الحياد المناخي:

بدء العد التنازلي

القمة العالمية للحكومات 2023

بالتعاون مع

ARTHUR D LITTLE

إلهام الجيل القادم **من الحكومات وتمكينه**

القمة العالمية للحكومات هي منصة عالمية تهدف إلى استشراف مستقبل الحكومات حول العالم، تحدد لدى انعقادها سنوياً برنامج عمل حكومات المستقبل مع التركيز على تسخير التكنولوجيا والابتكار لمواجهة التحديات التي تواجه البشرية.

تبحث القمة العالمية للحكومات في نقاط الالتقاء ما بين العمل الحكومي واستشراف المستقبل والتكنولوجيا والابتكار، وهي منصة لتبادل المعرفة بين قادة الفكر ومركز للتواصل بين صنّاع السياسات والخبراء والروّاد في سبيل تحقيق التنمية البشرية وإحداث تأثيرات إيجابية على حياة المواطنين في جميع أنحاء العالم.

وتعتبر القمة العالمية للحكومات بوابة نحو المستقبل، إذ توفر مساحة لتحليل التوجّهات والمخاوف والفرص المستقبليّة، وميداناً لعرض آخر الابتكارات وأفضل الممارسات والحلول الذكيّة التي تحث على الإلهام وتحفّز الإبداع من أجل مواجهة التحدّيات المستقبليّة.

جدول المحتويات

الموضوعات

1.0 مقدمة 06

2.0 تحدي تحقيق التحول 08
2.1 الإدارة الجريئة 10
2.2 الخيارات التكنولوجية 12

التحول للحياد المناخي: التركيز القطاعي

3.0 المرافق 18
3.1 مواكبة الحياد المناخي 19
3.2 قيادة المهمة 20
3.3 الخيارات التكنولوجية 22
3.4 التحديات والمخاطر التي تواجه عملية التنفيذ 23

4.0 قطاع الصناعة 24
4.1 الشركات الرائدة 25
4.2 خيارات التكنولوجيا وتحدياتها 27

5.0 النقل 30
5.1 انبعاثات الغاز الدفيئة 31
5.2 الخطوات الجريئة التي اتخذتها شركات النقل 32
5.3 خيارات التكنولوجيا وتحدياتها 36
5.4 أولويات التنفيذ 39

6.0 النفط والغاز 42
6.1 التزام شركات النفط والغاز بتحقيق الحياد المناخي 43
6.2 التقنيات وتحدياتها الرئيسية 45
6.3 نظرة فاحصة لتقنية احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه 48
6.4 أولويات التنفيذ 51

7.0 النطاق 3 – الإنجاز الأكبر 54
7.1 انبعاثات النطاق3 في الشركات الكيميائية 58
7.2 خفض انبعاثات النطاق3 من خلال المشتريات 61

8.0 التمويل 64
8.1 التحديات التي تواجه التمويل 65
8.2 خيارات التمويل 66
8.3 البيانات، والتقارير، والممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة 68

9.0 عوامل تمكين التحول 70
9.1 النموذج التشغيلي 71
9.2 القدرات وطريقة التفكير 72

10.0 الدعوة للعمل 74

11.0 الشكر والتقدير 78

12.0 المؤلفون والمساهمون 80

13.0 المراجع 82

1.0 مقدمة

يبدو أن العالم قد اقترب من نقطة اللاعودة، إذ أعلنت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، وغيرها من الجهات، تحذيراتها: بأن هناك صعوبات متزايدة[1] في تحقيق سيناريو الـ1.5 درجة مئوية، وأنه على الرغم من الانخفاض الذي تسببت فيه جائحة كوفيد-19، حين انخفضت الانبعاثات بنسبة 5.6% مقارنة بعام 2019[2]، سرعان ما عادت الأمور إلى ما كانت عليه، إذ ارتفعت الانبعاثات مرة أخرى بنسبة 6% في العام التالي[3]. وفيما يتعلق بميزانية الكربون، سنجد أن العالم ما يزال في حاجة إلى إنفاق ما يقرب من 400 مليار[4] طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون حتى عام 2050. ببساطة، صارت التوقعات المستقبلية غير جيدة.

لكن تظل هناك بارقة أمل. بحلول عام 2022، تعهدت 70 دولة تمثل 90% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي[5]، و76% من إجمالي الانبعاثات[6] بتحقيق الحياد المناخي، وكان هناك المزيد من التركيز على تنفيذ هذا الهدف خلال مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP27) الذي أقيم في شرم الشيخ. وبالنظر إلى المستقبل القريب، سيكون مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP28)، الذي ستستضيفه دولة الإمارات العربية المتحدة في شهر ديسمبر 2023، بمثابة فرصة متميزة لتقييم الوضع الراهن، ويمكن أن يرى العالم تقدماً حقيقياً يتجاوز مجرد النوايا الحسنة.

تتجه أنظار العالم بترقب إلى شهر ديسمبر المقبل. ولن تكون الحكومات وحدها هي من يسعى للوفاء بتعهداتها بتحقيق الحياد المناخي. فهناك، حتى الآن، 702 شركة من أكبر الشركات المتداولة علناً في العالم، تتعهد بتحقيق ذات الهدف، حيث أعلنت 18,700 شركة تأثيراتها على المناخ والغابات والأمن المائي خلال عام 2022 عبر نظام الإفصاح غير الربحي الخاص بمشروع الإفصاح عن انبعاثات الكربون (CDP)[8]. في الوقت ذاته، هناك 2,200 شركة تمثل أكثر من ثلث القيمة السوقية العالمية تعمل على مبادرة الأهداف القائمة على العلم (SBTi) لاعتماد أهدافها[9].

يختلف مدى الالتزام الذي تتعهد به الشركات لإزالة الكربون ونوعه باختلاف المناطق الجغرافية، لكن هناك شيء واحد يجمع بين كل الشركات في جميع أنحاء العالم: أنه سيتعين عليها جميعاً، في رحلتها نحو تحقيق الحياد المناخي، أن تتعمق في تنظيمها الداخلي وأن تتفاعل مع جميع الأطراف في نظامها البيئي لضمان الوفاء بوعودها.

2.0 تحدي تحقيق التحول

يمثل تنفيذ التعهدات بتحقيق الحياد المناخي تحدياً قيادياً للشركات كافة. فعلى الرغم من أن حجم هذا التحدي وتعقيداته صار أمراً مقبولاً بشكل عام، إلا أنه لا يوجد نهج موحد يمكن للشركات أن تتبعه. لذلك، سيكون أمام قيادات الشركة خيارات استراتيجية حاسمة وسيتعين عليهم اتخاذ إجراءات جريئة للإسراع في تحقيق أهداف الحياد المناخي الذي يحتاجه العالم بشدة.

وكبداية، يتعين على قادة الشركات طرح الأسئلة الرئيسية التالية لرسم ملامح رحلتهم نحو تحقيق الحياد المناخي والإسراع في تنفيذها:

الإدارة الجريئة:

إلى أي مدى من الجرأة والشمول ينبغي أن تكون أهداف خفض الانبعاثات؟

- هل ينبغي على الشركة أن تتبع نهج "النطاق 1 و2 و3" لتصنيف انبعاثات الغاز الدفيئة (GHG)، كما هو منصوص عليه في معيار الشركة الخاص ببروتوكول الانبعاثات الغازية الدفيئة؟ انبعاثات النطاق1 هي الانبعاثات المباشرة الصادرة عن الأصول التي تمتلكها أو تديرها الشركة، وتأتي انبعاثات النطاق2 نتيجة توليد الطاقة التي يتم شراؤها من الموردين، أما انبعاثات النطاق3 فتشمل جميع الانبعاثات غير المباشرة الأخرى والتي تنتج على طول سلسلة القيمة الخاصة بالشركة.
- هل ينبغي أن تضع الشركة أهدافاً صارمة تتعلق بهذه النطاقات ليتم تحقيقها بحلول عام 2030 وعام 2050؟ فحالياً، تلتزم الشركات بالإفصاح عن انبعاثات النطاق1 والنطاق2 فقط، لكن الإفصاح عن انبعاثات النطاق3 ما زال يتم بشكل تطوعي وأكثر صعوبة.
- هل ستقوم الشركة بتغييرات جذرية في محفظة أعمالها، وتسعى لاعتماد نماذج أعمال جديدة، وإعادة تخصيص الموارد وفقاً لذلك؟
- هل ينبغي على الشركة المساهمة بشكل استباقي في بناء نظام بيئي أخضر حول نطاق أعمالها؟

تكنولوجيا خفض الانبعاثات:

ما هي مجموعة التقنيات التي ينبغي أن تطبقها الشركة لتسريع وتيرة خفض الانبعاثات وتوفير مسارات لها؟

- ما هي التقنيات المتاحة التي ينبغي أن تعتمدها الشركة وتنفذها على نطاق واسع؟
- هل ينبغي على الشركة أن تقود هذا الأمر من خلال الاستثمار في تقنيات بعينها، أم ينبغي عليها أن تحذو حذو شركات أخرى؟
- ما هي التقنيات الناشئة التي ينبغي أن تساهم الشركة في دعمها؟

التمويل:

ما الذي اتخاذه عمله لتوفير التمويل لمشاريع الحياد المناخي المعتمدة على التكنولوجيا؟

- كيف يمكن للشركة تحديد أولويات التمويل وتخصيصه في مبادراتها الخاصة بتحقيق الحياد المناخي؟
- ما هي التحديات الرئيسية التي قد تمنع مجتمع الإقراض من تقديم التمويل للمشاريع الكبرى التي تعتمد على التكنولوجيا؟
- ما هي نماذج التمويل المستقبلية التي ينبغي تطويرها لتقديم حلول تمويلية مخصصة؟

القدرات التمكينية:

ما هي القدرات التي تحتاج إليها الشركة لتعزيز وضعها التنافسي مستقبلاً؟

- كيف يمكن للشركة إعداد وإدارة برنامج تحولي شامل لجميع قطاعات الشركة، يضم نماذج التشغيل ومؤشرات الأداء الرئيسية؟
- ما الذي ستحتاجه الشركة من عقليات وأفراد وقدرات لإدارة البيانات والقياس؟
- كيف يمكن للشركة إدارة المخاطر والتنسيق بين البدائل المختلفة؟

الإدارة الجريئة

قبيل انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP27) كان الحديث يدور حول الالتزام بالتعهدات. بينما ينصب التركيز قبل انعقاد مؤتمر (COP28) على تسريع الإجراءات وتحقيق النتائج. الأمر الذي يتطلب إجراءات جريئة من قادة الشركات حول العالم.

البداية من القمة

تبدأ القرارات الجريئة من مجلس إدارة الشركة، وقد حددت دراسة مشتركة حديثة[10] أجرتها كلية INSEAD لإدارة الأعمال بالتعاون مع شركة "Heidrick and Struggles" الاستشارية العالمية أبرز التحديات. فبينما أشار 75% من أعضاء مجلس الإدارة الذين شملتهم الدراسة إلى أهمية التغير المناخي لتحقيق النجاح الاستراتيجي للشركة، كان 50% منهم غير راضين عن التقارير التي ترفعها الشركة إلى مجلس الإدارة بشأن هذا التحدي.

ويوضح ذلك أهمية قيام مجلس إدارة الشركة بتحديد الغرض والأهداف الصحيحة للشركة، وتشجيع الاتصال المؤسسي القوي في جميع قطاعات الشركة. ففي سياق الممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG)، ينبغي أن يكون التغير المناخي جزءًا لا يتجزأ من استراتيجية العمل، وينبغي أن يظل مجلس الإدارة على اطلاع دائم بما يتم إحرازه من تقدم في هذا الصدد. ويتطلب ذلك من مجلس إدارة الشركة توجيه أسئلة إلى فرق الإدارة لديه حول ما إذا كانوا يقومون بإجراءات صارمة بما يكفي لتنفيذ خطط خفض الانبعاثات، تماماً كما يفعلون لمتابعة استراتيجية الشركة ونتائج أعمالها على نطاق أوسع.

كذلك ينبغي أن يكون مجلس إدارة الشركة على دراية بفرص النمو التي يمكن أن يوفرها الحياد المناخي. فكما هو الحال في جميع التحولات الاقتصادية، سيوفر التحول الذي يشهده قطاع الطاقة حالياً فرصاً كبيرة لتحقيق الأرباح تنتظر من يستغلها. على سبيل المثال، لن يوفر الهيدروجين فرصة أمام المنتجين فحسب، بل سيوفر فرصاً أخرى مثل خلايا الوقود بالنسبة لقطاع النقل، والمواد الخام بالنسبة لقطاع الكيماويات واستخدامات التدفئة، وخدمات البنية التحتية ذات الصلة وغيرها الكثير.

وهنا ينبغي على مجالس الإدارات، مرة أخرى، أن تطرح الأسئلة الصحيحة على الرؤساء التنفيذيين وفرق الإدارة لديهم. وبالتحديد: هل تقوم الشركة باستكشاف فرص النمو المستقبلية القائمة على التكنولوجيا؟ وهل تضع الاستراتيجيات المناسبة لاستغلال هذه الفرص؟

ومن أجل طرح الأسئلة الصحيحة وتوجيه الشركة إلى الطريق الصحيح، ينبغي أن يضم مجلس الإدارة أعضاء على دراية بالنطاق الأوسع للإمكانات التكنولوجية، ولديهم معرفة بالمجالات الأخرى ذات الصلة. وعندما يغيب مثل هؤلاء الخبراء، يكون من الضروري الاستعانة بخبراء خارجيين. على سبيل المثال، بدأت بعض الشركات في إنشاء لجان للاستدامة/المعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة لطرح الرؤى وتقديم الدعم المستهدف.

التفكير في السيناريوهات المختلفة

على الرغم من الظروف غير المسبوقة والتحديات التي تواجهها بيئة التشغيل العالمية، من المتوقع أن تنمو مصادر الطاقة المتجددة بمعدل أسرع كثيراً من ذي قبل. في الواقع، تتوقع الوكالة الدولية للطاقة أن تشكل مصادر الطاقة المتجددة 35% من مزيج الطاقة العالمي بحلول عام 2025[11].

ومع تسارع وتيرة التحول في قطاع الطاقة، ينبغي أن تفكر الشركات الآن في سيناريوهات مختلفة عند تخطيط مسارها نحو تحقيق الحياد المناخي. ولتحقيق ذلك، ينبغي وضع نماذج لسيناريوهات (i) تعكس المتطلبات اللازمة لاتخاذ القرارات الخاصة بالاستدامة (ii) وتوضح المزيد من التفاصيل فيما يتعلق بتأثير قرارات تعزيز الاستدامة على مستوى محفظة الأعمال (iii) وتضع في الاعتبار عاملي السرعة والتوقيت.

وسيكون العامل المؤثر هنا هو القدرة على التحرك السريع لوضع الإجراءات الخاصة بتحقيق الحياد المناخي، وتحديد المراحل والمعالم الرئيسية لكل سيناريو من السيناريوهات. وبالطبع ستكون الشفافية فيما يتعلق بما يتم تحقيقه من تقدم أمراً ضرورياً لضمان ثقة الشركاء على مدار فترة التنفيذ.

اتخاذ خطوات جريئة

ينبغي أن تُثبت الشركات الرائدة أنها اتخذت قرارات جريئة فيما يتعلق بتحقيق أهداف خفض الانبعاثات، وكذلك التعديلات الخاصة بالمحفظة الاستثمارية، وقرارات الإنتاج، والاستثمار في البحث والتطوير. وبنفس القدر من الأهمية، ينبغي على الشركات تخصيص الموارد اللازمة لتنفيذ هذه القرارات.

الانبعاثات:

فيما يتعلق بالانبعاثات، من المتوقع أن يبذل القادة قصارى جهدهم من أجل:

- إدراج انبعاثات النطاق1و2و3 ضمن التزاماتها بخفض الانبعاثات
- التأكد من أن أهداف الشركة تتوافق مع مبادرة الأهداف القائمة على العلم
- مواصلة تنفيذ استراتيجيات صارمة لخفض الانبعاثات حتى عام 2030

نماذج الأعمال:

فيما يتعلق بالتعديلات الخاصة بمحفظة الشركات والتغييرات في نماذج الأعمال، ينبغي على القيادات الجريئة أن تتخذ إجراءات حاسمة، مثل:

- التخلص من قدرات الطاقة غير الصديقة للبيئة
- تحديد مجالات عمل جديدة والالتزام بها

تخصيص الموارد:

- تحتاج الشركات الرائدة إلى تخصيص الموارد/التمويل اللازم لتنفيذ برامج ومبادرات إزالة الكربون. وقد تختلف صورة هذا التخصيص باختلاف سياق العمل. على سبيل المثال، قد يأتي التمويل في صورة حصة من النفقات الرأسمالية لإزالة الكربون، أو يأتي ضمن ميزانية البحث والتطوير.

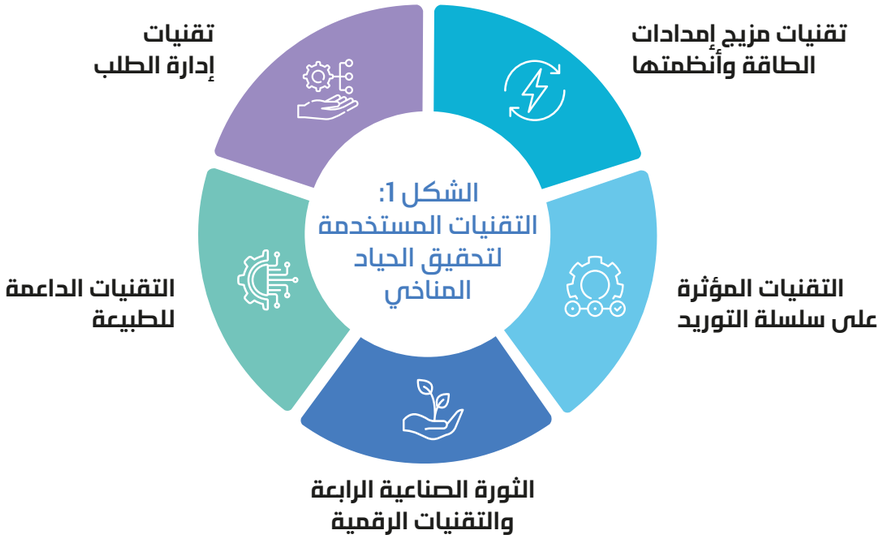
وعلى الرغم من عدم وجود دراسة واحدة دقيقة تقدم ملخصاً للخطوات الجريئة التي اتخذتها الشركات جميعاً، فإن الدلائل تشير إلى أن عدداً كبيراً من الشركات قد تحركت بقوة لتسريع عملية إزالة الكربون. على سبيل المثال، قامت أكثر من 220 شركة بإدراج النطاق1،و2،و3 ضمن التزاماتها الخاصة بخفض الانبعاثات[12] وتعهدت بعض الشركات متعددة الجنسيات مثل "شل"، و"نستله" و"فورد" بخفض انبعاثاتها بنسبة تتراوح بين 40% و50% بحلول عام 2030، والوصول إلى تحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050.

وقررت الشركات الرائدة الأخرى تغيير محفظة أعمالها ومباشرة أعمال جديدة من أجل استغلال الفرص التي ستتوفر في العالم الخالي من الكربون. على سبيل المثال، اتخذت شركة الطاقة الأسترالية، "Origin"، قراراً بإغلاق مصانع الفحم لديها بحلول عام 2023[13]، بينما بدأت شركة "Reliance Industries" في الهند برنامجاً ضخماً لإزالة الكربون من عملياتها[14].

الخيارات التكنولوجية

تعتبر التكنولوجيا هي الأداة الرئيسية التي تستخدمها الشركات لخفض الانبعاثات، ومع ذلك، يظل اختيار أنواع التكنولوجيا المناسبة مهمة صعبة وسط المتغيرات التي يشهدها السوق والتقنيات واللوائح التنظيمية.

الشكل 1: التقنيات المستخدمة لتحقيق الحياد المناخي



- الطاقة المتجددة (كالطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية)
- الطاقة النووية
- الهيدروجين (كمصدر للطاقة أو وقود)
- احتجاز الكربون وتخزينه
- تخزين الطاقة (مثل تخزين البطاريات، والبطاريات المائية التي يتم ضخها، وبطاريات التدفق)

- السيارات الكهربائية
- الوقود الإلكتروني (مثل وقود الطيران المستدام)

- التقنيات الرقمية (مثل إنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، والتقنيات السحابية والتوائم الرقمية)
- البيانات (مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات)

- من النفايات إلى X (مثل الغاز أو الطاقة الشمسية)
- إعادة التشجير (مثل أشجار المانغروف)
- الزراعة (مثل الزراعة التجديدية والعضوية)
- إدارة الأراضي والمياه
- إدارة النفايات (مثل تحويل النفايات إلى طاقة، وتحويل النفايات إلى مواد كيميائية، والمعالجة الحرارية)

- كفاءة استخدام الطاقة (مثل الأنظمة الفعالة للتدفئة والتهوية وتكييف الهواء، ومحركات الجيل الجديد، والمضخات، والضواغط، والإضاءة والأجهزة الموفرة للطاقة)
- التدوير (مثل المواد الخام الحيوية، وإعادة التدوير الميكانيكية والكيميائية)

أحد أهم التحديات التي تواجه صناع القرار داخل الشركة هو وجود فئات فرعية متعددة لأشكال التكنولوجيا المختلفة. على سبيل المثال، يمكن تصنيف الهيدروجين بحسب اللون (كالأخضر أو الأزرق أو الرمادي) مع وجود محددات تقنية متعددة والعديد من الخيارات الخاصة بتقنيات المحلل الكهربائي وجهاز الضاغط. كذلك يمكن أن تختلف مستويات نضج التكنولوجيا أو جدواها التجارية، بما يضيف المزيد من التعقيد على الاختيار. لذلك سيكون الدخول إلى هذه المتاهة من التقنيات المتنوعة واختيار الحلول الأكثر ملاءمة منها لتحقيق المسار المطلوب لخفض الانبعاثات أمراً صعباً.
يتطلب اتخاذ القرار الصحيح بشأن اختيار حزمة التقنيات اللازمة لخفض الانبعاثات أن تأخذ قيادات الشركة في اعتبارها العديد من العوامل. على سبيل المثال:

- مستوى نضج التكنولوجيا واتجاهاتها
- الجدوى التجارية
- القدرة التنافسية من حيث التكلفة على المدى الطويل
- الاستثمارات المطلوبة
- إمكانية خفض الانبعاثات
- قدرة الشركة على اعتماد هذه التكنولوجيا

بالنسبة للشركة، سيكون هذا هو التحدي الداخلي الرئيسي، وتتطلب مواجهة هذا التحدي تكوين فريق من التخصصات الوظيفية المختلفة عبر الشركة. فلن يمكن لتخصص وظيفي واحد – سواء كان الاستدامة المؤسسية أو التخطيط الاستراتيجي للمجموعة أو البحث والتطوير التكنولوجي – أن تتعامل مع هذه القضية الاستراتيجية منفردة، إذ تتطلب هذه المهمة نهجاً تعاونياً منسقاً.

وضع رؤية استراتيجية تكنولوجية مستقبلية

ومن أجل اختيار الحزمة المناسبة من التقنيات، تحتاج الشركات إلى وضع رؤى استراتيجية تكنولوجية مستقبلية[15]– وهي عملية تمتد لدى الشركات الرائدة من 15 إلى 30 عاماً. وتعتبر أفضل الممارسات لهذه الرؤى التكنولوجية المستقبلية هي تلك التي تأخذ في الاعتبار كافة التقنيات المحتملة في مراحل نضجها المختلفة.

وتحدد كذلك الابتكارات الكبرى والتقنيات الجديدة التي قد تسد الفجوات أو تلبي الاحتياجات التي لم يتم تحقيقها. وسينتج عن ذلك تسليط الضوء أمام صناع القرار على الأمور التي ينبغي التركيز عليها – وبنفس القدر من الأهمية – الأمور التي ينبغي إغفالها.

يتغير المشهد التكنولوجي بسرعة كبيرة، لذلك ينبغي على الشركات أن تتابع عن كثب آخر التطورات التكنولوجية. تمتلك العديد من الشركات الرائدة أقساماً داخلية تكون مهمتها استكشاف التقنيات الجديدة، ومنصات تكنولوجية تعاونية تضم في الغالب بعض الشركات الناشئة لتضمن مواكبة التطورات التكنولوجية.

وتمتلك بعض الشركات أيضاً مرافق خاصة برأس المال الاستثماري، لديها تفويضات محددة لتسهيل الاستثمارات الاستراتيجية في تكنولوجيا خفض الكربون وخفض الانبعاثات. على سبيل المثال، تقوم شركة "جنرال موتورز"، من خلال ذراعها الاستثماري "GM Ventures"، باستهداف الشركات الناشئة في مجال البرمجيات والأجهزة الإلكترونية والتي تملك تقنيات ناشئة جذابة يمكنها، عندما تصل لمرحلة النضج، أن تساعد شركة جنرال "جنرال موتورز" على تحقيق أهداف الحياد المناخي.

الأمر الذي يعكس الإيمان الكبير في النظام البيئي للشركات الناشئة، إذ وصلت الاستثمارات في الشركات الناشئة الخاصة بخفض الكربون والانبعاثات إلى 13.8 مليار دولار عبر 734 صفقة بنهاية عام 2022[16].

إعادة ترتيب الأولويات

لتحقيق الحياد المناخي، تحتاج الشركات إلى إلقاء نظرة فاحصة على محافظها التكنولوجية الحالية والمخطط لها مستقبلاً. تقوم الشركات بتقييم محافظها بدقة، والاستعانة بالمواهب الخارجية لضخ قدرات جديدة في مواجهة المشاريع التكنولوجية القديمة، واتباع عمليات، ثبتت جدواها، لتحويل مسار التكنولوجيا وعملية اتخاذ القرار.

وبمجرد اكتمال هذه العملية، سيكون من المهم اتخاذ قرارات واضحة وأحياناً قرارات صعبة. على سبيل المثال، قد ترغب إحدى الشركات في امتلاك جميع التقنيات ذات الصلة داخل الشركة، ولكن قد لا يتناسب ذلك مع وتيرة التحول المتسارعة في قطاع الطاقة والعالم الخالي من الكربون والذي سيكون التعديل في النظام البيئي هو القاعدة.

تركز الشركات التي تقود جهود تحقيق الحياد المناخي على المخرجات أو النتائج من خلال اعتماد نهج تكنولوجي محايد. ولمواصلة تحقيق أهدافها، تحتاج الشركات في جميع مراحل النضج إلى زيادة استثماراتها في مجال الطاقة النظيفة وإحداث تغيير واضح في وضعها المستقبلي فيما يتعلق بالانبعاثات.

التقييم الاقتصادي باستخدام MACC

تُستخدم منحنيات تكلفة التخفيض الهامشية MAAC منذ فترة طويلة لتقييم الجوانب الاقتصادية المرتبطة بخيارات التخفيف من أثار التغير المناخي. وقد تم وضع الكثير منها على مستوى القطاعات، واستخدمتها الشركات في بداية عملية تحول الطاقة كأساس للاختيار وترتيب الأوليات، وتخصيص الموارد لمبادرات الحياد المناخي.

ومع ذلك، هناك تحديات تواجه عملية وضع واستخدام منحنيات تكلفة التخفيض الهامشية MAAC. فغالباً ما تكون هذه "المنحنيات" نتيجة لعملية مرهقة تتم لمرة واحدة وتتطلب جهداً كبيراً من جانب الشركات وتتضمن استخدام موارد داخلية وخارجية. علاوة على ذلك، تعتبر هذه المنحنيات بمثابة كائنات ديناميكية لديها العديد من المتغيرات التي قد تتحول بمرور الوقت وتغير شكل المنحنى بشكل كامل.

على سبيل المثال، قد يحدث تأثير كبير نتيجة:

- التغييرات في اللوائح التنظيمية في الدولة.
- المحفزات، مثل قانون الحد من التضخم في الولايات المتحدة، والذي قد يخفض تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر بنسبة 50% تقريباً.
- التطورات التكنولوجية السريعة، مثل إمكانية استبدال بطاريات ليثيوم- هواء ببطاريات أيون الليثيوم في تطبيقات السيارات الكهربائية طويلة المدى.
- ظروف الاقتصاد الكلي، مثل ارتفاع التضخم الذي يؤثر على تكاليف المدخلات.
- سلوك المستهلكين، بما في ذلك سرعة تبني التقنيات منخفضة الكربون مثل استخدام الألواح الشمسية على الأسطح.

ومع أخذ ذلك في الاعتبار، ينبغي أن تتحرك الشركات بعيداً عن منحنيات MAC الثابتة، وبناء قدرات لتطوير منحنيات ديناميكية ترشدها إلى الخيارات التكنولوجية المناسبة باستمرار.

التحول للحياد المناخي:
التركيز القطاعي

3.0 المنشآت

مواكبة الحياد المناخي

بينما يخطو العالم خطوات واسعة نحو إزالة الكربون، تسعى المنشآت بقوة للاستثمار في مصادر الطاقة النظيفة والقيام باستثمارات استراتيجية طويلة الأجل يتم تصميمها لتحقيق أهداف إزالة الكربون. ومع ذلك، ينبغي على المرافق، في الوقت الذي تركز فيه على خفض بصمتها الكربونية، أن تعمل أيضاً على تطوير قدراتها الخاصة بالنقل والتوزيع، وكذلك تطوير منتجاتها وخدماتها، حتى تواكب النطاق الأوسع للتحول الأخضر. على سبيل المثال، سيتعين على المرافق أن تقوم بتخطيط برامجها الخاصة بالبنية التحتية لتناسب التوسع في استخدام السيارات الكهربائية[17] وأجهزة المنازل الذكية.

ستحتاج المنشآت أيضاً إلى المناورة في طريقها نحو تعويض الانبعاثات الكربونية بينما تتعامل في الوقت نفسه مع تحدي التغير المناخي الذي يختبر مدى تحمل الأنظمة، والضغوط من جانب المتعاملين فيما يتعلق بالقدرة على تحمل تكاليف الطاقة وتوافرها وتقلب الأسعار.

ولدعم الشركات في هذه الرحلة المكلفة والمعقدة، تقوم الحكومات والمؤسسات المالية بوضع سياسات تساعد على تسهيل عملية التحول نحو الحياد المناخي. على سبيل المثال، تعمل الحكومة الهندية على وضع مجموعة من السياسات الخاصة بالهيدروجين الأخضر، وطاقة الرياح البحرية، والسيارات الكهربائية، وشراء الطاقة الخضراء، وفي الوقت نفسه، توقفت بعض البنوك، مثل بنك التنمية الآسيوي، عن تمويل المشاريع التي تعمل بالفحم في جنوب شرق آسيا[18].

قيادة المهمة

وضعت المنشآت في الدول المتقدمة أهدافاً طموحة لتحقيق الحياد المناخي، حيث تهدف العديد من الشركات الأوروبية إلى تحقيق أهداف النطاق1 والنطاق 2 قبل حلول عام 2045. في الواقع، وضعت بعض الشركات مثل شركات الطاقة البرتغالية، "Gás Natural"، و "Eletricidade e Serviços"، و "Energéticos (EDP)"، أهدافاً خاصة بالحياد المناخي في أوائل 2030. في الوقت نفسه، يعتبر العام 2050 هو العام المستهدف للشركات في الولايات المتحدة لتحقيق هذا الهدف، مع بعض الاستثناءات الملحوظة التي تشمل شركتي "PSEG"، و"Eversource" اللتان وضعتا أهدافهما في عام 2030. وبالنسبة للنطاق3، فإن المنشآت في جميع أنحاء العالم لم تعالج بعد هذه الانبعاثات، باستثناء بعض النماذج الاستثنائية مثل "Engie" و"Duke Energy".

شركة "Engie"

حددت شركة الطاقة "Engie" التي تتخذ من أوروبا مقراً لها، الأدوات المساعدة في إزالة الكربون عبر سلسلة القيمة الخاصة بها. ويشمل ذلك تقليل انبعاثات بصمتها الكربونية، وتعويض الانبعاثات المتبقية، وإزالة الكربون لدى المتعاملين.

ولخفض انبعاثاتها، تقوم شركة "Engie" بتطوير إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وزيادة إنتاج الطاقة المتجددة من 31 جيجا وات في عام 2020 إلى 80 غيغا وات في عام 2030. كما عملت على زيادة استخدام البنية التحتية الموزعة منخفضة الكربون مثل تدفئة وتبريد المناطق، والطاقة الشمسية الموزعة والمرافق منخفضة الكربون داخل المواقع. علاوة على ذلك، تخطط الشركة للتخلص التدريجي من الفحم بحلول عام 2025 في أوروبا وبحلول عام 2027 في بقية أنحاء العالم[19]، كما تعمل على الخفض التدريجي لمعامل الحمل الخاص بوحدة الغاز لاستيعاب التوليد المتقطع لمصادر الطاقة المتجددة.

وتتمثل احدى استراتيجيات شركة "Engie" في ضمان تزويد وحدات الغاز بالغاز الأخضر (مثل الميثان الحيوي والهيدروجين) أو تزويدها بأدوات احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه (CCUS)[20]. كذلك منحت الشركة الأفضلية للموردين الذين يضعون أهدافاً قائمة على العلم لعام 2030 وتواصل السعي إلى إقامة مشاريع مشتركة لتحقيق أهداف إزالة الكربون.

ولتعويض الانبعاثات المتبقية، تفضل شركة "Engie" تنفيذ مشاريع خفض الكربون مثل الحلول القائمة على الطبيعة وتقنيات احتجاز الكربون وتخزينه والتي تتشابه مع الأنشطة الأساسية للشركة. أما فيما يتعلق بإزالة الكربون لدى المتعاملين، وضعت الشركة مبادئ للإدارة الذاتية، لتسلط الضوء على الانبعاثات التي تم تجنبها من خلال استخدام منتجات شركة "Engie" وخدماتها. كما أدرجت إزالة الكربون لدى المتعاملين ضمن معايير اتخاذ القرارات الخاصة بالاستثمار.

شركة "Duke Energy"

لا يوجد نهج واحد يناسب الجميع لتحقيق الحياد المناخي. فبينما حددت شركة "Engie" الأدوات المساعدة في إزالة الكربون عبر سلسلة القيمة الخاصة بها، تستهدف شركة "Duke Energy" التي تتخذ من الولايات المتحدة مقراً لها، إزالة الكربون من سلسلة التوريد الخاصة بها عبر نهج يتكون من ثلاثة محاور: تحديد الانبعاثات، وإعداد التقارير، واتخاذ خطوات قابلة للتنفيذ.

تخطط شركة "Duke Energy" على المدة القصير إلى استخدام مزيج من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح البرية والبحرية وتخزين الطاقة، بينما تتضمن خططها طويلة المدى استبدال القدرات التي تعمل بالغاز لتعمل بالهيدروجين الأخضر أو تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه.

كما تسعى الشركة جاهدة إلى مضاعفة محفظتها من مصادر الطاقة المتجددة لتصل إلى 16.000 ميغا وات بحلول عام 2025 من خلال زيادة استخدام الطاقة الشمسية على نطاق واسع، وتستهدف الشركة أيضاً إغلاق محطات الطاقة التي تعمل بالفحم بنهاية عام 2030. وما يؤكد بشكل أكبر طموحاتها لإزالة الكربون، تستهدف الشركة تغطية انبعاثات النطاق2 وبعضاً من جوانب النطاق3 في هدفها الخاص بتحقيق الحياد المناخي، كما تجري أبحاثاً حول تقنيات التخزين طويلة الأجل.

شركة "Orsted"

تعتبر شركة "Orsted" – أكبر شركات الطاقة في الدنمارك وأحد أوائل الشركات التي تبنت إزالة الكربون – نموذجاً آخر للأهداف الطموحة لتحقيق الحياد المناخي. تخطط هذه الشركة لتحقيق الحياد المناخي في النطاق1 والنطاق2 بحلول عام 2025 وفي النطاق3 بحلول عام 2040. وتعمل الشركة أيضاً بشكل وثيق مع الموردين لضمان استخدام الطاقة الكهربائية المتجددة بنسبة 100% في عمليات التصنيع والتركيب والنقل بما يتماشى مع برنامجها لعام 2020 الخاص بإزالة الكربون من سلسلة الإمداد الخاصة بها. علاوة على ذلك، تسعى الشركة للوصول إلى تحقيق هدفها بتحويل أسطول سياراتها إلى سيارات كهربائية بنسبة 100% بحلول عام 2025. وتستخدم شركة "Orsted" مزيجاً من المبادرات الخاصة بتحقيق الكفاءة، مثل تحسين استخدام المسارات، والإبحار بسرعة توفر الوقود، بالإضافة إلى التقنيات المتقدمة مثل سفن خدمات التشغيل الهجينة.

الخيارات التكنولوجية

يمكن للمنشآت الاستفادة من مجموعة من تقنيات إزالة الكربون اعتماداً على نموذج أعمالها والعمليات الأساسية لديها. وتستهدف هذه التقنيات في الأساس ثلاث استراتيجيات:

تحسين الكفاءة

تحويل الوقود (النهج الهجين)

الإزالة العميقة للكربون

يمكن للشركات استخدام هذه الاستراتيجيات واحدة تلو الأخرى في نهج تدريجي، أو اتباع نهج متعدد باستخدام الأدوات المساعدة في وقت واحد للوصول إلى تحقيق هدف الحياد المناخي. وفي كلتا الحالتين، ينبغي عليهم اتخاذ القرار بناء على الجدول الزمني والجدوى والتكلفة عند وضع خارطة طريق لإزالة الكربون. سيسمح ذلك للشركات بإعطاء الأولوية لاستثمارات إزالة الكربون، وتحقيق أعلى مستوى من خفض الانبعاثات الكربونية، وإدارة المخاطر والتكاليف بكفاءة.

الشكل 2: التقنيات الخضراء في قطاع المنشآت

الوضع الحالي	زيادة الكفاءة	تحول الوقود (الهجين)	الإزالة العميقة للكربون	هدف الحياد المناخي
• تحسين أداء المحطات • حلول كفاءة الطاقة البحرية • استرجاع الحرارة المستنفذة • حلول المحطات المرنة • استبدال المحركات القديمة • محول التصميم البيئي • حلول إعادة تدوير الحرارة • الطفو البحري • توربينات وضواغط ومحطات عالية الكفاء • حلول إعادة تدوير الحرارة • التيار المباشر ذو الكفاءة العالية • تحديث التوربينات/الضواغط/ المولدات		• التحول من الفحم إلى الغاز • تكامل التخزين الحراري • تحول الفحم إلى كتلة حيوية • نقل الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح • وقود توربينات الغاز منخفض الكربون • الطاقة من الشبكة الشاطئية والبحرية • حلول هجينة متكاملة منخفضة الكربون • الكتلة الحيوية / الطاقة الحرارية الأرضية • تحديث خطوط الأنابيب • استقرار الشبكة • توربينات غاز الهيدروجين (الإشعال المشترك) • تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية	• احتجاز الكربون • ألواح الطاقة الشمسية • توربينات تخزين الطاقة الخضراء (100%) • الطاقة المائية • حلول هجينة خالية من الكربون • ناقلات الطاقة الجديدة • عمليات التحليل الكهربائي • طاقة الرياح • الطاقة الشمسية المركزة • ضواغط الهيدروجين • خلايا الوقود • تحويل الطاقة إلى X • هدف الحياد المناخي	

التحديات التي تواجه عملية التنفيذ

تمثل عملية إزالة الكربون فرصة كبيرة، لكنها تتضمن في الوقت ذاته العديد من التحديات التي ينبغي تخفيف حدتها لضمان التنفيذ الناجح:

ينبغي زيادة القدرة الحالية لإنتاج الطاقة المتجددة بشكل كبير لدعم إزالة الكربون بشكل كامل، وسيؤدي ذلك إلى وجود قيود على سلسلة الإمداد تتمثل في ندرة المواد الخام.

تعتبر مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من المصادر المتقطعة، وما زالت بحاجة إلى دراسة معمّقة. علاوة على ذلك، ما تزال الشبكات الحالية غير مؤهلة لخدمة مصادر الطاقة المتجددة.

تعتبر الشبكات الرقمية الذكية هي الأفضل والأكثر ملاءمة للتعامل مع مصادر الطاقة المتجددة، ومع ذلك فإن التقنيات الرقمية أكثر عرضة للهجمات السيبرانية.

تواجه المنشآت أيضاً العديد من التحديات التجارية التي تتعلق بنقص المواهب، وعدم وجود خيارات كافية للتمويل المستدام، والتباين في أهداف إزالة الكربون على مستوى سلسلة القيمة، وعدم وضع بيانات الانبعاثات في الاعتبار عند اتخاذ قرارات الاستثمار والأعمال.

وما يزيد من صعوبة التحديات، أنه يتعين على المنشآت أيضاً أن تتعامل مع حالة عدم الرضا لدى المتعاملين فيما يتعلق بزيادة الأسعار نتيجة الأزمات الجيوسياسية. وهنا، يعد الدعم التنظيمي أكثر أهمية من أي وقت مضى، حيث تعاني المرافق من الاضطرابات في سلسة التوريد والتقلبات الكبيرة في الأسعار. وهذا ما يجعل الوضع صعباً، إذ تواجه المرافق خطر الفشل في تقديم حلول طاقة مرنة بتكلفة معقولة، واضطر العديد منها إلى تعليق أهداف التحول الأخضر، الأمر الذي أدى إلى تأخير التخلص التدريجي من استخدام الفحم إلى ما بعد الموعد النهائي الذي حددته وكالة الطاقة الدولية في عام 2030.

في نهاية المطاف، فإن االمنشآت التي ستتمكن من تحقيق التوازن بين توفير إمدادات متواصلة من الطاقة منخفضة التكلفة والوفاء بالتزاماتها نحو تحقيق الحياد المناخي هي التي ستحقق النجاح على المدى الطويل.

4.0 قطاع الصناعة

بدأت العديد من شركات التصنيع الكبرى رحلتها نحو إزالة الكربون، حيث وضعت الشركات الرائدة أهدافاً جريئة لخفض الانبعاثات، واتبعت نهجاً شاملاً للنظام البيئي بالكامل، وشجعت نمو الأعمال الجديدة. ومن بين الشركات البارزة في هذا القطاع شركة "شنايدر إلكتريك" الفرنسية متعددة الجنسيات، وعملاق التصنيع الألماني "سيمنز".

4.1 المنشآت

الشركات الرائدة

"شنايدر"

وضعت "شنايدر إلكتريك"، إحدى الشركات العالمية الرائدة في مجال الأتمتة وإدارة الطاقة، الاستدامة على رأس أولويات أعمالها الأساسية منذ وقت طويل، وجنت ثمار هذا التوجه الاستراتيجي المبكر. فقد حققت الشركة نمواً سنوياً بنسبة 5.3% بين عامي 2021 و 2022، ومثلت الإيرادات الناتجة عن مصادر خضراء نحو 72% من الإيرادات المؤثرة في 2022. كذلك فقد تم تصنيف الشركة في المركز 73 من 100 وفقاً للمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG)، وبنهاية عام 2022، ارتفع سعر سهم الشركة بأكثر من 2.3 مرات مقارنة بعام 2013.

وقد تعهدت "شنايدر" بتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050 عبر كامل سلسلة القيمة لديها، لتغطي جميع نطاقات الانبعاثات 1و2و3، كما تعهدت أيضاً بخفض انبعاثات النطاق3 لدى كل من الموردين والمتعاملين.

وعلى الصعيد الداخلي، بدأ العمل في شركة "شنايدر" من القمة. فعلى مستوى مجلس الإدارة، كان هناك إشرافٌ على استراتيجية الاستدامة الخاصة بالشركة، وأولوياتها ونتائجها، وتم وضع مؤشرات أداء رئيسية مرتبطة بالاستدامة لجميع المديرين التنفيذين بالشركة، في الحقيقة، صار التركيز على الاستدامة ينتشر في جميع قطاعات الشركة وأصبح أساساً لثقافة المنظمة.

وبعيداً عن حدود أعمالها الأساسية، تقول "شنايدر" إنها تخطط لتحريك نظامها البيئي بالكامل للعمل من أجل عالم يدعم المجالات المناخية. وكجزء من هذا الطموح، تستهدف الشركة تدريب مليون شخص على إدارة الطاقة، ودعم إمكانية وصول 50 مليون شخص للطاقة الخضراء.

"سيمنز" [21]

تستهدف شركة "سيمنز" تحقيق الحياد الكربوني في جميع مرافق الإنتاج والمباني على مستوى العالم بحلول عام 2030. بالإضافة إلى ذلك، تخطط الشركة إلى خفض انبعاثات الغاز الدفيئة من نطاق3 المطلق الناتجة عن منتجاتها بنسبة 28% بحلول عام 2030، مقارنة بأساس عام 2019.

وبالفعل، نجحت شركة "سيمنز" في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عملياتها بنسبة 36% على مدار العامين الماضيين، واستثمرت 65 مليون يورو (أكثر من 70 مليون دولار) في مشاريع كفاءة استخدام الطاقة، الأمر الذي أدى إلى تحقيق وفورات سنوية وصلت إلى نحو 13 مليون يورو (حوالي 14 مليون دولار). كما نجحت في توفير 78% من احتياجاتها من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.

وعملت شركة "سيمنز" بشكل قوي في العديد من المشروعات المشتركة لدعم المستهلكين في تحقيق أهدافهم الخاصة بخفض الانبعاثات. على سبيل المثال، تستكشف شركتا "سيمنز" و"فولكس واجن" إمكانية التنقل الإلكتروني لتغيير أسلوب الناس في السفر في المدن الأفريقية. كما تم إطلاق مشروع تجريبي في رواندا تقدم فيه الشركتان خدمات مشاركة السيارات ونقل الركاب في العاصمة كيغالي. بالإضافة إلى ذلك، تتعاون الشركة مع شركة "كوكاكولا النمسا" للاستفادة من أنظمة إدارة الطاقة والمراقبة الذكية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل النفايات وخفض استهلاك المياه.

وتتعاون شركة "سيمنز" كذلك مع عدد من الشركاء حول العالم لتطوير تقنيات الطاقة الخضراء لتحقيق أهدافها الطموحة لخفض الانبعاثات. على سبيل المثال، تستكشف "سيمنز" مع شركة "BASF" إمكانية إنشاء نظام للتحليل الكهربائي للمياه باستخدام غشاء التبادل البروتوني (PEM) بقدرة إنتاج تبلغ 50 ميغاوات لإنتاج الهيدروجين الخالي من ثاني أكسيد الكربون من الماء والكهرباء.

خيارات التكنولوجيا وتحدياتها

يعتبر تطبيق التكنولوجيا المناسبة عبر سلسلة القيمة الصناعية أمراً بالغ الأهمية من أجل الوفاء بالتزامات تحقيق الحياد المناخي التي وضعتها الشركات الصناعية الكبرى. وبشكل أدق، يعتبر التميز التشغيلي واستخدام تقنيات خفض البصمة الكربونية عاملين أساسيين لخفض انبعاثات الغازات الدفيئة في عمليات التصنيع التي تشكل نحو 23% من إجمالي إنتاج الغازات الدفيئة في هذا القطاع[22].

الشكل 3: تدابير الاستدامة في القطاع الصناعي

هناك العديد من التقنيات التي تستخدم في عمليات التصنيع، وتشمل أفضل حلول خفض البصمة الكربونية وتحقيق التميز التشغيلي في المصانع ما يلي:

خفض البصمة الكربونية:

- احتجاز الكربون وتخزينه (CCS)
- أنظمة الطاقة الذكية

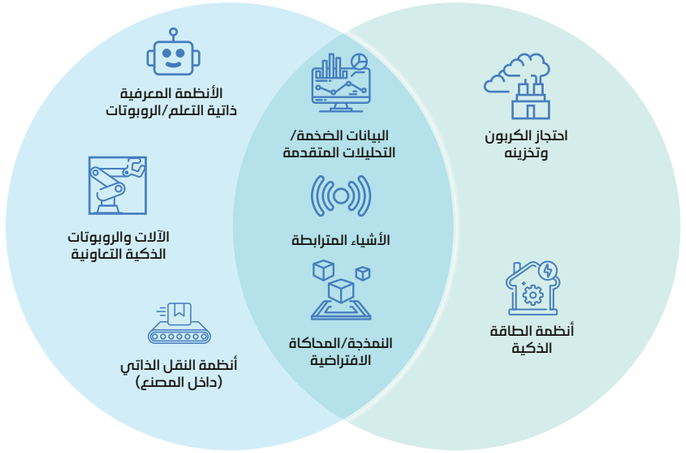
التميز التشغيلي:

- أنظمة النقل الذاتي (داخل المصنع)
- الآلات الذكية والروبوتات التعاونية
- الأنظمة المعرفية ذاتية التعلم

خفض البصمة الكربونية وتحقيق التميز التشغيلي:

- البيانات الضخمة
- الأشياء المترابطة
- النمذجة الافتراضية والمحاكاة

الشكل 4: التقنيات الرئيسية المُطبقة في القطاع الصناعي



وتسعى الشركات الكبرى في قطاع التصنيع جاهدة إلى تحقيق الحياد المناخي من خلال خطط الاستدامة القائمة على التكنولوجيا، وقد ظهر بالفعل تأثير التكنولوجيا المستخدمة في الكثير من الحالات، على سبيل المثال، يستخدم مصنع "BMW" في دينغولفينغ بألمانيا تقنيات تصنيع مبتكرة، مثل الأتمتة والروبوتات والذكاء الاصطناعي وأنظمة التحكم الذكية لخفض البصمة الكربونية. وقد أدى ذلك إلى انخفاض بنسبة 30% في استهلاك الموارد وإنتاج الانبعاثات على مدار العقد الماضي.

ومع ذلك هناك تحديات كثيرة تواجه تطبيق الشركات الكبرى في القطاع الصناعي للتقنيات الجديدة:

01
نقص العمالة الماهرة:

يتطلب الانتقال من العمليات التشغيلية التقليدية إلى الجيل التالي من التصنيع وجود عمالة تتمتع بمهارات عالية، يمكنها التكيف مع التحسينات المستمرة في الأنظمة والعمليات. ويتطلب ذلك عمليات تدريب مستمرة، ورفع مهارات العمالة الحالية، وتغييرات في عملية التوظيف، وتجديد المناهج الدراسية.

02
انخفاض الوعي التكنولوجي:

شهدت التكنولوجيا تطورات كبيرة بوتيرة متسارعة للغاية، وتكافح العديد من الشركات لمواكبة هذه التطورات. ولحل هذا التحدي، تلجأ الشركات إلى إقامة شراكات استراتيجية مع مقدمي الخدمات التكنولوجية ورفع الوعي بين الموظفين لتسهيل التفكير التكنولوجي داخلياً وتطوير المتطلبات.

03
البنية التحتية والأنظمة التكنولوجية التي عفا عليها الزمن

يتطلب الاستعانة بالتقنيات الجديدة وجود بنية تحتية حديثة ومتطورة. علي سبيل المثال، تتطلب العديد من تقنيات الثورة الصناعية الرابعة (IR4.0) إنشاء شبكات نقل بيانات عالية السرعة وواسعة النطاق، وكذلك توافر الحلول السحابية، والأمن السيبراني.

04
مقاومة التغيير:

يتطلب تطبيق التكنولوجيا تحولاً جذرياً في أسلوب العمل وكيفية اتخاذ القرارات، ونتيجة لذلك، يخشى الموظفون أن تصير مهاراتهم، أو وظائفهم بالكامل، قديمة، وأنه سيُطلب منهم أداء المزيد من الأعمال لمواكبة التغييرات الجديدة.

05
صعوبة الحصول على التمويل

تكافح الشركات عادةً للحصول على التمويل اللازم لمبادراتها التكنولوجية، وتعتمد في كثير من الأحيان على الحوافز الحكومية، وصناديق الثورة الصناعية الرابعة وصناديق احتجاز الكربون وتخزينه.

وعادة ما تزداد صعوبة هذه التحديات في حالة الشركات الصغيرة والمتوسطة التي تشكل النسبة الأكبر من القطاع الصناعي بالشرق الأوسط. وسيكون تمكين الشركات الصغيرة والمتوسطة من اعتماد التقنيات الجديدة أحد أهم عوامل نجاح تطبيق التقنيات في القطاع الصناعي في المنطقة.

ومن أجل التصدي للتحديات التي تواجه تطبيق التقنيات الجديدة، ينبغي على شركات التصنيع أن تضع في اعتبارها ما يلي:

- تدريب وتطوير العمالة الحالية لتطبيق التقنيات الجديدة.
- توظيف المهارات اللازمة لتبني الثورة الصناعية الرابعة بشكل فعال، مثل الذكاء الاصطناعي، والمتخصصين في تعلم الآلة، والبيانات الضخمة.
- تصميم وتنفيذ حملات فعالة للتواصل وإدارة التغيير من أجل رفع مستوى الوعي بفوائد اعتماد هذه التقنيات لضمان تقبّل جميع الموظفين داخل الشركات لتطبيقها.
- تدريب قيادات الشركات على تطبيق التقنيات الجديدة وتعريفهم بفوائدها حتى يتمكنوا من قيادة التغيير.
- إنشاء البنية التحتية الخاصة بالاتصالات وتكنولوجيا المعلومات اللازمة لتمكين استخدام التقنيات الجديدة.

5.0 النقل

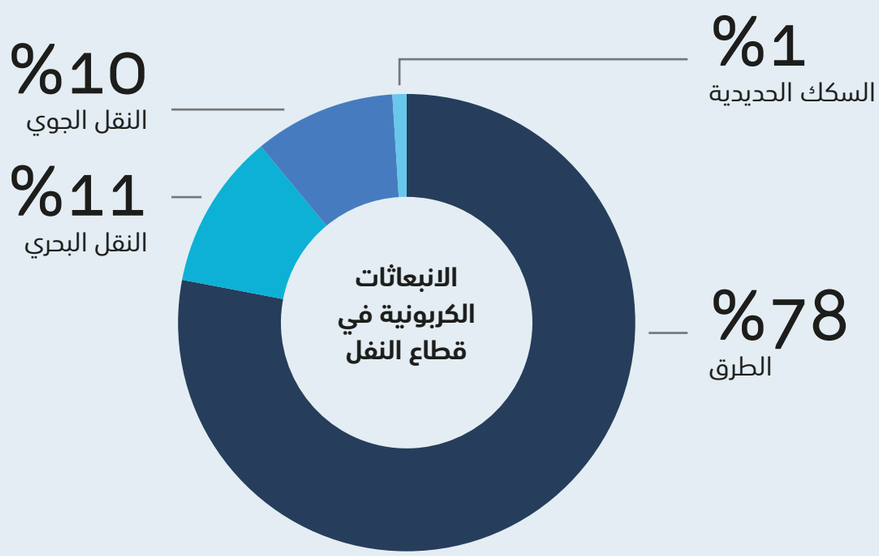
5.1 النقل
انبعاثات الغازات الدفيئة

يُشكل قطاع النقل نحو 16.2% من انبعاثات الغازات الدفيئة في العالم، خاصة تلك الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري المستخدم في تشغيل وسائل النقل[23]. علاوة على ذلك، ما يزال القطاع يعتمد على المنتجات النفطية للحصول على 91% من احتياجاته النهائية من الطاقة النهائية، بانخفاض ثلاث نقاط مئوية فقط عن النسبة في أوائل السبعينيات.

كانت جائحة كوفيد-19 بمثابة هدنة قصيرة، لكن في عام 2021 أشارت الوكالة الدولية للطاقة[24] إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من قطاع النقل قد زادت عالمياً بنسبة 8% لتقترب من 7.7 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون، وذلك ارتفاعاً من 7.1 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2020، ينتج 78% منها من النقل البري، 65% منها من سفر الركاب و35% من الشحن البري. بينما تشكل صناعة الطيران 9.5% من إجمالي انبعاثات قطاع النقل، يأتي 81% منها من سفر الركاب و19% منها من الشحن الجوي. ويشكل النقل البحري والسكك الحديدية 11.2% و1.2% من الانبعاثات على التوالي.

سيكون الخفض الكبير للانبعاثات الناتجة عن قطاعات الطرق والنقل البحري والجوي في قطاع النقل عاملاً أساسياً للوصول إلى تحقيق أهداف الحياد المناخي.

الشكل 5: توزيع الانبعاثات في قطاع النقل (2021)



الخطوات الجريئة التي اتخذتها شركات النقل

للمضي قدما نحو تحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050، ينبغي خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن قطاع النقل بنسبة 3% تقريباً سنوياً حتى عام 2030[24]، وهو تحدٍ كبير بالنظر إلى أن قطاعات النقل الجوي والشحن والنقل بالشاحنات الثقيلة من القطاعات التي يصعب فيها الخفض.

وفقاً لمشروع الكشف عن الكربون، أفصحت 30% فقط من 872 شركة كبرى عاملة في قطاع النقل عن انبعاثاتها الكربونية، ووضعت 23% منها فقط هدفاً من أهداف خفض الانبعاثات. وما زاد من سوء المشهد أن العديد من التعهدات الموجودة بالفعل لا تنفذ بالقوة المطلوبة، فأقل من 40% من الشركات التي وضعت هدفاً معلناً لخفض الانبعاثات قامت بتنفيذه خلال العام الماضي. وعلى الرغم من هذا التقدم البطيء، اتخذت الشركات الرائدة خطوات حاسمة في هذا الصدد.

"تويوتا" [25]

كجزء من طموحها نحو تحقيق الحياد المناخي، تعهدت شركة تصنيع السيارات اليابانية، "تويوتا"، بخفض انبعاثات النطاق1و2 إلى النصف بحلول عام 2031، وذلك مقارنة بخط الأساس لعام 2014[26]، وقامت بتنفيذ تحدي انبعاثات دورة حياة ثاني أكسيد الكربون لخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن السيارات الجديدة عالمياً بنسبة 90% بحلول عام 2050، وذلك مقارنة بخط الأساس لعام 2010[27]. تمثل انبعاثات النطاق3 98% من إجمالي انبعاثات شركة تويوتا، وتشكل الفئة 11 "استخدام المنتجات المباعة" ما يزيد عن 90% منها.[25]

بالإضافة إلى ذلك، قامت شركة "تويوتا" بتنفيذ العديد من المبادرات البيئية المتواصلة منذ ستينيات القرن الماضي. على سبيل المثال، وضعت "تويوتا" وثيقة ميثاق الأرض عام 1992، والتي تمت مراجعتها في عام 2000. وبموجب هذا الميثاق، وضعت الشركة مجموعة من مبادرات الاستدامة طويلة الأجل، مثل "تحدي "تويوتا" البيئي 2050"، والذي يشمل جميع العمليات التشغيلية داخل "تويوتا" ويعمل على تحقيق ستة أهداف جريئة لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن السيارات الجديدة، والعمليات التشغيلية، والموردين والتجار، ذلك بالإضافة إلى الحفاظ على المياه، وإعادة التدوير، والحلول الداعمة للبيئة.

ومن أجل استهداف انبعاثاتها من النطاق3، الناتجة عن الفئة 11 "استخدام المنتجات المباعة"، تستهدف شركة "تويوتا" زيادة انتاج مجموعتها من السيارات المستدامة بما في ذلك السيارات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEVs) والسيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات (BEVs) والسيارات الكهربائية التي تعمل بخلايا الوقود (FCEVs) والسيارات الكهربائية الهجينة (HEVs). كذلك تعهدت الشركة باستثمار 70 مليار دولار في السيارات المحايدة للكربون، 35 مليار دولار منها في مجال البحث والتطوير واستثمارات رأس المال المتعلقة بالسيارات الكهربائية، و35 مليار دولار في السيارات الكهربائية الهجينة، والمركبات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن، والسيارات الكهربائية التي تعمل بخلايا الوقود. وتستهدف الشركة تحقيق مبيعات عالمية تصل إلى 3.5 مليون سيارة سنوياً من السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات، وطرح 30 طرازاً منها بحلول عام 2030. سيمكن ذلك الشركة من خفض انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون بنسبة 35% مقارنة بمستويات عام 2010.

"دي إتش إل"

أكدت مجموعة البريد الألمانية "دي إتش إل" ريادتها لقطاع الخدمات اللوجستية من خلال مبادراتها الخضراء والتزاماتها بتعزيز الاستدامة. كذلك كانت أول شركة خدمات لوجستية تلتزم بتحقيق الحياد المناخي عندما كشفت في عام 2017 عن مهمة 2050 الطموحة، وأكدت مبادرة الأهداف القائمة على العلم أن الأهداف المناخية لشركة "دي إتش إل" تتوافق مع معاييرها.

تعهدت شركة "دي إتش إل" بإنفاق 7 مليار يورو (7.6 مليار دولار) بحلول عام 2030 لخفض انبعاثاتها من 36 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2020 إلى 29 مليون طن في عام 2030،[28] بينما تقوم في الوقت ذاته بتنمية أعمالها. وتخطط الشركة إلى تحويل 60% من أسطول سيارات التوصيل الخاصة بها إلى سيارات كهربائية بحلول عام 2030 مقارنة بنسبة 18% في عام 2020، وتغطية ما لا يقل عن 30% من احتياجات الوقود الخاصة بالشحن الجوي والنقل عبر مصادر الطاقة المتجددة. وتخطط الشركة كذلك لأن تكون لها الريادة في مجال وقود الطيران المستدام (SAF) وتصميم جميع المباني الخاصة بها لتكون محايدة للكربون.
بشكل عام، تعتزم شركة "دي إتش إل" خفض انبعاثات النطاق3 المطلق الناتجة عن الأنشطة المتعلقة بالوقود والطاقة، وخدمات النقل، والسفر الداخلي.

وتعمل شركة "دي إتش إل"، من خلال مبادرتها "GoGreen" على تمكين المتعاملين من إدخال الممارسات اللوجستية المستدامة في نماذج أعمالهم. وتوفر لهم كذلك معلومات عن الانبعاثات وتساعدهم على تحسين بصمتهم الكربونية. وعلى الصعيد الداخلي، تستهدف "دي إتش إل" بحلول عام 2025 تدريب 80% من العاملين لديها لاعتمادهم ضمن مبادرة "GoGreen"، وإشراكهم في مبادرات حماية البيئة والمناخ. وتمتلك الشركة بالفعل 70.000 متخصصاً معتمداً من "GoGreen".[29]

"دويتشه بان"

تقود شركة السكك الحديدية الوطنية الألمانية "دويتشه بان" (DB) عملية التحول إلى الطاقة الخضراء في البلاد من خلال وضع أهداف طموحة والالتزام بتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2040، وهو هدف أسرع من التعهد الأولي بتحقيق الحياد المناخي بحلول 2050.

يعتبر الاعتماد على الطاقة المتجددة في تلبية جميع احتياجات استهلاك الكهرباء في "دويتشه بان" من المحفزات الرئيسية لتحقيق التحول الأخضر, على المدى القصير، تخطط شركة السكك الحديدية العملاقة لاستخدام الطاقة المتجددة بنسبة 100% في جميع المستودعات والمباني المكتبية والمحطات في ألمانيا بحلول عام 2025. وبالتالي، سيتحول مزيج الطاقة بالكامل إلى الطاقة المتجددة بحلول عام 2038. كذلك يتم تحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال استخدام نظام الكبح المتجدد واعتماد تقنيات القيادة الفعالة.

بالإضافة إلى ذلك، تعمل قيادات شركة "دويتشه بان" على التحول بعيداً عن استخدام الديزل في تشغيل أساطيلها، والتركيز بدلاً من ذلك على أنواع الوقود البديلة مثل الزيت النباتي المعالج بالهيدروجين (HVO). وفي الوقت ذاته، تقوم الشركة باستكشاف الأنظمة المعدلة وبدائل البطاريات التي من شأنها المساعدة في تشغيل أساطيلها دون إنتاج انبعاثات كربونية، مع تقليل استخدام الوقود الأحفوري ثم التوقف عن استخدامه تماماً في نهاية الأمر.
علاوة على ذلك، تعمل شركة "دويتشه بان" على استدامة رحلة المتعاملين على نطاق أوسع من خلال توفير عروض التنقل الخضراء، مثل خدمات النقل المشتركة عند الطلب، وخدمات تأجير الدراجات، وذلك من أجل خفض البصمة الكربونية الإجمالية للمتعاملين.

ومن خلال القرارات الجريئة التي تتخذها الشركة لقيادة منحنى التحول الأخضر في مجال النقل في ألمانيا وأوروبا، أصبحت "دويتشه بان" نموذجاً للتحرك السريع تتبعه جميع الشركات الأخرى.

"يونايتد إيرلاينز" [30]

تعتبر شركة "يونايتد إيرلاينز" من الشركات الرائدة في مجال النقل الجوي المستدام، وفي عام 2022، تعهدت الشركة تعهداً جريئاً بأن تصبح شركة خضراء بنسبة 100%، حيث استهدفت تحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050 دون الاعتماد على تعويضات الكربون التقليدية. وتخطط شركة "يونايتد إيرلاينز" لتحقيق هذا الهدف من خلال:

- تحسين كفاءة استخدام الوقود
- استخدام الوقود المستدام الذي يتميز بالكفاءة من حيث التكلفة والحفاظ على البيئة
- خفض الانبعاثات من خلال الابتكارات التكنولوجية وابتكارات العمليات التشغيلية
- اعتماد تكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه، والتي يمكنها استخلاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء المحيط
- الاستثمار في التقنيات المبتكرة التي يمكنها المساعدة قي خفض انبعاثات الغاز الدفيئة

استثمرت شركة "يونايتد إيرلاينز" ما يزيد عن 70 مليون دولار في تطوير وقود الطيران المستدام (SAF)، وطائرات الإقلاع والهبوط العمودي الكهربائية (eVTOL)، وتكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه. واعتباراً من عام 2020، خصصت الشركة 24.3 مليار دولار كالتزامات رأسمالية لتحديث واستبدال طائراتها القديمة والأقل كفاءة.
بالإضافة إلى ذلك، تتعاون شركة "يونايتد إيرلاينز" بشكل وثيق مع الإدارات المختلفة ومقدمي خدمات مراقبة الحركة الجوية للعمل على تحسين كفاءة استهلاك الوقود ودعم النظام البيئي من خلال تشجيع اعتماد أفضل ممارسات الصناعة وتوفير التدريب والأدوات ذات الصلة للطيارين والمرحلين الجويين.

"ميرسك" [31]

في عام 2022، كشفت شركة "ميرسك" عن خطتها الطموحة لتقديم موعد تحقيق هدف الحياد المناخي ليكون في عام 2040 بدلاً من 2050. ويتعلق هذا الهدف بالنطاقات الثلاثة للانبعاثات، ويتوافق مع الالتزامات المناخية للمتعاملين. علاوة على ذلك، تستهدف شركة "ميرسك" بحلول عام 2030، خفض كثافة الكربون لديها إلى النصف مقارنة بعام 2020، واستخدام الوقود الأخضر في نقل ما لا يقل عن 30% من البضائع.

تمتلك شركة "ميرسك" نهجاً شاملاً للاستدامة، يمتد لما هو أبعد من خفض انبعاثات الكربون. حيث تتعاون الشركة بشكل قوي مع المتعاملين لتعزيز ممارسات العمل المسؤولة في جميع مجالات الاستدامة. كما تشارك في المنتديات متعددة الأطراف التي تضم العديد من الأطراف المعنية مثل Clean Cargo، Smart Freight Centre، و First Movers Coalition و Road Freight Zero. وتتعاون "ميرسك" كذلك مع الشركات الكبرى داخل القطاع لتحسين المعايير، وتطوير المفاهيم المشتركة التي يمكنها المساهمة في تسريع عملية تطوير الحلول الخضراء وتوسيع نطاقها.

خيارات التكنولوجيا وتحدياتها

الشكل 6: التقنيات المستدامة في قطاع النقل

النقل البري	• التحول للنموذج الكهربائي • الوقود المرن • السيارات التي تعمل بالهيدروجين الأخضر • خلايا وقود الهيدروجين	• تكنولوجيا الوقود البديل – الغاز الطبيعي المضغوط والغاز الطبيعي المسال • إنترنت السيارات
السكك الحديدية	• التحول للنموذج الكهربائي • نظام مكافحة التباطؤ	• أجهزة فحص متنقلة قوية • المراقبة الصوتية للتنبؤ بأعطال المعدات
النقل الجوي	• وقود الطيران المستدام • الوقود الدافع الحيوي • المحركات المعتمدة على الهيدروجين	• الطائرات الهجينة وطائرات الإقلاع والهبوط العمودي الكهربائية • الذكاء الاصطناعي للمساعدة في مراقبة الملاحة الجوية وخفض زمن التنقل
النقل البحري	• عدم وجود نظام اتزان • نظام تنقية الكبريت • نظام الدفع الشراعي	• نظام الألواح العازلة (SPS) • بدائل الوقود الأكثر مراعاة للبيئة مثل الأمونيا

ما تزال الأبحاث الهادفة إلى تطوير التكنولوجيا ونشرها من أجل تسهيل عملية النقل المستدام جارية في جميع أنحاء العالم. ويعتبر استخدام الطاقة الكهربائية، والتحول إلى أنواع الوقود الصديقة للبيئة، وزيادة شعبية نماذج النقل المعتمدة على الذكاء الاصطناعي للتنقل بشكل أسرع وتقليل وقت الانتظار من الاتجاهات الرئيسية في قطاعات النقل المختلفة.

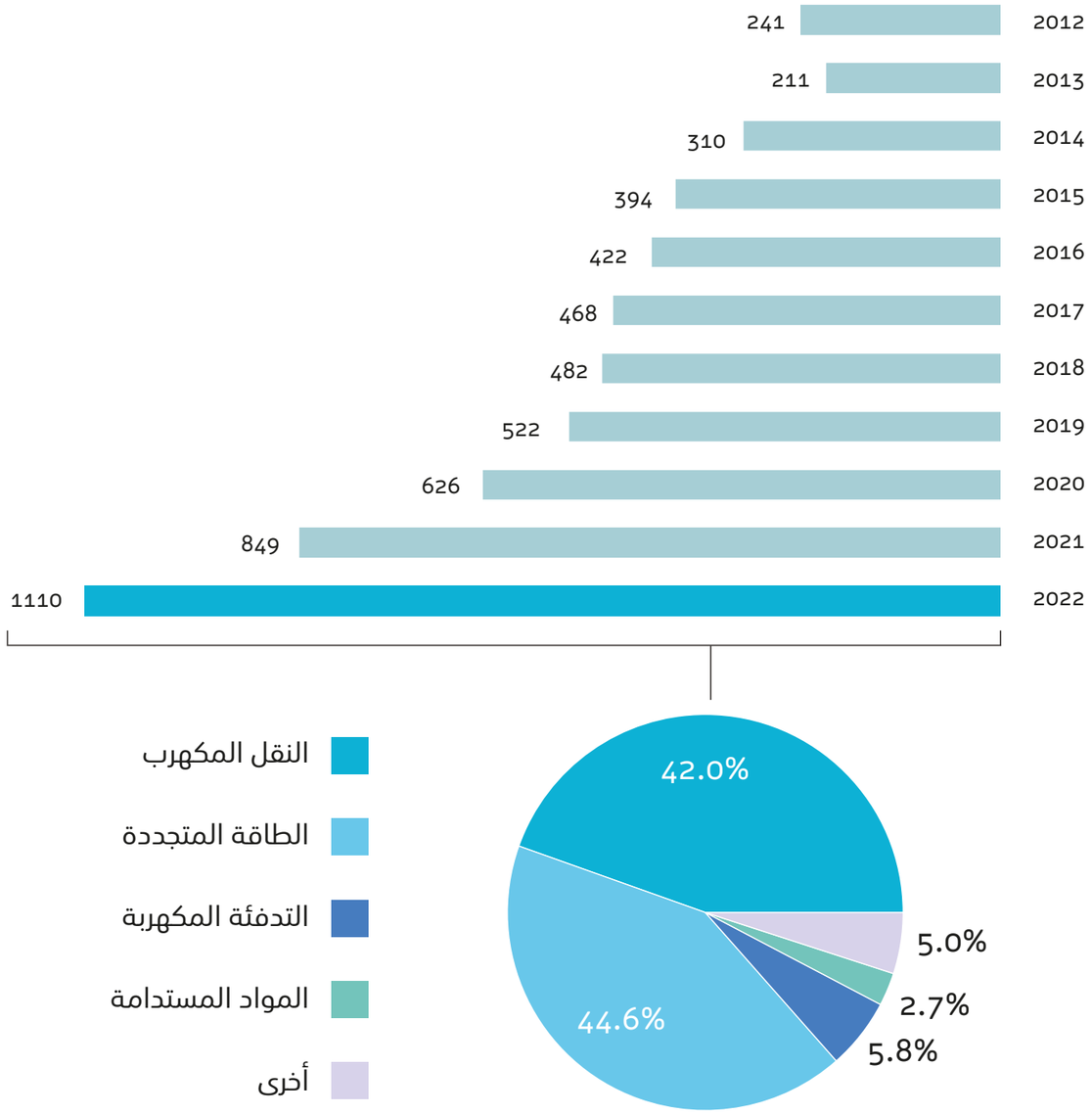
هناك اتجاه رئيسي آخر يتمثل في انتشار السيارات الكهربائية. فبينما يتباين هذا الكم الهائل من التكنولوجيا المستدامة التي نراها اليوم من حيث الجدوى التجارية، ومستوى النضج، وتأثير الانبعاثات الناتجة عنها، تظهر السيارات الكهربائية كخيار ناضج قابل للتطبيق. وقد تضاعفت مبيعات السيارات الكهربائية في عام 2021 مقارنة بالعام السابق لتصل إلى رقم قياسي جديد بلغ 6.6 مليون سيارة. ما يصل بإجمالي عدد السيارات الكهربائية في العالم إلى نحو 16.5 مليون سيارة، وهو ما يعادل ثلاثة أضعاف العدد في عام 2018. علاوة على ذلك، شكلت مبيعات السيارات الكهربائية نحو 10% من إجمالي مبيعات السيارات عالمياً خلال 2021، ما يعادل أربعة أضعاف الحصة السوقية في عام 2019.[32]

وإلى جانب السيارات الكهربائية، يعتبر وقود الطيران المستدام من التقنيات الناشئة الأخرى التي من المتوقع أن تشهد إقبالاً متزايداً. فقد تم حتى الآن إطلاق 450.000 رحلة طيران باستخدام وقود الطيران المستدام، مع وجود أكثر من 50 شركة طيران الآن لديها خبرة بهذا النوع من الوقود.[33] وفي الوقت نفسه، لا تزال تكنولوجيا جعل الأمونيا (NH_3) قابلة للاستخدام كوقود أخضر في النقل البحري في مرحلة التطوير، ولكن من المتوقع أن تشكل 25% من مزيج الوقود الخاص بالنقل البحري بحلول عام 2019.[34]

من الأمونيا إلى وقود الطيران المستدام، تعتبر التكنولوجيا محركاً أساسياً للنمو المستدام في صناعة النقل ويشهد القطاع حالياً استثمارات متزايدة. أشارت مؤسسة "بلومبيرغ إن إي إف" للبحوث الاستراتيجية إلى أن الاستثمارات العالمية في مجال التحول إلى الطاقة منخفضة الكربون قد وصلت إلى نحو 1.1 تريليون دولار في عام 2022. وحصل قطاع الطاقة المتجددة على الحصة الأكبر من هذه الاستثمار، بنحو 495 مليار دولار، أو 45% من إجمالي الاستثمارات.

ومن المهم هنا أن نلاحظ ان النقل المعتمد على الطاقة الكهربائية، والذي يشمل السيارات الكهربائية والبنية التحتية، قد شهد زيادة هائلة في التمويل بنسبة 54% على أساس سنوي، بإجمالي استثمارات بلغت 466 مليار دولار. ما تزال هذه الأرقام غير كافية إذا ما أراد القطاع أن يحقق الحياد المناخي بحلول عام 2050. في الحقيقة، يحتاج تحقيق هذا الهدف مضاعفة هذه الاستثمارات ثلاث مرات.

الشكل 7: الاستثمارات في تقنيات تحول الطاقة (بالمليار دولار)



أولويات التنفيذ

يواجه تنفيذ حلول النقل لخفض الانبعاثات الكربونية وتقليل التأثير البيئي تحديات كبيرة في مختلف وسائل النقل:

النقل الجوي

يمثل تطوير ونشر تقنيات النقل المستدامة، مثل الطائرات التي تعمل بالكهرباء أو الهيدروجين تحدياً كبيراً بسبب قصور التكنولوجيا والبنية التحتية الحالية. فبناء شبكة قوية للشحن أو للتزود بالوقود للطائرات التي تعمل بالكهرباء أو الهيدروجين أمراً ضرورياً، لكنه يتطلب استثمارات كبيرة وابتكارات.

تقل كثافة الطاقة في بطاريات الطائرات التي تعمل بالكهرباء وكذلك المسافة التي توفرها أنواع الوقود المستدام مقارنة بوقود الطيران التقليدي، ما يمثل تحدياً أمام الرحلات الجوية الطويلة. لذلك هناك حاجة لتحقيق تقدم في تطوير تكنولوجيا البطاريات وخيارات الوقود المستدام للتغلب على هذا القيود.

ينبغي وضع معايير ولوائح دولية لاستخدام وقود الطيران المستدام وخفض الانبعاثات. كما ينبغي أيضاً التعاون بين الحكومات وشركات الطيران والجهات التنظيمية لتسهيل اعتماد الحلول منخفضة الكربون في قطاع الطيران.

السكك الحديدية

يتطلب تحويل النقل بالسكك الحديدية للاعتماد على الطاقة الكهربائية استثمارات كبيرة في البنية التحتية، تشمل الأسلاك العلوية والمحطات الفرعية. ويعتبر تطوير مصادر طاقة متجددة لتشغيل القطارات أمراً بالغ الأهمية لخفض البصمة الكربونية لأنظمة السكك الحديدية والتخلص من الاعتماد على الوقود الأحفوري.

يمثل ضمان الاتصال القوي بين شبكات السكك الحديدية المختلفة وزيادة القدرة على تلبية الطلب المتزايد عليها تحدياً كبيراً يتطلب تحديث البنية التحتية، وتحسين جداول المواعيد، وتحسين التكامل مع وسائل النقل الأخرى.

النقل البري

يحقق تحويل الطلب من استخدام السيارات الخاصة إلى استخدام وسائل النقل العام وغيرها من خدمات النقل الصغيرة فوائد كبيرة، تشمل خفض البصمة الكربونية، لكنه يتطلب تطوير وتحديث شبكات النقل العام، وتحقيق التكامل بين وسائل النقل المختلفة، وتوفير الخدمات بأسعار معقولة، ووجود حوافز لدفع هذا التحول، وتوفير تجربة متميزة للركاب، والالتزام بمعايير سلامة عالية.

يعتبر التوسع في تطوير البنية التحتية اللازمة لشحن السيارات الكهربائية وإنشاء محطات للتزود بالوقود الهيدروجيني أمرًا بالغ الأهمية من أجل زيادة استخدام هذه السيارات على نطاق واسع. ويمثل ضمان التغطية الواسعة والقدرات الكافية في المناطق الحضرية والريفية تحدياً يتطلب استثمارات كبيرة وتنسيقاً بين الجهات الحكومية والخاصة.

يتطلب تعزيز قبول المستهلكين للسيارات الكهربائية وغيرها من السيارات منخفضة الانبعاثات الكربونية معالجة المخاوف بشأن المسافة، وأوقات الشحن، والتكاليف الأولية. ويعتبر الترويج لهذه السيارات ووضع حوافز لاستخدامها، وكذلك تحسين تكنولوجيا البطاريات من أهم عوامل التغلب على هذه العوائق.

يمثل التكامل بين وسائل النقل البري المختلفة، كالحافلات والسيارات والدراجات والبنية التحتية للمشاة تحدياً فيما يتعلق بالاتصال، وأنظمة التذاكر، وتجارب السفر السلسة. ويعتبر التخطيط والاستثمار المنسق أمراً ضرورياً لإنشاء شبكات نقل متكاملة ومستدامة.

النقل البحري

يعد تطوير واعتماد أنواع الوقود المستدام، مثل الوقود الحيوي، والهيدروجين، والأمونيا أمراً ضرورياً لتقليل الانبعاثات الناتجة عن قطاع النقل البحري, ومع ذلك، ما تزال هناك تحديات تتعلق بتوافرها، وإمكانية التوسع فيها، والبنية التحتية اللازمة لهذه الأنواع البديلة من الوقود.

يعتبر وضع الأنظمة والمعايير الدولية لخفض الكربون في قطاع النقل البحري مهمة معقدة تتطلب التعاون بين الحكومات وشركات الشحن والمنظمات الدولية. وقد يكون الحصول على الإجماع وإنفاذ الامتثال أمراً صعباً.

قد تكون عملية إعادة تجهيز السفن الحالية أو بناء سفن جديدة بتقنيات أكثر محافظة على البيئة، مثل محركات الدفع الهجين أو الأنظمة المدعومة بالرياح مكلفة إلى حد كبير وتتطلب استثمارات كبيرة من قطاع النقل البحري.

تتطلب مواجهة هذه التحديات اتباع نهج تعاوني شامل تشارك فيه الحكومات، والشركاء في القطاع، والجهات البحثية، والمستهلكين.

وفيما يتعلق بالمستهلكين، من الممكن أن يكون لخيارات المستهلكين والتغيير في السلوك الاستهلاكي تأثير كبير على قطاع النقل. على سبيل المثال، يمكن للاتجاهات السلوكية كالتحول من استخدام السيارات إلى استخدام وسائل النقل العام في الرحلات القصيرة أو اختيار السفر بالقطار بديلاً عن الرحلات الجوية القصيرة أن تُحدث فرقاً كبيراً في حملة الحياد المناخي. ومع ذلك، يتطلب إشراك المستهلكين في التحول الأخضر وجود نظام بيئي متكامل يقدم تجربة إيجابية وحوافز واضحة من قبل الحكومات.

وبعيداً عن مستوى الأفراد، يعتبر المتعاملون من الجهات والمؤسسات من الشركاء المهمين بالنسبة لشركات النقل. فعلى سبيل المثال، يتطلب نشر السيارات الكهربائية بنجاح في مدينة ما، إنشاء البنية التحتية المناسبة أولاً في هذه المدينة، وتقع مسؤولية نشرها على السلطات المحلية – وإن كان ذلك يتم بمشاركة القطاع الخاص.

وتلعب الحكومات، على اختلاف مستوياتها من مجالس المدن إلى القيادة المحلية، دوراً كبيراً في تسريع برامج خفض الانبعاثات. وفي حالة النقل البري، ينبغي على الحكومة الاتحادية، وحكومات الولايات، والحكومات المحلية أن تعمل معاً لوضع سياسات ولوائح وحوافز متسقة لتنفيذ شبكات النقل العام الخضراء، وتشجيع الركاب على استخدامها.

6.0 النفط والغاز

التزام شركات النفط والغاز بتحقيق الحياد المناخي

من المعروف أن قطاع النفط والغاز هو المساهم الأكبر في انبعاثات الغازات الدفيئة. في الواقع، أشارت تقديرات حديثة صادرة عن وكالة الطاقة الدولية إلى أن انبعاثات النطاق1و2 الناجمة عن إنتاج ونقل ومعالجة النفط والغاز وصلت إلى 5.1 مليار طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في عام 2019.[36] وبنفس القدر من القلق، بلغت انبعاثات الغاز الدفيئة غير المباشرة الناتجة عن عمليات النفط والغاز حالياً نحو 5.200 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، أو ما يعادل نحو 15% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن قطاع الطاقة[37].

ولتحقيق الحياد المناخي، ينبغي خفض الانبعاثات الناتجة عن صناعة النفط والغاز بنسبة كبيرة جداً تتراوح بين 45% و50% بحلول عام 2030. وهو تحدٍ هائل، لكن هناك العديد من مبادرات إزالة الكربون التي يجري تنفيذها بأساليب استراتيجية مختلفة:

إزالة الكربون بشكل مكثف من العمليات الحالية

ركزت بعض شركات النفط والغاز على إزالة الكربون من العمليات الحالية مع الالتزام بأعمالها الأساسية.

"إكسون موبيل"

تعهدت شركة "إكسون موبيل" بتحقيق الحياد المناخي لانبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن أصولها التي تقوم بتشغيلها بحلول عام 2050، بينما تتوقع خططها لعام 2030 انخفاضاً بنسبة تتراوح بين 20% و30% في كثافة انبعاثات الغازات الدفيئة على مستوى الشركة، بما في ذلك الانخفاض بنسبة تتراوح بين 40% و50% في كثافة انبعاثات أعمال التنقيب والإنتاج، و70% إلى 80% في كثافة غاز الميثان، و[38]60% إلى 70% في كثافة الحرق. بالإضافة إلى ذلك، تخطط "إكسون موبيل" إلى تنمية أعمالها الجديدة في مجال الحلول منخفضة الكربون.

تجديد نموذج الأعمال المتكامل

بدأت بعض شركات النفط والغاز الأخرى تجديد نظام أعمالها المتكامل وبناء أسس لمحفظة أعمال غير نفطية لتلبية احتياجات المستقبل الخالي من الكربون. وتتنوع نماذج الأعمال الجديدة بين توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والبنية التحتية اللازمة لشحن السيارات الكهربائية، والوقود الحيوي منخفض الكربون والهيدروجين.

"توتال إنرجيز"

تستهدف شركة "توتال إنرجيز"[39] خفض انبعاثات النطاق1و2 بنسبة 40% بحلول عام 2030 مقارنة بعام 2015، وتعتزم خفض الانبعاثات المرتبطة ببيع المنتجات البترولية (النطاق3 الخاص بالنفط) بأكثر من 30% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات عام 2015. وتخطط الشركة كذلك إلى تحقيق بحلول عام 2050، الحياد المناخي، وإنتاج 50% من طاقتها من الطاقة الكهربائية المتجددة، و25% من الوقود الحيوي الجديد الخالي من الكربون، أو الهيدروجين، أو الوقود الإلكتروني، على أن يتم إنتاج نسبة 25% المتبقية من الهيدروكربونات، مع احتجاز انبعاثات النطاق3 المتبقية من المتعاملين بالكامل، أو إعادة تدويرها، أو تعويضها.

وقد تعهدت الشركات الكبرى العاملة في هذا القطاع، مثل "شل" و"بريتش بيتروليوم"، بالتزامات جريئة لتحقيق الحياد المناخي، والتحول من نماذج أعمالهم التقليدية إلى المشاريع المتنوعة في مجالات الطاقة الجديدة. ومع ذلك، اختارت بعض هذه الشركات الكبرى أن تعيد صياغة أهدافها المتعلقة بخفض الانبعاثات، والتركيز على عمليات النفط والغاز الأساسية لديهم كوسيلة لتحقيق أرباح جيدة.

الاستراتيجيات المزدوجة لشركات النفط الوطنية (NOCs)

تركز شركات النفط الوطنية على إزالة الكربون من عملياتها الحالية مع توسيع محفظة أعمالها لتشمل الطاقة منخفضة الكربون. وبكل وضوح، ستواصل شركات النفط الوطنية القيام بدورها كوصي على الأصول النفطية في بلدانها، وقد تعهدت الكثير منها بتحقيق الحياد المناخي.

"أرامكو"

أعلنت "أرامكو"[40] عن طموحاتها بتحقيق الحياد المناخي فيما يتعلق بالنطاق1و2 بحلول عام 2050 وخفض هذه الانبعاثات إلى النصف بحلول عام 2035 مقارنة بخط الأساس لعام 2018. ويأتي الموعد المحدد الذي وضعته "أرامكو" لتحقيق هذا الهدف قبل عشر سنوات من الموعد المحدد من قبل الدولة التابعة لها، المملكة العربية السعودية. تستهدف شركة "أرامكو" خفض انبعاثاتها المطلقة إلى 67 مليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (MMt CO2e) بحلول عام 2035. يأتي ذلك على الرغم من الزيادة المتوقعة في انبعاثات الغازات الدفيئة من النطاق1و2 من أعمالها المعتادة لأصولها التي تديرها بالكامل إلى 119 مليون متر من مكافئ ثاني أكسيد الكربون نتيجة استراتيجية النمو في إنتاج النفط والغاز وتطوير أعمال جديدة.

وكجزء من خطة تحقيق الحياد المناخي، حددت شركة "أرامكو" خمسة مجالات رئيسية ووضعت أهدافاً محددة لخفض الانبعاثات بحلول عام 2035 تشمل (i) كفاءة استهلاك الطاقة (ii) مصادر الطاقة المتجددة (iii) احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (iv) الميثان وحرق الغاز (v) الحلول القائمة على الطبيعة والتعويض. بالإضافة إلى ذلك، بدأت الشركة في استخدام مجموعة واسعة من التقنيات منخفضة الكربون والهيدروجين في الوقود والنقل. واستطاعت منشأة الحوية الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه احتجاز 45 مليون قدم مكعب من ثاني أكسيد الكربون، وأنتجت الشركة أيضاً أول شحنة في العالم من الأمونيا الزرقاء - الناقلة للهيدروجين الأزرق - وسلمتها إلى اليابان[41].

"بتروناس"

تعهدت شركة النفط الوطنية الماليزية،"بتروناس"، بتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050. وتخطط الشركة لخفض انبعاثاتها من النطاق1 والنطاق2 بنسبة 20% بحلول عام 2030 (مقارنة بخط الأساس لعام 2020) وبنسبة 80% بحلول عام 2040. وأطلقت الشركة مؤخراً "جينتاري"، وهو كيان مستقل يعمل على تطوير حلول الطاقة النظيفة ويغتنم الفرص الخاصة بتحول الطاقة ويعمل على تحقيق إيرادات غير نفطية للشركة. ويركز "جينتاري" على ثلاثة موضوعات رئيسية: مصادر الطاقة المتجددة والهيدروجين والتنقل. ويستهدف زيادة ما يوفره من مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة إلى ما بين 30 غيغاوات و40 غيغاوات، وتوليد ما يصل إلى 1.200.000 طن سنوياً من الهيدروجين النظيف، وإنشاء 25.000 نقطة شحن للسيارات الكهربائية في الأسواق الرئيسية في منطقة آسيا والمحيط الهادئ[42].

ومع ما يشهده العالم مؤخراً من صراع جيوسياسي، وأزمات في الطاقة، وتحديات اجتماعية مختلفة كزيادة تكاليف المعيشة، ليس هناك شك في أن شركات النفط والغاز تواجه ضغوطاً هائلة لتكون جزءًا من الحل لتجعل الحصول على الطاقة أقل تكلفة، مع مواصلة العمل بسرعة للوصول إلى عالم خال من الكربون.

التقنيات وتحدياتها الرئيسية

بدأت شركات النفط والغاز الرائدة في تطبيق تقنيات مختلفة لإزالة الكربون لخفض الانبعاثات الكربونية وتحقيق الحياد المناخي، وفيما يلي بعض من هذه التقنيات:

بعض التقنيات المختارة التي تستخدمها الشركات العاملة في أنشطة المنبع

إدارة حرق الغاز والميثان

يعتبر حرق الغاز وغاز الميثان المتسرب من أكبر مصادر انبعاثات الغاز الدفيئة لشركات النفط والغاز. ومن الأمور المشجعة، أن العديد من الشركات تمكنت من خفض كثافة حرق الغاز وغاز الميثان الناتج عن عملياتها، وهناك أيضاً مبادرات عالمية جمعت بين الشركات الكبرى في هذه الصناعة للتعاون في معالجة هذا التحدي بشكل جماعي، مثل مبادرة البنك الدولي للتخلص من الحرق التقليدي للغاز نهائياً، ومبادرة المناخ في مجال النفط والغاز (OGCI).

وللمضي قدماً، ينبغي أن تطمح الشركات إلى التخلص نهائياً من الحرق التقليدي للغاز ومشاركة أفضل الممارسات علناً مع الشركات الكبرى داخل القطاع. فشركة "أرامكو"، على سبيل المثال، لديها خطة لخفض حرق الغاز، كما تستثمر في التقنيات الجديدة مثل الأنظمة المبتكرة لاستعادة غاز الاحتراق، والأنظمة عالية التكامل للحماية من الضغط، وتقنية التفريغ الصفري لخفض الحرق المتقطع. وفي الوقت نفسه، تعهدت شركات مثل "شل" و"بريتش بيتروليوم" و"إكسون موبيل" بخفض انبعاثات غاز الميثان المتسرب إلى ما يقرب من الصفر بحلول عام 2030.
ولمعالجة انبعاثات غاز الميثان المتسرب، يمكن أن تفكر الشركات في استخدام الطائرات بدون طيار لقياس ومراقبة تسربات غاز الميثان،

وكذلك استخدام صور الأقمار الاصطناعية للكشف عنها فور حدوثها. ويمكن أن تقوم الشركات كذلك بتركيب وحدات استعادة البخار.

احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه

احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه (CCUS) هو عملية احتجاز لنفايات ثاني أكسيد الكربون ونقلها ووضعها في مواقع تخزين لا تسمح بالتسرب إلى الغلاف الجوي، وبعد ذلك استخدام ثاني أكسيد الكربون لإنتاج منتجات مفيدة. وتعد شركات "إكسون موبيل"، "شل"، "إكوينور"، "توتال إنيرجيز"، "أرامكو"، أدنوك"، "بيميكس" من الشركات التي تسعى إلى تنفيذ مشاريع احتجاز الكربون وتخزينه.

التحول للكهرباء

تعتبر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح داعمين جيدين لتحويل أصول بعينها للعمل بالكهرباء، وذلك اعتماداً على السياقات الجغرافية والمكانية والتشغيلية. وتعتبر الطاقة الحرارية الأرضية أيضاً مصدراً هائلاً للطاقة المتجددة، إلا أن التكلفة المرتفعة لحفر الآبار الخاصة بمنشآت الطاقة الحرارية الأرضية تجعلها غير مستغلة بالقدر الكافي. ومن أحد الحلول التي تجعل منشآت الطاقة الحرارية الأرضية مجدية اقتصادياً هو تحويل آبار النفط الحالية لإنتاج الطاقة الحرارية الأرضية. وتستثمر شركة "بيرتامينا" الإندونيسية في الطاقة الحرارية الأرضية، كما قامت شركة مصدر الإماراتية باستثمارات استراتيجية في شركة "بيرتامينا" للطاقة الحرارية الأرضية.

بعض التقنيات المختارة التي تستخدمها الشركات العاملة في أنشطة المصب

كفاءة استخدام الطاقة

يمكن لتقنيات كفاءة استخدام الطاقة أن تحقق مكاسب سهلة للشركات، والمساعدة على تقليل التكاليف وخفض الانبعاثات. وهناك العديد من الأساليب التي يمكن لأنشطة المصب/التكرير أن تقلل من خلالها استخدام الطاقة:

- تحسين أنظمة إنتاج البخار من خلال التحسين في الوقت الفعلي، وأتمتة تطهير الغلايات، وتحسين عملية توزيع البخار من خلال تقليل الفاقد في خطوط البخار وشبكات العزل.
- تحسين استخدام الهواء المضغوط من خلال تقليل التسرب وتنفيذ برامج الكشف المبكر.
- المحركات: اعتماد محركات ذات كفاءة أعلى وضبط سرعات متغيرة على المحركات.
- تحسين كفاءة الموقد من خلال تجديد العزل الحراري، وأنظمة الاستعادة والقياس والنماذج الرقمية.
- تحسين استخدام الفراغ باستخدام مضخات التفريغ بدلاً من أنظمة إنتاج التفريغ.

هناك العديد من الفرص الأخرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وإدارتها، والتي يمكن تحديدها وتطبيقها في أنشطة المصب/التكرير. وسيتطلب ذلك العمل من خلال وحدات التشغيل والمعدات والعمليات للكشف عن المكاسب المخفية، والتي غالباً ما يكون تنفيذها أمراً سهلاً.

المدخلات النظيفة:

يمكن لأنشطة المصب/التكرير الاستفادة من استخدام المدخلات النظيفة، بداية من الوقود النظيف لإنتاج الطاقة والبخار ووصولاً إلى المواد الخام الحيوية أو الأعلاف التي تحتوي على ثاني أكسيد الكربون الحيوي.

الهيدروجين الأخضر:

تستخدم مصافي التكرير الهيدروجين في إزالة الكبريت من النفط الخام لإنتاج البنزين والديزل والمواد الكيميائية الأخرى. ويتم إنتاج الهيدروجين الأخضر عن طريق تقسيم الماء إلى هيدروجين وأكسجين باستخدام الطاقة المتجددة. ويتطلب ذلك استخدام المحلل الكهربائي أو تقنيات المفاعلات المعيارية الصغيرة (SMR). ولا ينتج عن الهيدروجين الأخضر أي غازات ملوثة أثناء الاحتراق أو الإنتاج، كما أنه سهل التخزين، ويمكن تحويله إلى كهرباء أو غاز صناعي يُمكن استخدامه في عدة أغراض.

التكسير الكهربائي باستخدام الحرارة العالية:

يعتبر التكسير البخاري من أكبر المساهمين في انتاج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويمكن تحويل هذه العملية إلى الاعتماد على الكهرباء باستخدام مصادر الطاقة المتجددة بدلاً من الوقود الأحفوري، الأمر الذي يساعد في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير. ومع ذلك، ما زالت هذه التكنولوجيا في مرحلة مبكرة من النضج.

المخرجات النظيفة:

يمكن لأنشطة المصب/التكرير أن تولد منتجات نظيفة وخضراء بشكل أكبر، بما يساعد على تقليل انبعاثات النطاق3. ويعتبر الوقود الإلكتروني والوقود الاصطناعي والوقود الحيوي أمثلة على هذه المنتجات الصديقة للبيئة.

ومع استخدم التقنيات الحالية، والجديدة، والناشئة، ستكون مصافي التكرير في المستقبل أكثر مراعاة للبيئة، وستتميز ببصمة كربونية منخفضة. ومع ذلك، ما تزال هناك تحديات كبيرة تواجه نشر هذه التقنيات وتوسيع نطاقها والعمل على استدامتها داخل قطاع النفط والغاز.

الشكل 8: الاستخدام المحتمل للتقنيات المختلفة لإزالة الكربون من مصافي التكرير

التحديات الاقتصادية

يتطلب نشر تقنيات إزالة الكربون ضخ استثمارات رأسمالية ضخمة، وعندما تكون المشاريع جاهزة لاعتمادها، قد تكون التقنيات في كثير من الأحيان ليست ناضجة أو قابلة للتطبيق تجارياً بعد. لذلك ينبغي على المديرين التنفيذيين تحقيق أهداف الحياد المناخي وفي الوقت ذاته التصدي للتحديات المتعلقة بالربحية والتدفقات النقدية على المدى القصير والضغوط من جانب المتعاملين والمستثمرين بشأن الاستدامة.

الدعم المحدود من الجهات التنظيمية

يصعب تنفيذ بعض المبادرات بسبب الدعم التنظيمي المحدود. ففي بعض الحالات، لا يوجد نموذج أعمال واضح لاعتماد تقنيات إزالة الكربون بسبب غياب اليقين التنظيمي. ولمعالجة هذا التحدي. ينبغي تقديم حوافز حكومية واضحة، مثل تلك التي قدمتها الولايات المتحدة عبر قانون الحد من التضخم، ولابد من وضع معايير تشغيل مرتفعة لتسهيل اعتماد التقنيات الضرورية.

التحديات الخاصة بالخدمات اللوجستية وسلاسل التوريد

سيتطلب نشر بعض التقنيات الخاصة بإزالة الكربون من شركات النفط والغاز إعادة النظر في نماذجها التشغيلية وتبني عمليات تشغيلية مختلفة، ما يستلزم عقد شراكات مع الشركاء المعنيين، وسلاسل التوريد الجديدة، وينطبق هذا بشكل خاص على المشاريع الكبيرة التي تشمل الهيدروجين، واحتجاز الكربون وتخزينه، والمدخلات الخضراء، والمنتجات الخضراء.

اعتماد التكنولوجيا وتوسيع نطاق استخدامها

نظراً لثقافة السلامة العالية والطبيعة المحافظة لهذه الصناعة، غالباً ما يكون هناك إحجام عن اعتماد التقنيات الجديدة، وغالباً ما تبحث الأطراف المعنية عن الأدلة قبل التفكير في التغيير. وبمجرد اعتماد التقنية الجديدة، ينبغي أن تصبح تقنية مستدامة على المدى الطويل. لأنه لن يكون في الإمكان تغيير المسار. لذا ينبغي معالجة هذه العوائق حتى تتمكن شركات النفط والغاز من تنفيذ أجنداتها الخاصة بإزالة الكربون.z

6.3 النفط والغاز

نظرة فاحصة لتقنية احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه

احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه هو تقنية تعمل على الحصول على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن عمليات التصنيع. ثم تقوم بعدها بتخزين ثاني أكسيد الكربون تحت الأرض أو تستخدمه في تطبيقات أخرى. وقد اثبتت هذه التقنية فعاليتها في إزالة الكربون وتكتسب زخماً متزايداً كوسيلة تساعد في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة والتخفيف من حدة التغير المناخي.

وتشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية في سيناريو التنمية المستدامة الصادر عنها أنه يجب احتجاز 4 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً بحلول عام 2035، و7.6 جيجا طن بحلول عام 2050. ووفقاً لهذا السيناريو، تنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية من قطاع الطاقة إلى الصفر على أساس صافي بحلول عام 2070، حيث تمثل تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه ما يقرب من 15% من الخفض التراكمي للانبعاثات، مقارنة بسيناريو السياسات المعلنة.

الوضع الحالي وما تم تحقيقه من تقدم

في الوقت الحالي، هناك ما يقرب من 40 منشأة تجارية تستخدم تقنية احتجاز الكربون وتخزينه في العمليات الصناعية، وتحويل الوقود، وتوليد الطاقة، مع قدرة احتجاز سنوية مجمعة تصل إلى نحو 45 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون. وقد شهدت الولايات المتحدة أكبر كمية من الاستثمارات في قدرة احتجاز الكربون وتخزينه حتى الآن، حيث قامت شركات إكسون موبيل وشيفرون وغيرها بالعديد من المشاريع الحالية والمستقبلية.

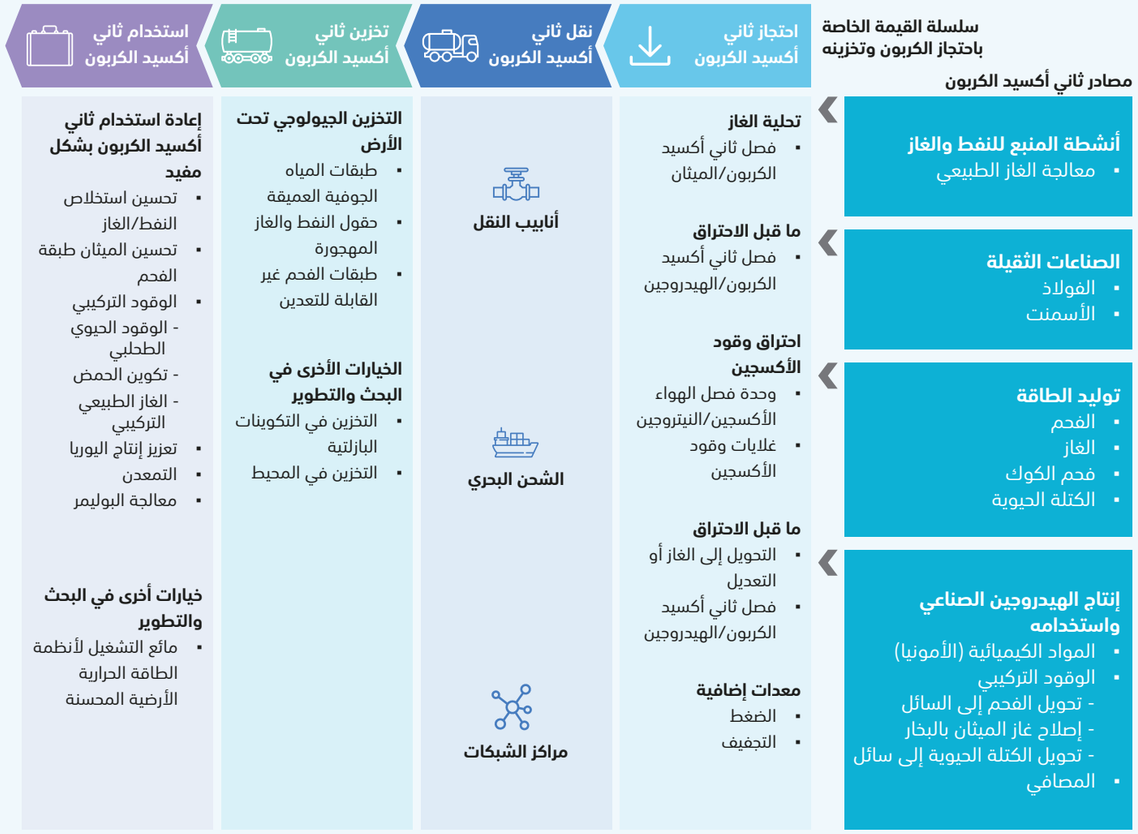
وعلى الرغم من أن نشر تقنية احتجاز الكربون وتخزينه كان أقل من التوقعات في السابق، فقد زاد الزخم بشكل كبير في السنوات الأخيرة.

وهناك حالياً نحو 500 مشروع في مراحل مختلفة من التطور عبر سلسلة القيمة[43]، وتتعاون الشركات الرائدة حول العالم فيما بينها لتطوير استراتيجياتها الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه.

سلسلة القيمة والتقنيات الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه

تتمتع سلسلة القيمة الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه بخطوات مميزة، توفر فرصاً متعددة للشركات الكبرى للمشاركة في هذا القطاع المتنامي. وتتراوح هذه الخطوات من احتجاز ثاني أكسيد الكربون ونقله إلى تخزينه والاستفادة منه كما هو موضح أدناه:

الشكل 9: سلسلة القيمة الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه



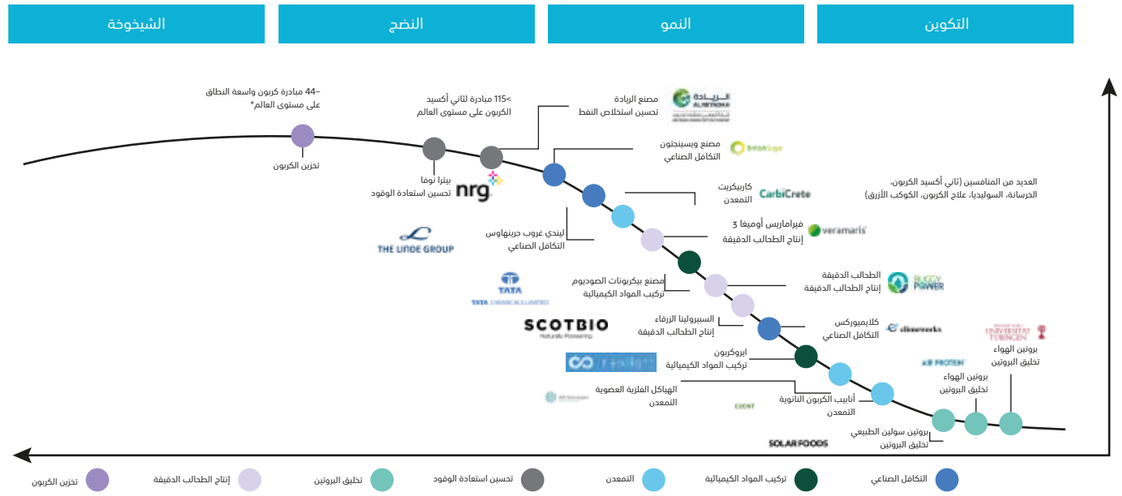
تطبيقات احتجاز الكربون وتخزينه والإمكانات السوقية

قُدرت قيمة سوق احتجاز الكربون وتخزينه بنحو مليار دولار خلال العام الماضي، ومن المتوقع أن تنمو هذه القيمة بمعدل نمو سنوي مركب يتراوح بين 30% و50% حتى عام 2030. وستكون المحركات الأساسية لهذا النمو المتسارع هي الحاجة الماسة للصناعات لإزالة الكربون، وزيادة الحوافز والدعم من جانب الحكومات، وتطوير التكنولوجيا بما يؤدي إلى انخفاض التكاليف، والاستفادة من اقتصاديات الحجم، كما هو الحال في مراكز ومجمعات احتجاز الكربون وتخزينه.

الشكل 10: احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه – استخدام ثاني أكسيد الكربون المحتجز

ومن منظور القطاع، ما تزال شركات النفط والغاز تستخدم تقنية احتجاز الكربون وتخزينه من أجل تحسين عملية استخلاص النفط، لكن هناك مزيد من الاستخدامات الخاصة بالقطاع ستستمر في الظهور. ومن الناحية التكنولوجية، فإنه في الوقت الذي يُستخدم فيه ثاني أكسيد الكربون المحتجز على نطاق واسع في التكافل الصناعي والتخليق الكيميائي، فقد شهدت التقنيات المتنامية، مثل إنتاج الطحالب الدقيقة والتمعدن، زيادة في التنفيذ من قبل العديد من الشركات. وهناك تقنية أخرى من المتوقع أن تحقق نمواً خلال الأيام المقبلة، وهي استخدام ثاني أكسيد الكربون لتصنيع البروتينات والأغذية والأعلاف للاستهلاك البشري والحيواني.

الشكل 11: أمثلة على استخدام التكنولوجيا ومستوى نضجها



التحديات التي تواجه احتجاز الكربون وتخزينه

تمتلك تكنولوجيا احتجاز الكربون وتخزينه القدرة على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل كبير، لكنها تواجه أيضاً تحديات مختلفة تتعلق بالجودة الاقتصادية وغياب الحوافز التنظيمية، وتشمل التحديات الأخرى ما يلي:

الدعم الحكومي

يتطلب تطوير البنية التحتية لتقنية احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه على نطاق واسع دعماً حكومياً من أجل تغطية التكاليف الأولية وتحمل مخاطر المشروع، مثل تقديم الحوافز الضريبية والدعم. وتعتبر سلامة هذه التقنية مصدر قلق عام أيضاً. لذلك، ينبغي أن تشارك الشركات والحكومات في حملات لرفع الوعي وتشجيع القبول بهذه التقنية على نطاق أوسع.

التخزين

تعتمد تقنية احتجاز الكربون وتخزينه على التخزين الجيولوجي، الذي تكون في المساحات المتوفرة محدودة، بينما يتطلب استخدام الكربون المحتجز وجود بنية تحتية للنقل، والتواجد بالقرب من مستهلكي ثاني أكسيد الكربون.

السياسات

يعتمد تطوير تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بشكل كبير على دعم السياسات، بما في ذلك سياسات تسعير الكربون أو التمويل الحكومي من خلال مخطط تداول الانبعاثات (ETS)

الكثافة التقنية

تعتبر تقنية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من العمليات التكنولوجية المكثفة، التي تتطلب تقنيات مختلفة على طول سلسلة القيمة. هناك حاجة لمزيد من أعمال البحث والتطوير التي يمكن تحقيقها بالتعاون مع شركاء النظام البيئي العالمي.

أولويات التنفيذ

بالنظر إلى حجم التحدي الخاص بتحقيق الحياد المناخي، ينبغي أن تضع شركات النفط والغاز خارطة طريق واضحة تسلط الضوء على الأولويات الرئيسية للتنفيذ في أعمالها نحو الوصول لمستقبل خال من الكربون، وينبغي أن تشمل هذه الأولويات ما يلي:

التعامل مع الأهداف سهلة المنال

يمكن أن يكون لخفض انبعاثات غاز الميثان تأثير هائل، حيث تشير التقديرات إلى أن تأثيره أقوى 80 مرة من ثاني أكسيد الكربون على مدى 20 عاماً. ووفقاً لوكالة الطاقة الدولية، تستطيع الشركات خفض انبعاثات غاز الميثان بنسبة 75% باستخدام التقنيات الحالية، وتحقيق نصف هذه التحسينات دون أي تكلفة. وبالتالي، يمكن لمبادرات مثل التخلص التدريجي من معدات الهواء المضغوط أو تحديثها، وتحسين الكشف عن التسرب وإصلاحه، وانهاء الحرق الروتيني للغاز أن تساهم بشكل كبير في رحلة إزالة الكربون.

ترتيب المبادرات من حيث الأولوية ووضع خطة قوية للنفقات الرأسمالية

ينبغي أن يضع المدراء التنفيذيون في اعتبارهم مجموعة من العوامل عند ترتيب أولوية مبادرات إزالة الكربون مثل العمليات التشغيلية، ومزيج محفظة الأعمال الحالي، والسياسات والأنظمة المحلية. كذلك ينبغي وضع خطة قوية للنفقات الرأسمالية تتضمن أهدافاً واضحة على المدى القصير والطويل، وآليات فعالة لمراقبة ما يتم إحرازه من تقدم.

إجراء تحسينات تشغيلية

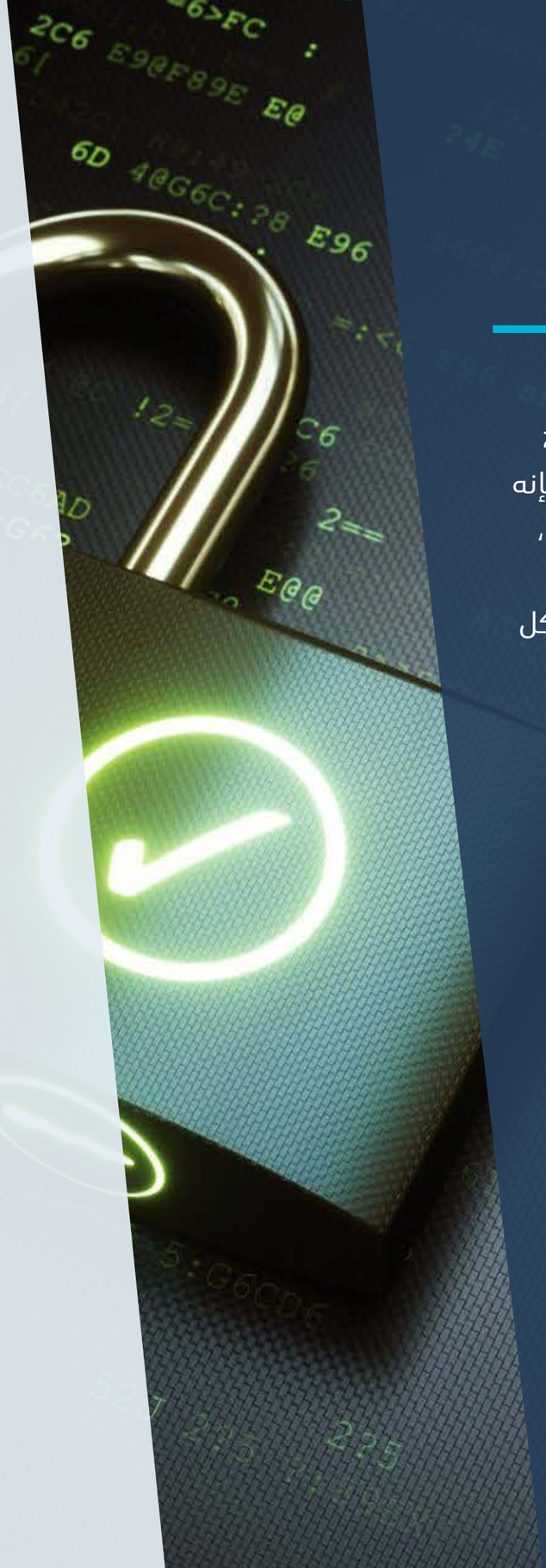
يمكن أن تقوم شركات النفط والغاز بالعديد من المبادرات التشغيلية لخفض كثافة انبعاثات النطاق1و2. وتشمل هذه المبادرات تحسين الشبكات اللوجستية باستخدام مبدأ الاقتصاد التشاركي، وتحسين إدارة الإنتاج والعمليات من خلال الأدوات الرقمية مثل أجهزة استشعار إنترنت الأشياء (IoT) وزيادة عمليات إعادة الاستخدام والتصنيع التجميعي لتقليل النفايات.

التواصل الخارجي والتعاون مع الشركاء

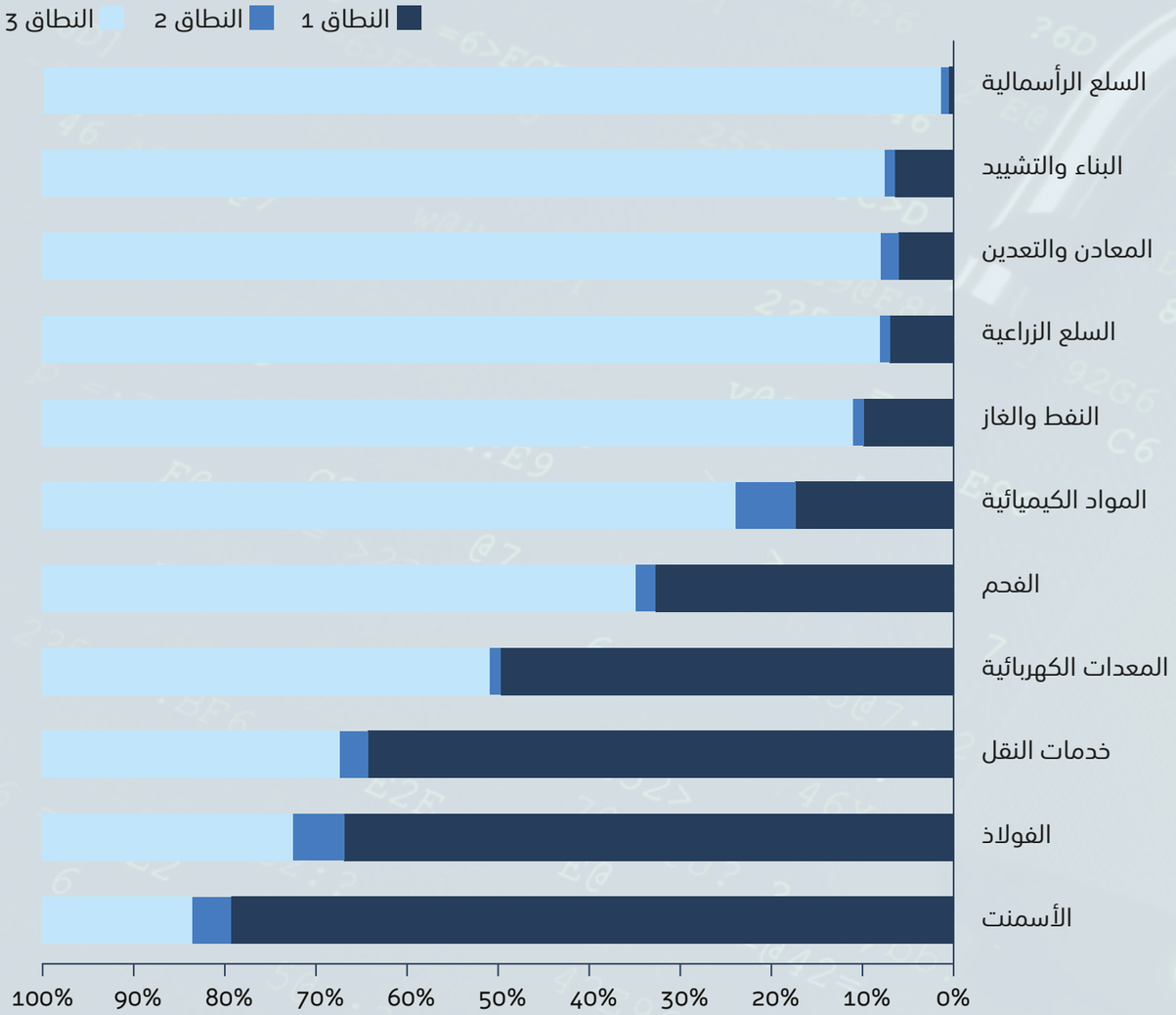
تعتبر صناعة النفط والغاز المؤثر الأكبر في الوصول إلى عالم خال من الكربون. وبينما يتلقى هذا القطاع هجوماً إعلامياً، سيظل العالم في حاجة إلى النفط والغاز لتحقيق أمن الطاقة وضمان توافرها بأسعار معقولة، لذا، ينبغي على قادة الصناعة العمل بشكل مستمر على تحسين الرأي العام بينما ينفذون خططهم لإزالة الكربون.

7.0 النطاق 3 – الإنجاز الأكبر

يعتبر خفض انبعاثات النطاقين 1و2 خطوة مهمة وجريئة، ومع ذلك، فإنه من دون معالجة انبعاثات النطاق3، سيكون الحياد المناخي بمثابة حلم كاذب، فانبعاثات النطاق3 قد تشكل ما بين 70% و90% من إجمالي الانبعاثات في بعض الشركات.

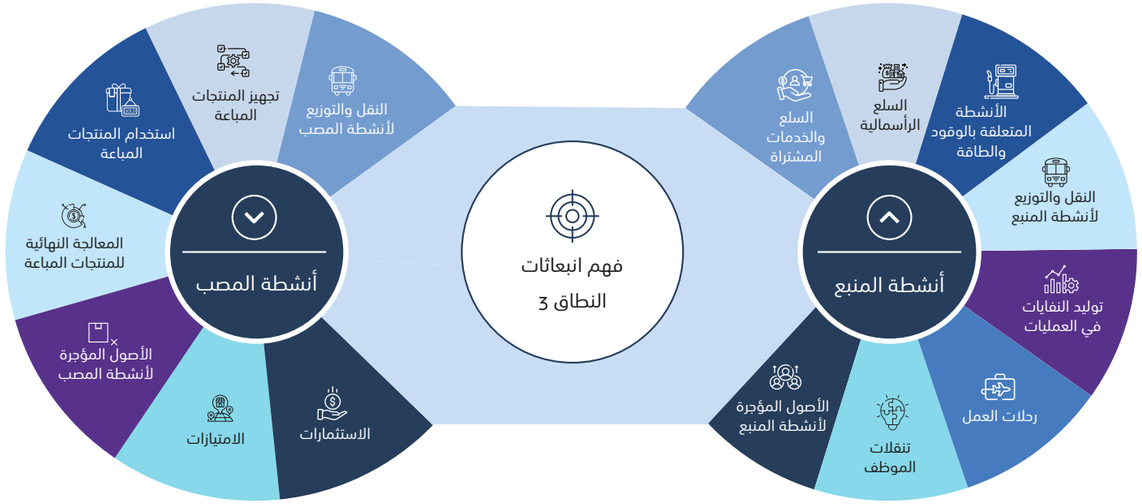


الشكل 12: توزيع الانبعاثات بحسب القطاع (انبعاثات النطاقات 1و2و3 كنسبة مئوية من الإجمالي) [44]



الفئات الأساسية لانبعاثات النطاق3 معروفة تماماً، لكن هناك تحديات كبيرة تتعلق بوضع خط الأساس لهذه الانبعاثات وتخفيضها. ومن بين أهم هذه العوائق: (i) رسم حدود واضحة لانبعاثات النطاق3 (على سبيل المثال، من سلسلة التوريد) (ii) جمع بيانات دقيقة عن الانبعاثات (iii) وضع أهداف تخفيض مناسبة (iv) معالجة الغياب الحالي للمعايير.

الشكل 13: فئات انبعاثات النطاق3



ولمعالجة انبعاثات النطاق3، ينبغي على الشركات اتباع نهج بيئي تعاوني شامل، مع الأخذ في الاعتبار وجهات نظر كل من الموردين في المراحل الأولية والعملاء في المراحل النهائية. وسيحتاج أي برنامج ناجح لخفض انبعاثات النطاق3 وجود استراتيجية واضحة، وتحديد الأولويات، والتنسيق الدقيق مع مرور الوقت. ولتحقيق هذه الغاية، هناك العديد من الأسئلة الأساسية التي ينبغي على الشركات أخذها بعين الاعتبار:

- ما هي فئات النطاق3 الأكثر إلحاحاً والأكثر ارتباطاً بأعمال الشركة وعملياتها التشغيلية؟
- ما هو الموقف الحالي من حيث جمع البيانات والتقديرات الخاصة بالانبعاثات من أجل وضع خط أساس قوي؟
- ما هي منهجية الحساب التي ينبغي على الشركة اعتمادها للتقديرات الخاصة بخط الأساس، وكذلك حساب انبعاثاتها من النطاق3؟ وأين يكمن احتمال الخطأ؟
- أين تكمن فرص خفض انبعاثات النطاق3؟ أي منها يمكن أن يتسق بسهولة مع الأعمال ويكون له التأثير الأكبر؟
- ما نوع التعاون اللازم عبر النظام البيئي لسلسلة القيمة لتحقيق فرص تخفيض انبعاثات النطاق3؟
- كيف يمكن للشركة الحفاظ على التركيز والتنسيق مع شركاء النظام البيئي على مدار عدة سنوات من أجل خفض الانبعاثات؟

وكما أوضحت هذه الأسئلة، يمثل خفض انبعاثات النطاق3 مهمة كبيرة بالنسبة للشركة، ولا ينبغي الاستهانة بالجهد المطلوب لتحقيقها. وتوضح التحديات التالية بشكل أكبر حجم المهمة التي نحن بصددها:

متطلبات إصدار التقارير

تختلف الشركات فيما بينها من حيث تحديد انبعاثات النطاق3، وعليه، وعلى الرغم من أن بروتوكول الغازات الدفيئة قد حدد 15 فئة لانبعاثات النطاق3، فقد تختار الشركات الإبلاغ عن بعضها، وليس كلها.

البيانات الخاصة بالانبعاثات ومنهجية الحساب

يتسبب عدم توافر البيانات وعدم موثوقيتها في جعل تقدير حجم الانبعاثات أمراً صعباً. وبعيداً عن جمع البيانات الأولية، يتم الاعتماد على جمع البيانات الثانوية، والاستقراء، والنمذجة ومجموعات البيانات البديلة لتقدير إجمالي الانبعاثات. وهناك أيضاً بعض منهجيات التقييم الكمي التي طورتها بعض الجهات بهدف حساب انبعاثات النطاق 3، مثل معايير الأيزو وبروتوكول الغازات الدفيئة. لذلك يكون من الصعب تحديد منهجية الحساب المناسبة.

إدارة البيانات وتبادلها

نظراً لطبيعة الأنشطة التعاونية الخاصة بانبعاثات النطاق3، سرعان ما تتحول أمور مثل إدارة البيانات، والخصوصية، والسرية، والأمان وبروتوكول تبادل البيانات إلى تحديات كبيرة قد تقف في طريق تنفيذ مبادرات النطاق3. ومع ذلك، يمكن تحقيق التعاون في هذا النظام البيئي من خلال تبادل البيانات، الأمر الذي يتطلب وجود إطارٍ تنظيمي يتسم بالشفافية[45].

القدرة

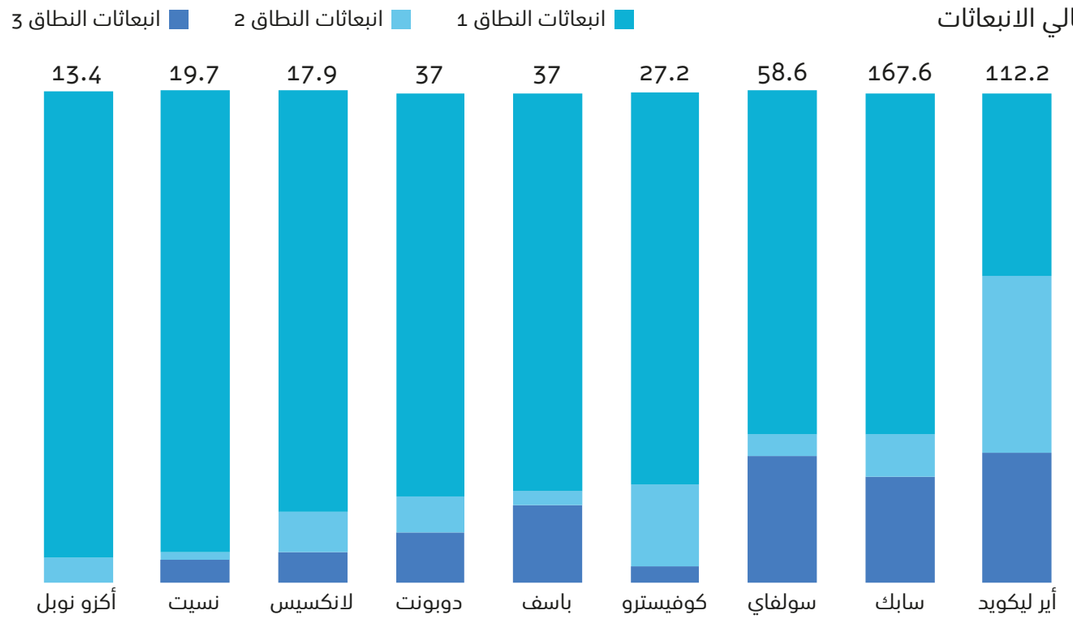
تختلف القدرة على تقييم انبعاثات النطاق3 والعمل على خفضها من شركة إلى أخرى. إذ تختلف الشركات فيما بينها بشكل كبير من حيث الموظفين الداخليين، والشركاء داخل سلسلة التوريد ومدى الوصول إليهم والسيطرة عليهم. ويؤثر ذلك الأمر على تقدير الانبعاثات وكذلك على تنفيذ المبادرات الخاصة بخفض انبعاثات النطاق3. وهنا، قد تكون المنصة الرقمية حلاً لمعالجة هذه التحديات.

انبعاثات النطاق3 في الشركات الكيميائية

تعتبر الصناعات الكيميائية أكبر مستهلك للطاقة في القطاع الصناعي، وثالث أكبر مصدر لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المباشرة، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى أن ما يقرب من نصف مدخلات الطاقة يتم استخدامها كمواد وسيطة بدلاً من كونها مصدراً للطاقة. وفي عام 2021، وصلت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إنتاج المواد الكيميائية إلى 925 مليون طن، وهو ما يزيد بنسبة 5% مقارنة بالعام السابق، ويتجاوز مستويات عام 2019.

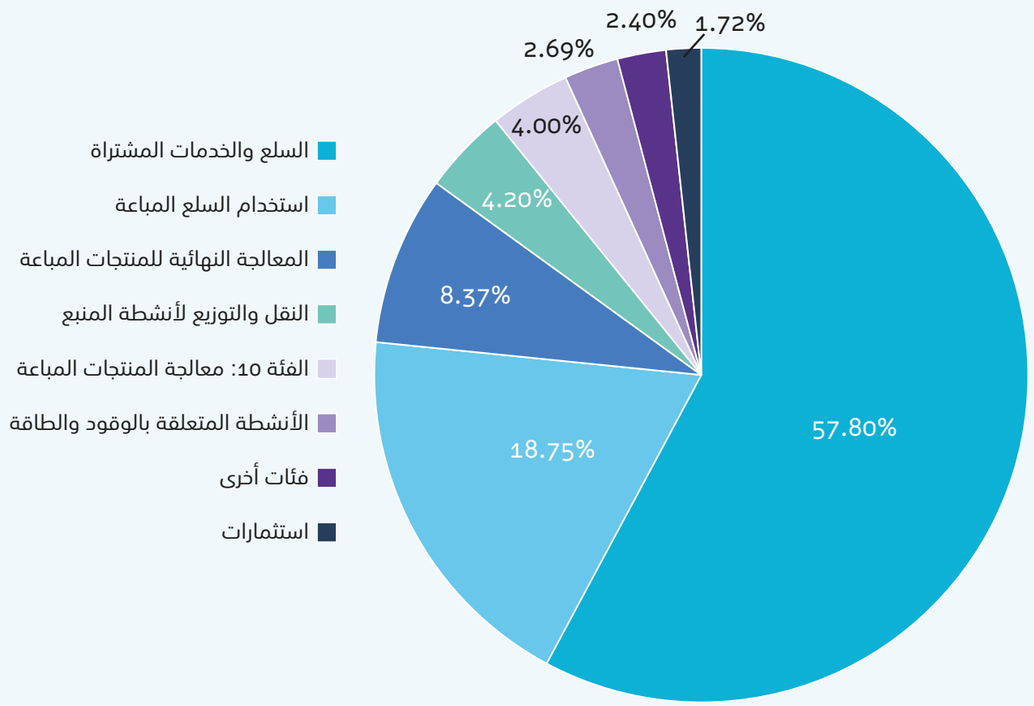
يمكن للشركات استخدام هذه الاستراتيجيات واحدة تلو الأخرى في نهج تدريجي، أو اتباع نهج متعدد باستخدام الأدوات المساعدة في وقت واحد للوصول إلى تحقيق هدف الحياد المناخي. وفي كلتا الحالتين، ينبغي عليهم اتخاذ القرار بناء على الجدول الزمني والجدوى والتكلفة عند وضع خارطة طريق لإزالة الكربون. سيسمح ذلك للشركات بإعطاء الأولوية لاستثمارات إزالة الكربون، وتحقيق أعلى مستوى من خفض الانبعاثات الكربونية، وإدارة المخاطر والتكاليف بكفاءة.

الشكل 14: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصناعات الكيميائية (بالمليون طن متري)



ووفقاً لمشروع الإفصاح عن الكربون، تمثل انبعاثات النطاق3 أكثر من 76% من إجمالي الانبعاثات الناتجة عن الصناعات الكيميائية، بينما يمثل النطاق 1 والنطاق 2 حوالي 17% و7% على التوالي. وتشكل انبعاثات الفئة 1 من النطاق3، والمرتبطة بالسلع والخدمات المشتراة 58% من إجمالي انبعاثات النطاق3، يليها استخدام المنتجات المباعة بنسبة 19% تقريباً، ثم المعالجة النهائية للمنتجات المباعة بنسبة 8% تقريباً.

الشكل 15: انبعاثات النطاق3 في الصناعات الكيميائية [46]



تختلف نسبة الانبعاثات في الفئات المختلفة للنطاق3 بشكل كبير بين الشركات الكيميائية نتيجة اختلاف سلاسل التوريد، ومجموعة المنتجات، ونماذج الأعمال، ومزيج الطاقة فيما بينها. ومع ذلك، تتحد العديد من الشركات الكيميائية الرائدة في تصميمها على إحداث تغيير إيجابي.

"أكزو نوبل"

تمثل السلع والخدمات المشتراة 47% من إجمالي انبعاثات النطاق3 بشركة "أكزو نوبل"، وتمثل معالجة المنتجات المباعة 42% منها. يتضمن نهج النظام البيئي التعاوني الخاص بالشركة "Paint the Future" للعمل مع الموردين والمتعاملين عبر سلسلة القيمة للتعاون في إيجاد حل لتحدي خفض انبعاثات الكربون بنسبة 50%.

التعاون مع الموردين

تقوم "أكزو نوبل" بإجراء تقييم ومراجعة للموردين وكذلك تقدم لهم برامج لبناء القدرات لمساعدتهم على تحسين أدائهم البيئي. وقد تعاونت الشركة حتى الآن مع ما يزيد عن 200 مورد لتحسين ممارسات الاستدامة الخاصة بهم من خلال البرامج والشركاء الذين توفرهم منظمة "معاً من أجل الاستدامة" (TfS).

التعاون مع المتعاملين

تستثمر شركة "أكزو نوبل" في البحث والتطوير بهدف تطوير منتجات أكثر استدامة والترويج لها، وذلك بالتعاون مع المتعاملين على اختلاف فئاتهم. وقد طورت الشركة تقنيات للطلاء بمحتوى أقل من المركبات العضوية المتطايرة (VOC)، وخفضت استهلاك الطاقة خلال عملية الإنتاج، وحسنت من الجودة التي تؤدي إلى خفض الانبعاثات أثناء استخدام المنتج. وسوف تساعد هذه المنتجات المستدامة المتعاملين لدى أكزو نوبل على خفض الانبعاثات الخاصة بهم أثناء استخداماتهم لمنتجات الشركة.

شركة "BASF"

تمثل الفئة1 "السلع والخدمات المشتراة" 52% من إجمالي انبعاثات النطاق3 بشركة "BASF"، وتمثل الفئة 12 "المعالجة النهائية للمنتجات المباعة: 26% منها.

التعاون مع الموردين

قدمت شركة "BASF" في عام 2021 برنامجاً عالمياً لمورديها لإدارة ثاني أكسيد الكربون، من أجل توفير الشفافية، والمساهمة في توجيه الجهود الرامية إلى تحقيق الحياد المناخي، وخفض الانبعاثات في الأنشطة الأولية على المدى الطويل. وقد وضعت الشركة معايير استدامة لاختيار الموردين، تتضمن تقييم أدائهم البيئي وممارسات الاستدامة لديهم. وتقوم شركة "BASF" أيضاً بإجراء عمليات تدقيق لمورديها وتقدم لهم الإرشادات الخاصة بالممارسات المستدامة لمساعدتهم على تحسين أدائهم البيئي وخفض انبعاثاتهم.

التعاون مع المتعاملين

وكجزء من استراتيجية الاستدامة المؤسسية الخاصة بها، تستهدف شركة "BASF" مساعدة المتعاملين على التخلص من 250 مليون طن متر من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030 من خلال منتجاتها وحلولها. وفي عام 2021، حققت الشركة انخفاضاً قدره مليوني طن متري باستخدام عوامل النفخ الجديدة في رغاوي البولي يوريثان (PU).

كما قامت شركة "BASF" بتطوير مواد خفيفة الوزن لصناعة السيارات، والتي يمكن أن تساعد في تقليل وزن السيارة، بما يؤدي إلى خفض استهلاك الوقود وبالتالي تقليل الانبعاثات.

"كونفيسترو"

التعاون مع الموردين

تشكل الفئة 1 نحو 75% من إجمالي انبعاثات النطاق3 بشركة "كونفيسترو". وتتعاون الشركة بشكل فعال مع مورديها لتعزيز الاستدامة وخفض انبعاثات النطاق3 في سلسلة التوريد الخاصة بها. وباعتبارها أحد الأعضاء المؤسسين لمبادرة "معاً من أجل الاستدامة" (TfS)، قامت الشركة بإعداد مبادئ توجيهية للموردين لحساب البصمة الكربونية للمنتجات (PCF).

وتقوم شركة "كونفيسترو" بإجراء عمليات تدقيق لجميع مورديها الذين يتجاوز انفاقهم السنوي المتكرر 100.000 يورو (حوالي 109.000 دولار)، وينبغي أن تتوافق أعمالهم مع متطلبات الاستدامة. وتقوم عمليات التدقيق هذه بتقييم إدارة الانبعاثات لدى الموردين، وكفاءة استخدام الموارد، وإدارة النفايات، وغيرها من الجوانب البيئية. وتقدم كونفيسترو كذلك تعليقاتها وتوصياتها للموردين حول المجالات التي يمكن تحسينها.

خفض انبعاثات النطاق3 من خلال المشتريات

تتمتع إدارة المشتريات في أي شركة بفرصة فريدة لإحداث تأثير استراتيجي على المؤسسة بأكملها فيما يتعلق بإزالة الكربون. ويرجع ذلك إلى أن نسبة كبيرة من انبعاثات النطاق3 تنتج عن السلع والخدمات المشتراة.

وتعتبر إدارة المشتريات في الشركات الرائدة ذات الأداء الأعلى بين أقرانها، هي المحرك لتطوير وتنفيذ استراتيجيات التوريد الخاصة بفئات بعينها بما يضمن خفض التكاليف وتحسين مستوى الخدمة، وتتمتع كذلك بمهارة تنفيذ ممارسات إدارة الفئات المختلفة بما يضمن الحفاظ على القيمة المقدمة.

وتصبح الشركات التي سعت إلى تحقيق التميز في ممارسات المشتريات الاستراتيجية في وضع جيد للاستفادة من وصولها إلى عمق سلسلة التوريد والتعاون مع مورديها لخفض انبعاثات النطاق3. وتعتبر المصادر المستدامة، وشفافية الموردين فيما يتعلق بالانبعاثات، وتدوير المواد، وتصميم المنتجات من أهم العوامل المساعدة المتاحة التي ينبغي أن تستكشفها الشركات.

وفيما يتعلق بـ "السلع والخدمات المشتراة"، ينبغي أن تأخذ الشركات في إعتبارها ما يلي:

إضافة/ربط بيانات الانبعاثات بمكعب الانفاق الخاص بالشركة

تستطيع الشركات، من خلال جمع البيانات الخاصة بالانبعاثات ودمجها (أو ربطها) بمكعب الإنفاق، أن تحدد المجالات المسؤولة عن الانبعاثات المرتفعة والعمل على خفضها. ولن يساعد هذا النهج الشركات على تخفيف تأثيرهم على البيئة فحسب، بل سيحسن من علاقاتهم مع الموردين، ويقلل من مخاطر سلسلة التوريد، ويوضح الرؤية بشكل أفضل.

اتباع نهج التعامل مع كل فئة على حدة

تعتبر استراتيجية تصنيف الفئات وإداراتها من منهجيات تحقيق القيمة بإدارة المشتريات. ويمكن لمديري الفئات المختلفة بالمشتريات إضافة بُعد الانبعاثات الخاصة بالموردين عند تطوير استراتيجيات التوريد واتخاذ قرارات الشراء ليأخذوا بعين الاعتبار التأثير البيئي للموردين. ومن خلال العمل مع الموردين الذين تقل لديهم نسبة الانبعاثات وتشجيع الموردين الحاليين على تبني ممارسات الاستدامة، يمكن لمديري هذه الفئات ان يخفضوا البصمة الكربونية لها.

الاستفادة من إدارة علاقات الموردين (SRM)

تستخدم إدارات المشتريات الرائدة منهجيات إدارة علاقات الموردين لتطوير علاقات طويلة الأمد مع الموردين ذوي الأولوية. وهناك أيضاً أدوات بعينها في إدارة علاقات الموردين تستخدمها الشركات لتحقيق هذا الهدف. ومن خلال دمج بيانات انبعاثات الموردين في إدارة علاقات الموردين، يمكن للشركات تشجيع مورديها على تبني الممارسات المستدامة، والتقليل من تأثيرهم البيئي ومن ثم تعزيز العلاقات معهم.

ويمكن أن يساعد هذا النهج الشركات على تحقيق أهداف الاستدامة الخاصة بها وفي الوقت ذاته تقليل مخاطر سلسلة التوريد وتحسين مستوى الشفافية.

استخدام التكنولوجيا

بالإضافة إلى بناء القدرات في فرق عمل المشتريات، يمكن للشركات استخدام التكنولوجيا لتعزيز جهودها الرامية إلى خفض انبعاثات النطاق3. وتتضمن تطبيقات المشتريات المستدامة مثل EcoVadis، و SAP Ariba، و Higg Index بعض الخصائص الخاصة بالاستدامة مثل متابعة مقاييس الاستدامة لدى الموردين وتمكين إدارة المشتريات من وضع أهداف للاستدامة.

ومع التقدم السريع الذي تشهده التكنولوجيا، يمكن الآن استخدام الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بملفات انبعاثات النطاق3 المعقدة والمتغيرة الخاصة بالشركات الكيميائية وموردیها. وفي الوقت ذاته، يمكن استخدام تقنية بلوك تشين لتتبع الانبعاثات عبر سلسلة التوريد. تمنح مثل هذه التقنيات الشركات الكيميائية إمكانية تعزيز الاستدامة وخفض انبعاثات النطاق3.[47]

إعادة صياغة سياسة المشتريات

في نهاية المطاف، ينبغي إعادة صياغة سياسات وإجراءات المشتريات لتشمل العديد من التغييرات التي ينبغي اعتمادها، مثل استراتيجية التوريد، واختيار الموردين، والمناقصات والتعاقد، وإدارة علاقات الموردين. ووفقاً لحجم هذا التغييرات سيتسع نطاق المشروع.

والأهم من ذلك، إنه ينبغي تخفيف السياسات الحالية الخاصة بالشركات العامة أو الشركات المرتبطة بالحكومة للسماح بالتعاون الاستراتيجي بين الجهات الحكومية وموردیها لتقليل انبعاثات النطاق3.

8.0 التمويل

8.1 التمويل

التحديات التي تواجه التمويل

يمثل التمويل الخاص نحو 55% من الاستثمارات السنوية اللازمة لتمويل عملية التحول إلى الحياد المناخي، والتي تبلغ 6.500 مليون دولار، وستكون البنوك التجارية من أكبر المساهمين فيه، وذلك وفقاً لسيناريو الحياد المناخي لعام 2050 الخاص بشبكة النظام المالي الأخضر الدولية (NGFS) ومن المعتقد أنه قد تم توزيع ما يقل عن 5% من هذا المبلغ اليوم، وتخطط أكثر السيناريوهات تفاؤلاً إلى توزيع 70% فقط من التمويل المطلوب على الإطلاق.

والحقيقة الواضحة هنا، أنه قد تم تحديد ما يقل عن ثلث التقنيات اللازمة لتحقيق الحياد المناخي فقط ليتم تمويلها، وبالنظر إلى قدرة البنوك المحدودة على تمويل الابتكارات عالية المخاطر، لن تكون النتيجة النهائية مفاجئة.

ووفقاً لمناقشات المتعاملين الخاصة بآرثر دي ليتل، يبدو أن تمويل مشاريع الحياد المناخي أصبح بمثابة خطوة دفاعية لحماية الأعمال، ونظراً لندرة المتعاملين الداعمين للبيئة، وقدرتهم على اختيار البنوك لمشاريع الحياد المناخي، غالباً ما تُحقق البنوك هوامش أقل لأعمال الحياد المناخي. دون أن يكون لديها إمكانية نقل هذه التكلفة إلى المتعاملين الأخرين. ولا تحقق التدابير التحفيزية التي تقدمها البنوك المركزية، مثل خفض التكلفة الرأسمالية للتمويل الأخضر، تأثيراً ملموساً، ولن تصبح مستدامة إذا تم تطبيقها على السوق بأكملها.

خيارات التمويل

ومن أجل موازنة هذه الصورة القاتمة، ينبغي أن نضع في الاعتبار أنه من المتوقع أن يمثل التمويل اللازم لتحقيق الحياد المناخي ما يقرب من 30% من إيرادات التمويل المصرفي بحلول عام 2050 – وربما أكثر من ذلك بالنسبة لبعض القطاعات مثل قطاع الطاقة أو النقل. في الواقع، لا تستطيع الشركات استيعاب هذا القدر الكبير من الديون الإضافية، ما يعني أن سوق التمويل غير المتعلق بالحياد المناخي سيشهد تقلصاً. وفي هذا السياق، فإن تمويل الحياد المناخي لم يعد موضع نقاش بالنسبة للبنوك، بل أصبح تساؤلاً عن أفضل السبل للقيام به.

وتشير الأمثلة التالية إلى كيفية تكييف البنوك لنماذجها لتتناسب مع الواقع الناشئ للحياد المناخي:

يمكن لبعض الشركات تمويل مبادرات إزالة الكربون من تدفقاتها النقدية، لتحقيق نتائج إيجابية وسريعة تتعلق بكفاءة استخدام الطاقة وتطوير شبكات الشحن، وغيرها من الأمور. وعلى وجه الخصوص، يمكن للعديد من شركات النفط والغاز العالمية الكبرى أن تستخدم الكثير من "الأرباح الفائقة" التي تم تحقيقها في السنوات الأخيرة لتمويل المبادرات الرئيسية المتعلقة بإزالة الكربون أو تحول الطاقة.

ومع ذلك، قد يكون تمويل بعض المبادرات الأخرى من خلال التدفقات النقدية أكثر صعوبة، نتيجة ارتفاع تكلفة التكنولوجيا، وعدم توافر المواد الخام وزيادة تكلفتها، والقيود المتعلقة بسلسلة التوريد. وقد يتعلق الأمر ببساطة بصعوبة إجراء دراسة جدوى مثلما هو الحال في بعض الحلول القائمة على الطبيعة.

لذلك، ستصبح عملية اتخاذ القرار بشأن تخصيص التمويل صعبة ومعقدة. لذا وجب تحقيق التوازن بين الطموح لتنفيذ مبادرات إزالة الكربون والتزام السلطة القضائية المتمثل في تحقيق عوائد للمساهمين مقابل رأس المال. ومع ذلك، سيسعى القادة الذين يتحلون بالجرأة والرغبة في تحقيق التقدم إلى إيجاد حلول متوازنة ترضي المساهمين وتحقق في الوقت ذاته طموحات إزالة الكربون.

الاستفادة من التمويل المستدام

يشهد التمويل المستدام ازدهاراً، وتزيد معه فرص التمويل أمام الشركات. وقد وصل حجم أدوات الدين المستدامة عالمياً إلى مستوى مذهل بلغ 1.47 تريليون دولار في عام 2021. ما يعادل أكثر من ضعف الرقم المسجل في عام 2020. وجمعت السندات الخضراء وحدها ما يزيد عن 480 مليار دولار.

وبالنظر للمستقبل على نطاق أوسع، يشير تقرير صادر عن "بلومبيرغ أناليسيز" أن حجم سوق الممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG) في طريقه ليتجاوز 50 تريليون دولار بحلول عام 2025.

كانت شركة "NRG Energy" أول شركة في أمريكا الشمالية تصدر السندات المرتبطة بالاستدامة (SLB)، حيث حددت هدفاً مباشراً لخفض انبعاثات النطاقات 1 و2 و3 وفقاً لشروط السندات. وفي الوقت ذاته، تجاوز نمو إصدارات السندات الخضراء في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا معدل النمو العالمي. وفي 2021، جمعت المنطقة 24.55 مليار دولار من التمويل الأخضر، ما يمثل زيادة هائلة بنسبة 532% مقارنة بنحو 3.8 مليار دولار في 2020.

بناء شراكات استراتيجية

وفيما يتعلق بمشروعات إزالة الكربون واسعة النطاق، ستحتاج الشركات إلى التفكير في استراتيجية التمويل في المرحلة الأولى من تطوير دراسة الجدوى الخاص بالمشروع، إلى جانب التفكير في الاستراتيجيات التجارية ونماذج الشراكة. ويرغب الممولون، عند استكشاف خيارات التمويل المختلفة، في فهم بعض الأمور مثل التيقن من تنفيذ المشروع، ومدى استمرارية سلسلة التوريد الشاملة، وقابلية التوسع في نشر التكنولوجيا. وهنا ستكون هناك حاجة لوجود شركاء ليحققوا هذه الأمور في المشروع ويضمنوا المخاطر الفعلية والمفترضة.

ومن الأمثلة الجيدة على ذلك شركة نيوم للهيدروجين الأخضر (NGHC)، وهي مشروع مشترك بين "نيوم" و"أكوا باور" و"إير برودكتس". إذ أن وجود "إير برودكتس" في هذا المشروع المشترك قد أتاح للشركة ضماناً لمدة 30 عاماً لشراء الأمونيا الخضراء، ما ساعد في تأمين تمويل المشروع من 23 بنكاً ومؤسسة مالية محلية وإقليمية ودولية.

الاستفادة من نماذج التمويل المختلط أو الهجين

التمويل المختلط أو الهجين هو آلية يمكن من خلالها جمع المال العام و/أو الخيري لدعم الاستثمار الخاص لأحد المشاريع. وقد تم استخدام هذا النموذج في مشاريع التنمية التي تقوم بها وكالات متعددة الأطراف، مع قيام مستثمرين من القطاع الحكومي والمؤسسات الخيرية بتعزيز ملف المخاطر والعائدات.

ويمكن تطبيق نماذج تمويل مختلط مشابهة لتمويل مبادرات إزالة الكربون، والتي قد يكون لها أثر اجتماعي كبير مثل تحسين نوعية الهواء، أو زيادة الغطاء النباتي/زراعة الغابات، أو تحسين إدارة المياه. ويمكن أن تساهم الشراكات بين القطاعين الحكومي والخاص (PPP) في فتح مصادر رأسمالية جديدة لمشاريع إزالة الكربون والمساعدة في الحد من المخاطر المالية، وزيادة إمكانية الوصول لرأس المال، والاستفادة من مجموعة أكبر من المعارف.

ويمكن لهذه النماذج التمويلية الهجينة أن تساعد في سد الفجوة بين القطاعين الحكومي والخاص، والسماح بتقاسم الموارد وإدارة المخاطر خلال الفترة الانتقالية التي ينضج فيها السوق. ومع ذلك، يعتمد نجاح الشراكة بين القطاعين الحكومي والخاص على التخطيط والتنفيذ الدقيقين، بما في ذلك تحديد أدوار ومسؤوليات واضحة، ووضع آليات لتوزيع المخاطر، وهياكل حوكمة فعالة.

التعاون

تتطلع المؤسسات المالية إلى التعاون مع المتعاملين من الشركات خلال مراحل تطوير وتفعيل خطط الحياد المناخي. وقد بدأوا في تقديم الخدمات الاستشارية وفي الوقت ذاته التعرف على طبيعة خطط الحياد المناخي الخاصة بالمتعاملين، بما يساعدهم على تصميم حزم التمويل في المستقبل. ويمكن أن تشرك الشركات الرائدة شركات التأمين في هذه العملية لتطوير منتجات تأمينية مخصصة تناسب احتياجات المشروع. في الواقع، هناك فرصة كبيرة أمام الشركات، والممولين، وشركات التأمين للمشاركة في إيجاد حلول تمويلية لمشاريع إزالة الكربون الكبرى.

8.3 التمويل

البيانات، والتقارير، والممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة

إن وجود خطة قوية لتحقيق الحياد المناخي، ومبادرات واقعية طموحة لإزالة الكربون، وتحقيق تقدم واضح فيها سيساعد الشركات على تحسين تصنيفها الخاص بالممارسات البيئية والاجتماعية وهذا بدوره قد يقلل من تكاليف الاقتراض ويحسن جاذبية المنظمة للمستثمرين المحتملين.

وتعد تقارير البيانات القياسية أمراً أساسياً لتمكين المقرضين من اتخاذ قرارات مبنية على المعلومات بشأن تمويل المشاريع الخاصة بالممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة. إذ تُمكن المقرضين من تقييم المخاطر والفرص المرتبطة بهذه المشاريع وتصميم منتجات مالية تعكس الاحتياجات المحددة لكل مشروع منها.

ولإعداد هذه التقارير القياسية، ينبغي أن تستخدم الشركات كتالوج البيانات الصحيح، وأن تضع إطار عمل لمؤشرات الأداء الرئيسية للاستفادة بشكل كامل من عملياتها وزيادة فرص وصولها للتمويل الأخضر. سيكون هذا الكتالوج بمثابة مستودع مركزي يسجل جميع البيانات المرتبطة بالممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG) ما يوفر الشفافية دون تعطيل مشهد البيانات القائم في الشركة.
ويعتمد هذا الكتالوج على هيكل مُصمم من أعلى إلى أسفل، مع تجميع البيانات في كل حالة من حالات الاستخدام. وسيساهم ذلك في تعزيز النهج المستهدف، الذي يسعى إلى تحديد البيانات وتنظيمها، بداية من المتطلبات وحتى التطبيق، مع ضمان استكمال حالات الاستخدام ذات الأولوية أولاً.

تُعد حوكمة البيانات أمراً ضرورياً لضمان جمع البيانات الخاصة بالممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة بدقة والتحقق من صحتها وإدارتها بشكل صحيح. الأمر الذي يساهم في بناء الثقة بين المقرضين والمقترضين، ويسهل توفير التمويل لمشاريع الممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG).

تحتاج البيانات أثناء دورة حياتها المتمثلة في الإنشاء، والتخزين، والاستخدام، والأرشفة، ومراقبة الجودة، والتدمير إلى وجود عملية واضحة لتحديد المسؤولية وضمان الجودة في حالات الاستخدام الخاصة بالممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG)، لذلك ينبغي تحديد مالك هذه البيانات، والذي سيعمل كمدير مسؤول عن مراقبة الجودة لبعض البيانات المحددة التي يتم استخدامها في حالات استخدام مختلفة. كذلك ينبغي عند تطوير إطار حوكمة البيانات أن يتسم بالمرونة، وأن يكون قابلاً للتطوير، ومصمماً خصيصاً ليناسب الهيكل الخاص بكل شركة ومتطلباتها.

9.0 عوامل تمكين التحول

لا تُقدِر الكثير من الشركات حجم التحول المطلوب لتحقيق الحياد المناخي ومدى تعقيده. فإزالة الكربون ليست برنامجاً جانبياً يمكن إدارته بالطريقة التقليدية عبر مكاتب إدارة المشاريع، ولا يمكن تنفيذه ببساطة من خلال تعيين مدير تنفيذي للاستدامة. فتحقيق هدف الحياد المناخي، سيتطلب من الشركات اعتماد نموذج التشغيل والحوكمة المناسب، والاستعانة بالقدرات المناسبة من الأشخاص والبيانات.

النموذج التشغيلي

يمكن للشركات اعتماد نماذج تشغيلية مختلفة لتحقيق أهدافها الخاصة بالحياد المناخي وفقاً للسياق الخاص بها، كما هو موضح أدناه:

النهج اللامركزي

سيكون النهج اللامركزي مناسباً إذا كانت الشركات التشغيلية

i. تختلف إلى حد كبير في طبيعة أعمالها
ii. أو لا تمتلك الإمكانات التعاونية الكافية من منظور مبادرة إزالة الكربون
iii. أو تستطيع تمويل وتنفيذ برامج إزالة الكربون دون دعم كبير من المجموعة.

النموذج المركزي

سيكون النموذج المركزي مناسباً للشركات التي تنظم أوجه التعاون الكبيرة بين الشركات التشغيلية. ويناسب هذا النهج أيضاً الشركات التي تحتاج إلى الاستعانة بموارد نادرة عبر الوظائف المختلفة وتحقيق التغيير من مركز الشركة مع السماح للشركات التشغيلية بإدارة مبادراتها.

النموذج الهجين

يُمكن النموذج الهجين الشركات من قيادة بعض المبادرات من مركز الشركة (مثل احتجاز الكربون وتخزينه أو الهيدروجين) بينما تقوم الشركات التشغيلية بإدارة المبادرات الخاصة بأعمالها وعملياتها، مثل البرامج المتعلقة بالنطاق3 وسلسلة التوريد والبرامج المتعلقة بالمتعاملين.

وإلى جانب النموذج التشغيلي المناسب، ستحتاج الشركات إلى آليات حوكمة فعالة ومتعددة الطبقات للإشراف على عملية التحول. على سبيل المثال، هناك آليات يمكنها مساعدة الشركات على قيادة التغيير مثل إنشاء لجان خاصة بمجلس الإدارة، ومكتب لإدارة التحول الشامل.

بالإضافة إلى ذلك، ينبغي تحقيق التوافق بين مؤشرات الأداء الرئيسية الخاصة بالرئيس التنفيذي والقيادات التنفيذية وبين هدف إزالة الكربون. ثم نقل هذه المؤشرات إلى الإدارة الوسطى وفرق العمل بالخطوط الأمامية لضمان اتساق غرض المنظمة بأكملها، وقراراتها، وإجراءاتها.

9.2 عوامل تمكين التحول

القدرات وطريقة التفكير

وعندما تبدأ الشركات في تنفيذ برامج كبرى لإزالة الكربون، وتطوير منتجات وخدمات جديدة مستدامة، وإنشاء نماذج أعمال جديدة، ستزداد الحاجة إلى المواهب والموارد في هذه المجالات. لذلك، يتعين على الشركات وضع برامج لبناء القدرات والتي قد تتراوح بين رفع مهارات جميع العاملين الخاصة بالجوانب البيئية والاجتماعية والحوكمة والاستدامة، وبين الاستثمار في الأنظمة المناسبة لجمع البيانات وإدارتها ومراقبتها.

قدرات العاملين

قد تحتاج الشركات إلى إجراء عملية تثقيف شاملة ورفع مهارات العاملين بها فيما يتعلق بقضايا التغير المناخي والحفاظ على الطبيعة، خاصة وأنه من المرجح أن عدداً قليلاً من العاملين لديه خبرات في هذه المجالات. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب العديد من التقنيات والأدوات الجديدة الخاصة بإزالة الكربون إلى فهم متعمق لطبيعتها، لذلك ستحتاج الشركات الراغبة في اعتماد هذه التقنيات إلى رفع مهارات العاملين بشأنها.

تغيير طريقة التفكير

سيكون تغيير العقليات أمراً بالغ الأهمية في طريق تحقيق الحياد المناخي، خاصة عندما يتعلق الأمر باتخاذ القرارات الفردية. على سبيل المثال، قد ترغب بعض الشركات الصناعية في تغيير طريقة استخدام الكهرباء في المكاتب، أو اختيار الوضع الخارجي الأمثل لنقل البضائع، أو تحسين أعمال الصيانة في المصنع. وطبقاً للنسيج الثقافي داخل الشركة، قد يكون من المناسب إضافة بُعد العمل المناخي إلى الأنشطة اليومية للحفاظ على تصدر موضوع الحياد المناخي للأولويات، وسيتطلب ذلك جهداً كبيراً لإدارة التغيير.

القدرات الخاصة بتبادل البيانات وإداراتها

بالإضافة إلى القدرات الخاصة بالأفراد، ستحتاج الشركات أيضاً إلى تطوير قدرات جديدة تتعلق بالبيانات، لتسهيل التعاون الداخلي والخارجي فيما يتعلق ببيانات الانبعاثات. وستزداد أهمية هذا الأمر عندما تصبح متطلبات التقارير الجديدة واضحة في دوائر قضائية مختلفة. على سبيل المثال، ستطلب هيئة الأوراق المالية والبورصة الأمريكية من الشركات الكشف عن انبعاثات الغازات الدفيئة المتعلقة بالتزاماتها الخاصة بالنطاق 1و2و3 كجزء من الإفصاح الشامل المتعلق بالمناخ.

قد تمتلك بعض الشركات بالفعل منصات جيدة لتخزين البيانات ومشاركتها وإدارتها كجزء من التحول الرقمي، وبالتالي يمكن ببساطة إضافة بيانات الانبعاثات إليها. وبدلاً من ذلك، يمكن للشركات بحث إمكانية شراء منصة بيانات جديدة أو تطوير منصة داخلية. لقد شهدت السنوات الأخيرة ارتفاعاً في عدد مقدمي حلول بيانات الانبعاثات، ومن المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه مستقبلاً.

ومع ذلك، ما تزال مشاركة البيانات مع أطراف خارجية تحتاج بعض الوقت كي تنضج، نظراً للتحديات المتعلقة بالأمن، والملكية الفكرية، والمسؤولية، والميزة التنافسية. ولأنه من المرجح لهذه التحديات أن تستمر، سيتعين على الشركات إيجاد طريقة لمشاركة بيانات الانبعاثات واعتماد منصات مشتركة لمشاركة البيانات، حيث سيكون التعاون أمراً حيوياً لخفض انبعاثات النطاق3.

10.0 الدعوة للعمل

بينما يسعى العالم إلى تحقيق هدف الحياد المناخي، هناك مهام هائلة ينبغي تنفيذها، لكنها ليست بالمهام المستحيلة التي لا يمكن التغلب عليها. وقد تعهدت الشركات الرائدة بالتزاماتها بالفعل، ووضعت مسارات عالية المستوى للوصول للحياد المناخي، وتقوم حالياً بالعمل على تنفيذ برامج الأنشطة الخاصة بها. والآن، ومن أجل تسريع وتيرة تنفيذ المبادرات ودفع عملية إزالة الكربون، ينبغي أن يركز القادة على خمسة إجراءات عالية التأثير

01. قيادة تحول جريء وشامل نحو الحياد المناخي

- إعادة النظر باستمرار في نطاق وحجم الهدف الخاص بخفض الانبعاثات. وبشكل خاص، البحث عن طرق للتنفيذ المبكر والإسراع في تحقيق الأهداف المرحلية، وزيادة الأهداف الخاصة بالنطاق3.
- تنفيذ برنامج تحول متكامل قائم على التكنولوجيا على مستوى الشركة بأكملها، بما يضمن تغطية جميع الفرص وعوامل التمكين اللازمة في خطة خفض الانبعاثات، والعمل بشكل متسق ومتناغم، ويمنح الفرصة لإبداء الآراء والتعليقات.
- تقييم ما تم إحرازه من تقدم في إزالة الكربون بشكل منتظم، والعمل على تصحيح المسار للبقاء على الطريق الصحيح نحو تحقيق الحياد المناخي.

الشكل 16: إطار عمل التحول نحو تحقيق الحياد المناخي الخاص بآرثر دي ليتل

طموح التحول للحياد المناخي
النطاق 1 و2و3 الأهداف القائمة على العلم وتوقيت الخفوط التي يمارسها المستثمرون

العوامل المساعدة

السيناريوهات المختلفة ومزيج الأعمال
السيناريوهات
مزيج الأعمال
استدامة المنتجات

الاستفادة من التقنيات

- **أنظمة إمدادات الطاقة ومزيج الطاقة**
  الطاقة المتجددة
  الطاقة النووية
  الهيدروجين
  احتجاز الكربون وتخزينه وتخزين الطاقة
- **إدارة الطلب**
  كفاءة الطاقة
  والتدوير
- **سلسلة التوريد**
  السيارات الكهربائية
  والوقود الإلكتروني
- **الثورة الصناعية الرابعة والتقنيات الرقمية**
  التقنيات الرقمية
  والبيانات
- **القائمة على الطبيعة**
  من النفايات إلى X
  إعادة التشجير
  الزراعة
  إدارة الأراضي والمياه
  وإدارة النفايات

نماذج الأعمال الجديدة
عروض الكربون المحايد
على سبيل المثال تعويض التنقل والاتصالات

عوامل التمكين

- **التمويل وإدارة رأس المال**
  التمويل الأخضر
  تخصيص الموارد
- **النموذج التشغيلي**
  لحوكمة
  النموذج التنظيمي
  المقاييس والعمليات
- **الثقافة والقدرات**
  أساليب العمل
  العقليات
  القدرات
- **الابتكارات والشراكات**
  نموذج الابتكار
  الشراكة
- **الدعم**
  السياسات واللوائح
  الحكومية
  دعم الشركاء

02. العمل على خفض الانبعاثات واغتنام فرص النمو المستقبلي

- استكشاف وتحديد واغتنام الفرص المستقبلية لتحقيق الأرباح نتيجة تحول الطاقة، بينما يتم العمل على خفض الانبعاثات.
- التعاون مع المتعاملين لاستكشاف فرص النمو الجديدة، والبحث عن طرق للاستفادة من التكنولوجيا والابتكار لوضع مقترحات جديدة ونماذج أعمال جديدة

الشكل 17: النمو وفق إطار عمل الحياد المناخي الخاص بآرثر دي ليتل

1 التعاون بشكل وثيق مع المتعاملين

- آراء المتعاملين
- الشراكات
- الوعي وطريقة التفكير

2 وضع التكنولوجيا في قلب فرص النمو

- استراتيجيات النمو التي تقودها التكنولوجيا
- التعاون في النظام البيئي
- البحث والتطوير والابتكار

3 تحديد نماذج الأعمال الجديدة وتطويرها وتوسيع نطاقها

- احتجاز الكربون وتخزينه
- الهيدروجين
- المنصات الرقمية

4 تحقيق التوافق بين الأجندات الداخلية

03. وضع الأفراد في قلب عملية التحول نحو تحقيق الحياد المناخي

- التركيز على تحسين مهارات/إعادة تدريب العمالة الحالية (على سبيل المثال، من خلال التعليم الرسمي، والتدريب أثناء العمل)
- التفكير على المدى الطويل، وتطوير استراتيجية مركزة لتنمية المواهب، واستكشاف جميع السبل المتاحة لتدريب واجتذاب المواهب الجديدة
- الاستفادة من تحول الطاقة والاستدامة باعتبارهما قيمة/هدف تجذب المواهب الشابة

04. التأكد من قدرة سلسلة التوريد على مواصلة العمل

- التعاون داخل وخارج الحدود التنظيمية المنعزلة من أجل توقع المبادرات الخاصة بسلاسل التوريد والتخطيط لها والجمع بينها لبدء المشاريع الكبرى الخاصة بإزالة الكربون (مثل تحديث الشبكات، وتوسيع نطاق النقل، وشبكات البنية التحتية للمركبات الكهربائية)
- تحديد شركاء سلسلة التوريد بشكل استباقي ليكونوا على قمة أولويات خفض انبعاثات النطاق3

05. التعاون مع الشركاء

- العمل مع فئات ومستويات الشركاء المختلفة، بداية من مجلس الإدارة وقادة الخطوط الأمامية وحتى الجهات الحكومية الخارجية، بحيث يكون هناك فهم مشترك للخطة والإجراءات
- التعاون والعمل مع المؤسسات التمويلية من أجل إيجاد حلول مبتكرة للتحديات الأكثر إلحاحاً التي تواجه برامج الحياد المناخي.
- العالم كله يتابع الآن ما يحدث، وقد حان الوقت لقيادات الشركات للوفاء بوعودهم بتحقيق الحياد المناخي وتسريع عملية خفض الانبعاثات، مع التخطيط لتحقيق النمو الأخضر والمستدام.

11.0 الشكر والتقدير

يتوجه مؤلفو هذا التقرير بوافر الشكر على المعلومات التي قدمها قادة الصناعة:

أوليفر ثوريل،
المدير التنفيذي للكيماويات بشركة أرامكو السعودية

غوينيل أفيس هويت،
الرئيسة التنفيذية للاستراتيجية والاستدامة في شركة شنايدر إلكتريك

أنستازيا فايا،
نائبة الرئيس التنفيذي لبريتش بتروليوم العالمية للهيدروجين واحتجاز الكربون وتخزينه

داكسيتا راجكومار،
كبيرة مسؤولي الاستدامة لمنطقة إفريقيا والشرق الأوسط وآسيا في شركة إنجي

ستيفن فان دن بيجيلار،
مدير التوريد العالمي للراتنجات في شركة أكزو نوبل

بيترا هلفيريش،
مستشارة في شركة سبنسر ستيوارت الاستشارية

12.0 المؤلفون والمساهمون

المؤلفون

الدكتور حسن شافي
شريك، أعمال الطاقة والمرافق

الدكتور ريمون خوري
شريك، أعمال القطاع العام

أميت ماهيشواري
مدير أول، أعمال الطاقة والمرافق

عامر الحاج شاهين
مدير أول، أعمال الطاقة والمرافق

لوكاس بيدفيلا
مديرأول، أعمال الطاقة والمرافق

نيك سترينج
مدير أول، أعمال الطاقة والمرافق

نائل أمين
مدير أول، أعمال الخدمات المالية

براتاميش تشودري
مدير أول، أعمال النقل والتصنيع

جهات الاتصال

عدنان ميرهابا
شريك
آرثر د. ليتل ميدل إيست ذ.م.م
merhaba.adnan@adlittle.com
00971 4 4z33 5401

كارلو ستيلا
شريك
آرثر د. ليتل ميدل إيست ذ.م.م
stella.carlo@adlittle.com
00971 4 433 5401

إيدي غانم
شريك
آرثر د. ليتل ميدل إيست ذ.م.م
ghanem.eddy@adlittle.com
00961 1983430

المساهمون

أشرف جمعة
مدير أول، أعمال السفر والتنقل

سمير عمران
مدير أول، أعمال السفر والتنقل

براتاميش تشودري
مدير أول، أعمال النقل والتصنيع

ستيفان أولكاكار
مدير أول، أعمال الخدمات المالية

مروان السميطي
استشاري

فؤاد بوجدرة
استشاري

المنذر بدوي
استشاري

أوجوال تيواري
محلل

13.0 المراجع

1. https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakrs-of-ipcc-special-report-on-glob/al-warming-of-1-5c-approved-by-governments
2. COVID-19 caused only a temporary reduction in carbon emissions - UN report (unep.org)
3. Global Energy Review: CO_2 Emissions in 2021 – Analysis - IEA
4. The global CO_2 budget runs out in 8 years (carbonindependent.org)
5. Net-Zero-Standard-overview.pdf (sciencebasedtargets.org)
6. Net zero Coalition | United Nations
7. Net zero Stocktake 2022 | Net zero Tracker
8. Companies scores - CDP
9. Companies committed to cut emissions in line with climate science now represent $38 trillion of global economy - Science Based Targets
10. Changing the Climate in the Boardroom | Insights | Heidrick & Struggles
11. Renewable energy will produce 35% of global electricity by 2025: IEA | World Economic Forum (weforum.org)
12. What are Scope 3 emissions and how it differs from Scope 1 and 2 | World Economic Forum (weforum.org)
13. Australia's Origin Energy to invest $400 million in battery project | Reuters
14. Reliance Industries Ltd - Integrated Annual Report 2020 - 2021 (ril.com)
15. Technology foresight: anticipating future impact | Arthur D. Little (adlittle.com)
16. Climate tech VC market map (pitchbook.com)
17. Decarbonizing electric power: Key challenges and opportunities after the 2021 global energy crunch and COP26 climate negotiations | S&P Global (spglobal.com)
18. Policy roadmap to realizing India's green energy potential (ey.com)
19. Five utility trends to watch in 2022 | EY - US
20. Schneider Electric once again awarded top scores in ESG ratings | Schneider Electric Global (se.com)
21. Decarbonization Goals and Commitments | Sustainability | Siemens Energy Global (siemens-energy.com) | How Coca-Cola is boosting its energy efficiency - Industry - Global (siemens.com)
22. How manufacturing can raise the bar on global climate goals | World Economic Forum (weforum.org)
23. Emissions by sector - Our World in Data
24. Transport – Analysis - IEA
25. climate_public_policies_en.pdf (global.toyota)
26. Establishing a Carbon Neutral Society | Toyota Industries Corporation (toyota-industries.com)
27. Policy | ESG (Environment, Social, Governance) Activities | Sustainability | Toyota Motor Corporation Official Global Website
28. Deutsche Post DHL Group | Mar 22, 2021: Accelerated Roadmap to decarbonization: Deutsche Post DHL Group decides on Science Based Targets and invests EUR 7 billion in climate-neutral logistics until 2030 (dpdhl.com)
29. Sustainability - DHL - Global
30. Our Environmental Commitment | United Airlines
31. A.P. Moller - Maersk accelerates Net zero emission targets to 2040 and sets milestone 2030 targets | Maersk
32. Executive summary – Global EV Outlook 2022 – Analysis - IEA
33. IATA - Sustainable Aviation Fuel (SAF)
34. Maritime fuel mix could be 25% ammonia by 2050 – Ammonia Energy Association
35. /https://about.bnef.com/energy-transition-investment
36. Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions – Analysis - IEA
37. https://www.iea.org/reports/methane-tracker-2020/methane-from-oil-gas
38. https://www.washingtonpost.com/business/2023/02/07/bp-climate-emissions-oil-profits/
39. https://totalenergies.com/media/news/press-releases/strategy-sustainability-climate-presentation-totalenergies-reports
40. https://www.aramco.com/-/media/downloads/sustainability-report/2021-saudi-aramco-sustainability-report-cliamte-change-en.pdf?la=en&hash=698E3ECD5200A0384BE574B05CD333CFFDD60A2B
41. https://www.aramco.com/en/news-media/news/2020/first-blue-ammonia-shipment
42. https://www.petronas.com/sites/default/files/uploads/downloads/PDF%20Files/PETRONAS%20Pathway%20to%20Net%20Zero%20Carbon%20Emissions%202050%20Booklet_2022.pdf
43. https://www.iea.org/fuels-and-technologies/carbon-capture-utilisation-and-storage
44. CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector.pdf
45. How data sharing is essential to deliver industry-wide transformation | Arthur D. Little (adlittle.com)
46. CDP-technical-note-scope-3-relevance-by-sector.pdf
47. Digital technologies for sustainability in the European chemical industry | Arthur D. Little (adlittle.com)

القمة العالمية للحكومات

@WorldGovSummit
#WorldGovSummit

شارك في النقاش
worldgovernmentsummit.org