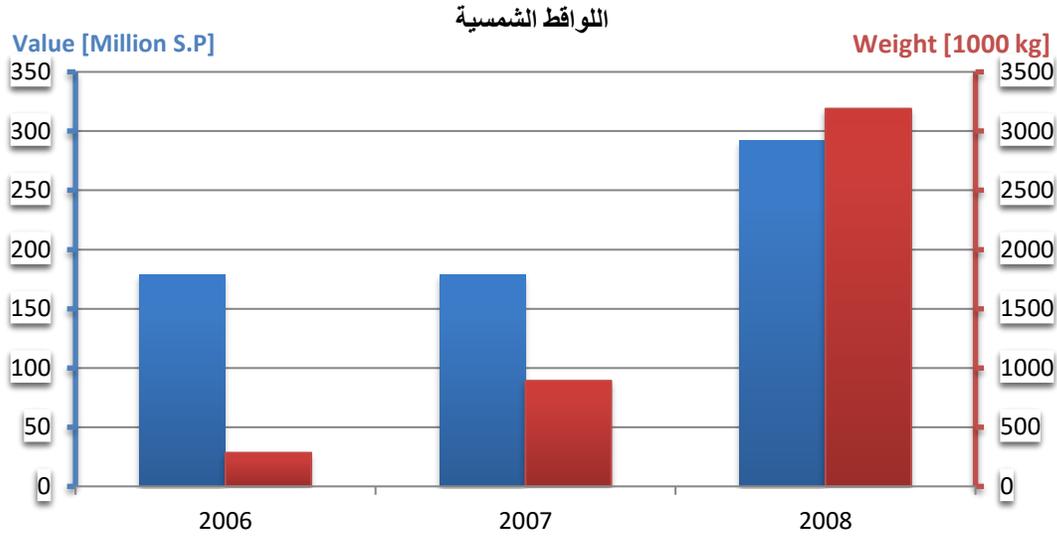
تصنف إدارة الجمارك العامة سخانات المياه بالطاقة الشمسية إلى بندين جمركيين هما [8]:

1. اللواقط الشمسية (لواقط حرارية مسطحة أم أنبوبية مفرغة) - بند 8419.90.10،

2. جهاز كامل لتسخين المياه بالطاقة الشمسية - بند 8419.19.00.

تدون الجداول من (1) إلى (9) في الملحق (3) كميات وقيم اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة من دول مختلفة خلال الأعوام 2005 و 2006 و 2007 و 2008، مصنفة حسب الوزن والتكلفة [8].

يوضح الشكل (5) أوزان وقيم مستوردات اللواقط الشمسية بين عامي 2005 و 2008. بينما يوضح الشكل (6) أوزان وقيم مستوردات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية بين عامي 2005 و 2008. كما يوضح الشكل (7) أوزان وقيم مستوردات عناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية حسب بلد الاستيراد بين عامي 2005 و 2008.



الشكل 5: أوزان وقيم مستوردات اللواقط الشمسية بين عامي 2005 و 2008 (المصدر: مستخلص من [8])

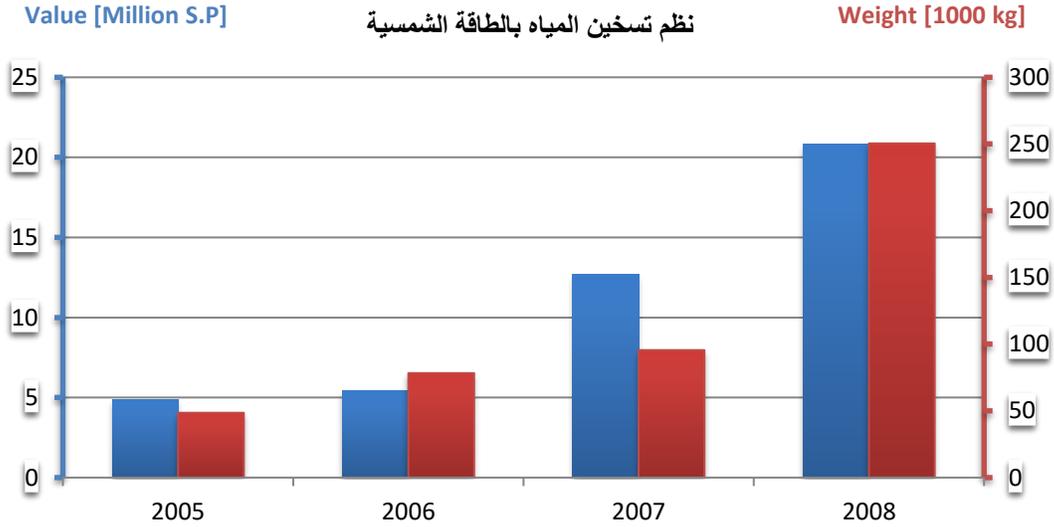
يصعب جداً استنتاج عدد اللواقط أو النظم الشمسية، أو المساحة الإجمالية المقابلة لهذه اللواقط والنظم الشمسية من وزن وقيمة اللواقط والنظم الشمسية المستوردة الواردة في بيانات إدارة الجمارك العامة.

وبهدف تقدير المساحة الإجمالية للواقط والنظم الشمسية المستوردة، نعرض ما يلي:

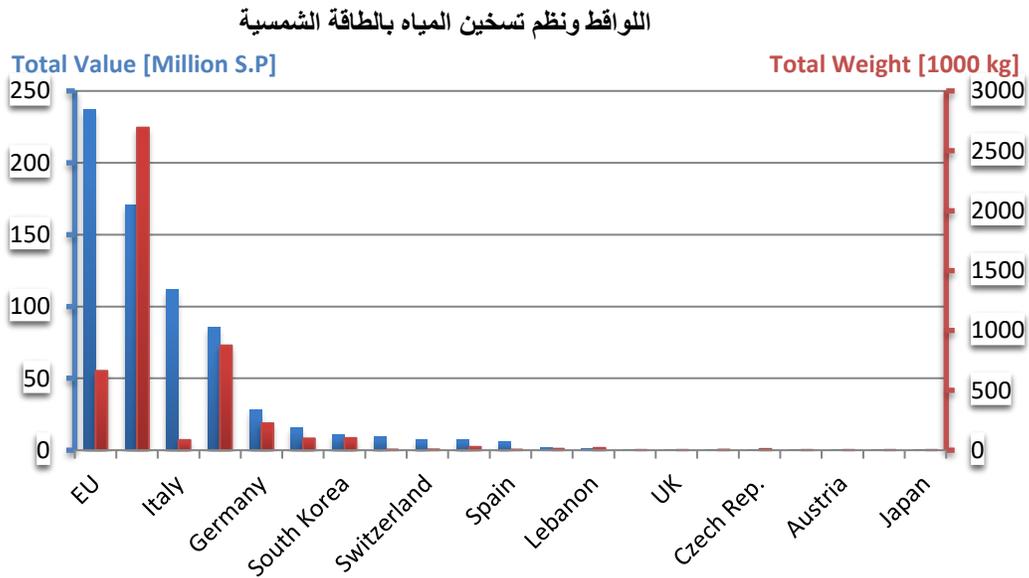
- مساحة اللاقط الشمسي المسطح الحراري (2 m^2)،
- وزن اللاقط الشمسي المسطح الحراري متضمناً مواد التغليف (50 kg)،
- مساحة نظام تسخين مياه بالطاقة الشمسية بلواقط حرارية مسطحة (4 m^2)،
- وزن نظام تسخين مياه بالطاقة الشمسية بلواقط حرارية مسطحة متضمناً مواد التغليف (200 kg)،
- مساحة أنبوب زجاجي مفرغ (0.15 m^2)،
- وزن أنبوب زجاجي مفرغ متضمناً مواد التغليف (3 kg)،
- عدد الأنابيب المفرغة في نظام تسخين مياه بأنابيب مفرغة (20 أنبوب)،
- مساحة نظام تسخين مياه بالطاقة الشمسية بأنابيب زجاجية مفرغة (3 m^2)،
- وزن نظام تسخين مياه بالطاقة الشمسية بأنابيب زجاجية مفرغة متضمناً مواد التغليف (60 kg)،
- الأنابيب الزجاجية المفرغة ونظم تسخين المياه الحاوية على هذه الأنابيب مستوردة من الدول الآتية: الصين والهند وكوريا الجنوبية وتايوان ولبنان،

- اللواقط الشمسية المسطحة الحرارية ونظم تسخين المياه الحاوية على هذه اللواقط مستوردة من باقي الدول المذكورة في الجداول السابقة،

جرى إهمال المستوردات الواردة من الدول الآتية: الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة والبرتغال وتشيكيا وفرنسا والنمسا واليابان والإمارات العربية المتحدة، لصغر قيمة المواد المستوردة منها (أقل من 300 ألف ليرة سورية).



الشكل 6: أوزان وقيم مستوردات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية بين عامي 2005 و 2008 المصدر: [8]



الشكل 7: أوزان وقيم مستوردات عناصر نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية حسب بلد الاستيراد بين عامي 2005 و 2008 (المصدر: [8])

يدون الجدول (10) مجموع مساحات اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008. يتضح من هذا الجدول أن المساحة الإجمالية المقدرة لعناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 205 و 2008 هي 220 ألف متراً مربعاً تقريباً.

الجدول 10: مجموع مساحات اللواقط ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008

نوع اللاقط الشمسي	مجموع مساحات اللواقط الشمسية (m ²)	مجموع مساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية (m ²)	مجموع مساحات اللواقط والنظم الشمسية (m ²)
مسطح حراري	76,152	1636	77,788
أنابيب مفرغة	122,631	19,020	141,651
المجموع	198,783	20,656	219,439

2.6 الكلفة الوسطية لواحدة المتر المربع للمواد المستوردة

بتقسيم القيمة الإجمالية لمستوردات اللواقط الشمسية (مسطحة حرارية وأنابيب زجاجية) بين عامي 2005 و 2008 على المساحة الإجمالية المقدرة لهذه اللواقط الشمسية المستوردة نجد الكلفة الوسطية لواحدة المتر المربع للواقط الشمسية المستوردة:

$$649,113,837/198,783= 3265 \text{ SP/m}^2$$

تعتبر هذه النتيجة منطقية مما يدل على أن تحليل المواد المستوردة مقبول.

3.6 المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية

يبين الجدول (11) تقدير المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية حتى نهاية عام 2008.

الجدول 11: تقدير المجموع التراكمي لمساحات نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في سورية حتى نهاية عام 2008

ملاحظات	مساحة نظم تسخين المياه المركبة (m ²)	السنة
مجموع المساحات المتراكمة لنظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة حتى عام 2005	87000	حتى عام 2005
مجموع المساحات المركبة ضمن إطار تنفيذ المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه والمنفذ خلال عامي 2005 و 2006.	2000	2005-2006

تقدير مساحات نظم تسخين المياه المصنعة محلياً والمنفذة بين عامي 2006 و 2008	6000	2008-2006
تقدير مساحات اللواقط والنظم الشمسية المستوردة بين عامي 2005 و 2008.	220,000	2008-2005
	315,000	المجموع

يتضح من الجدول (11) النمو السريع لتسويق سخانات المياه بالطاقة الشمسية خلال الفترة الواقعة بين عامي 2005 و 2008. ويتوقع أن يستمر هذا النمو وبوتيرة أعلى في السنوات القليلة القادمة.

7. التدقيق الطاقى

إن إجراء ما يعرف بالتدقيق الطاقى (Energy Audit) هو الخطوة الأولى نحو تحسين كفاءة استخدام الطاقة في أي قطاع مستهلك للطاقة بصورة عامة. يعرف التدقيق الطاقى بأنه دراسة أوجه استهلاك الطاقة بكافة أشكالها في المنشآت الصناعية أو الخدمية أو التجارية أو المنزلية ولحظ أماكن الهدر والاستخدام غير الكفء لها ومن ثم تحديد الوسائل والأساليب التي تكفل بالوصول إلى الاستخدام العقلاني والأمثل للطاقة.

بههدف تحديد فرص ترشيد استهلاك الطاقة ورفع كفاءة استخدامها في القطاعين الصناعي والتجاري، نفذ مشروع تخطيط وحفظ الطاقة في وزارة الكهرباء 250 دراسة تدقيق طاقى أولية وأكثر من 100 دراسة تدقيق طاقى 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 (12) النتائج التي خلصت إليها 100 دراسة تدقيق طاقى تفصيلي في بعض المصانع والمنشآت التجارية الكبيرة.

الجدول 12: خلاصة عن الوفورات الممكنة في 100 مصنع ومنشأة تجارية

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

المصدر: [9]

كما تبين من دراسات التدقيق الطاقى التي نفذت في فنادق ومطعمين ومنزليين في منطقة دمشق القديمة أن فرص الترشيح تتباين من موقع لآخر. يلخص الجدول (13) نتائج هذه الدراسات.

الجدول 13: خلاصة عن الوفورات الممكنة في منزليين ومطعمين وفندقين

الموقع	الوفر السنوي (ل.س)	الوفر السنوي في الطاقة (kWh)	كمية الغازات المتجنبة سنوياً (t CO ₂)	تكاليف تنفيذ فرص الترشيد (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

المصدر: [10]

8. الإمكانيات والإجراءات المقترحة لتخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها وتخفيض إصدارات غازات الدفيئة في القطاع السكني

1.8 تعريف مفهوم تحسين كفاءة استخدام الطاقة

ليس القصد من تحسين كفاءة استخدام الطاقة زيادة المردود فقط وإنما القصد من ذلك إنجاز العمل المطلوب بصورة أفضل أو إنجاز مقدار العمل نفسه أو يزيد عنه لكن باستهلاك أقل من الطاقة. وهنا تكمن عبقرية الإبداع التقني التي تقود إلى رفع الأداء ما أمكن عن طريق تحسين كفاءة العناصر والأجهزة والتحكم.

2.8 مؤشرات كفاءة استخدام الطاقة

إن مؤشرات كفاءة استخدام الطاقة عديدة ومتنوعة وتتعلق بنوع الجهاز ووظيفته. من بين هذه المؤشرات نذكر على سبيل المثال وليس الحصر:

1. مؤشر كثافة استخدام الطاقة (Energy Intensity Index) المستعمل بكثرة والذي يعبر عن كمية الطاقة المستخدمة لواحدة الناتج القومي المحلي (GDP).
2. دليل كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Index) أو نسبة كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Ratio). يعطي تقديراً أفضل لتبدلات كفاءة الطاقة بالمقارنة مع مؤشر كثافة استخدام الطاقة. إن ميزات دليل كفاءة الطاقة لا تنحصر فقط في التعبير عن تغيرات كفاءة الطاقة وإنما يأخذ بعين الاعتبار تغيرات الطقس وتغيرات هيكلية الاقتصاد.
3. "نسبة كفاءة الطاقة الفصلية" (Seasonal Energy Efficiency Ratio - SEER). تستخدم لتقييم أداء أجهزة التكييف المركزية وتعبير عن نسبة طاقة خرج التبريد إلى طاقة الدخل من أجل متوسط افتراضي للشروط المناخية. تتطلب المعايير الأمريكية واجبة التنفيذ في عام 2006 قيمة مساوية للعدد 13 فأكثر لهذه النسبة، علماً أنها تتراوح بين 6 و7 لأجهزة التكييف المركزية القديمة.
4. "المردود السنوي لاستخدام الوقود" (Annual Fuel Utilization Efficiency - AFUE). يحدد كفاءة أفران (Furnaces) أو مراجل (Boilers) التدفئة. يتطلب البرنامج الأمريكي المعروف بنجمة كفاءة الطاقة (Energy Star) قيمة مساوية أو أكبر من 90% للأفران و85% للمراجل، علماً أنها تتراوح بين 55 و65% للأفران والمراجل القديمة.

3.8 ترشيد استهلاك الطاقة

يجب أن يترافق مع تنفيذ إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني إجراءات أخرى لترشيد استهلاك الطاقة تعتمد بشكل أساسي على التدابير السلوكية لمالكي أو قاطني المباني. يمكن الإطلاع على الوصايا في هذا المجال في الملحق (4).

4.8 معايير تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني

يعبر الأداء الطاقوي لمبنى سكني عن كفاءة استخدام جميع أشكال الطاقة فيه وفقاً لاستخدامات معيارية. يتوافر في معظم الدول معايير محددة للأداء الطاقوي للمباني أو لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني.

إن معايير أداء كفاءة استخدام الطاقة (Energy-efficiency standards) هي مجموعة إجراءات وتشريعات تفرض الأداء الطاقوي المطلوب للمباني أو للأجهزة المصنعة أو تمنع من بيع الأجهزة التي تقل كفاءتها عن حد أصغري محدد مسبقاً.

يعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الغلاف الخارجي للمبنى السكني من أوليات الإجراءات الممكنة ويشكل جزءاً أساسياً في معايير تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني الجديدة. أما باقي عناصر الأبنية والتجهيزات الأخرى التي تؤثر على الأداء الطاقوي للأبنية فيمكن التعرض إليها في المعايير، لكنها نادراً ما تتضمن في المتطلبات، لذا اعتبرت إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة الخاصة بموضع وشكل واتجاه المبنى، والإنارة الطبيعية، والكسب غير المباشر لأشعة الشمس، وتخزين الحرارة، وتسرب الهواء والتهوية والتبريد الطبيعي وغيرها خارج نطاق الدراسة الحالية.

للاستزادة حول بعض المعايير الدولية، يرجى الإطلاع على الملحق (5).

5.8 إمكانية تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الغلاف الخارجي للأبنية

1.5.8 العزل الحراري

يحيط الغلاف الخارجي لمبنى ما بالأجزاء الداخلية المدفأة والمكيفة. ويشمل الجدران الخارجية والأرضيات والسقوف والسطح والنوافذ والأبواب. إذا كان قبو المبنى مدفئاً فإن الغلاف الخارجي يشمل أرضيته وجدرانه. أما إذا كان غير مدفئاً، فإن الغلاف الخارجي يشمل فقط الأرضية الواقعة بين القبو والطابق الذي يعلوه. يمكن للغلاف الخارجي أن يشمل الفقد الحراري عبر أساسات المبنى أو عبر الجسور الحرارية.

الجسر الحراري هو جزء من البناء الذي ينقل الحرارة بمعدل أعلى من انتقال الحرارة عبر الأجزاء المحيطة به. يمكن لأساسات المبنى أو غيرها من الكتل الضخمة أن تشكل جسوراً باردة مما يستدعي عزلها حرارياً.

إن متطلبات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الغلاف الخارجي لمبنى سكني، تستند على تحديد مقاومات عناصر البناء لنقل الحرارة R-values، أو على معاملات انتقال الحرارة لعناصر المبنى U-values ($U = 1/R$). في المناخ البارد، تكون قيم معاملات انتقال الحرارة U-values منخفضة أو تكون المقاومات R-values مرتفعة بحيث تحد من ضياع الحرارة من داخل

المبنى إلى الجو المحيط، أما في المناخ الحار فإنها تمنع الحرارة من التسرب إلى داخل المبنى. إن واحدة قيم معاملات انتقال الحرارة $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

نظراً لمساهمة تدفئة وتكييف المباني السكنية في ذروة الطلب على الطاقة الكهربائية في سورية، ونظراً للأداء الحراري الضعيف عموماً لهذه المباني، فإن تحسين الغلاف الخارجي للأبنية يشكل فرصة كبيرة لترشيد استهلاك الطاقة وتخفيض الطلب على ذروة الطاقة الكهربائية. وتزداد أهمية هذه الفرصة في تخفيض استهلاك الطاقة لأغراض التكييف وبالتالي تخفيض الطلب على ذروة الطاقة الكهربائية في فصل الصيف.

تشمل الإجراءات التي يمكن تطبيقها لتحسين أداء الغلاف الخارجي عزل الجدران والسطح، واستخدام نوافذ ذات كفاءة طاقة عالية، وإحكام حراري أفضل، وغيرها من الإجراءات منخفضة التكلفة نسبياً. إن مجموعة الإجراءات التي تتناسب الأبنية السكنية في سورية يجب أن تدرس بعناية نظرياً وتجريبياً. إن الأبنية المرشحة لتنفيذ إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة فيها تشمل الآتي:

- الأبنية السكنية الجديدة،
- الأبنية التجارية الجديدة،
- الأبنية الحكومية الجديدة،
- الأبنية السكنية القائمة المزمع تجديدها،
- الأبنية التجارية القائمة المزمع تجديدها،
- الأبنية الحكومية القائمة المزمع تجديدها.

يعتمد توفير الطاقة في المباني على الظروف المناخية. ففي المناطق الباردة يعتمد أساساً على درجات أيام التدفئة، وفي المناطق الحارة يعتمد على درجات أيام التبريد.

يدون الجدول (14) القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة عبر عناصر البناء المختلفة والمعتمدة في "كود العزل الحراري للأبنية السكنية" في سورية.

الجدول 14: القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة عبر عناصر البناء المختلفة والمعتمدة في "كود العزل الحراري للأبنية السكنية" في سورية

القيمة العظمى للانتقالية الحرارية U-value ($W/m^2 \cdot K$)		العنصر
0.5	U_{roof}	السطح
0.8	U_{ow}	الجدار الخارجي
5.2	U_{win}	النافذة ($A_{win} \leq 0.2 A_{facade}$)
3.5		النافذة ($A_{win} > 0.2 A_{facade}$)

1.5	U_{facade}	الواجهة مع النوافذ
1.0	U_G	الأرضية الملاصقة للتربة
1.0	U_F	السقف
0.5		الأرضية المكشوفة

A_{facade} : مساحة الواجهة، A_{win} : مساحة النوافذ والأبواب

المصدر: [6]

للمقارنة تعتبر المعايير الحرارية للأبنية في لبنان أكثر المعايير تطوراً من بين الدول المجاورة. رغم صغر مساحة لبنان فقد قسم إلى أربع مناطق مناخية للتفاوت الكبير بينها (المنطقة الساحلية، والمنطقة الغربية الجبلية المنخفضة، والسهول الداخلية، والمنطقة الجبلية العالية). يدون الجدول (15) القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة عبر عناصر البناء المختلفة المقترحة للتطبيق في لبنان.

يدون الجدول (16) سمك العازل الحراري اللازم لعزل السطح في لبنان في حال اختيار عازل البوليسترين.

الجدول 15: القيم العظمى لمعاملات انتقال الحرارة في لبنان

القيمة العظمى للإنتقالية الحرارية ¹ (U-value, W/m ² .K)						
المنطقة المناخية	السطح	الجدار	النوافذ العامودية ²	المنور ²	الأرضية المكشوفة ³	الأرضية نصف المكشوفة ⁴
كما وردت في المواصفات اللبنانية (دون الأخذ بعين الاعتبار مقاومات الهواء الداخلية والخارجية)						
1. الساحلية	0.57	2.10	6.2	4.3	2.60	2.60
2. الغربية الجبلية المنخفضة	0.57	0.77	4.3	4.3	0.76	1.35
3. السهل الداخلي	0.57	0.77	4.3	4.3	0.66	1.00
4. الجبلية المرتفعة	0.44	0.55	2.8	2.8	0.55	0.80
مع الأخذ بعين الاعتبار مقاومات الهواء الداخلية والخارجية ⁵						
1. الساحلية	0.51	1.55				
2. السهل الداخلي	0.51	0.68				

المصدر: [11]

(1) لا تتضمن قيم الإنتقالية الحرارية مقاومات الهواء الداخلية والخارجية، لذا يجب استبعاد حساب هذه المقاومات عند حساب الإنتقالية الحرارية،

(2) إن الإنتقالية الحرارية للنوافذ والمناور محسوبة عند مراكز النوافذ والمناور، ولذا لا تتضمن تأثير الإطار،

(3) الأرضية المكشوفة هي أرضية الطابق الأرضي المعرضة للهواء الخارجي،

(4) الأرضية نصف المكشوفة هي أرضية الطابق الأرضي التي تعلقو قبو غير مدفأ،

5) لغرض المقارنة أضاف معد التقرير مقاومات الهواء الآتية: مقاومة الهواء الخارجية الملاصقة للسطح والجدران (0.04 m².K/W)، مقاومة الهواء الداخلية الملاصقة للسطح (0.17 m².K/W)، مقاومة الهواء الداخلية الملاصقة للجدران (0.13 m².K/W).

الجدول 16: سمك العازل الحراري اللازم لعزل السطح في لبنان في حال اختيار عازل البوليستيرين

المنطقة المناخية	القيمة العظمى للإنتقالية الحرارية للسطح (W/m ² .K)	القيمة العظمى للمقاومة الحرارية للسطح (m ² .K/W)	قيمة المقاومة الحالية للسطح (m ² .K/W)	قيمة مقاومة العازل الحراري (m ² .K/W)	الناقلية الحرارية للعازل الحراري المختار (W/m.K)	سمك العازل الحراري المطلوب (m)
1. الساحلية	0.57	1.754	0.3913	1.363	0.039	0.05
2. الغربية الجبلية المنخفضة	0.57	1.754	0.3913	1.363	0.039	0.05
3. السهل الداخلي	0.57	1.754	0.3913	1.363	0.039	0.05
4. الجبلية المرتفعة	0.44	2.273	0.3913	1.881	0.039	0.07

المصدر: [11]

نظراً لأن المتطلبات اللبنانية للعزل الحراري لا تتضمن مقاومات الهواء الداخلية والخارجية، فقد جرت المقارنة بين متطلبات العزل الحراري في سورية ولبنان من أجل السطح والجدران فقط وذلك بعد أخذ بعين الاعتبار مقاومات الهواء في قيم الإنتقالية الحرارية للسطح والجدران في لبنان والمنوه عنها في الجدول (15):

1. لم تقسم سورية إلى مناطق مناخية كما هو الحال في لبنان،
 2. لم يتضمن كود العزل الحراري في سورية جداول بسماكات العزل لمواد عزل مختارة،
 3. إن قيمة الانتقالية الحرارية للسطح في سورية (0.5) قريبة من مثيلتها في المناطق الساحلية والسهول الداخلية في لبنان (0.51)،
 4. إن قيمة الانتقالية الحرارية للجدار في سورية (0.8) أصغر بكثير من مثيلتها في المنطقة الساحلية (1.55) في لبنان، مما يعني متطلب أعلى لعزل الجدران في المنطقة الساحلية في سورية،
- يستنتج من هذه المقارنة أن متطلبات العزل الحراري في الكود السوري عالية خاصة في حال تطبيقها في المنطقة الساحلية.

2.5.8 النوافذ

تتطلب النوافذ والأبواب والأجزاء الأخرى من المبنى التي تحوي ألواحاً زجاجية اهتماماً خاصاً يختلف عن الاهتمام بدورها في العزل الحراري. فالزجاج يوفر الضوء الطبيعي والحرارة الشمسية. في المناخ البارد، يمكن للكسب الحراري من أشعة الشمس أن يخفض من الحاجة إلى التدفئة الفعالة، أما في المناخ الحار، فإنه ينبغي طرد حرارة أشعة الشمس الداخلة إلى المبنى عن طريق تكييف الهواء. يجب أن تتناسب مساحة الزجاج وتوجيه النافذة مع الكميات المختلفة من الضوء من جميع الاتجاهات ومع الكميات المضافة من الطاقة لتلبية احتياجات المبنى من الطاقة لأغراض التدفئة والتكييف.

تدل الثوابت الخاصة بزجاج النوافذ (G-values) على كمية ضوء الشمس النافذ عبر كل لوح زجاجي. إن حسابات النوافذ معقدة إلى حد ما، لذا وضعت في الولايات المتحدة وكندا وغيرها معايير للنوافذ تشمل مجموعة واسعة من معاملات الكسب الحراري الشمسي (SHGC)، وقيم نفاذية الزجاج للأشعة المرئية (VLT)، وثوابت التظليل (SC)..

توجد عدة طرق لتحسين كفاءة النوافذ الزجاجية أو غيرها من الفتحات الزجاجية. وتشمل زيادة عدد الطبقات الزجاجية إلى مزدوج أو ثلاثي الطبقات، وطلاء الزجاج، وملء الفراغ بين ألواح الزجاج بغاز خامل أو تفرغ الهواء بين الألواح الزجاجية لتقليل انتقال الحرارة. كما يشمل أيضاً إطارات النوافذ التي تثبت الزجاج في موضعه وتفصل بين الطبقات الزجاجية. توضع عادة قواعد محددة أو تجرى حسابات انتقال الحرارة وكمية الإضاءة عبر الفتحات الزجاجية.

يلخص الجدولان (17) و (18) الأنواع الرئيسية المختلفة للنوافذ والقيم الوسطية لخواصها الرئيسية.

الجدول 17: قيم الانتقالية الحرارية للنوافذ والفتحات الزجاجية

القيمة الكلية لـ U-Value (W/m ² .K)		U-Value (W/m ² .K)	زجاج النافذة
إطار عالي الأداء	إطار نموذجي	في مركز الزجاج	
5.90	6.30	5.91	زجاج مفرد
3.03	3.51	2.73	زجاج مضاعف
2.19	2.63	1.70	زجاج مضاعف قاسي قليل الإصدارية مع الأرجون
1.94	2.39	1.42	زجاج مضاعف طري قليل الإصدارية مع الأرجون

المصدر: [12]

الجدول 18: النفاذية النموذجية للضوء ومعاملات الكسب الحراري الشمسي للنوافذ والفتحات الزجاجية

نسبة نفاذية الزجاج للضوء إلى معامل الكسب الحراري الشمسي (نسب مئوية)					
زجاج النافذة (6 مم)	دون لون	أزرق/أخضر	إنتقائي طيفي	رمادي	عاكس
زجاج مفرد	89/81	75/62	71/51	43/56	20/29
زجاج مضاعف	78/70	67/50	59/39	40/44	18/21
زجاج مضاعف قاسي قليل الإصدارية مع الأرغون	73/65	62/45	55/34	37/39	17/20
زجاج مضاعف طري قليل الإصدارية مع الأرغون	70/37	59/29	53/27	35/24	16/15

المصدر: [12]

مثال: زجاج مفرد دون لون (89/81): 89% نسبة نفاذية الزجاج للضوء و 81% معامل الكسب الحراري الشمسي

أي خيار أفضل للنفاذة؟

بسبب اختلاف الظروف المناخية، واختلاف الخصائص الهامة اختلافاً كبيراً من مبنى لآخر، فإنه من المستحيل تحديد مواصفات وحيدة للنفاذة الزجاجية تكون الأفضل لجميع المباني. بدلاً من ذلك، لا بد من إجراء تحليل لدورة الحياة لكل مشروع يأخذ بعين الاعتبار الأمور الآتية:

- استهلاك المبنى من الطاقة (الإضاءة والتدفئة والتكييف) خلال العمر الافتراضي له،
- استخدام الإضاءة الطبيعية،
- قيمة معدات التكييف التي تحل محل النوافذ المطورة.

يستحيل في معظم الحالات القيام بهذا النوع من التحليل بشكل حدسي أو عن طريق الحساب اليدوي. وبدلاً من ذلك، لا بد من استخدام برنامج حاسوبي مطور لتحديد الأداء الطاقوي لمبنى. ولتوضيح كيفية إجراء التحليل اللازم، أجري تحليل بواسطة البرنامج DOE-2 لمبنى تجاري في لوس أنجلوس مساحته 9300 متراً مربعاً حيث تشكل المساحات الزجاجية فيه 24% من المساحة الإجمالية للجدران. قورن في هذا المبنى نافذة بلوح زجاجي واحد مع خمسة بدائل تتضمن نافذة عادية بلوحيين زجاجيين ونافذة غير ملونة بلوحيين زجاجيين ونافذة منخفضة الإصدارية بلوحيين زجاجيين ونافذة بلوح زجاجي واحد مطلي بطلاء إنتقائي طيفي ونافذة بلوحيين زجاجيين مطليين بطلاء إنتقائي طيفي. يدون الجدول (19) نتائج النمذجة، ويتضح من هذه النتائج أن أفضل خيار من منظور تكاليف دورة الحياة هو النافذة المزودة الانتقائية الملونة.

الجدول 19: نتائج النمذجة في البرنامج DOE-2 لمبنى تجاري مساحته 9300 م² في لوس أنجلوس

نوع الزجاج						
مردوج إنتقائي ملون خفيفاً	مفرد إنتقائي ملون خفيفاً	مزدوج منخفض الإصدارية	مزدوج إنتقائي شفاف	مزدوج برونزي	مفرد شفاف	
0.41	0.66	0.44	0.68	0.47	0.88	النفذية البصرية (المرئية) (τ_v)
0.28	0.51	0.37	0.42	0.49	0.83	معامل الكسب الحراري الشمسي (SHGC)
1.46	1.29	1.19	1.62	0.96	1.06	نسبة (τ_v) إلى (SHGC)
1.65	6.30	1.76	1.65	2.72	6.2	الانتقالية الحرارية U-value W/(m ² K)
11842	7347	9730	8825	7179	-	الوفر الطاقى السنوي (\$/year)
117664	73001	96679	87687	71332	-	القيمة الحالية للوفر الطاقى خلال دورة الحياة (\$)
88000	16000	64000	74400	48000	-	تكلفة الزجاج الإضافية (\$)
96500	59500	79300	67800	56600	-	تكلفة نظام التبريد المتجنبة (\$)
0	0	0	1	0	-	فترة استرداد رأس المال البسيطة (سنة)
126164	116501	111979	81087	79932	-	القيمة الحالية الصافية (\$)

المصدر: [13]

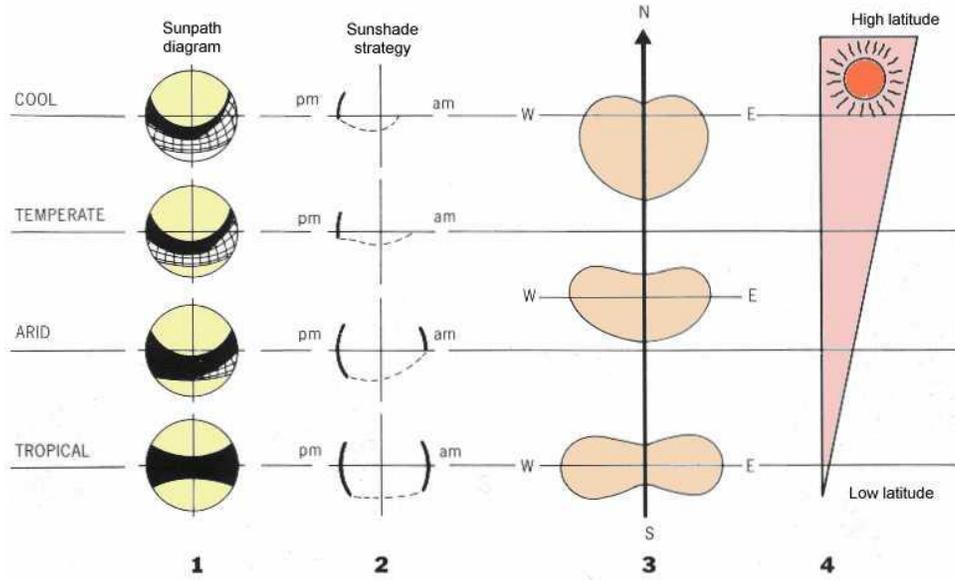
الإفتراضات:

- ضبط ضوء النهار للمحيط
- تعرفه الطاقة الكهربائية \$0.10/kWh
- تكلفة الغاز الطبيعي \$0.70/therm
- معامل الأداء لنظام التكييف = 2
- لحساب القيمة الحالية: معدل الفائدة 10%، معدل التضخم 2%، عمر الزجاج 20 سنة
- تكلفة الزجاج الإضافية هي تكلفة الزجاج فقط، ولا تشمل كلفة العمل والإطار لتغييرها الطفيف عن القيمة الأساسية
- تستند تكلفة نظام التكييف المتجنبة إلى 1200 دولار أمريكي لكل طن
- تحسب القيمة الحالية الصافية بطرح تكلفة الزجاج الإضافية من مجموع القيمة الحالية للوفر الطاقى خلال دورة الحياة وتكلفة نظام التكييف المتجنبة

3.5.8 التظليل

يخفف التظليل والأغطية المتحركة والعاكسات الشمسية كثيراً من اختراق أشعة الشمس لزجاج النوافذ والفتحات الزجاجية الأخرى. يعتبر التظليل عملية معقدة إلى حد ما والذي غالباً ما يتطلب نماذج حاسوبية معقدة تحاكي ثلاثة أبعاد. كما أن استخدام هذه النماذج الحاسوبية لمبنى بسيط يكون معقداً نظراً لأن هذه النماذج تتطلب الكثير من المعلومات حول المبنى والأجزاء المراد تظليلها والتي يجب حسابها وفقاً لحركة الشمس في السماء. طورت بعض الدول دليل مبسط يمكن استخدامه في المباني البسيطة.

يلاحظ من الشكل (8) أنه كلما ابتعدنا عن خط الاستواء تزداد الحاجة إلى الطاقة الشمسية لغرض التدفئة بينما تقل الحاجة للتظليل.



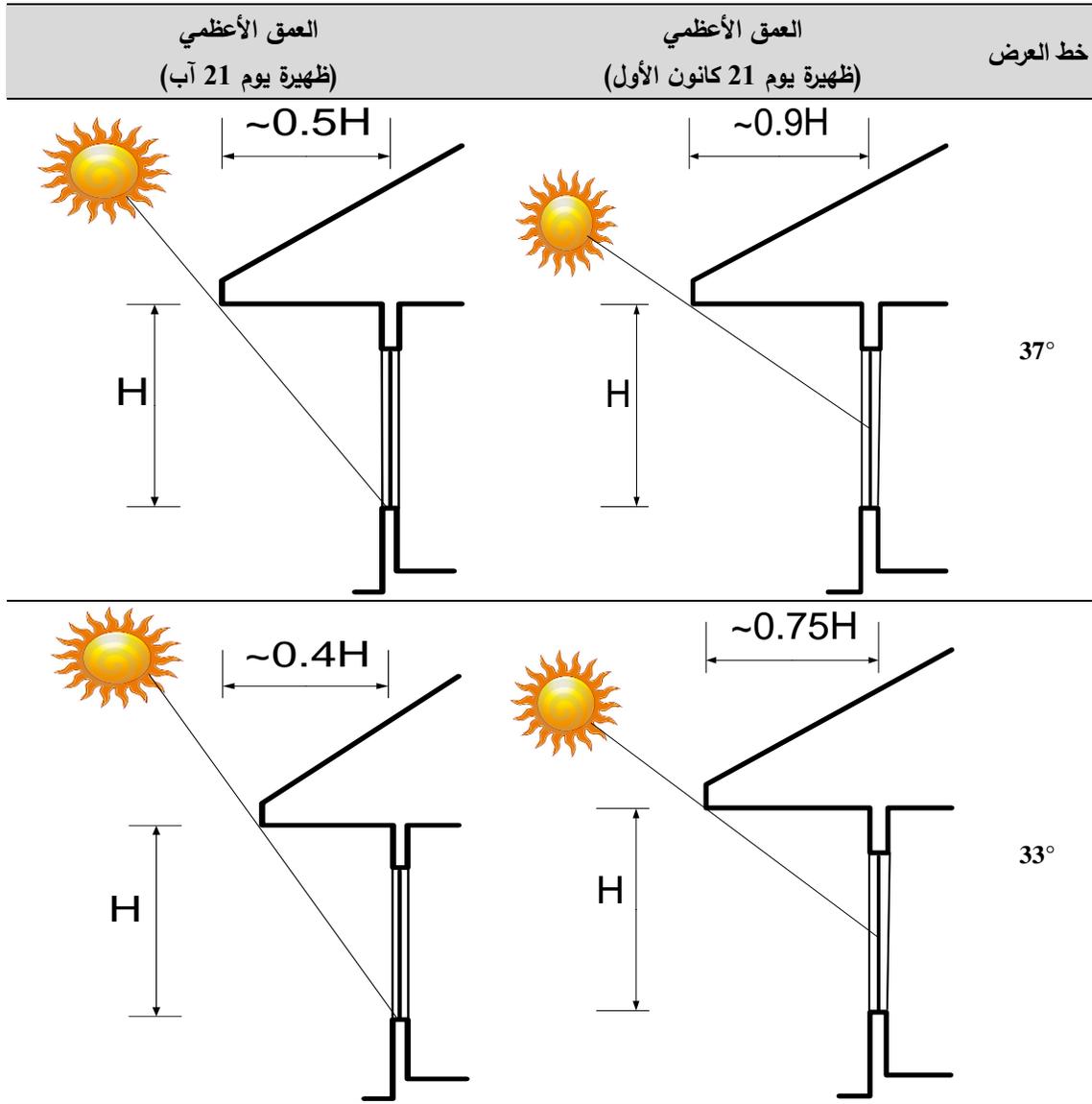
الشكل 8: المسارات الشمسية التي تحتاج تظليل (1)، تحليل ومقدار التظليل (2)، أشكال المبنى المتناسبة مع احتياجات التظليل (3)، الحاجة للطاقة الشمسية في فصل الشتاء (4) المصدر: [13]

تقع سورية بين خطي عرض $32.3^{\circ} N$ و $37^{\circ} N$ وخطي طول $36^{\circ} E$ و $42.5^{\circ} E$. يظهر الشكل (9) مثالين لتظليل النوافذ عند خطي عرض 33° و 37° .

4.5.8 الكسب الحراري المباشر من أشعة الشمس

في مبنى يجري تدفئته بالكسب الحراري المباشر من أشعة الشمس، يوجه زجاج النافذة بحيث يلتقط أكبر كمية ممكنة من أشعة الشمس. وعندما يكون المبنى معزولاً حرارياً بشكل جيد وذو كفاءة جيدة، فإن الكسب الحراري المباشر من أشعة الشمس يساهم بشكل كبير في تغطية الطلب على التدفئة حتى في المناخات الباردة.

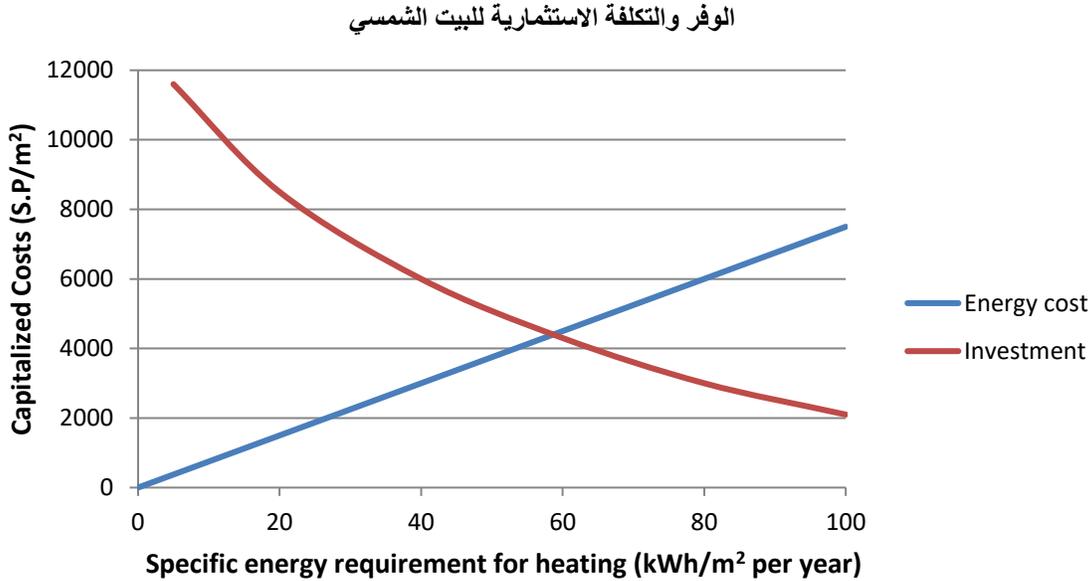
نظراً لاختلاف تعرض المبنى للشمس على مدار اليوم والعام، فإنه يجب أن تكون عناصر المبنى قادرة على تخزين الطاقة الشمسية وتوازنها. فالمبنى الذي يلتقط الكثير من حرارة الشمس يحتاج للتكييف، ويخسر في هذه الحالة من الاستفادة من أشعة الشمس.



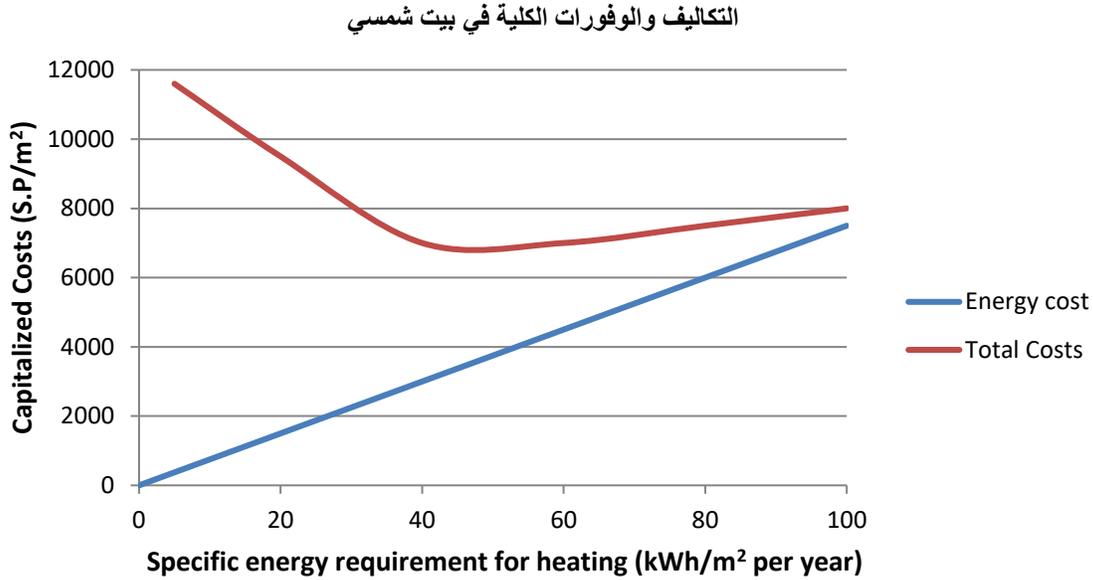
الشكل 9: مثال توضيحي لتظليل نافذة عند خطي عرض 33° و 37° المصدر: [14]

يتحقق في البيت الشمسي passive house مناخ داخلي مريح دون الحاجة إلى أنظمة تدفئة وتكييف تقليدية. وبالمقارنة مع البيوت التقليدية يستهلك البيت الشمسي طاقة أقل بنسبة تصل إلى 70% - 90% لأغراض التدفئة والتكييف وتعتمد هذه النسبة على معايير الطاقة المطبقة. عندما تزداد كفاءة البيت الشمسي فإن استهلاك الطاقة ينخفض لكن تكلفة البناء تزداد (أنظر الشكل 10).

عند الأخذ بعين الاعتبار التكاليف المتزايدة للاستثمار والطاقة على مدى العمر الافتراضي للبيت الشمسي، فإنه يمكن معرفة التكاليف النهائية لإجراء تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا البيت. يوضح الشكل (11) مثالاً عن تغير التكاليف النهائية وتكاليف الطاقة. ويتضح من هذا الشكل أن التكاليف الكلية للبيت الشمسي الذي يستهلك طاقة قدرها 50 kWh/m²/yr أقل من التكاليف الكلية لبيت نفذ وفق المعايير والذي يستهلك طاقة أكبر قدرها 100 kWh/m²/yr. كما يتضح من الشكل (11) أن التكاليف الكلية للبيت الشمسي الذي يستهلك طاقة قدرها 30 kWh/m²/yr مساوية للتكاليف الكلية لبيت نفذ وفق المعايير والذي يستهلك طاقة أكبر قدرها 100 kWh/m²/yr، وذلك عند المقارنة على مدار العمر الافتراضي للبيت الشمسي (30 سنة مثلاً). علماً أنه خلال العمر الافتراضي للبيت الشمسي لا توجد تكاليف إضافية يتحملها مالك البيت الشمسي.



الشكل 10: التكاليف الإضافية والوفر في بيت شمسي

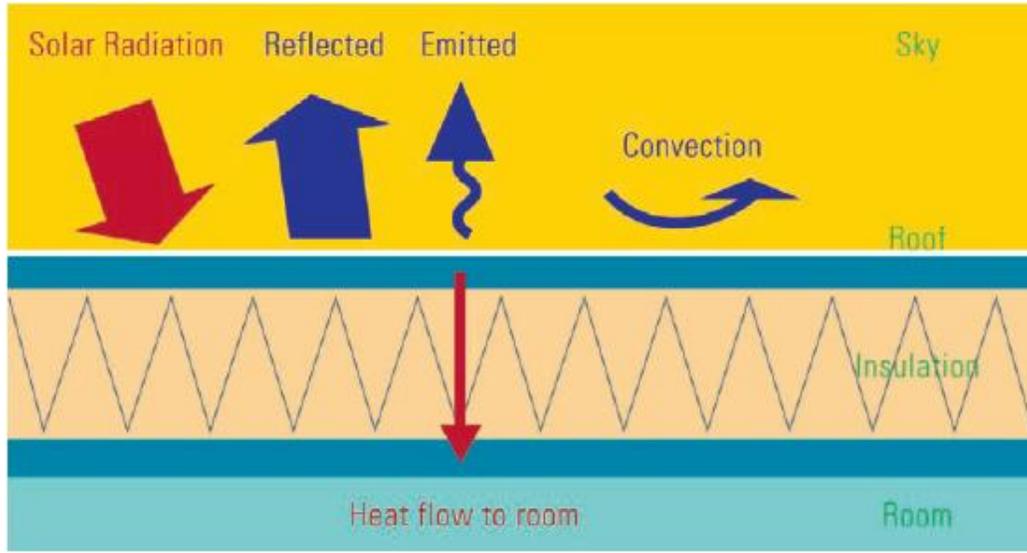


الشكل 11: التكاليف الكلية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في بيت شمسي

إذاً في المثال السابق، تكون التكاليف الكلية لمبنى شمسي خلال العمر الافتراضي له والذي يستهلك طاقة قدرها 50 kWh/m²/yr أقل من التكاليف الكلية لمبنى يشاد وفق المعايير التي تتطلب 100 kWh/m²/yr. يصعب جداً في الوقت الحاضر اعتماد معايير محلية للبيوت الشمسية في سورية نظراً للكلفة التأسيسية العالية.

5.5.8 الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي (الأسطح الباردة)

عندما يرد الإشعاع الشمسي على سطح ما فإن جزءاً كبيراً منه ينعكس نحو السماء وجزءاً منه يمتص في السطح كما أن جزءاً من الحرارة الممتصة ينبعث إلى السماء على شكل إشعاع تحت الأحمر وجزءاً آخر من الحرارة الممتصة يضيع بالحمل الحراري الطبيعي نحو الهواء المحيط بالسطح، وأخيراً ينتقل جزء من حرارة الشمس إلى داخل البناء ويكون أكبر ما يمكن إذا كان السطح غير معزول حرارياً (الشكل 12).



الشكل 12: النقل الحراري عبر سطح- المصدر: [15]

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% وتصبح أسطح عاكسة للإشعاع الشمسي أو أسطح باردة نظراً لتأثير التبريد الناتج عن إنعكاسية الإشعاع الشمسي. 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. إن انعكاسية الأرصفة لأشعة الشمس يمكن أن تزداد بمقدار وسطي 15%، وبالتالي يخفف من انبعاث 4 tCO₂/100m² [16]. يدون الجدول (20) مقارنة بين الخواص الإشعاعية لسطحين تقليدي وبارد.

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 الحمل الإجمالي للتكييف كما يخفف من الطلب على الحمل الكهربائي عند الذروة ويحسن نوعية الهواء الخارجي والراحة الحرارية.

الجدول 20: مقارنة الخواص الإشعاعية بين سطحين تقليدي وبارد

سطح تقليدي		
النوع	الانعكاسية	الإصدارية
حصى داكن	0.08-0.15	0.80-0.90
اسفلت ناعم	0.04-0.05	0.85-0.95
سطح بارد		
حصى أبيض	0.30-0.50	0.80-0.90
حصى مع اسمنت	0.50-0.70	0.80-0.90
طلاء أبيض للسطح	0.75-0.85	0.85-0.95

المصدر: [15]

6.8 نظم الطاقة المتجددة الفعالة

إن أكثر تطبيقات الطاقة المتجددة استخداماً في الأبنية السكنية هو تسخين المياه بالطاقة الشمسية، حيث تسخن المياه بالطاقة الشمسية وتخزن لحين الاستخدام. كما يمكن استخدام الطاقة الشمسية لغرض التدفئة لكن هذا التطبيق يتطلب زيادة سعة التخزين الحراري وفي بعض الأحيان يلزم التخزين الفصلي من فصل الصيف إلى فصل الشتاء.

يوضح المثال التالي إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لغرض التدفئة:

نفرض أنه في خط عرض مدينة دمشق وفي فصل الشتاء تبلغ الشدة الوسطية للإشعاع الشمسي حوالي 420 Watts/m^2 . ونفرض أيضاً أن منزل نموذجي مساحة سطحه 100 m^2 يحتاج طاقة قدرها 3000 كيلو واط ساعي شهرياً أو 100 كيلو واط ساعي في اليوم تقريباً. إذا تعرضت لواقظ شمسية مساحتها تساوي مساحة سطح المنزل لأشعة الشمس على مدار 6 ساعات يومياً، فإنها تستقبل طاقة من الشمس قدرها:

$$420 \text{ W/m}^2 \times 100 \text{ m}^2 \times 6 \text{ hr/day} = 250 \text{ kWh/day}$$

نفرض في أحسن الأحوال أن المردود اليومي لنظام التدفئة بالطاقة الشمسية هو 20% وبالتالي ينتج النظام الشمسي طاقة حرارية صافية قدرها 50 kWh/day أي ما يقابل نصف احتياج المنزل من الطاقة يومياً. يمكن تخفيض الحمل الحراري للمنزل بمقدار النصف عن طريق العزل الحراري الجيد وتوجيه النوافذ نحو الجنوب، وفي هذه الحالة يؤمن النظام الشمسي كامل احتياج المنزل من الطاقة.

مثال آخر على الاستخدام الفعال للطاقة المتجددة في الأبنية هو النظم الكهروضوئية التي يمكن أن تزود الأبنية بالكهرباء المنتجة من هذه النظم. يمكن أيضاً إنتاج البرودة من الطاقة الشمسية ولا يحتاج هذا التطبيق إلى ساعات تخزين كبيرة نظراً لأن الحاجة إلى التبريد تتزامن مع الشدات العالية للإشعاع الشمسي.

7.8 التجهيزات المنزلية

تستخدم معظم تقانات الأجهزة الكهربائية المنزلية القديمة طاقة أكثر من اللازم لأداء عملها. وقد تطورت إلى حد كبير تقانات جميع الأجهزة المستهلكة للطاقة الكهربائية كأجهزة الإنارة والمضخات والمبردات (chillers) والمحركات ووشائع التبريد وغيرها حيث انخفض استهلاكها من الطاقة وتحسن مردودها.

1.7.8 أنظمة التدفئة والتكييف

تؤمن أنظمة التدفئة والتكييف المناخ المريح للسكن والعمل في الأماكن المغلقة. وتترك هذه النظم آثاراً عميقة على استهلاك الطاقة في المباني. حيث من دون تدفئة وتكييف لا يوجد استهلاك للطاقة في المباني. توجد علاقة عكسية بين كفاءة مبنى والحاجة لنظم التدفئة والتكييف، فالمباني عالية الكفاءة للطاقة ينخفض احتياجها لنظم التدفئة والتكييف، وقد لا تحتاج الأبنية الذكية لهذه النظم.

يقود تحسين كفاءة استخدام الطاقة في أنظمة التدفئة والتكييف إلى تحقيق وفر كبير في استهلاك الطاقة، لكن هذا الوفر يتعلق بكفاءة الطاقة في المباني بشكل عام. فمثلاً يتعلق الوفر الكلي الناتج عن تحسين كفاءة المرجل أو المكيف بالحمل الكلي المطلوب للتدفئة أو التكييف. كما أن العزل الحراري الجيد للغلاف الخارجي يمكن أن يخفض من إمكانية الوفر في أنظمة التدفئة والتكييف. لذا ينبغي أن تحقق استطاعات أنظمة التدفئة والتكييف التوازن المطلوب بين الكفاءة الحالية للمباني واحتياج المباني من الطاقة لأغراض التدفئة والتكييف.

إن التجهيزات المركبة في الأبنية عدا معدات التدفئة والتكييف HVAC تؤثر على الأداء الطاقوي للأبنية بطريقتين مختلفتين : الأولى من خلال احتياج التجهيزات للطاقة والثانية من خلال إنتاج التجهيزات للحرارة الضائعة التي يمكن أن تؤدي إلى زيادة أحمال التبريد أو تخفيض أحمال التدفئة.

توجد طرق عديدة لتدفئة المباني، كالتدفئة المستقلة لمنزل أو التدفئة المركزية لمبنى أو التدفئة المركزية الجماعية لمجموعة مباني. كما يمكن تأمين الحرارة اللازمة للتدفئة من الكهرباء أو من مشتقات النفط أو من محطات التوليد المشترك للكهرباء (المضخة الحرارية) والحرارة أو من الحرارة الضائعة في المصانع مثلاً.

تهتم معايير التدفئة بالمرودود الإجمالي لنظام التدفئة بشكل عام، كما تعالج أيضاً مرودود العناصر المكونة لنظام التدفئة.

للمحافظة على جو مريح داخل المبنى ينبغي إزالة الحرارة الزائدة منه بواسطة أنظمة التكييف. يمكن لأنظمة التكييف أن تكون مستقلة (وحدات صغيرة) أو مركزية. ففي وحدات التكييف الصغيرة يتركز الاهتمام على مرودودها وعلى نظام التحكم، بينما في النظم المركزية فإن أبعاد نظام التكييف ونظام التحكم ونظام توزيع الهواء يحددون مجتمعين درجة كفاءة استخدام الطاقة. ويجب اتخاذ الحيطة اللازمة لمنع تسرب الهواء الذي يمكن أن يخفض من مرودود نظام التكييف الميكانيكي. تعمل بعض الأبنية بالتبريد الطبيعي أو بالتبريد الليلي اللذان يخفضان الحاجة إلى التبريد الميكانيكي.

لتحقيق الكفاءة المثلى لاستخدام الطاقة ينبغي على المصمم تقييم مراحل التصميم الآتية:

- معايير الراحة الحرارية،
- طرق حساب الأحمال،
- خصائص نظام التدفئة والتكييف،
- اختيار التجهيزات المناسبة والتشغيل عند الحمل الجزئي،
- طراً تحسن تدريجي كبير على عناصر أنظمة التدفئة والتكييف خلال السنوات الماضية (أنظمة الهواء والماء ووحدات التدفئة والتبريد المركزية). تتضمن أنظمة التدفئة والتكييف الحديثة والتي تتمتع بكفاءة عالية العناصر والميزات الآتية:

- نظم تغيير حجم الهواء (VAV) لتخفيض استهلاك المراوح من الطاقة،
- التحكم بالهواء الخارجي عن طريق التحكم بمستوى الانتالبي/درجة الحرارة،
- استخدام المضخة الحرارية وأنظمة استرجاع الحرارة،
- إدارة الطاقة في الأبنية واستخدام أنظمة التحكم المركزية،
- استخدام التهوية الطبيعية والتبريد الطبيعي.

- إن الفرص المتاحة لتحسين كفاءة تجهيزات التدفئة والتكييف هي:
- تحسين كفاءة التجهيزات حين استبدال التجهيزات القديمة،
 - تحسين مراقبة وإدارة التجهيزات باستخدام التحكم الرقمي المباشر،
 - استخدام التبريد الطبيعي بواسطة الهواء الخارجي، مما يقلل من التبريد الميكانيكي ويحسن من نوعية الهواء الداخلي،
 - استخدام محركات متغيرة التردد التي تتحكم بجران الهواء وتدفق السوائل بحيث تتوافق مع الاحتياجات الفعلية للمبنى.
 - استخدام المحركات عالية الكفاءة.

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

1. الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية،

2. مكيفات الهواء في المنشآت التجارية والحكومية،

3. سخانات المياه بالطاقة الكهربائية،

لم تلحظ باقي الأجهزة الكهربائية لمساهمتها الضعيفة في تخفيف الغازات المنبعثة. يتضمن الملحق (6) خلاصة عن هدر الطاقة في الأجهزة الكهربائية ذات استطاعات الأمان أو الإحتياط.

2.7.8 الثلاجات والمجمدات

تستخدم معظم الثلاجات في العالم دائرة انضغاط البخار (Vapour compression refrigeration cycle) للحصول على مفعول التبريد. أما الثلاجات التي تعمل وفق دائرة امتصاص الغاز (Gas absorption) فاننتشارها محدود في الفنادق كما أن الثلاجات التي تعمل وفق دائرة تبريد كهربائية فتستخدم على نطاق ضيق في المساكن المتحركة وفي المخيمات. تتضمن دائرة التبريد الانضغاطية ضاغط ومكثف ومبخر واحد أو أكثر وصمام تمدد. تعمل 95% من الثلاجات والمجمدات المصنعة في أوروبا بالتبريد الحلمي الطبيعي (Natural convective cooling)، بينما تعمل معظم الثلاجات والمجمدات المصنعة في شمال القارة الأمريكية وأستراليا واليابان بالتبريد الحلمي القسري (Forced convection cooling) بمساعدة مراوح كهربائية، وتدعى بالأجهزة عديمة الجليد (No frost). إن التبريد بالحمل الطبيعي فعال وكلفته منخفضة ومناسب للأجهزة الصغيرة أو متوسطة الاستطاعة، ويلائم الأماكن منخفضة الرطوبة. أما في المناطق عالية الرطوبة، فإن الجليد المتشكل على أسطح المبخر يسبب انزعاجاً وينبغي إزالته بشكل دوري لتجنب التشغيل الزائد للجهاز وبالتالي استهلاك أكبر من الطاقة الكهربائية، وفي هذه الحالة ينصح باستخدام التبريد القسري. كما أنه بالنسبة للأجهزة التي يزيد حجمها وارتفاعها عن حد معين، فإنه من الصعب المحافظة على توزيع منتظم لدرجات الحرارة الداخلية دون استخدام مروحة. وبغض النظر عن كون دائرة التبريد طبيعية أم قسرية، فإن كفاءة الجهاز تتأثر إلى حد كبير بنوعية العزل الحراري ومردود الضاغط وفعالية المبادلات الحرارية (المبخر والمكثف) وبنوعية نظام التحكم. إن جميع هذه العناصر جرى تطويرها بشكل ملحوظ خلال العقدين الأخيرين. تعتمد نوعية العزل الحراري أولاً على الناقلية الحرارية للعازل الحراري، وعلى تشكل الجسور الحرارية (Thermal bridges) التي تسبب انقطاعات في أداء العزل الحراري عبر طبقة العازل الحراري. تتشكل الجسور الحرارية عن

طريق التركيب السيء للعازل الحراري أو عن طريق اختراق أجزاء إنشائية أو وظيفية للجهاز في العازل الحراري. وتعتبر الألواح العازلة المفرغة (Vacuum panels) آخر التطورات الحاصلة في مواد العزل الحراري.

يتعلق مردود الضاغط بمردودي المحرك والمضخة الكهربائيين. وعلى الرغم من التحسن الكبير الذي طرأ على مردود الضواغط، إلا أن دفعة جديدة من الضواغط حديثة التطوير وذات الكفاءة العالية تتهيأ لاختراق السوق.

من المعروف أنه كلما كبر حجم جهاز التبريد كلما سهلت مهمة تحسين كفاءته وذلك إن تم التعبير عن المردود بدلالة معكوس الطاقة المستهلكة لواحدة حجم التخزين عند درجة حرارة معينة. ويعود السبب في ذلك إلى أن نسبة المساحة إلى الحجم تكون منخفضة في الأجهزة الكبيرة وبالتالي يكون الفقد الحراري لواحدة الحجم صغيراً، كما يتوفر في الأجهزة الكبيرة حيزاً كافياً للعزل الحراري ولعناصر دارة التبريد. عدا عن الفعالية العالية التي تتمتع بها الضواغط الكبيرة مقارنة مع الضواغط الصغيرة. لكن هذا الأمر مع ذلك لا يعوض كلياً استهلاك طاقة إضافية كون الأجهزة كبيرة، لكن التغيرات في الطاقة المستهلكة والحجم بعيدة كل البعد عن التناسبية.

مثال أول: يوضح الجدول (21) طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في ثلاجة - مجمدة بباب واحد سعة 176 لتر والآثار الفنية والاقتصادية الناتجة عن ذلك والتي أجريت في تايلند. اعتمد في تحديد الجدوى الاقتصادية في هذا المثال على طريقة حساب نسبة المنفعة إلى الكلفة (Cost-benefit evaluation).

مثال ثان: أجريت على ثلاجة- مجمدة أمريكية سعة 515 ليتر ذاتية التخلص من الجليد التحسينات التالية [17]:

1. تركيب ضاغط (COP=1.60) بدلاً من (COP= 1.37)، أي ازدادت نسبة تحسين كفاءة الطاقة Energy-Efficiency Ratio (EER) من 4.7 إلى 5.45 .
2. زيادة سمك العازل الحراري للباب والجدران الجانبية من 3.8 سم إلى 6.3 سم.
3. تخفيض استطاعة مروحة المبخر من 9.1 واط إلى 4.5 واط.
4. تخفيض استطاعة مروحة المكثف من 12 واط إلى 4.5 واط.
5. تخفيض الفقد الحراري عبر مادة إحكام الباب.
6. زيادة مساحة التبادل الحراري للمكثف والمبخر.

الجدول 21: طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في ثلاجة - مجمدة بباب واحد سعة 176 لتر

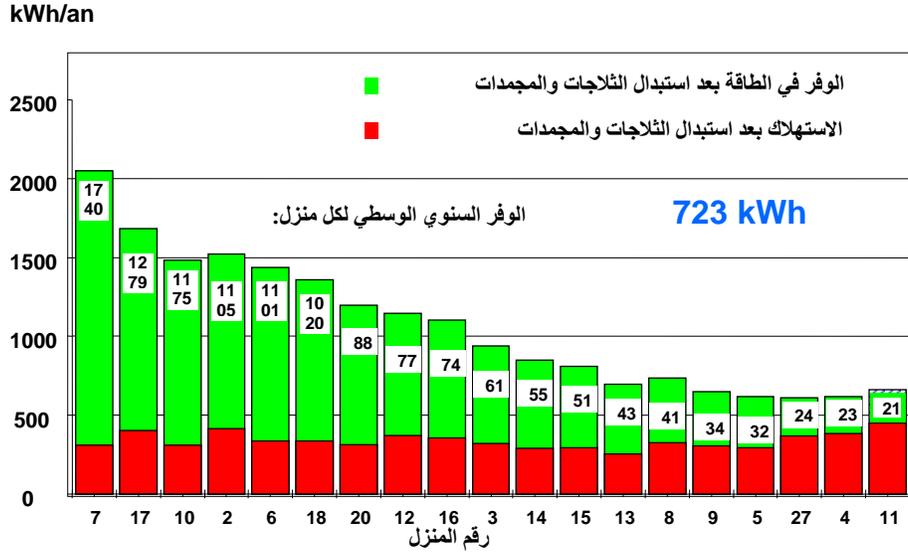
الخطوة	الطاقة السنوية المستهلكة (kWh)	الوفّر في الطاقة ⁺ (%)	التكلفة التراكمية لإجراء التحسين ⁺ (US\$)	التكلفة المضافة على سعر المبيع ⁺ (%)	نسبة المنفعة إلى التكلفة	الخطوة
الأساس	255	-	-	-	-	-
إضافة 1 سم عزل حراري إلى الجدران الجانبية	234	8.4	1.3	1.5	2.9	2.9
إضافة 1 سم أيضاً عزل حراري إلى الجدران الجانبية	227	11.1	2.6	3.0	1.1	2.3
إضافة 2 سم عازل حراري للجدار الخلفي	216	15.3	3.75	4.4	1.9	2.1
تركيب ضاغط : بدلاً من: 58 kCal/h , 0.89 COP 52.9 kCal/h , 0.92COP ⁺⁺	201	21.1	6.5	7.6	1.1	1.7
إضافة مكثف إلى الضاغط (COP=1.01)	183	28.5	9.9	11.6	1.1	1.5
تحسين إحكام الباب (تخفيض الفقد الحراري لمادة الإحكام بنسبة 25%)	171	32.9	12.1	14.2	1.1	1.4

المصدر: [17]

⁺قيم تراكمية، ⁺⁺COP معامل الأداء

وبنتيجة هذه الإجراءات مجتمعة انخفض الاستهلاك السنوي للثلاجة من 700 kWh إلى 420 kWh، في حين ارتفعت تكاليف التصنيع من 260 إلى 325 دولار أمريكي فقط.

يبين الشكل (13) النتائج التجريبية للوفر الطاقوي المحقق جراء استخدام ثلاجات ومجمدات موفرة للطاقة في عشرين منزلاً فرنسياً، حيث استبدلت الثلاجات والمجمدات الموفرة للطاقة بجميع الثلاجات والمجمدات الموجودة أصلاً في المنازل العشرين. يتضح من هذا الشكل أن أعلى وفر سنوي حصل في المنزل رقم /7/ حيث بلغ 1740 kWh، بينما لم يتجاوز الوفر السنوي في المنزل رقم /11/ بأكثر من 21 kWh. إن المتوسط السنوي للوفورات في استهلاك الطاقة في هذه المنازل العشرين جراء تركيب ثلاجات ومجمدات موفرة للطاقة هو 723 kWh.



الشكل 13: الوفر الطاقوي المقاس جراء استخدام ثلاجات ومجمدات كفاءة للطاقة في عشرين منزلاً - المصدر: [18]

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

3.7.8 أجهزة تكييف الهواء

تصنف أجهزة تكييف الهواء تبعاً لنوع الاستخدام، فالأجهزة المركزية تستخدم في الأبنية التجارية والمنازل كبيرة المساحة، أما في المنازل العادية فعادة ما تستخدم فيها الأجهزة الفردية ويطلق عليها تسميات عديدة مثل مكيفات الهواء المنزلية أو مكيفات هواء الغرف (Room air conditioners) أو الأنظمة عديمة مجاري الهواء (Ductless system) أو المكيفات الجدارية (Wall mounted) وهي نوعان: ذات القطعة الواحدة (Window) وذات القطعتين (Split). تعمل مكيفات الهواء المنزلية (AC) عادة على تجفيف الهواء ولذا لا ينصح باستخدامها في المناطق الحارة الجافة ويفضل في هذه الأماكن استخدام المبردات التبخرية (Evaporative coolers) التي تعمل على ترطيب الهواء.

إن الاختيار الصحيح لاستطاعة مكيف هواء غرفة هو أمر ضروري لتجنب التبريد المنخفض أو الزائد للغرفة. يدون الجدول (22) استطاعة التقديرية للمكيف تبعاً لمساحة الغرفة فقط. إن قيم الاستطاعة الواردة في هذا الجدول هي من أجل الغرف المعزولة حرارياً، ولها نافذة واحدة وارتفاع سقفها عادي. تجدر الإشارة هنا إلى ضرورة أخذ بعين الاعتبار عوامل أخرى لتقدير الاستطاعة، كوظيفة الغرفة (جلوس أم نوم أم مطبخ) والاتجاه الجغرافي للغرفة (جنوبية أم غربية مثلاً)، إذ أن الحمل الحراري المراد تكييفه يختلف من أجل مساحة واحدة بين المطبخ وغرفة النوم وغرفة الجلوس، وبين الغرف المعرضة للإشعاع الشمسي والغرف غير المعرضة للإشعاع الشمسي، كما أن عدد الأشخاص المتواجدين في الغرفة يلعب دوراً هاماً في تحديد الاستطاعة.

الجدول 22: قيم الاستطاعة التقديرية لمكيف هواء غرفة تبعاً لمساحة الغرفة

مساحة الغرفة (م ²)	الاستطاعة (BTU/h)	الاستطاعة (طن تبريد)
14 - 9	5000	12/5
23 - 14	6000	½
28 - 23	7000	12/7
32 - 28	8000	12/8
37 - 32	9000	12/9
42 - 37	10000	12/10
51 - 42	12000	1
65 - 51	14000	1 و 6/1
93 - 65	18000	1.5
130 - 93	24000	2

المصدر: [19]

يلزم لاختيار الاستطاعة الصحيحة حساب الحمل الحراري للغرفة انطلاقاً من معرفة مواد البناء ومستوى العزل الحراري وحجم الغرفة... إلخ، وتوجد بعض المواقع على شبكة الانترنت التي توفر مثل هذه الحسابات مجاناً. وعلى الرغم من سهولة إجراء حساب الحمل الحراري إلا أن الكثير من العاملين في مجال التدفئة والتكييف يلجؤون إلى حسابات يدوية مختصرة تعتمد على الخبرة المكتسبة في هذا المجال. كما أن الكثير من الزبائن يلجؤون إلى نصيحة الجار الذي سبقهم إلى تركيب المكيف.

بالمقارنة بين القيم المنصوح بها في الجدول (22) لاستطاعات مكيفات هواء الغرف وبين قيم الاستطاعات المركبة فعلياً في سورية نجد أن الفرق كبير وقد يتجاوز الضعف في كثير من الأحيان. ويعود السبب في ذلك إلى كون معظم الغرف المركب فيها مكيفات هواء غير معزولة حرارياً، إضافة إلى أسباب أخرى عديدة. ومن هنا يتبين أهمية العزل الحراري في تخفيض الحمل الحراري للتدفئة والتكييف.

تستهلك مكيفات هواء الغرف كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية، ولكي تعمل هذه المكيفات بشكل أمثل يمكن الاسترشاد بالأمر الآتية:

1. يجب أن يكون الضاغط من النوع الدوار (Rotary) وليس من النوع المكبسي الترددي (Reciprocating) فالضاغط من النوع الدوار يستهلك طاقة أقل ويصدر ضجيجاً أقل. لكن أفضل الضواغط من حيث كفاءة الطاقة هي من النوع (e-Scroll) المطورة حديثاً.
2. يجب اختيار الاستطاعة المناسبة للمكيف، فاختيار استطاعة أكبر من المطلوب يؤدي إلى تشغيل وتوقف المكيف بصورة متكررة، كما أن اختيار استطاعة أصغر من المطلوب يجعل المكيف يعمل باستمرار، وفي أيام الصيف الحارة يصعب على المكيف تخفيض حرارة الغرفة بالقدر المطلوب.

3. يجب أن تكون المسافة بين المبخر (القطعة الداخلية) والمكثف (القطعة الخارجية) أقصر ما يمكن،
 4. إن مكيفات الهواء الجديدة تكون عادة مشحونة بغاز الفريون في المصنع، لكن حين إجراء الصيانة يجب تعبئة المكيف بجهاز شحن يحدد كمية الغاز وزناً وفقاً للسعة المحددة من قبل الصانع. إن شحن المكيف بالغاز اعتماداً على درجة الحرارة وقيمة التيار الكهربائي لا تؤدي إلى تعبئة المكيف بالكمية المناسبة المحددة من قبل الصانع،
 5. قبل تعبئة المكيف بالغاز ينبغي تنظيف دارة الغاز من الأوساخ العالقة بها باستخدام الآزوت،
 6. يجب تجنب التركيب الشاقولي لماسورة الوصل بين المبخر والمكثف ما أمكن حيث أن الامتداد الشاقولي يزيد من عمل الضاغط للوصول إلى درجة حرارة التكييف المناسبة،
 7. يجب عزل ماسورة الوصل بين المبخر والمكثف بعازل حراري جيد.
 8. من الأخطاء الشائعة هو أن تخفيض درجة حرارة المنظم من 26 إلى 24 درجة مئوية مثلاً يقود إلى تسريع عملية التبريد. إن تخفيض درجة الحرارة إلى 24 درجة مئوية لا تؤدي إلى الوصول إلى درجة حرارة 26 درجة مئوية لهواء الغرفة بصورة أسرع فيما لو تمت المحافظة على درجة حرارة 26 درجة مئوية للمنظم.
- تعمل معظم المكيفات على أداء وظيفتين هما: تبريد الهواء في فصل الصيف وتدفئته في فصل الشتاء. وتوجد طريقتان لإنتاج الهواء الدافئ، إما بواسطة وشيعة تسخين كهربائية (Electric resistance heater) أو بواسطة المضخة الحرارية (Heat pump). فمثلاً، يطلق على مكيف القطعة الواحدة الذي يعمل بوشيعة تسخين التسمية والرمز الآتيين: (Packaged Terminal Air Conditioner- PTAC)، بينما يطلق على مكيف القطعة الواحدة الذي يعمل بالمضخة الحرارية التسمية والرمز الآتيين: (Packaged Terminal Heat Pump - PTHP). وتعتبر المضخة الحرارية أكثر كفاءة من وشيعة التسخين الكهربائية عند درجات حرارة خارجية أكبر من 5 درجات مئوية. كما يمكن لمكثف واحد أن يعمل مع مبخر واحد (Single zone) أو مع مبخرين (Dual zone) أو مع ثلاثة مبخرات (Tri zone) أو مع أربعة مبخرات (Quad zone).
- لا يزال البحث والتطوير مستمرا بهدف تحسين كفاءة أجهزة تكييف الهواء وتطويرها لتعمل بموائع بديلة عن الفريونات، فمن خلال تفحص مواقع عديدة في شبكة الانترنت نجد الكثير حول ما آل إليه التطور التكنولوجي في هذا المجال. فعلى سبيل المثال وليس الحصر نجد الجهود والأعمال الآتية بغض النظر عن مرجعها لكثرتها:

1. ضاغط يعمل بغاز CO₂ يتمتع بمرود ووثوقية عاليين (Hermetic CO₂ compressor)،
2. تطوير ضاغط دوار مزدوج الاسطوانة يعمل بمحرك تيار مستمر (DC twin-cylinder rotary compressor) . ملف المحرك من نوع المغناطيس الدائم (Concentrated winding IPM - Interior Permanent Magnet) عال الكفاءة وصغير الحجم وخفيف الوزن،
3. تطوير آلية ميكانيكية جديدة لنزع مصفاة المكيف بواسطة جهاز التحكم عن بعد بهدف تنظيفه أو تبديله، مع تسهيل عملية تنظيف المروحة،

4. تطوير آلة التبريد والتدفئة الامتصاصية التي تعمل بالغاز بدلاً من الكهرباء بهدف تخفيف حمل الذروة على الكهرباء في فصل الصيف (Gas fired-absorption chiller/heater)،

تقدر نسبة المنازل المزودة بأجهزة تكييف هواء في مدينة دمشق بحوالي 40%، وفي ريف دمشق بحوالي 28% [20].

4.7.8 الإنارة

إن طرق تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مجال الإنارة هي:

1. استبدال المصابيح الموفرة للطاقة Compact Fluorescent Light bulbs (CFLs) 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 الضوء عليها Spot lighting.

2. تبديل مثبت (أو عاكس) المصباح Lighting fixture، حيث كلما ازداد معامل الانعكاسية كلما ازداد انبعاث الضوء وازداد المردود.

3. استبدال القادح الإلكتروني Electronic ballast بالقادح المغناطيسي Magnetic ballast في مصابيح الفلوريسنت. فمثلاً، يضيع في مصباح استطاعته 58 واط حوالي 13 واط في القادح المغناطيسي (20% تقريباً)، بينما لا يضيع سوى 1-2% في القادح الإلكتروني.

4. استعمال مصابيح LED وهي مصادر ضوئية نصف ناقلة.

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

ترود المصابيح الموفرة للطاقة المباعة 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). بدون الجدول (23) استطاعة المصابيح الموفرة للطاقة المكافئة لاستطاعة المصابيح المتوهجة.

الجدول 23: استطاعة المصابيح الموفرة للطاقة المكافئة لاستطاعة المصابيح المتوهجة

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

المصدر [10]

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.

تشكل الإنارة نسبة تتراوح بين 20% إلى 25% من الاستهلاك الإجمالي للمنازل في سورية [20]. 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.

يوضح الجدول (24) الوفورات في الطاقة الكهربائية وفي تكاليف المصابيح والصيانة الناتجة عن استبدال مصباح موفر للطاقة ذو شكل حلزوني (19 واط) ومصباح فلوريسنت (24 واط) بمصباح متوهج (75 واط). تشكل استطاعات هذين المصباحين الموفرين للطاقة ثلث استطاعة المصباح المتوهج تقريباً. إن تكلفة المصباح الموفر للطاقة الحلزوني الشكل هي 7 دولارات أمريكية والوفر السنوي يصل إلى أكثر من 10 دولارات أمريكية في الطاقة المستخدمة، بينما يبلغ الوفر في أعمال الصيانة حوالي 10 دولارات أمريكية. كما أن فترة استرداد رأس المال لهذا المصباح الموفر للطاقة هي أقل من نصف عام.

يتضمن الملحق (7) أهم المصطلحات المستخدمة في علم الإنارة.

الجدول 24: الوفورات الناتجة عن استبدال مصباح موفر للطاقة ذو شكل حلزوني (19 واط) ومصباح فلوريسنت (24 واط) بمصباح متوهج (75 واط)

مصباح موفر للطاقة دائري الشكل (24 W)	مصباح موفر للطاقة حلزوني الشكل (19 W)	مصباح متوهج (75 W)	
			
الأداء			
1,100	1,200	1,180	الخرج البدائي للضوء (lm)
880	960	1,062	الخرج التصميمي للضوء (lm)
10,000	10,000	750	عمر المصباح (h)
24	19	75	استطاعة الدخل (W)
45.83	63.00	15.70	الفعالية البدائية (lm/W)
الطاقة			
60.0	47.5	187.5	الاستهلاك السنوي (kWh/y)
4.80	3.80	15.00	قيمة الاستهلاك السنوي (\$/y)
10.20	11.20	-	الوفر السنوي (\$/y)
الصيانة			
7	7	1	كلفة المصباح (\$/lamp)
2.5	2.5	2.5	أجرة تبديل المصباح (\$/lamp)
1.75	1.75	3.33	الكلفة السنوية للمصباح (\$)
0.63	0.63	8.33	الكلفة السنوية لأجور تبديل المصباح (\$)
10.42	10.42	-	الوفر السنوي للصيانة (مصباح+أجور) (\$/y)
الخلاصة			
7.18	6.18	26.67	تكاليف التشغيل السنوية (طاقة+صيانة) (\$/y)
19.49	20.49	-	الوفر في تكاليف التشغيل السنوية (\$/y)
0.49	0.46	-	فترة استرداد رأس المال على أول مصباح موفر مركب (y)

المصدر: [21]

ملاحظات:

استند تقدير الخرج التصميمي لضوء المصباح المتوهج (لومن) على نسبة اهتلاك 10% عند 40% من عمره الاسمي،
استند تقدير الخرج التصميمي لضوء المصباح الموفر للطاقة (لومن) على نسبة اهتلاك 20% عند 40% من عمره
الاسمي،

عدد ساعات التشغيل السنوية هو 2500 ساعة

تكلفة الطاقة الكهربائية: \$0.08/kWh

5.7.8 تسخين المياه

يحتاج شاغلو الأبنية إلى الماء الساخن لأغراض الاستحمام وتحضير الطعام والتنظيف وغيره. يمكن لنظام تسخين المياه أن يكون مستقلاً أو مركزياً، وتستخدم الكهرباء ومشتقات النفط لتسخين الماء، كما تستخدم المضخات الحرارية والطاقة الشمسية.

6.7.8 التهوية

إذا كان المبنى معزولاً جيداً وكتيماً فإنه يحتاج إلى تهوية فعالة لطرد الهواء المستعمل وإدخال الهواء النظيف إلى داخل المبنى. تعتمد كل من التهوية الميكانيكية والتهوية الطبيعية (كحركة الهواء عبر النوافذ المفتوحة) على حركة الهواء. إن بعض مكيفات الهواء التي تعمل لغرضي التدفئة والتكييف تتضمن أيضاً وظيفة التهوية. توجد طرق عديدة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في أجهزة التهوية الميكانيكية كاستخدام المبادل الحراري والمضخة الحرارية.

تعالج أجهزة التهوية الميكانيكية من حيث استهلاك المراوح للطاقة والتسخين الأولي للهواء. وينبغي أيضاً الأخذ بعين الاعتبار الفقد الحراري الناتج عن تبادل الهواء. لذا يجب على أجهزة التهوية أن تؤمن التهوية اللازمة وبشكل فعال دون زيادة أو نقصان في الطاقة المستهلكة.

7.7.8 إزالة الرطوبة

في المناخات الرطبة أو في المباني التي تنتج فيها الرطوبة من المسابح أو تجهيزات الاستحمام ينبغي إزالة الرطوبة من داخل المباني. تتضمن أجهزة التكييف عادة وظيفة إزالة الرطوبة من المبنى.

8.7.8 التحكم الآلي

يؤثر التحكم الآلي على مردود أنظمة التدفئة والتكييف والتهوية. ويمكن أن تكون أنظمة التحكم مستقلة تتحكم بنظام التدفئة أو التكييف أو التهوية أو أن تكون مركزية تتحكم بجميع الوظائف المطلوبة. إن أجهزة التحكم المستقلة قد تخطئ أحياناً بين وظيفتي التدفئة والتكييف. إن التحكم الجيد والفعال يؤمن الاستخدام الأمثل لأنظمة التدفئة والتكييف في المباني.

9.7.8 الاستنتاجات

إن تكنولوجيا التجهيزات المنزلية التي تعمل بالطاقة الكهربائية هي في تطور مستمر وبالتالي تتحسن كفاءة استخدامها لهذه الطاقة، كما أن نظم التحكم والصيانة لهذه التجهيزات تطورت من أدوات معقدة إلى أدوات بسيطة. إن التقانات الحديثة والناشئة (Emerging) تساعد مهندس الطاقة على ترشيد استهلاك الطاقة وبالتالي تخفيض كلفتها.

إن أكثر الدول نجاحاً في تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة تبنت مجموعة منسجمة من السياسات تضمنت الملصقات ومعايير المتطلبات الدنيا للأداء الطاقوي (MEPS) وحملات التوعية. وبغض النظر عن السياسات والإجراءات المتبعة في هذا الغرض فإنه ينبغي تحديث هذه السياسات والإجراءات باستمرار على ضوء التقدم التكنولوجي الحاصل. يتضمن الملحق (8) نبذة عن ملصقات (بطاقات) كفاءة استخدام الطاقة في الإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وسورية.

لا تزال سورية في بداية الطريق نحو الحفاظ على الطاقة على الرغم من توفر الفرص العديدة لترشيد استهلاك الطاقة فيها. إن المقترحات التي يمكن أن تساعد سورية على تبني سياسات واستراتيجيات للحفاظ على الطاقة هي:

1. عدم التركيز فقط على الاستثمار في بناء محطات توليد طاقة كهربائية جديدة، بل يجب التركيز أيضاً على الاستثمار في مشروعات الحفاظ على الطاقة وترشيدها ورفع كفاءة استخدامها لأنها تؤدي إلى تخفيض الطلب على الطاقة الكهربائية وبالتالي الاستغناء عن بناء محطات توليد جديدة.
2. تصميم ملصقات (بطاقات) كفاءة استخدام الطاقة وإلزامها تدريجياً،
3. تبني معايير وطنية واضحة ومنطقية لكفاءة استخدام الطاقة في المباني،
4. ضرورة إعادة النظر بأسعار حوامل الطاقة،
5. تبني استراتيجية واضحة المعالم في هذا المجال.

9. حسابات الوفّر الممكن من الإجراءات المقترحة لتخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في القطاع السكني

1.9 العزل الحراري للأبنية السكنية

1.1.9 الفرضيات:

1. أعداد المساكن في سورية:

- 3.5 مليون مسكن في عام 2005،
- 4.0 مليون مسكن في عام 2010،
- 7.9 مليون مسكن في عام 2030،
- 3.9 مليون مسكن متوقع تشييدها خلال الفترة الواقعة بين عامي 2010 و 2030، أي بمعدل سنوي قدره 195 ألف شقة سكنية تقريباً في العام.

2. المساحة الوسطية للمسكن 120 م².

2.1.9 مقترح الوفّر الحراري الممكن من العزل الحراري للأبنية السكنية

يحتوي الملحق (9) حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء لشقة سكنية نموذجية قبل وبعد العزل الحراري. يدون الجدول (25) نتائج هذه الحسابات.

الجدول 25: نتائج حساب معاملات انتقال الحرارة لعناصر البناء (الملحق 9)

معامل انتقال الحرارة U-Value (W/m ² .K)		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

تقترح الدراسة الحالية اعتماد القيم المدونة في الجدول (25) لمعاملات انتقال الحرارة.

يتضمن الملحق (9) أيضاً حساب الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً. يلخص الجدول (26) نتائج هذه الدراسة.

الجدول 26: نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية للعزل الحراري لشقة سكنية مساحتها 120 متراً مربعاً

القيمة	الواحدة	
الجدان الخارجية (100 متراً مربعاً للجدان، 20 متراً مربعاً للنوافذ)		
7436	W	الفاقد الحراري للجدان الخارجية غير المعزولة (مع نوافذ)
3894	W	الفاقد الحراري للجدان 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	
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	
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	
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 التأسيسية للعزل الحراري
1.5	years	فترة استرداد رأس المال

3.1.9 مقترح إمكانات العزل الحراري للأبنية السكنية في عام 2030

تقترح الدراسة الحالية ثلاثة احتمالات (سيناريوهات) مدونة في الجدول (27) لعدد هذه المساكن على افتراض أن وسطي مساحتها هو 120 م².

الجدول 27: 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
ضعيف	10,000	200,000
متوسط	30,000	600,000
عال	50,000	1,000,000

4.1.9 حساب الوفر الممكن من العزل الحراري للمساكن المقترح عزلها في عام 2030

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

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

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

يدون الجدول (28) الوفر الممكن من عزل المساكن المقترحة في الجدول (27) وذلك لغرض التدفئة (مليون ليتر مازوت) ولغرض التكييف (جيجا واط ساعي). كما يدون الجدول (29) الوفر نفسه لكن بوحدة كيلو طن مكافئ نطف.

الجدول 28: الوفر الممكن من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030

السيناريو	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 29: الوفرة الممكنة من عزل المساكن المقترح عزلها حرارياً في عام 2030

السيناريو	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%

* 1ktoe = 4 GWh

مردود محطات توليد الطاقة الكهربائية: $\eta \approx 34\%$

2.9 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني

1.2.9 الفرضيات

1. عدد المساكن 3.5 مليون مسكن في عام 2005،
2. عدد المساكن المتوقعة في عام 2030: 7.9 مليون مسكن
3. الاستهلاك الطاقوي السنوي لتسخين المياه في القطاع السكني المقدر بـ 671 كيلو طن مكافئ نفط (الجدول 5)،

2.2.9 مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030

يبلغ الاستهلاك السنوي للمسكن الواحد من الطاقة النهائية لغرض تسخين المياه:

$$671,000 \text{ toe} / 3,500,000 \text{ dwellings} = 192 \text{ kgoe} / \text{dwelling}$$

$$= 2233 \text{ kWh} / \text{dwelling} \quad (1 \text{ kgoe} = 11.63 \text{ kWh})$$

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، فإن الطاقة النهائية اللازمة لتسخين المياه في جميع المساكن في عام 2030 هي:

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

نظراً لعدم توفر المساحات اللازمة لتكريب 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.

يبدون الجدول (30) مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني حتى عام 2030.

الجدول 30: 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%	%	التوزع النسبي في عام 2005
1517	152	379	303	683	ktoe	توزع الاستهلاك في عام 2030
100%	10%	25%	20%	45%	%	التوزع النسبي في عام 2030

3.2.9 عدد سخانات المياه بالطاقة الشمسية المقترح تركيبها في القطاع السكني حتى عام 2030

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.

4.2.9 الوفر الممكن في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع السكني

يدون الجدول (31) الوفر الممكن في عام 2030 حسب نوع الوقود جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية المقترحة.

الجدول 31: 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 منزلي في عام 2030
100%	20%	80%	%	

3.9 تسخين المياه بالطاقة الشمسية في القطاع التجاري والخدمي

1.3.9 مقترح خطة تنمية استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع التجاري والخدمي حتى

عام 2030

نظراً لصعوبة حصر المنشآت التجارية والخدمية 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 لتر في اليوم للنظام الشمسي الواحد.

من أجل حمل حراري لموقع تجاري أو خدمي (مشفى مثلاً) قدره 2500 لتر 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%

2.3.9 الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام أنظمة تسخين بالطاقة الشمسية في القطاع التجاري

والخدمي

استناداً إلى الوفرة المحسوب في البرنامج الحاسوبي RETScreen فإن الوفرة 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 الوفرة بوحدة "لتر مازوت" وبوحدة "طن مكافئ نפט".

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

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

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

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

إذاً يكافئ الوفرة 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 (32) الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري.

الجدول 32: الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري

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

4.9 تطبيقات الطاقة الكهروضوئية في المناطق النائية

استناداً للمقترحات الواردة في تقرير الاستراتيجية والتطوير المؤسسي لإدخال النظم الكهروضوئية في سورية [22] يدون الجدول (33) التطبيقات الكهروضوئية المقترحة تنفيذها في المناطق النائية في سورية.

الجدول 33: التطبيقات الكهروضوئية المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030

الاستطاعة الكلية kWp	الاستطاعة الإفرادية 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

يستنتج مما سبق أن إمكانات استخدام الطاقة الكهروضوئية في التجمعات غير المنارة كبيرة، ويلخص الجدول (33) الإمكانيات المتاحة على ضوء المسوحات والدراسات السابقة، إضافة إلى التطبيقات المقترحة للتنفيذ حتى عام 2030.

إذاً تقدر إمكانية استثمار النظم الكهروضوئية حتى عام 2030 بنحو **7.4 MWp**. وبالاعتماد على معامل التحويل الخاص بالنظم الكهروضوئية 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 الوفير صغيراً نسبياً مقارنة مع تطبيق تسخين المياه وهذا أمر طبيعي في تطبيق الطاقة الكهروضوئية.

أخيراً يدون الجدول (34) 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 34: 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

5.9 الأسطح العاكسة للإشعاع الشمسي

1.5.9 الفرضيات

1. معدل زيادة انعكاسية أسطح الأبنية السكنية للإشعاع الشمسي 20%،
2. تتم عملية التحويل إلى أسطح باردة (عاكسة للإشعاع الشمسي) تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030،
3. عدد المساكن المتوقع تشييدها خلال الفترة الواقعة بين عامي 2010 و 2030 هو 3.9 مليون مسكن،
4. المساحة الطابقية الوسطية للمسكن 120 م².

2.5.9 الوفر الممكن من إجراءات تخفيض حمل التكييف جراء تحويل أسطح الأبنية السكنية إلى أسطح عاكسة للإشعاع الشمسي في عام 2030

يدون الجدول (35) 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 $2.78 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ [16].

الجدول 35: 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

السطر	البند	المساكن القائمة في عام 2010	المساكن التي ستشاد بين عامي 2010 و 2030
1	المجموع التقديري لمساحات أسطح الأبنية السكنية	$0.3 \times 10^9 \text{ m}^2$	$0.47 \times 10^9 \text{ m}^2$
2	نسبة الأبنية المزودة بمكيفات هواء	1%	2%
3	الوفر الوسطي في الطاقة اللازمة لمكيفات الهواء	$2.78 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$	
4	الوفر السنوي الممكن في عام 2030 (السطر 1 x السطر 2 x السطر 3)	8.34 GWh/yr	26.1 GWh/yr
5	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من توليد الكهرباء	$0.521 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}^*$	
6	الكمية السنوية المتجنبة من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (السطر 4 x السطر 5)	4.35 kt CO ₂ /yr	13.6 kt CO ₂ /yr

* المصدر: برنامج RETScreen

أخيراً، يدون الجدول (36) 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 $2.78 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ [16].

الجدول 36: الوفر الممكن من إجراءات تخفيض حمل التكييف (الأسطح الباردة) في عام 2030

الإجراء	الوحدة	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

$\eta \approx 34\%$ - مردود محطات توليد الطاقة الكهربائية: $1 \text{ ktoe} = 4 \text{ GWh}$

6.9 الإنارة والأجهزة الكهربائية

استناداً إلى المقترحات الواردة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة [20]، حول إمكانات التوفير في الطاقة الكهربائية في مجال تحسين كفاءة استخدام الإنارة والأجهزة الكهربائية في القطاع السكني. يدون الجدول (37) مقدار الوفر من الإجراءات المقترحة في هذا التقرير.

الجدول 37: الإجراءات المقترحة في مجال إدارة الطلب على الطاقة (الإنارة والأجهزة الكهربائية)

الوفّر في عام 2020 (GWh)	الإجراء
الإنارة	
477.3	1 إنارة عالية الكفاءة في دور العبادة والقطاع الصناعي
377.1	2 مصابيح أنبوبية منزلية عالية المردود و مصابيح CFL
374.6	3 إنارة عالية الكفاءة في القطاعين الحكومي والتجاري
249.3	4 إنارة عالية الكفاءة في الشوارع
1478.3	المجموع الجزئي
الأجهزة الكهربائية	
197.3	1 مكيفات منزلية عالية المردود
82.1	2 ثلاجات 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 الجزئي
2051.4	المجموع الكلي

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 (38) الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري والصناعي في عام 2030.

الجدول 38: الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة والأجهزة الكهربائية في عام 2030

الإجراء	الوحدة	كهرباء *
تحسين كفاءة استخدام الإنارة والأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري	GWh	2051.9
	ktoe	512.9

* 1ktoe = 4 GWh

مردود محطات توليد الطاقة الكهربائية: $\eta \approx 34\%$

يدون الجدول (39) مجموع الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة المقترحة في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2030.

الجدول 39: مجموع الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030 (ktoe)

المجموع	كهرباء	مازوت	الإجراء
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
512.9	512.9		تحسين كفاءة استخدام الإنارة والأجهزة الكهربائية
796.53	668.53	128	المجموع

7.9 الوفر الإجمالي من الإجراءات المقترحة لاستخدام الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني

يدون الجدول (40) مجموع الوفر الممكن من إجراءات استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة وإجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة المقترحة في القطاع السكني والتجاري والخدمي في عام 2030.

الجدول 40: مجموع الوفرة الممكنة من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030

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

*1ktoe = 40.0 Tj

النتيجة:

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

يقابل الوفرة الإجمالي المقترح نسبة 6.0% من الطاقة الأولية المستهلكة في سورية في عام 2005 (19.6 Mtoe)، كما يقابل نسبة 7.75% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2005 (15.25 Mtoe).

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

10. المنعكسات الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة

لوصول إلى الهدف من دراسة الآثار الاقتصادية والبيئية للإجراءات المقترحة لتطبيقات الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني ينبغي إجراء دراسة تحليلية اقتصادياً وبيئياً لخطه تنفيذ الإجراءات المقترحة ومناقشة النتائج الحاصلة من حيث الجدوى الاقتصادية والبيئية منها ومن حيث إمكانية توفر التمويل اللازم لتطبيقها. إن الآثار المباشرة وغير المباشرة المتوقعة هي:

الآثار البيئية:

- تخفيض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2030 بمقدار 1734.5 كيلو طن، أو مايقابل نسبة 3% من الإنبعاثات الكلية في عام 2005 (58350 كيلو طن).
- تحسن الشروط العامة البيئية جراء استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة النظيفة.

الآثار الاقتصادية:

- تخفيض في استهلاك المازوت، وبالتالي تخفيض فاتورة استيراد هذه المادة،
- تخفيض في استهلاك الطاقة الكهربائية، وبالتالي تخفيض الطلب على الذروة،
- زيادة الدخل جراء تخفيض الاستهلاك في حوامل الطاقة،
- تعزيز فرص التصنيع المحلي للأدوات والتجهيزات الموفرة للطاقة،
- إيجاد فرص عمل جديدة.

لتحقيق هذا الهدف، يجب تصميم نموذج وطني للعمل على:

- تقدير الآثار الاقتصادية المباشرة وغير المباشرة على القطاعات الاقتصادية المختلفة،
- دراسة تأثير المدخلات والمخرجات الوطنية مع المتغيرات الاقتصادية والديموغرافية على الصعيد الوطني.
- توفير إطار لدراسة التأثيرات العكسية للأحداث الاقتصادية بين مختلف قطاعات الاقتصاد.

يمكن إظهار نتائج الآثار الاقتصادية بدلالة فرص العمل الجديدة والنتائج الاقتصادي والدخل.

نظراً لضيق الوقت المخصص لهذه الدراسة، لم ينجز هذا التحليل الاقتصادي.

11. المراجع

- [1]: Chapter two, Population and Demographic Indicators, Central Bureau of Statistics, www.cbssyr.org.
- [2]: Chapters five (Industrial Statistics) & six (Building and Construction), Central Bureau of Statistics, www.cbssyr.org.
- [3]: Samya Beidas-Strom, Weicheng Lian, and Ashwaq Maseeh, The Housing Cycle in Emerging Middle Eastern Economies and its Macroeconomic Policy Implications. IMF Working Paper, Middle East and Central Asia Department, December 2009, Pdf file.
- [4]: Some Information on Energy Demand in Building Sector in Syria, Internal report.
- [5]: Ali Heinoun, GHG Inventory for Energy Sector in Syria, April 2009.
- [6]: Code of Thermal Insulation in Building, 2007.
- [7]: Energy Conservation Law, No. 3, 2009.
- [8]: Statistical Tables of Imported Solar Collectors and Solar Water Heaters between 2005 and 2008. Syrian Custom, Internal report.
- [9] Syrian Supply Side Efficiency & Energy Conservation and Planning Project. Project Code: SYR/96/G31, UNDP/GEF.
- [10]:Abed el Hadi Zein, Energy Audit Reports at 2 apartments, 2 restaurants and 2 hotels. Studies funded by SYRIAN-GERMAN TECHNICAL COOPERATION GTZ. Program for Sustainable Urban Development UDP, November 2008.
- [11]: Groundwork for a Technical Guide For the Application of the Thermal Standard for Buildings in Lebanon. UNDP/GEF and MPWT/DGU – 2005.
- [12]: *ASHRAE Fundamentals Handbook (SI)*, 1997.
- [13]: Abed el hadi Zein, Guidelines and Regulations for Energy- Efficient Building and Urban Design. Paper submitted to ESCWA and presented in the Arab Regional Forum on Energy for Sustainable Development: Strategies, Policies and Plans. In conjunction with the International Conference on Integrated Sustainable Energy Resources in Arid Regions, Abu Dhabi, 28 Jan. to 1 Feb. 2007.
- [14]: Jens Laustse, Energy Efficiency Requirements in Building codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings, IEA Information paper, OECD/IEA, March 2008.
- [15]: Energy Design Resources, Design brief, Cool roofs, Southern California Edison, 2009.
- [16]: Hashem Akbari and Ronnen Levinson, Global Cooling: Policies to Cool the World and Offset Global Warming from CO₂ Using Reflective Roofs and Pavements, Pdf file.
- [17]: Stephen Wiel and James E. McMahon, Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), Washington, D.C., USA, February 2005.
- [18]: Benoit Lebot, Policy Strategies for Energy Efficient Appliances. Presentation to CTI- DENA Workshop Berlin November 2002.

[19]: د. عبد الهادي الزين ود. محمد قرصاب، ترشيد استهلاك الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية وتحسين كفاءة استخدامها، ورقة داخلية مقدمة لمنظمة الإسكوا.

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

[21]: Energy Design Resources, Design brief, Lighting, Southern California Edison, 2000.

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

12. الملاحق

الملحق 1: بيانات الأبنية الواردة في المجموعة الإحصائية

الجدول (1): الأبنية المرخصة في القطاع السكني (الخاص والتعاوني)

Table (1): Licensed Buildings in the Residential Sector (Private & Cooperative)

إضافات لأبنية سكنية Additions to Res. Bldg.		الأبنية السكنية Residential Buildings				السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units	عدد الرخص No. of Licenses	
55	1952	1119	46638	14851	8115	1963
78	1897	1584	47599	14972	7888	1970
121	3082	2362	75468	22618	12388	1975
95	1946	3109	95724	27379	15838	1980
49	1038	5223	146229	38981	20595	1985
11	321	1933	61265	14896	6987	1990
24	729	5356	158039	39692	19902	1995
4	123	1183	33330	9253	4629	2000
55	1412	11841	329215	90579	45663	2005
29	733	12493	340165	97427	36623	2007
32	841	12147	334905	95664	39131	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (2): الأبنية المرخصة في القطاع السكني-التجاري والقطاع التجاري (الخاص والتعاوني)
 Table (2): Licensed Buildings in the Commercial-Residential & Commercial Sectors
 (Private & Cooperative)

الأبنية التجارية Commercial Buildings			الأبنية السكنية-التجارية Commercial-Residential Buildings							السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)			عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units	عدد الرخص No. of Licenses	
			المجموع Total	تجاري Comm.	سكني Res.					
70	-	317	172	56	116	-	5518	1465	314	1963
69	1426	377	220	56	164	1388	5632	1577	305	1970
130	2517	609	418	101	317	3076	9860	2869	554	1975
136	3387	667	793	215	578	6016	17156	5815	1061	1980
149	3009	497	1120	280	840	8220	24779	7672	1439	1985
64	1513	270	619	144	475	3606	15739	4074	671	1990
309	5840	637	1369	326	1043	8558	38684	11022	1678	1995
102	1297	220	282	67	215	1866	7730	2522	353	2000
425	6148	1453	2217	529	1688	13956	48302	14498	2708	2005
525	6525	1483	2450	561	1889	15027	52169	16009	2702	2007
612	7335	1697	1905	459	1446	10214	42549	12570	2196	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (3): الأبنية المرخصة في القطاع الصناعي والأبنية المرخصة الأخرى

Table (3): Licensed Buildings in the Industrial Sector & Other Licensed Buildings

أبنية أخرى Other Buildings		الأبنية الصناعية Industrial Buildings			السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المنشآت الصناعية No. of Commerce Shops	عدد الغرف No. of Rooms	
4	60	21	-	50	1963
6	58	28	387	149	1970
86	190	90	272	114	1975
169	259	59	446	225	1980
201	513	52	167	103	1985
54	205	94	369	216	1990
325	943	258	1483	666	1995
85	128	152	152	120	2000
744	1677	1088	1126	1019	2005
898	1777	1488	1381	1219	2007
734	1251	1356	1161	1152	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (4): الأبنية المرخصة في القطاع السكني في الحضر (الخاص والتعاوني)

Table (4): Licensed Buildings in the Residential Sector in Urban Areas (Private & Cooperative)

إضافات لأبنية سكنية Additions to Res. Bldg.		الأبنية السكنية Residential Buildings				السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units	عدد الرخص No. of Licenses	
23	930	933	38667	11368	4888	1963
33	903	1321	39464	11461	4751	1970
32	929	1832	58186	16112	6332	1975
20	471	1987	63244	16979	6525	1980
9	184	2777	80086	21727	7671	1985
2	33	1314	42307	9819	3141	1990
3	64	3059	94401	22987	6979	1995
1	10	755	20950	5625	1793	2000
4	107	5902	162315	43070	13637	2005
3	93	6569	174240	50769	11609	2007
4	126	5530	150485	42679	10674	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (5): الأبنية المرخصة في القطاع السكني-التجاري والقطاع التجاري في الحضر (الخاص والتعاوني)
 Table (5): Licensed Buildings in the Commercial-Residential & Commercial Sectors in Urban Areas
 (Private & Cooperative)

الأبنية التجارية Commercial Buildings			الأبنية السكنية-التجارية Commercial-Residential Buildings							السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)			عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units	عدد الرخص No. of Licenses	
			المجموع Total	تجاري Comm.	سكني Res.					
60	-	219	163	51	112	-	5313	1412	266	1963
59	1219	260	209	51	158	1264	5422	1524	259	1970
114	2105	424	399	96	303	2865	9476	2740	479	1975
118	2855	471	739	200	539	5610	16204	5580	952	1980
133	2540	348	1034	253	781	7358	22919	7163	1231	1985
53	1265	191	588	134	454	3363	15249	3946	608	1990
227	5117	436	1303	301	1002	7828	37507	10712	1531	1995
62	1124	148	260	59	201	1642	7283	2386	306	2000
260	3950	650	1914	427	1487	11357	43262	13055	2059	2005
366	4711	765	1977	427	1550	11638	43900	13534	1885	2007
381	5065	859	1465	324	1141	7099	34403	10178	1395	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (6): الأبنية المرخصة في القطاع الصناعي والأبنية المرخصة الأخرى في الحضر

Table (6): Licensed Buildings in the Industrial sector & Other Licensed Buildings in Urban Areas

أبنية أخرى Other Buildings		الأبنية الصناعية Industrial Buildings			السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المنشآت الصناعية No. of Commerce Shops	عدد الغرف No. of Rooms	
3	23	17	-	43	1963
5	22	22	304	129	1970
21	43	50	234	88	1975
92	95	55	355	183	1980
44	103	46	145	89	1985
8	30	81	328	181	1990
79	225	199	1415	612	1995
36	33	61	94	65	2000
210	443	736	784	707	2005
231	514	1143	1043	920	2007
279	433	1063	865	860	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (7): الأبنية المرخصة في القطاع السكني في الريف (الخاص والتعاوني)

Table (7): Licensed Buildings in the Residential Sector in Rural Areas (Private & Cooperative)

إضافات لأبنية سكنية Additions to Res. Bldg.		الأبنية السكنية Residential Buildings				السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units	عدد الرخص No. of Licenses	
32	1022	186	7971	3483	3227	1963
45	994	263	8135	3511	3137	1970
89	2153	530	17282	6506	6056	1975
75	1475	1122	32480	10400	9313	1980
40	854	2446	66143	17254	12924	1985
9	288	619	18958	5077	3846	1990
21	665	2297	63638	16705	12923	1995
3	113	428	12380	3628	2836	2000
51	1305	5939	166900	47509	32026	2005
26	640	5924	165925	46658	25014	2007
28	715	6617	184420	52985	28457	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (8): الأبنية المرخصة في القطاع السكني-التجاري والقطاع التجاري في الريف (الخاص والتعاوني)
 Table (8): Licensed Buildings in the Commercial-Residential & Commercial Sectors in Rural Areas
 (Private & Cooperative)

الأبنية التجارية Commercial Buildings			الأبنية السكنية-التجارية Commercial-Residential Buildings						السنة Year	
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)			عدد المحلات التجارية No. of Comm. Shops	عدد الغرف No. of Rooms	عدد وحدات السكن No. of Dwelling Units		عدد الرخص No. of Licenses
			المجموع Total	تجاري Comm.	سكني Res.					
10	-	98	9	5	4	-	205	53	48	1963
10	207	117	11	5	6	124	210	53	46	1970
16	412	185	19	5	14	211	384	129	75	1975
18	532	196	54	15	39	406	952	235	109	1980
16	469	149	86	27	59	862	1860	509	208	1985
11	248	79	31	10	21	243	490	128	63	1990
82	723	201	66	25	41	730	1177	310	147	1995
40	173	72	22	8	14	224	447	136	47	2000
165	2198	803	303	102	201	2599	5040	1443	649	2005
160	1814	718	472	134	338	3389	8269	2475	817	2007
231	2270	838	439	135	304	3115	8146	2392	801	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (9): الأبنية المرخصة في القطاع الصناعي والأبنية المرخصة الأخرى في الريف
 Table (9): Licensed Buildings in the Industrial sector & Other Licensed Buildings in Rural Areas

أبنية أخرى Other Buildings		الأبنية الصناعية Industrial Buildings			السنة Year
المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد الرخص No. of Licenses	المساحة الطابقية Floor Area (1000 m ²)	عدد المنشآت الصناعية No. of Commerce Shops	عدد الغرف No. of Rooms	
1	37	4	-	7	1963
1	36	6	83	20	1970
65	147	40	38	26	1975
77	164	4	91	42	1980
157	410	6	22	14	1985
46	175	13	41	35	1990
246	718	59	68	54	1995
49	95	91	58	55	2000
534	1234	352	342	312	2005
668	1263	345	338	299	2007
455	818	293	296	292	2008

Source: Statistical Abstract

الجدول (10): الأبنية المرخصة (سكنية وغير سكنية) حسب الحضر والريف في الجمهورية العربية السورية خلال السنوات: 1963، 1970 -
2007 (المساحة: ألف م²)

Table (10): Licensed buildings (Residential & non Residential) in Urban & Rural Areas (1000m²)

الأبنية غير السكنية Non - Residential Buildings						الأبنية السكنية Residential Buildings												السنة Year
* المساحة الطابقية Floor Area			مساحة الأرض Land Area			عدد الغرف No. of Rooms			عدد وحدات السكن No. of Dwellings			المساحة الطابقية Floor Area			مساحة الأرض Land Area			
مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	
151	20	131	153	23	130	55054	9963	45091	16458	4616	11842	1290	222	1068	1572	269	1303	1963
159	22	137	167	13	154	55829	9802	46027	16550	3566	12984	1826	314	1512	2380	625	1755	1970
410	127	283	388	171	217	89324	20536	68788	25487	6635	18852	2799	633	2166	2982	1276	1706	1975
556	114	442	667	312	355	115463	35444	80019	33194	10635	22559	3782	1236	2546	7025	3375	3650	1980
682	206	476	453	232	221	171893	68957	102936	46436	17664	28772	6112	2545	3567	6546	3746	2800	1985
358	81	277	184	77	107	76786	19425	57361	18833	5139	13694	2419	650	1769	1729	673	1057	1990
1217	411	806	977	563	414	196882	65068	131814	50485	16952	33533	6423	2358	4065	5281	3022	2260	1995
406	188	218	334	248	86	41154	12910	28244	11775	3764	8011	1402	446	956	883	494	494	2000
2097	1167	930	2684	1101	1583	379012	173339	205673	105077	48952	56125	13141	6191	6950	8389	4264	4125	2005
3157	1233	1924	2271	1067	1204	354842	147074	207768	98329	41161	57168	12553	5205	7349	6432	3128	3303	2006
3473	1307	2166	2355	1170	1185	393161	174947	218214	113434	49131	64303	14411	6289	8122	6974	3596	3378	2007

* تتضمن المساحة الطابقية التجارية من البناء السكني التجاري

الجدول (11): الأبنية السكنية المنفذة في الأعوام 1963، 1970 - 2008 (في القطاعين الخاص والتعاوني)
(1000m²)

Table (11): Accomplished Residential Buildings in 1963, 1970 - 2008
(Private & Cooperative Sectors) (1000m²)

الأبنية السكنية Residential Buildings									السنة Year
مساحة الأراضي Land Area			عدد وحدات السكن No. of Dwellings			المساحة الطابقية Floor Area			
مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	
1479	230	1249	14596	3163	11433	1339	171	1168	1963
2473	718	1755	11328	2454	8874	1449	247	1202	1970
4094	1986	2108	18830	4902	13928	2056	532	1524	1975
9478	5828	3650	30407	12209	18198	3425	1476	1949	1980
6886	4187	2699	36097	9733	26364	4226	1177	3049	1985
1728	672	1056	19650	6840	12810	2552	843	1709	1990
5282	3022	2260	49172	16397	32775	5789	2125	3664	1995
997	503	494	15995	4104	11891	1862	513	1349	2000
8390	4265	4125	80930	33637	47293	9900	4070	5830	2005
6974	3596	3378	103393	37366	66027	13153	5052	8101	2007
6304	3553	2751	105493	59715	45778	13333	7306	6027	2008

الجدول (12): الأبنية غير السكنية المنفذة في الأعوام 1963، 1970 - 2008 (في القطاعين الخاص والتعاوني)
(1000m²)

Table (12): Accomplished Non-Residential Buildings in 1963, 1970 - 2008
(Private & Cooperative Sectors) (1000m²)

الأبنية غير السكنية Non - Residential Buildings												النة Year
مساحة الأراضي Land Area			المساحة الطابقية للأبنية الأخرى Other Building Floor Area			المساحة الطابقية الصناعية Industrial Floor Area			المساحة الطابقية التجارية Commercial Floor Area			
مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	
88	11	77	-	-	-	6	3	3	83	8	75	1963
167	13	154	5	3	2	14	1	13	83	5	78	1970
775	194	581	48	35	13	24	2	22	175	20	155	1975
827	472	355	67	49	18	78	7	71	275	43	232	1980
454	233	221	91	79	12	30	2	28	313	30	283	1985
181	75	106	47	38	9	74	17	57	241	28	213	1990
1078	664	414	216	169	47	256	45	211	593	92	501	1995
337	247	90	97	66	31	141	85	56	189	52	137	2000
2096	1167	929	589	458	161	739	440	299	850	208	642	2005
2354	1169	1185	937	722	215	1022	272	750	903	245	658	2007
1982	856	1126	605	414	191	729	201	528	807	236	571	2008

الجدول (13): المساكن المعتادة والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزاحم (حضر وريف) في الأعوام 1970، 1981،
1994، 2004، 2007، و 2008

Table (13): Conventional Dwellings (Occupied & Vacant), Rooms, Floor Areas and no. of Persons per Room (Urban & Rural) in years: 1970, 1981, 1994, 2004, 2007 and 2008

No. of Dwellings	No. of Rooms	Floor Area (1000m ²)	No. of rooms per dwelling unit	No. of persons per room(1)	Average floor area per capita (m ²) (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	
2207032	8385349	229810	3.80	1.20	22.88	Urban	2008
1663504	6107204	169011	3.67	1.57	17.60	Rural	
3870536	14492553	398821	3.74	1.36	20.30	Total	

* (1): For occupied & vacant, (2): For occupied dwellings and their persons

Note: 1970, 1981, 1994 & 2004 data housing censuses

الجدول (14): الأبنية المنفذة من المرخصة (سكنية وغير سكنية) حسب الحضر والريف في الجمهورية العربية السورية خلال السنوات 1963، 1970-2007 (المساحة: ألف م²)

Table (14): Accomplished buildings from the licensed buildings (residential & non residential) in Urban & Rural Areas (Area in 1000m²)

الأبنية غير السكنية Non - Residential Buildings			الأبنية السكنية Residential Buildings									السنة Year
			عدد الغرف No. of Rooms			عدد وحدات السكن No. of Dwellings			المساحة الطابقية Floor Area			
مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	مجموع Total	ريف Rural	حضر Urban	
89	11	78	50321	6787	43534	14596	3163	11433	1329	172	1157	1963
136	15	121	44227	7764	36463	11328	2454	8874	1428	243	1185	1970
247	57	190	68420	19413	49007	18830	6291	12539	2056	532	1524	1975
570	117	453	108116	43667	64449	30407	12209	18198	3425	1476	1949	1980
433	110	323	126733	34506	92227	36097	9733	26364	4225	1177	3048	1985
363	84	279	76393	24791	51602	19650	6840	12810	2553	843	1710	1990
1065	306	759	181057	61476	119581	49172	16397	32775	5789	2125	3664	1995
425	203	222	58325	14515	43810	15995	4104	11891	1863	512	1351	2000
2209	1106	1103	279195	111544	167651	80930	33637	47293	9901	4070	5831	2005
2377	1000	1377	300066	141715	158351	84743	39410	45333	10960	4966	5994	2006
2863	1240	1623	363185	133267	229918	103393	37366	66027	13153	5052	8101	2007

* تتضمن المساحة الطابقية التجارية من البناء السكني التجاري

الملحق 2: تعرفه الطاقة الكهربائية في سورية (ليرة سورية لكل كيلو واط ساعي)

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

الملحق 3: تحليل الكميات المستوردة لعناصر ونظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية

Table (1): Imported SWH systems in 2005

Item: 8419.19 (SWH systems)		
Country	Weight [kg]	Value [S.P]
China	33851	753500
Turkey	1688	217000
South Korea	840	244800
Jordan	12084	3372050
USA	110	300000
TOTAL	48,573	4,887,350

Table (2): Imported Solar Collectors & SWH systems in 2006

Country	8419.90.90 (collectors)		8419.19.00 (SWH systems)	
	Weight [kg]	Value [S.P]	Weight [kg]	Value [S.P]
European Market	99427	69168956	72	4050
China	29834	2184000	56551	2910075
Germany	1005	2196732	2556	1105520
Italy	67807	95182858		
Taiwan	5755	201200		
Turkey	69777	6697544	14160	362000
South Korea			70	57700
Jordan	9423	2891934	4100	951700
UAE	714	61500		
Lebanon			800	35500
TOTAL	283,742	178,584,724	78,309	5,426,545

Table (3): Imported Solar Collectors & SWH systems in 2007

Country	8419.90.20 (collectors)		8419.19.00 (SWH systems)	
	Weight [kg]	Value [S.P]	Weight [kg]	Value [S.P]
European Market	346512	103730476		
China	154499	7452831	75930	5005062
Germany	177486	22501637		
Greece	78125	12536222		
Italy	16668	16288579	578	75000
Taiwan			2910	726537
Turkey	90811	7025961	11404	851000
South Korea			510	342097
Spain			4216	5712875
UK	244	157000		
Austria	1600	71078		
Japan	6	4100		
Switzerland	6868	7335360		
France	270	98500		
Lebanon	18489	1406000		
TOTAL	891,578	178,607,744	95,548	12,712,571

Table (4): Imported Solar Collectors & SWH systems in 2008

Country	8419.90.10 (collectors)		8419.19.00 (SWH systems)	
	Weight [kg]	Value [S.P]	Weight [kg]	Value [S.P]
European Market	214866	63546979	1780	746916
China	2141173	136992241	202211	15163889
Germany	44046	2462838		
Greece	20080	3131000		
Italy	20	9000		
Taiwan	33	22000	3401	659258
Turkey	660892	67185403	26139	3528572
South Korea	97012	9485072	3369	527848
Spain			989	44513
Portugal	5000	131299		
India	5855	9479014		
Jordan			2086	6327
Czech Republic			10500	128954
TOTAL	3,188,977	292,444,846	250,475	20,806,277

Table (5): Breakdown by year of Imported Solar Collectors & SWH systems (2005-2008)

Year	Collectors		Systems	
	Weight [kg]	Value [S.P]	Weight [kg]	Value [S.P]
2005	-	-	48,573	4,887,350
2006	283,742	178,584,724	78,309	5,426,545
2007	891,578	178,607,744	95,548	12,712,571
2008	3,188,977	292,444,846	250,475	20,806,277
TOTAL	4,364,297	649,637,314	472,905	43,832,743

Table (6): Breakdown by Country of Imported Solar Collectors & SWH systems (2005-2008)

Country	Collectors		Systems		Total Weight [kg]	Total Value [S.P]
	Weight [kg]	Value [S.P]	Weight [kg]	Value [S.P]		
EU	660805	236446411	1852	750966	662657	237197377
China	2325506	146629072	368543	23832526	2694049	170461598
Italy	84495	111480437	578	75000	85073	111555437
Turkey	821480	80908908	53391	4958572	874871	85867480
Germany	222537	27161207	2556	1105520	225093	28266727
Greece	98205	15667222			98205	15667222
South Korea	97012	9485072	4789	1172445	101801	10657517
India	5855	9479014			5855	9479014
Switzerland	6868	7335360			6868	7335360
Jordan	9423	2891934	18270	4330077	27693	7222011
Spain			5205	5757388	5205	5757388
Taiwan	5788	223200	6311	1385795	12099	1608995
Lebanon	18489	1406000	800	35500	19289	1441500
USA			110	300000	110	300000
UK	244	157000			244	157000
Portugal	5000	131299			5000	131299
Czech Rep.			10500	128954	10500	128954

France	270	98500			270	98500
Austria	1600	71078			1600	71078
UAE	714	61500			714	61500
Japan	6	4100			6	4100
TOTAL	4,364,297	649,637,314	472,905	43,832,743	4,837,202	693,470,057

Table (7): Specifications of some evacuated tubes available in the local market

Heat pipes imported from:					
	Germany		China		
Number of vacuum tubes	20	30	10	20	30
Weight (inc. support frame), kg	100	150	35	71	109
SWH system (evacuated tubes) imported from China					
Number of vacuum tubes	20				
Weight (inc. support frame), kg	51				

Table (8): Extracted Total Number & Total Square Meter of Imported Flat-Plat Collectors & SWH Systems between 2005 and 2008

Country	Collectors			Systems			Total m ²
	Total Number	Total m ²	Cost per Collector [S.P]	Total Number	Total m ²	Cost per system [S.P]	
EU	13216	26432	17890	9	36	81100	26468
Italy	1690	3380	65969??	3	12	25950	3392
Turkey	16430	32860	4925	267	1068	18574	33928
Germany	4451	8902	6103	13	52	86504	8954
Greece	1964	3928	7977				3928
Switzerland	137	274	53402				274
Jordan	188	376	15345	91	364	47400	740
Spain				26	104	221225	104
TOTAL	38076	76152	24515*	409	1636	80125*	77788

* Average value

Table (9): Extracted Total Number & Total Square Meter of Imported Solar Evacuated Tubes & SWH Systems between 2005 and 2008

Country	Collectors			Systems			Total m ²
	Total Number of tubes	Total m ²	Cost per tube [S.P]	Total Number Of systems	Total m ²	Cost per system [S.P]	
China	775170	116275	189	6142	18426	3880	134701
South Korea	32337	4850	293	80	240	14690	5090
India	1952	293	4857??				293
Taiwan	1929	289	116	105	315	13175	604
Lebanon	6163	924	228	13	39	2663	963
TOTAL	817551	122631	1137*	6340	19020	8602*	141651

* Average value

الملحق 4: ترشيد استهلاك الطاقة

يقصد بترشيد استهلاك الطاقة مجموعة الإجراءات والتدابير التي يمكن اتخاذها بهدف الاستخدام العقلاني للطاقة والحد من هدرها، ويقع على عاتق المستهلك تنفيذ الإجراءات والتدابير المعروفة، وتعتبر عملية الترشيد إحدى الوسائل الهامة التي تشارك في تخفيض الطلب على الطاقة.

في معظم الأحيان، لا تحتاج إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة أية كلفة مالية لكن بعض الإجراءات تحتاج كلف مالية منخفضة وأخرى تحتاج كلف مالية متوسطة إلى عالية القيمة. إن الإجراءات والتدابير التي لا تحتاج كلف مالية هي مدونة على شكل وصايا على النحو التالي:

1) الوصايا العشر لترشيد الطاقة (مجاناً) في الأبنية

في الإنارة:

1. استفد من ضوء النهار (الإنارة الطبيعية) ما أمكن بدلاً من تشغيل الإنارة الاصطناعية،
2. أعد ترتيب فرش الغرف والمطبخ للاستفادة ما أمكن من الضوء الطبيعي لأغراض القراءة والطبخ والأعمال الأخرى،
3. ادهن جدران الغرف بألوان فاتحة،
4. أطفئ الإنارة حين مغادرة الغرفة أو المنزل،
5. حاول الاستغناء عن تشغيل الثريات السقفية واستخدم الإنارة الجدارية أو المركزة على أماكن العمل،
6. استخدم مصابيح الفلوريسنت بدلاً من المصابيح المتوهجة،
7. استخدم مصباح واحد عال الاستطاعة بدلاً من عدة مصابيح،
8. استخدم المصابيح ذات القادح الإلكتروني (Ballast)،
9. استخدم مصابيح الضوء الغامر (Floodlights) الموفرة للطاقة للإنارة الخارجية،
10. إن تنظيف المصابيح من وقت لآخر يساعد على تحسين جودة الإنارة وربما الاستغناء عن تشغيل بعض المصابيح.

في الثلاجات والمجمدات:

1. يجب عدم ترك باب الثلاجة أو المجمدة مفتوحاً لفترات زمنية طويلة،
2. ينبغي تنظيف المكثف المتواجد خلف الثلاجة والمجمدة من الغبار والأوساخ العالقة به،
3. ينبغي إزالة الجليد المتراكم في مجمدة الثلاجة بشكل دوري،
4. ينبغي عدم وضع الطعام في الثلاجة وهو ساخن،
5. ينبغي ترك مسافة لا تقل عن 10 سم بين الجدار ومؤخرة الثلاجة أو المجمدة،
6. يجب عدم تعريض الثلاجة أو المجمدة لأشعة الشمس المباشرة،
7. يجب فحص مادة إحكام باب الثلاجة أو المجمدة بشكل دوري،

8. يجب التأكد من عمل منظم درجة الحرارة وأن الضاغط يتوقف عن العمل حين الوصول إلى درجة حرارة التبريد المضبوطة،
9. يجب تجنب التحميل الزائد للثلاجة والمجمدة والسماح بحرية الحركة للهواء داخلهما،
10. يجب التأكد من عدم انسداد فتحة تصريف الماء المتكاثف بشكل دوري.

في أجهزة التدفئة وتسخين المياه والتكييف:

1. يجب تدفئة أو تكييف الأماكن المشغولة فقط. وحافظ دوماً على أبواب الغرف غير المستخدمة مغلقة،
2. اضبط درجة الحرارة في منظم درجة حرارة التدفئة (Thermostat) عند درجة حرارة منخفضة نسبياً لا تزيد عن (20 °C)، وحافظ على ارتداء الألبسة الشتوية السمكية،
3. اضبط درجة الحرارة في منظم درجة حرارة التكييف عند درجة حرارة لا تقل عن (25-26 °C)، وأغلق الستائر الداخلية والخارجية نهائياً إن أمكن ذلك لتقليل زمن عمل المكيف وبالتالي توفير في الطاقة، لكن في فترة المساء افتح هذه الستائر للسماح بالحرارة المكتسبة بالخروج،
4. في فصل الشتاء، دع أشعة الشمس تدخل المنزل عبر جميع النوافذ، وأوقف نظام التدفئة عن العمل ليلاً أو عند مغادرة المنزل، وفي حال تركه يعمل في هذه الحالة، اضبط درجة الحرارة عند أدنى قيمة ممكنة،
5. في فصل الصيف، امنع ما أمكن من دخول أشعة الشمس عبر النوافذ الجنوبية والشرقية والغربية. واستخدم المراوح بدلاً من مكيفات الهواء إن سمحت الظروف المناخية بذلك، وأطفئ المراوح الهوائية حين ترك الغرفة شاغرة. إن دعم تكييف الهواء بالمراوح الهوائية يساعد على رفع درجة الحرارة في المنظم وبالتالي تخفيض الطاقة المستهلكة في مكيف الهواء. كما يجب توقيف مكيف الهواء عن العمل ليلاً أو عند مغادرة المنزل، وفي حال تركه يعمل دون وجود أشخاص في المنزل، اضبط درجة الحرارة عند أعلى قيمة ممكنة،
6. في المناطق الرطبة ينبغي تشغيل مزيل الرطوبة (Dehumidifier) للحصول على الراحة الحرارية بدلاً من تشغيل المكيف لفترة زمنية طويلة دون الوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة،
7. افحص مصفاة مكيف الهواء بشكل دوري ونظفها أو استبدلها بأخرى جديدة، فالمصفاة المتسخة تحد من مرور الهواء البارد أو الساخن. كما يجب عدم ترك المكثف أو القطعة الخارجية للمكيف معرضة لأشعة الشمس. إن أفضل مكان لتركييب المكثف هو في الجهة الشمالية للبناء أو الغرفة، وإن تعذر ذلك يمكن مثلاً زراعة شجرة لحماية المكثف من أشعة الشمس،
8. اضبط درجة حرارة مسخن الماء عند أدنى قيمة ممكنة (40 °C في فصل الصيف و 50 °C في فصل الشتاء)، فتخفيض درجة الحرارة بمقدار 10 درجات مئوية يؤدي إلى وفر يزيد عن 5% في كلفة الوقود المستخدم لتسخينه،
9. في بداية فصل التدفئة أطردها الهواء المتجمع في مشعات التدفئة، وتأكد من ضبط درجة حرارة المرجل عند القيمة المنصوح باستخدامها وفقاً للظروف المناخية السائدة في المنطقة التي تسكنها ووفقاً لبعدها عن المرجل وحالته الحرارية،
10. تجنب استخدام حوض الاستحمام (bath) ما أمكن، وخفض فترة الاستحمام إلى أقصر مدة ممكنة.

في الأجهزة المنزلية الأخرى:

1. أطفئ جميع الأجهزة الكهربائية غير المستخدمة لفترات طويلة (التلفاز والحاسوب وغيرهم)، وفي حال تكرار استخدام بعض الأجهزة بشكل متقطع (الحاسوب مثلاً) يمكن تركها في الوضعية التي تستهلك أقل كمية من الطاقة (وضعية Sleep)،
2. يجب تشغيل غسالة الملابس وغسالة أواني المطبخ وهما ممثلتين (تحميل كامل)،
3. يحبذ استخدام "الغسيل على البارد" بدلاً من "الغسيل على الساخن" في حال توفر المنظفات المناسبة الخاصة بالغسيل على البارد،
4. أثناء الطبخ يجب تغطية أواني الطبخ وعدم تركها مكشوفة، واحرص على تجنب الطبخ الزائد الذي يؤدي إلى إتلاف الطعام واستهلاك طاقة أكثر من اللازم. كما يجب التأكد من أن شعلة الغاز المحترق زرقاء اللون وإذا كانت صفراء فهذا يعني أن الاحتراق غير كامل. ولتقليل زمن الطبخ يفضل إزالة تجمد الطعام بتركه في الثلاجة قبل طبخه. إن وضع قدر صغير على موقد غازي أو كهربائي كبير يؤدي إلى هدر كمية كبيرة من الطاقة. ويفضل استخدام أوعية الضغط لتسريع نضج الطعام بطاقة أقل،
5. إن استخدام أفران الطبخ بصورة سليمة يوفر الكثير من الطاقة، فمثلاً يجب عدم وضع كمية صغيرة من الطعام في فرن كبير الحجم، ويجب عدم فتح باب الفرن لمرات عديدة أثناء تشغيله حتى لا يفقد الكثير من حرارته. إن وضع الطعام في أواني زجاجية أو سيراميكية مع السماح للهواء داخل الفرن بحرية الحركة يسرع من عملية نضج الطعام،
6. يحبذ استخدام فرن المايكرويف لتسخين الطعام وينبغي المحافظة على الأسطح الداخلية للفرن نظيفة لتحسين كفاءة الطبخ،
7. في فصل الصيف وأثناء الطبخ يجب تشغيل مروحة الطاردة لهواء المطبخ، وإن تعذر ذلك يمكن استخدام مروحة عامودية لتبريد هواء المطبخ وطرده نحو الخارج،
8. يمكن لغسالة أواني المطبخ أن تعمل بشكل فعال وبأقل استهلاك للطاقة إذا لم تتجاوز درجة حرارة الماء 50 درجة مئوية وإذا تم الاستغناء عن خطوة الشطف الأولي (pre-rinsing)،
9. في الدول التي تعتمد تعرفه متغيرة للكهرباء على مدار اليوم بحيث تكون التعرفة أخفض ما يمكن أثناء الليل، يفضل إزاحة بعض الأحمال إلى خارج وقت الذروة أي إلى فترة الليل. فمثلاً يمكن تشغيل أحمال تسخين الماء وغسيل الملابس بسهولة أثناء الليل بدلاً من النهار بهدف الاستفادة من التعرفة المنخفضة والمساهمة في تحقيق الوفر العام جراء ذلك،
10. تجنب التدخين في الغرف المدفأة أو المكيفة لتجنب تهويتها لفترة طويلة من الزمن.

أما الإجراءات والتدابير التي تحتاج كلف مالية منخفضة هي مدونة على شكل وصايا على النحو التالي:

2) الوصايا العشر لترشيد الطاقة (بكلفة قليلة) في الأبنية

1. استخدم مرش ماء الاستحمام (showerhead) منخفض التدفق،
2. أغلق وأحكم جميع الفتحات والثقوب في النوافذ والأبواب التي تسرب حرارة التدفئة أو التكييف نحو الخارج،
3. أعزل أسطوانة وأنابيب الماء الساخن المكشوفة بعازل حراري مناسب،
4. أغلق وأحكم الوصلات في مواسير هواء التدفئة والتكييف الموجودة في الأسقف والدهاليز والقبو وأعزلها حرارياً،
5. ازرع الأشجار غير دائمة الخضار حول البناء أو المنزل من الجهات الجنوبية والشرقية و/أو الغربية، فهي تسمح بمرور أشعة الشمس إلى داخل البناء شتاءً، وتحجبها عنه صيفاً. أما الأشجار دائمة الخضار فازرعها في الأماكن المناسبة لحماية البناء من الرياح الباردة،
6. استخدم أجهزة التدفئة الموضعية بدلاً من أجهزة التدفئة المركزية في حال سمحت الظروف المناخية بذلك،
7. لا تشتري المصابيح المتوهجة نظراً لأن 95% من الطاقة المستخدمة فيها تضيع على شكل حرارة، واشتري المصابيح الموفرة للطاقة (CFL) التي توفر ثلثي الطاقة المستخدمة في المصابيح المتوهجة ويفوق عمرها الزمني بعشرة أضعاف العمر الزمني للمصابيح المتوهجة. واستخدم حساس حركة الأشخاص (occupancy sensors) أو حساسات التحكم في الإنارة (light-sensing controls) في الممرات الداخلية والخارجية مثلاً،
8. عند شرائك أجهزة أخرى جديدة حاول أن تشتري تلك الموفرة أكثر للطاقة حتى ولو أن ثمنها أعلى. واشتري مبرد تبريدي إن كنت تقطن في منطقة حارة وجافة فهو أرخص ثمناً بدلاً من مكيف الهواء،
9. ينبغي إجراء الصيانة السنوية لأجهزة التدفئة والتكييف،
10. اشترى جهاز طاقة شمسية لتسخين المياه فجهاز شمسي مساحة لواقطه الشمسية تتراوح بين 2 و 6 أمتار مربعة يوفر من 1000 إلى 2500 كيلو واط ساعي من الكهرباء سنوياً أو يوفر من 200 إلى 500 ليتر مازوت (Diesel oil) سنوياً.

الملحق 5: معايير كفاءة استخدام الطاقة Energy-efficiency Standards

إن معايير أداء كفاءة استخدام الطاقة (Energy-efficiency standards) هي مجموعة إجراءات وتشريعات تفرض الأداء الطاقى المطلوب للأجهزة المصنعة أو تمنع من بيع الأجهزة التي تقل كفاءتها عن حد أصغري محدد مسبقاً. إن لكلمة معايير معنيان هما:

1. اتفاقيات (protocols) واضحة أو إجراءات اختبار مخبرية (laboratory test procedures) يمكن بواسطتها الحصول على تقدير دقيق للأداء الطاقى للمنتج أو على الأقل الموقع النسبي لأدائه الطاقى مقارنة مع نماذج أخرى مشابهة،
 2. حدود الهدف من الأداء الطاقى (الاستخدام الأعظمي أو الكفاءة الدنيا) انطلاقاً من نتائج تجريبية محددة. تجدر الإشارة إلى أن الكلمة الإنكليزية الأخرى (Norm) المرادفة لكلمة معيار تستخدم في أوروبا وأمريكا اللاتينية بدلاً من كلمة (Standard) للدلالة على المعنى الثاني (حدود الهدف Target limit).
- يوجد ثلاثة أنواع من المعايير هي:

1. معايير فارضة (Prescriptive standards): تفرض على كل منتج جديد أن يحوي ميزة محددة أو أداة معينة.
 2. معايير المتطلبات الدنيا للأداء الطاقى (Minimum Energy Performance Standards -MEPS): تفرض حد أدنى للكفاءة الطاقية أو حد أعظمي للاستهلاك الطاقى بحيث يمنع تجاوزه في أي منتج جديد. تهدف هذه المعايير إلى التعبير عن الأداء الطاقى بغض النظر عن التقنية المستخدمة والتصاميم التفصيلية للمنتج.
 3. معايير الكفاءة الوسطية (Class-average standards): تفرض كفاءة وسطية لمنتج معين بحيث يسمح للصانع اختيار مستويات مختلفة من الكفاءة لنماذج متعددة على أن يحقق الوسطي الإجمالي المطلوب لكفاءة المنتج.
- إن أكثر المعايير استخداماً هي معايير المتطلبات الدنيا للأداء الطاقى (MEPS) حيث تستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية والصين وكندا وكوريا الجنوبية. كما استخدمت في استراليا ونيوزيلندا على الثلاجات والمجمدات ومكيفات الهواء المنزلية. وغالباً لا تستخدم هذه المعايير على أجهزة التلفزيونات والفيديو - كاسيت وناسخات الورق والحواسيب والأقراص الصلبة المغناطيسية باستثناء المعايير اليابانية. اعتمدت اليابان أهدافاً وسطية (Average targets) للثلاجات ومكيفات هواء الغرف ضمن برنامج (Top Runner). إن أكثر الإجراءات شيوعاً لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية والمكتبية هي إجراءات الأهداف الطوعية (Voluntary targets) والتي يطلق عليها أحياناً اتفاقات التفاوض (Negotiated agreements). فقد تبنت سويسرا أهدافاً طوعية لأجهزة الثلاجات وغسالات ومجففات الملابس وغسالات أواني الطبخ والأفران الكهربائية ولجميع أجهزة المكاتب. كما تبنت الإتحاد الأوروبي هذه الأهداف لغسالات الملابس وغسالات أواني الطبخ ومسخنات الماء والتلفزيونات وجميع الأجهزة الصوتية والبصرية. إذاً ليست كل برامج المعايير إلزامية، فبرامج كفاءة استخدام الطاقة في غسالات الملابس هي اختيارية في الإتحاد الأوروبي والبرازيل وإيران. كما أن مستويات معايير كفاءة استخدام الطاقة يمكن وضعها بطرق مختلفة، فالإتحاد الأوروبي انتهج الطريقة الإحصائية حيث انطلق من التجهيزات الكفوءة لاستخدام الطاقة والمتوفرة في الأسواق الأوروبية كأساس في وضع معايير تهدف إلى تحسين مقداره 10 - 15% لوسطي مراديد الأجهزة الجديدة. وفي بلدان أخرى، استندت المعايير على تقييم نسبة المنفعة إلى الكلفة (Cost-benefit evaluation). مثال على ذلك، وضعت المعايير في الولايات المتحدة الأمريكية على أساس رفع مردود التجهيزات الجديدة إلى مستوى يحقق عائد على الاستثمار خلال 3 سنوات.

معايير ملصق نجمة كفاءة الطاقة (Energy Star) في كندا

إن المعايير المستخدمة في تحديد أهلية الجهاز المنزلي لختم (مصادقة) نجمة كفاءة الطاقة في كندا هي:

1. في عام 2003، يجب أن يزيد أداء ثلاجة من الحجم القياسي (Standard size) بنسبة 10% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري، وفي عام 2004 يجب أن يزيد هذا الأداء بنسبة 15% على الأقل عن المعيار الكندي. كما يجب أن يزيد أداء مجمدة من الحجم القياسي بنسبة 10% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري. أما من أجل الثلاجات والمجمدات المدمجة (Compact) فيجب أن يزيد أداء كل منها بنسبة 20% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري.
2. في عام 2003، يجب أن يزيد أداء غسالة أواني الطبخ من الحجم القياسي (Standard size) بنسبة 25% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري. إن الأحجام القياسية لهذه الغسالات هي المؤهلة فقط للحصول على الملصق.
3. في عام 2003، يجب أن يزيد أداء مكيف هواء غرفة بنسبة 10% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري. كما يجب أن يزيد أداء مكيف هواء مركزي بنسبة 20% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقوي الأصغري.
4. من أجل الأفران قسرية الهواء (forced-air furnace) يجب أن يكون المردود السنوي لاستخدام الوقود (AFUE) 90% فأكثر. أما المراجل التي تعمل بالماء الساخن أو بمشعات البخار فيجب أن يكون المردود السنوي لاستخدام الوقود 85% فأكثر.
5. يجب أن ينخفض استهلاك غسالة الملابس من المياه بنسبة تتراوح بين 35 و 50% وأن ينخفض استهلاكها من الطاقة بنسبة 50% لكل حمل مقارنة مع الغسالات التقليدية.
6. يجب أن يستهلك التلفاز 3 واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك التلفزيونات التقليدية بنسبة 75% (التي تستهلك 12 واط عند التوقف).
7. يجب أن يستهلك مسجل الفيديو - كاسيت 4 واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك المسجلات التقليدية بنسبة 70% (التي تستهلك 13 واط عند التوقف).
8. يجب أن يستهلك قارئ DVD 3 واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك القارئات التقليدية بنسبة 75% (التي تستهلك 10 واط عند التوقف).
9. يجب أن يستهلك نظام صوتي ستيريو 2 واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك التجهيزات التقليدية بنسبة 70% (التي تستهلك 7 واط عند التوقف).

الملحق 6: الأجهزة ذات استطاعات الأمان أو الاحتياط Standby Power

إن إحدى المعضلات التي تواجه وضع معايير كفاءة استخدام الطاقة هي توصيف الطاقة الكهربائية غير الضرورية والتي تستهلك في الأجهزة الكهربائية عند إيقافها عن العمل أو عندما لا تقوم بعملها الرئيسي. تقدر هذه الطاقة المهدورة بين 3% و 15% من الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأبنية السكنية والمكاتب.

تتطلب أجهزة عديدة كمية صغيرة من الطاقة الكهربائية لتشغيل وظائف معينة، كتغذية ساعة داخلية أو التهيؤ للبرمجة أو للقيادة عن بعد وغيرها. وفي أجهزة أخرى تهدر الطاقة ببساطة عندما لا تقوم الأجهزة بأبي عمل. وفي معظم الأحيان تزيد كمية الطاقة المهدورة عن تلك الناتجة عن تحسين مردود الجهاز المطور. إن ترك الأجهزة الكهربائية في وضعية الانتظار كالتجهيزات السمعية - البصرية (أجهزة التلفاز والفيديو المتحكم بها عن بعد) والأجهزة ذات التغذية الكهربائية الخارجية بتوتر منخفض (أجهزة الهاتف اللاسلكية) وأجهزة تقانة المعلومات (أجهزة الحواسيب والشبكات وأجهزة المكاتب) والأجهزة ذات شاشات الإظهار الرقمي المستمر (أفران المايكرويف) وغيرها ولفترات طويلة نسبياً على مدار العام بدلاً من إيقافها عن العمل كلياً يمكن أن يقود إلى هدر كمية ملموسة من الطاقة الكهربائية. وتختلف كمية الطاقة المهدورة من جهاز إلى آخر تبعاً لنوع ولفتره الاستخدام. إضافة إلى ذلك، وعلى اعتبار أن الطاقة الكهربائية المستهلكة في وضعية الانتظار تتحول إلى حرارة فإنه يتطلب في الأماكن المكيفة طاقة إضافية للحفاظ على درجة حرارة المكان عند قيمة معينة. يستنتج من ذلك أن تحسين كفاءة الطاقة في هذه الحالة يقود إلى توفير إضافي في الطاقة.

فُدر استهلاك الأجهزة الكهربائية من الطاقة في حالة الأمان أو الاحتياط أو الانتظار (عدا أجهزة التلفاز والإنارة والتبريد والطبخ والغسيل ..) في الدول الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية (IEA) بنحو 120 TWh في عام 2000، (واحد تيرا واط ساعي يساوي 10^{12} واط ساعي)، أي ما يعادل 5.2% من الاستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في قطاع الأبنية في هذه الدول. وتؤدي هذه الكمية إلى انبعاث 250 MtCO_2 في الجو .

يسبب تشغيل وتوقيف الأجهزة الكهربائية بشكل متكرر مشاكل فنية كالصدمات الكهربائية (Electrical shocks) وأضرار أخرى، كما يؤدي إلى فقدان برمجة التأريخ والتوقيت للأجهزة. ولحل هذه المشكلة يمكن استعمال بعض المنتجات المتوفرة في السوق والتي تعمل تلقائياً على إيقاف الأجهزة عن العمل عندما تكون في وضعية الانتظار، وهي تتحسس لإشارة التحكم عن بعد وباستطاعتها تشغيل الجهاز مرة ثانية حين الطلب. تستهلك هذه المنتجات كمية ضئيلة من الكهرباء ويمكنها توفير الطاقة دون أن تغير من عادات المستهلك. تم دمج هذه التقانة داخل الأجهزة بدلاً من استخدامها خارجياً، ويتوفر حالياً أجهزة تلفزيونية تستهلك فقط 0.1 واط في وضعية الانتظار بدلاً من 10 واط للأجهزة العادية.

إن تحسينات أخرى في مجال توفير الطاقة يمكن أن تطرأ على وظائف وخدمات الكترونية أخرى معقدة، كتضخيم الإشارة وإزالة التشفير ومعالجة المعطيات وذواكر الحماية وغيرها، كما حدث بالضبط لأجهزة الهاتف الخليوي التي طورت لتستهلك أقل كمية ممكنة من الطاقة.

الملحق 7: أجهزة الإنارة - أهم المصطلحات المستخدمة

1- ظهور اللون ودرجة حرارته

يعبر عن ظهور اللون (Color appearance) لأي مصدر ضوئي بدلالة درجة الحرارة اللونية (Color temperature)، حيث تزداد درجة الحرارة اللونية بازدياد درجة حرارته الحرارية، وكلما ارتفعت درجة الحرارة ازداد اللون ازرقاقاً. وقد اصطلح على إطلاق التعابير الآتية: بارد (Cold) ومعتدل (Cool) ودافئ (Warm) على درجات حرارة المصدر الضوئي وظهور اللون معاً. وليس من الضروري أن يجتمعا على مصطلح واحد، فالشمعة تحترق عند درجة حرارة (2000 K) معتدلة (Cool) لكن ينتج عن احتراقها ضوء أصفر مريح دافئ (Warm). كما أن مصباح فلوريسانت يعمل عند درجة حرارة (4000-5000 K) معتدلة (Cool) لكنه يصدر ضوء أزرق شديد وبارد (Cold).

يعتبر الضوء الطبيعي معياراً للإضاءة الاصطناعية، لكن المشكلة تكمن في أن درجة الحرارة اللونية وبالتالي ظهور اللون للضوء الطبيعي يتغيران إلى حد كبير. فضاء منتصف نهار صيفي يقع في منتصف المجال بين ضوء الشمعة والسماء الزرقاء الصافية عند درجة حرارة (5500 K) تقريباً.

إن ضوء مصباح متوهج ذي درجة حرارة لونية أخفض من مثيلتها للضوء الطبيعي (2500-3500 K) يظهر دائماً أكثر اصفراراً وأكثر سخونة (Warmer).

اعتمدت اللجنة العالمية للإضاءة (International Commission on Illumination - CIE) التصنيف الوارد في الجدول (1) لدرجة الحرارة اللونية.

الجدول (1): تصنيف درجة حرارة اللون

Correlated Color Temperature (CCT)	CCT CLASS
CCT ≤ 3300K	Warm
3300 < CCT ≤ 5300K	Intermediate (cool)
5300 < CCT	Cold

2- دليل وضوح اللون

تعتبر المصابيح المتوهجة مرجعية بالنسبة لجميع المصابيح ولذا أعطيت بالتعريف القيمة العظمى لدليل وضوح أو تمييز اللون (Color rendering index- CRI or Ra) أي 100. يستخدم هذا الدليل للدلالة على تأثير المنبع الضوئي على ظهور الألوان على الأشياء ويستخدم لتمييز نوعية المصادر الضوئية ذات اللون الواحد وعند درجة حرارة واحدة للون. لذا تكون المقارنة من حيث CRI ذات معنى لمصباحين متوهج وفلوريسانت عند درجة حرارة (3000 K) مثلاً، بينما المقارنة بين مصباح متوهج عند (3000 K) ومصباح فلوريسانت عند (4000 K) ليس لها معنى.

اعتمدت اللجنة العالمية للإضاءة (International Commission on Illumination - CIE) التصنيف الوارد في الجدول (2) لدليل وضوح اللون.

الجدول (2): تصنيف دليل وضوح اللون

Color Rendering Groups	CIE General Color Rendering Index (Ra)	Typical Application
1A	Ra>=90	حيثما يتطلب تطابق دقيق للألوان (فحص طباعة الألوان).
1B	80<=Ra<90	حيثما يتطلب تفحص دقيق للألوان (المحلات التجارية).
2	60<=Ra<80	حيثما يتطلب وضوح جيد للألوان.
3	40<=Ra<60	حيثما يتطلب وضوح مقبول للألوان مع عدم تشوه ملحوظ لها.
4	20<=Ra<40	حيثما لا يتطلب أي وضوح للألوان حتى ولو تشوهت بشكل ملحوظ.

تستخدم أجهزة الإنارة أنواعاً عديدة من المصابيح أهمها:

3- المصابيح المتوهجة والهالوجينية: Incandescent and Halogen Lamps

تستخدم المصابيح المتوهجة العادية عادة سلك التنغستن وتصنع باستطاعات تتراوح بين 4 واط و 1500 واط وتعتبر ناشرة للحرارة ويتراوح عمرها بين 750 و 5000 ساعة. أما المصابيح المتوهجة الموفرة للطاقة فتستهلك طاقة أقل وتنتشر حرارة أقل والتحسين في مردودها مهم. إن المصابيح الهالوجينية هي مصابيح متوهجة تستخدم غاز الهالوجين لإعادة توضع التنغستن المتبخر على السلك. تعتبر المصابيح الهالوجينية للأغراض المنزلية فعالة أكثر من المصابيح المتوهجة بنسبة 15%. وتعمل المصابيح الهالوجينية تحت الأحمر (Halogen IR lamps) على الاحتفاظ ببعض الحرارة المنتجة بواسطة انعكاس الأشعة تحت الحمراء نحو السلك، مما يؤدي إلى تحسين مردودها بنسبة تتراوح بين 30% و 40% مقارنة مع المصابيح الهالوجينية العادية. تفقد المصابيح المتوهجة العادية 15% من شدة إضاءتها عند نهاية عمرها، بينما تفقد المصابيح الهالوجينية 5% فقط. تتراوح فعالية (Efficacy) المصابيح المتوهجة بين 15 و 20 لومن لكل واط (lm/W) Lumens/Watt ، ويمكن أن تصل إلى 36 لومن لكل واط. إن مزايا المصابيح المتوهجة عديدة منها: عدم استخدامها لقادح الكتروني وقابليتها للتركيز والتوجيه والعمل مع مؤقت زمني (بسبب التشغيل اللحظي لها) أو مع الحساسات وقابليتها لتخفيض شدة الإضاءة (Dimming). ينصح في الأماكن المكيفة استخدام المصابيح الهالوجينية بهدف توفير في طاقة الإنارة والطاقة اللازمة للتكييف.

4- مصابيح الفلوريسنت Fluorescent lamps

هي أكثر المصابيح استخداماً وتعتبر فعالة ومتعددة الاستعمالات ومتنوعة الأشكال والأحجام والاستطاعات بدءاً من الأنبوبية المزدوجة 5 واط (T-4) وحتى 215 واط (VHO). تتعلق نوعية هذه المصابيح بطبقة التغليف الفوسفورية. ويتراوح دليل وضوح اللون للمصابيح التقليدية الفوسفورية الهالوجينية (Halophosphors) ذات اللون الأبيض الهادئ (Cool White) بين 60 و 62، ويصل إلى 90 في حال الغلظة الممتازة بالفوسفور المهلجن لكن شدة إضاءة المصباح تنخفض في هذه الحالة. يتم الحصول على الأداء الأفضل في حال احتواء الفوسفور معادن أرضية نادرة (Rare earth metals- RE)، فالمصباح

RE-70 له دليل وضوح اللون بين 70 و 79 وشدة إضاءته أكبر بنسبة 5-6%، والمصباح RE-80 له دليل وضوح اللون بين 80 و 89 وشدة إضاءته أكبر بنسبة 8% لكنه أعلى ثمناً.

تتراوح درجات الحرارة اللونية لمصابيح الفلوريسنت بين (2700 K) و (7500 K)، أما مصابيح الفلوريسنت المدمجة (Compact) فهي متوفرة عند درجات حرارة لونية تتراوح بين (2700 K) و (5000 K) ولها نوعية إضاءة جيدة حيث تستخدم الفوسفور RE-80.

يعطى لكل نموذج من مصابيح الفلوريسنت ترميز معين، فمثلاً F40/T12/CW/HO/WM يعني:

F: فلوريسانت Fluorescent،

40: الاستطاعة Wattage (ما عدا المصابيح الموفرة للطاقة والمصابيح ذات الأطوال الأكبر من 48 إنش حيث يشير العدد إلى طول المصباح بالإنش)،

T: أنبوبي الشكل Tubular shape،

12: القطر بالإنش معبراً بمضاعفات 8 إنش (12/8 = 1.5 inches)، الأحجام الأخرى المتوفرة T-5, T-8, T-10

CW: أبيض معتدل cool white ويشير إلى لون الإضاءة. يستخدم بعض المصنعين SP35 and D835 للدلالة على النوع الفوسفوري ودرجة الحرارة اللونية،

HO: خرج عال high output ،

VHO: خرج عال جداً very high output،

WM: Watt-Miser (R) للدلالة على أن المصباح موفر للطاقة.

SS (Super Saver (R)) يعني موفر عال للطاقة.

EW (Econo -Watt (R)) يعني موفر عال للطاقة.

تتراوح استطاعات مصابيح الفلوريسنت المدمجة CFL من الأحجام (T-4, T-5) بين 5 و 34 واط وهي ذات أشكال متعددة: بساقين وبأربعة وستة وثمانية ساقات ومربعة ودائرية ولولبية، بينما تتراوح استطاعات مصابيح الفلوريسنت المدمجة البديلة للأحجام (T-8, T-12) بين 39 و 50 واط .

تتراوح شدة الإضاءة لمصابيح الفلوريسنت بين 565 لومن من أجل (T-8, 13 W) وحتى 15700 لومن من أجل (F96/T12/VHO). أما مصابيح الفلوريسنت المدمجة فتتراوح شدة إنارتها بين 250 لومن من أجل (5 W) و 4000 لومن من

أجل (50 W). تتأثر المصابيح المدمجة بطريقة التركيب حيث تفقد 15-20% من خرجها إذا ركبت قاعدتها في الأسفل.

تتعلق فعالية مصابيح الفلوريسنت بنوعية الفوسفور (يفضل أن يحتوي معادن أثرية نادرة)، وبطول المصباح (كلما كان أطول أفضل)، وبنوع القادح (الالكتروني أفضل). تتراوح فعالية الأحجام الطبيعية منها بين 55 و 90 لومن لكل واط،

وتنخفض من أجل المصابيح عالية الخرج HO فتتراوح فعاليتها بين 50 و 85 لومن لكل واط ، وللمصابيح ذات الخرج العالي جداً VHO فتتراوح فعاليتها بين 50 و 60 لومن لكل واط. أما فعالية المصابيح المدمجة فتتراوح بين 25 و 85 لومن

لكل واط وهي عادة ما تكون ضمن مجال 50 إلى 60 لومن لكل واط.

يدون الجدول (3) مقارنة المواصفات الرئيسية بين المصابيح المتوهجة والفلوريسنت.

الجدول (3): مقارنة المواصفات الرئيسية بين المصابيح المتوهجة والفلوريسنت

Lamp Type	Size	Efficacy	CRI	CCT	Life
-----------	------	----------	-----	-----	------

	(Watts)	(L/W)		(Kelvin)	(1000 hr)
Incandescent					
Standard	3-1500	5-30	100	2500-3200	0.75-5
Fluorescent					
Compact	5-27	25-85	80-85	2700-5000	9-12
Full – Size	32-75	55-90	53-90	2700-7500	20-24
800 mA HO	25-110	50-85	53-90	3000-6500	9-12
1500 mA VHO	110-215	50-60	53-90	3000-6500	9-12

يدون الجدول (4) الوفر في الاستهلاك الطاقى الذي يمكن تحقيقه بين عامي 2005 و 2030 مع القيمة الحالية الصافية (Net Present Value) في حال استخدام قاذحات مصابيح الفلوريسانت (Fluorescent Lamp Ballasts) خلال هذه الفترة الزمنية حسب معايير الولايات المتحدة الأمريكية.

الجدول (4): برنامج الولايات المتحدة الأمريكية لمعايير الوفر في استهلاك الطاقة لمصابيح الفلوريسانت

السنياريو	منخفض	متوسط	عال
الوفر الإجمالي في الطاقة * Quads (Exajoules)	1.20 (1.27)	2.32 (2.45)	4.90 (5.17)
الوفر المالى المقابل ** (Billion \$)	1.95	3.51	7.24
الزيادة في تكاليف التجهيزات ** (Billion \$)	0.53	0.91	1.83
القيمة الحالية الصافية ** (Billion \$)	1.42	2.60	5.41

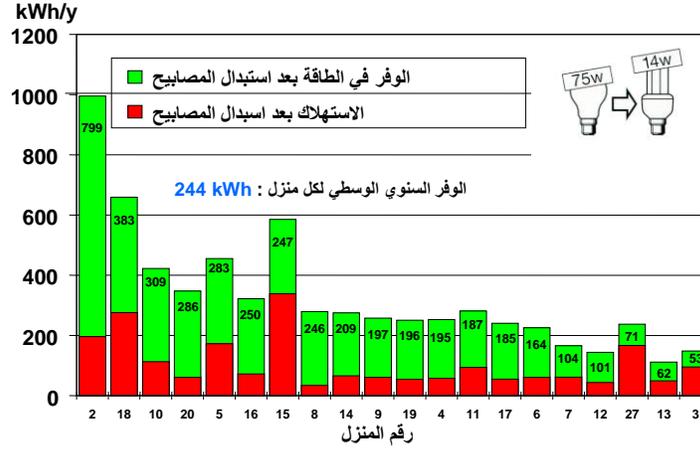
* من أجل الوفر الطاقى فقط. لا تتضمن الفوائد والقيمة الحالية الصافية الوفورات في التدفئة والتهوية وتكييف الهواء. ** بأسعار عام 1997 مع معدل فائدة حقيقي قدره 7%.

تجدر الإشارة إلى أن كل واحد Exajoule يساوي 10^{18} جول ويعادل كمية الطاقة المستهلكة سنوياً في مدينة عدد سكانها 3.7 مليون نسمة لجميع الأغراض في القطاعات السكنية والخدمات والنقل والصناعة وغيرها. إن الوفر المدون في الجدول (4) حسب السنياريو المتوسط يكفي لتأمين طاقة لمدة عام لمدينة عدد سكانها 9 ملايين نسمة، أي ما يعادل نصف عدد سكان سورية.

إن تركيب مصباح موفر للطاقة استطاعته 32 واط بدلاً من مصباح متوهج استطاعته 100 واط يوفر 30 دولار خلال العمر الزمني التقديري للمصباح الموفر للطاقة (10000 ساعة)، وذلك بفرض أن سعر الكيلو واط ساعي 4.4 سنت دولار أمريكي. وإذا ما أخذنا بعين الاعتبار سعر مبيع هذا المصباح الذي لا يتجاوز 5 دولار أمريكي نجد أن الربحية الاقتصادية محققة.

يبين الشكل (1) النتائج التجريبية للوفر الطاقى المحقق جراء استخدام مصابيح موفرة للطاقة في عشرين منزلاً فرنسياً، حيث استبدلت المصابيح الموفرة للطاقة ذات الاستطاعة 14 واط بجميع المصابيح المتوهجة ذات الاستطاعة 75 واط في كل منزل من المنازل العشرين. يتضح من هذا الشكل أن أعلى وفر سنوي حصل في المنزل رقم 2/ حيث بلغ 799 كيلو واط

ساعي، بينما لم يتجاوز الوفر السنوي في المنزل رقم /3/ بأكثر من 53 كيلو واط ساعي. إن المتوسط السنوي للوفورات في استهلاك الطاقة في هذه المنازل العشرين جراء تركيب مصابيح موفرة للطاقة هو 244 كيلو واط ساعي.



الشكل (1): الوفر الطاقوي المقاس جراء استخدام مصابيح موفرة للطاقة في عشرين منزلاً.

الملحق 8: ملصقات (بطاقات) كفاءة استخدام الطاقة Energy-efficiency Labels

في الحقيقة يجذب معظم مصنعي الأجهزة الكهربائية المنزلية تقديم المعلومات الهامة والضرورية للمستهلك. وفيما يتعلق بناحية استهلاك الأجهزة من الطاقة، فقد اعتمدت معظم السياسات الموضوعية حول ترشيد استهلاك الطاقة فكرة الملصق للتعبير عن هذه المعلومات وبطريقة متشابهة خدمة للمستهلك. إذاً تكمن الغاية التي من أجلها يصمم ملصق لكفاءة استخدام الطاقة في جهاز ما في دفع المستهلك نحو شراء الجهاز الذي يستهلك طاقة أقل لتشغيله والذي يحقق متطلباته من الخدمة التي يؤمنها الجهاز.

إن بطاقة التعريف بكفاءة استهلاك الطاقة لجهاز ما (Energy-efficiency Labels) أو ما يعرف بملصق أو لصاقة كفاءة الطاقة تثبت على كل جهاز مستهلك للطاقة وتحوي معلومات عن الأداء الطاقوي للجهاز، عادة على شكل مردود أو كلفة الطاقة المستعملة. يقدم الملصق للمستهلك معلومات ضرورية لعملية الشراء من وجهة نظر الطاقة. يوجد نوعان من الملصقات هما:



Energy Star (USA)

1. ملصقات مصادق عليها (Endorsement labels): تشير إلى وقوع المنتج بين أفضل المنتجات كفاءةً لاستخدام الطاقة. توصف هذه الملصقات الأجهزة كفوءة استخدام الطاقة فقط. من هذه الملصقات نجد الملصق الأمريكي المعروف بنجمة كفاءة الطاقة (Energy Star) وملصق المجموعة الأوروبية للتجهيزات كفوءة استخدام الطاقة (European Group for Energy Efficient Appliances - GEEA). وقد انتشرت هذه الملصقات على أجهزة المكاتب كالحواسيب الشخصية وشاشاتها والطابعات وناسخات الورق والفاكس. استخدم ملصق نجمة الطاقة الأمريكي في اليابان وأوروبا على الأجهزة المكتبية فقط.

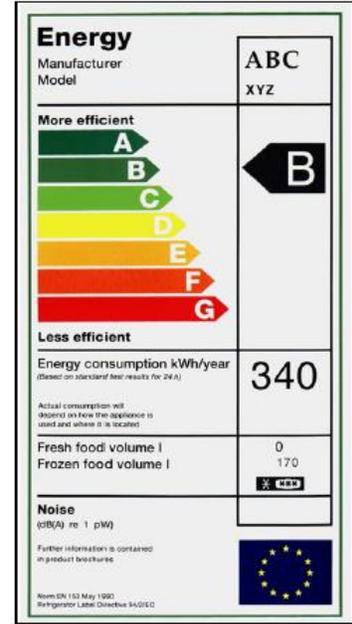
يمكن لهذه الملصقات أن ترتبط أو لا ترتبط مباشرة بملصقات المقارنة و/أو أن تكون مبينة أو مدمجة في ملصقات المقارنة وهي عادة ما تكون غير إلزامية. تعتبر هذه الملصقات أكثر أدوات السياسة الطاقية إتباعاً لأجهزة المكاتب والأجهزة الالكترونية المنزلية.

2. ملصقات مقارنة (Comparative labels): تشير إلى استهلاك الطاقة النسبي للجهاز مقارنة مع أمثاله في السوق. تتيح هذه الملصقات للمستهلك إمكانية إجراء المقارنة لكفاءة استخدام الطاقة لجميع المنتجات قيد البيع في الأسواق المحلية (الملصق الأوروبي European Label ودليل الطاقة Energy Guide في الولايات المتحدة الأمريكية) وغالباً ما تكون هذه الملصقات إلزامية.

تختلف برامج ملصقات كفاءة استخدام الطاقة من بلد إلى آخر، فقد صممت بعض البلدان ملصقاً خاصاً بها (الولايات المتحدة الأمريكية والإتحاد الأوروبي والصين واليابان وكوريا الجنوبية وغيرهم)، بينما اعتمدت بلدان أخرى أو قيد الاعتماد ملصقات غيرها بعد ترجمتها وإجراء بعض التعديلات الطفيفة عليها (كالبلدان الأوروبية التي لا تنتمي للإتحاد الأوروبي مثل النروج والمجر وبلاد البلطيق وجمهورية التشيك وسلوفاكيا وسلوفينيا، وغيرها مثل إيران والمكسيك والبرازيل، ومن البلدان العربية مصر وتونس والجزائر والأردن وسورية).

يصنف الملصق الأوروبي التجهيزات من (A) وحتى (G). الدرجة A باللون الأخضر للجهاز الأكثر كفاءة لاستخدام الطاقة، بينما الدرجة G باللون الأحمر للجهاز الأقل كفاءة لاستخدام الطاقة. كما يدون الملصق متوسط استهلاك الجهاز من الطاقة مقدراً بالكيلو واط ساعي في السنة (kWh/year).

يمكن لتشريع منفرد أن يخص ملصقاً معيناً لوحده أو أن يكون متضمناً في تشريع طاقي عام. كما أنه لا يمكن تصميم ملصق لكل جهاز مستهلك للطاقة، إذ أن أموراً عديدة تؤخذ بعين الاعتبار عند إعداد برنامج تصميم الملصق. يدون الجدول (1)



EU

الملصقات الموجودة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الإتحاد الأوروبي وأستراليا والولايات المتحدة الأمريكية. كما يدون الجدول (2) نتائج برنامج تايلند لمصقات الثلاجات ومكيفات الهواء. إن الأرقام المدونة في هذا الجدول تم استنتاجها من إجراء قياسات حقيقية للوفر في استهلاك الطاقة على المئات من الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية، ومن الإحصاءات عن عدد المنازل والمصنعين والمعطيات المتوفرة حول أحجام وكفاءة الثلاجات ومكيفات الهواء. تعتبر ملصقات كفاءة استخدام الطاقة الخطوة الأولى نحو إصدار المواصفات والمعايير في هذه المجال.

الجدول (1): الملصقات القائمة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الإتحاد الأوروبي وأستراليا والولايات المتحدة الأمريكية

الولايات المتحدة	أستراليا	الإتحاد الأوروبي	المنتج
✓	✓	✓	الثلاجات
	✓	✓	المجمدات
✓	✓	✓	غسالات الملابس
✓	✓	✓	غسالات أواني المطبخ
✓	✓		مكيفات هواء الغرف
✓	✓		تجهيزات التدفئة المركزية
	✓		سخانات المياه
✓		✓	أجهزة الإنارة

الجدول (2): برنامج تايلند لمصقات الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية

المنتج	عدد الملصقات	الوفر في استهلاك الطاقة		الوفر في الطلب على الطاقة (MW)		نسبة الفائدة إلى التكلفة
		GWh/yr	الوسطي	عند الذروة	للمستهلك	
الثلاجات	3,698,117	235	80	14	2.2	9.8
مكيفات الهواء	395,488,171	173	176	17.8	1.4	5.2

لصاقة استهلاك الطاقة للثلاجات في سورية

لصاقة كفاءة الطاقة

براد تبريد عادي بابين

الماركة:

الحجم باللتر:

الموديل:

الحجم بـمقـم:

أعلى كفاءة وأقل استهلاك

A ممتاز

B جيد جداً

C جيد

D مقبول

E ضعيف

درجة المنتج

C

الاستهلاك الكهربائي 0000 كيلو وات ساعي سنوياً

مستوى التبريد

هدفنا تبريد أفضل وكفاءة أعلى وقاتورة أقل وبيئة أنظف

الملحق 9: 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 الخارجية

المقاومة (m ² .K/W)	طبقة الهواء
R _o = 0.04	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)	السمك (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

$$R_{Sol} = R_i + R_{Plaster} + R_{Concret} + R_{Sand} + R_{Tile} + R_o$$

$$R_{Sol} = 0.17 + 0.015/1 + 0.15/1.75 + 0.05/0.33 + 0.05/1.6 + 0.04$$

$$R_{Sol} = 0.4935 [m^2.K/W]$$

$$U_{Sol} = 1/R_{Sol} = 1/0.4935 = 2.03 [W/m^2.K]$$

السطح قبل العزل:

الناقلية الحرارية (W/m.K)	الكثافة (kg/m ³)	السمك (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

$$R_{Roof} = R_i + R_{Plaster} + R_{Concret} + R_{Beton} + R_{Sand} + R_{Tile} + R_o$$

$$R_{Roof} = 0.17 + 0.015/1 + 0.15/1.75 + 0.05/1 + 0.05/0.33 + 0.05/1.6 + 0.04$$

$$R_{Roof} = 0.5435 [m^2.K/W]$$

$$U_{Roof} = 1/R_{Roof} = 1/0.5435 = 1.84 [W/m^2.K]$$

السطح بعد العزل:

العنصر المضاف	السمك (cm)	الكثافة (kg/m ³)	الناقلية الحرارية (W/m.K)
عازل بوليسترين ممدد	2.0	15	0.04

$$R_{\text{Roof},i} = R_{\text{Roof}} + 0.02/0.04 = 0.5435 + 0.5 = 1.0435 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{\text{Roof},i} = 1/R_{\text{Roof},i} = 1/1.0435 = 0.96 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

الجدار الخارجي المصمت قبل العزل:

العنصر	السمك (cm)	الكثافة (kg/m ³)	الناقلية الحرارية (W/m.K)
طينة اسمنتية داخلية	1.5	1800	1.0
بلوك مصمت	20	2000	1.4
طينة اسمنتية خارجية	1.5	1800	1.0

$$R_{\text{Wall}} = R_i + R_{\text{Plaster},i} + R_{\text{Bloc}} + R_{\text{Plaster},o} + R_o$$

$$R_{\text{Wall}} = 0.13 + 0.015/1 + 0.20/1.4 + 0.015/1 + 0.04$$

$$R_{\text{Wall}} = 0.343 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{\text{Wall}} = 1/R_{\text{Wall}} = 1/0.343 = 2.92 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

الجدار الخارجي المصمت بعد العزل:

العنصر المضاف	السمك (cm)	الكثافة (kg/m ³)	الناقلية الحرارية (W/m.K)
عازل بوليسترين ممدد	3.0	15	0.04

$$R_{\text{Wall},i} = R_{\text{Wall}} + 0.03/0.04 = 0.343 + 0.75 = 1.093 \text{ [m}^2\text{.K/W]}$$

$$U_{\text{Wall},i} = 1/R_{\text{Wall},i} = 1/1.093 = 0.915 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

الجدار الخارجي بنوافذ (واجهة) قبل العزل:

بفرض أن النوافذ تشكل 20% من مساحة الجدار الخارجي وبفرض أنها مؤلفة من إطار ألومنيوم وزجاج مفرد عادي.

العنصر	معامل انتقال الحرارة (W/m ² .K)
نافذة ألومنيوم بزجاج مفرد عادي	$U_w = 5.2$

$$U_{\text{Facad}} = U_{\text{Wall}} \times 0.8 + U_w \times 0.2$$

$$U_{\text{Facad}} = 2.92 \times 0.8 + 5.2 \times 0.2 = 3.38 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

الجدار الخارجي بنوافذ (واجهته) بعد العزل:

بفرض المحافظة على نافذة الألمنيوم:

$$U_{Facad,i} = U_{Wall,i} \times 0.8 + U_W \times 0.2$$

$$U_{Facad,i} = 0.915 \times 0.8 + 5.2 \times 0.2 = 1.77 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

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):

$$Q_{wall} = A \text{ [m}^2\text{]} \times U_{wall} \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times \Delta T \text{ [K]}$$

$$Q_{wall} = 100 \text{ [m}^2\text{]} \times 3.38 \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times 22 \text{ [K]} = 7436 \text{ W}$$

- الفاقد الحراري للجدران الخارجية المعزولة (مع نوافذ):

$$Q_{wall,i} = A \text{ [m}^2\text{]} \times U_{wall,i} \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times \Delta T \text{ [K]}$$

$$Q_{wall,i} = 100 \text{ [m}^2\text{]} \times 1.77 \text{ [W/m}^2\text{.K]} \times 22 \text{ [K]} = 3894 \text{ W}$$

- الوفر الحراري بين الجدران الخارجية المعزولة وغير المعزولة:

$$Q_{wall} - Q_{wall,i} = 7436 - 3894 = 3542 \text{ W} = 3046 \text{ kcal/h} = 0.354 \text{ liter mazout/h}$$

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 وأذار 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:

$$0.354 \text{ liter mazout/h} \times 1271 \text{ hr} = 450 \text{ liter mazout}$$

- 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:

$$0.232 \text{ liter mazout/h} \times 1271 \text{ hr} = 295 \text{ liter mazout}$$

- 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:

$$3542 \text{ W} + 2324 \text{ W} = 5866 \text{ W} = 5045 \text{ kcal/h} = 0.587 \text{ liter mazout/h}$$

- 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 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 والتركيب، 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 (الشقق الجديدة).