# تحديث ما نعرفه عن تحمض المحيطات والتحديات العالمية الرئيسية

من ال م ذهل التفكير أنه قبل عشر سنوات لم يكن هناك أي شخص على علم بموضوع تحمّض المحيطات. أما الآن فإنه مفهوم على نطاق واسع أن الكمية المت ا زيدة المنبعثة من ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) المنبعثة في الهواء بفعل أنشطتنا تتفاعل مع المحيط وهو ما يؤدي إلى تغيير خصائصه الكيميائية وزيادة درجة حموضته. كما تشمل التأثي ا رت الأخرى لهذا الأمر الحد من توافر أيونات الكربونات التي تحتاجها العديد من الحيوانات البحرية والنباتات لبناء قواقعها وهياكلها العظمية. ويسلط هذا المقال الذي أعدته مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمّض المحيطات على المستوى الدولي (International Ocean Acidification Reference User Group) بالاشت ا رك مع ب ا رمج البحث الوطنية الضوء على المعلومات الأساسية عن مشكلة التحمّض والإج ا رءات اللازمة التي يجب أن تتخذها الحكومات.

وليس هناك أدنى شك في أن المحيطات تشهد تغي ا رت جذرية، و هذا بدوره يؤثر على حياة الكثيرين و بشكل أكبر في الأجيال القادمة إذا لم يتم التصرف وحسم الأمور بسرعة. وقد تم في الغالب الربط بين أحداث التحمّ ض السابقة في السجل الجيولوجي للأرض وبين انق ا رض العديد من أنواع الكائنات الحية. ولأن أسباب هذا الانق ا رض تعد معقدة بدرجة كبيرة، فلا عجب أن تعافي التنوع البيولوجي قد استغرق مئات الآلاف من السنين، وفي حالة الانق ا رض الجماعي، الملايين من السنين.

## تحمض المحيطات في مؤتمر ريو دي جانيرو + 20 وما بعده

RIO+20
United Nations Conference on Sustainable Development

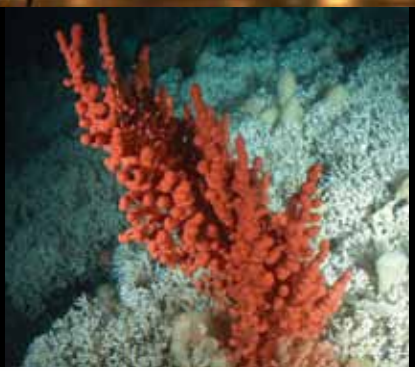
اجتمعت دول العالم في يونيو 2012 في مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة في ريو دي جانيرو، حيث تمت مناقشة الأمور المتعلقة بالمحيطات أكثر من أي وقت مضى. وفي الوثيقة الختامية "المستقبل الذي نريده"، أ رى قادة العالم ما يلي:

الفقرة 166. إننا ندعو إلى دعم المباد ا رت التي تستهدف التغلب على مشكلة تحمّض المحيطات وآثار تغ يّر المناخ على الموارد والأنظمة الإيكولوجية البحرية والساحلية. وفي هذا الصدد، نؤكد من جديد على ضرورة العمل بشكل جماعي لمنع المزيد من تحمّض المحيطات، فضلا عن تعزيز درجة المرونة لدى الأنظمة الإيكولوجية البحرية ولدى المجتمعات التي تعتمد في معيشتها عليها، كما يجب علينا دعم البحث العلمي في المجال البحري، ورصد وم ا رقبة تحمّض المحيطات و النظم الإيكولوجية غير المحمية بشكل خاص، و ذلك من خلال تعزيز التعاون الدولي في هذا الصدد.

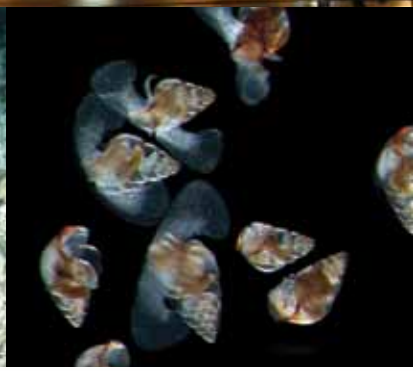
و للمساعدة في تحقيق هذا الهدف، أعلنت الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) في مدينة ريو دي جانيرو أنها ستقوم بإطلاق مركز تنسيق دولي جديد حول موضوع تحمّض المحيطات و ذلك لخدمة المجتمع العلمي و صانعي الق ا رر السياسي وعامة الناس. و هذا المركز، الذي تم تأسيسه نتيجة للأنشطة المنسقة لمجتمعات المستخدمين والمجتمعات البحثية المعنية بتحمّض المحيطات على المستوى العالمي، سوف يركز على الأنشطة الدولية التي لا ت مول حاليا على المستوى الوطني أو الدولي. وسيتم دعم المركز من قبل العديد من الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، و سيحظى بالاهتمام والإرشاد من جانب اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة للأمم المتحدة، والإدارة الوطنية الأمريكية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي ، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والز ا رعة، ومؤسسة الأمير ألبرت الثاني أمير موناكو، و مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمض المحيطات على المستوى الدولي، و غيرها من المؤسسات.

© Bec Thomas 2006/07 Marine Photobank

© Hopcroft/UAF/COML



© Karen Hissmann, IFM-GEOMAR



© Hopcroft/UAF/COML

## حقائق أساسية عن تحمض المحيطات

- في الوقت الحالي، يمتص المحيط كل عام حوالي 25٪ من ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الأنشطة البشرية.
- تشير التقدي ا رت إلى أن هذه"الخدمة" الخفية للمحيط تستلزم إعانة سنوية للاقتصاد العالمي تقدر ب 61 مليار دولار أمريكي، على الرغم من وجود شك كبير حول صحة هذا الرقم[1].
- ا زدت حموضة المحيطات[2] بنسبة 01 ٪ منذ بداية الثورة الصناعية، واذا استمرت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الت ا زيد، فسوف يتسارع معدل التحمّض في العقود المقبلة. والى حد علمنا، يفوق هذا المعدل للتغير بعدة م ا رت أي معدل تغير آخر في ال 221 مليون سنة الماضية.
- لدى العديد من الحيوانات والنباتات في البحر أصداف أو هياكل عظمية من كربونات الكالسيوم، والعديد من هذه الأصداف والهياكل حساسة للتغي ا رت الصغيرة في الحموضة، وبالأخص في م ا رحل الحياة المبكرة، وهناك أدلة على أنه قد حدث بالفعل تأثر لدى بعض هذه الأنواع. كما تشير العمليات الفسيولوجية والسلوك إلى وجود حساسية تجاه تحمّض المحيطات لدى بعض الأنواع الأخرى.
- وعلى ما يبدو، تستفيد بعض الكائنات البحرية من تحمّض المحيطات )مثل الطحلب الضوئي وكذلك بعض النباتات البحرية الأخرى مثل الأعشاب البحرية(. ومع ذلك، فمن المهم أن نضع في الاعتبار أنه حتى الآثار الإيجابية على نوع واحد يمكن أن يكون لها أثر سلبي على السلاسل الغذائية، وديناميكيات المجتمع، والتنوع البيولوجي، وهيكل النظم الإيكولوجية ووظيفتها.

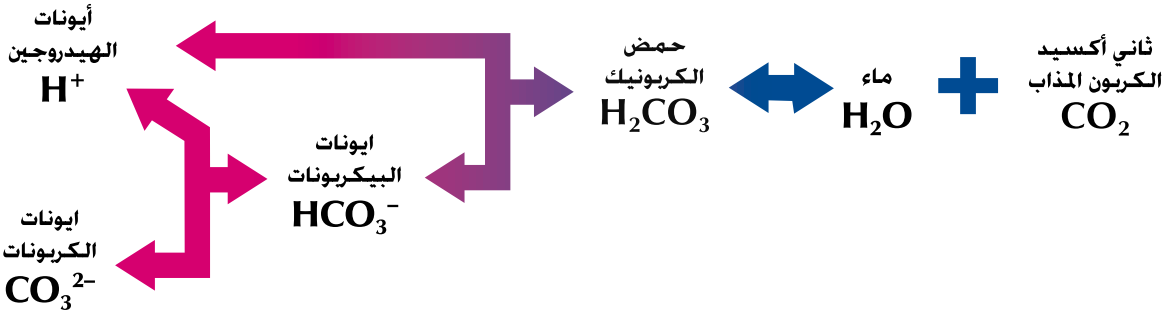
1. يعتمد ذلك على تكلفة استبدال فرضية قائمة على مصادرة 2 جيجا طن من الكربون سنويًا بتقدير سعر شهادة الكربون بقيمة 34 دولار أمريكي للطن من الكربون. ويجب اعتبار ذلك قيمة مالية اسمية للخدمات التي من المحتمل استبدالها عمليًا.
2. كما تم قياسه بتركيز بروتون الهدروجين

- تعد العديد من الكائنات الأكثر حساسية، بشكل مباشر أو غير مباشر، ذات أهمية كبيرة من الناحية الثقافية أو الاقتصادية أو البيئية. ومن الأمثلة على ذلك الشعاب المرجانية في المياه الدافئة التي تحد من التآكل الساحلي وتمثل موطن طبيعيًا للعديد من الأنواع الأخرى.

## التحديات الرئيسية

- الاعت ا رف بأن تحمّض المحيطات هو نتيجة مباشرة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وقد يكون للتركيز الحالي لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (395 جزء من المليون) تأثير بالفعل، وهناك احتمال تعرض نظم إيكولوجية بحرية هامة للضرر إذا ا زد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عن 450 جزء من المليون.
- إد ا رك أن الحد بشكل كبير من ت ا ركم ثاني أكسيد الكربون بشرية المنشأ في الغلاف الجوي هو الحل العملي الوحيد للحد من تحمّض المحيطات.
- دعم تنفيذ إج ا رءات تهدف إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية بنسبة لا تقل عن 50 ٪ من مستويات عام 1990 بحلول عام 2050 والاستم ا رر في تخفيضها بعد ذلك.
- تفعيل التوجه نحو الحد من، أو حيثما أمكن، منع أو القضاء على الم جهدات البيئية الأخرى، مثل الصيد المفرط والتلوث واستن ا زف المغذيات، والإث ا رء الغذائي، وذلك على النطاق الإقليمي أو المحلي، حيث إن جميع ما سبق يؤدي إلى تضخم الآثار.
- تعزيز درجة المرونة لدى المحيطات من خلال عدم الجور على مساحة المحيطات والسماح بالوقت اللازم للشفاء من آثار الإنسان، وذلك من خلال تعيين وضمان حماية شبكة فعالة من المحميات البحرية، وتنفيذ تخطيط فعال للشئون البحرية.
- دعم التنسيق الدولي للأبحاث المتكاملة المتعلقة بتحمّض المحيط.

**إن احتراق الوقود الأحفوري لا يقتصرفقط في زيادة نسبة ثاني اكسيت الكربون في الغلاف الجوي وبل أيضا في المحيط. ونتيجة لذلك، ارتفع تركيز أيونات الهيدروجين (زيادة الحموضة ) في حين أن تركيز أيونات الكربونات انخفض". المصدرجامعة ميريلاند**




## بناء إطار للسياسات العالمية

إن الطريقة الأكثر فعالية لمنع الوصول إلى المستوى الخطر في تغ ير المناخ هو تثبيت وتخفيض مستوى الغا ا زت الدفيئة في الغلاف الجوي، وخاصة مستوى ثاني أكسيد الكربون )المسبب الرئيسي لتغير المناخ والسبب الرئيسي لتحمّض المحيطات(. وينعكس ذلك في الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) وجميع الهيئات التابعة، ويتمثل هذا الهدف في"تثبيت تركي ا زت الغا ا زت الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون حدوث تأثير خطير من جانب الإنسان على النظام المناخي". (UNFCCC 1992 المادة 2)

ويجب أن تشكل الإج ا رءات التي تحث على اتخاذها هذه الورقة البحثية جزءا من إست ا رتيجية أوسع للتصدي لتحمّض المحيطات إلى جانب التهديدات الرئيسية الأخرى التي تواجه البيئة البحرية مثل الصيد المفرط والتلوث. وهنا تجدر الإشارة إلى أن المحيط جزء لا يتج أ ز من النظام المناخي العالمي، ومن خلال امتصاص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون يلعب دو ا ر هاما في المساعدة على تخفيف معدل وشدة تغير المناخ. ولكن هذه الميزة للأسف تعرض المحيطات نفسها للخطر و تهدد قدرتها على الاستم ا رر في توفير خدمات النظم الإيكولوجية الهامة، اونتاج الأغذية، ودعم التنمية الاقتصادية المستدامة.

وقضية تحمّض المحيطات لم تعد من الموضوعات الثانوية التي ت طرح على هامش المناقشات الدولية بشأن المناخ أو البيئة.

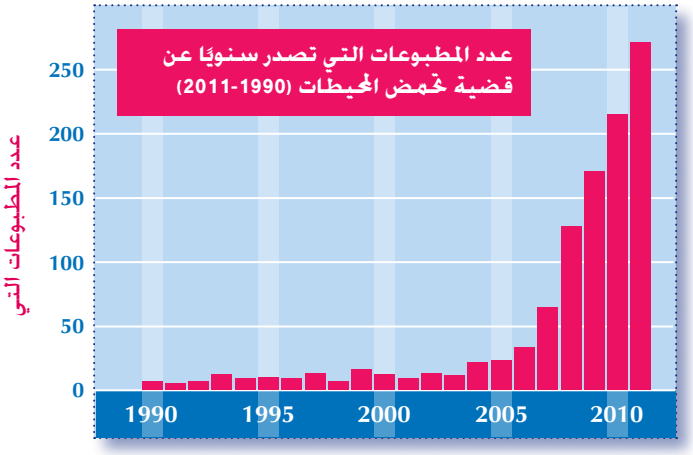
و بالرغم من أنه ليس نتيجة ظاهرة للاحتباس الح ا رري، إلا أن تحمّض المحيطات يت ا زمن مع عواقب محتملة واسعة تؤثر على الموائل، وأنواع الكائنات الحية، وكذلك الجنس البشري. و ت عتبر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أنسب وسيلة للتعامل مع قضية التخفيف من تحمّض المحيطات. ولكن غيرها من الاتفاقيات البيئية العالمية، مثل اتفاقية التنوع البيولوجي، يجب أن تقوم بدورها لإنجاح الإج ا رءات التي يتم اتخاذها في هذا الصدد.

وينطوي أحد التعديلات الأساسية المطلوبة على إد ا رك الاختلافات بين است ا رتيجيات التخفيف من المشاكل المت ا ربطة لتحمّض المحيطات وتغير المناخ، حيث سيؤدي ذلك إلى التأثير في نهاية المطاف على أنواع التدابير التي سيتم استخدامها للتصدي لهذين الأمرين. فمن الملاحظ أن تدابير مثل تلك التي تركز على تنظيم انبعاث الغا ا زت الدفيئة الأخرى مثل الميثان، والتي تتوجه بشكل فعال نحو التعامل مع قضية تغير المناخ، لن يكون لها أي تأثير على التحمّض المطرد للمحيطات. كما أن المقترحات للجوء إلى است ا رتيجيات"هندسة جيولوجية" بديلة تهدف إلى الحد من درجات الح ا رارة العالمية من خلال تنظيم الإشعاع الشمسي لن تسهم في

تحقيق الاستق ا رر أو الحد من مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وستكون بالتالي غير فعالة هي الأخرى في معالجة تحمّض المحيطات، بغض النظر عن أي فوائد و عقبات فيما يتعلق بتغير المناخ.

## من الذي يتخذ الإج ا رءات للتعامل مع قضية تحمّض المحيطات؟

شهدت السنوات القليلة الماضية نموًا كبي اً ر في الد ا رسات العلمية التي تهدف إلى فهم ما يحدث الآن و ماذا قد يحدث في المستقبل نتيجة لتحمّض المحيطات.




عدد المطبوعات التي تصدر سنويًا عن قضية تحمّض المحيطات (1990-2011) والمصدر هو قاعدة البيانات البليوغ ا رفية للمشروع الأوروبي بشأن تحمّض المحيطات. ويشير الرسم البياني إلى الزيادة السريعة في توافر المؤلفات حول هذا الموضوع خلال السنوات القليلة الماضية.

و تركز الد ا رسات العلمية الحالية على فهم عواقب وآليات هذه المشكلة العالمية لتحديد أفضل الاست ا رتيجيات للتصدي لها. فهناك حاجة لضمان التعامل مع تخوفات البلدان النامية بشكل كاف، و كذلك نشر النتائج الجديدة بسرعة عند ظهورها في المجتمع البحثي.

و في نوفمبر 2010، استضاف كل من مركز موناكو العلمي (CSM) والوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) (المدعومين من قبل المبادرة الأمريكية للاستخدامات السلمية) ورشة عمل دولية بتأييد ودعم من بلدية موناكو، ومتحف علوم المحيطات، و مؤسسة الأمير ألبرت الثاني أمير موناكو، و و ا زرة البيئة والطاقة وشئون البحار والتنمية المستدامة الفرنسية. أوسفر هذا الاجتماع الذي كان موضوعه

«اقتصاديات تحمّض المحيطات: تجسير الفجوة بين آثار تحمّض المحيطات والتقييم الاقتصادي»، عن مجموعة من التوصيات كأسس لاتخاذ الق ا ر ا رت بشأن موضوع تحمّض المحيطات (www.iaea.org/nael/page.php). كما خطط لورشة عمل أخرى في عام 2012 لمواصلة تطوير آفاق التعاون العلمي الاجتماعي والطبيعي..

© Ulf Riebesell, IFM-GEOMAR

EPOCA $CO_2$ experiments

## و من الد ا رسات الكبرى التي تجري حاليًا أو التي أصبحت في م ا رحل متقدمة من التخطيط ما يلي:

### الاتحاد الأوروبي

في عام 2008 قامت المفوضية الأوروبية بتمويل المشروع الأوروبي بشأن تحمّض المحيطات (EPOCA) كأول مجهود عالمي تشارك فيه عدة دول للبحث في موضوع تحمّض المحيطات وعواقبه. وقد جمع هذا المشروع، و الذي انتهى بالفعل، بين 32 مختب ا ر متواجداً في 10 دول أوروبية. و كان هذا المشروع البحثي الذي دام لمدة أربع سنوات يهدف لم ا رقبة تحمّض المحيطات وآثاره على الكائنات الحية والأنظمة الإيكولوجية البحرية، وذلك لتحديد مخاطر استم ا رر التحمّض، وفهم كيفية تأثير هذه التغيي ا رت على نظام الأرض بشكل عام. و في عام 2011 مولت المفوضية الأوروبية مشروع التحمّض في البحر الأبيض المتوسط في مناخ الأرض المتغير (MedSeA) اولذي يتناول الشكوك والمخاطر وعتبات المستويات لتحمّض البحر الأبيض المتوسط والاحت ا رر وأثر ذلك على الكائنات الحية والأنظمة الإيكولوجية والبيئات الاقتصادية، كما تناول المشروع التكيف الإقليمي المحتمل اوست ا رتيجيات التخفيف. ويتم تمويل مشروع MedSeA لمدة ثلاث سنوات ويشمل أكثر من 110 باحثا من 20 معهدا تقع في 12 بلدا معظمها من منطقة البحر الأبيض المتوسط.

### أست ا رليا

تركز ا لأبحاث حول تحمّض المحيطات في المنطقة الأست ا رلية على الآثار الناجمة عن التحمّض بداية من المحيط الجنوبي إلى الرصيف المرجاني الكبير و حتى بابوا غينيا الجديدة. وتتم الأبحاث في المحيط الجنوبي من جانب مركز الأبحاث التعاونية للنظم الإيكولوجية و مناخ القطب المتجمد الجنوبي (ش ا ركة متعددة التخصصات من 21 منظمة وطنية و دولية). وتشمل الأبحاث رصد تغي ا رت كيمياء مياه البحر و تجاوب الأنواع الرئيسية. ويتم من خلال النظام المتكامل للرصد البحري (IMOS) نشر مجموعة من المعدات لم ا رقبة المحيطات في جميع أنحاء أست ا رليا، وهي المعدات التي توفر كافة البيانات مجانا من خلال بوابة IMOS Ocean Portal الإلكترونية.

### الصين

بدأت و ا زرة العلوم والتكنولوجيا (MOST) والمؤسسة الوطنية للعلوم في الصين (NSFC) في دعم الأبحاث في مجال تحمّض المحيطات. ومشروع C-CHOICE هو مشروع ممول حديثا يستمر لمدة خمس سنوات لد ا رسة مشاكل ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون وتحمّض المحيطات في البحار الحافيّة الصينية، وهو مشروع مشترك بين سبعة معاهد كبرى. وقد بدأت المؤسسة الوطنية للعلوم في الصين في تمويل مشاريع تحمّض المحيطات في عام 2006 . وهناك العديد من المشاريع الجارية على المستوى الوطني لاستكشاف آثار تحمّض المحيطات على الكائنات الحية المتكلسة.

### ألمانيا

يشمل برنامج الآثار البيولوجية لتحمّض المحيطات (BIOACID) 15جامعة ومعهداً ا بحثيًا. ويتم تمويله من قبل الو ا زرة الاتحادية للتعليم والبحوث (BMBF). وبعد الانتهاء من الفترة الأولية التي دامت ثلاث سنوات من سبتمبر 2009، سيستمر برنامج BIOACID مدة ثلاث سنوات أخرى على الأقل حتى عام 2015. وسيركز البرنامج بشكل رئيسي على كيفية تأثير تحمّض المحيطات على الأحياء البح رية على كافة المستويات بدءًا من المستوى تحت الخلوي وحتى مستوى النظم الإيكولوجية، وآثاره المحتملة على خدمات النظم الإيكولوجية و التأثي ا رت الكيميائية البيولوجية الأرضية.

### اليابان

موَّلت اليابان خمسة ب ا رمج رئيسية في مجال تحمّض المحيطات. وتدعم و ا زرة البيئة اليابانية الب ا رمج البحثية لتوضيح تأثير تحمّض المحيطات على الكائنات البحرية المختلفة في المستقبل باستخدام وسائل تجارب متطورة في بيئة طبيعية (مثل AICAL، تأثير التحمّض على المكلسات). كما تدعم كل من و ا زرة التعليم والعلوم والرياضة والثقافة (MEXT)، والوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا البحرية (JAMSTEC) الأبحاث المتعلقة بتحمّض المحيطات مثل نمذجة الجهود على حاسوب محاكي للأحوال الأرضية للتنبؤ بأحوال المحيطات في المستقبل.

### كوريا

تقوم مؤسسة الهندسة والعلوم الكورية بتمويل مشروع للتجارب المتطورة في البيئة الطبيعية يمتد لمدة خمس سنوات لد ا رسة تأثير ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون وارتفاع درجة الح ا رارة على تجمعات العوالق النباتية الطبيعية، ويتم ذلك في خمسة مختب ا رت كورية.

### موناكو

في أكتوبر 2011 ، بدأت المختب ا رت البيئية التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية مشروعً ا بحثيًا منسقًا بعنوان"تحمّض المحيطات والأثر الاقتصادي على مصايد الأسماك و المجتمع الساحلي"، وذلك بدعم من و ا زرة الخارجية الأمريكية. و يسعى هذا المشروع إلى إش ا رك البلدان النامية في الأبحاث التي تتناول تأثير تحمّض المحيطات على مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية، وخدمات النظم الإيكولوجية البحرية التي تدعم الأمن الغذائي المستدام ورفاهية الإنسان.

### المملكة المتحدة

بدأ برنامج المملكة المتحدة للبحث في تحمّض المحيطات. (UKOA) (www.oceanacidification.org.uk) في عام 2010 ليستمر لمدة 5 سنوات. ويشمل البرنامج الآن أكثر من 120 باحثًا في 26 مختب ا ر. و تشمل أبحاث تحمّض المحيطات في المملكة المتحدة د ا رسات تجريبية و رصدية وكذلك نمذجة وتحليلات للمناخ القديم. يتمثل تركيز هذا المجال على بحار الجرف الأوروبية، القطب الشمالي والمحيط الجنوبي. ويتم تمويل هذا البرنامج من قبل مجلس أبحاث البيئة الطبيعية (NERC)، وادارة الشئون البيئية والتغذوية والريفية (Defra)، وادارة الطاقة وتغير المناخ (DECC).

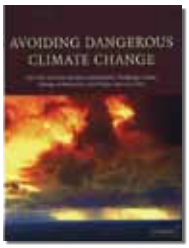
### الولايات المتحدة

تم توقيع القانون الفد ا رلي للبحث والرصد في ظاهرة تحمّض المحيطات (العام 2009) من قبل الرئيس أوباما، وذلك في مارس 2009. حيث يلزم القانون كلاً من الإدارة الوطنية لد ا رسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، ومؤسسة العلوم الوطنية (NSF)، ووكالات فد ا رلية أخرى بالعمل معًا من خلال مجموعة العمل متعددة الوكالات للتعامل مع تحمّض المحيطات. (www.st.nmfs.noaa.gov.iwgoa) من أجل تطوير برنامج وطني متكامل حول تحمّض المحيطات. وقد بدأت المجموعة عملها في عام 2010. و يتم دعم البحوث وأنشطة الب ا رمج الجارية من قبل كل من مؤسسة العلوم الوطنية (NSF)، الإدارة الوطنية لد ا رسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، و ا زرة الخارجية (DOS)، مكتب إدارة طاقة المحيطات (BOEM)، وكالة حماية البيئة (EPA)، الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA)، المؤسسة الأمريكية للأسماك والحياة البرية (FWS)، وكالة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) والبحرية الأمريكية.

# معرفة المزيد عن تحمض المحيطات – مصادر مفيدة للحصول على معلومات اضافية

تمّ طرح موضوع تحمّض المحيطات كموضوع جديد في البيان الصحفي الذي صدر عن"الاجتماع العالمي الأول حول المحيطات في عالم ترتفع فيه مستويات ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$)"، والذي دعمته اللجنة الحكومية الدولية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (UNESCO). ومنذ ذلك الاجتماع في عام 2004.

## حدث توسع سريع في العمل والقلق بشأن هذه المسألة. وفيما يلي التقارير الرئيسية التي تمثل معًا مصد ا ر شاملا عن الموضوع :




كانت المرة الأولى التي انتبه فيها العديد من المستشارين السياسيين إلى مشكلة تحمّض المحيطات خلال المؤتمر الدولي عن تجنب الوصول إلى المستوى الخطر من التغير المناخي: ندوة علمية عن استق ا رر الغا ا زت الدفيئة، عام 2005. و قد كان المؤتمر خلال فترة رئاسة المملكة المتحدة لمجموعة الثمانية، وعقد بمشاركة نحو 200 من العلماء المشهورين دوليا من 30 بلدا. وقد سلط المؤتمر الضوء على العلاقة بين تركيز الغا ا زت الدفيئة في الغلاف الجوي، اولسقف الذي تم تحديده بدرجتين سلزيوس (3,6 درجة فهرنهايت) في الاحت ا رر العالمي لتجنب الآثار الأكثر خطورة لتغير المناخ.

و تبع المؤتمر أول منشور رئيسي حول تحمّض المحيطات، وهو وثيقة عام 2005 للجمعية الملكية حول تحمّض المحيطات بسبب زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وقد تم في هذه الوثيقة الاعت ا رف بأن تحمّض المحيطات يشكل تهديدا كبي ا ر لكثير من الكائنات الحية المتكلسة مع إمكانية تغيير السلاسل الغذائية وعمليات النظم الإيكولوجية الأخرى، اولحد من التنوع البيولوجي في المحيطات. و قدم الفريق العامل المعين توصيات معينة فيما يتعلق بالسياسات، بما في ذلك الحد من ت ا ركم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لتجنب الأض ا رر الوشيكة التي ستنتج عن تحمّض المحيطات.

في عام 2006، أصدر المجلس الاستشاري الألماني المعني بتغير المناخ وثيقة المحيطات في المستقبل - تزيد ح ا رر تها وحموضتها ويرتفع منسوبها. وتعرض هذه الوثيقة أخطار التحمّض في سياق عمليات أخرى لتغير المناخ في المحيط. وفي الوثيقة تم حث صناع الق ا رر على الاعت بأثر ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ كخطر يهدد المحيط خلال المفاوضات المستقبلية التي ستتم في إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

تأثي ا رت تحمّض المحيطات على الشعب المرجانية وغيرها من المكلسات البحرية: دليل لأبحاث الإدارة (NSF) مستقبلية. تعد هذه الوثيقة ثمرة جهود مشتركة بين كل من: مؤسسة العلوم الوطنية و وكالة المسح الجيولوجي الأمريكية (NOAA) الوطنية لد ا رسة المحيطات والغلاف الجوي وهذه الوثيقة عبارة عن تقرير موجز صدر عام 2006 بشأن حالة العلوم المتعلقة .(USGS) بالتأثي ا رت البيولوجية للتحمّض، لاسيما كيفية تأثيرها على الكائنات الحية المتكلسة. و يختم التقرير بجدول أعمال للأبحاث المقترحة، و يشدد على الحاجة إلى إج ا رء أبحاث على المدى الطويل لد ا رسة التغي ا رت البيولوجية الناجمة عن التحمّض في سياق تاريخي.

في عام 2006، صدر تقرير هام عن لجنة حماية البيئة البحرية لشمال شرق المحيط الأطلسي (اتفاقية OSPAR). حمل التقرير اسم تأثي ا رت على البيئة البحرية لتحمّض المحيطات الناتج عن مستويات مرتفعة من ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) في الغلاف الجوي، وقد كان منتجا لورشة عمل عن الأنشطة البحثية المتعلقة بتحمّض المحيطات.

منذ عام 2007، بدأ موضوع تحمّض المحيطات يظهر بانتظام في تغطية المملكة المتحدة الخاصة بالآثار البحرية لتغير المناخ. وكانت هذه التغطية على شكل بطاقات تقرير سنوي تصدر عن المبادرة المعنية بالآثار البحرية لتغير المناخ (MCCIP). و في أبريل 2009، تم تقديم تغطية أكبر عن موضوع تحمّض المحيطات من خلال المنشور الذي صدر عن المبادرة والذي تناول استكشاف روابط الأنظمة الإيكولوجية. ويعتمد هذا المنشور على بطاقات التقرير السنوي السابق لإظهار دور الطبيعة المت ا ربطة للنظام الإيكولوجي البحري في تضخيم العديد من تأثي ا رت تغير المناخ.

أقيمت ورشة عمل تحت رعاية البرنامج الأمريكي لكربون المحيط والكيمياء البيولوجية الأرضية (OCB) بالتعاون مع الإدارة الوطنية لد ا رسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، و الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) و مؤسسة العلوم الوطنية (NSF) في معهد سكريبس لعلوم المحيطات، وذلك لتطوير إست ا رتيجية أمريكية للأبحاث. و طور حوالي 100 عالم خطة للتحقيق في تأثير تحمّض المحيطات على أربعة أنواع إيكولوجية بحرية: الشعاب المرجانية، والحواف الساحلية، اولأنظمة الاستوائية - شبه الاستوائية في منطقة البحر المفتوح، ومناطق خطوط العرض العالية. و تم عرض الأبحاث الموصى بها في عام 2008 في وثيقة الآثار الحالية والمستقبلية لتحمّض المحيطات على النظم الإيكولوجية البحرية والدو ا رت البيولوجية الكيميائية.

كما تم تقديم وثيقة سياسات هامة للحكومة الأست ا رلية في سنة 2008 بعنوان: تحليل الوضع: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) وتغير المناخ: التأثي ا رت الواقعة على المحيط و مشاكل التكيف. و سعت هذه الوثيقة إلى وصف عملية التحمّض، وعرض التأثي ا رت البيولوجية والبشرية المرتبطة بها، و نصح الحكومة الأست ا رلية بما يخص تطوير السياسات الخاصة بالتعامل مع هذه المشكلة. وقد ا رفقت هذه الوثيقة ورقة معلومات تكونت من صفحة واحدة بعنوان: تحمّض المحيطات : التأثي ا رت الأست ا رلية في السياق العالمي، و التي ناقشت تحمّض المحيطات من جانب علمي: ما هو معروف، وما يجب معرفته، وما يمكن القيام به.

و في نفس السنة (2008)، عقدت كل من منظمة حفظ الطبيعة والاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN) اجتماعا حول تحمّض المحيطات، أوسفر هذا الاجتماع عن معاهدة هونولولو. وقد ساعد ذلك على إيجاد إست ا رتيجيتين رئيسيتين يجب

تنفيذهما على وجه السرعة وبشكل مت ا زمن للتخفيف من تأثي ا رت تغير المناخ والحفاظ على قيمة نظم الشعب المرجانية. وهما: 1) الحد من انبعاثات الوقود الأحفوري؛ 2) وزيادة مرونة المجتمعات والنظم الإيكولوجية البحرية المدارية لتحقيق أقصى قدر من القدرة على مقاومة تأثي ا رت تغير المناخ والتعافي منها.

في سنة 2008، قام كل من الاتحاد الأوروبي لعلوم الأرض، وجمعية علوم الأرض والمحيطات الأسيوية، والاتحاد الياباني لعلوم الأرض بإصدار تقرير مشترك بشأن خمّض المحيطات. وقد توصل هذا التقرير إلى أن تأثي ا رت خمّض المحيطات قد تكون بنفس ضخامة تلك التي تنتج عن الاحت ا رر العالمي (الناتج عن الأنشطة البشرية إضافة إلى التغير الطبيعي)، و من المرجح أن يؤدي اجتماعهما إلى تفاقم العواقب، مما سيقود إلى تغيي ا رت عميقة في جميع النظم الإيكولوجية البحرية وفي الخدمات التي تقدمها للبشرية

وفي سنة 2009، صدر تقرير آخر بالغ الأهمية. و كانت معاهدة موناكو ثمرة الندوة الدولية الثانية: المحيط في عالم ترتفع فيه مستويات ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$)، وتمت الموافقة عليها من قبل 155 عالما من 26 دولة بدعم من جلالة الأمير ألبرت الثاني أمير موناكو. وتدعو هذه المعاهدة صانعي الق ا رر بالتصرف بشكل سريع لتحقيق استق ا رر غاز ثاني أكسيد الكربون عند مستوى آمن، ليس فقط لتجنب الوصول إلى مستوى الخطر في تغير المناخ، ولكن أيضا لتجنب المشكلة الإضافية المتمثلة في خمّض المحيطات.

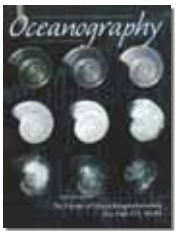
كما نتج عن الندوة الدولية الثانية لسنة 2008 المحيط في عالم ترتفع فيه مستويات ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) إصدار ملخص لصانعي الق ا رر السياسي من نتائج الأبحاث الجديدة التي قدمت خلال الندوة. ويمكن زيارة ال ا ربط www.ocean-acidification.net للاطلاع على تقرير علمي بعنوان"أولويات الأبحاث المتعلقة بتحمّض المحيطات (2009)" والذي يحتوي على مزيد من المعلومات التفصيلية.

في عام 2009 أصدرت مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث خمّض المحيطات على المستوى الدولي، دليلا حول خمّض المحيطات، يبين بلغة إنجليزية سهلة "الحقائق الأساسية لصانعي الق ا رر السياسي ومتخذي الق ا ر ا رت المتعلقة بتحمّض المحيطات". ويتوفر الدليل باللغات الإنجليزية والفرنسية والإسبانية والصينية والعربية، و قد تم تدشينه في كوبنهاغن خلال مؤتمر الأط ا رف 17 لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وهو يمثل مقدمة فحسب، حيث يلخص الموضوعات الرئيسية المتعلقة بهذا الموضوع الهام. وسيتم تحديث هذا الدليل في عام 2013.

تم توقيع بيان خمّض المحيطات للجنة المشتركة بين الأكاديميات (2009) من قبل أكثر من 100 أكاديمية وطنية. وقد أشار البيان إلى احتمالية انخفاض الإمدادات الغذائية البحرية وتعرض الشعاب المرجانية والنظم الإيكولوجية القطبية إلى تأثي ا رت سلبية شديدة بحلول عام 2050، أو ربما قبل ذلك. وعلاوة على هذا، وحتى لو استقر ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ في الغلاف الجوي عند

450 جزءا من المليون، فإن خمّض المحيطات سيكون له تأثي ا رت عميقة على العديد من الأنظمة البحرية. ولذلك فإننا بحاجة إلى تخفيض كبير وسريع في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) بما لا يقل عن 21 ٪ بحلول عام 2050.

تضمن ملخص سياسة المؤسسة الأوروبية للعلوم حول خمّض المحيطات (2009) توصيات لتحسين جانب التنسيق في الأبحاث المعنية بتحمّض المحيطات والتعاون في هذا الجانب على الصعيدين الوطني والدولي، وكذلك تكامل الجهود بين العلوم الطبيعية والاجتماعية، من أجل فهم الآثار على الموارد الطبيعية والبشر.




في سنة 2009، تم تخصيص عدد خاص من مجلة Oceanography (علوم المحيطات) لفهم التأثي ا رت الحالية والمستقبلية لتحمّض المحيطات في عالم ترتفع فيه مستويات ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$). وقد اشتمل هذا العدد على مقالات نقدية حول آليات وتأثي ا رت خمّض المحيطات على النظم الإيكولوجية البحرية.

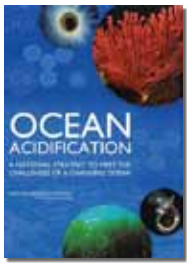
نشرت لجنة التنوع البيولوجي (CBD) تقري ا ر تجميعيا حول تأثي ا رت خمّض المحيطات على التنوع في عام 2009. و قررت اللجنة فيما بعد تطوير سلسلة من الم ا رجعات المشتركة من طرف خب ا راء مختصين لرصد وتقييم تأثير خمّض المحيطات على التنوع البيولوجي البحري والساحلي. و في اجتماع الخب ا راء الأول (مونتريال 19-20 أكتوبر 2011) تم الاتفاق على ضرورة تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ وادارة مرونة النظم الإيكولوجية من أجل الحفاظ على التنوع البيولوجي.

وقد نشرت الأسئلة المتداولة عن قضية خمّض المحيطات (2010) من قبل البرنامج الأمريكي لكربون المحيط والكيمياء البيولوجية الأرضية (OCB)، و المشروع الأوروبي بشأن خمّض المحيطات (EPOCA) و برنامج المملكة المتحدة للبحث في خمّض المحيطات (UKOA) استجابة لت ا زيد الأبحاث في مختلف التخصصات والحاجة الملت ا زيدة للحصول على إجابات واضحة من قبل خب ا راء على هذه الأسئلة. و قد ساهم في الإجابة على الأسئلة 27 خبي ا ر من 19 معهدا وخمس دول.

في 2010، أصدرت مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث خمّض المحيطات على المستوى الدولي دليلها الثاني للإجابة على بعض الأسئلة الرئيسية، و التعبير عن مدى يقين المجتمع الدولي العلمي حول ما يحدث بالفعل في المحيطات، و مناقشة ما يخبئه المستقبل للمحيطات في عالم ترتفع فيه مستويات ثاني أكسيد الكربون $CO_2$، و استكشاف التأثي ا رت المحتملة لما يحدث الآن علينا جميع ا. الدليل متوفر باللغات الإنجليزية، الفرنسية، الإسبانية، الصينية، العربية والألمانية.

التبعات البيئية لتحمّض المحيطات: تهديد للأمن الغذائي. نشرة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) للقضايا الناشئة (2010). مع اعتماد مليار شخص على البروتين البحري كمصدر وحيد للبروتين، و الزيادة السكانية

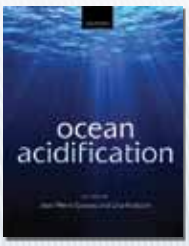
العالمية التي تعتمد بشكل مت ا زيد على مصادر الغذاء البحرية بما في ذلك تربية الأحياء المائية البحرية. فإن هذه هي المرة الأولى التي يتم فيها ربط تحمّض المحيطات بالمخاطر المحتملة على الأمن الغذائي.




مجلس الأبحاث القومي للأكاديميات الوطنية الأمريكية، "تحمّض المحيطات است ا رتيجية وطنية لمواجهة تحديات محيط متغير" (2010). هذا المنشور، والذي تم طلبه من قبل الكونغرس، يعد خطوة واحدة من بين العديد من الخطوات التي يتخذها علماء و مولون أمريكيون لتشكيل البرنامج الوطني لأبحاث تحمّض المحيطات.

تم في تقرير التقييم ال ا ربع (2007) للفريق متعدد الحكومات المعني بتغير المناخ (IPCC) الاعت ا رف لأول مرة بتحمّض المحيطات في تقرير صادر عن الفريق. ومنذ ذلك الحين تم عقد ورشة عمل للفريق حول آثار تحمّض المحيطات على الأحياء البحرية والنظم الإيكولوجية وذلك في أوكيناوا، اليابان في يناير 2011. وسوف يشتمل تقرير التقييم الخامس للفريق متعدد الحكومات المعني بتغير المناخ، والذي سيصدر عام 2014، على تقييم أعمق لتغير مناخ المحيط وتحمّضه.

في عام 2100، أصدر مركز البحوث التعاوني المعني بمناخ القطب الجنوبي والنظم الإيكولوجية تقري ا ر عن المحيط الجنوبي بناء على طلب الحكومة الأست ا رلية (تقرير تحمّض المحيط الجنوبي)، من أجل توضيح ما نعلمه، وما نحتاج إلى معرفته، وما يتعرض للخطر بسبب تحمّض المحيطات في المنطقة.




يشتمل كتاب Ocean Acidification (تحمّض المحيط) (للمحر رين جاتوسو وهانسون (2011) على فصول عن التأثي ا رت الواقعة على الكائنات البحرية والنظم الإيكولوجية والكيمياء (الحيوية الأرضية، والتوقعات المتعلقة بعواقب سيناريوهات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على التحمّض في المستقبل، اولاقتصاد الاجتماعي، اوستجابات السياسات والتحديات الاجتماعية.

ساخن ومتحمّض وناقص الأكسجين - محيطٌ مُجهَد. على مدى العقود والقرون المقبلة، سوف يكون هناك ما لا يقل عن ثلاثة عوامل متفاعلة سوف تسبب الإجهاد للمحيط وهي: ارتفاع درجة ح ا رة المحيط، تحمّضه ونزع الأكسجين منه. وهذه الوثيقة تلخص المعرفة الحالية المتعلقة بهذه الجهدات الثلاثة، وكيف أنها قد تتفاعل معا في"النقاط الساخنة" الحساسة والضعيفة في المحيط. وقد أنتج هذا العمل بالتعاون بين كل من مختبر بلايموث البحري، والبرنامج البحثي البريطاني حول تحمّض المحيطات ، اولمشروع الأوروبي بشأن تحمّض المحيطات، والمشروع الخاص بتحمّض البحر الأبيض المتوسط في مناخ الأرض متغير، ومعهد سكريبس لعلوم المحيطات في جامعة كاليفورنيا في سان دييغو وأوشيانا. وقد تم دعم رسالة هذه الوثيقة من قبل منظمات وب ا رمج دولية رئيسية. كما تم إب ا رز الوثيقة خلال مؤتمر الأط ا رف 17 لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في دربان، وفي مؤتمر "كوكب تحت الضغط" في لندن، ومؤتمر الأمم المتحدة ريو 20+ للتنمية المستدامة.

## الأفلام

تم إنتاج عدد من الأفلام في السنوات القليلة الماضية لشرح تحمّض المحيطات لقطاع عريض من الجمهور، ولإلقاء الضوء على كيفية معالجة المشكلة عن طريق الد ا رسات العلمية والش ا ركات الجديدة المبتكرة للتوعية بالسياسات والعلوم. وقد تم إنتاج أربعة أفلام رئيسية في السنوات القليلة الماضية وهي:

*Acid Test* (اختبار حموضة)، أ نتج في عام 2009 من قبل مجلس الدفاع عن الموارد الوطنية (NRDC)، بصوت سيغورني ويفر، ويهدف إلى زيادة الوعي حول مشكلة تحمّض المحيطات الغير معروفة إلى حد كبير، والتي تشكل تحديا أساسيا للحياة في البحار وسلامة الكوكب.

قدم مجموعة من طلاب ت ا روحت أعمارهم ما بين 11-15 سنة من مدرسة ريدجواي في بلايموث، بالتعاون مع مختبر بلايموث البحري، فيلمً ا يعبر بوضوح عن قلقهم إ ا زء حالة محيطات العالم. حمل الفيلم عنوان *The Other $CO_2$ Problem* (مشكلة ثاني أكسيد الكربون الأخرى). وصدر في عام 2009، وهو عبارة عن سبع دقائق ونصف دقيقة من الرسوم المتحركة، وبطولة شخصيات من قصة"ملكة الملك بوسيدون" تعيش تحت البحر. ويلقي الفيلم الضوء على معاناة دكتروبس، وبريتني ستار، وميشيل موسل، وديريك الدياتوم ومخلوقات أخرى تحت سطح الماء مع زيادة حمضية المحيط نتيجة للأنشطة البشرية. وقد فاز الأطفال بجائزة بيل بريسون لنقل المعلومات العلمية من الجمعية الملكية للكيمياء. وقد ترجم إلى الفرنسية، الإسبانية، الإيطالية والكاتالونية.

فيلم *Tipping Point* (نقطة تحول) الذي صدر في عام 2011 . ويصف بشكل خاص البحوث التي أجريت في إطار المشروع الأوروبي بشأن تحمّض المحيطات (EPOCA). وفي يونيو 2011، حصل الفيلم على جائزة الأمير رينييه الثالث الخاصة في مهرجان مونت كارلو التلفزيوني الواحد والخمسون. كما تم منحه جائزة" أفضل فيلم علمي وثائقي لعام 2011 " في المهرجان الدولي الخامس عشر للفيلم العلمي الوثائقي وجائزة" أفضل فيلم علمي" في مهرجان فيلم البحر الأبيض المتوسط.

صدر فيلم قصير قوي تحت عنوان: *Ocean acidification: Connecting science, industry, policy and public* (تحمّض المحيط: الربط بين العلم، اولصناعة، اولسياسة اولجمهور) في عام 2011 من قبل مختبر بلايموث البحري كجزء من برنامج التوعية بتحمّض المحيطات في المملكة المتحدة. ويجمع الفيلم بين مجموعة واسعة من أصحاب المصلحة بما في ذلك الأمير ألبرت الثاني أمير موناكو، أوطفال المدارس، وسماك بلايموث، اولمستشار العلمي الرئيسي للحكومة البريطانية، وممثلين عن الصناعة وادا ا رت وضع السياسات، فضلا عن مجموعة من العلماء الخب ا رء المعترف بهم دوليا. وتتوفر إصدا ا رت مترجمة من الفيلم المكون من 12 دقيقة بالبرتغالية الب ا رزيلية، الفرنسية اولكورية. وقد عرضت النسخة الانجليزية في أحداث كبرى في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك مؤتمر الأط ا رف 17 لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في دربان، ومؤتمر كوكب تحت الضغط في لندن. وعرضت النسخة الكورية في معرض اكسبو العالمي 2012 وفي الاجتماع الخاص ببحار شرق آسيا. في حين عرضت النسخة البرتغالية الب ا رزيلية على نطاق واسع خلال مؤتمر ريو20+ للأمم المتحدة المعني بالتنمية المستدامة.

## الغطاء الخلفي

صحيفة إلكترونية حمل نسخة من هذه الصحيفة الجديدة المختصة بتحمّض المحيطات لمعرفة المزيد عن هذه القضية، وذلك من خلال اتباع ال ا ربط
www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG/

## ما هي مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمض المحيطات على المستوى الدولي؟

يتمثل أحد التحديات الرئيسية في قضية تحمّض المحيطات في ضمان أن العلم الذي يفتح آفاقا جديدة بشأن قضايا مثل تحمّض المحيطات يتناول الأسئلة التي تحتاج إلى إجابة، وأن هذه الإجابات تصل بسرعة وفعالية إلى أيدي المستشارين السياسيين وصناع الق ا رر بحيث يمكن اتخاذ الإج ا رءات اللازمة. وتعتمد مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمّض المحيطات على المستوى الدولي (IOA-RUG) على التجربة الأوروبية والدولية في تسريع تبادل المعلومات بين العلماء والمستخدمين النهائيين.

وقد تكونت مجموعة المستخدمين الأصلية في عام 2008 لدعم أعمال المشروع الأوروبي بشأن تحمّض المحيطات (EPOCA)، والآن تدعم د ا رسات تكميلية في ألمانيا )برنامج الآثار البيولوجية لتحمّض المحيطات، BIOACID)، اوالمملكة المتحدة (البرنامج البحثي البريطاني حول تحمّض المحيطات، UKOA)، ومنطقة البحر الأبيض المتوسط )د ا رسة تحمّض البحر الأبيض المتوسط في مناخ متغير، MedSeA)، مع روابط قوية بمؤسسات مماثلة في الولايات المتحدة ومجموعة المستخدمين المعنية بتحمّض المحيطات الأست ا رلية. وتجمع مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمض المحيطات على المستوى الدولي بين مجموعة واسعة من المستخدمين النهائيين لدعم عمل كبار العلماء في الأبحاث المتعلقة بتحمّض المحيطات، ولتسهيل النقل السريع للمعرفة، وللمساعدة في القيام بأبحاث علمية عالية الجودة.

وتعتمد هذه الورقة البحثية على تجربة مجموعة المستخدمين، إلى جانب المعرفة المتوفرة من كبار الخب ا رء بشأن تحمّض المحيطات، لتكون بمثابة مقدمة لمستشاري السياسات وصناع الق ا رر بشأن هذه المسألة الحاسمة والعاجلة.

### مزيد من التفاصيل وجهات الاتصال

يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل حول عمل مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمّض المحيطات على المستوى الدولي وعضويتها من خلال اتباع ال ا ربط
www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG/
إذا كان لديك أي استفسا ا رت أخرى يرجى الاتصال بنا على العنوان:
policyguide-epoca@obs-vlfr.fr

### المصادر والمساهمين

تعتمد هذه الورقة البحثية على مادة سابقة قدمتها مجموعة المستخدمين المعنية بنتائج أبحاث تحمّض المحيطات على المستوى الدولي إلى جانب بعض المواد ذات الصلة. كما تعتمد على كتاب نشر مؤخ ا ر لهارولد-كوليب وهير )الاشيا هارولد-كوليب ودوروثي هير () 2011) تحت عنوان: تحمّض المحيطات وتغير المناخ: الفرص والتحديات في معالجة الموضوعين على حد سواء في إطار اتفاقية ( الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، سياسة مناخية، (DOI10.1080/14693062.2012620788.

ونحن ممتنون لجميع العلماء والخب ا رء الذين ساهموا في تطوير هذا التقرير، حيث ضمنت مساهماتهم تمثيل التقرير لإجماع واسع حول المعلومات الأساسية والإج ا رءات اللازمة بما يتعلق بتحمّض المحيطات.

Please cite this document as: Laffoley, D. d'A., and Baxter, J.M. (eds). 2012. Ocean Acidification: The knowledge base 2012. Updating what we know about ocean acidification and key global challenges. European Project on Ocean Acidification (EPOCA), UK Ocean Acidification Research Programme, (UKOA), Biological Impacts of Ocean Acidification (BIOACID) and Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate (MedSeA). 8pp.

تم إنتاج هذه الورقة البحثية بدعم مالي من برنامج الأبحاث البريطاني لتحمّض المحيطات، وهي تعتمد على أفضل مناهج التواصل التي تلعب دور الريادة فيها المبادرة البريطانية المعنية بالآثار البحرية لتغير المناخ.

Designed by Ian Kirkwood www.ikdesign.co.uk