حل من الطبيعة
لمواجهة تغير المناخ

استراتيجية لحماية الحيتان يمكن أن تحد من غازات الاحتباس الحراري وتخفض الاحترار العالمي

رالف شامي وتوماس كوسيمانو وكونل فولنكامب وسينا أوزتوسن

عندما يتعلق الأمر بإنقاذ كوكب الأرض، يصبح الحوت الواحد مساويا لآلاف الأشجار.

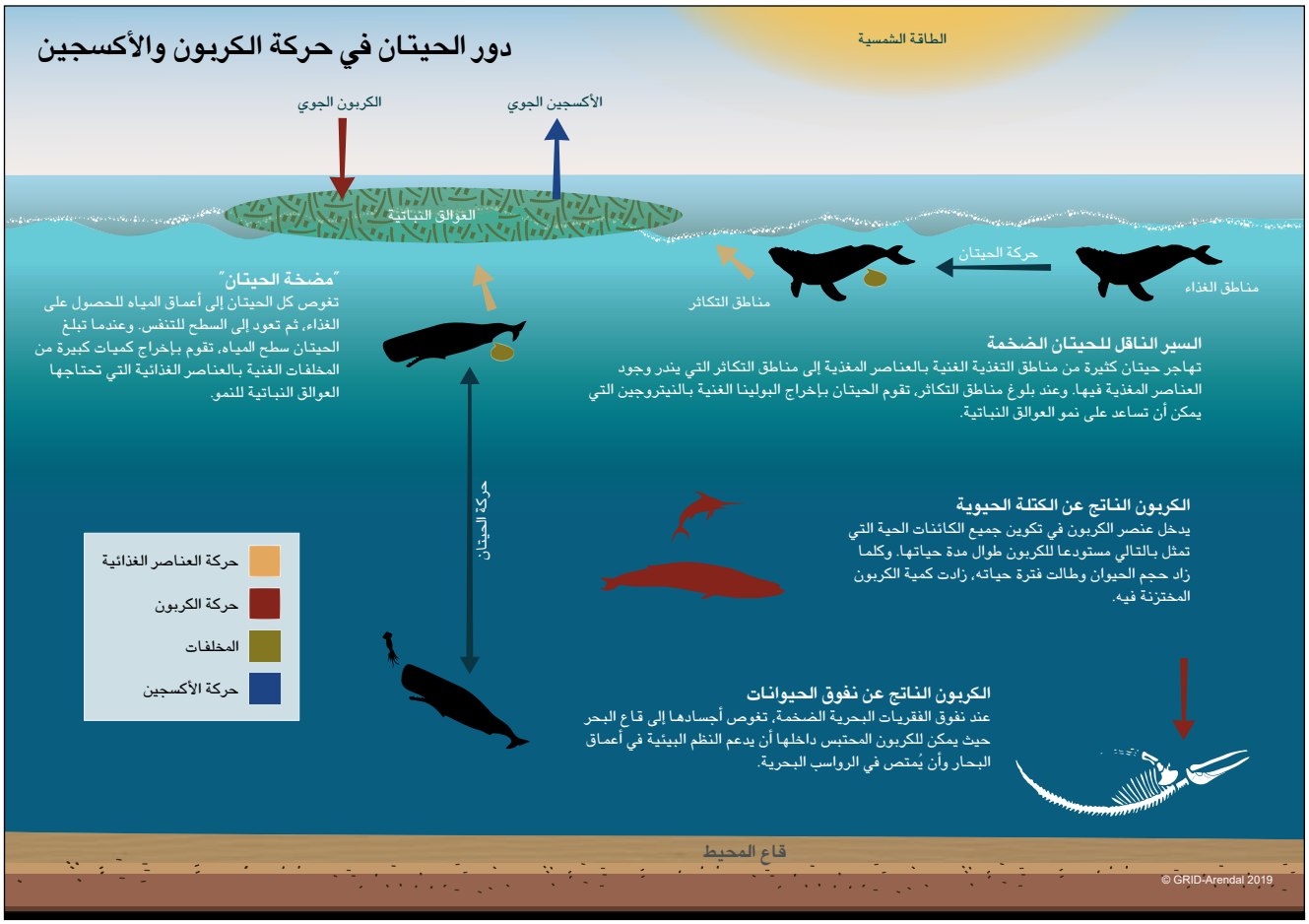
فالبحوث العلمية الحالية توضح أكثر من أي وقت مضى مدى الخطر الذي يهدد نظمنا البيئية ونمط حياتنا المعتاد من جراء بصمتنا الكربونية — أي انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي الذي يساهم في زيادة الاحترار العالمي من خلال ما يسمى بأثر الاحتباس الحراري. غير أن الجهود المبذولة لتخفيف حدة تغير المناخ تواجه تحديين مهمين يتمثل أولهما في إيجاد وسائل فعالة للحد من كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أو أثره على متوسط درجات الحرارة العالمية. أما التحدي الثاني فهو تدبير تمويل كاف لتطبيق هذه التكنولوجيات في الواقع العملي.

وكثير من الحلول المقترحة لظاهرة الاحترار العالمي، مثل التقاط الكربون مباشرة من الهواء وتخزينه في طبقات عميقة تحت الأرض، هي حلول معقدة وغير مجربة وباهظة التكلفة. فماذا لو كان هناك حل لهذه المشكلة لا يحتاج إلى تكنولوجيا متطورة، وكان حلا فعالا واقتصاديا، بل وقائما على نموذج ناجح للتمويل أيضا؟

أحد الأمثلة على تلك الحلول هو احتجاز قدر أكبر من الكربون الموجود في الغلاف الجوي من خلال استراتيجية مدهشة في بساطتها و«خالية من التكنولوجيا» في الأساس، ألا وهي زيادة عدد الحيتان حول العالم. فقد اكتشف علماء الأحياء البحرية مؤخرا أن الحيتان — لا سيما الحيتان الضخمة — لها دور كبير في التقاط الكربون من الغلاف الجوي (Roman and others 2014). وقد نفَّذت منظمات

الصور: ISTOCK/JAMESTEOHART; MAMMUTH

الرسم البياني ١



دولية برامج لتمويل الحفاظ على النظم البيئية الحابسة للكربون، مثل برنامج خفض الانبعاثات الناتجة عن تدهور الغابات وإزالة الغابات (REDD).

ويمكن تطويع هذه المبادرات لدعم الجهود الدولية الرامية إلى إعادة أعداد الحيتان إلى مستواها السابق، مما قد يحقق إنجازا كبيرا في التصدي لتغير المناخ.

وقدرة الحيتان على احتجاز الكربون مذهلة بالفعل، حيث تقوم بمراكمته في أجسامها على مدار حياتها الطويلة. وعندما تموت، تغوص أجسامها إلى قاع المحيط. ويحتجز كل حوت كبير ٣٣ طنا من ثاني أكسيد الكربون في المتوسط، مما يُنَقِّي الغلاف الجوي من الكربون لعدة قرون، في حين أن الشجرة الواحدة لا تمتص أكثر من ٤٨ رطلا فقط من ثاني أكسيد الكربون سنويا.

ويمكن تحقيق زيادة كبيرة في احتجاز الكربون من خلال حماية الحيتان، لأن عدد الحيتان الضخمة حاليا لا يمثل سوى نسبة بسيطة مما كان عليه في السابق. ومما يدعو للأسى أنه بعد عقود من صيد الحيتان للأغراض الصناعية، يُقَدِّر علماء الأحياء العدد الكلي للحيتان بأقل من ربع عددها السابق. بل إن بعض أنواعها، مثل الحيتان الزرقاء، انخفض الآن إلى ٣٪ فقط من أعداده الغفيرة السابقة. وهكذا فإن منافع الخدمات البيئية التي تقدمها الحيتان للبشر ولفرص بقاء الجنس البشري أقل بكثير من مستواها الممكن.

وليس هذا إلا بداية القصة.

مضخة الحيتان

أينما وُجِدت الحيتان، أكبر الكائنات الحية على وجه الأرض، وُجِدت أعداد من العوالق النباتية التي تعتبر من أصغر الكائنات على الإطلاق. ولا تقتصر مساهمة هذه الكائنات الدقيقة على توفير ٥٠٪ على الأقل من الأكسجين الموجود في غلافنا الجوي، بل إنها تقوم بذلك من خلال احتجاز حوالي ٣٧ مليار طن متري من ثاني أكسيد الكربون، أي حوالي ٤٠٪ من ثاني أكسيد الكربون المنبعث في الغلاف الجوي. ولتوضيح الرؤية، تشير حساباتنا إلى أن هذا المقدار يعادل كم ثاني أكسيد الكربون الذي تحتجزه ١,٧٠ تريليون شجرة — أي أربعة أضعاف غابات الأمازون — أو ٧٠ ضعف الكمية التي تمتصها جميع الأشجار في حدائق ريدوود الوطنية الأمريكية

سنويا. وكلما زادت أعداد العوالق النباتية زاد احتجاز كميات أكبر من الكربون.

وفي السنوات الأخيرة، اكتشف العلماء أن الحيتان أينما حلت يكون لها أثر مضاعف على زيادة إنتاج العوالق النباتية. كيف؟ تَبَيَّن أن مخلفات الحيتان تحتوي على نفس المواد — لا سيما الحديد والنيتروجين — التي تحتاجها العوالق النباتية للنمو. فالحيتان تضخ المعادن إلى سطح المحيط من خلال حركتها الرأسية، فيما يعرف باسم «مضخة الحيتان»، ومن خلال هجرتها عبر المحيطات، وهي الظاهرة التي تعرف باسم «سير الحيتان الناقل» ("whale conveyor belt") (انظر الرسم البياني ١). وتشير النماذج والتقديرات الأولية إلى أن عملية التسميد تلك تساهم بدرجة ملحوظة في نمو العوالق النباتية في المناطق التي ترتادها الحيتان.

وبالرغم من أن العناصر الغذائية تنتقل عبر المحيط من خلال العواصف الترابية، ورواسب الأنهار، وصعود منسوب المياه نتيجة الرياح والأمواج، يظل النيتروجين والفوسفور من العناصر النادرة، مما يحد من كم العوالق النباتية التي يمكن أن تتكاثر في الأجزاء الأكثر دفئا في المحيطات. أما في المناطق الأكثر برودة، مثل المحيط الجنوبي، فغالبا ما يكون نقص الحديد هو الذي يحد من تكاثر العوالق النباتية. وإذا أصبحت هذه المعادن متاحة بكميات أكبر في أجزاء المحيط التي يندر وجودها فيها، فمن الممكن أن يزداد نمو العوالق النباتية، مما قد يساعد في امتصاص الكربون بكميات أكبر كثيرا مما يحدث حاليا.

إعطاء الحيتان فرصة الحياة

وهنا يأتي دور الحيتان. فمن الممكن تحقيق زيادة كبيرة في حجم العوالق النباتية وكمية الكربون التي تحتبسها سنويا إذا ما سُمح للحيتان بالعودة إلى مستويات ما قبل صيدها للأغراض الصناعية عندما كان عددها يتراوح بين ٤ و٥ ملايين حوت — مقابل ما يزيد قليلا على ١,٣ مليون حوت في الوقت الحالي. وعلى أقل تقدير، فحتى زيادة إنتاجية العوالق النباتية بنسبة ١٪ بفضل نشاط الحيتان يمكن أن تؤدي إلى احتجاز مئات ملايين الأطنان الإضافية من ثاني أكسيد الكربون سنويا، وهو ما يعادل أثر الظهور المفاجئ لملياري شجرة مكتملة النمو. تخيلوا إذن تأثير حوت واحد على مدار فترة حياته التي تمتد في المتوسط لأكثر من ٦٠ عاما.

وبالرغم من التراجع الكبير في نشاط صيد الحيتان للأغراض التجارية، فهي لا تزال تواجه مخاطر كبيرة تهدد حياتها، بما في ذلك حوادث الارتطام بالسفن، والوقوع في شباك الصيد، والمخلفات البلاستيكية العالقة في المياه، والتلوث الضوضائي. ورغم أن بعض أنواع الحيتان بدأت تتعافى — ببطء — فإن ذلك لا ينطبق على أنواع كثيرة أخرى.

وسوف ينتفع الجنس البشري وكوكب الأرض، وبالطبع الحيتان نفسها، من تعزيز إجراءات حماية الحيتان من الأخطار التي صنعها الإنسان. كذلك فإن هذا المنهج القائم على «التكنولوجيا الأرضية» في احتجاز الكربون يتجنب خطر الأضرار غير المتوقعة التي قد تنشأ عن الحلول المقترحة غير المجربة القائمة على التكنولوجيا المتطورة. فقد أمضت الطبيعة ملايين السنوات في صنع تكنولوجيا متقنة لاحتجاز الكربون عن طريق الحيتان. وكل ما علينا هو إعطاء الحيتان فرصة للحياة.

وننتقل الآن إلى مناقشة الجانب الاقتصادي لهذا الحل. فحماية الحيتان لها تكلفة. ذلك أن تخفيف حدة التهديدات العديدة التي تتعرض لها يتطلب تعويض المتسببين في هذه التهديدات، وهم مجموعة تضم بلدانا وشركات وأفرادا. ولضمان جدوى هذا المنهج عمليا، يتعين تحديد القيمة النقدية للحيتان.

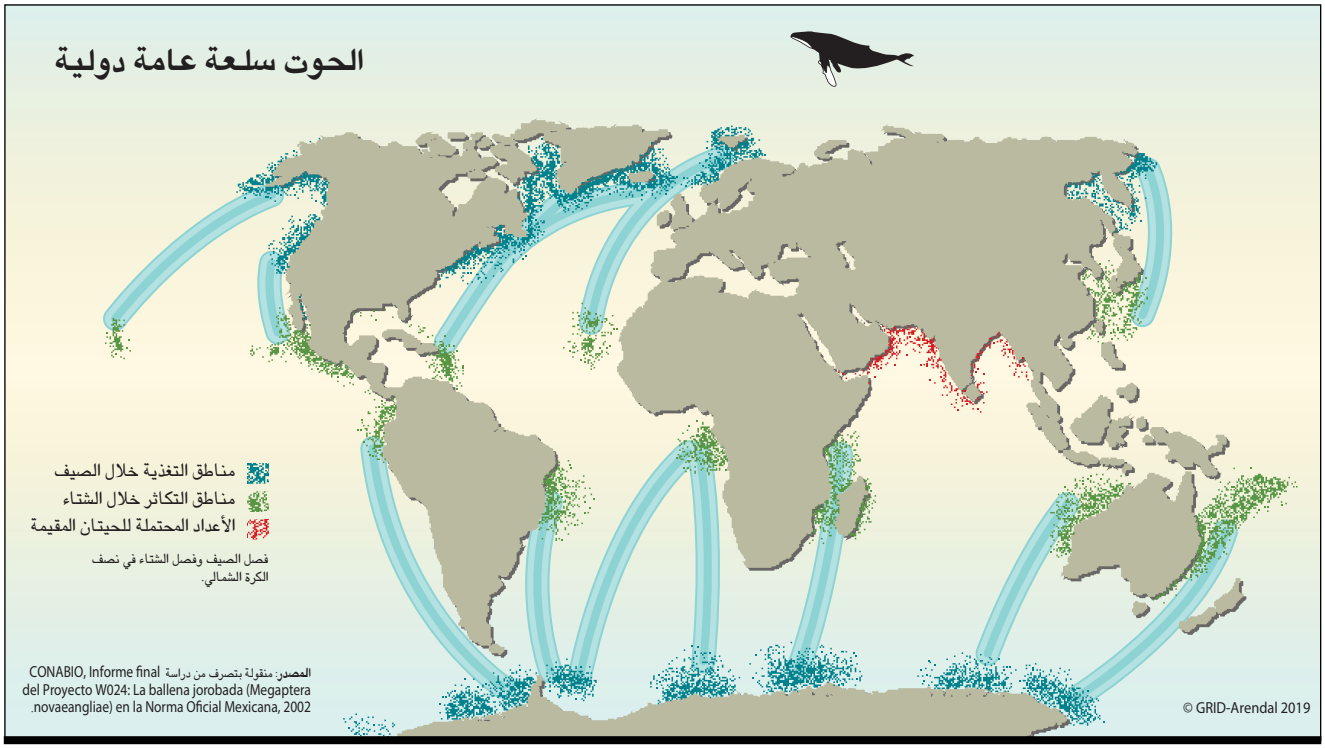
سلعة عامة دولية

تحقق الحيتان منافع مناخية تعم على العالم أجمع. وينطبق على الحيتان التعريف التقليدي لمصطلح السلع العامة لأن انتفاع البشر من وجودها لا يجعلها أقل نفعا لغيرهم (انظر الرسم البياني ٢). ويعني ذلك أن «مأساة الموارد المشتركة» الكلاسيكية تؤثر على الحيتان كأي سلعة عامة: فالفرد الذي ينتفع من السلع العامة لا يكون لديه الحافز الكافي لدفع نصيبه العادل في دعمها. وحسبنا أن نفكر في أهمية الغلاف الجوي للأرض لبقائنا على قيد الحياة. فبالرغم من أن جميع الأمم تقر بمصلحة كل فرد في الحفاظ على هذا المورد المشترك من أجل المستقبل، يبقى التنسيق العالمي مشكلة.

ولحل مسألة السلع العامة الدولية تلك، يجب أن نسأل في البداية: ما القيمة النقدية للحيتان؟ فإذا كنا نريد تشجيع الشركات والأطراف المعنية الأخرى على إنقاذ الحيتان، يتعين وضع تقييم دقيق يثبت لهم أن منافع حماية الحيتان تفوق تكلفتها بكثير. ويمكن تقدير قيمة الحوت الضخم العادي من خلال تحديد القيمة الحالية للكربون الذي يلتقطه الحوت الواحد على مدار فترة حياته، وذلك باستخدام تقديرات علمية لحجم مساهمة الحيتان في احتجاز الكربون، والسعر السوقي لثاني أكسيد الكربون، وأساليب التخصيم المالية المستخدمة. ونضيف إلى ذلك أيضا القيمة الحالية لمساهمات الحوت الأخرى في الاقتصاد على مدار فترة حياته، مثل تعزيز الثروة السمكية والسياحة البيئية. وحسب تقديراتنا المتحفظة، تبلغ قيمة الحوت الضخم العادي، وفقا لمختلف الأنشطة التي يقوم بها، أكثر من مليوني دولار أمريكي، أي ما قد يزيد على تريليون دولار أمريكي بالنسبة للرصيد الحالي من الحيتان الضخمة.

ولكن يبقى سؤال مهم، وهو كيفية الحد من الأخطار العديدة التي تواجه الحيتان، مثل حوادث الارتطام بالسفن وغيرها. ولحسن الحظ أن خبراء الاقتصاد يعرفون كيفية حل مثل هذه المشكلات. والواقع أن برنامج الأمم المتحدة لخفض الانبعاثات الناتجة عن تدهور الغابات وإزالة الغابات في البلدان النامية يمثل نموذجا محتملا لمثل هذه الحلول. وإذ يقر البرنامج بأن ١٧٪ من انبعاثات الكربون

الرسم البياني ٢



تنشأ عن إزالة الغابات، فهو يقدم للبلدان حوافز تشجعها على الحفاظ على غاباتها كوسيلة لإبقاء الغلاف الجوي نقيا من ثاني أكسيد الكربون. ويمكننا بالمثل وضع آليات مالية لتشجيع استعادة الحيتان إلى أعدادها السابقة حول العالم، حيث يمكن تقديم حوافز في صورة دعم أو تعويضات أخرى لمساعدة من يتحملون تكلفة مرتفعة نتيجة لحماية الحيتان. فعلى سبيل المثال، يمكن تعويض شركات الشحن عن التكلفة التي تتحملها بسبب تغيير مسارات السفن للحد من مخاطر الارتطام.

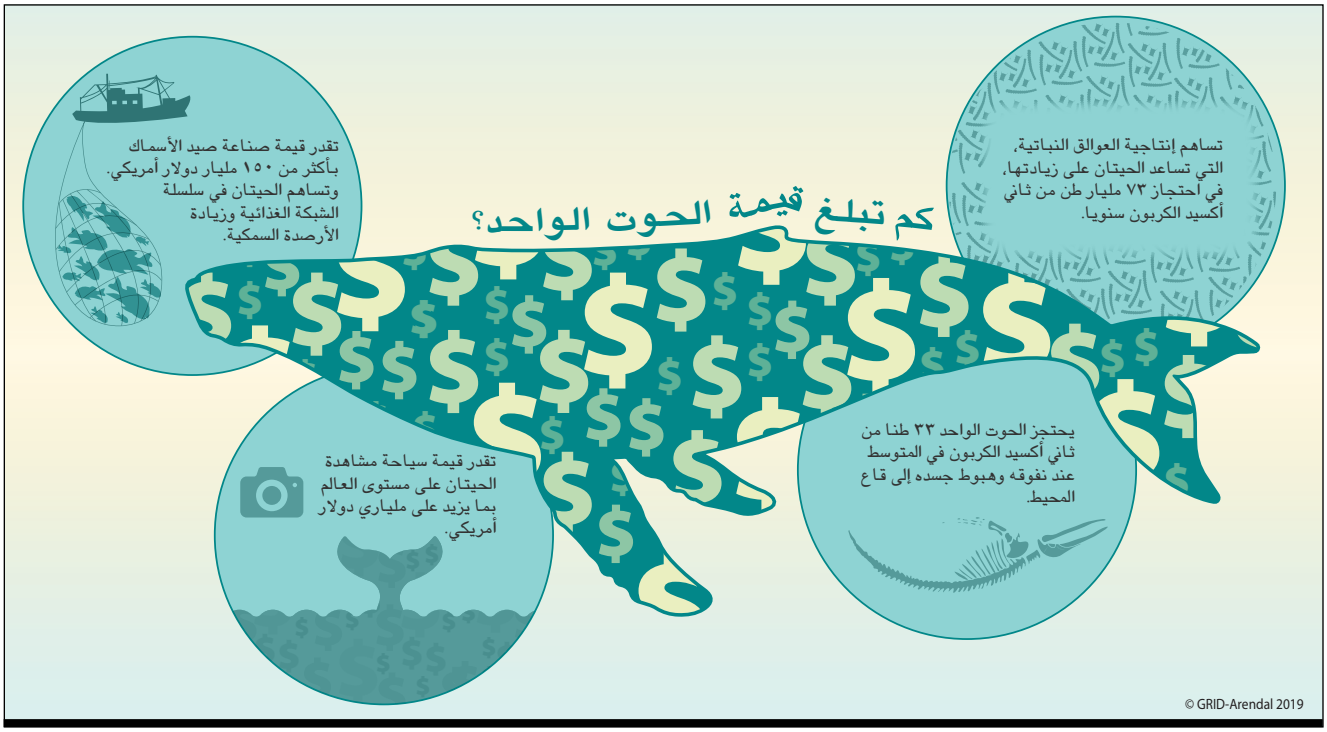
غير أن هذا الحل يثير تساؤلات يصعب الإجابة عنها. بدايةً، يتعين إنشاء مرفق مالي لحماية الحيتان والموارد الطبيعية الأخرى وتوفير التمويل اللازم له. ولكن ما الحجم الدقيق للإنفاق الذي ينبغي تخصيصه لحماية الحيتان؟ تشير تقديراتنا إلى أنه في حالة السماح لأعداد الحيتان بالعودة إلى مستويات ما قبل البدء في صيدها — لتحتجز ١,٧ مليار طن سنويا من ثاني أكسيد الكربون — سيلزم توفير ١٣ دولارا سنويا للفرد الواحد على سبيل الدعم لجهود احتجاز ثاني أكسيد الكربون بمساعدة الحيتان. وإذا وافقنا على دفع هذه التكلفة، فكيف سيمكن توزيعها بين البلدان والأفراد والشركات؟ وما حجم التعويض الذي ينبغي تقديمه لكل من الأفراد والشركات والبلدان الذين يتعين عليهم تحمل جزء من تكلفة حماية الحيتان؟ ومن سيتولى الإشراف على عملية التعويضات والرقابة على الامتثال للقواعد الجديدة؟

تعد المؤسسات المالية الدولية، بمشاركة منظمات الأمم المتحدة والمنظمات متعددة الأطراف الأخرى، هي الجهة المُثلى للاضطلاع بدور الإرشاد والرقابة وتنسيق الإجراءات المتخذة على مستوى البلدان لحماية الحيتان. وعادة ما تعيش الحيتان في المياه المحيطة بالدول منخفضة الدخل والهشة، وهي بلدان قد يتعذر عليها التعامل مع إجراءات التخفيف اللازمة. ويمكن دعم هذه البلدان من خلال مرفق البيئة العالمية، على سبيل المثال، الذي عادة ما يدعم مثل هذه البلدان للوفاء بمتطلبات الاتفاقيات البيئية الدولية. كذلك فإن صندوق النقد الدولي يمكنه مساعدة الحكومات على إدخال المنافع الاقتصادية الكلية للحيتان نتيجة مساهمتها في تخفيف تغير المناخ، وكذلك تكلفة إجراءات حماية الحيتان، ضمن أطرها المالية–الكلية. ويملك البنك الدولي الخبرة اللازمة لتصميم وتنفيذ برامج معينة لتعويض الأطراف الفاعلة في القطاع الخاص نظير جهودها في حماية الحيتان. ويمكن لمنظمات الأمم المتحدة والمنظمات متعددة الأطراف الأخرى الإشراف على الامتثال وجمع البيانات اللازمة لقياس تقدم هذه الجهود.

عقلية جديدة

ويجب الصعود بإجراءات تنسيق اقتصاديات حماية الحيتان إلى صدارة جدول أعمال المجتمع الدولي في مجال المناخ. ولأنه لا بديل لدور الحيتان في تخفيف تغير المناخ وبناء

الرسم البياني ٣



الصلابة في مواجهته، ينبغي أن يكون الحفاظ على حياتها أحد أهداف البلدان المائة والتسعين الموقعة على اتفاقية باريس لعام ٢٠١٥ المعنية بمكافحة مخاطر المناخ.

غير أن المؤسسات الدولية والحكومات عليها استخدام نفوذها أيضا في خلق عقلية جديدة — منهج يتم من خلاله إقرار وتنفيذ منهج شامل للحفاظ على بقاء الجنس البشري بناءً على فكرة العيش ضمن حدود العالم الطبيعي. والحيتان ليست حلا بشريا — بل هي كائنات ضخمة لها قيمة في حد ذاتها وحق في الحياة — ولكن هذه العقلية الجديدة تقدر قيمتها وتقر بدورها الذي لا ينفصل عن استدامة المحيطات والكوكب ككل. فسلامة الحيتان تعني حياة بحرية صحية تشمل الأسماك والطيور البحرية ونظام حيوي كامل يعيد تدوير العناصر الغذائية بين المحيطات والأرض، مما يحسن جودة الحياة في كل منهما. ومن شأن استراتيجية «التكنولوجيا الأرضية» التي تدعم استعادة أعداد الحيتان إلى مستوياتها الوفيرة السابقة في المحيطات أن تحقق منافع جمة ليس على صعيد الحياة في المحيطات فحسب، بل الحياة على سطح الأرض أيضا، بما في ذلك حياتنا نحن.

ونظرا للعواقب الآنية المترتبة على تغير المناخ، فليس لدينا وقت نضيعه في تحديد وتنفيذ طرق جديدة لمنع أو معالجة الضرر الواقع على نظامنا البيئي العالمي. وينطبق ذلك تحديدا على تحسين حماية الحيتان لمساعدتها على النمو بمعدل أسرع. إذ تشير تقديراتنا إلى أنه في حالة عدم اتخاذ خطوات جديدة، فإننا سنحتاج إلى أكثر من ٣٠ عاما لمضاعفة عدد الحيتان الحالي، وسيستغرق الأمر عدة أجيال لزيادة أعدادها إلى مستويات ما قبل البدء في صيدها. والواقع أن مجتمعاتنا وقدرتنا على البقاء لا يحتملان الانتظار كل هذا الوقت. FD

رالف شامي مدير مساعد، و**سينا أوزتوسن** محللة بحثية في معهد صندوق النقد الدولي لتنمية القدرات، و**توماس كوسيمانو** أستاذ فخري في كلية مندوزا لإدارة الأعمال بجامعة نوتردام، و**كونل فولنكامب** أستاذ اقتصاد ممارِس ومدير مركز تدريس علوم الاقتصاد بجامعة ديوك.

المراجع:

Lavery, T., B. Roudnew, P. Gill, J. Seymour, L. Seuront, G. Johnson, J. Mitchell, and V. Smetacek. 2010. "Iron Defecation by Sperm Whales Stimulates Carbon Export in the Southern Ocean." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277, no. 1699:3527–31.

Lutz, S., and A. Martin. 2014. *Fish Carbon: Exploring Marine Vertebrate Carbon Services.* Arendal, Norway: GRID-Arendal.

Pershing, A., L. Christensen, N. Record, G. Sherwood, and P. Stetson. 2010. "The Impact of Whaling on the Ocean Carbon Cycle: Why Bigger Was Better." *PLoS One 5, no. 8:1–9.*

Roman, J., J. Estes, L. Morissette, C. Smith, D. Costa, J. McCarthy, J. B. Nation, S. Nicol, A. Pershing, and V. Smetacek. 2014. "Whales as Marine Ecosystem Engineers" *Frontiers in Ecology and the Environment* 12, no. 7: 377–85.

Smith, C., J. Roman, and J. B. Nation. 2019. "A Metapopulation Model for Whale-Fall Specialists: The Largest Whales Are Essential to Prevent Species Extinctions—The Sea." Unpublished.