

دليل تمهيدى خاص لصانعى السياسات ومنتخدى القرار



أجمعت التصريحات العلمية التى صدرت فى الأونة الأخيرة والمتعلقة بحمضية مياه البحار والمحيطات "حمض المحيطات" على أنه هناك تغيرات سريعة وغير مشهودة من قبل.

تم إعداد هذا الدليل التمهيدى بصفة خاصة لصانعى السياسات ومنتخدى القرار فى العالم، وهو بمثابة إشارة تنبيه للتأثير المزدوج على بحارنا من التغير المناخى وحمض المحيطات والناجمين عن إرتفاع معدلات ثانى أكسيد الكربون فى الجو. يحدد الدليل الحقائق الأساسية لخطورة وتطور حمض المحيطات التى تهدد النظم البيئية البحرية. تشير التسجيلات الجيولوجية لكوكب الأرض أن السلسلة الماضية لظاهرة حمض المحيطات كانت مرتبطة بإنقراض جماعى لبعض الكائنات، وأنه من المنطقى إفتراض أن السلسلة الحالية يمكن أن تؤدى إلى نفس العواقب. قد يكون هناك بعض الشك فى أن المحيطات تتعرض لتغيرات مفاجئة شديدة ستؤثر على حياة الإنسان الحالية وعلى الأجيال القادمة. إلا إذا تم إتخاذ إجراءات عاجلة وحاسمة.

حقائق ثابتة

- تمتص المحيطات حاليا حوالى 25% من غاز ثانى أكسيد الكربون الذى نبعثه.
- هذه "الخدمة" المستترة من المحيطات قدرت بأنها إعانة سنوية للإقتصاد العالمى تقدر بنحو 60 - 400 بليون دولار سنويا¹.
- إرتفاع حجم ومعدل إنبعاثاتنا من ثانى أكسيد الكربون يؤثر إضطراديا فى نظم المحيطات، ويتسبب فى إرتفاع حمضية مياه البحر - وتسمى هذه الظاهرة "حمض المحيطات".
- إرتفعت حمضية مياه المحيطات بنسبة 30% منذ بداية النهضة الصناعية وسيكون معدل الإرتفاع متسارع خلال العقود الزمنية القادمة. وعلى أحسن تقديراتنا سيكون ذلك المعدل أسرع عدة مرات من أى معدلات حدثت على مدار ال 55 مليون سنة الماضية.
- العديد من النباتات والحيوانات البحرية لها هياكل أو أصداف من مادة كربونات الكالسيوم، بعضها يكون سريع التأثر بأى زيادة ضئيلة فى الحمضية وهناك دلائل على أن البعض منها قد تأثر بالفعل. والعديد من تلك الكائنات سريعة التأثر لها أهمية إجتماعية وإقتصادية كبيرة مباشرة أو غير مباشرة، أو أهمية بيولوجية حيث أنها كائنات إنتاجية أولية أو بانية للشعاب.
- تأثير حمض المحيطات على الكائنات البحرية والسلسلة الغذائية سيؤدى إلى أضرار كبيرة فى العوائد الإقتصادية وربما يعرض الأمن الغذائى لتهديدات عظيمة وخصوصا فى البلدان التى تعتمد فى غذائها أساسا على البروتين البحرى.
- نظم بيئية مهمة ربما دمرت أو تدهورت نتيجة حمض المحيطات - ومن المتوقع إذا ما ظلت معدلات ثانى أكسيد الكربون فى الإرتفاع كما هو منتظر، فبحلول عام 2050 ستصل الظروف البيئية للحدود القصوى بالنسبة للشعاب المرجانية فى المناطق الدافئة ونتوقع إختفاء بعض الأنواع منها. وبحلول عام 2100 حوالى 70% من مرجانيات المياه الباردة يمكن أن تتعرض لمياه حمضية تسبب تاكلها.
- تأثير حمض المحيطات على الشعاب المرجانية سيعرض أمن المجتمعات الساحلية التى تعيش فى المناطق المنخفضة للخطر لأن الشعاب المرجانية حميها من أخطار النحر والغمر.
- الخفض الحاد والسريع لإنبعاثات ثانى أكسيد الكربون سيقود إلى الإستقرار، والإختزال المثالى لمعدلات ثانى أكسيد الكربون سيكون ضروريا لإبطاء تطور حمض المحيطات، والتغير المناخى العالمى أيضا.

الحقائق البسيطة - ماذا يجب أن تعرف عن تحمض المحيطات

لماذا هو مهم؟

العديد من النباتات والحيوانات البحرية لها هياكل أو أصداف من مادة كربونات الكالسيوم. البعض منها مثل الهائمات الدقيقة في قاعدة السلسلة الغذائية، المحار والرخويات التي نتناولها بصفة يومية كغذاء، وحتى النباتات التي تنمو على شكل قشري على سطح القاع وتؤدي إلى تماسك الشعاب المرجانية ببعضها. تفرز مادة كربونات الكالسيوم والتي ستذوب سريعا إذا ما واصلت حمضية البحار في الارتفاع. الحيود إلى نمط أكثر حمضية سيقبل من قدرة تلك الكائنات على بناء أصدافها. نحن توارثنا تلك الحيوانات والنباتات حتى الآن، ولكن تحمض المحيطات يمكن أن يهدد بقائها الدائم.

لا تمدنا المحيطات بالغذاء فقط بل بفوائد أخرى غير مباشرة: الهواء الذي نستنشقه يعتمد إلى حد كبير على صحة المحيطات من حيث إنتاجها للأوكسجين، والطبقات السطحية من مياه البحار التي تغذي تكوين السحب والذي يساعد في حجب أشعة الشمس عن كوكب الأرض. كما توفر المحيطات نحو نصف إنتاجية كوكب الأرض ويستفيد منها الإنسان بصورة مباشرة من خلال مصائد الأسماك والرخويات. وسياخذنا تحمض المحيطات إلى رحلة مجهولة المسار ونحن لا نملك إلا بعض التصورات الأولية عن كم تلك الموارد الأساسية التي ستتضرر.

ما هو تحمض المحيطات؟

تمتص المحيطات نحو 25% من غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي، والناج عن حرق الوقود الأحفوري وتغير استخدام الأراضي، ويذوب هذا الغاز في مياه البحر ليكون حمض الكربونيك. نتيجة لزيادة انبعاثاتنا من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي، إمتصت المحيطات كميات أكبر وبمعدلات مضطربة. وأدى ذلك إلى محاولة النظام البيئي إلى التأقلم مع التغير في المعدلات المعتادة من ثاني أكسيد الكربون والموجودة منذ آلاف السنين، وحدث تغير ملحوظ في كيميائية مياه البحار والمحيطات أدى إلى ارتفاع متوالي للحمضية.

منذ 250 سنة مضت ومع بداية النهضة الصناعية إرتفعت حمضية مياه البحار بنحو 30%. ويجب ملاحظة أن إرتفاع حمضية مياه البحار يخفض من الحالة القاعدية للمحيطات ويدفع بالتوازن القاعدي-الحمضي لمياه البحار إلى حيود غير طبيعي إلى الحمضية. إذا ما تسارع ذلك في غضون الأربعة عقود زمنية القادمة وكما هو منتظر، سيكون الإرتفاع الناتج في حمضية المحيطات أكبر بكثير مما شوهد خلال ال 21 مليون سنة الماضية. وتظهر التوقعات المستقبلية أنه بحلول عام 2060 يمكن أن ترتفع حمضية مياه البحار إلى نحو 120%. وعلى أحسن تقدير، فإن معدل الإرتفاع الحالي أسرع عدة مرات من أي معدلات حدثت على مدار ال 55 مليون سنة الماضية.

الطحالب الدقيقة المتكلسة من نوع *Calcidiscus leptoporus* - هذه الخلايا الدقيقة جدا يصل قطر كلا منها إلى 0.01 مم وهي تعتبر مكون رئيسي في قاعدة السلسلة الغذائية. الصورة الأصغر: الطحلب بعد تعريضه في المختبرات العملية لمعدلات تصل إلى 700 جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون وكما هو متوقع في عام 2100

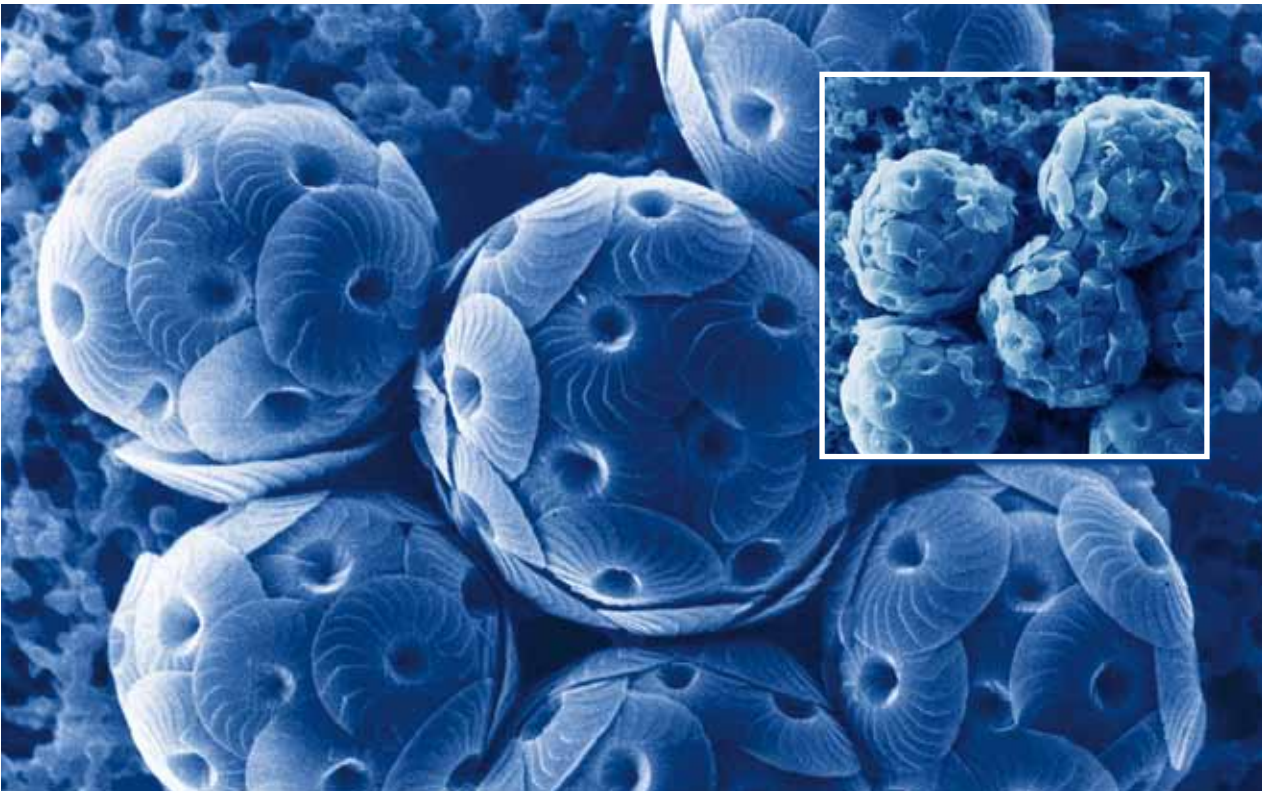


Photo © Jiri Rehešell, IMA-GEOMAR

Photo © Dan Larfley



قدرت عوائد مصايد الرخويات على المستوى المحلى فى الولايات المتحدة خلال عام 2007 بنحو 748 مليون دولار (19%). خسائر المصايد الناتجة عن حمض المحيطات يمكن أن تقود إلى تزايد فقدان العديد من الوظائف نتيجة خسائر الشركات العاملة فى المجال والتي تربطها تعاملات إقتصادية يصعب حاليا حصرها. ومن الواضح أن الخسارة الإقتصادية الثانوية التي تلى إنخفاض المصيد ستتركز فى مناطق محددة ليس للكثير منها القدرة الإقتصادية على التكيف لمواجهة إنخفاض العوائد من المصايد.

Ref: <http://oceanacidification.wordpress.com/2009/06/15/oysters-in-deep-trouble/>

<http://www.iop.org/EJ/abstract/1748-9326/4/2/024007/>

التأثيرات الإقتصادية؟

عادة ما تكون المياه العميقة فى البحار أكثر حمضية من المياه القريبة من السطح. وأحد تلك المؤثرات التي يمكن أن تنجم هو إتحاد تأثير تيارات المياه الصاعدة الشديدة مع إرتفاع حمضية مياه المحيطات على طول الساحل الغربى لأمريكا الشمالية والذي يمكن أن يسرع من معدل حرك المياه الحمضية ذات التأثير التآكلية والتي ستؤثر على البيئات والكائنات البحرية فى المناطق الضحلة والقريبة من الساحل.

فى عام 2007، وعلى الساحل الغربى للولايات المتحدة، لوحظ أن تلك المياه الطبيعية ذات الحمضية العالية قد إجتاحت المياه الساحلية وعرضت مناطق مصايد المحار للخطر على طول خط الساحل.

وعلى ضوء هذا الإكتشاف ومنذ عام 2005، هناك إنخفاض متوالى فى إستثمارات صناعة المحار والتي تبلغ 111 مليون دولار سنويا فى منطقة شمال-غرب المحيط الهادى الأمريكى. نتيجة الإنخفاض السنوى المتتالى لنسب جاح يرقات المحار فى البقاء حية. والآن مع دخول صناعة المحار لموسمها الصيفى الخامس فى ظل أكبر الكوارث التي شهدتها خلال العقود الزمنية الماضية، يقلق العلماء نظرية مزعجة، وهى أن المياه ذات الحمضية العالية والتي تتصاعد من أعماق المحيط الهادى جتاحت حاليا مناطق التفريخ المتواجدة على جوانب البحار ويمكن أن يكون لها تأثير تآكلية شديد يقضى على يرقات المحار.

ماذا يحدث الآن:

المحيطات بلا شعاب مرجانية مما سيؤثر ذلك على الأمن الغذائى والسياحة وحماية الشواطئ والتنوع الجوى.

مع إرتفاع حمضية ودرجة حرارة مياه البحار، تنخفض قدرة المحيطات على إمتصاص ثاني أكسيد الكربون الجوى، وهذا يؤدي إلى تسارع معدل تغير المناخ. ويعتمد المعدل الحالى لإرتفاع حمضية المحيطات على مدى سرعة إنبعاثاتنا من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوى. كلما كان الحد من تلك

مرجان المياه الباردة من نوع *Lophelia pertusa* ومعه روبيان يعيش بين أفرعه.



Photo © Amin Form, IFM-CROMAR

على مدار ال 250 سنة الماضية كان هناك نمط ثابت لإرتفاع حمضية سطح مياه المحيطات. حمض المحيطات ليس قضية نظرية عن كيمياء البحار. إرتفاع الظروف الحمضية أصبح ملموسا فى قياسات مياه البحار المفتوحة، وتم تسجيل ذلك بصورة دقيقة خلال الأعوام القليلة الماضية. من المتوقع أن أعلى معدلات إرتفاع فى الحمضية خلال العقدىين أو الثلاثة القادمين ستكون فى مياه المحيطات للمناطق التي تقع على خطوط العرض القصوى. وكذلك الحمضية الطبيعية لمياه التيارات الصاعدة فى بعض المناطق ستزيد خطورتها بزيادة حمض المحيطات، ولهذا تؤثر الآن مياه التيارات الصاعدة ذات الحمضية العالية على البيئات والكائنات البحرية الموجودة فى طبقات المياه الضحلة القريبة من الساحل.

ماذا يمكن أن يحدث فى المستقبل؟

حمض المحيطات لن يتسبب فقط فى توالى فقد العديد من الكائنات القدرة على بناء محاراتها، بل سيؤثر تدريجيا على بنية وكفاءة النظم البيئية. ويمكن لتحمض المحيطات أن يحفز سلسلة من التأثيرات من خلال السلسلة الغذائية البحرية. بداية من يرقات الأسماك والمحار والتي لها حساسية عالية. وسيؤثر هذا على الإستثمارات -ذات بلايين الدولارات- فى صناعة الأسماك ويهدد الأمن الغذائى للعديد من مجتمعات العالم الفقيرة. ستصبح معظم مناطق

أن التأثيرات تحدث على مستويات مختلفة عنه في الغلاف الجوي. وكذلك فإن الحلول الهندسية-الجيولوجية المقترحة لتغيير مخزون الأشعة في الغلاف الجوي. يجعل ذلك واضحا حيث أن نثر جزيئات الكبريتات في الطبقات العلوية من الغلاف الجوي لن يكون له تأثير على تركيز ثاني أكسيد الكربون الجوي ولن يساعد في تخفيف حمض المحيطات.

ماذا يمكن أن نفعل؟

حان الوقت الآن للعمل على الحد من حمض المحيطات ويجب أن يكون الهدف العلاجي هو خفض الزيادة السريعة لثاني أكسيد الكربون الجوي، والحد من معدلاته في المستقبل. فتحمض المحيطات سيستمر في التزايد. اليوم ما تزال التأثيرات ضئيلة نسبية، ولكن معدل التغيير في تزايد بالإضافة إلى ذلك، هناك فجوة زمنية تبدأ منذ إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحتى الوصول إلى حالة التوازن - مع إفتراض أننا يمكن أن نتجح في خفض وليس وقف (وهو ما لا يصدق) الإنبعاثات، فحمضية المحيطات ستظل في إزدیاد لبضعة سنوات أخرى. وتلك الخاصة للنظام البيئي تضع مكافأة لسرعة خفض الإنبعاثات وغرامة لتأخير التوصل إلى خفض واضح في الإنبعاثات. لذلك بينما كلا من حمض المحيطات والتغير المناخي يؤثر على كل حياتنا، فإن الأول يضيف ثقل كبير إلى البراهين المؤيدة للعمل على خفض سريع وحاد لإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

الإنبعاثات بمعدلات كبيرة وسريع. كلما زاد احتمال أن يستقر الوضع وربما ينعكس في النهاية. ولكن هناك بعض التغييرات التي لا يمكن تجنبها. وستظهر تأثيراتها أولا في المحيطات القطبية والجنوبية والتي ستكون الأعظم، وذلك طبقا لما تشير له قياسات وتوقعات التغيير في كيميائية المحيطات مقارنة بما كانت عليه قبل عصر النهضة الصناعية.

كيف يختلف حمض المحيطات عن التغيير المناخي:

التغيير المناخي ناتج عن محصلة تأثير مجموعة من غازات الإحتباس الحراري والتي تؤدي إلى إمتصاص كوكب الأرض لكمية أكبر من أشعة الشمس. بينما حمض المحيطات ناتج عن إرتفاع معدلات ثاني أكسيد الكربون الجوي فقط وذوبانه في المحيطات. في الوقت الذي مازالت هناك شكوك حول التأثيرات التي ستحدث بسبب التغيير المناخي. أصبحت التغييرات الكيميائية الموجودة في المحيطات مؤكدة ومتوقعة. ذوبان ثاني أكسيد الكربون في مياه البحر وتكوينه لحمض الكربونيك هو عملية مستقلة إلى حد كبير عن التغيير المناخي. مع أن إرتفاع درجة حرارة مياه البحار يقلل من قدرة ذوبان ثاني أكسيد الكربون. ولهذا فخفض تركيزات غازات الإحتباس الحراري الأخرى لن يكون له تأثير على حمض المحيطات. التغلب على حمض المحيطات ربما يحتاج إلى أهداف تختلف عن تلك التي يحتاجها التغيير المناخي. حيث

إزدیاد الضوضاء؟

هناك احتمال أن المحيطات ستكون في المستقبل ونتيجة لزيادة حمض المحيطات مكانا أكثر ضوضاء بالنسبة للثدييات البحرية مثل الحيتان والدراجيل. فقد عرف علماء الكيمياء البحرية ولعقود زمنية طويلة أن إمتصاص الأصوات في مياه البحار يتغير بتغير كيميائية المياه نفسها. فعند مرور الأصوات في مياه البحر، تتسبب في تذبذب مجموعات من الذرات، متصلة بذلك مجموعة من الأصوات ذات ترددات معينة. ويسفر ذلك عن العديد من التفاعلات الكيميائية الغير مفهومة جيدا بعد. وعموما فإن التأثير الإجمالي يتوقف بصورة كبيرة على درجة حمض مياه البحار، فكلما زاد التحمض إنخفضت معه القدرة على إمتصاص الأصوات ذات الترددات المنخفضة والمتوسطة.

على هذا، فكلما أصبحت المحيطات أكثر حمضية، كلما إستطاعت الأصوات أن تنتقل لمسافات أبعد تحت الماء، وخصوصا الأصوات ذات الترددات الأقل من 3.000 دورة في الثانية. هذه الطبقة من الأصوات تشمل معظم الأصوات ذات الترددات المنخفضة التي تستخدمها الثدييات البحرية في العثور على الغذاء أو العثور على الرفيق أثناء موسم التكاثر. وتشمل كذلك معظم الأصوات الصادرة تحت الماء من الأنشطة الصناعية والعسكرية، وكذلك من السفن والقوارب. مثل هذه الضوضاء تحت الماء والناجئة عن الإنسان زادت بطريقة مضطربة خلال الخمسين عاما الماضية بزيادة الأنشطة الإنسانية في المحيطات.

ويدعى البحث العلمي أن إنتقال الأصوات تحت الماء في المحيطات ربما زاد بمعدل 10% عما كان عليه خلال البضع



Photo © Reinhard Dirscherl/FLPA

مئات من السنين الماضية. وعلى ذلك، فمن المتوقع أنه بحلول عام 2050، وبناء على أكثر التوقعات تحفظا لإرتفاع حمض المحيطات، فإن الأصوات سيتمكنها الإنتقال بنحو 70% أبعد في بعض مناطق من المحيطات (وعلى وجه الخصوص في المحيط الأطلنطي). وهو ما يمكن أن يطور بشكل كبير من قدرة الثدييات البحرية للتواصل على مسافات كبيرة. ويمكن كذلك أن يضاعف من كمية الضوضاء التي يجب أن تتعايش معها تلك الكائنات.

Ref: Hester, K.C., E. T. Peltzer, W. J. Kirkwood, and P. G. Brewer (2008). Unanticipated consequences of ocean acidification: A noisier ocean at lower pH. *Geophysical Research Letters*, 35L19601. DOI:10.1029/2008GL034913

See also http://www.mbari.org/news/news_releases/2008/co2-sound/co2-sound-release.html

التأثيرات الأوسع انتشارا في المحيطات؟

رما يكون لتأثيرات حمض المحيطات على الحياة البحرية عواقب أكثر عمقا من تأثيرها على قدرة الكائنات على بناء أصدافها من كربونات الكالسيوم، أو نسبة جفاف اليرقات الحساسة لبعض الأنواع في تخطى الضرر والبقاء حية.

نحن ما زلنا في بداية مفترق الطرق بالنسبة للتفكير في بعض العواقب لهذه التأثيرات، الأكثر تعقيدا، على كيميائية المحيطات. من المجالات المثيرة للإهتمام، الأملاح المغذية والتي لها أهمية بيولوجية مثل النيتروجين والفوسفات، والسيليكا، والحديد، فهي ما يعتمد عليها غالبا نمو الهائمات في المحيطات. فكلما زادت حمضية المحيطات فإن ذلك، على الأقل نظريا، يخفض من تواجدها. التغير في نمط تواجد الأملاح المغذية يمكن أن يحدث نتيجة للتغيرات في طبقات مياه المحيطات والناجئة عن ارتفاع درجة حرارتها بسبب التغير المناخي، وهذا بالتالي يؤثر على الإنتاجية الأولية للمحيطات. من المحتمل أن كائنات الإنتاجية الأولية والمحفزة للسلسلة الغذائية البحرية يكون لها استجابات مختلفة للتغير في الظروف المحيطة، ما يغير من أو يؤثر على باقي كائنات السلسلة الغذائية والتي تعتمد عليها.



Photo © Marcos Shirley/ Plymouth Culture Collection

نحن نحتاج إلى إجراء أبحاث والحصول على نتائج ذات دلالات قوية قبل أن نصبح أكثر ثقة في فهم كيفية التغير الذي سيحدث في كيميائية المحيطات في المستقبل، وماذا سيعنى ذلك بالنسبة للنظم البيئية والكائنات البحرية، وما هي الفوائد التي تعود علينا من هذا النظام البيئي العالى.

Ref: Turley, C.M. and H. A. Findlay (2009). Ocean acidification as an indicator for climate change. In: *Climate and Global Change: observed impacts on Planet Earth* (ed. T. M. Letcher), Elsevier, Oxford, U.K.

حمض المحيطات يجب أن يميز لما هو عليه: فهو حدى عالمي ليس له مثيل من حيث الحجم أو الأهمية ويحتاج إلى إجراء سريع لإيقاف نمط ارتفاع الحمضية. لا توجد حلول عملية للتخلص من حمضية المحيطات بعد حدوثها ولكننا يمكن أن نعتد على الطبيعة لتأخذ مساراها. ستكون هذه عملية إستشفاء حتمية طويلة الأمد يمكن أن تستمر لأكثر من 10.000 سنة حتى تستعيد المحيطات توازنها الكربوني. وربما تستمر لفترة أطول للإستعاضة البيولوجية. هذا يمكن أن يحدث فقط من خلال إنخفاض حقيقى ومستمر وملحوظ في الإنبعاثات لتثبيت معدلات ثاني أكسيد الكربون الجوى وذلك من خلال الحد من إنبعاثاتنا وبإستخدام التكنولوجيا للتخلص من ثاني أكسيد الكربون.



Photo © Keith Hancock/SHUNCC

أضعف الروابط؟

نظام إعادة التدوير في المحيطات من أحسن النظم البيئية في العالم ولكنها غير معروفة جيدا بعد. ما هو غير مرئى، أنه يحدث المد بعد المد، ويمر العام بعد العام، وهناك العديد من الكائنات التي تعيش مختفية تحت قاع البحر تعمل على إعادة تحرير الأملاح المغذية والأساسية للحياة إلى مياه البحر لإمداد الهائمات بها والتي تتوقف عليها إنتاجية المحيطات والحياة بأكملها في البحر. تلك الأنواع الخفية والمسئولة عن إعادة التدوير هي البكتيريا وتساعدنا في عملها الرخويات والديدان والقشريات المنقبة وعدد من أنواع قنفذ وجلم البحر.

لم تنتهي الأبحاث بعد ولكن يبدو أن حمض المحيطات ربما سيضعف الروابط الموجودة في النظم البيئية. حيوان جلم البحر-الهش هو أحد الكائنات التي تساعد في عملية إعادة التدوير، وهو يعيش فوق أو داخل قاع البحر، يلوح بأذرع في المياه ليلتقط الغذاء المار فوقه. التحمض سيؤثر على ذلك النوع من الحيوانات بعدة طرق. عندما تتعرض البرقات لمياه بحر ذو حمضية مرتفعة قليلا يمكن أن يحدث موت جماعى لبعض أنواع من جلم البحر-الهش. وعندما تتعرض الأفراد الناضجة لمياه بحر ذو حمضية مرتفعة قليلا فإنه يبدو أن الحيوان سيحتاج للعمل أكثر حتى يمكنه بناء هيكل أشواكه من كربونات الكالسيوم، وسينتج عن ذلك عدم وجود طاقة كافية ليستخدمها في بناء العضلات اللازمة لأذرع الثمانية - وهو ما سينتهي إلى نقص في العضلات.

لدعم الجهود الدولية في خفض الإنبعاثات، هناك أيضا إجراءات إقليمية ومحلية يجب أن تتخذ لمساندة وإستعادة صحة المحيطات. ولهذا فنحن في أفضل موضع ممكن للتصدي إلى ما يمكن أن يأتي به حمض المحيطات. من المرجح أن شدة تأثيرات حمض المحيطات تعتمد جزئيا على إندماجها مع مؤثرات بيئية أخرى، مثل ارتفاع درجة حرارة المحيطات، الصيد الجائر ومصادر الملوثات الأرضية. نحن في حاجة إلى تحديد أى مناطق من المحيطات لها القدرة على التكيف مع التحمض. ونحتاج إلى تأمين تلك المناطق من خلال الإدارة الجيدة والحماية لضمان إستمرارية قدرتها على التكيف أو إستعادتها لتلك القدرة حتى تكون ملاذ مستقبلية للكائنات البحرية. وبالنسبة للمساحات الكبيرة من المحيطات فنحن بالمثل نحتاج إلى إيجاد سبل لزيادة القدرة على تكيف النظم البيئية للصمود أمام الضغوط التي سيفرضها حمض المحيطات. ليكون لها القدرة على مقاومة التغيرات وسرعة الإستشفاء.

Ref: <http://oceanacidification.wordpress.com/2008/12/24/near-future-level-of-co2-driven-ocean-acidification-radically-affects-larval-survival-and-development-in-the-brittlestar-ophiothrix-fragilis/>

<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/275/1644/1767.abstract>

عالم محيطاتنا المتغير - مشكلة عالمية

مع إستمرار إنبعاثاتنا، يستمر تأثرنا بذلك من خلال النظام الذي تتبعه مياه المحيطات لإمتصاص الكميات المتزايدة من ثاني أكسيد الكربون الجوي. نظرا لتعقيدات المحيطات وكيميائيتها فإن العواقب لن تكون بسيطة. فتأثيرات حمض المحيطات ستختلف في شدتها ووقت حدوثها، مع ظهور أكبر التغيرات نسبيا في المناطق القطبية أولا. ستعمل تأثيرات حمض المحيطات في توافق مع مؤثرات أخرى ناجمة عن التغير المناخي وعن كيفية إستخدامنا وسوء معاملتنا للبحار في الماضي والتي خفضت من قدرة البحار على المقاومة أو التكيف مع تلك التغيرات. والتأثيرات الناجمة ستظهر من خلال المحيطات - القلب الأزرق للكوكب والذي يشغل 70% من سطح الكرة الأرضية.

توضح الخريطة التالية النسب المتوقعة لإنخفاض مستوى التشبع بالأرجونيت منذ عام 1865 وحتى عام 2095 وذلك طبقا للسيناريو الذي وضع حسبها إنبعاثاتنا الحالية لغاز ثاني أكسيد الكربون. ويتضح أن أكبر التغيرات نسبيا ستكون في مناطق خطوط العرض القصوى شمالا وجنوبا حيث المياه أكثر برودة وتمتص كميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون الجوي.

Percentage decrease in Ω_{ar} , 1865 to 2095

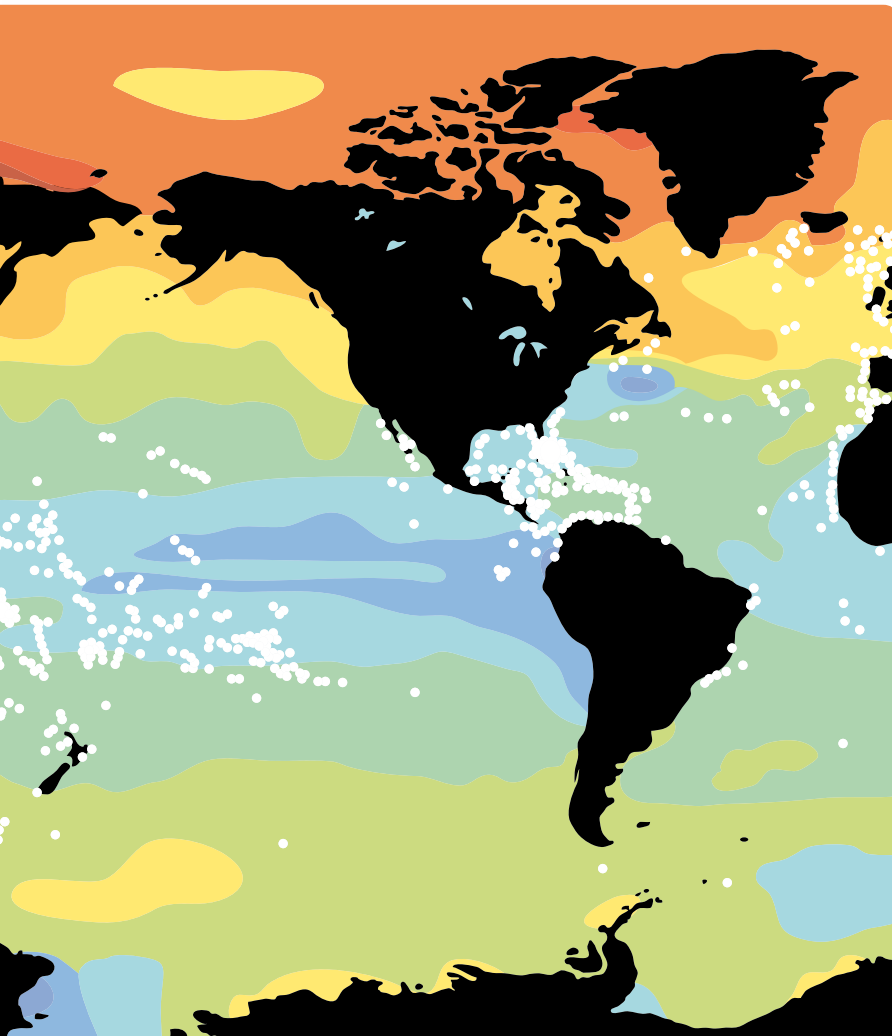
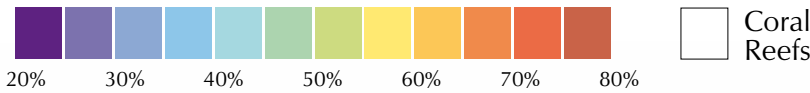


Photo © Russ Hopcroft/AMF



صوب أعلى، صوب أقوى

تعتبر المحيطات القطبية الباردة من أكثر المحيطات إنتاجية على كوكب الأرض. توجد في قاعدة السلسلة الغذائية مجموعات من الحلزونات هائمة في الماء وصغيرة تسمى بتيروبود (Pteropods) تستخدم أقدامها المتحورة لتسبح طريقها سباحة عبر مياه المحيطات. وتعتمد كل أنواع الحياة على مثل هذه الحيوانات والنباتات المتناهية في الصغر، حيث أن الحيوانات الكبيرة نسبيا والتي نعرفها تتغذى على تلك الأنواع الصغيرة التي لا نعرفها جيدا.

ولأن المياه الباردة يمكنها إمتصاص كميات ثاني أكسيد الكربون أكثر من المياه الدافئة، فإن حمض المحيطات أصاب المناطق القطبية بصورة مبكرة وأقوى. إرتفاع التحمض يمكن أن يقاس الآن في مياه تلك المناطق. كما أصبحت ردود الفعل البيولوجية واضحة (Moy *et al.*, 2009).

حلزون البتيروبود وبعض الهائمات المتكلسة الأخرى ربما تكون عرضة للتأثر بالزيادة في الحمضية. ومن خلال التجارب أظهرت أصدافها، والتي حميها من المفترسات وكذلك تستخدمها لتوازن حركتها خلال عملية الهجرة الأفقية اليومية، بطء في معدل النمو عندما تتواجد في مياه ذات حمضية مرتفعة (Comeau *et al.*, 2009). وأنها أصيبت بقضبات وتمشيط وذوبان جزئي عندما وضعت في مياه بحر حمضية (Orr *et al.*, 2005). لم يعرف بعد مدى تأثير حمض المحيطات على تلك الكائنات الرئيسية للحياة في مياه محيطاتنا الباردة. ولكن من المحتمل أن يكون كبيرا ويزداد أثره بتأثيره على كل السلسلة الغذائية في تلك النظم البيئية الحساسة.

Ref: Comeau, S., G. Gorsky, R. Jeffree, J. L. Teysié and J.-P. Gattuso (2009). Impact of ocean acidification on a key Arctic pelagic mollusc (*Limacina helicina*). *Biogeosciences*, 6, 1877-1882

Moy, A.D., W.R. Howard, S.G. Bray and T.W. Trull (2009). The reduced calcification in modern Southern Ocean planktonic foraminifera. *Nature Geoscience*, 2, 276-280. DOI: 10.1038/ngeo460

Orr, J.C., V.J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S.C. Doney, R.A. Feely, A. Gnanadesikan, N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, *et al.* (2005). Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437 (7059), 681-686

Photo © Dan Laffoley



Photo © Dan Laffoley/UCN



نيمو - تأئه فى البحر؟

نادرا ما ندرك أن الصفات الخاصة بالمحيطات تتحدد بقدرة يرقات الأنواع المنجرفة عبر تيارات المياه فى المحيطات على العثور على طريقها للبيئات المناسبة لمعيشة بنى جنسها!

يرقات العديد من الكائنات تعثر على البيئات المناسبة عن طريق حُسس (شعيرات الشم) العناصر الكيميائية فى مياه البحر والتي تعيش فيها الأفراد الناضجة. على سبيل المثال، سمكة المهرج، والمعروفة عند عشاق مشاهدة الأفلام بإسم "نيمو"، تجد طريق العودة إلى موطنها شقائق النعمان باستخدام شعيرات الشم. هذه الإحساسات ربما تتضرر بإرتفاع حمضية مياه البحر، وينتج عن ذلك إرتباك وربما تؤدي إلى إجذاب بعض الكائنات إلى أشياء كانت تتفادها سابقا (Munday et al., 2009). وترجح التجارب ذات المستوى المفرط فى دراسة حمض المحيطات، فقدان شعيرات الشم تماما.

Ref: <http://www.pnas.org/content/106/6/1848>

Munday, P.L., D.L. Dixon, J.M. Donelson, G.P. Jones, M.S.Pratchett, G.V. Devitsina and K.B. Døving (2009). Ocean acidification impairs olfactory discrimination and homing ability of a marine fish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(6), 1848-1852
doi:10.1073/pnas.0809996106

الفردوس المفقود

الشعاب المرجانية هي أغنى البيئات البيولوجية تنوعا على الأرض. وهي توفر الغذاء والموارد وحماية السواحل لمئات الملايين من الأشخاص. وهي تقع تحت وطأة أخطار مستمرة وكثيرة بسبب التغير المناخي، والذي يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المحيطات إلى معدلات أعلى مما تحتمله المرجانيات (مسببة إبيضاض المرجان)، والتي تتحد مع إرتفاع حمض المحيطات. المرجان فى الحاجز المرجاني الأعظم أظهر إنخفاض فى معدلات تكلسه، ربما كاستجابة لتأثيرات إندماج حمض المحيطات مع الإرتفاع فى درجة الحرارة (De'Ath et al., 2009).

إستوطنت المرجانيات البحار الإستوائية فى العالم لأكثر من 200 مليون سنة، ومن المنتظر أنه إذا ما إستمرت معدلات ثاني أكسيد الكربون الجوى فى الإرتفاع كما هو متوقع، فإنه بحلول عام 2050 ستصل الظروف البيئية للحدود القصوى بالنسبة لمرجانيات المياه الدافئة (e.g. Hoegh-Guldberg et al., 2007). ويمكن أن نتوقع إختفاء بعض الأنواع بحلول عام 2100 حوالى 70% من مرجانيات المياه الباردة يمكن أن تتعرض إلى مياه حمضية تسبب تأكلها (Guinotte et al., 2006) مما يمكن أن يمزق هذه النظم البيئية الهامة

Ref: <http://www.zsl.org/science/news/coral-reefs-exposed-to-imminent-destruction-from-climate-change,605,NS.html>

<http://www.wwnorton.com/cgi-bin/ceilidh.exe/pob/forum/?C350e5a913KHc-7127-411-90.htm>

De'Ath, G., J.M. Lough and K.E. Sabricius (2009). Declining coral calcification on the Great Barrier Reef. *Science*, 323,116-119doi:10.1126/science.1165283

Guinotte, J.M., J. Orr, S. Cairns, A. Freiwald, L. Morgan and R. George (2006). Will human induced changes in seawater chemistry alter the distribution of deepsea scleractinian corals? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(3), 141-146

Hoegh-Guldberg, O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, et al. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742
.doi:10.1126/science.1152509



الكثير من الأسئلة، والقليل من الإجابات، ووقت قصير للعمل

منذ أن أصبح تخمض المحيطات معروفاً في عام 2005 من خلال إصدار تقرير الجمعية الملكية، بدأ إهتمام ليس له مثيل بالعمل في تلك القضية، وكذلك إطلاق عدة نداءات من العلماء والمنظمات والهيئات الدولية لإتخاذ إجراءات عاجلة.

ماذا يقول العلماء

إتساع وعمق الإهتمام بالمشكلة ينعكس من خلال الإتفاق المدهش والمتزايد في تصريحات العلماء المتعلقة بتحمض المحيطات، والتي نسرد بعضها هنا.

- 2005: الجمعية الملكية "تحمض المحيطات يرجع إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون الجوي".
- 2006: المجلس الإستشاري الألماني للتغير المناخي صرح بأن محيطات المستقبل - تزداد دفئاً. ترتفع لأعلى. تتحول للحمضية.
- 2007: توصيات المبادرة الدولية للشعاب المرجانية الخاصة بتحمض المحيطات والشعاب المرجانية.
- 2007: تقرير التقييم الرابع للتغير في المناخ والصادر من الهيئة عبر الحكومية لمستشارين التغير المناخي (IPCC): تفر هيئة المستشارين بأنه توجد تهديدات عاجلة ومستقبلية لتحمض المحيطات على النظم البيئية للمحيطات.
- يونيو 2008: تحليل الوضع: إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتغير المناخي: تأثر المحيطات وقضايا التأقلم. المناخ والنظم البيئية في القطب الجنوبي الأسترالي - المركز المشترك للأبحاث.

■ أغسطس 2008: إعلان هونولولو المتعلق بتحمض المحيطات وإدارة الشعاب. من إعداد صون الطبيعة وإصدار الإتحاد الدولي لصون الطبيعة.

■ ديسمبر 2008: إعلان موقف الإتحاد الأوروبي للعلوم الجيولوجية من تخمض المحيطات.

■ يناير 2009: إعلان موناكو.

■ يونيو 2009: تصريح هيئة المستشارين عبر الأكاديمية والمتعلق بتحمض المحيطات.

■ يونيو 2009: مؤسسة العلوم الأوروبية - موجز السياسة العلمية لتأثيرات تخمض المحيطات.

■ يونيو 2009: التقرير التحليلي لمؤتمر التغير المناخي: المخاطر العالمية، التحديات والقرارات. والذي أعد فور إنتهاء المؤتمر في 10-12 مارس 2009.

■ يوليو 2009: ملخص لتخذي القرارات من الندوة الثانية ل "المحيطات في عالم ذو معدلات عالية من ثاني أكسيد الكربون".

■ يوليو 2009: جمعية لندن لعلم الحيوان. البرنامج الدولي لحالة المحيطات (IPSO) وتصريح الجمعية الملكية المتعلق بمستقبل الشعاب المرجانية.



نمط إرتفاع حمضية مياه المحيطات قد بدأ قياسه بالفعل في المياه المفتوحة للمحيطات.

ما هي الدراسات التي تجرى حالياً؟

خلال السنوات القليلة الماضية كان هناك تطور ملحوظ في الدراسات العلمية لتفهم ما يحدث الآن وما يمكن أن يحدث في المستقبل نتيجة تخمض المحيطات.

الوقت ليس في جانبنا - فالمحيطات أصبحت بالفعل أكثر حمضية. مطلوب الآن إجراءات حاسمة لإنبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومقاييس وقائية لتوفير أقصى حماية للنظم البيئية الحساسة.

الدراسات الحالية تركز على تفهم عواقب وآليات تلك المشكلة العالمية لتحديد أحسن الأساليب للتعامل معها. هناك حاجة لضمان تحديد إهتمامات الدول النامية بالقدر الكافي. وكذلك فإن الحقائق العلمية الجديدة يجب أن تنشر سريعاً على المجتمع العلمي بمجرد التوصل إليها.

الأبحاث الكبيرة التي ما زالت تحت القيد أو التي في مراحل متقدمة تشمل:

- الإتحاد الأوروبي: اللجنة الأوروبية قامت بتمويل المشروع الأوروبي لتغير المناخ (EPOCA)، وهو مبادرة لدراسة "تحمض المحيطات وعواقبه" كنشاط مشترك بين عدد من الدول ويشمل 29 مختبراً يقع في 9 دول أوروبية. أبحاث ذلك المشروع يتم إجراؤها الآن بالفعل وتهدف إلى



مرجان المياه الباردة من نوع *Lophelia pertusa* ويظهر البوليب وهو ممتد للخارج ليلتقط غذائه.

متابعة حمض المحيطات وتأثيراته على الكائنات والنظم البيئية البحرية، لتحديد مخاطر استمرار الارتفاع فى التحمض، ولفهم كيفية تأثير تلك التغيرات على نظام كوكب الأرض.

■ **المملكة المتحدة:** فى 2004-2007 أجريت دراسة حول تأثيرات البيئة البحرية بثانى أكسيد الكربون (IMCO2)، بتمويل من هيئات حكومية. وفى ربيع 2009 أعلنت المملكة المتحدة عن بدأ برنامج يستمر لمدة 5 أعوام ويتمويل قدره 11.8 جنيه إسترلينى، لدراسة التغيرات فى النظم البيئية للمحيطات نتيجة لتحمض المحيطات (يتشارك فى النفقات كل من: مجلس أبحاث البيئة الطبيعية وقسم البيئة، شئون التغذية والقرى (Defra) وإدارة الطاقة والتغير فى المناخ (DECC).

■ **ألمانيا:** التأثيرات البيولوجية لتحمض المحيطات (BIOACID). هذا المشروع المشترك يضم 18 معهد بحثى وهو مول من الوزارة الفيدرالية للتربية والأبحاث (BMBF) ولدة أولية 3 أعوام تبدأ من سبتمبر 2009. والهدف الرئيسى للمشروع هو دراسة تأثيرات حمض المحيطات على الكائنات البحرية بداية من ما تحت الخلية وحتى النظام البيئى ككل، والتأثيرات المحتملة على خدمات النظام البيئى والتتابعات البيوجيوكيميائية.

■ **الولايات المتحدة:** القرار الفيدرالى لأبحاث ومراقبة حمض المحيطات: فى 2009. وقام الرئيس أوباما بالتصديق على القانون رقم 11-11 فى مارس 2009. وينص القرار على أن الإدارة الوطنية للمحيطات والمناخ والمؤسسة الوطنية للعلوم، والوكالات الفيدرالية الأخرى تعمل معا على تطوير برنامج وطنى لتحمض المحيطات يبدأ فى 2010.

■ **اليابان:** يوجد خمس برامج كبيرة فى اليابان مولة لإجراء أبحاث لها علاقة بتحمض المحيطات. وزارة البيئة اليابانية تدعم برامج الأبحاث لتتوصل إلى معرفة التأثيرات المستقبلية لتحمض المحيطات على الكائنات البحرية المختلفة باستخدام أعقد التقنيات العلمية. وزارة التربية والعلوم والرياضة والثقافة (MEXT) والوكالة اليابانية لعلوم البحار والتكنولوجيا (JAMSTEC) يدعمها أيضا أبحاث حمض المحيطات، على سبيل المثال أبحاث فى مجال تصميم برامج محاكاة لكوكب الأرض باستخدام كمبيوتر فائق السرعات لتوقع حمض المحيطات فى المستقبل.

■ **الصين:** بدأت كلا من وزارة العلوم والتكنولوجيا والمؤسسة الصينية للعلوم الوطنية فى دعم أبحاث متخصصة فى مجال حمض المحيطات. CHOICE-C اسم المشروع الجديد الذى تم تمويله ولدة 5 أعوام لدراسة ارتفاع ثانى أكسيد الكربون وحمض المحيطات فى البحار على الحدود الصينية، وهو مشروع مشترك يضم سبعة معاهد علمية كبيرة ويتمويل يبلغ 34 مليون RMB. وقد بدأت المؤسسة الصينية للعلوم الوطنية فى تمويل أبحاث حمض المحيطات منذ عام 2006، وهناك العديد من المشاريع البحثية على المستوى الوطنى جارى حاليا لإستكشاف تأثيرات حمض المحيطات على الكائنات المتكلسة.

■ **كوريا:** المؤسسة الكورية للعلوم والهندسة قامت بتمويل مشروع لدراسة تأثيرات ارتفاع ثانى أكسيد الكربون ودرجة الحرارة على المجموعات الطبيعية للهائمات البحرية، ويضم المشروع خمس مختبرات بحثية كورية.

■ **أستراليا:** حمض المحيطات فى أستراليا يتركز فى القطب الجنوبى والمناطق الأسترالية. مركز الأبحاث المشترك للمناخ والنظم البيئية فى القطب الجنوبى (شراكة بين CSIRO و AAD ومكتب الأرصاد الجوية وجامعة تاسمانيا) تتركز أبحاثه فى المحيط الجنوبى وتتضمن متابعة التغيرات فى كيميائية مياه البحر وإستجابة الكائنات الرئيسية لتلك التغيرات. فى المناطق الإستوائية، بدأ مشروع متابعة ونمذجة مشترك، بين CSIRO و NOAA-USA و NIES-Japan وجامعة كوينزلاند، فى منطقة الحاجز المرجانى الأعظم ومنطقة جنوب المحيط الهادى. حساسية الحاجز المرجانى الأعظم تجاه حمض المحيطات ركز عليها أيضا المعهد الأسترالى لعلوم البحار والعديد من الجامعات (الجامعة الوطنية الأسترالية، جامعة كوينزلاند، جامعة سيدنى، جامعة جيمس كوك) من خلال متابعة طويلة الأجل لمياه الشعاب، ودراسة البيئة-التاريخية من خلال دراسة تراكيب هياكل المرجان، وتجارب ميدانية ومعملية على كائنات الشعاب المرجانية.

عالم محيطاتنا المتغير - مشكلة عالمية

بالإضافة إلى توافق آراء التصريحات والدراسات العلمية التي تجرى حالياً أو المخطط لها. هناك عدد من التقارير الرئيسية التي تم إصدارها عن تخمض المحيطات.

المرة الأولى التي يصبح فيها صانعي السياسات على دراية بتحمض المحيطات كانت من خلال المؤتمر الدولي عام 2005 عن *Avoiding Dangerous Climate Change: A Scientific Symposium on Stabilisation of Greenhouse Gases* وعقد هذا المؤتمر تحت رئاسة المملكة المتحدة خلال الاجتماع الثامن G8. وبإشتراف حوالي 200 عالم دولي معروف من 30 دولة. ناقش المؤتمر العلاقة بين تركيز غازات الاحتباس الحراري الجوي. وارتفاع درجة حرارة الجو 2 درجة مئوية (3.6 فهرنهايت) الحد الأعلى للإحترار العالمي وهو الذي تم إعتبره حينئذ ضروري لتفادي أخطر تأثيرات الإحترار العالمي. وفي الماضي كان التركيز المقبول به عامة هو 550 جزء في المليون.

أول الإصدارات المهمة عن تخمض المحيطات والتي تلت المؤتمر. وثيقة سياسات أصدرتها الجمعية الملكية عام 2005 *Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide* وفيها برز تخمض المحيطات على أنه خطر ملحوظ على العديد من الكائنات المتكلسة والتي يمكن أن تغير من السلسلة الغذائية وبقى عمليات النظام البيئي مما سيؤدي إلى انخفاض التنوع البيولوجي للمحيطات. وقد وضعت المجموعة المكلفة بالعمل توصيات لسياسات محددة. تشمل تحديد تراكم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لتفادي الأضرار الوشيكة من تخمض المحيطات.

في عام 2006. أصدر المجلس الألماني لمستشاري التغير العالمي وثيقة *The Future Oceans – Warming Up, Rising High, Turning Sour* تقدم هذه الوثيقة مخاطر التخمض بين سياق عمليات تأثير المحيطات بالعوامل الأخرى لتغير المناخ. وكان هناك توجيه لصانعي السياسات على ضرورة التعرف على دور ثاني أكسيد الكربون كأحد مخاطر المحيطات. خلال المفاوضات المستقبلية في إطار إتفاقية الأمم المتحدة للتغير المناخي.

Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research وهو عمل مشترك بين NSF و NOAA و USGS. هذا التقرير صدر في عام 2006 وهو ملخص عن آخر ما توصل إليه العلم بشأن العواقب البيولوجية للتخمض. وخصوصا التأثيرات على الكائنات المتكلسة. ويختتم التقرير بإقتراح جدول أعمال للأبحاث وإبراز الحاجة للبحث العلمي لوضع التغيرات البيولوجية الناتجة عن التخمض في شكل مرجعي تاريخي.

في عام 2006. تم إصدار تقرير بواسطة إتفاقية حماية البيئة البحرية لشمال-شرق الأطلنطي (إتفاقية أوسبار OSPAR). *Effects on the Marine Environment of Ocean Acidification Resulting from Elevated Levels of CO₂ in the Atmosphere*. وهو من نتاج ورشة العمل المتخصصة في مجال أبحاث تخمض المحيطات.

منذ عام 2007 وتبعاً. بدأ تخمض المحيطات في الظهور بانتظام في تقارير المملكة المتحدة عن التأثيرات البحرية للتغير المناخي. وأخذ ذلك شكل *Annual Report Cards* (MCCIP). وفي أبريل 2009 حدثت تغطية أكبر لتخمض المحيطات من خلال إصدارهم الذي يستكشف *Ecosystem Linkages*. ويعتمد هذا الإصدار على التقارير السنوية السابقة ليظهر كيف أن طبيعة الروابط المتداخلة للنظام البيئي البحري تضاعف قوة العديد من التأثيرات المنفردة الناتجة عن التغير المناخي.

برنامج الولايات المتحدة لكربون والبيوجيوكيميائية المحيطات (OGB) قام برعاية ورشة عمل بالتعاون مع NOAA و NASA و NSF. عقدت في معهد سكريبس لعلوم المحيطات بهدف إعداد إستراتيجية الولايات المتحدة للأبحاث. تم إعداد الخطة بالتعاون مع 100 عالم لدراسة تأثيرات تخمض المحيطات على أربعة بيئات بحرية متباينة: الشعاب المرجانية. الحدود الساحلية. النظم البيئية الإستوائية-فوق إستوائية في المحيطات المفتوحة. والمناطق الواقعة على خطوط العرض في أقصى الشمال. وقدمت الأبحاث المقترحة في تقرير عام 2008 وتشمل *Present and Future Impacts of Ocean Acidification on Marine Ecosystems and Biogeochemical Cycles*.

كذلك في 2008. تم إعداد وثيقة سياسات هامة قدمت إلى الحكومية الأسترالية: *Position Analysis: CO₂ Emissions and Climate Change: Ocean Impacts and Adaptation Issues*. تمت صياغة هذا التقرير ليصف عملية التخمض. ويحدد التأثيرات البيولوجية والإنسانية. ويقدم إلى الحكومة الأسترالية مقترحات تتعلق بتطوير السياسات. وكان ملحق بالتقرير مطوية حقائق من ورقة واحدة تخمض المحيطات: التأثيرات الأسترالية في محيط عالمي. ناقشت تخمض المحيطات في نطاق علمي: ماذا نعرف. ما المطلوب معرفته. ماذا يمكن أن نفعل.





فى عام 2009 صدر تقرير هام آخر. يدعم سمو الأمير ألبرت أمير موناكو *The Monaco Declaration*. وفى إحدى جلسات عمل المؤتمر الدولى الثانى المحيطات فى عالم ذو معدلات عالية من ثانى أكسيد الكربون. أبدى سموه رغبة جديّة فى صياغة إعلان موناكو. ووافق على الإعلان 155 عالم من 26 دولة. وكلهم من الباحثين الرواد فى مجال حمض المحيطات وتأثيراتها. ويناشد إعلان موناكو صانعى السياسات للعمل سريعا على تفادى الأضرار الجسيمة والواسعة النطاق. والتي تنشأ كلها من ارتفاع تركيزات ثانى أكسيد الكربون الجوى. العمل سريعا على إحتواء هذه المشاكل وإعداد خطط لتثبيت ثانى أكسيد الكربون الجوى عند المعدلات الآمنة. لن يضمن فقط تفادى التغيرات الخطيرة فى المناخ بل وتفادى أخطار حمض المحيطات أيضا.

نتج عن نفس الإجتماع فى المؤتمر الدولى الثانى المحيطات فى عالم ذو معدلات عالية من ثانى أكسيد الكربون. إصدار *A Summary for Policymakers* عن آخر النتائج التي توصلت إليها الأبحاث والتي قدمت فى المؤتمر. مزيد من المعلومات التحليلية عن التقارير العلمية. وأولوية الأبحاث فى مجال حمض المحيطات (2009). متاحة على الموقع الإلكتروني www.ocean-acidification.net

ما هى مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات؟

Photo © Marie-Dominique Prizay, CNRS



علماء EPOCA والغواصين أثناء جُميعهم لكائنات حية من قاع البحر وتسجيلهم لمعلومات بنية فى المنطقة القطبية.

التحدى الرئيسى هو ضمان تصدى العلم لموضوعات مثل حمض المحيطات والإجابة عن التساؤلات التي تطرح وضمن سرعة وكفاءة وصول تلك الإجابات إلى صانعى السياسات ومنتخدى القرار حتى يمكن إتخاذ الإجراءات المناسبة. مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات (RUG) تم تشكيلها فى المملكة المتحدة من خبرات أوروبية ودولية فى مجال سرعة إقتفاء تبادل المعلومات بين العلماء والمستفيدين.

تأسست مجموعة العمل RUG فى عام 2008 لدعم عمل المشروع الأوروبى لتحمض المحيطات (EPOCA). وتم زيادة نطاق عملها لتدعم دراسات تكميلية فى كلا من ألمانيا (BIOACID) والمملكة المتحدة وبعلاقات قوية مع نظام مائل فى الولايات المتحدة. كونت مجموعة العمل RUG قاعدة عريضة من المستفيدين لدعم عمل العلماء الرواد فى مجال حمض المحيطات. وتيسير سرعة إنتقال المعرفة. والمساعدة فى وصول العلم الجيد لمستفيديه.

هذا الدليل تم إعداده على ضوء خبرة مجموعة العمل RUG. بالتعاون مع الخبراء الرواد فى حمض المحيطات. لتقديم تمهيد إلى صانعى السياسات ومنتخدى القرار عن تلك القضايا الحرجة والطارئة.

■ مجموعة العمل RUG تم تشكيلها بممثلين من:

Alfred Wegener Institute of Polar and Marine Research, BP, Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CNRS), Canadian Tourist Industry Authority, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Climate Central (Princeton University), Conservation International, Directorate of Fisheries (Norway), Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM), Greenpeace, International Atomic Energy Agency, Leibniz Institute of Marine Sciences (IFM – GEOMAR), International

Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), International Union for the Conservation of Nature (IUCN), Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Marine Institute (Ireland), Natural England, Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Plymouth Marine Laboratory, Rolls Royce, Royal Institution, Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), Scottish Natural Heritage, Stockholm Resilience Center, The Nature Conservancy, UK Climate Impacts Programme, UNEP World Conservation Monitoring Center, WWF.

■ المراقبين: اللجنة الأوروبية. شراكة المملكة المتحدة للتأثيرات البحرية للتغير المناخى. مؤسسة أوك (Oak). أوشيانا (Oceana).

Sarah Cooley, Woods Hole Oceanographic Institution, MA, USA

Scott Doney, Woods Hole Oceanographic Institution, MA, USA

Richard A. Feely, NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, WA, USA

Jean-Pierre Gattuso, CNRS, Villefranche-sur-mer, France

Will Howard, Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, University of Tasmania, Australia

Ulf Riebesell, IFM-GEOMAR, Kiel, Germany

Donna Roberts, Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, University of Tasmania, Australia

Carol Turley, Plymouth Marine Laboratory, UK

Ed Urban, SCOR, Newark, DE, USA

اللجان الوطنية SCOR (اللجنة العلمية لأبحاث المحيطات) من الصين وفرنسا وأسبانيا ساعدت في ترجمة هذه الوثيقة إلى اللغات الصينية والفرنسية والأسبانية. النسخة العربية ترجمها محمد قطب من الهيئة الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن (PERSGA). نحن نشكرهم جميعاً لمساعدتهم على نشر هذه المعلومات على من لا يتحدث الإنجليزية.

ضمان الجودة

أعد هذا الدليل مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات (RUG)، والتي قامت بدعوة الباحثين الرواد للمراجعة العلمية الدقيقة. نود أن نوجه الشكر إلى هؤلاء الأشخاص على مساهماتهم في إعداد هذا الدليل.

نرجو التنويه عن هذه الوثيقة كالتالي:

مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات (2009) دليل تمهيدى خاص لصانعي السياسات ومتخذي القرار

Laffoley, D. d'A., and Baxter, J.M. (eds). European Project on Ocean Acidification (EPOCA). 12pp.

تم إنتاج هذه الوثيقة بتمويل من Natural England و EPOCA، ومعتمدة على أفضل وسائل الإتصال التي توصلت إليها شراكة المملكة المتحدة لتأثيرات التغير المناخي.



دليل على الشبكة الإلكترونية

يمكن تحميل نسخة من هذا الدليل التمهيدى لتحمض المحيطات يشتمل على روابط لعدد من المواقع الأخرى والتعرف على المزيد من المعلومات عن أحدث الأبحاث في ذلك المجال. <http://www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG/>

تفاصيل وعناوين أخرى

يمكن العثور على تفاصيل أخرى عن أنشطة مجموعة العمل المرجعية لتحمض المحيطات (RUG) والمشروع الأوروبي عن حمض المحيطات في موقعنا الإلكتروني: <http://www.epoca-project.eu/index.php/Outreach/RUG/>

وإذا كان هناك أي إستفسارات يمكنك التواصل معنا على البريد الإلكتروني: policyguide-epoca@obs-vlfr.fr

قائمة مصادر المعلومات والمشاركين:

هذا الدليل التمهيدى تم إعداده بالإعتماد على العمل المتاح والذي تم إجاره بالفعل عن حمض المحيطات. نود تقديم الشكر للإصدارات التالية والتي ساهمت في إعداد هذا الدليل:

The frequently asked questions from ocean-acidification.net, the Summary for Policy Makers from the Second Symposium on The Ocean in a High-CO₂ World, the IAP Statement on Ocean Acidification, the European Science Foundation Science Policy Briefing, the Honolulu Declaration on Ocean Acidification, an unpublished report by the Nature Conservancy (Carbon Dioxide Induced Ocean Acidification: An Intemperate Issue), and newsletter 73 from the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP).

ونود تقديم الشكر كذلك إلى العلماء التالي أسمائهم والذين شاركوا بتقديم الرأي في إعداد هذا التقرير:

Jelle Bijma, Alfred Wegener Institute of Polar and Marine Research, Germany