الشرق الأوسط وأفريقيا

الطموح يتحول إلى واقع ملموس مع انتقال التركيز من مرحلة وضع الاستراتيجيات إلى مرحلة التنفيذ

خلال العام الماضي، شهدت منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا تقدمًا ملحوظًا في تحويل استراتيجيات احتجاز الكربون وتخزينه إلى مشاريع واستثمارات وأطر سياسات ملموسة. ويدل هذا التحول على الزخم المتزايد نحو تخفيض الانبعاثات الكربونية وتعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ، مدعومًا بالالتزامات الوطنية والشراكات العابرة للحدود والابتكار التكنولوجي.

التركيز – تولي المنطقة أولوية لتطوير مراكز احتجاز الكربون وتخزينه وسلاسل القيمة المتكاملة لدعم إزالة الكربون محليًا وتعزيز الصادرات منخفضة الانبعاثات. تدمج كل من المملكة العربية السعودية وسلطنة عُمان وقطر والإمارات العربية المتحدة والكويت ونيجيريا وجنوب أفريقيا تقنية احتجاز الكربون وتخزينه في استراتيجياتها الوطنية، ما يُمكّن من النشر المبكر لهذه التقنية واستكشاف فرص التعاون العابرة للحدود والوصول إلى الأسواق الدولية.

العوامل الدافعة – تشمل العوامل الرئيسية أهداف صافي الانبعاثات الصفرية والالتزامات بإزالة الكربون الصناعي وتعزيز القدرة التنافسية في ظل قواعد الكربون العالمية. وتسهم تحولات السياسات العامة وتزايد مشاركة القطاع الخاص والشراكات المُقامة مع الجهات الفاعلة الدولية في جميع أنحاء الولايات المتحدة وأوروبا وآسيا في تسريع وتيرة الاستثمار والابتكار.

التقدم المحرز – تشهد منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا عملية إنشاء أول مركز إقليمي لاحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في المملكة العربية السعودية، في حين يجري تنفيذ مشاريع تجريبية للاحتجاز المباشر من الهواء وتقنيات الاحتجاز المعيارية في السعودية والإمارات وكينيا. كما تضع الإمارات وسلطنة عُمان أطرًا قانونية لهذا القطاع. وتُحرز الكويت ونيجيريا وجنوب أفريقيا تقدّمًا في تقييم مواقع التخزين وتنفيذ المشاريع التجريبية وتطوير أدوات السياسات الأساسية اللازمة لدعم التوسع في هذه التقنيات.

التحديات – تواجه تقنية احتجاز الكربون وتخزينه في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا عددًا من التحديات الرئيسية، من بينها عدم وجود الأطر التنظيمية الخاصة بنقل وتخزين ثاني أكسيد الكربون وارتفاع التكاليف الأولية ومحدودية الوصول إلى التمويل. حيث لا تزال معظم التقنيات في مرحلة التجربة، في حين يُعدّ سوق الكربون غير متطور بعد، ما يحدّ من الجدوى التجارية لهذه المشاريع.

حالة المرفق

مرحلة تطوير مبكرة	4
مرحلة تطوير متقدمة	6
قيد الإنشاء	5
قيد التشغيل	3

* أُضيف مشروع تقنية احتجاز الكربون وتخزينه الخاص بشركة إيني "ستراكتشرز اية اند اي" في ليبيا إلى هذه الخريطة، لكنه غير مدرج ضمن عدد المشاريع الواردة في هذا التقرير.

يُعَدّ إنشاء أولى مراكز احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، مع وجود بنية تحتية داعمة قيد التخطيط حاليًا في المملكة العربية السعودية وسلطنة عُمان من أبرز التطورات في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا. يشهد مركز الجبيل لاحتجاز الكربون وتخزينه على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية تقدمًا ملحوظًا، ومن المتوقع أن يحتجز ما يصل إلى 9 ملايين طن سنويًا من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2028 بالتعاون مع أرامكو و SLB ولينده (SLB،2024). أما على الساحل الغربي، فيجري تطوير مركز لاستخدام الكربون وتخزينه في مدينة ينبع الصناعية، والذي يهدف في مرحلته الأولى إلى احتجاز واستخدام مليوني طن سنويًا من ثاني أكسيد الكربون لإنتاج الميثانول الأخضر واليوريا منخفضة الكربون ومنتجات أخرى (عرب نيوز، 2024).

تُحرز سلطنة عُمان أيضًا تقدّمًا ملحوظًا، حيث تقوم شركة أوكيو لشبكات الغاز على التخطيط بشكل فعّال لإنشاء شبكة وطنية لنقل ثاني أكسيد الكربون بهدف ربط مصادر الانبعاثات بمواقع التخزين والاستخدام، وذلك بما يتوافق مع استراتيجية الوصول لصافي انبعاثات صفرية لعام 2050. تشمل المبادرات الرئيسة تطوير مشاريع لتخزين ثاني أكسيد الكربون تحت الأرض بالتعاون مع شركة شل وإنشاء خط أنابيب لثاني أكسيد الكربون لاستخدامه في الاستخلاص المعزز للنفط بالشراكة مع شركة أوكسي عُمان ومشروع "بلو هورايزنز" لإنتاج الأمونيا منخفضة الانبعاثات الكربونية، والذي لا يزال في مرحلة ما قبل التصميم الهندسي الأولي وتتشارك فيه شركات شل وأوكيو وتنمية نفط عُمان (زاوية، 2025).

إضافة إلى ذلك، كشفت الشركة العمانية للغاز الطبيعي المسال عن استراتيجية وطنية لتخفيض الانبعاثات الكربونية تتضمّن مسارين لمشروعات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه: الأول هو خيار التصدير الجزئي لثاني أكسيد الكربون، ويتضمن نقل ثاني أكسيد الكربون المحتجز من وحدة إزالة الغازات الحمضية إلى المنشآت الصناعية في مدينة صور الصناعية، أما الثاني فهو خيار التصدير الكامل لثاني أكسيد الكربون، والذي يشمل تخزينه جيولوجيًا في آبار النفط والغاز. كما تشمل الاستراتيجية إجراء دراسة لإنشاء مركز لإنتاج الهيدروجين في مدينة صور يستكشف سبل احتجاز ثاني أكسيد الكربون واستخدامه لإنتاج الأمونيا الخضراء والغاز الطبيعي الاصطناعي والميثانول الإلكتروني (عُمان أوبزرفر، 2024).

وتخزينه 2.2 مليون طن سنويًا، وتخطط لزيادة هذه السعة إلى 7–9 ملايين طن سنويًا بحلول عام 2030 وأكثر من 11 مليون طن سنويًا بحلول عام 2035. تُدمج تقنية احتجاز الكربون وتخزينه في عمليات إنتاج الغاز الطبيعي المسال في قطر، حيث يُحتجز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عمليات معالجة الغازات الحمضية ويُضغط لحقنه في مدينة راس لفان الصناعية. ومنذ بدء العمليات، تم احتجاز وتخزين أكثر من 7.5 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون. يقترب مشروع تصدير ثاني أكسيد الكربون من الاكتمال، ومن المقرر أن ينقل ثاني أكسيد الكربون المحتجز من مرافق الغاز الطبيعي المسال إلى دخان لاستخدامه في عمليات الاستخلاص المعزز للنفط (EOR).

يستهدف مشروع التصميم الهندسي الأولي الذي يشمل 10 خطوط لإنتاج الغاز الطبيعي المسال احتجاز أكثر من 4 ملايين طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، إضافة إلى حفر ست آبار لإعادة الحقن. كما تُحضّر قطر للطاقة مجموعة من المبادرات المستقبلية الإضافية في مجال احتجاز الكربون وتخزينه، تشمل ما يلي:

- دمج تقنية احتجاز الكربون وتخزينه مع وحدات إنتاج الغاز الطبيعي المسال الحالية.
- احتجاز ثاني أكسيد الكربون لاستخدامه في إنتاج الأمونيا الزرقاء.
- احتجاز ثاني أكسيد الكربون من مرافق معالجة الغاز الجديدة.
- احتجاز الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق من التوربينات ومحطات توليد الطاقة التي تعمل بالغاز.
- إنشاء بنية تحتية لخطوط أنابيب نقل ثاني أكسيد الكربون لدعم النشر واسع النطاق لتقنية الاحتجاز والتخزين عبر سلسلة القيمة (قطر للطاقة، 2023).

يُعَدُّ إنشاء أولى مراكز احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، مع وجود بنية تحتية داعمة قيد التخطيط حاليًا في المملكة العربية السعودية وسلطنة عُمان من أبرز التطورات في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا.

وحدة سايكلون سي سي التجريبية الصناعية، الإمارات العربية المتحدة، الصورة مقدمة من شركة كاربون كلين.

في دولة الإمارات العربية المتحدة، أنجزت أدنوك أول عملية حقن لثاني أكسيد الكربون، وحصلت على شهادة اعتماد من شركة DNV لموقعها للتخزين الجيولوجي، وهما محطتان رئيسيتان نحو نشر تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه (DNV، 2024). وحققت الكويت نجاحًا مبكرًا في مشروعها التجريبي للاستخلاص المعزز للنفط باستخدام ثاني أكسيد الكربون الذي نُفذ بالتعاون بين شركة شل وشركة نفط الكويت (ذا بزنس، 2025). أنجزت نيجيريا عملية إعداد الصيغة النهائية لأطلسها الوطني المتعلق بتخزين ثاني أكسيد الكربون بالشراكة مع البنك الدولي ومؤسسة التمويل الدولية، ويقدّم هذا الأطلس تقييمًا تفصيليًا لإمكانات التخزين الجيولوجي ويسهل عملية اتخاذ قرارات استثمارية وتنظيمية مستنيرة (مؤسسة التمويل الدولية، 2025). وبدعم من الجهات المانحة الدولية ووكالة الطاقة الدولية، تواصل جنوب أفريقيا إجراء تقييماتها الوطنية لتخزين ثاني أكسيد الكربون، ما يؤهلها لنشر هذه التقنيات في مراحلها الأولية (البنك الدولي، 2024).

السياسة

بدأت الحكومات في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا بإضفاء الطابع المؤسسي على تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه ضمن سياساتها الوطنية. ويُمثل المرسوم بقانون اتحادي رقم (11) لسنة 2024 في دولة الإمارات العربية المتحدة إنجازًا هامًا من خلال الاعتراف رسميًا بهذه التقنيات باعتبارها استراتيجية أساسية للحد من تأثيرات التغير المناخي وتحقيق الحياد المناخي الوطني. يُلزم القانون بالإبلاغ عن الانبعاثات ويُقدّم آليات إنفاذ، منها غرامات تصل إلى مليوني درهم إماراتي في حال عدم الامتثال. كما يضع القانون الأساس لإنشاء سجل وطني لأرصدة الكربون ويمنح وزارة التغير المناخي والبيئة صلاحية إصدار لوائح تفصيلية بشأن وضع معايير تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه وتنفيذها.

بدأ سريان القانون في مايو 2025، وبموجبه تحولت تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه من مسار اختياري إلى التزام تنظيمي للمنشآت الصناعية المصدّرة للانبعاثات (حكومة دولة الإمارات، 2024). وكذلك وضعت إمارة أبوظبي إطارًا لنظام الرصد والإبلاغ والتحقق يتيح توحيد منهجيات حصر الانبعاثات وإدراج تقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه في تقاريرها المتعلقة بالمناخ، لا سيما مساهمتها الثالثة المحددة وطنيًا (هيئة البيئة - أبوظبي، 2024).

في ديسمبر 2024، أطلقت سلطنة عمان مركز عُمان للحياد الصفري تحت إشراف وزارة الطاقة والثروة المعدنية ليكون الجهة الوطنية المسؤولة عن الإشراف على جهود خفض الانبعاثات الكربونية. يتولى المركز مسؤولية وضع استراتيجية الوصول إلى صافي انبعاثات صفرية لعام 2050 وتحديثها بانتظام، وتنسيق عملية تنفيذ المشاريع، بما في ذلك كفاءة استهلاك الطاقة وتقنية احتجاز وتخزين الكربون، وتقديم التوجيه الفني للجهات المعنية في القطاعين العام والخاص. يعمل المركز تحت إشراف لجنة توجيهية يرأسها الوزير وتضم جهات حكومية رئيسية. كما يتولى المركز إدارة شهادات اعتماد المنتجات منخفضة الكربون، ودعم آليات تداول الكربون، وبناء القدرات المؤسسية، وتعزيز الاستثمارات الرامية إلى توطين التقنيات المستدامة (وزارة الخارجية العُمانية، 2024).

تشكل هذه التطورات عنصرًا أساسيًا لضمان الخضوع للمسؤولية القانونية وجذب الاستثمارات وتمكين منح أرصدة خفض الانبعاثات. كما أنها توفر الأساس اللازم للتحول إلى أطر إلزامية مع توسع نطاق نشر تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه.

تشكل هذه التطورات عنصرًا أساسيًا لضمان الخضوع للمسؤولية القانونية وجذب الاستثمارات وتمكين منح أرصدة خفض الانبعاثات.

العوامل الرئيسية والمُمكِّنة لتقنية احتجاز الكربون وتخزينه في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا

العوامل الدافعة في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا	الدولة	عوامل التمكين
الالتزامات بالوصول إلى صافي انبعاثات صفرية أو تحقيق أهداف المساهمات المحددة وطنيًا التي تتطلب تخفيضًا كبيرًا للانبعاثات الكربونية الناتجة عن الأنشطة الصناعية التعرّض لمخاطر التداول في ظل تسعير الكربون الدولي (مثل آلية تعديل حدود الكربون الخاصة بالاتحاد الأوروبي) ضمان وصول المُنتجات التي تتسبب في انبعاثات كربونية عالية إلى الأسواق (مثل الأمونيا والفولاذ والأسمدة) تطوير وسائط التصدير منخفضة الانبعاثات الكربونية (مثل الأمونيا ووقود الطيران المُستدام ومشتقاتهم) محدودية بدائل التخفيف من الانبعاثات الكربونية في القطاعات التي يصعب فيها التخفيض (مثل الأسمنت والتكرير والبتروكيماويات والفولاذ) تعزيز الاستفادة من سعة تخزين ثاني أكسيد الكربون (من خلال مراكز ثاني أكسيد كربون إقليمية وخدمات تخزين عابرة للحدود) تحديد موقع سلاسل القيمة العالمية للطاقة النظيفة (الهيدروجين ووقود الطيران المُستدام ووقود الشحن الأخضر) بناء أنظمة بيئية صناعية محلية منخفضة الانبعاثات الكربونية (من خلال الاستثمار الأجنبي المباشر ونقل التكنولوجيا وتوطين القوى العاملة) توسيع نطاق تصنيع التقنيات منخفضة الانبعاثات الكربونية محليًا (من خلال الابتكار والتوطين)	**المملكة العربية السعودية**	• إطار نظام الاقتصاد الدائري للكربون • هدف احتجاز الكربون وتخزينه بسعة 44 مليون طن سنويًا بحلول عام 2035 • هدف أرامكو لاحتجاز الكربون وتخزينه بسعة 14 مليون طن سنويًا بحلول عام 2035 • دعم قوي من أرامكو ووزارة الطاقة لتطوير مراكز احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه (في الجبيل وينبع) • البحث والتطوير والمشاريع التجريبية: تقنيات الاحتجاز المباشر من الهواء وتمعدن ثاني أكسيد الكربون • التقاط الكربون وتخزينه في إطار تخفيض الانبعاثات الكربونية من قطاع الطاقة الوطني (محطات الغاز الجاهزة لاحتجاز الكربون وتخزينه) • إطلاق سوق إقليمية طوعية للكربون • الدور الريادي المشترك: المؤتمر الوزاري للطاقة الخاص باحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه ومبادرة ميشن اينوفيشن لإزالة ثاني أكيد الكربون وتحدي إدارة الكربون
	الإمارات العربية المتحدة	• هدف أدنوك لاحتجاز الكربون وتخزينه بسعة 10 ملايين طن سنويًا بحلول عام 2030 • هدف وطني لاحتجاز الكربون وتخزينه بسعة 43.5 مليون طن سنويًا إدراج تقنيات احتجاز الكربون • وتخزينه ضمن المرسوم بقانون اتحادي رقم 11 بشأن المناخ بوصفها تقنية للتخفيف من الانبعاثات • إنشاء سجل وطني إلزامي للكربون • برنامج الرصد والإبلاغ والتحقق بقيادة هيئة البيئة - أبوظبي • موقع تخزين ثاني أكسيد كربون حاصل على شهادة من ديت نورسك فيريتاس • إمكانية احتساب مشاريع احتجاز الكربون ضمن أرصدة الكربون (وفقًا للقانون رقم 67، المادة 10). • نظام مقترح لتحديد الحد الأقصى للانبعاثات والتداول وعقود الفروقات في سعر الكربون ولوائح نقل ثاني أكسيد الكربون وتخزينه
	قطر	• هدف قطر للطاقة لاحتجاز الكربون وتخزينه بسعة 11 مليون طن سنويًا بحلول عام 2035 • خارطة طريق لاحتجاز الكربون وتخزينه صادرة عن قطر للطاقة. • الإلزام الصادر من لجنة البيئة والطاقة القطرية بتطبيق تقنية احتجاز الكربون وتخزينه • النظام البيئي لسوق الكربون القائم على الترميز التابع لمركز قطر للمال • تطوير الهيدروجين منخفض الانبعاثات الكربونية
	عُمان	• إطار قانوني وتنظيمي مخطط لتقنية احتجاز الكربون وتخزينه • مركز عُمان للحياد الصفري • تخطيط البنية التحتية لنقل ثاني أكسيد الكربون • تطوير الهيدروجين منخفض الانبعاثات الكربونية
	مصر	• تطوير مراكز تخزين ثاني أكسيد الكربون • تخزين ثاني أكسيد الكربون عبر الحدود • موقع استراتيجي قريب من أوروبا وشرق البحر الأبيض المتوسط • الوصول إلى البنية التحتية لقناة السويس ومرافق الموانئ • تطوير أنظمة أرصدة الكربون المرتبطة بالتخزين
	نيجيريا	• يشكل كل من قانون تغير المناخ (2021) وقانون صناعة النفط (2021) أساسًا قانونيًا لتطبيق تقنية احتجاز الكربون وتخزينه. • تشمل خطة التحول في مجال الطاقة في نيجيريا تقنية احتجاز الكربون وتخزينه باعتبارها أداة رئيسية للتخفيف من الانبعاثات • إعداد أطلس تخزين ثاني أكسيد الكربون وإجراء تقييمات تشخيصية بدعم من مؤسسة التمويل الدولية (2023-2025) • تحديد 15 مشروعًا يُمكن تنفيذهم لتطبيق تقنية احتجاز الكربون وتخزينه وتصميم مشاريع تجريبية (بسعة 20 ألف طن سنويًا) قيد الدراسة. • إقامة شراكات مؤسسية مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي والطاقة المستدامة للجميع بخصوص نظام الرصد والإبلاغ والتحقق وبناء القدرات. • بروتوكولات العناية الواجبة قيد التطوير للتوافق مع معايير النزاهة الخاصة بمجلس النزاهة لسوق الكربون الطوعية /مبادرة سوق الكربون الطوعية
	كينيا	• التقييم الوطني لاحتجاز الكربون وتخزينه قيد التنفيذ في الوادي المُتصدع في كينيا (إمكانية تخزين البازلت) • مشاريع تجريبية للاحتجاز المباشر من الهواء تستهدف تخزين المعادن • لوائح تغير المناخ (أسواق الكربون) (2024) تنص على تخفيض انبعاثات المنشآت الصناعية، ما يُتيح احتجاز الكربون وتخزينه بصفته مشروع كربون غير بري • حشد القطاع الخاص من خلال إرشادات سوق الكربون الخاصة بالتحالف الكيني للقطاع الخاص - مجموعة البنك الدولي المُتعلقة بالشركات • البنك الدولي ومؤسسة التمويل الدولية يبنيان بنية تحتية محلية لسوق الكربون لجذب رأس المال الخاص لمشاريع المناخ
	جنوب أفريقيا	• يحدد قانون تغير المناخ (2024) موازنات الكربون وخطط التخفيف التي تسمح بدمج تقنية احتجاز الكربون وتخزينه • يترأس مجلس علوم الأرض عملية رسم خرائط المواقع وجاهزية التخزين في بيوملانجا • مشروع تخزين تجريبي بتمويل من البنك الدولي ينطلق في عام 2025 بدعم تنظيمي • يشرف مركز جنوب أفريقيا لاحتجاز الكربون وتخزينه التابع للمعهد الوطني الجنوب أفريقي لتطوير الطاقة يشرف على عملية بناء القدرات الوطنية وتنسيق الأنشطة المتعلقة بتقنية احتجاز الكربون وتخزينه • يُسمح باستخدام أرصدة الكربون الصادرة بموجب المادة 6 لخفض الالتزامات الضريبية على الكربون

للاطلاع على المزيد
يرجى الاطلاع على القائمة الكاملة للمراجع

التعاون العابر للحدود

تتزايد أهمية عمليات التعاون العابرة للحدود وضرورتها لتحقيق وفورات الحجم وتقليل التكاليف. وقد بدأت المملكة العربية السعودية في إجراء مناقشات مع اليونان لتصدير ثاني أكسيد الكربون المحتجز، بينما تدرس مصر ترتيبات مماثلة مع اليونان وقبرص (سيتي تايمز اليونانية، 2025؛ الحكومة المصرية، 2025).
وتركّز هذه المبادرات الثنائية على البنية التحتية المشتركة والخدمات اللوجستية المتعلقة بالشحن وإمكانات التخزين.

وتنص مذكرة التفاهم الموقعة بين عُمان وشركة Gasunie على دراسة إنشاء ممر محتمل لثاني أكسيد الكربون والهيدروجين يربط دول مجلس التعاون الخليجي بمراكز الطلب في أوروبا (أسبوع عُمان للاستدامة، 2025).
ويستلزم إنشاء هذا الممر ضخ استثمارات في مشاريع تسييل ثاني أكسيد الكربون والنقل البحري وأنظمة الرصد والإبلاغ والتحقق والتوافق التنظيمي مع أطر المحاسبة الكربونية للاتحاد الأوروبي. كما يتطلب الأمر جاهزية داخلية: إذ يجب على سلطنة عمان تسريع عملية تطوير مواقع التخزين المعتمدة وسجلات الكربون وتوافق السياسات العابرة للحدود من أجل تحويل طموحاتها المتعلقة بالتصدير إلى واقع عملي.

على الصعيد التجاري، استحوذت أدنوك على حصة تبلغ نسبتها 35% في مشروع إنتاج الهيدروجين واحتجاز الكربون وتخزينه التابع لشركة إكسون موبيل في تكساس، ما يمثل خطوة استراتيجية لدخولها في سلاسل القيمة العالمية للطاقة منخفضة الانبعاثات الكربونية (أدنوك، 2024أ). وقّعت أدنوك أيضًا شراكة مع شركة بترونas الماليزية لاستكشاف فرص تخزين ثاني أكسيد الكربون في المواقع البحرية، ما يعزز حضورها الدولي في مجال احتجاز الكربون وتخزينه (أدنوك، 2024b). في الآونة الأخيرة، وافقت شركة إكس آر جي، الذراع الاستثمارية لأدنوك، على دراسة إمكانية تنفيذ مشروع مشترك مع شركة ون بوينت فايف التابعة لشركة أوكسيدنتال بشأن مرفق ستراتوس للاحتجاز المباشر من الهواء في تكساس، وهو واحد من أكبر المرافق في العالم، ومُصمَّم لإزالة 500 ألف طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا (أوكسي، 2025).

وهذا يشير إلى توسع دور أدنوك في مجال البنية التحتية العالمية لإزالة الكربون ونشر تقنية الاحتجاز المباشر من الهواء. وبالتوازي مع ذلك، دعمت «أرامكو فنتشرز» أكبر مشروع تجريبي للاحتجاز المباشر من الهواء (DAC) في ألمانيا من خلال استثمار تأسيسي في شركة Ucaneo، بما يدعم توسيع نطاق تقنيات إزالة الكربون في أوروبا ويعزز تموضع المملكة العربية السعودية ضمن أسواق إزالة ثاني أكسيد الكربون (CDR) الناشئة (Aramco Ventures، 2025).

الريادة

تُثبت العديد من الدول دورها الريادي في نشر التقنيات الناشئة. حيث شغّلت شركتا أرامكو وسيمنز للطاقة أول وحدة للاحتجاز المباشر من الهواء في المملكة العربية السعودية في مدينة الظهران، ما يسلط الضوء على طموح المملكة في الريادة في مجال إزالة الكربون (رويترز، 2025). في الإمارات، نشرت شركة فيرتيغلوب وحدة احتجاز الكربون المعيارية "سايكلون سي سي" التابعة لشركة كاربون كلين في منطقة تعزيز، حيث تحتجز 10 أطنان من ثاني أكسيد الكربون يوميًا لخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن إنتاج الأمونيا (زاوية، 2025أ).

استحوذت أرامكو على حصة قدرها 50% في شركة الهيدروجين الأزرق للغازات الصناعية في الجبيل، بالشراكة مع شركة إير برودكتس قدرة. وتهدف الشركة إلى إمداد السوق بالهيدروجين، بما في ذلك الهيدروجين الأزرق المنتج من الغاز الطبيعي مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وذلك بالتنسيق مع أنشطة احتجاز الكربون وتخزينه التابعة لأرامكو، بما يدعم إنتاج الهيدروجين منخفض الانبعاثات الكربونية على نطاق واسع في مدينة الجبيل الصناعية (أرامكو، 2025).

تواصل شركة 44.01 العمانية الناشئة ريادتها في مجال تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى معادن، من خلال تطبيق تقنية التخزين القائمة على صخور البيريدوتيت، وقد تلقت تمويلًا إضافيًا لعرض تقنيتها في هذا المجال (أدنوك، 2024ج؛ أسبوع عُمان للاستدامة، 2025). وتُبرز هذه الأمثلة كيف تدمج دول الشرق الأوسط وأفريقيا تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه مع وقود منخفض الكربون مثل الهيدروجين والأمونيا ووقود الطيران المستدام (SAF)، بما يعزز أدوارها في إزالة الكربون إقليميًا وتصدير الوقود النظيف عالميًا.

تُعدّ عمليات التعاون العابرة للحدود ضرورية على نحوٍ متزايد لتحقيق وفورات الحجم وتقليل التكاليف.

التعاون العابر للحدود بين الحكومات

من	إلى	محور التركيز	الفئة
المملكة العربية السعودية	اليونان	تصدير ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	التخزين
المملكة العربية السعودية	فرنسا	تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه في القطاعات التي يصعب فيها تخفيض الانبعاثات (الأسمنت والطيران والنقل البحري والبتروكيماويات)	احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه/ إزالة الكربون الصناعي
مصر	اليونان	تصدير ثاني أكسيد الكربون والبنية التحتية المشتركة	التخزين
مصر	قبرص	تصدير ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	التخزين
مصر	الإمارات العربية المتحدة	مسرع التحول الصناعي	إزالة الكربون الصناعي باستخدام تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه واستخدامه
عُمان	هولندا	ممر الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون	السياسة/البنية التحتية
عُمان	تركيا	التعاون في مجال احتجاز الكربون	تقنية احتجاز الكربون وتخزينه
عُمان	اليابان	إزالة الكربون الصناعي ونقل التكنولوجيا ومشاريع تجريبية لاحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه	احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، القطاع الصناعي، اليابان

التعاون العابر للحدود بين الشركات

من	إلى	الدولة	محور التركيز	الفئة
شركة أوكيو لشبكات الغاز (عمان)	غازوني (هولندا)	هولندا	تقنيات احتجاز الكربون	السياسة/التكنولوجيا
أدنوك (الإمارات)	إكسون موبيل (الولايات المتحدة الأمريكية)	الولايات المتحدة	الهيدروجين منخفض الانبعاثات الكربونية واحتجاز الكربون وتخزينه	الهيدروجين / احتجاز الكربون وتخزينه
أدنوك (الإمارات)	بترونas (ماليزيا)	ماليزيا	تخزين ثاني أكسيد الكربون على اليابسة	التخزين
أدنوك (الإمارات)	أوكسيدنتال (الولايات المتحدة الأمريكية)	الولايات المتحدة	المشروع المشترك للاحتجاز المباشر من الهواء – مرفق ستراتوس	الاحتجاز المباشر من الهواء
أرامكو فينتشرز (المملكة العربية السعودية)	يوكانيو (ألمانيا)	ألمانيا	توسيع نطاق تقنية الاحتجاز المباشر من الهواء	الاحتجاز المباشر من الهواء
الشركة العمانية للغاز الطبيعي المسال (عمان)	كاناديفيا (اليابان)	اليابان	مشروع تجريبي لإنتاج الميثان باستخدام تقنية احتجاز الكربون وتخزينه واستخدام الهيدروجين الأخضر.	تحويل الطاقة إلى منتجات / احتجاز الكربون واستخدامه

للاطلاع على المزيد
يرجى الاطلاع على القائمة الكاملة للمراجع

الفرص المتاحة

تمتلك منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا العديد من الفرص الفريدة التي تمكّنها من الريادة في نشر تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه عالميًا. حيث تتمتع دول مثل السعودية والإمارات ونيجيريا وموزمبيق ومصر وجنوب أفريقيا بقدرات هائلة وغير مستغلة لتخزين الكربون جيولوجيًا، ما يوفر قاعدة أصول حيوية لإنشاء مراكز إقليمية. مع تزايد الطلب العالمي على المنتجات منخفضة الانبعاثات الكربونية وأرصدة الكربون، يمكن لدول منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا الاستفادة من تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه لضمان الوصول إلى الأسواق وتعزيز القدرة التنافسية للصادرات، خاصة في القطاعات التي تخضع لآليات تعديل حدود الكربون مثل آلية تعديل حدود الكربون في الاتحاد الأوروبي.

من الناحية التكنولوجية، تتمتع المنطقة بموقع متميز لتصبح رائدة في مجالات مثل الاحتجاز المباشر من الهواء والتمعدن وأنظمة الاحتجاز المعيارية. على سبيل المثال، تعمل شركة أوكتافيا كاربون الكينية على تطوير مشاريع تجريبية للاحتجاز المباشر من الهواء والتي تدمج الطاقة الحرارية الأرضية، ما يمثل نموذجًا يحتذى به لربط الطاقة النظيفة في السياقات الأفريقية (تمكين أفريقيا، 2024).

وبالمثل، يستكشف مشروع «نيوم» في المملكة العربية السعودية استخدام الخرسانة المعالجة بالكربون عبر تقنيات مثل CarbonCure، ما يبرز تطبيقات جديدة لاحتجاز الكربون واستخدامه في قطاع البيئة العمرانية (Gas World، 2024).

كما يتوسع نطاق مشاركة القطاع الخاص، حيث تُبدي شركات النفط الوطنية والجهات الفاعلة الصناعية والشركات الناشئة اهتمامًا متزايدًا بتقنية احتجاز الكربون وتخزينه باعتبارها حل لمواجهة التغير المناخي وتحقيق الفوائد التجارية.

علاوة على ذلك، تتيح المصالح العابرة للحدود من أوروبا وآسيا – بما في ذلك الدول التي ترغب في استيراد ثاني أكسيد الكربون أو الاستثمار في الهيدروجين منخفض الانبعاثات الكربونية – نماذج شراكة جديدة للمصدرين في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا. تؤهل هذه الاتجاهات المنطقة لتصبح ليس فقط منطقة لنشر تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه، بل أيضًا مركزًا عالميًا لهذه التقنيات.

التحديات

على الرغم من هذا الزخم، لا تزال هناك العديد من التحديات. وإحدى العقبات الرئيسية عدم وجود أطر قانونية وتنظيمية مُطورة بالكامل لتخزين ثاني أكسيد الكربون ونقله والالتزامات المتعلقة به. رغم إحراز تقدم في هذا المجال، لا سيما في الإمارات وسلطنة عُمان، لا تزال العديد من الدول تفتقر إلى الوضوح بشأن منح التراخيص وحقوق إمكانية الوصول والإشراف على المدى الطويل.

لا يزال ارتفاع النفقات الرأسمالية الأولية يُشكّل عائقًا، لا سيما بالنسبة لخطوط أنابيب ثاني أكسيد الكربون والبنية التحتية لتخزينه. ومع محدودية التمويل العام ومؤشرات تسعير الكربون، عادةً ما تُواجه المشاريع صعوبة في جذب الاستثمارات. سيتطلب توسيع نطاق تقنية احتجاز الكربون وتخزينه من المرحلة التجريبية إلى المستوى التجاري الحد من مخاطر الاستثمار من خلال إقامة شراكات بين القطاعين العام والخاص والتمويل بشروط ميسرة وإعداد نماذج إيرادات أكثر وضوحًا.

علاوة على ذلك، لا تزال معظم تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه في المنطقة في مرحلة التجريب. ويتطلب النشر التجاري الأوسع نطاقًا إجراء عمليات تحقق واسعة النطاق تحت سطح الأرض ووضع أنظمة قوية للرصد والإبلاغ والتحقق ومعايير شفافة لاحتساب أرصدة الكربون. لا تزال أسواق الكربون الطوعية أسواق ناشئة ولا يوجد بها حوكمة قوية وثقة متبادلة، وقد لا يبرر تسعير أرصدة الكربون تكلفة عملية الاحتجاز.

على الصعيد المؤسسي، يُعدّ التحديد الواضح للأدوار وتبسيط إجراءات الموافقات والاستقلال الإقليمي في التنفيذ أمرًا بالغ الأهمية لمنع التباطؤ البيروقراطي.

مع ذلك، وبفضل الدعم السياسي القوي وتوسيع نطاق البنية التحتية والرغبة في الابتكار، أصبحت تقنية احتجاز الكربون وتخزينه جزءًا لا يتجزأ من مستقبل الطاقة والمناخ في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. اكتسبت الانتقال من وضع الاستراتيجيات إلى مرحلة التنفيذ زخمًا متزايدًا، ورغم استمرار بعض التحديات — بما في ذلك ارتفاع المتطلبات الرأسمالية، وتشتّت السياسات، ومحدودية البنية التحتية — فإن المنطقة تتمتع بمقومات قوية تؤهلها لتوسيع نطاق النشر يُعدُّ الاستقلال الاستراتيجي والتعاون الدولي والريادة التكنولوجية عوامل حيوية للحفاظ على هذا التقدم وترسيخ مكانة منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا باعتبارها مركز عالمي رائد في مجال احتجاز الكربون وتخزينه.

مركز عمان للحياد الصفري

يتولى مركز عمان للحياد الصفري مسؤولية إعداد الخطة الوطنية للتحويل إلى الحياد الصفري وتحديثها بالتنسيق مع الجهات المعنية. وانطلاقًا من التزام صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق بالوصول إلى الحياد الصفري للانبعاثات الكربونية بحلول عام 2050، يُراقب المركز المشاريع ويدعم الجهات المعنية ويعتمد أفضل الممارسات والتقنيات العالمية.

يُعتبر احتجاز الكربون وتخزينه ركيزة أساسية في مسار سلطنة عمان نحو تخفيض الانبعاثات الكربونية، لا سيما في القطاعات التي يصعب فيها تخفيض الانبعاثات مثل النفط والغاز ومحطات التكرير والإسمنت والصناعات الثقيلة. يعمل المركز على تطوير تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه من خلال تسهيل الأبحاث وتمكين الأطر التنظيمية وتشجيع الاستثمار في المشاريع واسعة النطاق، مستفيدًا من الإمكانات الكبيرة لسلطنة عمان في مجال التخزين الجيولوجي.

يتولى مركز عمان للحياد الصفري مسؤولية تحديث استراتيجية الحياد الصفري العمانية 2050 من خلال وضع نهج مرحلي يشمل التقييمات الأساسية وخرائط الطريق القطاعية والسياسات والتمويلات الداعمة. تُعد تقنية احتجاز الكربون وتخزينه جزءًا لا يتجزأ من هذه المسارات، حيث أُدرجت مراحل التنفيذ الرئيسية والأهداف المتعلقة بالسعة في المخطط الوطني، بينما يُنسق المركز المشاريع التجريبية والتجارية على حد سواء، ويضمن دعمها بآليات تنظيمية ورقابية وتمويلية مناسبة.

يتولى المركز مسؤولية تنسيق جهود تخفيض الانبعاثات الكربونية عبر مختلف القطاعات من خلال منصة عُمان للحياد الصفري (ميزان) التي توفر خدمات مراقبة الانبعاثات والتنبؤ بها والإبلاغ عنها. ويضمن ذلك تقدم نشر تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه بالتوازي مع تدابير التخفيف الأخرى مثل الهيدروجين ومصادر الطاقة المتجددة.

كما يتولى مركز عمان للحياد الصفري عملية تطوير سوق الكربون ويدير عملية إصدار الشهادات والسجل الوطني وأطر التداول. ومن خلال إعطاء الأولوية لمشاريع احتجاز الكربون وتخزينه الفعالة من حيث التكلفة وإشراك المستثمرين العالميين، يجذب المركز التمويلات ويعزز عملية توطين التكنولوجيا ويبني الخبرات المحلية، مما يضع سلطنة عمان في مكانة رائدة على المستوى الإقليمي في مجال تطوير الصناعات منخفضة الانبعاثات الكربونية.

مركز احتجاز الكربون وتخزينه في الجبيل - المملكة العربية السعودية

يُعدّ مركز احتجاز الكربون وتخزينه في الجبيل أحد أكثر مشاريع تخزين الكربون طموحًا في المنطقة والعالم، حيث يهدف إلى احتجاز وتخزين ما يصل إلى 9 ملايين طن سنويًا بحلول عام 2028. تترأس شركة أرامكو هذا المشروع (بحصة نسبتها 60%)، بالشراكة مع شركتي إس إل بي وليندە بصفتهما شريكين استراتيجيين (بنسبة 20% لكل منهما). وُقّعت اتفاقية المساهمين في أواخر عام 2024، بعد التوقيع على مذكرة تفاهم أولية في عام 2022، مما يمثل خطوة مهمة في جدول أعمال المملكة المُتعلق بإدارة الكربون.

يجمع هذا المشروع ثاني أكسيد الكربون من مصادر متعددة: حوالي 6 ملايين طن سنويًا من عمليات معالجة الغاز التابعة لأرامكو، و3 ملايين طن سنويًا من المنشآت الصناعية المصدّرة للانبعاثات المجاورة، مع نقله إلى التكوينات الصخرية المالحة البرية لتخزينه جيولوجيًا بشكل دائم. يتضمن المركز مرافق لتجفيف ثاني أكسيد الكربون وضغطه، وبنية تحتية لخطوط الأنابيب، إضافة إلى نظام متكامل للرصد والإبلاغ والتحقق (MRV) يتماشى مع المعايير العالمية. وقد اكتملت مرحلة التصميم الهندسي الأولي وتطوير الموقع والأعمال التمهيدية، ويجري حاليًا ترسية حزم مشاريع الهندسة والمشتريات والإنشاء الرئيسية الأخرى.

إلى جانب حجمه الكبير، يمثل هذا المشروع نموذجًا قابلًا للتكرار للبنية التحتية المشتركة لاحتجاز الكربون وتخزينه في المنطقة، ما يسمح بالتنسيق بين القطاعات المختلفة، وأطر المسؤولية طويلة الأجل والريادة على المستوى الإقليمي في نشر إدارة الكربون.