

# تخفيف الانبعاثات

## الهيكل الخارجية للمباني

### 1.1 المقدمة

أفادت قائمة حصر غازات الدفيئة أن الانبعاثات المرتبطة بالطاقة الناجمة عن قطاعات التجارة والصناعة والسكن، فضلاً عن قطاعات الزراعة والغابات والصيد ساهمت جميعها بـ 1556 جيغراماً من انبعاثات مكافئات ثاني أكسيد الكربون عام 2004، أي 7.63 في المئة من إجمالي الانبعاثات في لبنان. بيد أن هذا الرقم لا يمثل استهلاك الكهرباء في قطاع السكن، لذا من الصعب التوصل إلى خلاصة تتعلق بإجمالي الانبعاثات من قطاع المباني (السكنية، التجارية والمؤسسية) بمفرده.

تم وضع المعايير الحرارية للمباني في لبنان في إطار مشروع " بناء القدرات لاعتماد المعايير الحرارية للمباني وتطبيقها" الذي طُبّق بين العامين 2002 و2005. قدم المشروع تقديرات حول وقع تطبيق المعايير الحرارية على انبعاثات غازات الدفيئة على مستوى الاقتصاد الكلي، وذلك على قاعدة تقدير لمساحة المباني السكنية ومباني المكاتب التي سيتم بناؤها خلال 20 عاماً في الفترة الممتدة بين العامين 2010 و2029 (وزارة الأشغال العامة والنقل، 2005)، على اعتبار أن المعايير الحرارية للمباني ستصبح إلزامية بحلول العام 2010. ولكن لسوء الحظ، ما زالت هذه المعايير غير إلزامية.

### 1.2 المعايير الحرارية للمباني

تقدم المعايير الحرارية للمباني المقترحة معايير للجدران، الأسطح والنوافذ للمباني السكنية والمكاتب (التجارية، المؤسسية). وتتناول هذا المعايير التالي:

- قيمة معامل الانتقال الحراري للأسطح والجدران لمختلف المناطق المناخية في لبنان؛
- قيمة معامل الانتقال الحراري للنوافذ لمختلف المناطق المناخية في لبنان؛
- النسبة القصوى للنوفاذة الفاعلة التي يتم تحديدها انطلاقاً من تحليل للعديد من المعايير التي قد يعتمدها مصمم المبنى للحد من اكتساب المبنى المقترح للحرارة الشمسية، منها:
  - وجهة المبنى

- معامل تظليل الزجاج
- عامل التظليل المعماري (الزعانف والطنف)

## 1.2.1 توفير الطاقة بفضل تطبيق المعايير الحرارية للمباني الجديدة

### 1.2.1.1 الافتراضات والمقاربة

#### النمو الاقتصادي والسكاني

قامت "دراسة تحليل الطاقة وجدواها الاقتصادية - للعام 2005" (وزارة الأشغال العامة والنقل - 2005) على عدة افتراضات، وقد تم اعتماد نمو اقتصادي متوسط كما هو وارد في الجدول 1:

الجدول 1 - معدل النمو الاقتصادي خلال فترة الدراسة  
سيناريو معدل نمو متوسط

| 2009-2005 | 2019-2010 |
|-----------|-----------|
| %1.0      | %3.0      |

2

تم اعتماد معدل النمو السكاني المتوقع وحجم الاسرة ذات الصلة من توقعات مجلس الإنماء والإعمار الرسمية الواردة في تقرير المرحلة الأولى من الخطة الوطنية الشاملة لترتيب الأراضي.

#### منطقة المباني السكنية المتوقع بناؤها

بهدف ترجمة عدد الوحدات السكنية التي تم بناؤها خلال فترة إجراء هذه الدراسة، استُخدمت مساحة متوسطة من الوحدات السكنية بحجم 140 م<sup>2</sup> للوحدة السكنية، بدون أن يؤخذ بالاعتبار، خلال التحليل، عمليات تدمير واستبدال المباني التي يزيد عمرها عن 75 عاماً. بلغ العدد الإجمالي لوحدات المباني السكنية الأولية التي سيتم بناؤها خلال فترة إجراء الدراسة (من 2010 إلى 2029) 294002 وحدة والمساحة الإجمالية لمنطقة الإنشاء 41160216 م<sup>2</sup>.

#### منطقة مباني المكاتب المتوقع بناؤها

في هذه الدراسة، سيتم اعتبار متوسط المساحة للمكتب الواحد 25 م<sup>2</sup>. يمثل الجدول 1 إجمالي مساحة المكاتب المتوقع بناؤها والتي تتلاءم والمعايير الحرارية الخاصة بكل منطقة.

الجدول 1 - التوقعات المرتبطة بمساحة مباني المكاتب التي تتلاءم  
والمعايير الحرارية بين العامين 2010 و2029

| مساحة المكتب (م <sup>2</sup> ) التي تتلاءم والمعايير الحرارية |           |                        |           |
|---|-----------|------------------------|-----------|
| المنطقة 1   | المنطقة 2 | المنطقة 3              | المنطقة 4 |
| %50   | %20       | %20                    | %10       |
| 895614  | 358245    | 358245                 | 179121    |
| المجموع   |           | 1791228 م <sup>2</sup> |           |

المنطقة 1: ساحلية

المنطقة 2: جبلية متوسطة الارتفاع غربية

المنطقة 3: الهضبة الداخلية

المنطقة 4: جبلية مرتفعة

1.2.1.2 النتائج: توفير الطاقة والتكاليف المترافقة

توفير الطاقة في مباني المكاتب

يمثل الجدول 2 التوفير المتوقع للطاقة في مباني المكاتب للفترة الممتدة بين 2010 و2029.

الجدول 2 - التوفير المتوقع للطاقة في مباني المكاتب (2010-2029)

| التوفير المتوقع للطاقة في كل منطقة (جيجاوات) | التوفير في التبريد |                        | التوفير في التدفئة |                        | الأمتار المكعبة المترجمة في كل منطقة -2010-2029 | توزيع مساحة البناء المتوقعة (%) | المنطقة المناخية                             |
|--|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|---------------------------------|--|
|  | جيجاوات            | جيجاوات/م <sup>2</sup> | جيجاوات            | جيجاوات/م <sup>2</sup> |   |                                 |  |
| 161225                                       | 98042              | 0.0135                 | 63183              | 0.0087                 | 7262405   | %50                             | ساحلية                                       |
| 183883                                       | 3776               | 0.0013                 | 180107             | 0.0620                 | 2904955   | %20                             | جبلية متوسطة الارتفاع وغربية                 |
| 567336                                       | 9295               | 0.0032                 | 558041             | 0.1921                 | 2904955   | %20                             | الهضبة الداخلية                              |
| 520283                                       | 1307               | 0.0009                 | 518976             | 0.3573                 | 1452495   | %10                             | منطقة جبلية مرتفعة                           |
|  | <b>112420</b>      |                        | <b>1320307</b>     |                        |   |                                 | التوفير المتوقع للطاقة وفقاً للنوع (جيجاوات) |
| <b>1432727</b>                               |                    |                        |                    |                        |   |                                 | إجمالي التوفير المتوقع للطاقة (جيجاوات)      |

#### توفير الطاقة في المباني السكنية

يمثل الجدول 3 التوفير المتوقع للطاقة في المباني السكنية للفترة الممتدة بين 2010 و 2029.

الجدول 3 - التوفير المتوقع للطاقة في المباني السكنية (2010-2029)

| المنطقة المناخية             | توزيع مساحة البناء المتوقع (%) | الأمتار المكعبة المتراكمة في كل منطقة -2010-2029 | التوفير في التدفئة     |                        | التوفير المتوقع للتبريد | التوفير المتوقع للطاقة في كل منطقة (جيجاوات) |
|------------------------------|--------------------------------|--|------------------------|------------------------|-------------------------|--|
|                              |                                |  | جيجاوات/م <sup>2</sup> | جيجاوات/م <sup>2</sup> |                         |  |
| ساحلية                       | 50%                            | 22048608<br>4                                    | 1389062                | 0.0063                 | 5534200                 | 6923262                                      |
| جبلية متوسطة الارتفاع وغربية | 20%                            | 88194433   | 12779373               | 0.1449                 | 784930                  | 13564303                                     |
| الهضبة الداخلية              | 20%                            | 88194433   | 17515414               | 0.1986                 | 1790347                 | 19305761                                     |
| منطقة جبلية مرتفعة           | 10%                            | 44097217   | 23508226               | 0.5331                 | 52916                   | 23561142                                     |
|                              |                                | التوفير المتوقع للطاقة وفقاً للنوع (جيجاوات)     |                        | 5519207<br>5           | 816239<br>3             |  |
|                              |                                | إجمالي التوفير المتوقع للطاقة (جيجاوات)          |                        |                        |                         | 6335446<br>8                                 |

#### ملخص عن نتائج توفير الطاقة وتكاليفها

يمكن للمعايير الحرارية للمباني في لبنان أن تنتج، خلال فترة تمتد على 20 عاماً (2010-2029)، تراجعاً في استخدام الطاقة يصل إلى حوالي 56 مليون جيجاوات من طاقة التدفئة الممكن توفيرها وحوالي 8 ملايين جيجاوات من طاقة التبريد الممكن توفيرها، وذلك كما هو ملخص في الجدول 4 أدناه.

#### الجدول 4 - ملخص عن توفير الطاقة وفقاً لنوع المباني

| توفير الطاقة    | التوفير لجهة التبريد<br>(جيجاوات) | التوفير لجهة التدفئة<br>(جيجاوات) | فئة البناء      |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 63354468        | 8162393                           | 55192075                          | المباني السكنية |
| 1432727         | 112420                            | 1320307                           | مباني المكاتب   |
| <b>64787195</b> | <b>8274813</b>                    | <b>56512382</b>                   | <b>المجموع</b>  |

من بين الفوائد البيئية المترتبة عن هذا تقادي حوالي 7 ملايين طن من ثاني أكسيد الكربون خلال 20 عاماً (الجدول 5)، أي ما يوازي 343500 طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً.

#### الجدول 5 - انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتوقع تفاديها (2010-2029)

| نوع الطاقة        | كمية الطاقة<br>بالجيجاوات | كمية الطاقة في<br>مليون طن من<br>مكافئ الوقود | مليون طن من<br>انبعاثات ثاني<br>أكسيد الكربون |
|-------------------|---------------------------|---|---|
| الكهرباء          | 8274813                   | 0.18  | 1.75  |
| الكهرباء          | 5651238                   | 0.12  | 1.16  |
| وقود الديزل/الغاز | 45209906                  | 1.00  | 3.34  |
| الخشب             | 5651238                   | 0.13  | 0.62  |
| <b>المجموع</b>    | <b>64787195</b>           | <b>1.43</b>                                   | <b>6.87</b>                                   |

وضعت الأرقام الواردة أعلاه انطلاقاً من مزيج كهرباء قائم على الوقود فقط، بالتالي، فإن أي تغيير في مزيج الوقود نحو مصادر أكثر نظافة من شأنه أن يخفض أرقام الانبعاثات. بالإضافة إلى هذا، ما زالت المعايير الحرارية للمباني قيد الدرس ولما تصبح إلزامية بعد عام 2010. لذا، تعتبر نسبة الحد من الانبعاثات المتوقعة في "دراسة تحليل الطاقة وجدواها الاقتصادية" (وزارة الأشغال العامة والنقل، 2005) مبالغ بها. وليس من المتوقع أن تصبح هذه المعايير إلزامية قبل العام 2012.

أما بالنسبة إلى كلفة الحد من انبعاثات غازات الدفيئة بفضل العزل الحراري للمباني، فتختلف جداً حسب التوفير المترافقة وذلك وفقاً لسعر الوقود ووقود الديزل. وقد أشارت التقديرات المتوسطة في هذا الدراسة أن نسبة التوفير تناهز 500 مليون دولار عام 2005، وهو رقم يعتبر أقل من الرقم الفعلي نظراً إلى ارتفاع أسعار المحروقات بين العامين 2005 و 2008 (السعر الأعلى) فضلاً عن التضخم وارتفاع أسعار البناء خلال الفترة عينها. وترد في الجدول 6 الأسعار المتوقعة للنفط الخام ووقود الديزل خلال السنوات العشرين المقبلة (مع سعر ثابت للدولار) والمعتمدة في "دراسة تحليل الطاقة وجدواها الاقتصادية". تم تطوير 3 سيناريوهات بأسعار مختلفة للطاقة بالدولار الأمريكي لبرميل النفط الخام والدولار الأمريكي للتريل ووقود الديزل. عام 2008، ارتفعت أسعار المحروقات بشكل كبير وبلغت 97 دولاراً أمريكياً للبرميل (وزارة المالية، 2010)، علماً بأنه ليس متوقعاً أن

تسجل سعراً أقل من 70 دولار أمريكي للبرميل قبل العام 2030، فيما لم ترتفع أسعار البناء كثيراً. وبالتالي، يمكن القول إن القيمة الفعلية لنسبة التوفير الناجمة عن تطبيق المعايير الحرارية للمباني تبلغ على الأقل مليار دولار أمريكي في السنة.

#### الجدول 6 - توقعات أسعار النفط الخام ووقود الديزل خلال 20 عاماً

| التعليقات                   | السعر (دولار أمريكي<br>2002/برميل) | البديل |
|-----------------------------|------------------------------------|--------|
| <b>النفط الخام</b>          |                                    |        |
| -20% عن الحالة القاعدية     | 20.452                             | منخفض  |
|                             | 25.565                             | قاعدي  |
| +20% عن الحالة القاعدية     | 30.678                             | مرتفع  |
| <b>وقود الديزل</b>          |                                    |        |
| 20% أقل من الحالة القاعدية  | 0.24                               | منخفض  |
|                             | 0.30                               | قاعدي  |
| 20% أكثر من الحالة القاعدية | 0.36                               | مرتفع  |

في الختام، تنتج أرقام تقديرات توفير الطاقة من التدابير ذات الجدوى الاقتصادية وهي تسلط الضوء على الآثار الإيجابية لتطبيق المعايير الحرارية للمباني في لبنان.

#### 1.2.2 حالة المباني القائمة

بالنسبة إلى المباني القائمة، التي تمثل أكبر نسبة مباني شهدتها البلد، يمكن ربط كل مبنى بمؤشر أداء الطاقة وذلك على قاعدة تقييم أدائه الحراري. ويمكن وضع خطة تنمية انطلاقاً من هذا النوع من التقييمات بهدف تحديث المباني القائمة بحيث يتحسن أدائها الحراري. بيد أن هذه الخطة مكلفة أكثر من عملية تطبيق المعايير على المباني الجديدة، ويستحيل تنفيذها بشكل فاعل إلا إذا تم تقديم الخطط التمويلية والتحفيزات المناسبة لأصحاب المباني.

من الناحيتين الفنية والعملية، يعتبر تحديث الجدران والأسطح والنوافذ في المباني القائمة أصعب من القيام بالعملية عينها في المباني التي تم تشييدها حديثاً. ولكن، ثمة خطوات مباشرة يمكن اتباعها بسهولة كاستبدال الزجاج ذات الطبقة الواحدة في الواجهات الجنوبية الغربية بزجاج ذات طبقتين أو وضع غطاء رقيق خاص على النوافذ.