

# تخفيف الانبعاثات

## الكهرباء

### 1.3 الخلفية

تؤمن شركة كهرباء لبنان الكهرباء في كل الأراضي اللبنانية وهي مسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها (شركة كهرباء لبنان، 2009). واجه هذا القطاع تحديات وصعوبات عديدة منها عدم قدرته على تلبية الطلب على الكهرباء خلال العقود القليلة الماضية والعجز الكبير الذي يعاني منه والذي يتطلب تحويلات مستمرة من الحكومة.

#### 1.3.1 السيناريو القاعدي

يقدم هذا الجزء لمحة سريعة عن أحدث خطة وضعت لقطاع الكهرباء في لبنان فضلاً عن سيناريو قاعدي والانبعاثات المترتبة عنه بين العامين 2004 (السنة القاعدية) و 2030.

##### 1.3.1.1 الخطط والاستراتيجيات ذات الصلة

ترد في ما يلي أبرز عناصر الخطة الاستراتيجية لقطاع الكهرباء التي نشرتها وزارة الطاقة والمياه في حزيران/يونيو 2010 وصادق عليها مجلس الوزراء والتي، إن نفذت مع تأمين الاستثمارات الإضافية الضرورية لتوسيع القدرة حتى العام 2030، سيكون لها أثر كبير في تلبية الطلب المتزايد (وزارة الطاقة والمياه، 2010). تناولت الخطة الاستراتيجية تلك التدابير التالية:

#### البنى التحتية

- التوليد: تستهدف سياسة التوليد إجمالي قدرة فعلية يصل إلى 4 آلاف ميغاوات بحلول العام 2014 و 5 آلاف ميغاوات بعدها من خلال:
  - إعادة تأهيل المحطات القائمة وصيانتها واستبدالها أو تحديثها لرفع مستوى قدرتها القصوى بحوالي 245 ميغاوات.
  - زيادة القدرة الفعلية من خلال محطات الطاقة التي تعمل على الوقود أو على التوربينات الغازية، الواردات والمحركات المترددة.
  - زياد حصة إنتاج الطاقة المائية بين العامين 2010 و 2015 من خلال صيانة المحطات القائمة وإعادة تأهيلها و/أو استبدالها.
  - التعريف عن فكرة الطاقة الهوائية بواسطة القطاع الخاص من خلال بناء مزارع هوائية بين العامين 2011 و 2013.
  - تشجيع القطاع الخاص على اعتماد تكنولوجيات "تحويل النفايات إلى طاقة" لتوليد الطاقة والتعمق في الطاقة الحرارية الجوفية.

- النقل: ستركز سياسة النقل على إزالة الاختناقات، الحد من الخسائر الناجمة عن النقل، إكمال إنشاء مرفق للمراقبة لضمان التواصل المناسب بين محطات توليد الكهرباء ومراكز التحميل يتمتع بدرجة عالية من المصدقية والاستقرار بأقل كلفة.
- التوزيع: ستركز سياسة التوزيع على الاستثمار في التخطيط لنشاطات التوزيع، وضعها، تشغيلها وصيانتها بما في ذلك وضع العدادات، إصدار الفواتير وتحصيلها عبر أنظمة حديثة وذكية.

### العرض والطلب

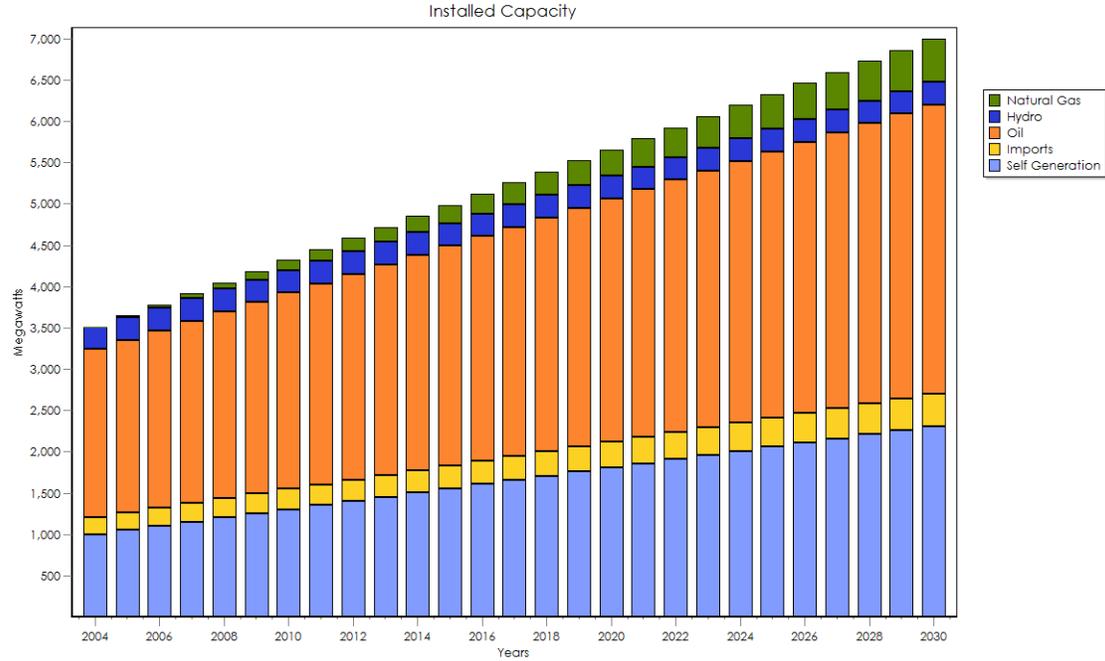
- مصادر الوقود: تقوم سياسة مصادر الوقود على التنوع والأمن حيث يتألف ثلثي خليط الوقود من الغاز الطبيعي بالإضافة إلى مصادر تموين عديدة أخرى؛ أكثر من 12 في المئة من خليط الوقود يتم تأمينه من مصادر الطاقة المتجددة؛ والنسبة المتبقية من مصادر أخرى للوقود مع اختيار تكنولوجيات تتلاءم والغاز الطبيعي والفيول أويل.
- الطاقة المتجددة: الهدف الأساسي منها هو تعزيز كل المبادرات العامة والخاصة والفردية لاعتماد استخدام الطاقات المتجددة بحيث تبلغ نسبة الإمدادات الكهربائية والحرارية 12 في المئة. بالإضافة إلى هذا، تم تناول العناصر التالية في الخطة الاستراتيجية لقطاع الكهرباء:
  - الإدارة الجانبية للطلب وتعزيز فاعلية الطاقة؛
  - إعادة هيكلة التعريفات القائمة للقضاء على العجز المالي الذي يعاني منه قطاع الكهرباء ووضع موازنة متوازنة لشركة كهرباء لبنان من جهة، وتخفيف العبء المالي على المواطنين الناجم عن استخدام المولدات الخاصة المكلفة من جهة أخرى؛
  - تعزيز الإطار القانوني والمؤسسي للقطاع.

### 1.3.1.2 الانبعاثات المتوقعة

نظراً إلى وجود العديد من الخطط التي تم التصديق عليها بدون تنفيذها بشكل فاعل، ونظراً إلى أن تنفيذ الخطة التي وضعت عام 2010 لم يبدأ بعد كما كان مخططاً له، قام السيناريو القاعدي على فكرة استمرار التوجّه الحالي هذا حتى العام 2030، وبخاصة:

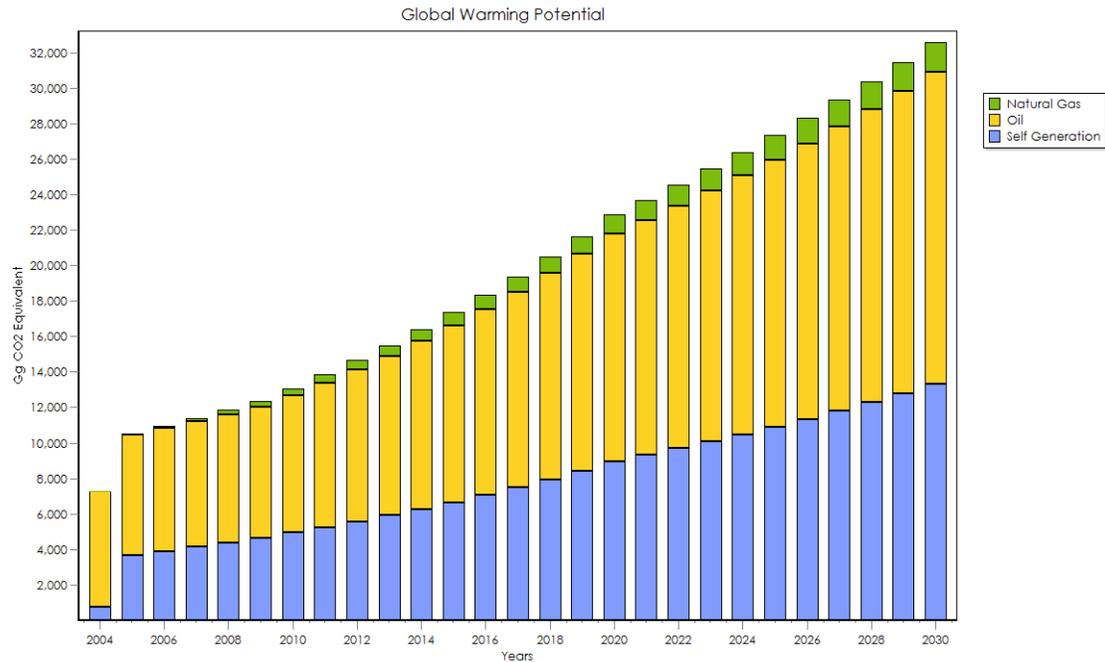
- الطلب الذي سيفوق التوليد؛
  - الاعتماد الواسع على التوليد الذاتي والذي سيشكل دائماً 33 في المئة من إجمالي الطلب؛
  - اعتبار الوقود والديزل نوعي المحروقات الأساسيين المستخدمين في محطات التوليد والمولدات الخاصة (تشكل محطات التوليد التي تعمل على الوقود وحدها 50 في المئة من إجمالي هذه القدرة).
- تم إدخال البيانات والافتراضات المعتمدة في السيناريو القاعدي لقطاع الكهرباء إلى نظام التخطيط الطويل الأمد لبدائل الطاقة وتم استخدام معاملات انبعاثات المستوى الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لاحتساب الانبعاثات ذات الصلة. ويرد تفصيل إجمالي القدرة الفعلية لمحطات توليد الكهرباء في لبنان في إطار السيناريو القاعدي في الرسم 1-1.

بلغت نسبة انبعاثات غازات الدفيئة للعام 2004 حوالي 7261 جيغرام من مكافئات ثاني أكسيد الكربون ومن المتوقع أن تصل نسبة الانبعاثات عيناها إلى 32569 جيغرام من مكافئات ثاني أكسيد الكربون بحلول العام 2030 وذلك في إطار السيناريو القاعدي، بما في ذلك التوليد الذاتي (الرسم 1-2).



3

الرسم 1-1 تفصيل إجمالي القدرة الفعلية في إطار السيناريو القاعدي

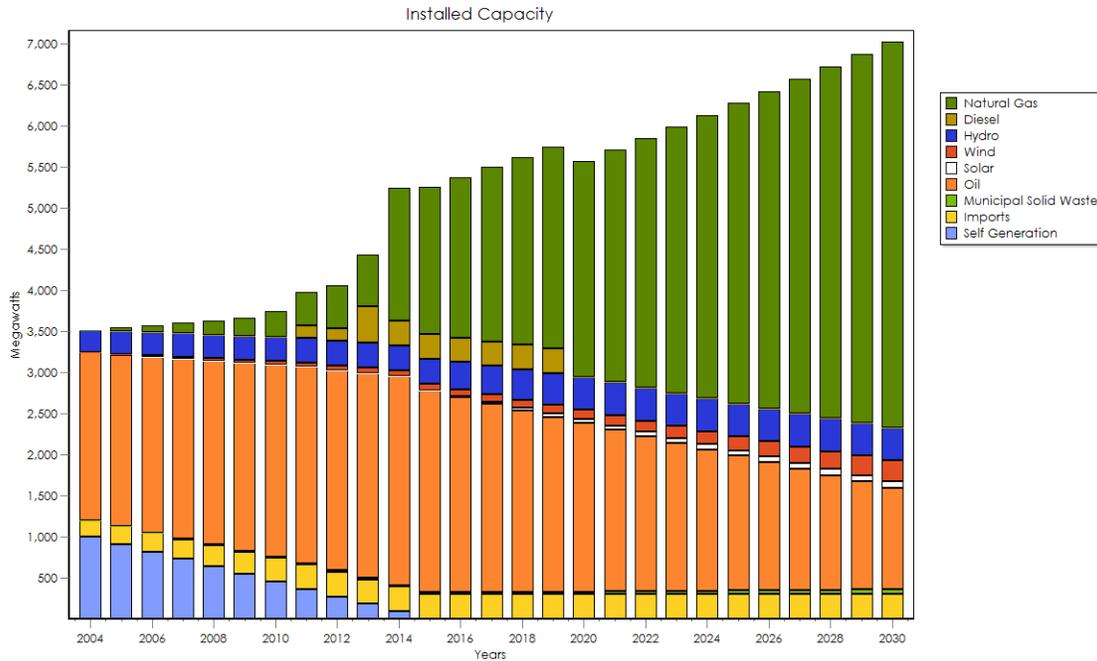


الرسم 2-1 انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن قطاع الكهرباء في إطار السيناريو القاعدي

### 1.3.2 سيناريوهات التخفيف من الانبعاثات

#### 1.3.2.1 سيناريوهات التخفيف من الانبعاثات التي تم انتقاؤها

تم الأخذ بسيناريوهين للتخفيف من الانبعاثات وتحليلهما لقطاع الكهرباء على النحو المفصل أدناه. السيناريو الأول للتخفيف من الانبعاثات: تطبيق أحدث الخطط الاستراتيجية التي وضعتها وزارة الطاقة والمياه لقطاع الكهرباء ورفع مستوى القدرة لفترة ما بعد 2015 لتلبية الطلب المتزايد. نظراً إلى أن تطبيق الخطة الاستراتيجية للقطاع لم يبدأ بعد كما كان مخططاً له في صيف 2010، شأنها شأن العديد من الخطط السابقة، سيقوم السيناريو الأول على اعتبار تطبيق هذه الخطة بحلول العام 2015 ورفع مستوى قدرة محطات التوليد (حوالي 3500 ميغاوات بين العامين 2015 و 2030 انطلاقاً من خليط الوقود الذي يشكل الغاز الطبيعي ثلثيه بالإضافة إلى الطاقة المتجددة) وذلك لتلبية الطلب المتزايد حتى العام 2030. ومن شأن نسبة تكنولوجيات الطاقة المتجددة أن تبلغ 11.4 في المئة بحلول العام 2030، وهو تقدير معتدل. يمثل الرسم 1-3 تفصيل إجمالي القدرة الفعلية لمحطات توليد الكهرباء في إطار السيناريو الأول للتخفيف من الانبعاثات.

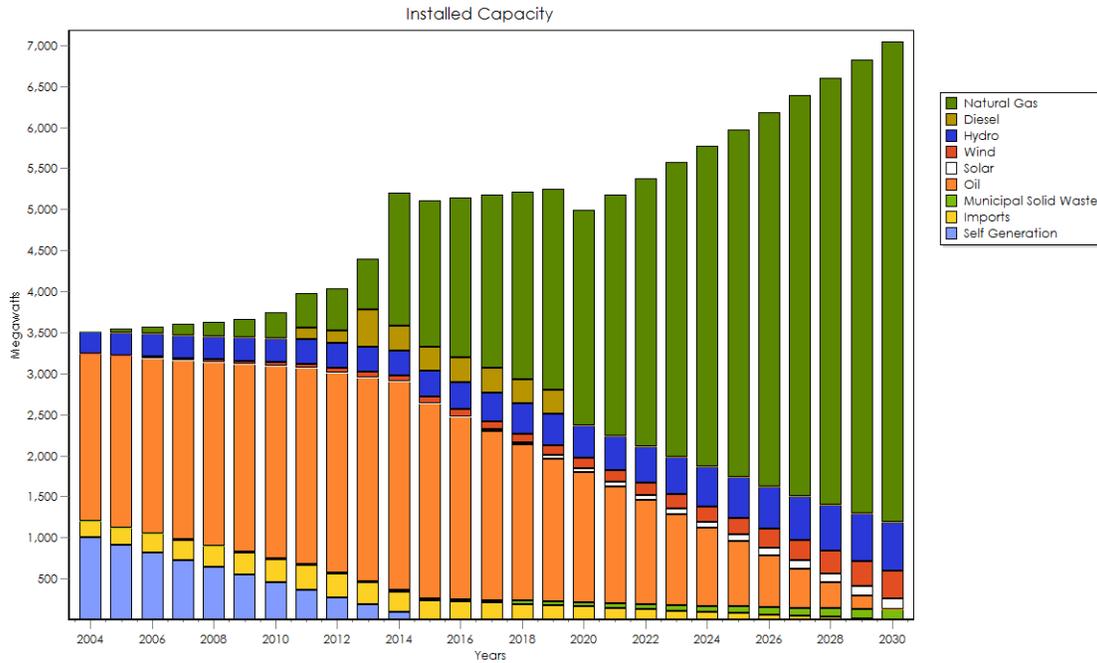


الرسم 1-3 تفصيل إجمالي القدرة الفعلية في إطار السيناريو الأول للتخفيف من الانبعاثات

السيناريو الثاني لتخفيف الانبعاثات: تطبيق الخطة الاستراتيجية لوزارة الطاقة والمياه بالإضافة إلى الانتقال الكامل إلى استخدام الغاز، بدون أي استيراد للكهرباء وزيادة باستخدام تكنولوجيات الطاقات المتجددة بحلول العام 2030.

يقوم السيناريو الثاني على اعتبار تطبيق الخطة الاستراتيجية لوزارة الطاقة والمياه والقيام برفع مستوى القدرة الضرورية لكن مع انتقال تام من قبل محطات توليد الكهرباء التي تعمل على الوقود إلى استخدام الغاز الطبيعي بحلول العام 2030، وبدون أي استيراد للكهرباء بحلول العام عينه واستخدام أكبر لتكنولوجيات الطاقة المتجددة (17 في المئة مقارنةً بـ 11.4 في المئة).

يمثل الرسم 1-4 تفصيل إجمالي القدرة الفعلية لمحطات توليد الكهرباء في إطار السيناريو الثاني للتخفيف من الانبعاثات.

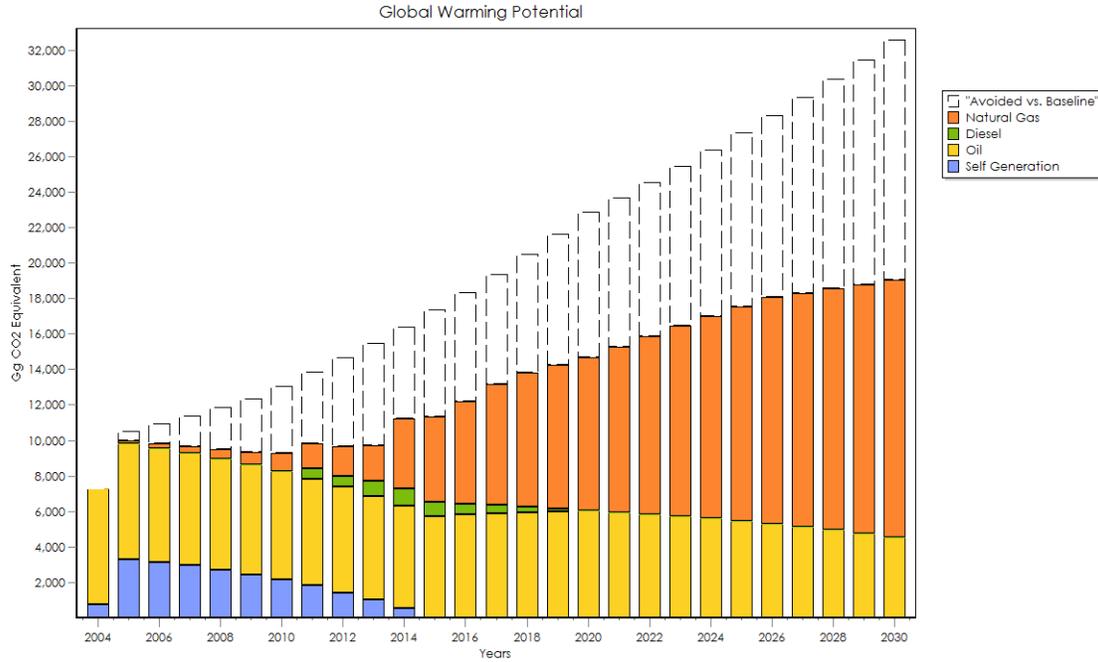


الرسم 1-4 تفصيل إجمالي القدرة الفعلية في إطار السيناريو الثاني للتخفيف من الانبعاثات

### 1.3.2.2 الحد من الانبعاثات وتكاليف سيناريو هي تخفيف الانبعاثات

#### السيناريو الأول

يمثل الرسم 1-5 الحد التراكمي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار السيناريو الأول الذي يصل حتى 177912 جيجا جول من مكافئات ثاني أكسيد الكربون بين العامين 2011 و 2030 أو التراجع بنسبة 33 في المئة عن العام 2004 وهي نسبة كبيرة. أما نسبة الحد من الانبعاثات في العام 2030 فتناهز الـ 41.6 في المئة.



### الرسم 1-5 انبعاثات غازات الدفيئة والانبعاثات التي تم تجنبها في إطار السيناريو الأول

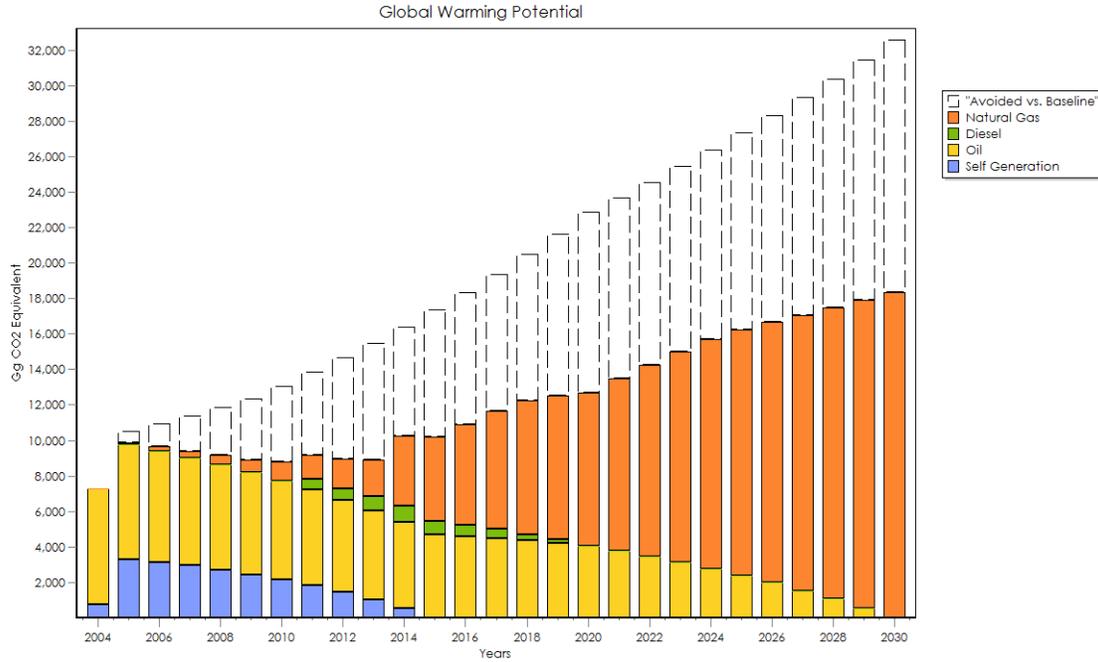
تم احتساب إجمالي التكاليف المخفّضة وتكاليف الوحدات في إطار السيناريو الأول على هذا الأساس بمعدّلي اقتطاع بلغا 10 و 15 في المئة كما هو وارد في الجدول 1-1.

الجدول 1-1 إجمالي الكلفة المخفّضة وكلفة الوحدة في إطار السيناريو الأول للتخفيف من الانبعاثات بمعدلات اقتطاع مختلفة

كلفة الوحدة المخفّضة (دولار أمريكي/طن من مكافئات ثاني أكسيد الكربون)	إجمالي الكلفة المخفّضة (دولار أمريكي)	معدل الاقتطاع
41.08	6.94 مليار	% 10
38.63	6.53 مليار	% 15

### السيناريو الثاني

يمثل الرسم 1-6 الحد التراكمي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار السيناريو الثاني والذي يصل حتى 204768 جيجاغرام من مكافئات ثاني أكسيد الكربون بين العامين 2011 و 2030، أو التراجع بنسبة 38 في المئة عن العام 2004 وهي نسبة أكبر من تلك الواردة في السيناريو الأول. أما نسبة الحد من الانبعاثات في العام 2030 فتتأخر الـ 43.6 في المئة.



### الرسم 1-6 انبعاثات غازات الدفيئة والانبعاثات التي تم تجنبها في إطار السيناريو الثاني

تظهر المقارنة بين السيناريوهين الأول والثاني أن السيناريو الأخير يحدّ من نسبة انبعاث ثاني أكسيد الكربون بنسبة 26856 جيجاغرام أكثر من السيناريو الأول أو أكثر بـ 7.5 في المئة بين العامين 2004 و 2030. تم احتساب نتائج إجمالي التكاليف المخفضة وتكاليف الوحدة في إطار السيناريو الثاني للتخفيف من الانبعاثات على هذا الأساس بمعدلي اقتطاع بلغا 10 و 15 في المئة كما هو وارد في الجدول 1-2.

الجدول 1-2 إجمالي الكلفة المخفضة وكلفة الوحدة في إطار السيناريو الثاني للتخفيف من الانبعاثات بمعدلات اقتطاع مختلفة

كلفة الوحدة المخفضة (دولار أمريكي/طن من مكافئات ثاني أكسيد الكربون)	إجمالي الكلفة المخفضة (دولار أمريكي)	معدل الاقتطاع
44.59	8.68 مليار	10%
40.69	7.92 مليار	15%

لا يبراد لهذه الأرقام أن تقارن فقط لأغراض تتعلق بالسيناريوهين اللذين تم الأخذ بهما لإظهار النسبة القصوى الممكنة للحد من الانبعاثات والتكاليف المرتبطة بها. ومن المتوقع أنه كلما زاد الانتقال إلى التكنولوجيات النظيفة كلما ارتفعت الكلفة، كما هي الحال في السيناريو الثاني. وكلما توفرت الأموال، كلما ارتفعت نسبة الاستثمار لزيادة نسبة انواع الوقود النظيفة (الغاز الطبيعي والطاقت المتجددة) في عملية توليد الطاقة - كما هي الحال في السيناريو الثاني - فتراجع معه كمية انبعاثات غازات الدفيئة.

### 1.3.3 استراتيجية التخفيف من الانبعاثات

تقوم لستراتيجية التخفيف من الانبعاثات أساساً على تطبيق العناصر الواردة في الخطة الاستراتيجية لقطاع الكهرباء (وزارة الطاقة والمياه، 2010) الواردة أعلاه، والتي تتناول مشكلة قطاع الكهرباء بطريقة شاملة ومتكاملة.

بالنسبة إلى تنويع إمدادات الوقود وزيادة المقترحة لقدرة محطات التوليد التي تعمل على التوربينات الغازية بغية توليد معظم القدرة الضرورية، يمكن للغاز الطبيعي السائل أن يخفف الضغط على المدى المتوسط والبعيد وذلك من خلال (بوتن وبارتنرز، 2009):

- تخفيف كلفة التوليد بشكل كبير خاصة في محطة الزهراني التي تعمل على التوربينات الغازية وذلك من خلال نقل الوقود المقطر؛
  - تشجيع رفع مستوى قدرة التوليد للمحطات التي تعمل على التوربينات الغازية في الجنوب.
- ثمة خياران ممكنان لتأمين الغاز الطبيعي لمحطات توليد الطاقة:
- أنبوب غاز يمتد على طول الخط الساحلي بين البداوي وصور وهو وارد في الخطة الاستراتيجية لوزارة الطاقة والمياه بهدف تغذية جميع محطات توليد الطاقة الممتدة على الساحل. وبحسب دراسة أجراها بوتن وشركاؤه (2009)، من شأن هذه العملية أن تكون مكلفة وكميات الغاز التي ستصل إلى منطقة البداوي لن تكون كافية.
  - إنشاء وحدة عائمة للتخزين وإعادة التغويز ثابتة على المياه الساحلية يتم فيها نقل الغاز السائل من سفينة إلى أخرى وترتبط بالبرّ بواسطة أنبوب غاز تحت المياه، في حالة محطة الزهراني لتوليد الكهرباء (بوتن وشركاؤه، 2009).

من شأن اعتماد حل الوحدة العائمة للتخزين وإعادة التغويز لتأمين الغاز الطبيعي السائل في الزهراني أن يؤدي إلى توفير حوالى 75 إلى 80 مليون دولار سنوياً، وتوليد معدل عائدات داخلي يتجاوز 90 في المئة واسترداد الاستثمار بغضون عام أو عامين. ويمكن أن يكون حل زيادة قدرة الزهراني اقتراحاً مفيداً على المدى البعيد نظراً إلى تكاليف تجديد دورة حياة الغاز السائل الشبيهة بتلك الخاصة بالفحم باستثناء آثار هذا الأخير السلبية على البيئة.