

QATAR NATIONAL حوار قطر
DIALOGUE ON الوطني حول
تغير
المناخ
CLIMATE
CHANGE
1-2 OCTOBER 2024 أكتوبر 1-2

سلاسل التوريد المستدامة

الورقة البيضاء ل 2024 QNDCC

ورقة بيضاء
مجلس قطر الوطني لتغير المناخ
17 ديسمبر 2024

سلاسل التوريد المستدامة

من إعداد StrategyHub

عن مركز "إرثنا"

مركز إرثنا لمستقبل مستدام (إرثنا) هو منظمة غير ربحية معنية بالسياسات والبحوث والدعوة، أنشأته مؤسسة قطر لتعزيز وتمكين نهج منسق للاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية والازدهار،

ويعمل المركز على تيسير جهود الاستدامة والعمل في قطر وغيرها من البلدان الحارة والقاحلة، مع التركيز على أطر الاستدامة، والاقتصادات الدائرية، والتحول في مجال الطاقة، وتغير المناخ،

والتنوع البيولوجي والنظم البيئية، والمدن والبيئة المبنية، والتعليم، والأخلاق، والعقيدة. ومن خلال الجمع بين الخبراء التقنيين، والأوساط الأكاديمية، والمنظمات الحكومية وغير الحكومية، والشركات، والمجتمع المدني، تعمل "إرثنا" على تعزيز التعاون والابتكار والتغيير الإيجابي. وباستخدام مقرها - المدينة التعليمية - كمركز اختبار، تعمل "إرثنا" على تطوير وتجربة حلول مستدامة وسياسات قائمة على الأدلة لقطر والمناطق الحارة والقاحلة. وتلتزم المنظمة بالجمع بين التفكير الحديث والمعرفة التقليدية، والمساهمة في رفاهية المجتمع من خلال خلق إرث من الاستدامة في بيئة طبيعية مزدهرة.

للمزيد من المعلومات عن مؤسسة "إرثنا" وللإطلاع على أحدث مبادراتنا، يُرجى زيارة

فهرس المحتويات

٠٦	الملخص التنفيذي
٠٧	النطاق والمنهجية
٠٨	فهم الحاجة إلى سلاسل الإمداد المستدامة
١٢	الدوافع الاقتصادية وحجة الأعمال لسلاسل الإمداد المستدامة
١٧	الأطر العالمية والوطنية لتعزيز سلاسل الإمداد المستدامة
١٩	التحديات في سلاسل الإمداد الحالية وتأثيراتها على الاستدامة.
٢٠	استراتيجيات تحويلية لسلاسل الإمداد المستدامة
٢٨	دور الابتكار والتقنيات في تعزيز إدارة سلاسل الإمداد
٣١	التحديات والفرص في تحقيق سلاسل الإمداد المستدامة
٣٤	الخاتمة
٣٥	الشكر والتقدير
٣٦	مراجع

فريق التقرير

د. سعود ك. آل ثاني
إرثنا، مؤسسة قطر
الدوحة، قطر

محمد أ. محمد
إرثنا، مؤسسة قطر
الدوحة، قطر

فرانسيس أنتوني جاكوب
إرثنا، مؤسسة قطر
الدوحة، قطر

الشيخة آمنة آل ثاني
ستراتيجي هاب
الدوحة، قطر

هاجرة خان
ستراتيجي هاب
الدوحة، قطر

رغد أبونابا
ستراتيجي هاب
الدوحة، قطر

فاطمة زايد م. آل معاضيد
متدربة
الدوحة، قطر

اللجنة التحريرية

د. غونزالو كاسترو دي لا ماتا
إرثنا، مؤسسة قطر

د. سعود خليفة آل ثاني
إرثنا، مؤسسة قطر

د. رضوان بن حماد
إرثنا، مؤسسة قطر

د. منى مطر الكواري
إرثنا، مؤسسة قطر

د. معيز علي
إرثنا، مؤسسة قطر

طلحة أ. ميرزا
إرثنا، مؤسسة قطر

سيباستيان ب. توريو
إرثنا، مؤسسة قطر



Earthna 2024 ©
P.O. Box: 5825, Doha, Qatar
Number: (+974) 4454 0242
Website: www.earthna.qa

PI: ETCC-2024-008



الوصول المفتوح, خضع هذا التقرير لترخيص المشاع الإبداعي - النسبة - غير التجاري - عدم الاشتقاق 4.0 الدولي (Creative Commons Attribution-NonCommercial-No Derivatives 4.0 International License) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), الذي يسمح بأي استخدام غير تجاري، بما في ذلك المشاركة والتوزيع وإعادة الإنتاج بأي وسيلة أو شكل، بشرط: تقديم نسبة مناسبة للمؤلف(ين) الأصلي(ين) والمصدر. إدراج رابط الترخيص الخاص بالمشاع الإبداعي. الإشارة إلى أي تعديلات تم إجراؤها على المادة المرخصة. لا يُسمح بموجب هذا الترخيص بمشاركة أي مواد معدلة أو مشتقة من هذا التقرير أو من أجزائه.

يُفترض أن الناشر، والمؤلفون، والمحررون يقدمون المعلومات والنصائح الواردة في هذا التقرير على أنها صحيحة ودقيقة في تاريخ النشر. ومع ذلك، لا يقدم أي منهم أي ضمانات صريحة أو ضمنية فيما يتعلق بالمحتوى أو بشأن أي أخطاء أو سهو قد تكون حدثت. يظل الناشر محايداً فيما يتعلق بأي مطالبات قضائية تتعلق بالحدود الجغرافية في الخرائط المنشورة أو فيما يخص الانتماءات المؤسسية.

النطاق والمنهجية

الملخص التنفيذي



للأنظمة المجزأة والرؤية المحدودة لعمليات الموردين أن تُعتم على التأثيرات البيئية والاجتماعية لأنشطة سلاسل الإمداد. وفي الدول ذات الإنفاذ التنظيمي المحدود، غالبًا ما يعمل الموردون في المستويات الدنيا دون اعتبار للاستدامة، مما يزيد من تفاقم المشكلة. تسلط هذه التحديات الضوء على الحاجة إلى الابتكار التكنولوجي، والتعاون بين القطاعات، وأطر العمل القوية لدفع التحول نحو الاستدامة.

رغم هذه العقبات، فإن التحول إلى سلاسل إمداد مستدامة يفتح آفاقًا هائلة من الفرص. توفر مبادرات التمويل الأخضر، مثل القروض المرتبطة بالاستدامة والسندات الخضراء، الدعم المالي المطلوب لتبني التقنيات الصديقة للبيئة. توفر ممارسات الاقتصاد الدائري، التي تركز على كفاءة الموارد وتقليل النفايات، مسارا لتقليل التأثير البيئي مع خلق قنوات قيمة جديدة. تُدخل تقنيات مثل إنترنت الأشياء وتحليلات البيانات الضخمة وتقنية البلوكشين شفافية وكفاءة غير مسبوقة في عمليات سلاسل الإمداد، مما يمكّن الشركات من تحسين استخدام الموارد وتقليل الانبعاثات. وفي قطر، تعزز الشراكات بين القطاعين العام والخاص هذا التحول، مما يتيح تطوير البنية التحتية والسياسات التي تتماشى مع أهداف الدولة للاستدامة.

بالنسبة لقطر، فإن دمج الاستدامة في سلاسل الإمداد ليس مجرد ضرورة بيئية، ولكنه أيضًا ميزة استراتيجية. من خلال تبني ممارسات مستدامة، يمكن للدولة تعزيز تنافسيتها العالمية، وجذب الاستثمارات، وتنويع اقتصادها بعيدًا عن الهيدروكربونات. ومع تطور سلاسل الإمداد لتلبية الطلبات المتزايدة وتوقعات الاستدامة، فإن التزام قطر بالابتكار والتعاون يضعها في طليعة تشكيل مستقبل التجارة والخدمات اللوجستية العالمية. هذا التحول يعكس الرؤية الأوسع المتمثلة في دمج الاستدامة في جميع جوانب النشاط الاقتصادي، لضمان الازدهار طويل الأمد والحفاظ على البيئة.

تُعد سلاسل الإمداد شريان الحياة للتجارة العالمية، حيث تربط الموردين والمصنّعين والمستهلكين لضمان تدفق السلع والخدمات بسلاسة. ومع ذلك، فإن هذا النظام المعقد يُعد أيضًا أحد أكبر المساهمين في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واستنزاف الموارد، والتلوث. ومع مساهمة عمليات سلاسل الإمداد بجزء كبير من الانبعاثات العالمية وتكاليف التشغيل، أصبحت الحاجة الملحة للعمل نحو سلاسل إمداد مستدامة أكثر أهمية من أي وقت مضى. تواجه قطر، التي تتمتع بموقع استراتيجي كمركز لوجستي عالمي رئيسي، تحديًا وفرصة فريدين. وتتوافق رؤية الدولة لتحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والمسؤولية البيئية ضمن رؤيتها الوطنية ٢٠٣٠، مما يجعل سلاسل الإمداد المستدامة عنصرًا محوريًا في استراتيجيتها لتحقيق المرونة والتنافسية على المدى الطويل. ركزت الجهود المتزايدة نحو استدامة سلاسل الإمداد الضوء بشكل حاد على انبعاثات النطاق ٣، وهي الانبعاثات الناتجة عن سلسلة القيمة بأكملها. هذه الانبعاثات، التي غالبًا ما تتجاوز الانبعاثات المباشرة وانبعاثات الطاقة للشركات، تنشأ من أنشطة مثل استخراج المواد الخام، والإنتاج، والنقل، والتخلص من المنتجات في نهاية عمرها الافتراضي. معالجة انبعاثات النطاق ٣ تُعد تحديًا كبيرًا نظرًا لطبيعتها المتفرقة والمعقدة، إلا أنها ضرورية لتقليل البصمة الكربونية الإجمالية. وتستجيب المنظمات في جميع أنحاء العالم لمطالب المستهلكين بممارسات مستدامة، وضغوط المستثمرين للمساءلة في الجوانب البيئية والاجتماعية والحوكمة، فضلًا عن الأطر التنظيمية التي تتطلب تقدمًا ملموسًا نحو تحقيق أهداف الاستدامة. وفي قطر، تتماشى هذه التدابير مع طموحاتها الأوسع المتعلقة بالحفاظ على البيئة وتنويع الاقتصاد.

يتسم المسار نحو سلاسل الإمداد المستدامة بتحديات عديدة، يشمل ذلك إدارة الشبكات الواسعة من الموردين، والتغلب على المقاومة للتغيير، وتحمل التكاليف الأولية للانتقال إلى ممارسات أكثر صداقة للبيئة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن

تجمع التحليل بين الأفكار المستخلصة من هذه الجلسة النقاشية والبحوث التكميلية لتعزيز النقاط الرئيسية وتقديم توصيات قابلة للتنفيذ. تتكامل المنهجية من خلال بحث أكاديمي أولي، وملاحظات ميدانية من الجلسة، وبحوث ما بعد الجلسة، وعمليات المقارنة المعيارية. تهدف هذه النتائج إلى دعم أهداف قطر في الاستدامة من خلال تعزيز مبادرات سلاسل الإمداد المستدامة، وتقديم استراتيجيات مخصصة لقطر لتحسين الشفافية، وكفاءة الموارد، والحفاظ على البيئة في سلاسل الإمداد الإقليمية والعالمية.

يركز نطاق هذه الورقة البيضاء على المواضيع التي نوقشت خلال الجلسة الحوارية بعنوان «سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية المستدامة»، التي عُقدت في اليوم الثاني من مؤتمر قطر الوطني حول تغيير المناخ لعام ٢٠٢٤. تضمنت الجلسة مجموعة من المتحدثين المرموقين، منهم السيد فلوريان شوارز، نائب الرئيس ورئيس الاستدامة لحلول العملاء والابتكار في شركة دي اتش إل؛ السيد جافيت سايمون، مدير الاستدامة في شركة كيو تيرمينالز؛ السيدة العنود محمد المسلم، رئيس قسم الأبحاث والدعوة للسياسات في وكالة ترويج الاستثمار في قطر؛ والسيد دراغوس فندوليا، المدير الرئيسي في شركة رولاند بيرغر الشرق الأوسط.

ومع ذلك، فإن التأثير البيئي الحقيقي يظهر في انبعاثات النطاق 3، التي تتميز بتعقيد كبير. تشمل انبعاثات النطاق 3 الانبعاثات غير المباشرة التي تحدث على طول سلسلة القيمة الخاصة بالمؤسسة، سواء في المراحل الأولية أو النهائية. تنتج هذه الانبعاثات عن أنشطة لا تمتلكها المؤسسة أو تتحكم بها بشكل مباشر، لكنها أساسية لعملياتها، مثل استخراج وإنتاج المواد الخام، نقل البضائع، استخدام المنتجات المباعة، والتخلص منها في نهاية دورة حياتها.⁷

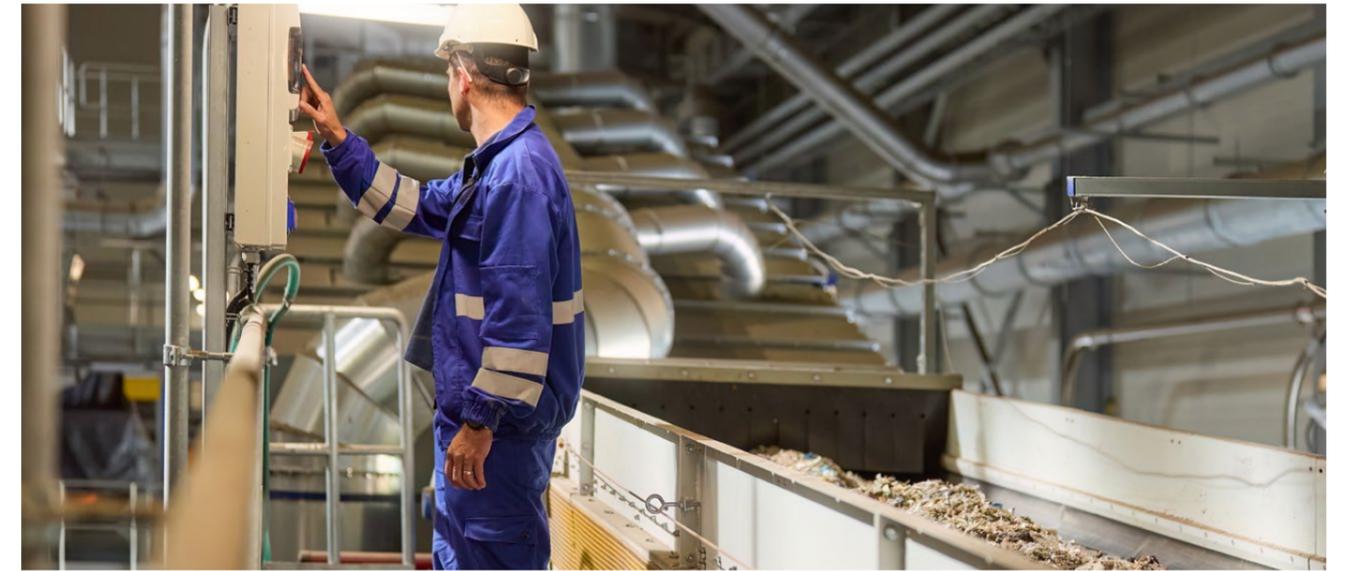
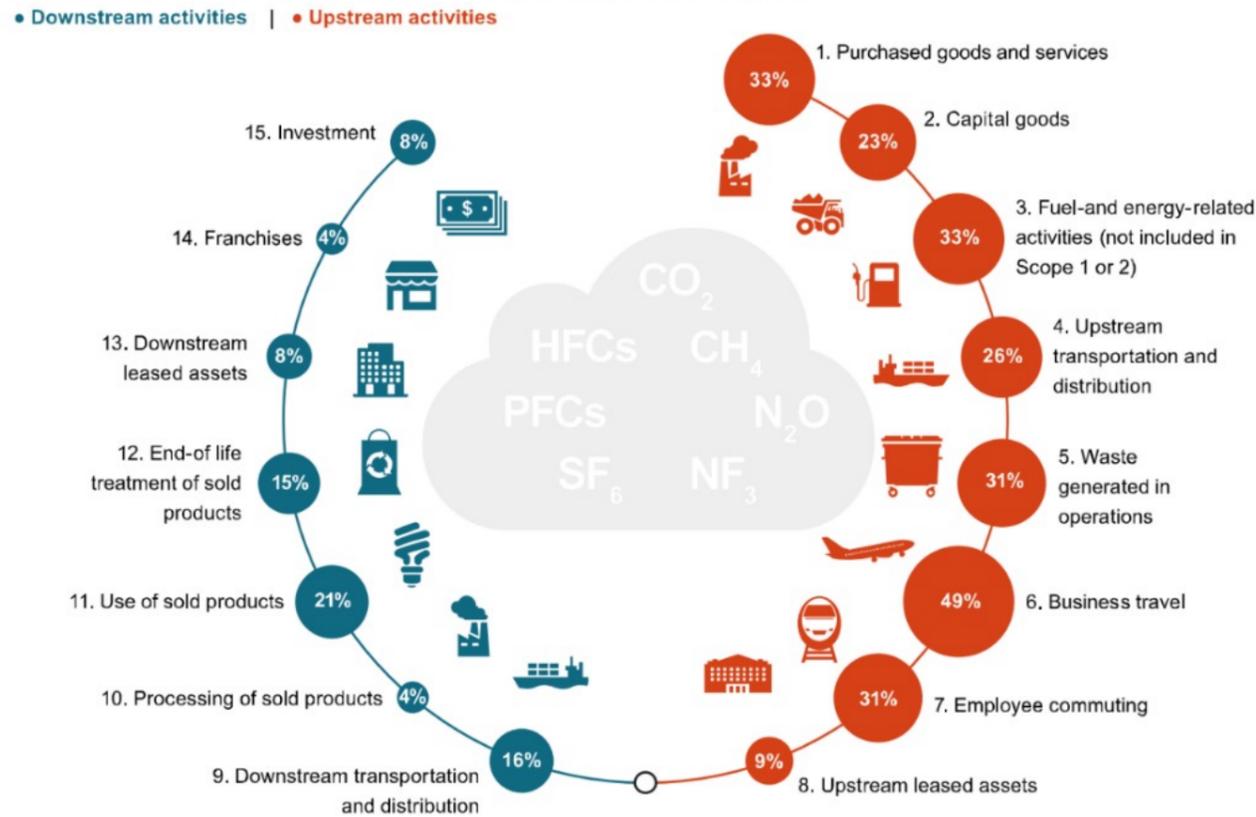
تتسم انبعاثات النطاق 3 بتغيرات كبيرة، وتنتشر عبر سلسلة الإمداد بأكملها، كما هو موضح في الشكل 1، مما يخلق تحديات فريدة لقياسها وتقليلها. تشكل انبعاثات النطاق 3 أكبر مكونات البصمة الكربونية للشركات، وغالبًا ما تتجاوز انبعاثات النطاقين 1 و2 مجتمعة بفارق كبير. وفقًا لمشروع الكشف عن الكربون، فإن هذه الانبعاثات الناتجة عن سلسلة القيمة تكون، في المتوسط، أكبر بمقدار 11.4 مرة من الانبعاثات المباشرة للشركات. علاوة على ذلك، تمثل انبعاثات النطاق 3 عادة حوالي 75% من إجمالي الانبعاثات الخاصة بالشركات، مع بلوغ بعض القطاعات، مثل تصنيع وسائل النقل، والخدمات المالية، والزراعة،

دعم الطلب العالمي، يصبح من الضروري معالجة التحديات البيئية والاقتصادية من خلال تحسين سلاسل الإمداد واعتماد ممارسات مستدامة. إن التصدي لهذه التحديات أمر ضروري لضمان المرونة والاستدامة والقدرة التنافسية على المدى الطويل في عالم يعاني من محدودية الموارد وترابط متزايد.

يتطلب فهم البصمة البيئية لسلاسل الإمداد تقييمًا شاملاً لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والتي تُصنّف إلى ثلاث نطاقات مميزة بناءً على مصدرها ومدى التحكم فيها. تشير انبعاثات النطاق 1 إلى الانبعاثات المباشرة الناتجة عن المصادر المملوكة أو الخاضعة لسيطرة المؤسسة، مثل احتراق الوقود في المنشآت الصناعية أو المركبات التابعة للشركة. أما انبعاثات النطاق 2، فهي انبعاثات غير مباشرة تنتج عن توليد الكهرباء، أو البخار، أو التدفئة، أو التبريد الذي تشتريه المؤسسة لتشغيل عملياتها. ويُعتبر قياس وإدارة انبعاثات هذين النطاقين أمرًا بسيطًا نسبيًا، نظرًا لأنهما يتعلقان بانبعاثات تقع ضمن السيطرة المباشرة للمؤسسة.⁸

فهم الحاجة إلى سلاسل الإمداد المستدامة

الشكل 1: Scope 3 Emissions come from a company's value chain Disclosure rate by each of Scope 3's fifteen categories (fy 2020, S&P Global 1200 index)



بنسبة 60% في استهلاك الموارد الطبيعية عالميًا بحلول عام 2060 مقارنة بمستويات 2020، مدفوعة بالتوسع الحضري والتصنيع والنمو السكاني.² وبما أن سلسلة الإمداد تدفع الكثير من الطلب على الموارد الطبيعية، فإن الضغط على النظم البيئية والموارد سيزداد، مما يؤدي إلى عواقب وخيمة مثل تغير المناخ، وضغط المياه، وتدمير الموائل.³ إلى جانب تأثيرها البيئي، تمثل سلاسل الإمداد عبئًا ماليًا كبيرًا على الشركات، حيث تشكل من 50% إلى 70% من تكاليف التشغيل.⁴

لقد وضعت قطر بموقعها الاستراتيجي عند تقاطع آسيا وأوروبا وأفريقيا نفسها كقائد عالمي في سلاسل الإمداد والخدمات اللوجستية. تسهم البنية التحتية عالمية المستوى والمناطق الحرة والمجمعات اللوجستية، والتقدم في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في إنشاء شبكة قوية وفعالة، مما يجعل البلاد محورًا حيويًا يربط الأسواق العالمية الكبرى.⁵ ومع تزايد أهمية سلاسل الإمداد في

تعد سلاسل الإمداد العمود الفقري للاقتصاد العالمي، حيث تربط الموردين والمنتجين والمستهلكين لدفع تدفق السلع والخدمات والمعلومات بسلاسة عبر الصناعات حول العالم. ومع ذلك، فإن النطاق والتعقيد الكبيرين لعمليات سلاسل الإمداد جعلها مصدرًا كبيرًا للضغط البيئي، حيث تسهم بشكل كبير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واستنزاف الموارد، والتحديات البيئية الأخرى. بدءًا من تلوث المياه وفقدان التنوع البيولوجي وصولًا إلى انبعاثات الهواء الضارة والاستهلاك الكبير للطاقة، فإن البصمة البيئية لسلاسل الإمداد واسعة النطاق وعميقة التأثير.

تتحمل سلسلة الإمداد لشركة نموذجية مسؤولية 80% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الخاصة بها وأكثر من 90% من مساهمتها في تلوث الهواء أثناء إنتاج وتوزيع المنتجات الاستهلاكية. كما تمثل حوالي 60% من إجمالي انبعاثات الكربون العالمية. بالإضافة إلى ذلك، تتوقع برنامج الأمم المتحدة للبيئة زيادة

¹ Earth.Org "سلاسل الإمداد المستدامة: إزالة الكربون العالمية" Earth.Org، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://earth.org/sustainable-supply-chains-global-decarbonization>
² صحيفة ذا نينسبوا "قطر: قطاع اللوجستيات يتوسع بسرعة، ويستعد لمرحلة من النمو" صحيفة ذا نينسبوا، 1 سبتمبر 2024، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://thepeninsulaqatar.com/article/01/09/2024/logistics-sector-rapidly-expanding-poised-for-further-growth>
³ ماكنزي وشركاه "ما هي انبعاثات النطاق 1 و 2 و 3؟ ماكنزي وشركاه، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-scope-1-2-and-3-emissions>
⁴ سويب "النطاق 3: فهم مستويات الموردين" سويب، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.sweep.net/insights/scope-3-understanding-supplier-tiers>

¹ Earth.Org "سلاسل الإمداد المستدامة: إزالة الكربون العالمية" Earth.Org، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://earth.org/sustainable-supply-chains-global-decarbonization>
² مجلس نظرية فوربس "اللوجستيات المستدامة: التحدي لمستقبل أكثر برودة بحلول 2030" فوربس، 1 فبراير 2024، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/02/01/sustainable-logistics-preparing-for-a-green-future-by-2030>
³ المنتدى الاقتصادي العالمي "استهلاك الموارد المستدامة أمر عاجل: الأمم المتحدة" المنتدى الاقتصادي العالمي، مارس 2024، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.weforum.org/stories/2024/03/sustainable-resource-consumption-urgent-un>
⁴ Earth.Org "سلاسل الإمداد المستدامة: إزالة الكربون العالمية" Earth.Org، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024.

استخراج وشراء الموارد

وأكثر من 90% من فقدان التنوع البيولوجي، و40% من المواد الجسيمية الملوثة للهواء والتي تهدد الصحة. وتعتبر هذه الأنشطة محركات رئيسية للتدهور البيئي، مما يجعل من «المستحيل عمليًا استقرار النظام المناخي ووقف التدهور المستمر للعديد من النظم البيئية الحيوية»، كما أكد تقرير آفاق الموارد العالمية 2024 من اللجنة الدولية للموارد¹⁶. تسهم عملية استخراج ومعالجة المواد الخام بشكل كبير في التأثيرات البيئية العالمية، كما هو موضح في الشكل 1، لا سيما بالنسبة لأنماط التأثيرات معينة¹⁷. هذه الاتجاهات تبرز الدور الحاسم للقرارات الشرائية في تشكيل استدامة سلاسل التوريد من خلال التأثير على النتائج البيئية.

بالإضافة إلى ذلك، أدى الارتفاع السريع في مستويات المعيشة العالمية إلى دفع عمليات استخراج المواد إلى مستويات غير مستدامة. على مدار الخمسين عامًا الماضية، تضاعف استهلاك الكتلة الحيوية والوقود الأحفوري والمعادن والمعادن غير المعدنية ثلاث مرات. يعكس هذا الاتجاه معدل نمو سنوي ثابت يبلغ 2.3%، وهو معدل يفوق بكثير قدرة الكوكب على تجديد الموارد الطبيعية¹⁸. بحلول عام 2060، من المتوقع أن يتضاعف استخدام المواد عالميًا ليصل إلى 190 مليار طن، مما يزيد من الضغوط البيئية. من المتوقع أن يؤدي هذا التوسع في استهلاك الموارد إلى زيادة بنسبة 43% في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مما يقاوم تغير المناخ ويقوض الجهود الدولية لتحقيق الحياد الكربوني¹⁹.

على الرغم من التطور الكبير في استخراج المواد، تكشف مقاييس الإنتاجية عن مشكلة مقلقة تتعلق بالكفاءة. إذ تشير إنتاجية المواد، التي تقيس الناتج الاقتصادي لكل وحدة من الموارد المستخدمة، إلى حالة من الركود. ويأتي هذا الركود على النقيض من النمو السريع لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، واستهلاك الطاقة، وإنتاجية العمل، مما يبرز وجود «فجوة في إنتاجية المواد» كما هو موضح في الشكل 2. تشير هذه الفجوة إلى أنه على الرغم من زيادة الموارد المُستخرجة والمستهلكة، فإن الفوائد الاقتصادية الناتجة عنها لا تنمو بمعدل يتناسب مع ذلك، وتُظهر هذه الكفاءة المنخفضة أن أنماط الإنتاج والاستهلاك الحالية تضر بالبيئة وغير مستدامة اقتصادياً على المدى الطويل²⁰.

يعتمد اقتصاد قطر بشكل أساسي على استخراج وتصدير الهيدروكربونات، حيث يشكل الغاز الطبيعي والنفط الخام العمود الفقري للإطار الاقتصادي للبلاد. وقد ساهم قطاع الهيدروكربونات بنحو 37% من الناتج المحلي الإجمالي لقطر في عام 2022، حيث وفرت منتجات الغاز الطبيعي المسال والنفط الخام والمنتجات البترولية الجزء الأكبر من الإيرادات الحكومية. وتمتلك قطر ثالث أكبر احتياطي من الغاز الطبيعي في العالم، ما يمثل 13% من الاحتياطيات المؤكدة عالمياً، وتعد من بين أكبر 15 دولة مصدرة للنفط²¹. علاوة على ذلك، تخطط قطر لزيادة إنتاج الغاز الطبيعي المسال من 77 مليون طن متري سنوياً إلى 142 مليون طن متري سنوياً بحلول عام 2030، مما يبرز طموح قطر لتعزيز دورها كقائد في مجال الطاقة²². ومع ذلك، فإن هذا التوسع يتطلب تكثيف أنشطة الاستخراج، مما يؤدي إلى زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري واستنزاف الموارد وزيادة الضغوط البيئية، لا سيما في عالم يسعى إلى الحد من تغير المناخ. وتبرز هذه العلاقة بين النمو الاقتصادي وتدهور البيئة الأهمية الحاسمة لإدماج الاستدامة في استراتيجية قطر للاقتصاد ضمن عمليات سلسلة التوريد.

الشراء هو وظيفة محورية في سلاسل الإمداد، تشمل الحصول على السلع والخدمات التي تحتاجها المنظمات للعمل. ويتضمن ذلك تحديد الاحتياجات، اختيار الموردين، التفاوض على الأسعار، وضمان التسليم في الوقت المحدد¹¹. تتجاوز أهمية الشراء مجرد العمليات اليومية لتشمل تأثيرات بعيدة المدى على الاستدامة البيئية. الخيارات المتعلقة بالموردين والمواد الخام تؤثر بشكل مباشر على النظم البيئية الطبيعية، مثل إزالة الغابات، استغلال الموارد، والتلوث.

تمتد الآثار البيئية لقرارات الشراء، خاصة اختيار الموردين، إلى ما يتجاوز المخاوف التشغيلية المباشرة، ولها تأثير كبير على نتائج الاستدامة. يؤدي الاختيار غير الفعال للموردين إلى تحديات بيئية كبيرة، مما يعرقل الجهود الرامية إلى إنشاء سلاسل إمداد مستدامة. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي التعامل مع موردين يعتمدون على عمليات تصنيع قديمة وذات استهلاك عالي للطاقة إلى زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتدهور البيئة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الموردين الذين يمتلكون أنظمة إدارة نفايات ضعيفة قد يزيدون من الأضرار البيئية من خلال إنتاج كميات زائدة من النفايات التي تذهب إلى مكبات القمامة، أو تلوّث مصادر المياه، أو المشاركة في ممارسات مثل إزالة الغابات أثناء استخراج الموارد¹². علاوة على ذلك، تؤثر هذه الانبعاثات على نطاق 3، مما يجعلها جزءًا كبيرًا من البصمة الكربونية للشركة.

يتضمن الشراء المستدام اختيار الموردين المسؤولين بيئيًا، حيث يشمل وضع معايير مواصفات للمنتجات المشتراة تقلل من الآثار البيئية السلبية وتدعم أهداف الاستدامة طويلة الأجل. خيارات المواصفات يمكن أن يكون لها تأثير كبير على البيئة بطرق غير واضحة على الفور، ولكنها تحمل عواقب طويلة الأمد. على سبيل المثال، اختيار مواد خام غير قابلة للتجديد أو إعادة التدوير يستهلك طاقة وموارد كبيرة، كما يخلق تحديات عند انتهاء دورة حياة المنتجات. المواد غير القابلة للتحلل أو التي يصعب إعادة تدويرها قد تنتهي في مكبات القمامة حيث تأخذ سنوات للتحلل، مما يطلق غازات دفيئة ضارة في هذه العملية، ويساهم في تفاقم مشكلة النفايات وتسريع تغير المناخ¹³.

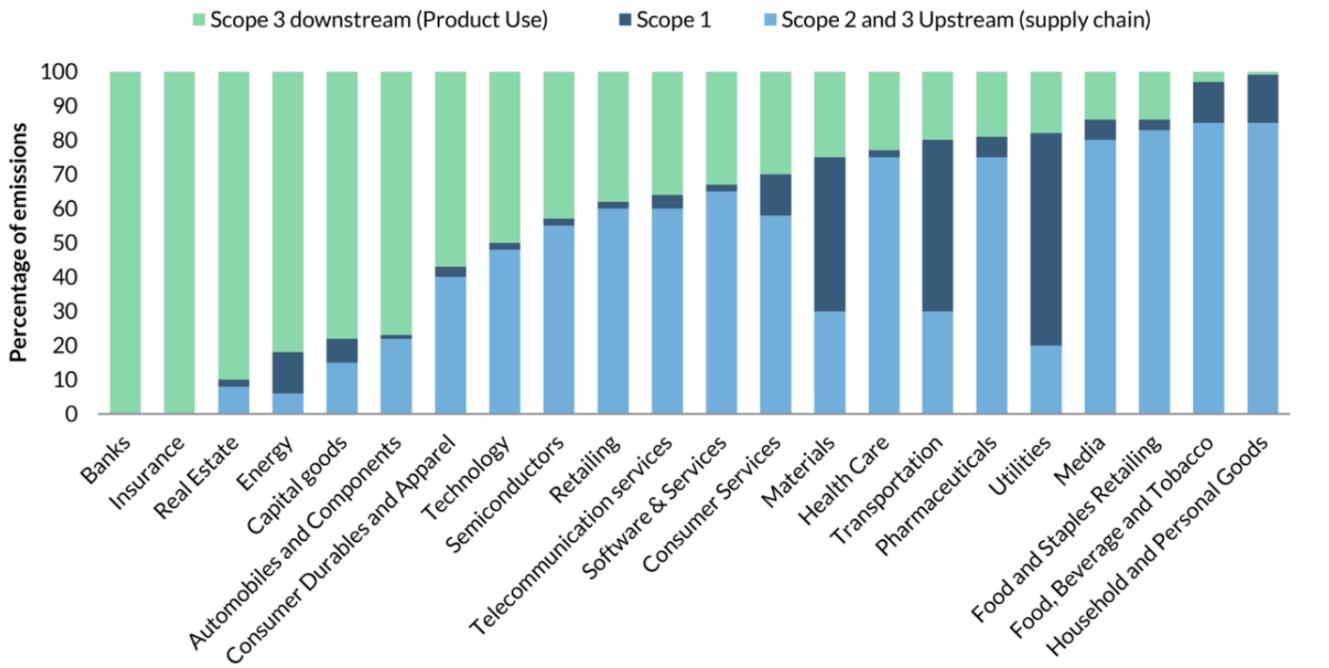
في قطر، بلغت قيمة المواد الخام المستوردة 2.7 مليار دولار في عام 2022، وتم استيرادها من شركاء مثل عمان، أستراليا، البرازيل، الهند، والسويد¹⁴. تعكس هذه الواردات الطبيعة المترابطة لسلاسل الإمداد العالمية، وتعد ضرورية لتتويج الصناعات وتعزيز المرونة الاقتصادية، بما في ذلك الآلات، المواد الكيميائية، والمواد الخام الحيوية للقطاعات غير الهيدروكربونية¹⁵. ومع ذلك، فإن هذه الاعتمادات تعرض قطر لتقلبات اقتصادية عالمية، توترات جيوسياسية، ومخاطر بيئية مرتبطة بإنتاج ونقل هذه المواد. بالإضافة إلى ذلك، تسهم سلاسل الإمداد الطويلة في زيادة البصمة الكربونية من خلال انبعاثات النقل وطرق الاستخراج والمعالجة كثيفة الطاقة، مما يعزز أهمية دمج الاستدامة في استراتيجيات الشراء في قطر.

بينما تسعى الشركات لتحقيق مزيد من السيطرة على سلاسل التوريد الخاصة بها، يتجه بعضها إلى استخراج الموارد بشكل مباشر، وهو ما يجلب معه تحديات بيئية خاصة به. إن استخراج ومعالجة الوقود الأحفوري والمعادن الغذائية ومنتجات الغابات تشكل مجتمعة حوالي 60% من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية،

يسلط الرسم البياني الضوء على هيمنة انبعاثات النطاق 3 عبر الصناعات، حيث تمثل الأنشطة التدفقات الأولية (مثل استخراج المواد الخام) والعمليات التدفقات النهائية (مثل استخدام المنتجات) الجزء الأكبر من إجمالي الانبعاثات. وتظهر صناعات مثل الخدمات المالية والتأمين انبعاثات التدفقات النهائية تقارب 100%، مدفوعة بالأنشطة الممولة واستخدام المنتجات، بينما تواجه قطاعات مثل السيارات، السلع الرأسمالية، والملابس انبعاثات التدفقات الأولية كبيرة ناجمة عن الإنتاج المكثف للطاقة للمكونات والمواد الخام. في المقابل، تُظهر صناعات مثل المرافق والنقل مساهمة أكثر توازنًا، حيث تلعب انبعاثات النطاقين 1 و2 الناتجة عن العمليات المباشرة دورًا أكبر.

تُبرز هذه الفوارق الحاجة الماسة إلى استراتيجيات مخصصة لكل قطاع لمعالجة انبعاثات النطاق 3، والتي غالبًا ما تشكل أكثر من 90% من البصمة الكربونية للشركة. يوفر فهم انبعاثات النطاق 3 رؤية واضحة للتأثير البيئي الكبير المدمج في جميع مراحل سلسلة الإمداد، مما يؤكد الحاجة إلى دراسة كيفية مساهمة كل قطاع في هذه التحديات. بدءًا من استخراج الموارد إلى الإنتاج، النقل، وإدارة النفايات، يلعب كل مرحلة دورًا حاسمًا في تشكيل البصمة البيئية الإجمالية. ولمعالجة هذه التأثيرات بفعالية، من الضروري تحليل المساهمات المحددة لمكونات سلسلة الإمداد المختلفة. وتتناول الأقسام التالية العناصر الرئيسية لسلاسل الإمداد ومساهمتها في التحديات البيئية.

الشكل 2: Distribution of emissions across scopes and industries



¹⁴ برنامج الأمم المتحدة للبيئة "نحن نلهم مواد الأرض بمعدل غير مستدام" برنامج الأمم المتحدة للبيئة. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/were-gobbling-earths-resources-unsustainable-rate>

¹⁵ اللجنة الدولية للموارد "آفاق الموارد العالمية 2024: الملخص لصانعي السياسات" برنامج الأمم المتحدة للبيئة. مارس 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/gro24_spm_tmar_final_for_web.pdf

¹⁶ إدارة التجارة الدولية "قطر - آلت ومعدات حفر النفط والغاز" Trade.gov. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/qatar-oil-gas-field-machinery-equipment>

¹⁷ رويترز "أرباح قطر للنفط 2023 تنخفض بنسبة 32% مع تراجع أسعار الغاز" رويترز، 25 يونيو 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.reuters.com/business/energy/qatar-energy-2023-profit-drops-32-gas-prices-cool-2024-06-25/>

¹⁸ حل التجارة العالمية المتكاملة "ملخص التجارة في قطر" ملخص التجارة في قطر | 2022 | بيانات ونسب. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/QAT/Year/2022/Summary>

¹⁹ رويترز "حل أزمة المناخ يحتاج إلى العيش في عالم أقل مادية" رويترز. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.reuters.com/sustainability/2024>

²⁰ climate-energy/comment-solve-climate-crisis-we-need-live-less-material-world-2024-05-10

²¹ المؤسسة الأوروبية للحرك المبتدعات للبحوث "الآثار البيئية عبر سلسلة التوريد: نظام معلومات المواد الخام. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.rmis.jrc.ec.europa.eu/environmental-impacts-atlas-the-supply-chain-3d-fact-sheet>

²² المنتدى الاقتصادي العالمي "استهلاك الموارد المستخدمة أمر عاجل، كما تقول الأمم المتحدة" المنتدى الاقتصادي العالمي. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.weforum.org/stories/2024/03/sustainable-resource-consumption-urgent-un-2024>

¹² لي، جياوي، وديبو تشونغ. "مقارنة تأثير اختيار الموردين الأخضرين ودمجهم على الأداء البيئي: تحليل لدور الدعم الحكومي كعامل معتدل." إم دي بي آي، 22 أغسطس 2024. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/16/7228>

¹³ رايت، ماثيو. "تطوير المنتجات المستدامة: تقليل التأثير البيئي." سيكرانيت، 2 يوليو 2024. <https://specright.com/blog/sustainable-product-development>

¹⁴ حل التجارة العالمية المتكاملة "واردات المواد الخام إلى قطر" واردات المواد الخام إلى قطر | بيانات ونسب. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/QAT/Year/2022/TradeFlow/Import/Partner/all/Product/UNCTAD-Sop1>

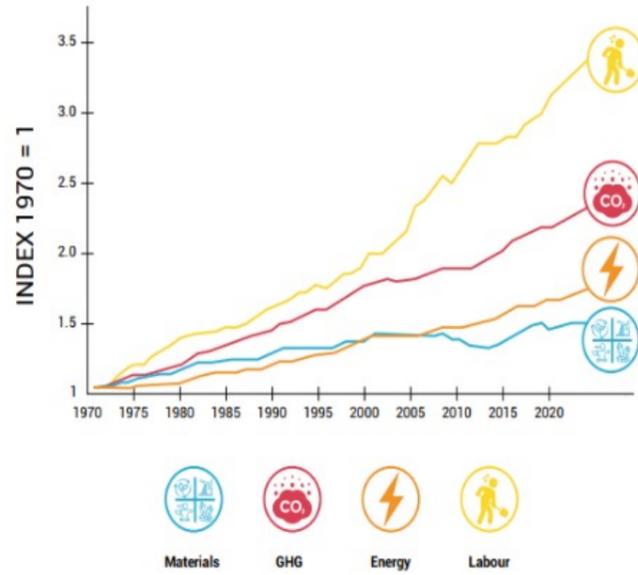
⁸ كاربوننت، "فهم أهمية انبعاثات النطاق 3 في سلسلة التوريد." كاربوننت. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.carbonnt.com/en/news/5e5509a9-e33f-43fd-8e46-94147fe6aa2b>

⁹ سويب "النطاق 3: فهم مستويات الموردين" سويب. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.sweep.net/insights/scope-3-understanding-supplier-tiers>

¹⁰ كارون سفير "النطاق 3: التنبؤات عبر سلسلة التوريد." كارون سفير. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://carbonawer.org/scope3.php>

¹¹ بوكويرياعي، "ما هو الفرق بين المشتريات وإدارة سلسلة التوريد؟" بوكويرياعي. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.procurify.com/blog/difference-procurement-supply-chain-management>

الشكل 5: الإنتاج العالمية للموارد من المواد، انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، الطاقة والعمل



التصنيع والإنتاج

الصناعية نسبة كبيرة من 2 مليار طن من النفايات المنتجة عالميًا سنويًا، ينتهي الكثير منها في المكبات أو المحيطات، المواد الخطرة مثل المعادن الثقيلة، والمخلفات البترولية، والمخلفات الصناعية تلوث التربة وتدمر النظم البيئية، مما يقتل الكائنات الدقيقة المفيدة للزراعة والتنوع البيولوجي²⁶. لمعالجة هذه القضايا، يجب دمج ممارسات مستدامة مثل معالجة المياه العادمة، برامج إعادة التدوير، وإدارة النفايات المسؤولة بيئيًا في عمليات التصنيع.

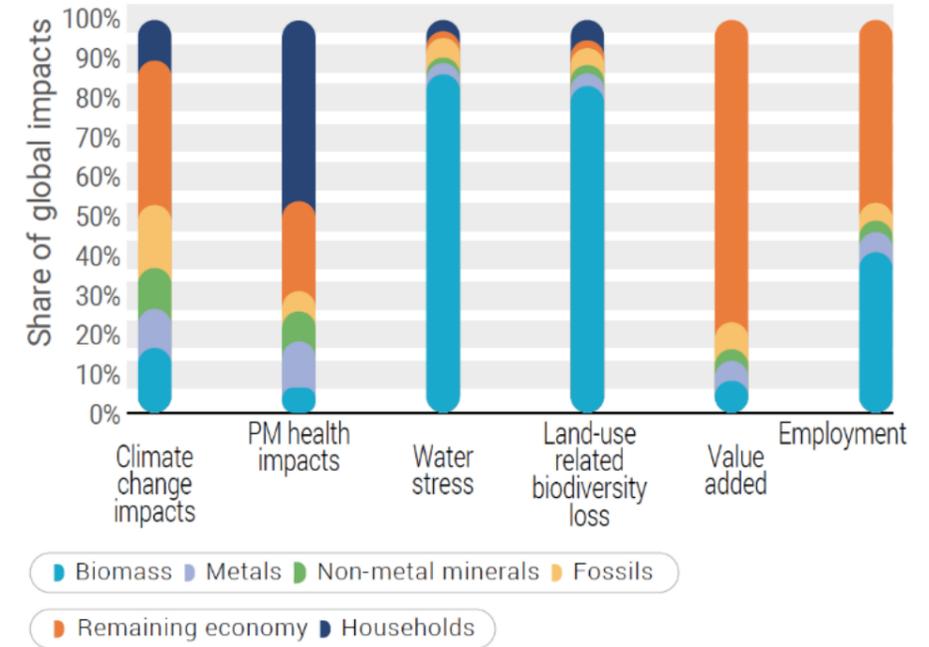
يشمل التصنيع تحويل المواد الخام إلى منتجات نهائية من خلال عمليات مترابطة تعتمد على الآلات، والعمالة البشرية، والأدوات، على الصعيد العالمي، يُعد القطاع الصناعي المساهم الأكبر في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث يمثل 73.2% من الانبعاثات المرتبطة بالطاقة و24% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية، وفقًا لوكالة حماية البيئة²³. تعكس هذه الأرقام الحاجة الملحة لمعالجة التحديات البيئية المرتبطة بالتصنيع، نظراً لدوره الكبير في تغير المناخ واستنزاف الموارد.

يُعد قطاع التصنيع في قطر، وهو مكون حيوي لاستراتيجيتها للتنوع الاقتصادي، مثالاً بارزاً على الحاجة إلى تحقيق التوازن بين النمو الصناعي والاستدامة البيئية. كجزء من رؤية قطر الوطنية 2030، تهدف الدولة إلى تقليل اعتمادها على الهيدروكربونات من خلال إنشاء سلاسل قيمة متقدمة في التصنيع، وتمكين نفسها كقاعدة إنتاج رئيسية. اكتسبت هذه الاستراتيجية زخماً كجزء من استراتيجيتها لتحقيق الاكتفاء الذاتي، مما أدى إلى تحقيق معدل نمو سنوي مركب بنسبة 7% في قطاع التصنيع مقارنة بـ 3% سابقاً²⁷.

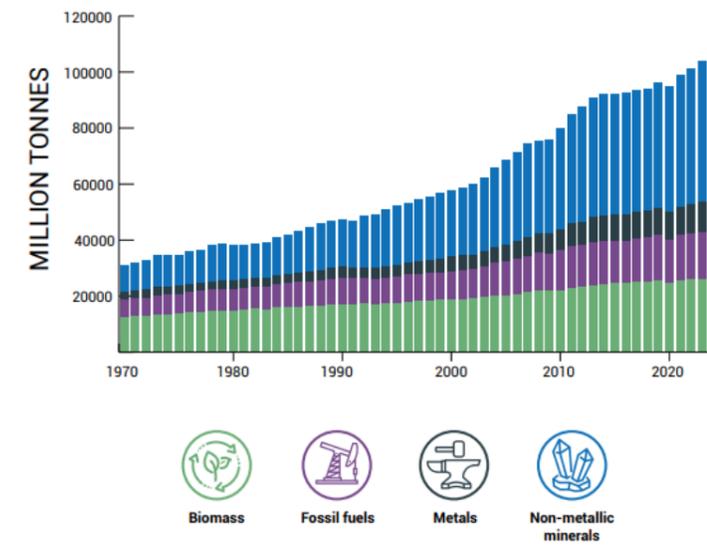
تنشأ انبعاثات التصنيع على ثلاثة مستويات متميزة: مستوى العمليات، مستوى الآلات، ومستوى النظام. عند مستوى العمليات، ترتبط الانبعاثات بالطاقة اللازمة للإنتاج، متأثرة بمواصفات المواد والآلات المستخدمة. على مستوى الآلات، تنشأ الانبعاثات من المعدات المساعدة، الأدوات، والمستهلكات، وأحياناً، على مستوى النظام، يتم تجميع الانبعاثات من دورة الحياة الكاملة للتصنيع، بما في ذلك النقل، التخلص من المواد، والإنتاج²⁴. يبرز هذا الهيكل الهرمي التأثير المضاعف لعدم الكفاءة في كل مستوى، مما يجعل من الضروري تطبيق تقنيات كفاءة الطاقة وابتكارات العمليات، بالإضافة إلى ذلك، يلعب اختيار المواد دوراً كبيراً؛ فعلى سبيل المثال، تولد المواد المعاد تدويرها انبعاثات كربونية أقل بكثير مقارنة بالمواد الأولية²⁵، مما يظهر إمكانات مبادئ الاقتصاد الدائري في تقليل بصمة الكربون في التصنيع.

يضيف استهلاك الموارد طريقة أخرى من التعقيد. تستخدم المصانع 22% من إمدادات المياه العذبة العالمية، يتم تصريف جزء كبير منها كمياه عادمة غير معالجة، مما يلوث النظم البيئية المائية ويهدد التنوع البيولوجي. تنتج العمليات

الشكل 3: نسبة التأثيرات العالمية والاجتماعية والاقتصادية بين أنواع الموارد



الشكل 4: استخراج المواد عالميًا، الفئات الرئيسية الأربعة للمواد



²⁷ وزارة التجارة والصناعة، قطر، "استراتيجية قطر الوطنية للتصنيع: النسخة القابلة للنشر"، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.moci.gov.qa/wp-content/uploads/2020/05/Qatar-National-Manufacturing-Strategy-Publishable-version.pdf>.
²⁸ صحيفة ذا بينينسولا قطر، "تقرير تقدم القطاع الصناعي القطري"، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. https://thepeninsulaqatar.com/pdf/20240327_1711493406-185.pdf.
²⁹ إكونومي ميدل إيست، "ارتفاع مؤشر الإنتاج الصناعي في قطر بنسبة 5.5% في يناير"، إكونومي ميدل إيست، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://economymiddleeast.com/news/qatars-industrial-production-index-rises-5-5-percent-in-january>.

²³ جرينتيمبل، "التأثيرات البيئية للمصانع وكيف يمكن تحسينها"، جرينتيمبل، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://greentumble.com/environmental-impacts-of-factories-and-how-they-can-improve>.
²⁴ سينجرلينك، "الاستدامة في التصنيع: إطار شامل للعمليات التصنيعية المتقدمة"، المجلة الدولية للتكنولوجيا التصنيعية المتقدمة 116، العدد 1 (2021): 80-100. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://links.springer.com/article/10.1007/s00170-021-07980-w>.
²⁵ وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة، "إصدار WARM 14: الفصل الثالث - توفير الطاقة وتقليل الانبعاثات"، أرنسف ووكالة حماية البيئة، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://archive.epa.gov/epawaste/conserve/tools/warm/pdfs/chapter3.pdf>.
²⁶ جرينتيمبل، "إثر المصانع البيئية وكيف يمكن تحسينها"، جرينتيمبل، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://greentumble.com/environmental-impacts-of-factories-and-how-they-can-improve>.

التخزين والخدمات اللوجستية

يلعب التخزين دورًا حيويًا في إدارة سلاسل التوريد، حيث يعمل حلقة وصل بين الإنتاج، والمشتريات، والتوزيع. يتضمن مجموعة واسعة من الأنشطة مثل استلام المواد وتخزينها وشحنها، بالإضافة إلى العمليات ذات القيمة المضافة مثل تتبع المخزون، ومعالجة الطلبات، والتعبئة، والتغليف. وعلى الرغم من أن المستودعات قد تبدو كمرافق تخزين فقط، فإنها تضمن تدفق السلع بشكل فعال ودون انقطاع، مما يجعلها جزءًا لا غنى عنه في عمليات سلاسل التوريد العالمية. ومع ذلك، فإن هذا الدور المحوري يأتي بتكلفة بيئية كبيرة، تتزايد أهميتها مع السعي نحو الاستدامة.

على الصعيد العالمي، يُقدّر أن التخزين يسهم بما يصل إلى 11% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) في قطاع الخدمات اللوجستية³⁰. يشير هذا النصيب الكبير إلى الطبيعة كثيفة الطاقة لعمليات التخزين، والتي تُدار من خلال أنشطة مثل الإضاءة، والتدفئة، والتبريد، واستخدام الآلات، على سبيل المثال، تمثل التدفئة والإضاءة وحدهما 76% من إجمالي استهلاك الطاقة في المستودعات، بينما تضيف أنظمة التبريد والتهووية عبئًا إضافيًا. حتى المستودعات غير المبردة غالبًا ما تحتوي على أقسام صغيرة مبردة، والتي تسهم أيضًا في الانبعاثات، إلى جانب استخدام الرافعات الشوكية التي تعمل بالغاز³¹.

تتجاوز الآثار البيئية للتخزين استهلاك الطاقة لتشمل التغليف، وهو عنصر حاسم في عمليات التخزين. يمثل التغليف حوالي 40% من النفايات البلاستيكية العالمية³²، حيث يتم إنتاج 141 مليون طن من مواد التغليف البلاستيكية سنويًا³³. من المتوقع أن تزداد هذه المشكلة سوءًا مع زيادة الاستخدام العالمي للبلاستيك بنسبة 67% بحلول عام 2040، وتجاوز مليار طن سنويًا بحلول عام 2052³⁴. ينتهي جزء كبير من نفايات التغليف هذه في مكبات النفايات، مما يقام تحديات النفايات الصلبة وتلوث الميكرو بلاستيك. تسلط هذه الاتجاهات الضوء على الحاجة الملحة لمعالجة أوجه القصور في التغليف واستخدام مواد مستدامة في عمليات التخزين لتقليل آثارها البيئية.

تشكل الخدمات اللوجستية، كنظام يشمل النقل البري والبحري والجوي والسكك الحديدية، تحديات إضافية للانبعاثات. يسهم نقل البضائع وحده بنسبة 8% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، وترتفع النسبة إلى 11% عند تضمين أنشطة التخزين والموانئ. يعد النقل البري المصدر الأكبر للانبعاثات، حيث يساهم بـ 2,230 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، يليه النقل البحري (657 مليون طن)، والنقل بالسكك الحديدية (170 مليون طن)، والنقل الجوي (155 مليون طن)³⁵. ولا تقتصر الآثار البيئية على الانبعاثات، حيث تؤدي أنشطة الشحن، على سبيل المثال، إلى تلوث بحري من خلال تسرب النفط، وتصريف مياه الصابورة، والمياه العادمة، مما يهدد النظم البيئية ويعرض التنوع البيولوجي للخطر. بالإضافة إلى ذلك، تسهم عمليات الشحن الجوي والبحري في تلوث الهواء والجسيمات الدقيقة، مما يؤثر بشكل كبير على البيئات الحضرية والصحة العامة.

كما أن الطبيعة كثيفة الموارد للخدمات اللوجستية تفرض تحديات استدامة كبيرة. لا تزال الاعتمادية على الوقود الأحفوري تشكل حاجزًا كبيرًا، حيث تعتمد جميع وسائل نقل البضائع تقريبًا على النفط والغاز. على الرغم من التقدم في اعتماد المركبات الكهربائية، فإن العمليات اللوجستية واسعة النطاق، مثل الطائرات التجارية وسفن الحاويات، لا تزال بعيدة عن تحقيق إزالة الكربون. يستهلك هذا القطاع أيضًا كميات هائلة من المواد ذات الاستخدام الواحد، مثل مواد التغليف، والمنصات، والحاويات، التي تسهم في تدفقات النفايات العالمية³⁶. بدون تدخلات جوهرية، من المتوقع أن تتضاعف انبعاثات النقل بحلول عام 2050، مما يجعل النقل قطاع الانبعاثات الأعلى عالميًا³⁷.

في قطر، يشكل التوسع السريع في سوق الخدمات اللوجستية فرصًا وتحديات في آن واحد. من المتوقع أن ينمو سوق الشحن والخدمات اللوجستية في قطر من 9.5 مليار دولار أمريكي في عام 2024 إلى 13.49 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 6.01%. ومن المتوقع أن ينمو قطاع الشحن الجوي بمعدل 6.6% خلال نفس الفترة، بينما يهيمن التخزين غير المبرد

الشكل 6: حجم سوق الشحن والخدمات اللوجستية في قطر

VALUE OF FREIGHT & LOGISTICS MARKET BY LOGISTICS FUNCTION, USD, QATAR, 2017 - 2030



Source: Mordor Intelligence

³⁴ فيليكس رينر، 2024. "التغليف هو المحرك الأكبر لاستخدام البلاستيك عالميًا"، إحصاءات يومية من ستاتستا، 22 أبريل 2024. <https://www.statista.com/>

³⁵ معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، "نقل البضائع"، بوابة المناخ لمعهد MIT، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://climate.mit.edu/>

³⁶ معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، "نقل البضائع"، بوابة المناخ لمعهد MIT، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://climate.mit.edu/>

³⁷ معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)، "نقل البضائع"، بوابة المناخ لمعهد MIT، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://climate.mit.edu/>

³⁸ شركة جي إي بي، "المخازن الخضراء: استراتيجيات استدامة المستودعات"، جي إي بي، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.gep.com/blog/>

³⁹ استراتيجية/strategy/green-warehousing-warehouse-sustainability-strategies

⁴⁰ مينور سبيس، "25 إحصائية عن استهلاك الطاقة في المستودعات تتاح إلى معرفتها"، مينور سبيس، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.minorspace.com/25-warehouse-energy-consumption-statistics-you-need-to-know/>

⁴¹ هانا رينشي، "التغليف مصدر 40% من نفايات البلاستيك على الكوكب"، عالمنا في البيانات، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://ourworldindata.org/data-insights/packaging-is-the-source-of-40-of-the-planets-plastic-waste>

⁴² بريس واست (BusinessWaste.co.uk)، "تحديات وإحصائيات حول نفايات التغليف"، بريس واست، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.businesswaste.co.uk/your-waste/packaging-waste-recycling/packaging-waste-facts-and-statistics/>

مستدامة عبر كامل سلسلة التوريد. إن عدم اتخاذ الإجراءات سيؤدي إلى تفاقم التحديات العالمية الحرجة، بما في ذلك تغير المناخ، وفقدان التنوع البيولوجي، وتلوث الهواء والماء، والضغط المتزايد على الموارد الطبيعية. ومع توسع سلاسل التوريد لتلبية الطلب العالمي المتزايد، ستتزايد الانبعاثات والنفايات المصاحبة، مما يهدد النظم البيئية وصحة الإنسان والمرونة الاقتصادية طويلة الأجل.

من خلال اتخاذ إجراءات فورية ومنسقة، عبر الابتكار والتعاون واعتماد التقنيات النظيفة، يمكن تحويل سلاسل التوريد إلى محركات للاستدامة، مما يتيح للصناعات التخفيف من التأثيرات البيئية، وتحقيق الأهداف المناخية، وبناء عمليات مرنة ومؤهلة للمستقبل في عالم محدود الموارد.

الدوافع الاقتصادية والحجة التجارية لسلاسل التوريد المستدامة

ازدادت أهمية معايير البيئة والمجتمع والحوكمة في قرارات الاستثمار، حيث تُعتبر الآن مؤشرًا رئيسيًا على مرونة الشركة وقدرتها على إدارة المخاطر. وفقًا لمسح أجرته شركة EY في عام 2020، يقوم 98% من المستثمرين الذين يقيّمون معايير البيئة والمجتمع والحوكمة و72% من المستثمرين المؤسسيين بإجراء مراجعات منظمة لأداء البيئة والمجتمع والحوكمة، مقارنة بـ 32% فقط قبل عامين.⁴¹

الامتثال التنظيمي، الحوافز الحكومية، وتخفيف المخاطر هي مكونات أساسية لتنفيذ سلسلة إمداد مستدامة. تعد الضرائب على الكربون، وأهداف خفض الانبعاثات، والشهادات البيئية من أشد القيود والحوافز البيئية التي تفرضها الدول والمنظمات الدولية. تشير دراسة تشمل 68 جهة قضائية تمثل 90% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي إلى تنفيذ أكثر من 70 مبادرة لتسعير الكربون، و3000 ضريبة خضراء، وأكثر من 2000 مبادرة استدامة موزعة على ثلاث فئات تؤثر في سلسلة الإمداد، بما في ذلك المبادرات التي تشجع على تقليل استهلاك الموارد الطبيعية، أو التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة أو البديلة، أو الابتكار في تطوير منتجات وعمليات تصنيع منخفضة الكربون.⁴²

كما أن انخفاض تكاليف الطاقة المتجددة، حيث انخفضت أسعار الطاقة الشمسية والرياح بنسبة 13% و9% على التوالي، يجعل الممارسات المستدامة أكثر قابلية للتحقيق من الناحية الاقتصادية⁴³. وبالمثل، تقدم النماذج التجارية الدائرية، التي تشجع على تقليل النفايات وإعادة استخدام المواد وإطالة عمر المنتجات، وفورات كبيرة في التكاليف عن طريق تقليل تكاليف التخلص من النفايات ورسوم مكبات النفايات وعدم كفاءة استخدام الموارد. وفقًا لمؤسسة إلين ماك آرثر، يمكن لهذه النماذج أن توفر للشركات ما يصل إلى 30% من تكاليف الإنتاج⁴⁴. تساعد سلسلة الإمداد المستدامة الشركات في تحقيق مكافآت مالية طويلة الأجل عن طريق خفض المخاطر التشغيلية، وزيادة الكفاءة، وتلبية توقعات أصحاب المصلحة.

على السوق، حيث يمثل 89.49% من قيمته. ومع ذلك، فإن التخزين المبرد، الذي يُتوقع أن ينمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 6.95%³⁸، يبرز الطلب المتزايد على الطاقة والآثار البيئية المترتبة على هذا القطاع.

مع تزايد الطلب العالمي على الشحن والتخزين، تتزايد كذلك تأثيراتها البيئية من انبعاثات وتلوث إلى استهلاك الموارد وتوليد النفايات. وبينما تشير هذه التطورات إلى نمو اقتصادي قوي، فإنها تسلط الضوء أيضًا على الحاجة الملحة إلى تبني ممارسات مستدامة لتخفيف التكاليف البيئية لهذا التوسع.

توضح التأثيرات المترابطة بين المشتريات، واستخراج الموارد، والتصنيع، والتخزين، والخدمات اللوجستية، والانبعاثات من الفئة الثالثة الحاجة الملحة إلى ممارسات

تحولت سلاسل التوريد المستدامة من كونها مجرد مسؤولية بيئية إلى ضرورة اقتصادية حتمية مدفوعة بقوى اجتماعية، تنظيمية، وسوقية قوية. لم تعد سلاسل التوريد المستدامة مجرد اعتبار هامشي للأعمال، بل أصبحت حجر الزاوية في التخطيط الاستراتيجي للشركات بفضل فوائدها المتعددة وتأثيراتها بعيدة المدى. تمكن سلاسل التوريد المستدامة الشركات من تحسين الإنتاجية، جودة المنتجات، الامتثال للمتطلبات التنظيمية، وتعزيز السمعة التجارية، مع تحقيق وفورات في التكاليف وتعزيز القدرة التنافسية طويلة الأمد. تؤكد هذه الفوائد الحجة المتزايدة لسلاسل التوريد المستدامة مع سعي المؤسسات لمواءمة عملياتها مع الأهداف العالمية للاستدامة والدوافع الاقتصادية.

تلعب تفضيلات المستهلكين دورًا حاسمًا في تحديد مسار سلاسل التوريد المستدامة. أصبح المستهلكون اليوم أكثر وعيًا بالتأثيرات البيئية والاجتماعية لمشترياتهم، مما خلق طلبًا عالميًا على المنتجات المستدامة. وفقًا لشركة برايس ووترهاوس كوبرز، يوافق المستهلكون على دفع علاوة تصل إلى 9.7% للسلع المنتجة بطرق مستدامة، مما يشير إلى التحول نحو استهلاك يركز على القيم³⁹. كما شهدت السنوات الخمس الماضية زيادة بنسبة 71% في عمليات البحث عبر الإنترنت عن المنتجات المستدامة، وفقًا لوحدة الاستخبارات الاقتصادية التابعة لمجلة الإيكونوميست.

في قطر، أظهر 55% من المستهلكين استعدادهم لتبني المزيد من الممارسات المستدامة في حياتهم اليومية. تحسين البنية التحتية الخضراء، وتقديم الحوافز المالية، وتوفير مجموعة واسعة من السلع والخدمات الصديقة للبيئة بأسعار معقولة ستساهم في تسريع هذا التحول⁴⁰. يتماشى تعزيز سلاسل التوريد مع مبادئ الاستدامة مع زيادة ولاء العلامة التجارية وتحسين السمعة التجارية، مما يوفر ميزة تنافسية للشركات.

⁴¹ إرنست وونغ، "متتبع الخراب الخضراء من إي واي"، أغسطس 2024. <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gi/services/tax/documents/ey-gi-green-tax-tracker-08-2024.pdf>

⁴² فريق تحالف الاقتصاد الدائري، "تعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف"، تحالف الاقتصاد الدائري - قيادة التغيير من خلال أن تكون التغيير، "نحن نعلم رواد التحول الأخضر"، 18 سبتمبر 2023. <https://circulareconomyalliance.com/cea-blogs/driving-operational-efficiency-and-cost-reduction-2023>

⁴³ معهد دراسات الاستدامة، "ما هو سلسلة التوريد الدائرية؟" معهد دراسات الاستدامة، 5 سبتمبر 2023. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.instituteofsustainabilitystudies.com/insights/lexicon/what-is-a-circular-supply-chain>

⁴⁴ 22 ديسمبر 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/qatar-freight-logistics-market>

⁴⁵ <https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2024/pwc-2024-voice-of-consumer-survey.html>

⁴⁶ دا وينستون قطر، "95% من مستهلكي قطر على استعداد للقبول بشكل أكثر استدامة"، تقرير، 11 فبراير 2021. <https://thepeninsulaqatar.com/>

⁴⁷ معهد دراسات الاستدامة، "ما هو سلسلة التوريد الدائرية؟" معهد دراسات الاستدامة، 5 سبتمبر 2023. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.instituteofsustainabilitystudies.com/insights/lexicon/what-is-a-circular-supply-chain>

⁴⁸ إي واي (Ernst & Young)، "لماذا تزداد أهمية أداء الحوكمة البيئية والاجتماعية والمؤسسية (ESG) بالمسبة للمستثمرين"، أبريل 2024. https://www.ey.com/en_gi/insights/assurance/why-esg-performance-is-growing-in-importance-for-investors

الأطر العالمية والوطنية لتعزيز سلاسل التوريد المستدامة

بورتس بيرز والتي تُمنح للموانئ التي تلتزم بمعايير الإدارة البيئية المستدامة، مما يبرز ريادتها العالمية في العمليات الخضراء من خلال مبادرات مثل الرافعات الهجينة، والمركبات الكهربائية، وجهود الحفاظ على التنوع البيولوجي، بما في ذلك استعادة أشجار المنجروف⁴⁶.

وقد تعهدت شركة القطرية للشحن الجوي بتحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية بحلول عام 2050، حيث تقود الاستدامة في قطاع الطيران من خلال مبادرات مثل برنامج مبادرة الاتحاد الدولي للنقل الجوي لتعويض انبعاثات الكربون وخيارات موازنة الكربون الطوعية⁴⁷. تستخدم المناطق الحرة في قطر تقنيات متطورة مثل الطاقة الشمسية، وإعادة تدوير المياه للري، والهندسة المعمارية الموفرة للطاقة⁴⁸، في حين تسهم استراتيجيات الاقتصاد الدائري عبر سلسلة الإمداد في تقليل النفايات وتوفير مصادر دخل جديدة.

وفقًا للمنتدى الاقتصادي العالمي، يمكن لاستراتيجيات سلسلة الإمداد الأخلاقية زيادة الإيرادات بنسبة تصل إلى 20%، وتوفير التكاليف بنسبة تصل إلى 16%، وزيادة قيمة العلامة التجارية بنسبة تصل إلى 30%. علاوة على ذلك، أظهرت الشركات ذات الأداء العالي في معايير البيئة والمجتمع والحوكمة عوائد للمساهمين أعلى بمقدار 2.6 مرة، وفقًا لتقرير صادر عن أكستنتشر، مما يجعل الحجة لصالح سلسلة الإمداد المستدامة أقوى⁴⁹. تشير هذه المؤشرات إلى كيف ترفع سلسلة الإمداد المستدامة الاستدامة من كونها تكلفة إلى كونها أصلًا استراتيجيًا.

تتجلى التزام قطر بسلاسل الإمداد المستدامة من خلال ارتباطها برؤية قطر الوطنية 2030 والاستراتيجية الوطنية الثالثة، التي تجمع بين الاستدامة البيئية والتنوع الاقتصادي. استثمرت الدولة في بنية تحتية متطورة مثل ميناء حمد، الذي كان الأول في دول مجلس التعاون الخليجي يحصل على شهادة ايكو

الأهداف المناخية العالمية. على سبيل المثال، تواجه قطاعات التخزين والخدمات اللوجستية، التي تعتمد بشكل كبير على الطاقة للتدفئة والتبريد والنقل، ضغوطًا متزايدة لاعتماد حلول منخفضة الكربون مثل أنظمة الطاقة المتجددة وتقنيات النقل النظيفة.

ترتبط اتفاقية باريس ارتباطًا وثيقًا بأهداف التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة، والتي تقدم إطارًا أوسع يتألف من 17 هدفًا عالميًا يهدف إلى معالجة التحديات الأكثر إلحاحًا في العالم، بهدف تحقيق عالم أكثر استدامة وعدالة بحلول عام 2030. تتعلق العديد من هذه الأهداف بسلاسل التوريد المستدامة بشكل مباشر. يركز الهدف 7 على ضمان الوصول الشامل إلى طاقة ميسورة التكلفة وموثوقة ومستدامة، مع التركيز على زيادة اعتماد الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة، وتوسيع الوصول العالمي للطاقة. استنادًا إلى هذا الأساس، يهدف الهدف 9 إلى تعزيز بنية تحتية مرنة، وتعزيز التصنيع المستدام، وتشجيع الابتكار لدفع النمو الاقتصادي مع تقليل التأثيرات البيئية.

وبالمثل، يسعى الهدف 11 إلى جعل المدن شاملة وآمنة ومستدامة من خلال تحسين الأنظمة الحضرية، وتعزيز إدارة النفايات، وتطوير شبكات نقل فعالة. بينما يدعو الهدف 12 إلى تعزيز الاستهلاك والإنتاج المسؤولين من خلال تحسين كفاءة الموارد، وتقليل النفايات، واعتماد ممارسات الاقتصاد الدائري. أما الهدف 13 فيبحث على اتخاذ إجراءات عاجلة لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتعزيز القدرة على التكيف مع تأثيرات المناخ. كذلك، يستهدف الهدف 14 الحفاظ على النظم البيئية البحرية، ومعالجة قضايا مثل التلوث والصيد الجائر، بينما يركز الهدف 15 على حماية النظم البيئية البرية، ومكافحة إزالة الغابات، والحفاظ على التنوع البيولوجي⁵².

تعد الاتفاقيات والأطر الدولية أدوات حيوية لتحقيق سلاسل توريد مستدامة، حيث توفر أهدافًا قابلة للقياس ولوائح وإرشادات للصناعات لمعالجة تأثيراتها البيئية. تهدف اتفاقية باريس، التي اعتمدت تحت مظلة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في عام 2015، إلى الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى أقل من 2 درجة مئوية، ويفضل 1.5 درجة مئوية، مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. ولتحقيق هذه الأهداف، تلتزم الدول بتقديم مساهمات محددة وطنيًا، تحدد أهدافها الوطنية لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري⁴⁹. يمثل التقييم العالمي، وهو آلية رئيسية ضمن اتفاقية باريس، نقطة تفتيش حيوية تُعقد كل خمس سنوات لتقييم التقدم العالمي نحو تحقيق أهداف المناخ⁵⁰.

في مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين، شددت ما يقرب من 200 جهة مشاركة على ضرورة التصدي لتغير المناخ بشكل عاجل، مشيرة إلى ضرورة خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عالميًا بنسبة 43% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات 2019 للحفاظ على حد ارتفاع درجة الحرارة عند 1.5 درجة مئوية. يؤكد هذا الإجراء على توافق علمي متزايد بضرورة اتخاذ إجراءات طموحة وتحولية، بما في ذلك مضاعفة القدرة على إنتاج الطاقة المتجددة ثلاث مرات، وتحسين كفاءة الطاقة بمعدل مضاعف، وتقليل الاعتماد على محطات الفحم غير المعالجة، والقضاء على الدعم غير الفعال للوقود الأحفوري⁵¹.

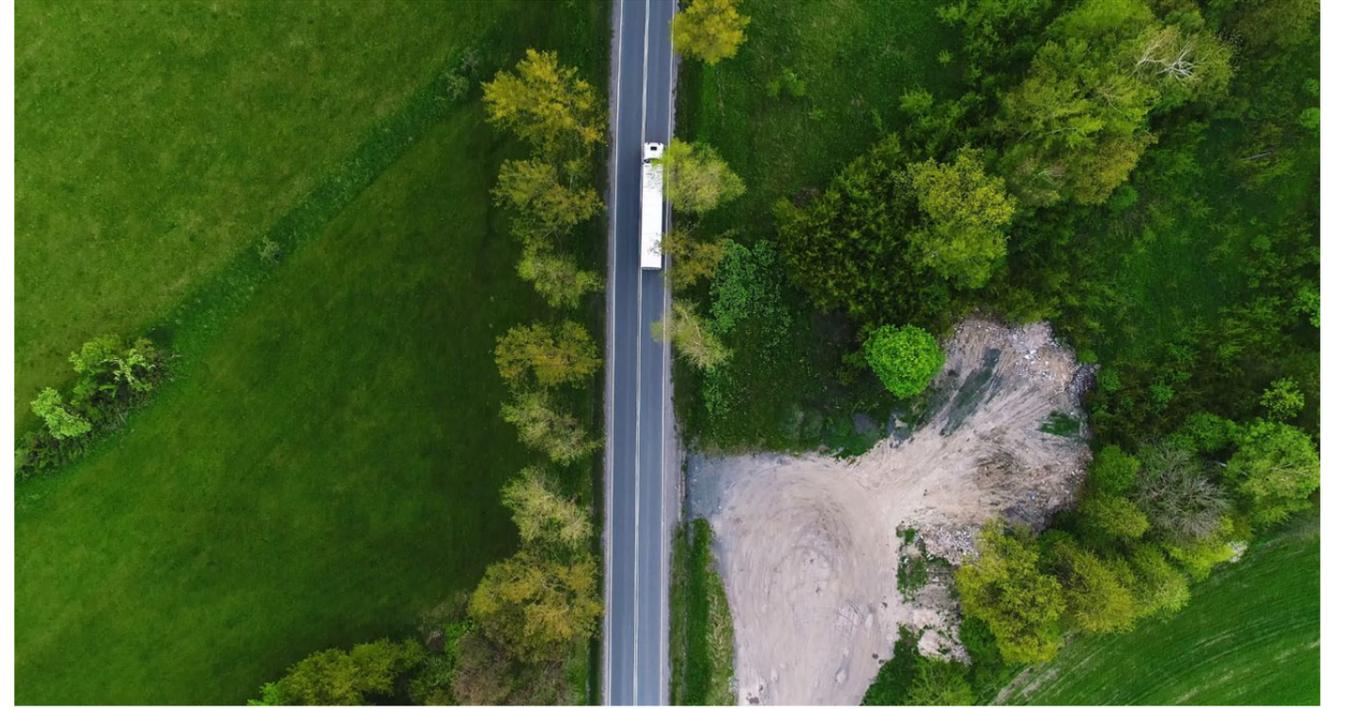
تعزز نتائج التقييم العالمي أهمية اتخاذ الشركات إجراءات فورية لإزالة الكربون من عملياتها وسلاسل قيمها، حيث إنها مسؤولة عن جزء كبير من الانبعاثات العالمية، لا سيما تلك المرتبطة بنطاق 3. تفرض الدعوة إلى تسريع تبني الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة الطاقة تأثيرًا مباشرًا على العمليات اللوجستية، إذ يجب على الصناعات التحول بعيدًا عن الاعتماد على الوقود الأحفوري لتبقى متماشية مع



⁴⁶ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، لماذا يُعد التقييم العالمي مهمًا للعمل المناخي خلال هذا العقد. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://unfccc.int/topics/global-stocktake/about-the-global-stocktake/why-the-global-stocktake-is-important-for-climate-action-this-decade>
⁴⁷ وكالة الأنباء القطرية، ميناء حمد يحصل على شهادة EcoPorts PER5، 24 يناير 2024. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://qna.org.qa/en/news/news-details?id=0d67-hamad-port-awarded-ecoports-pers-certification&date=24/01/2024>
⁴⁸ الشحن الجوي للخطوط الجوية القطرية، المسؤولية الاجتماعية للشركات، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://qfz.gov.qa/why-qfz-sustainability>
⁴⁹ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، اتفاقية باريس، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
⁵⁰ الأمم المتحدة، أهداف التنمية المستدامة، الأمم المتحدة، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://sdgs.un.org/goals>

⁴⁶ سفيرا، "العائد على الاستثمار في الاستدامة: استكشاف العوائد للشركات"، سفير، 18 أغسطس 2023. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://spha.com/resources/blog/the-roi-of-sustainability-exploring-the-benefits-for-business>
⁴⁷ وكالة الأنباء القطرية، ميناء حمد يحصل على شهادة EcoPorts PER5، 24 يناير 2024. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://qna.org.qa/en/news/news-details?id=0d67-hamad-port-awarded-ecoports-pers-certification&date=24/01/2024>
⁴⁸ الشحن الجوي للخطوط الجوية القطرية، المسؤولية الاجتماعية للشركات، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://qfz.gov.qa/why-qfz-sustainability>
⁴⁹ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، اتفاقية باريس، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
⁵⁰ الأمم المتحدة، أهداف التنمية المستدامة، الأمم المتحدة، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://sdgs.un.org/goals>

الأطر العالمية والوطنية لتعزيز سلاسل التوريد المستدامة



لا يزال التواصل الفعّال يمثل تحديًا مستمرًا للشركات ذات سلاسل التوريد المعقدة التي تشمل العديد من الأطراف الداخلية والخارجية. قد يؤدي ضعف التواصل إلى كفاءة منخفضة، تكرار الجهود، وضيق الفرص لمعالجة الاضطرابات المستقبلية. يمكن أن تتسبب العمليات المعزولة داخل الشركة، مثل المشتريات والإنتاج، في تكرار جهود مراقبة الجودة، مما يهدر الوقت والموارد. خارجيًا، قد يؤدي نقص التواصل المفتوح مع الموردين إلى نقص غير متوقع وتأخيرات⁵⁸. يُعد تحسين التواصل عبر سلاسل التوريد أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق أهداف الاستدامة، حيث يسمح بتنسيق أفضل، يقلل الكفاءات المهدرة، ويضمن تنفيذ التزامات الاستدامة عبر سلسلة التوريد.

يشير التأثير التراكمي لهذه التحديات إلى الترابط بين الكفاءة التشغيلية والاستدامة. يدفع نقص المواد الشركات إلى تبني الممارسات الدائرية، ويتطلب ضعف الرؤية شفافية مدفوعة بالتكنولوجيا، ويتمشى تحسين الشحن مع الأهداف المناخية. يعمل تحسين التواصل والتنبؤ بالطلب على زيادة الربحية مع تقليل النفايات والتأثير البيئي. أثناء معالجة الشركات لهذه التحديات، يجب أن تتبنى نهجًا شاملاً يدمج الاستدامة في استراتيجيات سلاسل التوريد. من خلال ذلك، يمكن للشركات بناء سلاسل توريد مرنة تلبى الاحتياجات التشغيلية والبيئية، مما يخلق قيمة طويلة الأجل لأصحاب المصلحة والكوكب على حد سواء.

تواجه سلاسل التوريد التقليدية ضغوطًا كبيرة بسبب مجموعة واسعة من التحديات التي تؤثر على العمليات، تزيد التكاليف، وتهدد تحقيق أهداف الاستدامة. ومع مواجهة المنظمات عقبات تشمل نقص الموارد، ضعف الرؤية، ارتفاع تكاليف النقل، فشل التواصل، والتنبؤات المعقدة للطلب، تؤكد هذه الاضطرابات الحاجة إلى الابتكار في استراتيجيات سلاسل التوريد. لكل من هذه التحديات تأثير كبير على الكفاءة التشغيلية، بالإضافة إلى الاستدامة البيئية والاجتماعية.

يُعد نقص المواد أحد أكثر القضايا أهمية التي تواجه عمليات سلاسل التوريد. يمكن أن يؤدي نقص المواد الخام، مثل البلاستيك والمعادن والأخشاب، إلى توقف الإنتاج وارتفاع الأسعار. ووفقًا لتقرير المرونة في سلاسل التوريد الصادر عن هابس لعام 2023، تم اعتبار نقص المواد الأكثر تأثيرًا على سلاسل التوريد، حيث أشار 61% من المشاركين إلى أنه مصدر قلق كبير⁵⁶. يتطلب هذا النقص من الشركات إما تحمل التكاليف المتزايدة أو نقلها إلى العملاء، مما يسبب ضغوطًا مالية مع احتمالية فقدان الحصة السوقية.

مشكلة بارزة أخرى هي نقص الرؤية في سلاسل التوريد. تواجه العديد من الشركات صعوبة في تتبع تدفق المواد، والمكونات، والمنتجات النهائية عبر سلاسل التوريد المفككة. يؤدي هذا النقص في الرؤية إلى صعوبة تحديد الاختناقات ومعالجة الكفاءات المنخفضة، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى تأخيرات وتكاليف متزايدة⁵⁷. كما أن ضعف الرؤية يعوق الشركات التي تسعى لتحقيق أهداف الاستدامة، حيث يجعل من الصعب مراقبة الامتثال لمتطلبات الحوكمة البيئية والاجتماعية والمؤسسية.

المتحدة للبيئة إلى أن التخلص التدريجي من مركبات الهيدروفلوروكربون واعتماد أنظمة تبريد عالية الكفاءة في استخدام الطاقة سيخفض الانبعاثات، مع تحسين الكفاءة طويلة الأجل لعمليات سلاسل التوريد.

تقود استثمارات قطر الاستراتيجية في اللوجستيات والتصنيع تقدم سلاسل التوريد المستدامة، مما يضع البلاد كمركز عالمي للابتكار والربط. توفر البنية التحتية ذات المستوى العالمي، بما في ذلك قطر للشحن الجوي، ومطار حمد الدولي، وميناء حمد، تجارة عالمية فعالة تدعم أهداف الاستدامة. وتبرز مبادرات مثل تحويل 25% من أسطول الحافلات العامة إلى مركبات كهربائية وتحقيق رقم قياسي عالمي في موسوعة غينيس لأكبر مستودع حافلات كهربائي، قيادة قطر في مجال التنقل الأخضر وإزالة الكربون عن وسائل النقل.

علوة على ذلك، يدعم تركيز قطر على الابتكار ممارسات سلاسل التوريد المستدامة⁵⁴. يعمل مجلس قطر للبحوث والتطوير والابتكار على تطوير تقنيات متقدمة مثل الروبوتات، والذكاء الاصطناعي، والطباعة ثلاثية الأبعاد، وإنترنت الأشياء، التي تعزز كفاءة الإنتاج، وتقلل استخدام الموارد، وتخفف الانبعاثات. بالإضافة إلى ذلك، تساهم مراكز البحث في تطوير المركبات الكهربائية، مما يدعم حلول النقل النظيف. من خلال حوافز مخصصة، بما في ذلك دعم الضرائب والطاقة، تجذب قطر الاستثمارات في قطاعات مثل التصنيع الإضافي للطيران، مما يخلق سلاسل قيمة متقدمة تتماشى مع أهداف الاستدامة. تعكس هذه الجهود التزام قطر بدمج الاستدامة في سلاسل التوريد، وتعزيز النمو الاقتصادي، وتعزيز الحفاظ على البيئة⁵⁵.

تسلط هذه الأهداف الضوء مجتمعة على التأثير الحاسم لسلاسل التوريد في تحقيق الاستدامة العالمية. تتقاطع أنشطة سلاسل التوريد بشكل مباشر مع هذه الأهداف، بدءًا من تقليل الانبعاثات ودمج حلول الطاقة المتجددة إلى تعزيز الممارسات الصناعية المستدامة والتقنيات المبتكرة. كما تلعب دورًا محوريًا في الاستدامة الحضرية من خلال تحسين اللوجستيات وإدارة النفايات، وتعد أساسية لتعزيز التوريد المسؤول، وتقليل التأثيرات البيئية، وتقليل النفايات. علاوة على ذلك، تُعد سلاسل التوريد عنصرًا أساسيًا في الحد من الأضرار التي تلحق بالنظم البيئية البحرية والبرية، ومعالجة التلوث، وضمان الاستخدام المستدام للموارد. إن مواصلة سلاسل التوريد مع أهداف التنمية المستدامة تمكن الشركات من تقليل بصمتها البيئية، ودعم أهداف التنمية العالمية، وإنشاء عمليات مرنة ومستدامة.

في إطار تعزيز الإلحاح لاعتماد الممارسات المستدامة، يركز تعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال على تقليل استخدام مركبات الهيدروفلوروكربون، وهي غازات دفيئة قوية تُستخدم في أنظمة التبريد والتكييف. يهدف التعديل إلى التخلص التدريجي من استخدام مركبات الهيدروفلوروكربون، التي تم تقديمها في الأصل كبديل للمواد المستنفدة لطبقة الأوزون، ولكن تم التعرف عليها لاحقًا كمساهمات كبيرة في تغير المناخ. يسعى التعديل إلى تقليل استخدام مركبات HFCs بنسبة تزيد عن 80% خلال الثلاثين عامًا القادمة، مما قد يمنع ارتفاع درجة الحرارة العالمية بمقدار 0.4 درجة مئوية بحلول نهاية القرن⁵³. يؤثر هذا التعديل بشكل مباشر على عمليات التخزين والخدمات اللوجستية، خاصة في المرافق ذات التحكم الحراري التي تستهلك كميات كبيرة من تقنيات التبريد. وتشير الأمم

⁵⁴ سوفتوير ساجست، "أهم 8 تحديات في إدارة سلسلة التوريد وكيفية التغلب عليها"، سوفتوير ساجست، 11 سبتمبر 2024. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.softwaresuggest.com/blog/supply-chain-management-challenges>.
⁵⁵ نت سويت، "تحديات سلسلة التوريد"، نت سويت، 1 فبراير 2023. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-challenges.html>.
⁵⁶ فونديول، دراغوس، ملاحظات خلال جلسة الفاش "سلاسل التوريد المستدامة"، الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، قطر، 2 أكتوبر 2024.

⁵³ استمر في قطر، "فرص الاستثمار في قطاع الخدمات اللوجستية والنقل في قطر"، فرص الاستثمار في قطاع الخدمات اللوجستية والنقل في قطر، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.invest.qa/en/sectors-and-opportunities/logistics-and-transport>.
⁵⁴ استمر في قطر، "فرص الاستثمار في قطاع التصنيع في قطر"، فرص الاستثمار في قطاع التصنيع في قطر، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.invest.qa/en/sectors-and-opportunities/manufacturing>.
⁵⁵ نت سويت، "تحديات سلسلة التوريد"، نت سويت، 1 فبراير 2023. تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-challenges.html>.

استراتيجيات تحويلية لسلاسل التوريد المستدامة

نظرًا لأن سلاسل التوريد تمثل غالبية انبعاثات غازات الدفيئة العالمية، خاصةً من خلال أنشطة مثل النقل والتصنيع واستخراج الموارد، فقد أصبحت محورًا رئيسيًا في مواجهة تغير المناخ. علاوة على ذلك، يتيح الانتقال من النماذج التقليدية الخطية إلى سلاسل التوريد الدائرية إمكانية تقليل النفايات، والحفاظ على الموارد، وإطالة دورات حياة المنتجات، بما يتماشى مع مبادئ الاقتصاد الدائري. كما أن التعاون بين القطاعات يُعد ضروريًا بنفس القدر، حيث لا يمكن لأي منظمة بمفردها التعامل مع تعقيدات الاستدامة.

تقليل انبعاثات الكربون عبر سلسلة التوريد

يرز تقليل انبعاثات الكربون كأولوية أساسية للمنظمات التي تسعى لتحقيق أهداف المناخ العالمية وتعزيز قدرتها التنافسية. يشمل التركيز المتزايد على خفض انبعاثات الكربون جميع مراحل سلسلة التوريد، بدءًا من استخراج المواد الخام إلى استهلاك المنتجات والتخلص منها. تتطلب هذه الاستراتيجية الشاملة لتقليل انبعاثات الكربون في سلسلة التوريد تحديد المساهمين الرئيسيين في انبعاثات غازات الدفيئة، واعتماد حلول كفاءة الطاقة، والانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز التعاون مع الموردين وأصحاب المصلحة لتحقيق ممارسات مستدامة.

خلال حوار قطر الوطني حول تغيير المناخ، أكد السيد دراغوس فوندوليا أن الحل الموحد ليس دائمًا ضروريًا عند تنفيذ استراتيجيات تقليل انبعاثات الكربون عبر سلسلة التوريد. وبدلاً من ذلك، شدد على أهمية التركيز على التطبيقات المناسبة التي تلبى احتياجات الصناعات المختلفة والسياقات التشغيلية المحددة. يتيح هذا النهج للمنظمات استهداف المناطق ذات التأثير الكبير، مثل تقليل انبعاثات الكربون في اللوجستيات، أو الانتقال إلى الطاقة المتجددة في الإنتاج، أو تحسين كفاءة الموارد في التخزين. كما أكد السيد فوندوليا أن تحقيق النجاح في هذه الاستراتيجيات يتطلب التزامًا مؤسسيًا، من خلال تحقيق التوافق والدعم الداخلي من القيادات والموظفين، وكذلك التعاون الخارجي مع الموردين والعلماء وأصحاب المصلحة. تسلط رؤاه الضوء على أن تحقيق تقليل انبعاثات الكربون

المشتريات

تمثل المشتريات الخضراء نهجًا فعالًا لتقليل انبعاثات الكربون وتعزيز الاستدامة في سلسلة التوريد. يركز هذا الأسلوب على التأثير البيئي للمنتجات والخدمات، مما يضمن أن تؤدي قرارات الشراء إلى خفض انبعاثات الكربون وتحسين صحة النظم البيئية. تتعامل المشتريات الخضراء مع الانبعاثات بطريقة شاملة عبر سلسلة التوريد من خلال التركيز على المواد، والعمليات، والاعتبارات المتعلقة بدورة الحياة، وممارسات الموردين، والشهادات، مما يؤدي إلى إحداث تغيير منهجي.

إحدى الجوانب الأساسية للمشتريات الخضراء هي اختيار المواد والعمليات الصديقة للبيئة. يعتمد هذا النهج بشكل أساسي على المنتجات المصنوعة من مواد معاد تدويرها، أو تلك التي تستهلك طاقة أو ماء أقل في الإنتاج، أو العناصر التي تولد نفايات أقل، يُسهم ذلك في خفض الانبعاثات المباشرة، إلى جانب تعزيز الاقتصاد الدائري الذي يُعاد فيه استخدام وإعادة تدوير المواد. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي الترويج لاستخدام الخرسانة منخفضة الكربون في البناء وشراء المعادن المعاد تدويرها إلى تقليل الكربون المضمّن بشكل كبير⁵⁹. ومع ذلك، يتطلب ذلك تنسيقًا وثيقًا بين المشتريين والموردين لضمان توفر مثل هذه الموارد وقابليتها للتوسع، مما يبرز أهمية مشاركة الموردين في المشتريات الخضراء.

يعد تحليل دورة الحياة مكونًا مهمًا آخر في المشتريات الخضراء، إذ يتضمن تقييم التأثير البيئي للمنتج عبر دورة حياته بالكامل، بدءًا من استخراج المواد الخام إلى التخلص النهائي منه أو إعادة تدويره. تمكن هذه الاستراتيجية الشركات من اتخاذ قرارات شراء مدروسة من خلال الكشف عن المنتجات والمواد الخام التي تسبب أقل ضرر بيئي⁶⁰. على سبيل المثال، في سياق المشتريات الخضراء، يُعتبر اختيار الموردين الذين يستخدمون مواد خام مستدامة أو يقدمون تغليفًا قابلًا لإعادة التدوير متماشياً مع التفكير المرتبط بدورة الحياة، حيث يقلل ذلك من النفايات والانبعاثات خلال فترة حياة المنتج. لكن تنفيذ مثل هذه الاستراتيجيات يتطلب تقييمًا شاملاً للموردين، واستثمارات أولية في المشتريات المستدامة، وأطرًا تنظيمية داعمة، وهو ما قد يكون صعبًا في المناطق التي تفتقر إلى متطلبات واضحة للمشتريات الخضراء.

يعد تقييم سلوك الموردين أمرًا حيويًا أيضًا في سياق المشتريات الخضراء. إضافة إلى تقييم المنتجات، من الضروري فحص الممارسات البيئية للموردين. تساهم الشركات التي تستخدم الطاقة المتجددة أو تعتمد عمليات شراء موفرة للطاقة أو تلتزم بمعايير صارمة لإدارة النفايات بشكل كبير في تحقيق أهداف تقليل انبعاثات الكربون. تساعد عمليات التدقيق والتحالفات مع الموردين على ضمان توافقهم مع أهداف الاستدامة. ومع ذلك، فإن هذا النهج ليس خاليًا من التحديات؛ إذ قد تفتقر الموردين الأصغر إلى الموارد اللازمة لتلبية معايير المشتريات الخضراء الصارمة، مما يستلزم توفير برامج دعم وحوافز مالية لدمجهم في هذا المسار.

على الصعيد العالمي، أصبحت المشتريات الخضراء جزءًا لا يتجزأ من استراتيجيات تقليل انبعاثات الكربون الوطنية. يمثل برنامج المشتريات العامة الخضراء التابع للاتحاد الأوروبي مثالًا بارزًا، حيث يدمج المعايير البيئية في قرارات الشراء العامة لتحفيز الطلب على المنتجات المستدامة⁶¹. وبالمثل، وضعت شبكة الشراء الأخضر في اليابان وقانون المشتريات الخضراء في كوريا الجنوبية معايير لترويج الأجهزة الموفرة للطاقة ومواد البنية التحتية المستدامة⁶². تسلط هذه المبادرات الضوء على كيفية استخدام الحكومات لقوتها الشرائية لخلق أسواق للسلع المستدامة، وتحفيز الابتكار، وتشجيع تبني الممارسات الخضراء على نطاق واسع عبر الصناعات.

حققت قطر بعض التقدم في دمج مبادئ المشتريات الخضراء في المشاريع والمبادرات الكبرى. على سبيل المثال، كانت المشتريات الخضراء حجر الزاوية في كأس العالم فيفا قطر 2022™، بما يتماشى مع رؤية قطر الوطنية 2030، مما يُبرز الإمكانيات العالمية للمصادر المستدامة. قام منظمو البطولة بدمج مدونة المصادر المستدامة في عمليات الشراء والترخيص والرعاية لضمان الامتثال لإرشادات المعيار الدولي للمشتريات المستدامة. شمل هذا الإطار الشامل مراحل ما قبل اختيار الموردين وتقييمهم، والتفاوض على العقود، والمتابعة بعد التعاقد لمعالجة مخاطر الاستدامة في فئات متعددة، مثل الإقامة، والنقل، ولافئات المواقع، والمنتجات الترويجية⁶⁴.



⁵⁹ أورا إيرجي فيند. "الدخسة المعاد تدويرها في سويسرا: قصة نجاح" أورا إيرجي فيند. تم الطلع عليه في 22 ديسمبر 2024. https://www.agora-energiewende.org/fileadmin/Success_Stories/BP/BP_CH_Recycled-concrete/A-EW_282_Succ_5tor_BP_Recycled-concrete-in-Switzerland_WEB.pdf

⁶⁰ مدونة مانان. "تقييم دورة الحياة (LCA): نحو التوريد المستدام" 8 أغسطس 2024. <https://www.manutan.com/blog/en/procurement-strategy/life-cycle-assessment-lca-towards-sustainable-procurement>

⁶¹ كازا أندرسون. "نظرة عامة على المشتريات العامة الخضراء في الاتحاد الأوروبي (3) GPPP" مارس 2023. <https://greenyeartearth/en-gb/blog/company-guide/an-overview-of-eu-green-public-procurement-gpp>

⁶² شبكة المشتريات الخضراء. "شبكة المشتريات الخضراء وأنشطتها" شبكة المشتريات الخضراء وأنشطتها. تم الطلع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/consumption/procurement/nakaharasan.pdf>

⁶³ شبكة الكوكب الواحد. 2020. "المشتريات العامة الخضراء في جمهورية كوريا: عقد من التقدم والدروس المستفادة" شبكة الكوكب الواحد. 14 يناير 2020. <https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/green-public-procurement-republic-korea-decade-progress-and-lessons>

⁶⁴ "داخل الفيما". تم الطلع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://inside.fifa.com/social-impact/sustainability/final-sustainability-report/governance/sustainable-procurement/sustainable-procurement-procedures>

تصنيع

إزالة الكربون من قطاع التصنيع في القطاع الصناعي أمر حاسم لتحقيق الأهداف العالمية للمناخ، حيث تعد العمليات الصناعية من أكبر المساهمين في انبعاثات الغازات الدفيئة. يمكن اعتماد مجموعة من الاستراتيجيات لتقليل الانبعاثات مع الحفاظ على الإنتاجية أو تحسينها، وتشمل الكفاءة في استخدام الطاقة، والطاقة المتجددة، واحتجاز الكربون وتخزينه، وتحسين العمليات، وكفاءة استخدام المواد، واسترجاع الحرارة المهدرة، والتي تلعب جميعها دورًا محوريًا في هذا التحول.

تعد الكفاءة في استخدام الطاقة استراتيجية أساسية لإزالة الكربون في المنشآت الصناعية. يمكن للمصانع تقليل استهلاك الطاقة بشكل كبير من خلال تحسين كفاءة العمليات المستهلكة للطاقة، مما يقلل من انبعاثات الكربون. يمكن تحقيق ذلك عن طريق استبدال المعدات القديمة، وتحسين أنظمة التحكم في العمليات، وتبني تقنيات موفرة للطاقة. على سبيل المثال، كانت ألمانيا في طليعة الكفاءة في استخدام الطاقة الصناعية، حيث ساهمت مبادرات مثل «الخطة الوطنية للعمل في مجال كفاءة الطاقة» في دفع الشركات لتحديث المعدات وتطبيق أفضل الممارسات^[65]. وبالمثل، حققت قطر إنجازات في كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي. فقد أدخلت مدينة رأس لفان الصناعية، التي تضم جزءًا كبيرًا من البنية التحتية للطاقة في قطر، تقنيات مبتكرة للتحكم في العمليات وتحسين كفاءة الطاقة، مما أدى إلى تقليل الانبعاثات مع الحفاظ على الإنتاج^[66].

يُعد استرجاع الحرارة المهدرة مسارًا واعدًا لإزالة الكربون الصناعي. تنتج العمليات الصناعية كميات كبيرة من الحرارة المهدرة التي يمكن، إذا تم استغلالها، أن تقلل من استهلاك الوقود الأساسي والانبعاثات المصاحبة له. يمكن استخدام الحرارة المسترجعة في التدفئة الصناعية، أو أنظمة الطاقة المركزية، أو حتى في توليد الكهرباء، مما يحقق فوائد بيئية واقتصادية. على المستوى العالمي، نفذت ألمانيا أنظمة استرجاع الحرارة المهدرة في صناعات مثل إنتاج الفولاذ، حيث يتم استغلال الحرارة غير المستخدمة وتحويلها إلى كهرباء. على سبيل المثال، طورت شركة «سيمنز للتقنيات المعدنية» مصنعًا تجريبيًا في مصنع فولاذ كهربائي بألمانيا، وأثبتت أن حوالي 24% من الطاقة في الغازات المنبعثة يمكن استرجاعها واستخدامها لتوليد الكهرباء^[67]. وفي قطر، استكشفت المجمععات الصناعية في رأس لفان تقنيات استرجاع الحرارة المهدرة لتحسين الكفاءة وتقليل الانبعاثات. على سبيل المثال، يشتمل مشروع حقل الشمال الشرقي على مرافق لاسترجاع الحرارة المهدرة لتحسين كفاءة الطاقة، مما يساهم في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى 25% مقارنة بمصانع الغاز الطبيعي المسال المشابهة، مما يُظهر الإمكانات الكبيرة لهذه الأنظمة في القطاعات ذات الانبعاثات العالية^[68].

يُعد دمج مصادر الطاقة المتجددة في العمليات الصناعية خطوة حاسمة أخرى. يمكن للمنشآت الصناعية تقليل بصمتها الكربونية بشكل كبير من خلال استبدال الوقود الأحفوري بمصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية، والرياح، والطاقة الكهرومائية. يتمتع القطاع الصناعي في ألمانيا ببنية تحتية قوية للطاقة المتجددة، ولا سيما الكهرباء الناتجة عن الرياح والطاقة الشمسية. تستخدم الشركات بشكل متزايد حلول الطاقة المتجددة في الموقع لتلبية احتياجات التشغيل، مثل الألواح الشمسية المثبتة في المصانع^[69]. في قطر، تُظهر مبادرات

مثل محطة الخرسة للطاقه الشمسية إمكانات الطاقة المتجددة في تعزيز جهود إزالة الكربون^[70]. وعلى الرغم من أن هذه المبادرات تركز بشكل أساسي على توليد الطاقة، إلا أن لديها القدرة على تحفيز التكامل الأوسع للطاقة المتجددة في العمليات الصناعية.

تتمتع تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه بإمكانات كبيرة لإزالة الكربون من الأنشطة الصناعية. يتضمن احتجاز الكربون وتخزينه احتجاز انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من العمليات وتخزينها تحت الأرض لمنع إطلاقها في الغلاف الجوي^[71]. وعلى الرغم من أن هذه التقنية لا تزال في مراحلها الأولى، فإنها تحظى بزخم عالمي. تُظهر المشاريع التجريبية في ألمانيا، مثل تلك الموجودة في مصنع أسمنت هايدلبرغ، جدوى استخدام احتجاز الكربون وتخزينه لتقليل الانبعاثات الصناعية^[72]. في قطر، ومع بنيتها التحتية الواسعة للغاز الطبيعي، تم أيضًا النظر في تقنية احتجاز الكربون وتخزينه كجزء من أجندها للاستدامة. يُعد مركز أبحاث الكربونات واحتجاز الكربون في قطر مثالًا على التزام الدولة بتطوير هذه التقنية، مع الأبحاث الجارية والمشاريع التجريبية التي تستهدف توسيع نطاق استخدامها في البيئات الصناعية^[73].

يُعد تحسين العمليات نهجًا فعالًا آخر لتقليل الانبعاثات الصناعية. يمكن أن يؤدي إعادة تصميم العمليات، ودمج التقنيات الحديثة، وتقليل النفايات إلى تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة وتقليل انبعاثات الكربون. يمكن للشركات تحديد نقاط الاختناق ومجالات الهدر وعدم الكفاءة من خلال فحص كل مرحلة من مراحل الإنتاج، مما يتيح التدخلات المستهدفة التي تحقق فوائد بيئية ومالية ملموسة.

تعد كفاءة استخدام المواد ودورة حياتها أيضًا عوامل رئيسية في تقليل الانبعاثات الصناعية. يشمل ذلك استخدام مواد أقل لإنتاج نفس المنتجات، وإطالة عمر المنتجات، وتحسين معدلات الاستخدام مع الحفاظ على وظائف المنتج. تُعد الطباعة ثلاثية الأبعاد تقنية جديدة تعزز كفاءة استخدام المواد من خلال التصنيع الدقيق الذي يتطلب موارد أقل للإنتاج، وتقليل المخزون، والحد الأدنى من النفايات. استثمرت ألمانيا بشكل كبير في هذه التقنية، والتي يتم استخدامها الآن لتقليل الانبعاثات والتكاليف في قطاعات مثل النقل والطيران. في قطاع الطيران، أثبت إنتاج أجزاء كبيرة مطبوعة ثلاثية الأبعاد إمكانية تقليل التكاليف والوزن بنسبة تصل إلى 30%، مما يساهم في تقليل الانبعاثات وتحسين كفاءة الوقود^[74]. في قطر، تكتسب المبادرات التي تهدف إلى تضمين أفكار الاقتصاد الدائري زخمًا، خاصة في قطاعات مثل البناء، التي تستخدم بشكل متزايد مواد معاد تدويرها وتصاميم موفرة للموارد.

تصنيع

تمثل المستودعات فرصة كبيرة لتقليل انبعاثات الكربون ضمن سلاسل الإمداد، حيث تعمل كنقاط حيوية يمكن أن يتقاطع فيها كفاءة الطاقة، وتبني الطاقة المتجددة، والتصميم المستدام. من خلال تطبيق تقنيات كفاءة الطاقة، وتحسين أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، ودمج حلول الطاقة المتجددة، يمكن للمستودعات تقليل بصمتها الكربونية بشكل كبير مع تحقيق وفورات في التكاليف وكفاءات تشغيلية.

تُعد الإضاءة الموفرة للطاقة، خاصة أنظمة الإضاءة بتقنية الصمام الثنائي الباعث للضوء، من الأساليب الرئيسية لتقليل انبعاثات الكربون في المستودعات. تستخدم مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء طاقة أقل بنسبة تصل إلى 75% مقارنة بالأضواء التقليدية، مما يقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة والتكاليف التشغيلية. علاوة على ذلك، تتمتع مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء بعمر افتراضي يتجاوز 50,000 ساعة، مما يقلل من متطلبات الصيانة والنفايات الناتجة عن الاستبدال المنتظم. بالإضافة إلى ذلك، تعمل أنظمة الإضاءة المتقدمة المزودة بأجهزة استشعار وأتمتة على تحسين استخدام الطاقة عن طريق تعديل الإضاءة استنادًا إلى إشغال المكان وظروف البيئة المحيطة، مما يؤدي إلى انخفاض إضافي في استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين 30%-20 مقارنة بالأنظمة التقليدية^[75]. أصبحت الإضاءة بتقنية الصمام الثنائي الباعث للضوء تزداد شهرة في العمليات اللوجستية عالميًا بفضل كفاءتها في استهلاك الطاقة وفعاليتها من حيث التكلفة. في ألمانيا، من المتوقع أن ينمو سوق إضاءة الصمام الثنائي الباعث للضوء بمعدل نمو سنوي مركب قدره 5.55% بين عامي 2024 و2030. داخل هذا السوق، برز قطاع المستودعات والصناعات كثاني أكبر قطاع للإضاءة الداخلية، حيث يمثل 61% من حصة السوق الإجمالية، مما يعكس التبنى الواسع لتقنية ال الصمام الثنائي الباعث للضوء في هذه المنشآت^[76].

تُعد أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء من المجالات المهمة لتقليل انبعاثات الكربون في المستودعات، حيث تمثل حوالي 40% من إجمالي استهلاك الطاقة و70% من الاستهلاك المرتبط بالمالكين. إن تقليل انبعاثات الكربون من أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء أمر بالغ الأهمية لتحقيق

النقل

توفر استراتيجيات مثل التحول إلى السيارات الكهربائية، وتبني وقود الطائرات المستدام، والتقدم في بنية الطاقة المتجددة فرصًا كبيرة لتقليل بصمات الكربون مع ضمان عمليات لوجستية فعّالة ومستدامة.

يُعد التحول إلى السيارات الكهربائية طريقة ثورية لتقليل انبعاثات الكربون في وسائل النقل البرية ضمن سلاسل الإمداد. تتمتع المركبات الكهربائية بالعديد من المزايا مقارنة بسيارات محركات الاحتراق الداخلي التقليدية، بما في ذلك انخفاض تكاليف الطاقة والصيانة. تقوم المركبات الكهربائية بتحويل أكثر من 77% من الطاقة الكهربائية إلى قوة دافعة، في حين أن المركبات التي تعمل بالبترزين تتمتع

تصنيع

الأهداف المناخية العالمية، وتوفر التطورات مثل المبردات الحرارية وأنظمة استرجاع الحرارة طولًا ممكنة. المبردات الحرارية فعالة لأنها تستخدم مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو الجوفية، ويمكنها التبديل بين التدفئة والتبريد وفقًا للموسم. كما تُحسن المبردات التي تعتمد على استرجاع الحرارة الاستدامة من خلال استرجاع الحرارة المهدرة من عملية التبريد وإنتاج الماء الساخن الذي يمكن إعادة استخدامه للتدفئة أو لأغراض أخرى، مما يساهم في تحقيق توازن بين زيادة الطلب على الطاقة^[77]. بالإضافة إلى ذلك، تُعد الوحدات السطحية المزودة بنماذج فائقة الكفاءة من الحلول الناشئة، حيث تجمع بين الضواغط ذات السرعة المتغيرة والمضخات الحرارية لاستبدال أنظمة التدفئة المعتمدة على الاحتراق، مما يؤدي إلى تقليل الانبعاثات الكربونية^[78].

يلعب تصميم المباني والمعايير دورًا محوريًا في تقليل انبعاثات الكربون من المستودعات. توفر الأطر المعتمدة مثل القيادة في تصميم الطاقة والبيئة أساسًا لتشييد وتجديد المباني عالية الكفاءة. تعزز هذه المعايير التصميمات الموفرة للطاقة، واستخدام المواد المستدامة، ودمج تقنيات الطاقة المتجددة. خلال جلسة نقاشية في مؤتمر قطر الوطني حول تغيير المناخ، أكد السيد جافيت سيمون على أن الاستدامة في البناء يجب أن تكون مدمجة منذ البداية، بدءًا من مرحلة التصميم واستمرارًا من خلال هندسة القيمة. تضمن هذه الطريقة تكامل جهود تقليل انبعاثات الكربون في مشاريع البناء بسلاسة، مما يكتسب الدعم من جميع الأطراف المعنية^[79]. في سياق تصميم المستودعات والمعايير، يعني هذا دمج ميزات كفاءة الطاقة مثل العزل المتقدم، والتصاميم المحسنة، وأنظمة الطاقة المتجددة في التصاميم الأولية.

تمكن هندسة القيمة، عند تطبيقها مع مراعاة الاستدامة، من اختيار المواد والتقنيات التي تقلل من بصمة الكربون مع الحفاظ على الكفاءة من حيث التكلفة وفعالية العمليات. على المستوى العالمي، هناك ما يقرب من 7,200 مشروع مستودع ومركز توزيع معتمد ومرشح من القيادة في تصميم الطاقة والبيئة، تمثل أكثر من 2.7 مليار قدم مربع من المساحات المبنية^[80]. لقد تبنت قطر معايير البناء الأخضر، مع العديد من المباني المعتمدة من القيادة في تصميم الطاقة والبيئة التي تساهم في أهداف الدولة البيئية.

بكفاءة طاقة تتراوح بين 30%-12. كما أن أنظمتها الميكانيكية المحدودة تلغي الحاجة إلى الصيانة الروتينية مثل تغيير الزيت، وتحافظ على سلامة المكابح بفضل نظام الكبح المتجدد. علاوة على ذلك، تسهم المركبات الكهربائية في جعل المناطق الحضرية أكثر هدوءًا وأقل تلوثًا، حيث لا تصدر أي انبعاثات من العوادم وتعمل بسلاسة دون أنظمة عادم.

تُستخدم المركبات الكهربائية بسرعة في اللوجستيات الخاصة بسلاسل الإمداد لعدة أغراض. يتم استخدام الشاحنات الصغيرة والسيارات الكهربائية في تسليم الطرود في المدن، خاصة في المناطق ذات الانبعاثات المنخفضة، حيث تكون

^[1] تقوير جنرال إلكتريك: "ريادة الأداء" أجزاء مصانعة أكبر وأفضل وبنياً " أخبار جنرال إلكتريك الطيران، 13 ديسمبر 2022

^[2] فريق سيوكانت: "إذًا كنت تدعو مستودعًا في عام 2024: ترفيلات الرضاة المحيطة البيئية لتحقيق الكفاءة والتوفير"، إرث سينتر، 8 مايو 2024

^[3] موردور إنتلجنس: "حجم سوق الإضاءة LED في ألمانيا | موردور إنتلجنس"، تم الأطلاع عليه في 20 ديسمبر 2024

^[4] أسكلانك: "إزالة الكربون من أنظمة HVAC باستخدام مضخات الحرارة المبردة"، مساعدة تصميم الطاقة في كاليفورنيا (CEDA)، 10 ديسمبر 2024

^[5] فيليب سميت، 2024. "إزالة الكربون من المباني التجارية الضخمة باستخدام وحدات RTUs من الجيل التالي". Buildings أكتوبر 2024.

^[6] جاءت سيمون ملاحظات طلل جلسة النقاش "سلاسل التوريد المستدامة" الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، الدورة، قطر، 2 أكتوبر 2024.

^[7] مجلس المباني الخضراء في الولايات المتحدة. "تطبيق LEED على مشاريع المسودعات ومراكز التوزيع". أكتوبر 2024. https://support.usgbc.org/hc/en-us/articles/1208965286583-Applying-LEED-to-warehouse-and-distribution-center-projects

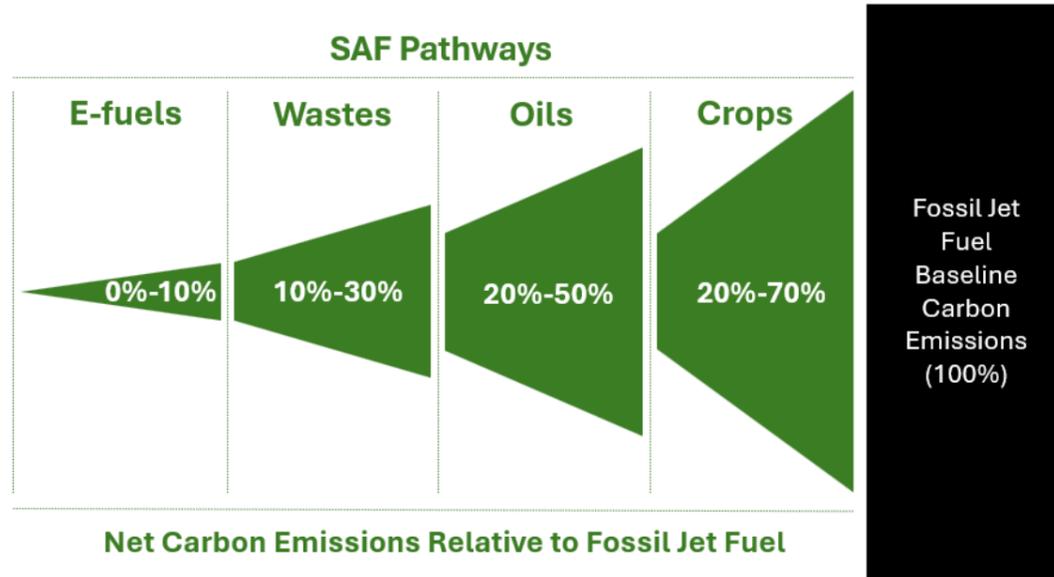
^[8] الوكالة الدولية للطاقة، 2017. "الخطة الوطنية للعمل على كفاءة الطاقة - السياسات - IEA." IEA، 5 نوفمبر 2017. https://www.iea.org/policies/1711-national-action-plan-on-energy-efficiency

^[9] معوض CCUS، "شركة جنرال إلكتريك وفطر للطاقة تطوران مركزًا للكربون في مدينة رأس لفان الصناعية"، معرض تكنولوجيا احتجاز الكربون في أمريكا الشمالية 2024، 27 سبتمبر 2022. https://www.ccus-expo.com/industry-news/ge-qatarenergy-develop-carbon-hub-ras-laffan-industrial-city

^[10] أريد، بول، 2023. "حيث تصنع الطائرات العبد". مشروع حقل الشمال الشرقي. https://www.ten.com/sites/energies/files/2024-06/QatarEnergy-North-Field-East-Case-Study.pdf

^[11]
^[12]
^[13]
^[14]

الشكل 8: تقليل انبعاثات الكربون الصافية عبر مسارات وقود الطائرات المستدام مقارنة بوقود الطائرات الأحفوري



بوقود الطائرات التقليدي. تؤكد هذه التباينات على أهمية تقدم تقنيات إنتاج وقود الطائرات المستدام المتنوعة لتحقيق أهداف الاستدامة.

الحالية، بما في ذلك محركات الطائرات الحالية. وهذا يجعل وقود الطائرات المستدام حلاً عملياً وقابلًا للتوسيع في المستقبل القريب، رغم التحديات المتعلقة بتكاليف الإنتاج وتوافر المواد الأولية⁸⁵.

لقد تعاونت الخطوط الجوية القطرية مع شركة شل لتوريد 3,000 طن متري من وقود الطائرات المستدام النقي في مطار أمستردام شيفول، مع خلط لا يقل عن 5% من وقود الطائرات المستدام للسنة المالية 2023-2024. تشكل هذه المبادرة جزءًا من هدف تحالف وون وورد لاستخدام وقود الطائرات المستدام في 10% من إجمالي حجم الوقود بحلول عام 2030، مما يبرز دور وقود الطائرات المستدام في تعزيز تقليل انبعاثات الكربون في الطيران العالمي⁸⁶.

تفاوتت قدرة وقود الطائرات المستدام على تقليل انبعاثات الكربون عبر مسارات الإنتاج المختلفة، كما هو موضح في الشكل 6. توفر الوقود الإلكتروني، الذي يعتمد على الكهرباء المتجددة وثنائي أكسيد الكربون الملتقط، تخفيضًا طفيفًا في انبعاثات الكربون الصافية يتراوح بين 0-10% مقارنة بوقود الطائرات الأحفوري. بينما تمكن النفايات، بما في ذلك بقايا البلديات والنفايات الزراعية، من تقليل الانبعاثات بنسبة تتراوح بين 10-30%. يمكن للزيوت المستخلصة من زيت الطهي المستعمل أو المصادر غير الغذائية الأخرى تحقيق تخفيضات تتراوح بين 20-50%. وأخيرًا، يوفر وقود الطائرات المستدام المشتق من المحاصيل، مثل بذور الزيت وقصب السكر، أعلى إمكانات لتقليل الانبعاثات، حيث تتراوح من 20-70% مقارنة

تعزز التطورات المبتكرة في طرق إنتاج SAF إمكانياته لتبني واسع النطاق. حيث تقدم الوقود الإلكتروني، الذي يدمج الهيدروجين الأخضر مع ثاني أكسيد الكربون الملتقط من الغلاف الجوي، تخفيضات تصل إلى 90% في الانبعاثات من مصدر الوقود إلى عجلة القيادة⁸⁷.

نماذج سلاسل الإمداد الدائرية

القمامة وإعادة دمجها في سلسلة الإمداد، مما يحافظ على قيمتها ويقلل من الاعتماد على الموارد الطبيعية النادرة. يؤدي هذا التحول إلى فوائد بيئية حيث يقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة، ويحمي المواطن، ويعزز كفاءة الموارد. يوضح الرسم البياني التالي سلسلة الإمداد الخطية، حيث يتم استخراج موارد مثل بقايا قصب السكر، معالجتها إلى منتجات، وأخيرًا التخلص منها، مما يؤدي إلى عدم الكفاءة والضغط البيئي.

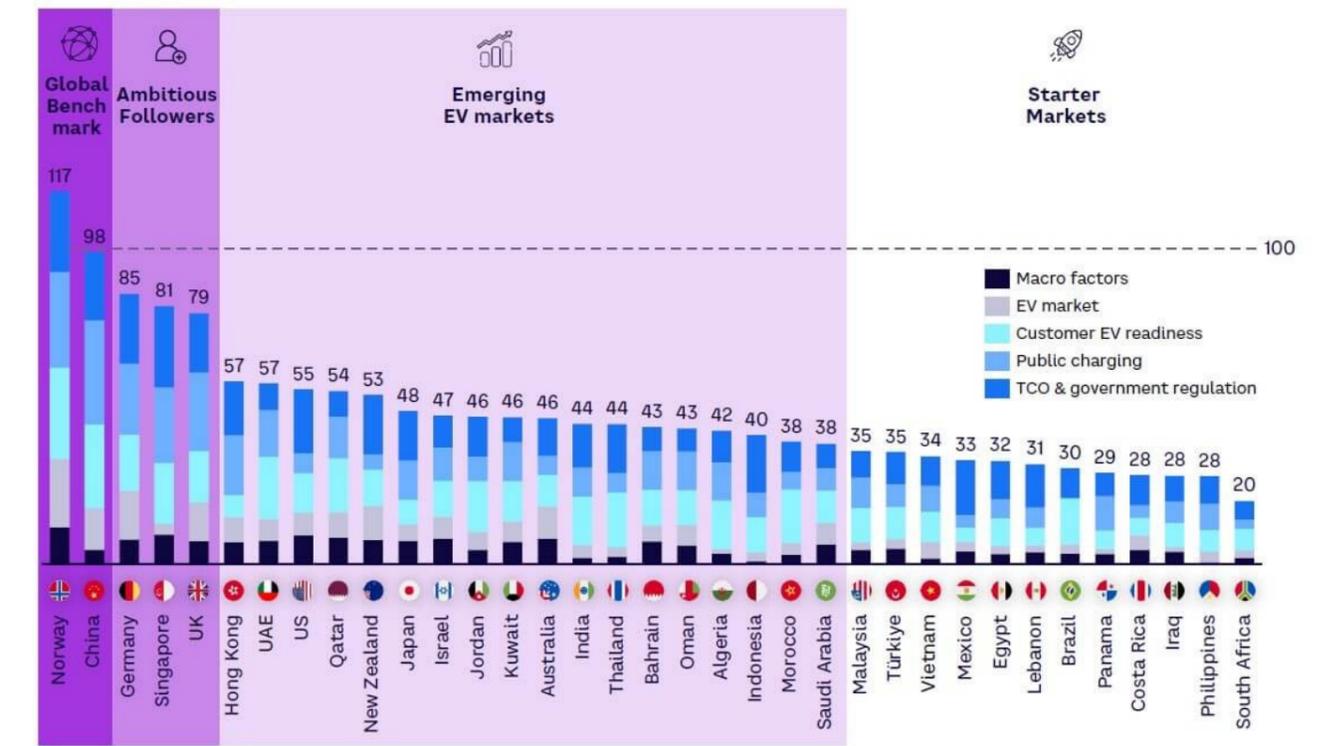
على عكس سلسلة الإمداد التقليدية الخطية، التي تحرك الموارد في مسار مستقيم من الاستخراج إلى التخلص، تعد شبكات الإمداد الدائرية أنظمة مغلقة تعتمد على فكرة إعادة المواد والسلع المستخدمة إلى المنتجين لإعادة التدوير أو إعادة التصنيع أو إعادة الاستخدام. تقلل هذه الاستراتيجية من الفاقد طوال مراحل التصنيع وما بعد الاستهلاك، مما يحد من التأثير البيئي للمكبات واستخراج الموارد. على سبيل المثال، يتم جمع العناصر التي كان من الممكن أن تذهب إلى

يوضح جاهزية قطر للاستفادة من فوائد التحول إلى الكهرباء في القطاعين العام والخاص⁸². علاوة على ذلك، يعمل وزارة النقل في قطر بنشاط على وضع معايير للمركبات الكهربائية وتوسيع البنية التحتية، مع خطط لتركيبة 600 محطة شحن للمركبات الكهربائية بحلول عام 2025، وهو خطوة تتماشى مع خطة شاملة لتقليل انبعاثات النقل⁸³.

في قطاع الطيران، برز وقود الطائرات المستدام كأحد الأساليب الرئيسية لتقليل الانبعاثات، يتم تصنيع وقود الطائرات المستدام من مصادر متجددة مثل زيت الطهي المستعمل، والنفايات الزراعية، والقمامة البلدية، ويمكنه تقليل انبعاثات الكربون على مدار دورة الحياة بنسبة تصل إلى 80% مقارنة بوقود الطائرات التقليدي، مما يجعله أحد أكثر الحلول فعالية لتقليل انبعاثات الطيران.

كفاءتها وتشغيلها الهادئ مفيد للغاية. كما أن الشاحنات الكهربائية ذات المسافات الطويلة تظهر كحل قابل للتطبيق لنقل الشحنات الكبيرة، رغم التحديات مثل القيود على المسافة والمحطات الخاصة بالشحن. على المستوى العالمي، أظهرت الشاحنات الكهربائية التي تزن 40 طنًا والتي دخلت الخدمة في 2021 قدرة على تقليل الانبعاثات بنسبة 63% مقارنة بالمركبات التي تعمل بالديزل، مع إمكانات لتقليل الانبعاثات بنسبة 84% عندما تصبح الطاقة المتجددة المصدر الرئيسي لشبكات الشحن⁸¹. كما هو موضح في مؤشر جاهزية التنقل الكهربائي العالمي لعام 2023، تحتل قطر المرتبة التاسعة عالميًا وتتصدر بين أسواق المركبات الكهربائية الناشئة، مما يعكس تقدمها الكبير في بنية المركبات الكهربائية، واستعداد الحكومة، وتبني العملاء. تبرز هذه التقييمات في العوامل الكلية، وتوافر الشحن العام، وتكاليف الملكية الإجمالية، والتنظيم الحكومي، مما

الشكل 7: تصنيفات مؤشر جاهزية التنقل الكهربائي العالمي، 2023



Source: Arthur D. Little

الكربون، حيث يتم أخذ التأثير الكربوني لإنتاج المدخلات اللازمة في الحساب. على الرغم من وجود اختلافات بسبب تفاوت منهجيات حساب الكربون والموارد الأولية المستخدمة في كل مسار لإنتاج وقود الطائرات المستدام، توضح النطاقات أدناه الإمكانيات العامة لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لوقود الطائرات المستدام مقارنة بوقود الطائرات الأحفوري التقليدي⁸⁴.

علاوة على ذلك، تسمح قابلية استخدام وقود الطائرات المستدام كوقود قابل للخلط مع وقود الطائرات التقليدي بدمجه بسهولة في البنية التحتية للطيران

يمكن لوقود SAF الذي يتمتع بصفر انبعاثات كربونية أن يحقق كثافة كربونية صافية، مما يمثل تقليلاً بنسبة 100% في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مقارنة بوقود الطائرات الأحفوري. يمكن تحقيق ذلك من خلال عمليات تحويل الطاقة إلى سائل، أو الوقود الإلكتروني، التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون الملتقط والهيدروجين المنتج عبر التحليل الكهربائي للمياه، والذي يتم تشغيله بالكامل باستخدام مصادر الطاقة المتجددة. في المقابل، في الطرف الأدنى من الطيف، قد يحقق وقود الطائرات المستدام المنتج من مسارات الكحول المستخلص من الذرة إلى وقود الطائرات انخفاضاً بنسبة 30% فقط في انبعاثات ثاني أكسيد

⁸⁵ الاتحاد الدولي للنقل الجوي (IATA). "ما هو وقود الطيران المستدام (SAF)؟" تم الطبع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac9f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>

⁸⁶ الخطوط الجوية القطرية. "الخطوط الجوية القطرية توقع اتفاقية مع شركة شل لتوريد وقود الطيران المستدام في مطار أمستردام سخيفول." غرمة أخبار الخطوط الجوية القطرية. 31 مايو 2023. <https://www.qatarairways.com/press-releases/en-WW/226578-qatar-airways-signs-deal-with-shell-for-sustainable-aviation-fuel-supply-at-amsterdam-schiphol-airport>

⁸⁷ إيرباص. "شرح تقنية تحويل الطاقة إلى سائل." إيرباص. 15 يوليو 2021. <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2021-07-power-to-liquids-explained>

⁸¹ سوسنا إيريس. "الشاحنات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات تحدد انبعاثات غازات دفيئة أول بنسبة 63% مقارنة بالديزل - المجلس الدولي للنقل النظيف." المجلس الدولي للنقل النظيف. 13 فبراير 2023. <https://theicct.org/battery-electric-trucks-emit-63-less-ghg-emissions-than-diesel>

⁸² ألداس شلوسر. "مؤشر الجاهزية العالمية للتنقل الكهربائي - GEMRIX 2023." أتر دي ليتل. أكتوبر 2023. <https://www.adlittle.com/en/insights/report/global-electric-mobility-readiness-index-gemrix-2023>

⁸³ وزارة المواصلات. "قطر ضمن أفضل 10 دول في مؤشر الجاهزية العالمية للتنقل الكهربائي." وزارة المواصلات. 22 أكتوبر 2023. <https://mot.gov.qa/en/news/qatar-among-top-10-global-electric-mobility-readiness-index>

⁸⁴ كاسترويل، جوتالين. "إطار حل وقود الطيران المستدام (SAF)." كلينتم دريفت. 21 مايو 2024. <https://www.climateproof.com/p/the-sustainable-aviation-fuel-saf>

إصلاح وتحسين وتجديد العناصر لزيادة فائدتها. يقلل هذا من الطلب على التصنيع الجديد، مما يحفظ الموارد ويقلل من الانبعاثات. وبالمثل، يبرز مفهوم استرجاع الموارد تحويل النفايات إلى مواد خام ثانوية، مما يتيح تطبيقات جديدة للموارد، واستخراج قيمة أكبر منها⁹². تتماشى هذه النماذج مع الأهداف العامة للاقتصاد الدائري، التي تشمل تقليل انبعاثات الكربون والنفايات والتكاليف، بينما تحافظ على الموارد المحدودة للكوكب.

تستخدم كلتا التقنيتين طاقة أقل بكثير وتصدر كميات أقل بكثير من ثاني أكسيد الكربون. على سبيل المثال، تستخدم إعادة التصنيع 15% فقط من الطاقة اللازمة لإنتاج عناصر جديدة، مما يقلل الانبعاثات بنسبة 57-87%. تسهم هذه الطرق في تقليل إنتاج النفايات، والحفاظ على المنتجات من الدخول في المكبات المزدحمة، وتقليل النفايات بنسبة 70-90%⁹¹.

تروج العديد من نماذج الأعمال لنشر سلاسل الإمداد الدائرية، كل منها يعالج جانباً فريداً من الاستدامة. على سبيل المثال، يركز مفهوم إطالة عمر المنتج على

التعاون عبر القطاعات في دفع سلاسل الإمداد المستدامة

الحكومية، والشركات الخاصة، ومراكز الابتكار لتوفير القروض المرتبطة بالاستدامة وتعزيز تطوير الحلول المتقدمة⁹⁵. من خلال مواءمة الحوافز المالية مع أهداف الاستدامة، يمكن لهذه الجهود التعاونية تمكين المبتكرين من التجربة مع ضمان أن مشاريعهم تساهم في الأهداف البيئية.

الشركات ما قبل التنافسية هي واحدة من أكثر أشكال التعاون فعالية، حيث تتعاون المنظمات من نفس الصناعة لمعالجة القضايا الشائعة التي لا تؤثر مباشرة على المنافسة. يسمح هذا التعاون للشركات بالاستثمار المشترك في طول تفيد الصناعات بأكملها، مثل تقليل تلوث البلاستيك، وتحسين ظروف العمل، أو زيادة كفاءة الموارد⁹⁶. تعرض منصة المبادرة للزراعة المستدامة، التي أسستها شركات مثل دانون ونستله ويونيليفر، هذه الاستراتيجية من خلال تجميع الجهود العالمية لتحسين ممارسات الزراعة المستدامة⁹⁷. يتمتع أعضاء المنصة باقتصاديات الحجم من خلال تجميع الموارد والخبرات، مما يعزز من تأثير المشاريع الفردية.

خلال حوار قطر الوطني حول تغيير المناخ، أشار السيد فلوريان شوارز إلى أن أحد أهم الدروس لتحقيق سلاسل إمداد مستدامة هو تجميع الموارد عبر القطاعات. يؤكد هذا النهج على قوة التعاون عبر القطاعات، حيث يمكن الاستفادة من الحلول المشتركة، مثل البنية التحتية والخبرة أو التقنيات، لإنشاء كفاءات تفيد العديد من الصناعات⁹⁸. من خلال دمج الجهود ومواءمة أهداف الاستدامة، يمكن للصناعات معالجة التحديات المشتركة، مثل تقليل الانبعاثات، وتحسين استخدام الموارد، وزيادة الكفاءة التشغيلية.

مشاركة البيانات الاستراتيجية هي عنصر حاسم آخر في التعاون عبر القطاعات. تجمع الشركات كميات ضخمة من بيانات سلسلة الإمداد، لكن الطبيعة المجزأة للجهود الفردية تؤدي في كثير من الأحيان إلى عدم الكفاءة وفقدان الفرص. يمكن للبيانات المستقلة من الأطراف الثالثة تجميع وتحليل البيانات عبر المنظمات، مما يوفر رؤى تدفع العمل الجماعي⁹⁹. على سبيل المثال، يمكن أن تحدد البيانات المشتركة الاتجاهات الإقليمية في التحديات المتعلقة بالاستدامة، مما يمكن من التدخلات المستهدفة التي تزيد من التأثير مع تقليل التكرار.

يتطلب إنشاء سلاسل إمداد مستدامة في عالم اليوم المترابط جهودًا منسقة تتجاوز قدرة الشركات الفردية، فالمخاوف المتعلقة بالاستدامة، مثل تقليل انبعاثات الكربون، وزيادة الشفافية، ومعالجة الفوارق الاجتماعية والاقتصادية، غالبًا ما تكون واسعة ومعقدة بحيث يصعب على منظمة واحدة إدارتها. أصبح التعاون عبر القطاعات عنصرًا أساسيًا لتحقيق التغيير على مستوى النظام، حيث يجمع بين قوى الشركات والحكومات والمنظمات غير الحكومية وأصحاب المصلحة الآخرين لتطوير حلول مشتركة تعزز سلاسل الإمداد المستدامة.

يشكل نقص الشفافية عبر الشبكات الكبيرة والمبعثرة عقبة كبيرة أمام استدامة سلاسل الإمداد. غالبًا ما تحصل الشركات على المواد والسلع من مئات الموردين، العديد منهم يعملون بأساليب غير رسمية أو غير واضحة. هذه التعقيدات تجعل من الصعب تتبع المنتجات من مصدرها إلى العميل النهائي، مما يعيق المحاولات للتحقق من ممارسات الاستدامة⁹³. يساعد التعاون عبر القطاعات في معالجة هذه المشكلة من خلال تعزيز تطوير تقنيات وأساليب مبتكرة لرسم خرائط سلاسل الإمداد، وتتبع المنتجات، والمساءلة. على سبيل المثال، تم استخدام تقنيات تم تطويرها واختبارها بشكل مشترك بين قادة الصناعة والمنظمات غير الحكومية لتوفير سجلات واضحة وغير قابلة للتغيير لرحلات المنتجات، مما يمكن الشركات من مراقبة وتحسين الاستدامة عبر كل حلقة من حلقات سلسلة الإمداد⁹⁴.

يتطلب تحقيق تبني واسع النطاق للممارسات المستدامة في كثير من الأحيان التفاعل المباشر مع المزارعين والمنتجين والموردين، الذين يلعبون أدوارًا حاسمة في المرحلة الأولى من سلسلة الإمداد. ومع ذلك، يواجه هؤلاء أصحاب المصلحة عادةً عقبات مثل الموارد المحدودة، وعدم كفاية التدريب، وطلبات متعددة من العديد من العملاء. يجمع التعاون عبر القطاعات بين مجموعة متنوعة من الجهات الفاعلة، بما في ذلك الحكومات المحلية والمنظمات غير الحكومية والمجموعات المجتمعية، لتوفير أصحاب المصلحة بالوصول إلى المدخلات والموارد والمعلومات على المدى الطويل.

خلال حوار قطر الوطني حول تغيير المناخ، أكدت السيدة العنود م. المسلح أهمية التعاون عبر القطاعات في تعزيز الاستدامة، خصوصًا من خلال زيادة الدعم المالي للشركات التي تعتمد تقنيات خضراء. وأبرزت إمكانيات الشراكات بين الكيانات

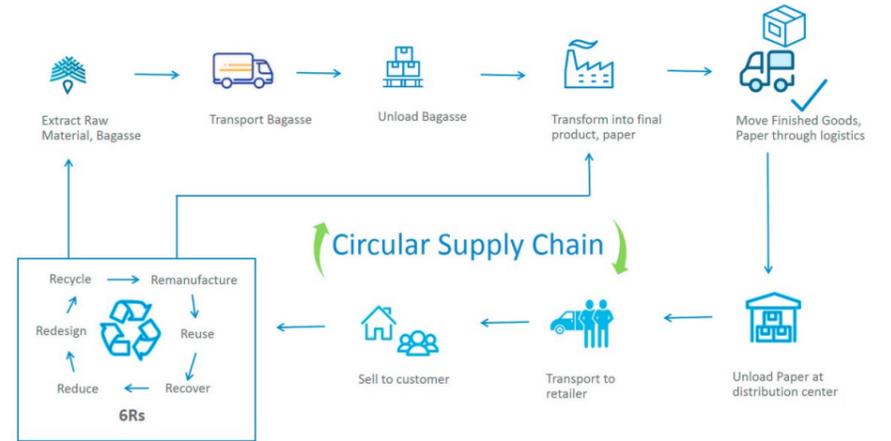
إحدى الاستراتيجيات الأساسية لسلاسل الإمداد الدائرية هي تصميم المنتجات لتدوم لفترة أطول. يتم هندسة المنتجات لتكون ذات دورات حياة أطول، مع مراعاة سهولة التفكيك والإصلاح أو إعادة التدوير. يضمن هذا النهج أن تكون المنتجات قابلة لإعادة الاستخدام أو لإعادة التدوير ويعزز الابتكار في مصادر المواد والتصميم. تقلل هذه الاستراتيجية من الطلب على الإنتاج الجديد، مما يقلل من الانبعاثات المرتبطة بالاستخراج والإنتاج والنقل للمواد الخام. وفقًا للوحة الموارد الدولية، فإن إعادة التصنيع تستخدم 98-80% أقل من المواد الخام مقارنة بالتصنيع التقليدي، مما يوفر مزايا بيئية واقتصادية⁸⁹.

بالمقابل، يبرز الشكل 8 نموذج سلسلة الإمداد الدائرية، حيث تتبع المواد حلقة مستمرة من الاستخدام والاسترجاع والتجديد. تقلل هذه الاستراتيجية بشكل كبير من الفاقد خلال مراحل التصنيع وما بعد الاستهلاك، مما يقلل من التأثير البيئي للمكبات واستخراج الموارد. على سبيل المثال، يتم جمع العناصر التي كان من الممكن التخلص منها، وإعادة تدويرها، وإعادة دمجها في سلسلة الإمداد، مما يحافظ على قيمتها ويقلل من الاعتماد على الموارد الطبيعية النادرة. من خلال دمج مبادئ الستة: تقليل، إعادة استخدام، إعادة تدوير، إعادة تصنيع، استرجاع، وإعادة تصميم، تعظم سلسلة الإمداد الدائرية الكفاءة بينما تحمي البيئة⁸⁸.

الشكل 7: نموذج سلسلة الإمداد الخطية التقليدية



الشكل 7: نموذج سلسلة الإمداد الدائرية مع دمج مبادئ الحلقة المغلقة



لإعادة التدوير أو إعادة التصنيع بينما تعزز من تفاعل العملاء وولائهم للعلامة التجارية من خلال التوافق مع قيم الاستدامة.

إعادة التصنيع وإعادة التدوير هما عمليتان أساسيتان في سلاسل الإمداد الدائرية. تعيد إعادة التصنيع المنتجات المستخدمة إلى حالتها الجديدة، بينما يقوم إعادة التدوير بتفكيك المكونات لإنشاء عناصر جديدة. عند مقارنتها بالإنتاج التقليدي،

عنصر آخر أساسي في سلاسل الإمداد الدائرية هو إنشاء أنظمة إرجاع قوية. تمكن هذه الأنظمة من استرجاع المنتجات التي انتهت صلاحيتها من المستهلكين، مما يضمن إعادة إدخال المواد القيمة في سلسلة الإمداد بدلاً من التخلص منها. تتخذ الشركات طرقًا متنوعة لتشجيع الإرجاع، مثل أنظمة الشراء العكسي، نماذج الإيجار، والحوافز للعملاء⁹⁰. تخلق هذه الاستراتيجيات إمدادات ثابتة من المواد

⁸⁸ واليالي وجياكينيشا، "تحليل سلسلة التوريد المستدامة للاقتصاد الدائري"، روسويدا للتصنيع، 29 مايو 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919305372>

⁸⁹ لايفينكول، أيشيا، "من النفايات إلى القيمة: دور تعديد عمر المنتج في الحد من الانبعاثات المدمجة"، مجلس الابتكار الدائري، 11 أكتوبر 2023. <https://circularinnovation.ca/circular-business-models-product-life-extension>

⁹⁰ دي كوادروس، أريسا شيرير، "فهم سلسلة التوريد الدائرية: المفاهيم الرئيسية والمواد"، إنجيد، 27 مايو 2024. <https://www.indeed-innovation.com/the-mensch/circular-supply-chain>

⁹¹ مجلس الابتكار الدائري، "من النفايات إلى القيمة: دور تعديد عمر المنتج في الحد من الانبعاثات المدمجة"، 11 أكتوبر 2023. <https://circularinnovation.ca/circular-business-models-product-life-extension>

⁹² فيوليا، "الاقتصاد الدائري: ما هو نموذج استعادة الموارد؟"، 15 أكتوبر 2020. <https://blog.veolanorthamerica.com/circular-economy-what-is-resource-recovery-model>

⁹³ كيسي، تيم مور وآل، "كيف يمكن للشركات بناء سلاسل توريد أكثر مرونة واستدامة"، ريزونانس جلوبال، ريزونانس، 21 يونيو 2022. <https://www.resonanceglobal.com/blog/how-partnerships-build-more-resilient-and-sustainable-supply-chains>

⁹⁴ ماكحول، ميغان، "كيف أفنح تحالف بلوكشين Aura مناسفي العملات الفاعلة بالفانوس"، فوغ برنس، 11 يونيو 2024. <https://www.voguebusiness.com/story/technology/how-the-aura-blockchain-consortium-convinced-luxury-competitors-to-collaborate>

⁹⁵ العنود م. المسلح، ملاحظات خلال جلسة النقاش "سلاسل التوريد المستدامة"، الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، قطر، 2 أكتوبر 2024.

⁹⁶ كاتلين كيندي وسجاي جيزارد، "أفضل الممارسات لاستغلال قوة التعاون ما قبل التنافسي لسلاسل التوريد المستدامة"، ريزونانس جلوبال، ريزونانس، 15 سبتمبر 2022. <https://www.resonanceglobal.com/blog/best-practices-to-harness-the-power-of-pre-competitive-collaboration-for-sustainable-supply-chains>

⁹⁷ منصة SAI، "فصننا — منصة SAI"، تم الإطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://saipatform.org/who-we-are-our-story>

⁹⁸ فلوريان شوارز، ملاحظات خلال جلسة النقاش "سلاسل التوريد المستدامة"، الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، قطر، 2 أكتوبر 2024.

⁹⁹ كاتلين كيندي وسجاي جيزارد، 2022. "أفضل الممارسات لاستغلال قوة التعاون ما قبل التنافسي لسلاسل التوريد المستدامة"، ريزونانس جلوبال، ريزونانس، 15 سبتمبر 2022. <https://www.resonanceglobal.com/blog/best-practices-to-harness-the-power-of-pre-competitive-collaboration-for-sustainable-supply-chains>

استراتيجيات تحويلية لسلاسل التوريد المستدامة

يعد الابتكار والتكنولوجيا في طبيعة تحويل سلاسل الإمداد إلى شبكات مستدامة ومرنة، مما يمكن الشركات من التنقل بين التحديات العالمية المعقدة. توفر دمج أدوات متقدمة مثل الإنترنت للأشياء، وتحليل البيانات، وتقنية البلوك تشين فرصاً غير مسبوقة لتعزيز الرؤية، وتحسين استغلال الموارد، وضمان

إنترنت الأشياء

يُعد دمج الإنترنت للأشياء في سلاسل الإمداد تحولاً جذرياً في طريقة عمل الشركات، مما يجعل سلاسل الإمداد أكثر شفافية وكفاءة واستدامة. من خلال تمكين جمع البيانات في الوقت الفعلي، والتتبع، والتحليل عبر أجهزة وأجهزة استشعار مترابطة، يعالج الإنترنت للأشياء التحديات الحاسمة في إدارة سلاسل الإمداد، مثل الرؤية، والكفاءة، وتحسين المخزون، وتقليل المخاطر. مع تزايد أهمية الاستدامة في الاقتصاد العالمي، لا يمكن التقليل من دور الإنترنت للأشياء في إنشاء سلاسل إمداد مرنة ومسؤولة بيئيًا.

أحد المساهمات البارزة للإنترنت للأشياء في سلاسل الإمداد المستدامة هو قدرته على تعزيز الرؤية وقابلية التتبع. توفر أجهزة الإنترنت للأشياء، مثل علامات تحديد الهوية باستخدام موجات الراديو وأجهزة الاستشعار، تتبعًا في الوقت الفعلي للسلع أثناء تحركها عبر سلسلة الإمداد. يمتد هذا التتبع إلى ما هو أبعد من الموقع، حيث يتم التقاط معلومات حاسمة عن حالة السلع، مثل درجة الحرارة والرطوبة وطرق التعامل معها¹⁰⁰. يحسن هذا المستوى من الرؤية الكفاءة التشغيلية ويدعم الاستدامة من خلال تقليل النفايات وضمان استخدام الموارد بشكل مسؤول.

بالإضافة إلى تحسين المخزون، يعزز الإنترنت للأشياء بشكل كبير من التنبؤ بالطلب، من خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي من أجهزة الاستشعار، والأجهزة، والمدخلات السوقية، يمكّن الإنترنت للأشياء الشركات من التنبؤ بالطلب الاستهلاكي بدقة أكبر. تسمح هذه القدرة التنبؤية للشركات بمزامنة استراتيجيات الإنتاج والتوزيع مع احتياجات السوق الفعلية، مما يتجنب الإنتاج الزائد ويقلل من

المساءلة عبر عمليات سلاسل الإمداد. تتعامل هذه التقنيات مع قضايا حاسمة مثل عدم الكفاءة، والنفايات، والانبعاثات، مما يمكّن الشركات من اعتماد استراتيجيات اتخاذ قرارات استباقية ومدروسة.

هدر الموارد. على سبيل المثال، تدمج بيانات الإنترنت للأشياء مع أنظمة تخطيط موارد المؤسسات، مما يوفر لصانعي القرار أدق وأحدث المعلومات لضمان أن تظل عمليات سلسلة الإمداد مرنة وقادرة على الاستجابة لتغيرات الطلب¹⁰¹.

مساهمة أخرى حاسمة للإنترنت للأشياء في سلاسل الإمداد المستدامة هي تأثيره على النقل واللوجستيات. تقوم أجهزة الإنترنت للأشياء المثبتة في المركبات بمراقبة استهلاك الوقود، وسلوك السائقين، وحالة المركبات، مما يمكّن الشركات من تحسين الطرق، وتقليل تكاليف الوقود، وتعزيز سلامة السائقين. تساهم هذه التحسينات بشكل مباشر في تقليل انبعاثات الكربون من أساطيل النقل، بما يتماشى مع الجهود العالمية لمكافحة تغير المناخ¹⁰².

يسهل دمج الإنترنت للأشياء في سلاسل الإمداد أيضًا التعاون ومشاركة البيانات بين أصحاب المصلحة، مما يعزز النظام البيئي العام لسلسلة الإمداد. يتم تجميع البيانات في الوقت الفعلي التي يتم جمعها من خلال أجهزة الإنترنت للأشياء وتحليلها، مما يوفر رؤى قابلة للتنفيذ تحسن اتخاذ القرارات على جميع مستويات سلسلة الإمداد. يعزز هذا التبادل السلس للبيانات التعاون بين الشركات المصنعة، والموزعين، وتجار التجزئة، ومقدمي الخدمات اللوجستية، مما يضمن أن تكون عمليات سلسلة الإمداد فعالة ومتوافقة مع أهداف الاستدامة.

تتقدم قطر بسرعة في تبني تقنيات الإنترنت للأشياء في سياق ابتكار سلاسل الإمداد، وذلك بدافع المبادرات الاستراتيجية والبرامج التي تقودها الحكومة. فقد أنشأت وزارة المواصلات وادي تسامو الرقمي، وهو مركز ابتكار مصمم لتعزيز التعاون بين الشركات الناشئة، والباحثين، والشركات متعددة الجنسيات، وأصحاب

المصلحة الآخرين لتحقيق أهداف برنامج «قطر الذكية». يلعب الإنترنت للأشياء دورًا مركزيًا في هذا السياق، حيث يمثل 40% من حالات الاستخدام في مبادرات «قطر الذكية» لتسامي، مما يبرز أهميته في تحويل القطاعات المختلفة، بما في ذلك سلاسل الإمداد.

كما كان مركز قطر للابتكارات في التنقل مؤسسة رائدة تركز على التنقل الذكي، وكان له دور حاسم في تطوير حلول الإنترنت للأشياء. يستخدم «منصة لبيب للإنترنت للأشياء» التي تعتمد على تقنيات محلية لمعالجة التحديات الإقليمية

تحليل البيانات

يُعد تحليل البيانات الضخمة ثورة في سلاسل الإمداد من خلال تمكين الشركات من الاستفادة من كميات هائلة من البيانات لتعزيز الكفاءة، وتقليل التكاليف، ودعم أهداف الاستدامة. في سياق سلسلة الإمداد المستدامة، أصبح تحليل البيانات الضخمة أمرًا لا غنى عنه بفضل قدرته على دمج الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في العمليات. من خلال استخدام تقنيات تحليلية متقدمة مثل التعلم الآلي، وتحليل الانحدار، والتجمعات، يمكن للشركات اكتشاف رؤى تدعم اتخاذ القرارات المبينة على البيانات، وتحسين الشفافية، وتحقيق أقصى استفادة من الموارد¹⁰⁴.

إحدى التطبيقات الأكثر تأثيرًا لتحليل البيانات الضخمة هي التنبؤ بالطلب، وهو أمر حاسم لتحقيق التوازن بين العرض وأنماط الطلب المتقلبة. من خلال التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية والتحليل التنبؤي، يمكن للشركات تحليل بيانات المبيعات التاريخية، وسلوك العملاء، والعوامل الخارجية مثل الظروف الجوية لتوليد تنبؤات دقيقة بالطلب. تسهم هذه القدرة في تقليل الإنتاج الزائد، وتقليل النفايات، وضمان توافق المخزون مع احتياجات السوق. على سبيل المثال، حققت الشركات التي تستخدم تحليل البيانات الضخمة للتنبؤ بالطلب انخفاضًا يصل إلى 20% في تكاليف الاحتفاظ بالمخزون، بينما تحسن دقة التنبؤ بنسبة 10%¹⁰⁵. بينما تساهم هذه الكفاءات في تقليل التكاليف التشغيلية، فإنها تساهم أيضًا في الاستدامة من خلال القضاء على استخدام الموارد غير الضروري وانبعاثات الإنتاج.

يمتد تطبيق تحليل البيانات الضخمة إلى ما هو أبعد من التنبؤ بالطلب ليشمل تحسين شبكات النقل. من خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي حول حالة المرور، وأسعار الوقود، وجدول التسليم، يمكن لمقدمي الخدمات اللوجستية تحديد أكثر الطرق كفاءة للشحنات، مما يقلل من استهلاك الوقود وانبعاثات

مع دعم المشاريع واسعة النطاق في قطر والمنطقة الأوسع. تمتد تطبيقات الإنترنت للأشياء التي قدمها المركز عبر العديد من المجالات مثل اللوجستيات، وسلامة الطرق، والنقل الذكي، مما يمكّن من اتخاذ قرارات مستنيرة تعتمد على البيانات في الوقت الفعلي وتحسين الكفاءة التشغيلية¹⁰³. من خلال التعاون مع اللابعين في الأسواق العالمية والمحلية، يعمل المركز على إنشاء نظام بيئي قوي للابتكار، مما يدمج تقدم سلاسل الإمداد المدفوعة بالإنترنت للأشياء مع رؤية قطر الاقتصادية المستدامة والمتصلة رقميًا.

الكربون¹⁰⁶. هذه القدرة حاسمة بشكل خاص في التخفيف من الآثار البيئية مع الحفاظ على مستويات الخدمة. على سبيل المثال، استخدمت الشركات التحليل التنبؤي لتوقع توفر العملاء لتسليم الطرود، مما يقلل من محاولات التسليم الفاشلة ويحسن رضا العملاء. تعكس هذه الاستراتيجيات الفوائد المزدوجة لتحسين الأداء التشغيلي والمسؤولية البيئية.

يلعب تحليل البيانات الضخمة دورًا حاسمًا في دفع مبادرات الاقتصاد الدائري من خلال تطبيقاته في اللوجستيات العكسية. من خلال تتبع عودة السلع لإعادة التدوير أو الإصلاح أو إعادة الاستخدام، يعالج تحليل البيانات الضخمة حالات عدم اليقين مثل معدلات الإرجاع وكفاءة إعادة التدوير. ويسهم ذلك في تقليل النفايات والحفاظ على الموارد من خلال إعادة دمج المواد في دورة الإنتاج. بالإضافة إلى ذلك، يمكّن تحليل البيانات الضخمة من تحسين الموارد من خلال تحديد عدم الكفاءة وتنفيذ استراتيجيات لتقليل النفايات واستهلاك الطاقة. على سبيل المثال، في التصنيع، تستخدم الشركات تحليل البيانات الضخمة لجدولة عمليات الإنتاج التي تستهلك طاقة كثيفة خلال فترات انخفاض أسعار الكهرباء، مما يقلل من التكاليف والانبعاثات¹⁰⁷.

يستخدم قطاع اللوجستيات في قطر تحليل البيانات لتحسين عمليات الموانئ، مما يقلل من الازدحام والانبعاثات. كما يُستخدم التحليل التنبؤي لتحسين إدارة المخزون وتبسيط عمليات سلسلة الإمداد في قطاع التجارة الإلكترونية المتنامي في البلاد. في صناعة الطاقة، يساعد تحليل البيانات الضخمة في تحسين نقل الغاز الطبيعي المسال من خلال تحليل طرق الشحن، وظروف الطقس، وأنماط استهلاك الوقود، مما يعكس التزام قطر بالاستفادة من التقنيات الرقمية لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة¹⁰⁸.



¹⁰⁰ أوليفيه كوستانتين، "إنترنت الأشياء في سلسلة التوريد: الموائد، التحديات ودراسات الحالة"، ويبيلاب (مدونة)، 5 ديسمبر 2024، <https://webbylab.com/blog/iot-in-supply-chain>.

¹⁰¹ "عربي"، "تأثير إنترنت الأشياء (IoT) على التحكم في المخزون في التصنيع"، مدونة ديسكيرا، 17 سبتمبر 2024، <https://www.deskera.com/blog/iot-inventory-control>.

¹⁰² "كوفولوم سيول"، "استخدام إنترنت الأشياء لإدارة الأساطيل: فوائد، التحديات العملية ونصائح النجاح"، 22 ديسمبر 2024، <https://acropolis.com/blog/employing-iot-for-fleet-management-benefits-use-cases-and-success-stories>.

¹⁰³ "موردو إنتلجنس"، "حجم سوق إنترنت الأشياء (IoT) في قطر"، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024، <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/qatar-internet-of-things-iot-market>.

¹⁰⁴ سيدبان، مهيا، وفرشته مهندي، 2020، "تحليلات البيانات الكبيرة التنبؤية لتوقع الطلب في سلسلة التوريد: الأساليب والتطبيقات، وفرص البحث"، مجلة البيانات الكبيرة 7 (1)، <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>.

¹⁰⁵ "عويس، عمر"، "دور البيانات الكبيرة في اللوجستيات وإدارة سلسلة التوريد"، 5 Thread in Motion، 2023، <https://www.threadinmotion.com/en/blog/the-role-of-big-data-in-logistics-and-supply-chain-management>.

¹⁰⁶ "عويس، عمر"، "دور البيانات الكبيرة في اللوجستيات وإدارة سلسلة التوريد"، 5 Thread in Motion، 2023، <https://www.threadinmotion.com/en/blog/the-role-of-big-data-in-logistics-and-supply-chain-management>.

¹⁰⁷ "أولسون، جينيفر"، "3 طرق لتساع يدك، الاجتماعي والتحديات المتقدمة في إدارة إرمة الطاقة في قطاع التصنيع"، SAS Voices، 2 أغسطس 2023، <https://blogs.sas.com/content/sascom/2023/07/06/advanced-analytics-ai-energy-crisis-manufacturing>.

¹⁰⁸ "هارمون، راين"، "قطر أكثر الاستفادة من التكنولوجيا لمستقبل رقمي"، لوجستيات الشرق الأوسط، 26 فبراير 2024، <https://www.logisticsmiddleeast.com>.

تقنيات البلوكشين

تُعد تقنية البلوكشين محورية في تحويل سلاسل الإمداد من خلال معالجة التحديات الرئيسية المرتبطة بالشفافية، وقابلية التتبع، والكفاءة، مما يجعلها حجر الزاوية لدفع سلاسل الإمداد المستدامة. إن قدرتها الفريدة على إنشاء سجل رقمي لامركزي لا يمكن التلاعب به توفر الأدوات اللازمة لدمج الاستدامة في كل مستوى من مستويات سلسلة الإمداد. وهذا يعد أمرًا بالغ الأهمية في الاقتصاد العالمي اليوم، حيث يُولي المستهلكون، والمنظمون، والشركات أهمية متزايدة للمعايير البيئية والاجتماعية والحوكمة .

تكمن الفائدة الرئيسية لتقنية البلوكشين في سلاسل الإمداد المستدامة في قدرتها المحسنة على التتبع. يسجل البلوكشين كل معاملة بشكل غير قابل للتغيير، مما يتيح للشركات تتبع المنتجات من مصدرها إلى وجهتها النهائية بدقة لا مثيل لها¹⁰⁹. وهذا أمر بالغ الأهمية لضمان مصادر المواد الخام بشكل أخلاقي وتقليل الأثر البيئي. يساعد البلوكشين في التحقق من أن المواد الخام يتم الحصول عليها بشكل مستدام. كما أن هذه القدرة على التتبع تضمن أن الشركات تفي بالتزاماتها المتعلقة بالاستدامة، بينما تعزز ثقة المستهلكين من خلال تقديم معلومات واضحة وقابلة للتحقق.

الشفافية هي ميزة حاسمة أخرى لتقنية البلوكشين التي تدعم بشكل مباشر سلاسل الإمداد المستدامة. من خلال تسجيل نقاط البيانات الرئيسية مثل الشهادات، والأثر الكربوني، وأصول المواد، يسمح البلوكشين لجميع الأطراف المعنية بالوصول إلى معلومات دقيقة وفي الوقت الفعلي¹¹⁰. هذه الشفافية مفيدة بشكل خاص في الصناعات التي تحتوي على شبكات معقدة، حيث قد يكون من الصعب التحقق من الامتثال للمعايير المستدامة.

يعزز البلوكشين أيضًا الاستدامة من خلال تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الفاقد من الموارد. حيث يُساهم في أتمتة العمليات مثل تتبع المخزون، وتسوية المدفوعات، وتنسيق اللوجستيات، مما يلغي الأعمال الورقية الزائدة ويقلل من الأخطاء، مما يؤدي إلى توفير كبير في التكاليف وتقليل الأثر البيئي¹¹¹. وهذا يساهم في تقليل انبعاثات غازات الدفيئة ويتماشى مع الجهود العالمية لمكافحة تغير المناخ. بالإضافة إلى ذلك، من خلال تقليل عدم الكفاءة في إدارة المخزون، يساعد البلوكشين الشركات على تجنب الإنتاج الزائد والنفايات الزائدة، وهي من العوامل الرئيسية المساهمة في تدهور البيئة.

في قطر، يسلط «المخطط الوطني للبلوكشين» الضوء على الإمكانيات التحولية لتقنية البلوكشين في تعزيز ممارسات سلاسل الإمداد المستدامة. من خلال تقديم إطار عمل للمشاريع التجريبية، يهدف المخطط إلى دمج طول البلوكشين التي تعزز الاستدامة مع دفع التنمية الاقتصادية. تهدف الكيانات القطرية إلى استخدام البلوكشين لتمكين تتبع المنتجات والشحنات، مما يوفر رؤية شاملة عبر العمليات. ستنجح هذه الشفافية للأطراف المعنية مراقبة استدامة السلع أثناء تنقلها عبر الشبكات بين المدن وداخل المدن، مما يضمن الامتثال للمعايير البيئية مع تحسين الكفاءة. بالإضافة إلى ذلك، تستكشف قطر استخدام البلوكشين في خدمات الاتصالات الذكية لتحسين تخصيص الطيف بين المشغلين. يضمن هذا التطبيق المبتكر أن تعمل شبكات الاتصالات بشكل أكثر كفاءة، مما يعزز تدفق البيانات والاتصال بين الصناعات، من خلال تسهيل تبادل المعلومات بسلاسة. يعزز البلوكشين تنسيق سلسلة الإمداد، مما يتيح التواصل الفوري بين الأطراف المعنية وتقليل التأخيرات. هذه التطورات تدعم بشكل مباشر ممارسات سلاسل الإمداد المستدامة من خلال تبسيط العمليات وتقليل عدم كفاءة الموارد. من خلال هذه المبادرات، تستفيد قطر من البلوكشين لدفع التنمية الاقتصادية بينما تعزز بيئة سلسلة إمداد أكثر استدامة ومرونة.

التحديات والفرص في تحقيق سلاسل الإمداد المستدامة

مع تزايد التركيز العالمي على الاستدامة، تتعرض الشركات لضغوط متزايدة لدمج ممارسات الاستدامة في سلاسل إمدادها. ومع ذلك، فإن الانتقال إلى سلاسل الإمداد المستدامة هو عملية معقدة ومتعددة الأوجه، تتطلب تغييرات هيكلية وتشغيلية وثقافية كبيرة. على الرغم من أن فوائد الاستدامة،

تعقيد سلاسل الإمداد

غالبًا ما تتضمن سلاسل الإمداد شبكة معقدة من الموردين والموزعين والشركاء عبر عدة مستويات، مما يجعل من الصعب تحقيق إشراف شامل. قد تقوم الشركات متعددة الجنسيات الكبيرة بالحصول على المواد أو المكونات من الآلاف من الموردين الذين يعملون في مناطق مختلفة، حيث يكون لكل منهم لوائح وممارسات تشغيلية فريدة. غالبًا ما يعطي الموردون في المستويات الأدنى، خاصة في البلدان النامية، الأولوية لكفاءة التكلفة على الاستدامة بسبب قلة تطبيق اللوائح¹¹². هذا التفكك يجعل من الصعب مراقبة الممارسات البيئية والأخلاقية عبر سلسلة الإمداد، مما يؤدي إلى فجوات محتملة في الاستدامة ومخاطر على السمعة بالنسبة للشركة.

• نقص الشفافية في سلاسل الإمداد: يعيق نقص الرؤية حول حركة السلع والمعلومات عبر سلسلة الإمداد القدرة على تحديد عدم الكفاءة والممارسات غير المستدامة. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي الأبحاث أو الاضطرابات في جزء من سلسلة الإمداد إلى تأثيرات متتالية عبر الشبكة بأكملها، مما يسبب عدم الكفاءة وزيادة الفاقد والانبعاثات. الشفافية أمر بالغ الأهمية لضمان الامتثال لمعايير البيئة والمجتمع والحوكمة، ولكن العديد من الشركات تجد صعوبة في تتبع المواد من مصدرها إلى المنتج النهائي¹¹³. بدون الوصول إلى بيانات في الوقت الفعلي، لا يتمكن متخذو القرارات من معالجة المشكلات المحتملة بشكل استباقي، مما يؤدي إلى فقدان الفرص لتنفيذ تحسينات مستدامة.

مثل الامتثال للتشريعات، وتحسين سمعة العلامة التجارية، والكفاءات التشغيلية، موثقة جيدًا، إلا أن الطريق لتحقيق هذه النتائج مليء بالتحديات. فيما يلي أبرز التحديات التي تواجهها المنظمات في تنفيذ سلاسل الإمداد المستدامة وتأثيراتها على تحقيق أهداف الاستدامة على المدى الطويل:

البيئة التنظيمية الديناميكية

يستمر المشهد التنظيمي للاستدامة في التطور، حيث تقوم دول ومناطق مختلفة بتنفيذ معايير ومتطلبات البيئة والمجتمع والكفاءة متفاوتة. هذا الافتقار إلى التوحيد يخلق تحديات للشركات متعددة الجنسيات التي يجب عليها تخصيص استراتيجيات الاستدامة الخاصة بها لتلبية الأطر التنظيمية المتنوعة. تعقد التغييرات المتكررة في السياسات ومعايير الامتثال الجهود الرامية إلى وضع ممارسات مستدامة ثابتة لسلسلة الإمداد¹¹⁴. الشركات التي تفشل في التكيف مع هذه التغييرات قد تواجه مخاطر عدم الامتثال، والعقوبات المالية، وأضرارًا لسمعتها، في حين أن الشركات التي تلتزم يجب أن تستثمر موارد كبيرة لتتماشى مع اللوائح التي يتم تعديلها باستمرار.

• المقاومة للتغيير: غالبًا ما تواجه المبادرات المستدامة مقاومة داخلية من الأطراف المعنية التي تعتبرها مكلفة أو مدمرة للعملية الحالية. على سبيل المثال، قد يُنظر إلى التحول إلى المواد الصديقة للبيئة أو اعتماد طرق النقل الموفرة للطاقة على أنها عبء مالي أو غير مريح من الناحية التشغيلية. يمكن أن تنبع هذه المقاومة من نقص الوعي بالفوائد طويلة الأجل للاستدامة، أو الخوف من تعطيل سير العمل القائم، أو الاعتقاد بأن الاستدامة تتعارض مع الربحية¹¹⁵.

¹¹² فيجيان، فيشنو كاهيلي. "التحديات الرئيسية لاستدامة سلسلة التوريد - منشورات SIPMM، 21 منشورات SIPMM، 20 نوفمبر 2024. <https://publication.sipmm.edu.sg/key-challenges-supply-chain-sustainability>

¹¹³ جينكينز، آبي. "15 تحدي في سلسلة التوريد يجب التغلب عليها" Oracle NetSuite، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-challenges.shtml>

¹¹⁴ فيجيان، فيشنو كاهيلي. "التحديات الرئيسية لاستدامة سلسلة التوريد - منشورات SIPMM، 21 منشورات SIPMM، 20 نوفمبر 2024. <https://publication.sipmm.edu.sg/key-challenges-supply-chain-sustainability>

¹¹⁵ دوكالي، بيكي. "2024: مقال المجلس، التغلب على العوائق أمام تخطيط سلسلة التوريد المستدامة." فوربس، مجلة فوربس، 13 أغسطس 2024. <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2023/08/04/overcoming-barriers-to-sustainable-supply-chain-planning>

¹⁰⁹ كونسينسيس. "البلوكشين في إدارة سلسلة التوريد | حالات استخدام البلوكشين في العالم الحقيقي." تم الاطلاع عليه في 20 ديسمبر 2024. <https://consensus.io/blockchain-use-cases/supply-chain-management>

¹¹⁰ مينيكو التكنولوجي. "دور البلوكشين في سلسلة التوريد يعزز الشفافية والاستدامة من خلال تمكين المعاملات الآمنة والمراقبة للتبعية والتبعية الفعال - منكمرو التكنولوجي." 27 نوفمبر 2024. <https://www.technology-innovators.com/the-role-of-blockchain-in-supply-chain-transparency-and-sustainability>

¹¹¹ مارين لينك. "البلوكشين في الشحن: ثورة في سلاسل التوريد العالمية." MarineLink، تم الاطلاع عليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.marinelink.com/articles/maritime/blockchain-in-shipping-revolutionizing-global-supply-chains-101643>

متطلبات الإنفاق الرأسمالي المرتفع

يتطلب تحقيق سلاسل الإمداد المستدامة في كثير من الأحيان استثمارات كبيرة في تقنيات جديدة، وتحديثات للبنية التحتية، وعمليات مبتكرة تهدف إلى تقليل الأثر البيئي. على سبيل المثال، قد يتطلب التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، أو تثبيت أنظمة مراقبة مدعومة بتقنيات الإنترنت للأشياء، أو تجهيز المصانع بمعدات كفاءة في استهلاك الطاقة، موارد مالية ضخمة¹¹⁶. وعلى الرغم من أن هذه الاستثمارات يمكن أن تعود بفوائد طويلة الأجل، فإن التكاليف الأولية غالبًا ما تشكل حاجزًا رئيسيًا، خصوصًا بالنسبة للشركات الصغيرة التي تملك ميزانيات محدودة.

إلا أن تنفيذ سلاسل الإمداد المستدامة يقدم العديد من الفرص للشركات لتحسين نتائجها المالية والتشغيلية والبيئية. تعتبر هذه الفرص ذات أهمية خاصة بالنسبة لقطر، التي تعمل بنشاط نحو تحقيق رؤية قطر الوطنية 2030، والتي تركز على الاستدامة البيئية، وتنويع الاقتصاد، والتنمية الاجتماعية. فيما يلي أبرز الفرص في سلاسل الإمداد المستدامة وتوافقها مع الأولويات الوطنية لقطر:

الوصول إلى التمويل الأخضر

أدى التركيز العالمي المتزايد على الاستدامة إلى توسع خيارات التمويل الأخضر، بما في ذلك السندات الخضراء، والقروض المرتبطة بالاستدامة، والحوافز الحكومية. يمكن للشركات التي تنفذ سلاسل إمداد مستدامة الاستفادة من هذه الأدوات المالية لتمويل مبادرات مثل دمج الطاقة المتجددة، وتكنولوجيا تقليل النفايات، وبرامج الاقتصاد الدائري. ومع تركيز قطر على التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون، يمكن للشركات التي تستفيد من التمويل الأخضر أن تساهم في أهداف البلاد المناخية الأوسع بينما تستفيد من انخفاض تكاليف الاقتراض وزيادة الاستثمارات.

مرونة سلسلة الإمداد

تعزز ممارسات الاستدامة بشكل طبيعي مرونة سلسلة الإمداد من خلال تقليل الاعتماد على الموارد المحدودة، وتنويع شبكات الموردين، والتخفيف من المخاطر المرتبطة بالاضطرابات البيئية والجيوسياسية. من خلال اعتماد مصادر الطاقة المتجددة، يمكن للشركات حماية نفسها من تقلبات أسواق الوقود الأحفوري. وبالمثل، فإن استخدام التقنيات المتقدمة مثل الإنترنت للأشياء وتقنية البلوكشين في سلاسل الإمداد المستدامة يعزز الشفافية ويسمح بإدارة المخاطر بشكل استباقي. تضمن هذه التدابير استمرارية العمليات وتحمي الشركات من اضطرابات سلسلة الإمداد، مثل تلك التي تسببها الأحداث المناخية القاسية، أو ندرة الموارد، أو التغيرات التنظيمية. تعتبر قطر، بصفها لاعبًا رئيسيًا في أسواق الطاقة واللوجستيات العالمية، عرضة بشكل خاص لاضطرابات سلسلة الإمداد. إن دمج مصادر الطاقة المتجددة والتقنيات المتقدمة في شبكات سلاسل

الإمداد يدعم أهداف قطر في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتعزيز الابتكار. كما أن هذه المرونة تعزز من مكانة قطر كشريك تجاري موثوق في الأسواق العالمية.

دمج الاقتصاد الدائري

يوفر تبني مبادئ الاقتصاد الدائري فرصة تحويلية للشركات لتقليل النفايات وتعظيم كفاءة الموارد. من خلال تصميم سلاسل إمداد تعطي الأولوية لإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، وإعادة التصنيع، يمكن للشركات تقليل اعتمادها على المواد الخام وتقليل بصمتها البيئية. تخلق ممارسات الاقتصاد الدائري أنظمة مغلقة حيث يتم إعادة تدوير المواد والمنتجات بشكل مستمر في سلسلة الإمداد، مما يقلل النفايات ويحافظ على الموارد. لقد بدأت قطر بالفعل في تنفيذ برامج إدارة النفايات، مثل تلك التي تحت إشراف معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة، ودمج ممارسات الاقتصاد الدائري في سلاسل الإمداد من شأنه أن يكمل هذه المبادرات.

تعزيز قيمة العلامة التجارية والميزة التنافسية

أصبح المستهلكون وأصحاب المصلحة يعطون الأولوية بشكل متزايد للاستدامة، ويكافئون الشركات التي تُظهر المسؤولية البيئية والاجتماعية. إن تنفيذ سلاسل إمداد مستدامة يعزز من قيمة العلامة التجارية من خلال معاداة العمليات مع قيم المستهلكين، مما يعزز الثقة وولاء العملاء. الشركات التي تتبنى الاستدامة تميز نفسها في الأسواق التنافسية، مما يمنحها ميزة على الشركات التي تفشل في التكيف. بالإضافة إلى ذلك، تفتح الممارسات المستدامة الأبواب أمام أسواق جديدة، مثل المستهلكين الواعين بيئيًا أو الشركاء الذين يتطلبون الشهادات الخضراء. يساعد تعزيز قيمة العلامة التجارية والموقع التنافسي للشركات على تحقيق ربحية طويلة الأجل والحفاظ على مكانتها في سوق عالمي يتطور بسرعة. يجب على الشركات موازنة هذه التكاليف مقابل المخاطر المحتملة لعدم التحرك، مثل الغرامات التنظيمية، والأضرار التي تلحق بالسمعة، وفقدان الميزة التنافسية.

الشراكات بين القطاعين العام والخاص

تعد الشراكة بين الحكومات والشركات من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص محركًا قويًا لتطوير سلاسل الإمداد المستدامة. يمكن أن توفر الشراكات بين القطاعين العام والخاص البنية التحتية الحيوية، والدعم التنظيمي، وتمويل المبادرات المستدامة. يمكن للحكومات تحفيز الشركات على تبني الممارسات الخضراء من خلال المنح، والإعفاءات الضريبية، والحوافز، بينما تساهم الشركات بالخبرة، والابتكار، والطاقة التشغيلية لتنفيذ هذه المبادرات بشكل فعال. من

خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص، يمكن للحكومة القطرية توفير البنية التحتية، والدعم التنظيمي، والحوافز، بينما تساهم الشركات بالابتكار والخبرة التشغيلية. توفر قانون الشراكات بين القطاعين العام والخاص في قطر، الذي تم إقراره في عام 2020، إطارًا لتعزيز التعاون، مما يسمح للشركات والحكومة بالعمل معًا لتنفيذ ممارسات سلاسل الإمداد المستدامة التي تفيد الاقتصاد والمجتمع بشكل عام.



إشادة

الخاتمة

تود وزارة البيئة والتغير المناخي و"إرثنا" أن تشكر السفارة الألمانية في الدوحة، ومكتب الصناعة والتجارة الألماني في الدوحة، والسفارة الألمانية على شراكتهم في المساعدة على تحقيق حوار قطر الوطني حول تغيير المناخ لعام 2024 بنجاح.

شكر خاص لبنك قطر الوطني على شراكتهم الاستراتيجية الممتازة، وشركة "دي اتش إل" على شراكتهم اللوجستية، ومؤسسة العظية لدورها كشريك معرفي. وأخيرًا، تود "إرثنا" أن تشكر منظمي الحدث، والمتطوعين، والمتدربين، والمشرفين الذين ساهموا في نجاح هذا العام.

أخيرًا، نشكر فريق ستراتيبي هب على مساهماتهم الكبيرة في تطوير هذا التقرير، كما نشكر إرثنا وقيادتها على دعمهم.

لم يكن التحول إلى سلاسل الإمداد المستدامة أمرًا بالغ الأهمية كما هو الآن في عالم يعاني من التحديات البيئية المتزايدة والتغيرات الاقتصادية المستمرة. تعتبر سلاسل الإمداد، كعوامل رئيسية في التجارة العالمية، من أكبر المساهمين في انبعاثات غازات الدفيئة، واستنزاف الموارد، وغيرها من التأثيرات البيئية. وبالاعتراف بالدور المحوري لسلاسل الإمداد في معالجة هذه القضايا، فإن الشركات والدول على حد سواء تتبنى الاستدامة كأولوية استراتيجية. هذا التحول ليس مجرد استجابة للضغوط التنظيمية أو طلبات المستهلكين، بل هو ضرورة لضمان استمرارية العمليات على المدى الطويل والميزة التنافسية.

وبصفتها قوة لوجستية وطاقية، تمتلك قطر البنية التحتية والموارد والطموح لدمج الاستدامة في عمليات سلاسل الإمداد. تقوم الدولة بجهود ملحوظة نحو إزالة الكربون، وممارسات الاقتصاد الدائري، والابتكار التكنولوجي. من خلال تعزيز التعاون بين القطاعات، ودمج التقنيات المتقدمة، والاستفادة من الفرص التمويلية الخضراء، يمكن لقطر أن تضع معيارًا لكيفية موازنة النمو الاقتصادي مع المسؤولية البيئية.

ومع ذلك، فإن رحلة التحول نحو سلاسل الإمداد المستدامة ليست خالية من التحديات. سيتطلب التغلب على التعقيد النظامي، ومعالجة التكاليف المرتفعة، والملاحة في المشهد التنظيمي الديناميكي جهودًا منسقة من الحكومات والشركات وأصحاب المصلحة. يجب أن تكون الشفافية والمساءلة والمرونة هي الأساس لهذا التحول، مدعومة بالحوافز المبتكرة والشراكات الاستراتيجية.

تعد سلاسل الإمداد المستدامة بتحقيق كفاءة أكبر وتقليل التكاليف وتحسين قيمة العلامة التجارية، في الوقت الذي تتماشى فيه مع الأهداف المناخية العالمية. من خلال تبني الاستدامة، لا تعمل الشركات على تقليل المخاطر فحسب، بل تفتح أيضًا آفاقًا جديدة للنمو والاستثمار. بالنسبة لقطر، يمثل هذا فرصة لتعزيز قيادتها العالمية، وتنويع اقتصادها، وضمان ازدهارها على المدى الطويل.

لم تعد سلاسل الإمداد المستدامة خيارًا، بل ضرورة لمعالجة التحديات المتداخلة المتمثلة في التدهور البيئي، والتقلبات الاقتصادية، وتوقعات المجتمع. يتطلب الطريق إلى الأمام اتخاذ إجراءات جريئة، وتفكيرًا مبتكرًا، واهتمامًا ثابتًا لبناء سلاسل إمداد مرنة وواضحة ومسؤولة بيئيًا. من خلال قيادة هذا التحول، تُظهر قطر إمكانية التوفيق بين الطموحات الاقتصادية والإدارة البيئية، مما يضع الأساس لمستقبل مستدام ومزدهر.

المراجع

تيم مور وآنا كيسي "كيف يمكن للشراكات بناء سلاسل إمداد أكثر مرونة واستدامة" ريزونانس جلوبال. ريزونانس. 21 يونيو 2022. <https://www.resonance-global.com/blog/how-partnerships-build-more-resilient-and-sustainable-supply-chains>

جوناثان كاستوديل "إطار حل الوقود المستدام للطيران (SAF)". كليميت دريفت، 21 مايو 2024. <https://www.climatedrift.com/p/the-sustainable-aviation-fuel-saf>

إكسبو سي سي يو إس "جي إي وقطر للطاقة لتطوير مركز للكربون في مدينة راس لفان الصناعية" إكسبو تكنولوجيا احتجاز الكربون أمريكا الشمالية 2024. 27 سبتمبر 2022. <https://www.ccus-expo.com/industry-news/ge-qatarenergy-develop-carbon-hub-ras-laffan-industrial-city>

مجلس الابتكار الدائري "من النفايات إلى القيمة: دور تمديد عمر المنتج في التخفيف من الانبعاثات المتجددة." 11 أكتوبر 2023. <https://circularinnova-tion.ca/circular-business-models-product-life-extension>

الهيئة العامة لتنظيم الاتصالات، جامعة حمد بن خليفة، وجامعة قطر "خطة العمل الوطنية للبلوكشين في قطر." مارس 2023. <https://www.cra.gov.qa/en/document/national-blockchain-blueprint-for-qatar>

المجلس الوطني للتعبئة والتغليف أمر حيوي لوجستياً للمنتجات» تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://conseil-emballage.org/wp-content/uploads/2021/12/EN-PACKAGING%E2%80%A6-WFOR-Packaging-is-crucial-for-product-logistics.pdf>

كونسينسيس "البلوكشين في إدارة سلسلة الإمداد | حالات الاستخدام الحقيقية للبلوكشين." تم الوصول إليه في 20 ديسمبر 2024. <https://consensys.io/blockchain-use-cases/supply-chain-management>

مات كورو 2023. "ما هي سلسلة الإمداد الدائرية؟" ريدوود. ريدوود لوجيستكس. 2 أغسطس 2023. <https://www.redwoodlogistics.com/insights/what-is-a-circular-supply-chain>

داميني "تأثير الإنترنت للأشياء (IoT) على التحكم في المخزون في التصنيع" مدونة ديسكيريا. 17 سبتمبر 2024. <https://www.deskera.com/blog/iot-inventory-control>

لاريسا شير دي كوادروس "فهم سلسلة الإمداد الدائرية: المفاهيم الرئيسية والفوائد." إنديد. 27 مايو 2024. <https://www.indeed-innovation.com/the-mensch/circular-supply-chain>

إيرث.أورغ "سلاسل الإمداد المستدامة: إزالة الكربون على مستوى العالم." إيرث.أورغ. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://earth.org/sustainable-supply-chains-global-decarbonization>

إيكونومي ميدل إيست "مؤشر الإنتاج الصناعي في قطر يرتفع بنسبة 5.5% في يناير." إيكونومي ميدل إيست. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://economymiddleeast.com/news/qatars-industrial-production-index-rises-5-5-percent-in-january>

إرنست ويونغ "متتبع الضرائب الخضراء من إرنست ويونغ." أغسطس 2024. <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/services/tax/documents/ey-gl-green-tax-tracker-08-2024.pdf>

المفوضية الأوروبية، المركز المشترك للبحوث "الآثار البيئية عبر سلسلة الإمداد." نظام معلومات المواد الخام، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/environmental-impacts-along-the-supply-chain-3dfccf>

إيه واي (إرنست ويونغ) "لماذا يزداد أداء البيئة والاجتماعية وحوكمة الشركات أهمية للمستثمرين." أبريل 2024. https://www.ey.com/en_gl/insights/asurance/why-esg-performance-is-growing-in-importance-for-investors

"داخل الفيفا." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://inside.fifa.com/social-impact/sustainability/final-sustainability-report/governance/sustainable-procurement/sustainable-procurement-procedures>

Acropolium spol "استخدام إنترنت الأشياء لإدارة الأساطيل: الفوائد، حالات الاستخدام، وقصص النجاح." 22 ديسمبر 2024. <https://acropolium.com/blog/employing-iot-for-fleet-management-benefits-use-cases-and-success-stories>

أليشيا أدفينكولا "من النفايات إلى القيمة: دور تمديد عمر المنتج في التخفيف من الانبعاثات المتجددة." مجلس الابتكار الدائري. 11 أكتوبر 2023. <https://circularinnovation.ca/circular-business-models-product-life-extension>

أجورا إنبرجوند "الخرسانة المعاد تدويرها في سويسرا: قصة نجاح." أجورا إنبرجوند. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. https://www.agora-energie.ch/fileadmin/Success_Stories/BP/BP_CH_Recycled-concrete/A-EW_282_Succ_Stor_BP_Recycled-concrete-in-Switzerland_WEB.pdf

إيرباص 2021. "Power-to-Liquids، شرح." إيرباص. 15 يوليو 2021. <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2021-07-power-to-liquids-explained>

العنود م. المسلح ملاحظات في الندوة «سلاسل الإمداد المستدامة». الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، الدوحة، قطر، 2 أكتوبر 2024.

بول أيبا 2023. "حيث تلتقي الطاقات غداً." مشروع حقل الشمال الشرقي. <https://www.ten.com/sites/energies/files/2024-06/QatarEnergy-North-Field-East-Case-Study.pdf>

أسكيلانك "إزالة الكربون من التدفئة والتهووية وتكييف الهواء باستخدام مبردات الضخ الحراري." مساعدة تصميم الطاقة في كاليفورنيا (10). CEDA ديسمبر 2024. <https://californiaeda.com/decarbonizing-hvac-with-heat-pump-chillers>

آتوميكس للخدمات اللوجستية "فهم سلسلة الإمداد." آتوميكس للخدمات اللوجستية. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.atomixlogistics.com/blog/understanding-the-supply-chain>

بلومبرغ 2024. "بلومبرغ - هل أنت روبوت؟" 31 مايو 2024. <https://www.bloomberg.com/professional/insights/regional-analysis/qatar-raises-2-5-billion-through-first-ever-green-bond>

بيزنسويست.كو.يو.كي "حقائق وإحصائيات حول نفايات التغليف." بيزنسويست. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.businesswaste.co.uk/your-waste/packaging-waste-recycling/packaging-waste-facts-and-statistics>

كاربان سيفر "النوع 3: الانبعاثات عبر سلسلة الإمداد." كاربان سيفر، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://carbonsaver.org/scope3.php>

كاربونت "فهم أهمية الانبعاثات في النوع 3 عبر سلسلة الإمداد." كاربونت، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.carbonnt.com/en/news/5e5509a9-e33f-43fd-8e46-94147fe6aa2b>

اللجنة الدولية للموارد. "توقعات الموارد العالمية 2024: ملخص لصناع السياسات." برنامج الأمم المتحدة للبيئة، مارس 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/gro24_spm_1mar_final_for_web.pdf.

إدارة التجارة الدولية. "قطر - معدات وآلات حقول النفط والغاز." تجارة. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.trade.gov/country-commer-cial-guides/qatar-oil-gas-field-machinery-equipment>.

استثمر قطر. "فرص الاستثمار في قطاع اللوجستيات والنقل في قطر." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.invest.qa/en/sec-tors-and-opportunities/logistics-and-transport>.

استثمر قطر. "فرص الاستثمار في قطاع التصنيع في قطر." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.invest.qa/en/sectors-and-opportunities/manufacturing>.

إيرليس، سوزانا. "الشاحنات الكهربائية بالبطارية تبعث منها 63% أقل من انبعاثات غازات الدفيئة مقارنة بالديزل - المجلس الدولي للنقل النظيف." المجلس الدولي للنقل النظيف. 13 فبراير 2023. <https://theicct.org/battery-electric-trucks-emit-63-less-ghg-emissions-than-diesel>.

لي، جيانوي، ودي يو تشونغ. "مقارنة تأثير اختيار الموردين الأخضرين ودمجهم على الأداء البيئي: تحليل لدور الدعم الحكومي كعامل مؤثر." MDPI. 22 أغسطس 2024. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/16/7228>.

جينكينز، آبي. "15 تحديًا في سلسلة الإمداد يجب التغلب عليها." أوركل نيت سويت. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-challenges.shtml>.

كارا أندرسون. "نظرة عامة على الشراء العام الأخضر في الاتحاد الأوروبي (3 GPP). مارس 2023." <https://greenly.earth/en-gb/blog/company-guide/an-overview-of-eu-green-public-procurement-gpp>.

كاتلين كينيدي، سي جي جيرارد. "أفضل الممارسات للاستفادة من قوة التعاون ما قبل التنافسي لسلاسل الإمداد المستدامة." ريزونانس جلوبال. ريزونانس. 15 سبتمبر 2022. <https://www.resonanceglobal.com/blog/best-practices-to-harness-the-power-of-pre-competitive-collaboration-for-sustainable-supply-chains>.

كاتلين كينيدي، سي جي جيرارد. "أفضل الممارسات للاستفادة من قوة التعاون ما قبل التنافسي لسلاسل الإمداد المستدامة." ريزونانس جلوبال. ريزونانس. 15 سبتمبر 2022. <https://www.resonanceglobal.com/blog/best-practices-to-harness-the-power-of-pre-competitive-collaboration-for-sustainable-supply-chains>.

خوكالي، نيكى. "مقال المجلس: التغلب على العقبات في تخطيط سلسلة الإمداد المستدامة." فوربس. مجلة فوربس. 13 أغسطس 2024. <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2023/05/04/overcoming-barriers-to-sustainable-supply-chain-planning>.

إليك الترجمة إلى العربية:

مانافالان، وجياكيشنا. "تحليل سلسلة الإمداد المستدامة للاقتصاد الدائري." بروسيديا مانوفاكثورينغ. 29 مايو 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919305372>.

مدونة مانوتان. "تقييم دورة الحياة (LCA): نحو الشراء المستدام." 8 أغسطس 2024. <https://www.manutan.com/blog/en/procurement-strategy/life-cycle-assessment-lca-towards-sustainable-procurement>.

ماريان أوز. "تطور استراتيجية ألمانيا للطاقة الشمسية: استراتيجية الفوتوفولتيك." ريتيد باور. ريتيد باور. 30 يناير 2024. <https://ratedpower.com/blog/ger-many-photovoltaic-strategy>.

مارين لينك. "البلوكشين في الشحن: ثورة في سلاسل الإمداد العالمية." مارين لينك. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.marinelink.com/articles/maritime/blockchain-in-shipping-revolutionizing-global-supply-chains-101643>.

مجلس تكنولوجيا فوربس "اللوجستيات المستدامة: الاستعداد لمستقبل أخضر بحلول عام 2030." فوربس، 1 فبراير 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/02/01/sustainable-logistics-preparing-for-a-green-future-by-2030>.

دراغوس فوندوليا ملاحظات في الندوة «سلاسل الإمداد المستدامة». الحوار الوطني القطري بشأن تغير المناخ، الدوحة، قطر، 2 أكتوبر 2024.

تقارير جي إي "TURN UP: أجزاء مضافة أكبر وأخف." أخبار جي إي للطيران، 13 ديسمبر 2022. <https://www.geaerospace.com/news/articles/manufacturing-product/turn-larger-lighter-additive-parts>.

جي إي بي "التخزين الأخضر: استراتيجيات استدامة المستودعات." جي إي بي. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.gep.com/blog/strategy/green-warehousing-warehouse-sustainability-strategies>.

شبكة الشراء الأخضر "شبكة الشراء الأخضر وأنشطتها." شبكة الشراء الأخضر وأنشطتها. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/consumption/procurement/nakaharasan.pdf>.

غرينتومبل "الآثار البيئية للمصانع وكيف يمكنها التحسين." غرينتومبل. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://greentumble.com/environmental-impacts-of-factories-and-how-they-can-improve>.

عمر غونيش "دور البيانات الضخمة في اللوجستيات وإدارة سلسلة الإمداد." ثريد إن موشن. 5 يوليو 2023. <https://www.threadinmotion.com/en/blog/the-role-of-big-data-in-logistics-and-supply-chain-management>.

هارمون، راين. "قطر الأذكي: الاستفادة من التكنولوجيا من أجل مستقبل رقمي." لوجستيك ميدل إيست. 26 فبراير 2024. <https://www.logisticsmiddleeast.com>.

هايدلبرغ ماتريالز. "التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه: المزيد من المستقبل مع أقل من CO₂." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.heidelbergmaterials.com/en/sustainability/we-decarbonize-the-construction-industry/ccus>.

إبراهيم، منتهى. "قطر ستوسع إعادة التدوير بمركز جديد لإدارة النفايات." أخبار الدوحة | قطر. 15 يونيو 2022. <https://dohanews.co/qatars-to-expand-recycling-with-new-waste-management-centre>.

إبراهيم، منتهى. "البنوك الخضراء: قطر تستهدف استثمار 75 مليار دولار في التمويل المستدام في 2023." أخبار الدوحة | قطر. 24 يناير 2023. <https://dohanews.co/green-banking-qatar-eyes-75bn-investment-in-sustainable-finance-in-2023>.

إمبريال كوليذ لندن. "مركز أبحاث كربونات قطر وتخزين الكربون." إمبريال كوليذ لندن. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.imperial.ac.uk/qatar-carbonates-and-carbon-storage/about>.

شبكة إزالة الكربون الصناعية. "القبض على الكربون الصناعي: استكشاف أفضل الأساليب." شبكة إزالة الكربون الصناعية. 7 يونيو 2024. <https://www.industrialdecarbonizationnetwork.com/emissions-management/articles/industrial-carbon-capture-exploring-the-top-methods-trends-technologies>.

معهد دراسات الاستدامة. "ما هي سلسلة الإمداد الدائرية؟" معهد دراسات الاستدامة. 5 سبتمبر 2023. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.instituteforsustainabilitystudies.com/insights/lexicon/what-is-a-circular-supply-chain>.

المنظمة الدولية للنقل الجوي. "ما هو SAF؟" تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f-75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>.

الوكالة الدولية للطاقة. "الخطة الوطنية للعمل من أجل كفاءة الطاقة - السياسات - وكالة الطاقة الدولية." وكالة الطاقة الدولية. 5 نوفمبر 2017. <https://www.iea.org/policies/1711-national-action-plan-on-energy-efficiency>.

هيئة التخطيط والإحصاء، استراتيجية التنمية الوطنية لدولة قطر 2018-2022. هيئة التخطيط والإحصاء، 2018. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. https://www.psa.gov.qa/en/nds1/nds3/Documents/QNDS3_EN.pdf

هيئة التخطيط والإحصاء، رؤية قطر الوطنية 2030. هيئة التخطيط والإحصاء، 2008. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. https://www.psa.gov.qa/en/nds1/nds3/Documents/QNV2030_English_v2.pdf

بروكريفي، "ما هو الفرق بين الشراء وإدارة سلسلة الإمداد؟" بروكريفي، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.procurify.com/blog/differ-ence-procurement-supply-chain-management>

برايس وترهاوس كوبرز، "استطلاع رأي PwC 2024 حول صوت المستهلك"، <https://www.pwc.com/gx/en/news-room>، 2024.

أندرياس شلوسر، "مؤشر جاهزية التنقل الكهربائي العالمي - GEMRIX 2023" آرثر دي، ليتل، أكتوبر 2023. <https://www.adlittle.com/en/insights/report/global-electric-mobility-readiness-index-gemrix-2023>

فلوريان شوارز، ملاحظات في الجلسة النقاشية «سلاسل الإمداد المستدامة». الحوار الوطني القطري من أجل تغير المناخ، الدوحة، قطر، 2 أكتوبر 2024.

ماحيا سعيدان و فرشته مفاخري، 2020. "تحليل البيانات الكبيرة التنبؤية لتوقع الطلب في سلاسل الإمداد: الأساليب، التطبيقات، وفرص البحث." مجلة البيانات الكبيرة 7 (1). <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>

جافيت سيمون، ملاحظات في الجلسة النقاشية «سلاسل الإمداد المستدامة». الحوار الوطني القطري من أجل تغير المناخ، الدوحة، قطر، 2 أكتوبر 2024.

فيليب سميث، 2024. "إزالة الكربون من المباني التجارية الخفيفة باستخدام تقنيات الجيل التالي من أنظمة تكييف الهواء." مجلة المباني، 30 أكتوبر 2024. <https://www.buildings.com/building-systems-om/hvac/article/55239093/decarbonizing-light-commercial-buildings-with-next-generation-rtus>

SoftwareSuggest، "أهم 8 تحديات في إدارة سلاسل الإمداد وكيفية التغلب عليها." SoftwareSuggest، 11 سبتمبر 2024. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.softwaresuggest.com/blog/supply-chain-management-challenges>

Sphera، "عائد الاستثمار في الاستدامة: استكشاف الفوائد للأعمال." Sphera، 18 أغسطس 2023. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://sphera.com/resources/blog/the-roi-of-sustainability-exploring-the-benefits-for-business>

SpringerLink، "الاستدامة في التصنيع: إطار شامل لعمليات التصنيع المتقدمة." المجلة الدولية لتكنولوجيا التصنيع المتقدم، العدد 1 (2021): 80-100. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-021-07980-w>

Sweep، "النطاق 3: فهم طبقات المورد." Sweep، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.sweep.net/insights/scope-3-understanding-supplier-tiers>

فريق التحالف الاقتصادي الدائري، 2023. "تحقيق الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف." التحالف الاقتصادي الدائري - قيادة التغيير بأن تكون التغيير: «نحن نعلم رواد التحول الأخضر.» 18 سبتمبر 2023. <https://circulareconomyalliance.com/cea-blogs/driving-operational-efficiency-and-cost-reduction-unveiling-the-benefits-of-circular-business-models>

فريق سركانت، "إذا كنت تدير مستودعًا في عام 2024: ترقية الإضاءة البيئية لتحسين الكفاءة وتوفير التكاليف." Earth Savers، 8 مايو 2024. <https://earthsavers.com/warehouse-lighting-upgrades>

Technology Innovators، "دور تقنية البلوكتشين في تحسين الشفافية والاستدامة في سلاسل الإمداد من خلال تمكين المعاملات الآمنة والقابلة للتتبع والتتبع الفعال." 27 نوفمبر 2024. <https://www.technology-innovators.com/the-role-of-blockchain-in-supply-chain-transparency-and-sustainability>

معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، "نقل البضائع." بوابة مناخ MIT. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://climate.mit.edu/explainers/freight-transportation>

معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، "نقل البضائع." بوابة مناخ MIT. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://climate.mit.edu/explainers/freight-transportation>

ماغان مكحول، "كيف أقنع اتحاد بلوكشين أوروبا المنافسين الفخريين بالتعاون." فوج بيزنس، 11 يونيو 2024. <https://www.voguebusiness.com/story/technology/how-the-aura-blockchain-consortium-convinced-luxury-competitors-to-collaborate>

ماكزي وشركاه، "ما هي انبعاثات النطاق 1 و 2 و 3؟" ماكزي وشركاه. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-scope-1-2-and-3-emissions>

ميتيور سبيس، "25 إحصائية حول استهلاك الطاقة في المخازن التي يجب أن تعرفها." ميتيور سبيس، تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.meteor.space/25-warehouse-energy-consumption-statistics-you-need-to-know>

وزارة التجارة والصناعة، قطر، استراتيجية التصنيع الوطنية لقطر: النسخة القابلة للنشر، تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024. <https://www.moci.gov.qa/wp-content/uploads/2020/05/Qatar-National-Manufacturing-Strategy-Publishable-version.pdf>

وزارة البيئة والتغير المناخي، "وزارة البيئة والتغير المناخي توقع مذكرة تفاهم مع شركة قطر للتأمين." 11 ديسمبر 2024. <https://www.mecc.gov.qa/en/ministry-of-environment-and-climate-change-signs-mou-with-qatar-insurance-company>

وزارة النقل، "قطر ضمن أفضل 10 دول في مؤشر جاهزية التنقل الكهربائي العالمي." 2023. وزارة النقل، 22 أكتوبر 2023. <https://mot.gov.qa/en/news/qatar-among-top-10-global-electric-mobility-readiness-index>

موردور إنتلجينس، "حجم سوق الإضاءة LED في ألمانيا | موردور إنتلجينس." تم الوصول إليه في 20 ديسمبر 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/germany-lighting-led-market>

موردور إنتلجينس، "سوق الشحن واللوجستيات في قطر - النمو، الاتجاهات، والتوقعات." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/qatar-freight-logistics-market>

موردور إنتلجينس، "حجم سوق الإنترنت للأشياء (IoT) في قطر." تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/qatar-internet-of-things-iot-market>

نت سويت، "تحديات سلسلة الإمداد." نت سويت، 1 فبراير 2023. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/supply-chain-challenges.shtml>

أوليبيك، كوستيانين، "الإنترنت للأشياء في سلسلة الإمداد: الفوائد، التحديات، ودراسات الحالة." ويبيلاب (مدونة)، 5 ديسمبر 2024. <https://webbylab.com/blog/iot-in-supply-chain>

أولسون، جينيفر، "3 طرق تساعد بها الذكاء الاصطناعي والتحليلات المتقدمة في إدارة أزمة الطاقة في التصنيع - أصوات SAS." 2 أغسطس 2023. <https://blogs.sas.com/content/sascom/2023/07/06/advanced-analytics-ai-energy-crisis-manufacturing>

شبكة كوكب واحد، "الشراء العام الأخضر في جمهورية كوريا: عقد من التقدم والدروس المستفادة." شبكة كوكب واحد، 14 يناير 2020. <https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/green-public-procurement-republic-korea-decade-progress-and-lessons>

حلول التجارة العالمية المتكاملة. «واردات المواد الخام في قطر» و«واردات المواد الخام لقطر حسب البلد والمنطقة لعام 2022 | بيانات WITS. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024.
<https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/QAT/Year/2022/TradeFlow/Import/Partner/all/Product/UNCTAD-SoP1>

حلول التجارة العالمية المتكاملة. «ملخص التجارة في قطر» ملخص التجارة في قطر لعام 2022 | بيانات WITS. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024.
<https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/QAT/Year/2022/Summary>

ماثيو رايت. «تطوير المنتجات المستدامة: تقليل الأثر البيئي». سيكرابت، 2 يوليو 2024.
<https://specright.com/blog/sustainable-product-development>

صحيفة ذا بنينسولا. «صحيفة ذا بنينسولا قطر». 1 سبتمبر 2024.
<https://thepeninsulaqatar.com/article/01/09/2024/qatarenergy-announces-new-solar-power-mega-project-to-more-than-double-qatars-solar-energy-production>

صحيفة ذا بنينسولا قطر. «55% من المستهلكين في قطر مستعدون للعيش بشكل أكثر استدامة: تقرير». 11 فبراير 2021. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://thepeninsulaqatar.com/article/11/02/2021/Qatar-s-55-consumers-willing-to-live-more-sustainably-Report>

صحيفة ذا بنينسولا قطر. «قطاع اللوجستيات يتوسع بسرعة، ومستعد لمزيد من النمو». صحيفة ذا بنينسولا قطر، 1 سبتمبر 2024. تم الوصول إليها في 22 ديسمبر 2024.
<https://thepeninsulaqatar.com/article/01/09/2024/logistics-sector-rapidly-expanding-poised-for-further-growth>

صحيفة ذا بنينسولا قطر. «تقرير تقدم القطاع الصناعي في قطر». تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
https://thepeninsulaqatar.com/pdf/20240327_1711493406-185.pdf

مجلس المباني الخضراء الأمريكي. «تطبيق LEED على مشاريع المستودعات ومراكز التوزيع». أكتوبر 2024.
<https://support.usgbc.org/hc/en-us/articles/12089652865683-Applying-LEED-to-warehouse-and-distribution-center-projects>

برنامج الأمم المتحدة للبيئة. «عن بروتوكول مونتريال». برنامج الأمم المتحدة للبيئة. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>

برنامج الأمم المتحدة للبيئة. «نحن نلتهم موارد الأرض بمعدل غير مستدام». برنامج الأمم المتحدة للبيئة. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://www.unep.org/news-and-stories/story/were-gobbling-earths-resources-unsustainable-rate>

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. «اتفاق COP28 يشير إلى بداية نهاية عصر الوقود الأحفوري». اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 30 نوفمبر 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era>

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. «اتفاق باريس». تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://unfccc.int/process-and-meetings>

(the-paris-agreement)(<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/>)

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. «لماذا يعد المراجعة العالمية أمرًا مهمًا للعمل المناخي هذا العقد». تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://unfccc.int/topics/global-stocktake/about-the-global-stocktake/why-the-global-stocktake-is-important-for-climate-action-this-decade#What-does-the-global-stocktake-tell-us>

الأمم المتحدة. «أهداف التنمية المستدامة». الأمم المتحدة. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://sdgs.un.org/goals>

وكالة حماية البيئة الأمريكية. «WARM الإصدار 14: الفصل 3—توفير الطاقة وتقليل الانبعاثات». أرشيف EPA. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/tools/warm/pdfs/chapter3.pdf>

فيوليا. «الاقتصاد الدائري: ما هو نموذج استعادة الموارد؟» 15 أكتوبر 2020.
<https://blog.veolianorthamerica.com/circular-economy-what-is-resource-recovery-model>

فيشنوكامبلي فيجيان. «التحديات الرئيسية لاستدامة سلاسل الإمداد - منشورات SIPMM - منشورات SIPMM». 21 نوفمبر 2024.
<https://publication.sipmm.edu.sg/key-challenges-supply-chain-sustainability>

المنتدى الاقتصادي العالمي. «استهلاك الموارد المستدامة أمر عاجل: الأمم المتحدة». المنتدى الاقتصادي العالمي، مارس 2024. تم الوصول إليه في 22 ديسمبر 2024.
<https://www.weforum.org/stories/2024/03/sustainable-resource-consumption-urgent-un>