frontiers | فرونتيرز.. العلوم للعقول الشابة

عجائب البحر الأحمر: مسطح مائي مُفعم بشتى أشكال الحياة

حرره
Rúben M. Costa and Christian R. Voolstra

حول فرونتيرز

فرونتيرز أكثر من مجرد دار نشر لمقالات العلمية مفتوحة الوصول: إنها نهج رائد لعالم الأوساط الأكاديمية، حيث تعمل بشكل جذري على تحسين طريقة إدارة الأبحاث العلمية. تسعى فرونتيرز لإتاحة فرص متساوية لجميع الناس للبحث عن المعرفة وتبادلها وتوليدها. فرونتيرز متاحة للجميع عبر الإنترنت ولكن هذا وحده لا يكفي لتحقيق أهدافنا الكبرى.

حول فرونتيرز للعقول الشابة

تعتقد فرونتيرز للعقول الشابة أن أفضل طريقة لتعريف الجمهور الأصغر سنًا بالاكتشافات العلمية المتطورة هي تمكين الصغار والعلماء للعمل معًا على تقديم مقالات دقيقة ومثيرة للاهتمام في نفس الوقت من حيث المحتوى، لهذا السبب تتم دعوة العلماء المتميزين للكتابة عن اكتشافاتهم المتطورة والحديثة بلغة سهلة على القراء الصغار، ومن ثم تتم إتاحة الفرصة للصغار - بمساعدة مرشدي العلوم - لتقديم ملاحظات وتوضيحات للمؤلفين حول كيفية تحسين المقالات على أفضل وجه قبل النشر.

ونتيجة لذلك، تقدم فرونتيرز للعقول الشابة مجموعة من المقالات العلمية المتاحة مجانًا التي يكتبها نخبة من العلماء المتميزين ويراجعها الصغار حتى تخرج بشكل يناسب القراء الصغار.

ما هي مجموعات فرونتيرز للعقول الشابة؟

المجموعة هي سلسلة من المقالات المنشورة حول موضوع بحث في مجال معين. ويقوم بتنظيمها وتحريرها خبراء في هذا المجال لأجل قديم تغطية أكثر شمولاً لوجهات النظر والنتائج حول موضوع البحث. نسعى إلى رفع مستوى فهم العلوم الأساسية، لذلك توفر مجموعات فرونتيرز للعقول الشابة لمجتمعنا الدولي إمكانية الوصول إلى أحدث البحوث وأكثرها جوهرية ؛ والأهم من ذلك، تمكين الأطفال من إبداء آرائهم. تتم مراجعة كل مقال وفقًا لمبادئ فرونتيرز للعقول الشابة. اكتشف المزيد حول كيفية استضافة مجموعة فرونتيرز الخاصة بك أو المساهمة في واحدة كمؤلف من خلال الاتصال بمكتب تحرير: kids.arabic@frontiersin.org

FRONTIERS EBOOK COPYRIGHT STATEMENT

The copyright in the text of individual articles in this ebook is the property of their respective authors or their respective institutions or funders. The copyright in graphics and images within each article may be subject to copyright of other parties. In both cases this is subject to a license granted to Frontiers.

The compilation of articles constituting this ebook is the property of Frontiers.

Each article within this ebook, and the ebook itself, are published under the most recent version of the Creative Commons CC-BY licence. The version current at the date of publication of this ebook is CC-BY 4.0. If the CC-BY licence is updated, the licence granted by Frontiers is automatically updated to the new version.

When exercising any right under the CC-BY licence, Frontiers must be attributed as the original publisher of the article or ebook, as applicable.

Authors have the responsibility of ensuring that any graphics or other materials which are the property of others may be included in the CC-BY licence, but this should be checked before relying on the CC-BY licence to reproduce those materials. Any copyright notices relating to those materials must be complied with.

Copyright and source acknowledgement notices may not be removed and must be displayed in any copy, derivative work or partial copy which includes the elements in question.

All copyright, and all rights therein, are protected by national and international copyright laws. The above represents a summary only. For further information please read Frontiers' Conditions for Website Use and Copyright Statement, and the applicable CC-BY licence.

ISSN 2296-6846
ISBN 978-2-8325-3297-3
DOI 10.3389/978-2-8325-3297-3

عجائب البحر الأحمر: مسطح مائي مُفعم بشتى أشكال الحياة

محررو المجموعة
Rúben M. Costa — King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia
Christian R. Voolstra — University of Konstanz, Germany; King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

مُترجَم ومقتبس من
Costa, R. M., Voolstra, C. R., eds. (2023). *An Alien Place on Earth: The Red Sea as a Model for Future Oceans*. Lausanne: Frontiers Media SA. doi: 10.3389/978-2-8325-3297-3-ar

صورة الغلاف
FourPlus Studio

التخصصات المشاركة

التنوع الحيوي

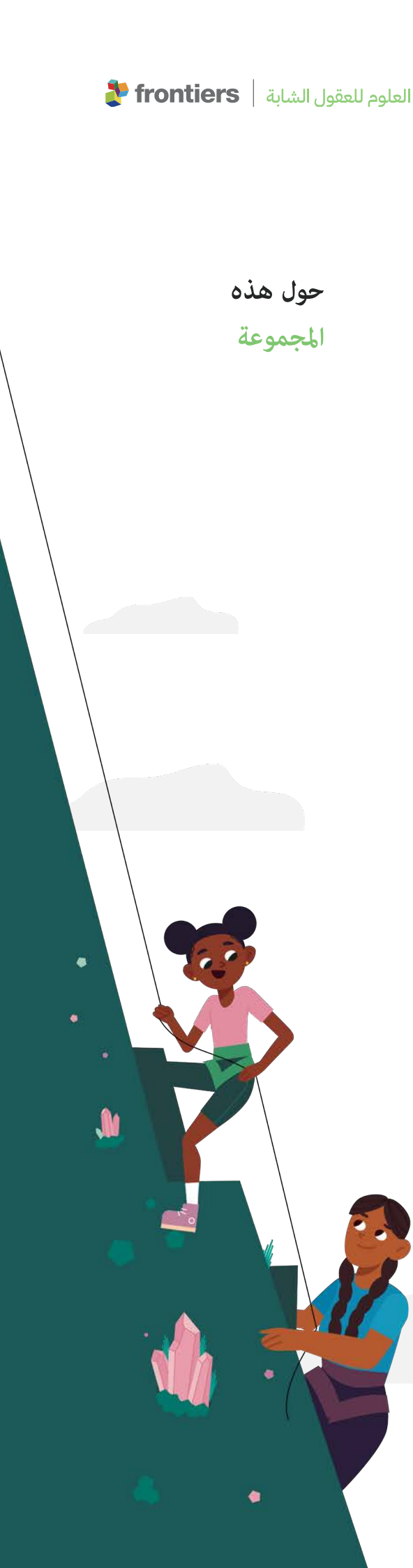
حول هذه المجموعة

محيطاتنا تتغير بشكل ملحوظ. تسببت غازات الاحتباس الحراري المرتفعة في زيادة متوسط درجة حرارة الأرض (أو الاحتباس الحراري) وساهمت في ما نعرفه الآن باسم تغير المناخ. وهذا بدوره له تأثير كبير على المحيطات والكائنات الحية التي تعيش فيها. بالنظر إلى أن المحيطات تتغير بسرعة كبيرة، كيف تتأثر الكائنات البحرية بهذا؟ هل يمكنهم التكيف؟ كيف يمكننا دراسة تلك التعديلات؟ من أين يجب أن نبدأ؟

بين أفريقيا وآسيا، وفي منطقة الشرق الأوسط، توجد كتلة هائلة من مياه البحر متصلة بالمحيط الهندي من ناحية الجنوب. يُطلق على هذا المسطح المائي اسم البحر الأحمر. يقول البعض أن سبب تسميته البحر "الأحمر" وجود بكتيريا بنية تميل للحمرة في مياهه، كما يقول آخرون أن اللون الأحمر كان يمثل «الجنوب» (من حضارة البحر الأبيض المتوسط) في العصور القديمة. جعل موقع البحر من بيئته بيئة فريدة ذات درجات حرارة وملوحة عالية (كمية الملح المذابة في الماء)، مما يخلق تدرجًا بيئيًا معقدًا من الشمال إلى الجنوب بطول يزيد عن ألفي كيلومتر. على الرغم من هذه الظروف القاسية والغريبة تقريبًا، فإن البحر الأحمر هو موطن لأشجار المانغروف الخضراء الكبيرة ومروج الأعشاب البحرية، وأكثر من ألف نوع من الأسماك (العديد منها فريد من نوعه في البحر الأحمر)، ومئات الأنواع من الشعاب المرجانية وعدد لا يحصى من اللافقاريات. على المستوى المجهري، نقوم باكتشافات جديدة كل يوم بحيث تتزايد معرفتنا بتنوع البكتيريا والطحالب الدقيقة والفيروسات باستمرار.

ولكن إذا كان من الصعب جدًا الحفاظ على الحياة في البحر الأحمر، فكيف لا تزال كل هذه الكائنات تزدهر فيه؟ هذا هو أحد الأسئلة العديدة التي يحاول العلماء الإجابة عليها من خلال دراسة كيف يمكن للعوامل اللاأحيائية مثل درجة الحرارة والملوحة والمغذيات في البحر الأحمر أن تؤثر على كائناته (أو تنوعها الحيوي). علاوة على ذلك، نظرًا لظروفه القاسية، يمكن للبحر الأحمر أيضًا أن يعمل كمختبر فريد للدراسة والتعرف على التأثيرات المستقبلية لتغير المناخ على النظم البيئية: فهو يمثل آلة زمن تسمح لنا بالنظر في مستقبل المحيطات الاستوائية و يتيح لنا فهم كيفية ازدهار الكائنات الحية في التطرف البيئي.

الهدف من هذه المجموعة هو استكشاف آخر الأبحاث حول التنوع البيولوجي في البحر الأحمر وقابليته للتكيف مع التغير البيئي. من الشعاب المرجانية والعلاقات المفيدة المتبادلة (التعايش) بين الكائنات الحية، إلى الأعشاب البحرية وبرك المحلول الملحي، ونطمح إلى تعلم كيف يمكن للحياة أن تجد طريقة للازدهار حتى عندما تبدو الاحتمالات ضدها. والأهم من ذلك، من خلال فهم الظروف الحالية للبحر الأحمر، قد نتمكن من التنبؤ بكيفية تكيف الكائنات الحية من مناطق أخرى مع المناخ سريع التغير.



في ذكرى مُحبة لنورة زهران، النجمة المشرقة من البحر الأحمر.

فهرس الموضوعات

الفصل الأول - أشكال الحياة المذهلة في البحر الأحمر

06 **البحر الأحمر: مسطح مائي مُفعم بشتى أشكال الحياة!**
Marcelle M. Barreto, Marcela Herrera and Manuel Aranda

14 **لماذا تعتبر الشعاب المرجانية بقاعًا مفعمة بالحياةفيالمحيطات؟**
Nils Rädecker and Claudia Pogoreutz

22 **ثروات الشعاب المرجانية: كشف الستار عن المخلوقات الخفية التي تسكن الشعاب المرجانية**
Jennifer Otoadese and Susana Carvalho

31 **كيف تحمي الأعشاب البحرية الحدود الساحلية؟**
Marco Fusi and Daniele Daffonchio

الفصل الثاني - دروس مستفادة من البحر الأحمر: من الكائنات المحلية إلى الفضاء البعيد

38 **الأسماك المهاجرة تمد البكتيريا بالغذاء في أعماق البحار**
Maria Ll. Calleja and Xosé Anxelu G. Morán

46 **شعور بالتُخمة فريد من نوعه: ميكروبات الأمعاء المذهلة تساعد الأسماك الآكلة للعشب على هضم الأعشاب البحرية**
Matthew D. Tietbohl, David Kamanda Ngugi and Michael L. Berumen

54 **أحواض المياه شديدة الملوحة وعلاقتها بالحياة خارج كوكب الأرض!**
André Antunes

الفصل الثالث - الحياة في المستقبل: كيفية النجاة في البيئات القاسية

61 سر قوة المرجان في المياه المالحة: كيف تعزز الملوحة العالية من قوة المرجان
Hagen M. Gegner and Christian R. Voolstra

الفصل الرابع - عندما تسوء الأحوال...

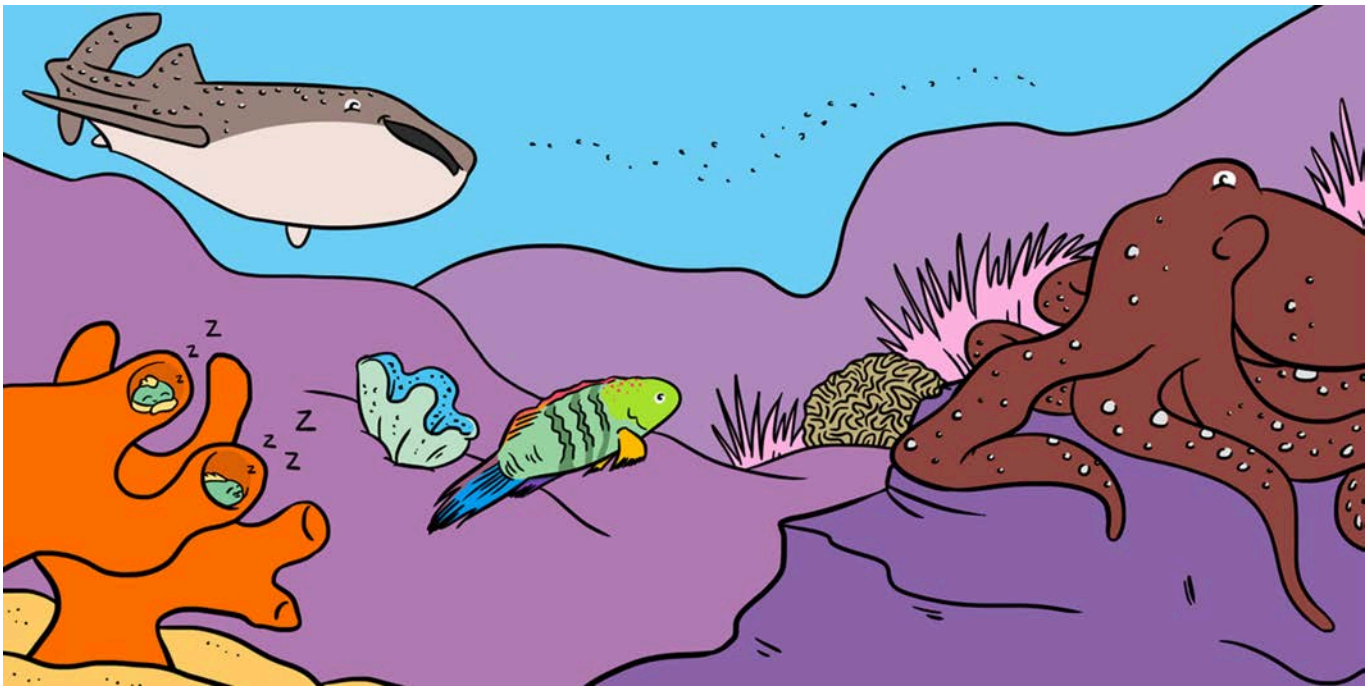
70 حيوانات المرجان مريضة: مرض الحزام الأسود يهاجمها
Ghaida Hadaidi and Christian R. Voolstra

الفصل الخامس - ... وعندما تعود الحياة

76 حيوانات المرجان تنجو من الإجهاد الحراري بمساعدة بسيطة من الطحالب الصديقة المتعايشة معها!
Maha Joana Cziesielski and Manuel Aranda

84 المعينات الحيوية: طوق النجاة لحيوان المرجان في المياه الحارة
Phillipe Rosado, Natascha Varona, Jonathan A. Eisen and Raquel S. Peixoto

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022
doi: 10.3389/frym.2021.571379-ar



البحر الأحمر: مسطح مائي مُفعم بشتى أشكال الحياة!

Marcelle M. Barreto*, Marcela Herrera and Manuel Aranda
قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية/مركز أبحاث البحر الأحمر، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ثول، المملكة العربية السعودية

هل تساءلت ذات مرة كم عدد الأنواع التي تعيش في هذا المكان؟ يُشير مصطلح "التنوع الحيوي" إلى جميع أنواع النباتات والحيوانات الموجودة في أنحاء العالم، مع التأكيد على أهميتها لرفاهية العالم الذي نعيش فيه، حيث يؤدي كل كائنٍ حي دورًا معينا في البيئة، فضلًا عن اعتماد الأنظمة البيئية على نسب التنوع الحيوي الموجودة في البيئة. فعلى سبيل المثال، الكائنات الحية الدقيقة الشبيهة بالنباتات والتي تعيش في المحيطات مسؤولة عن إنتاج معظم الأكسجين الذي نتنفسه. كما تعتبر أشجار المانجروف (الأيكة الساحلية) والشعاب المرجانية موطنًا للعديد من الأسماك الرائعة، فضلًا عن أنها تحمي سواحلنا من العواصف. ويعتبر البحر الأحمر أحد أكثر البحار في العالم التي تشهد تنوعًا حيويًّا كبيرًا، حيث يعتبر موطنًا مميزا للعديد من الأنواع المختلفة من الكائنات الحية، والتي لا يمكن أن تعيش في أي مكانٍ آخر في العالم. ويقدر العلماء وجود حوالي 29 نوعًا من أسماك القرش، و17 نوعًا من الحيتان والدلافين، و5 أنواعٍ من السلاحف البحرية، و1078 نوعًا من الأسماك، و359

المراجعون الصغار

FABIAN
العمر: 14

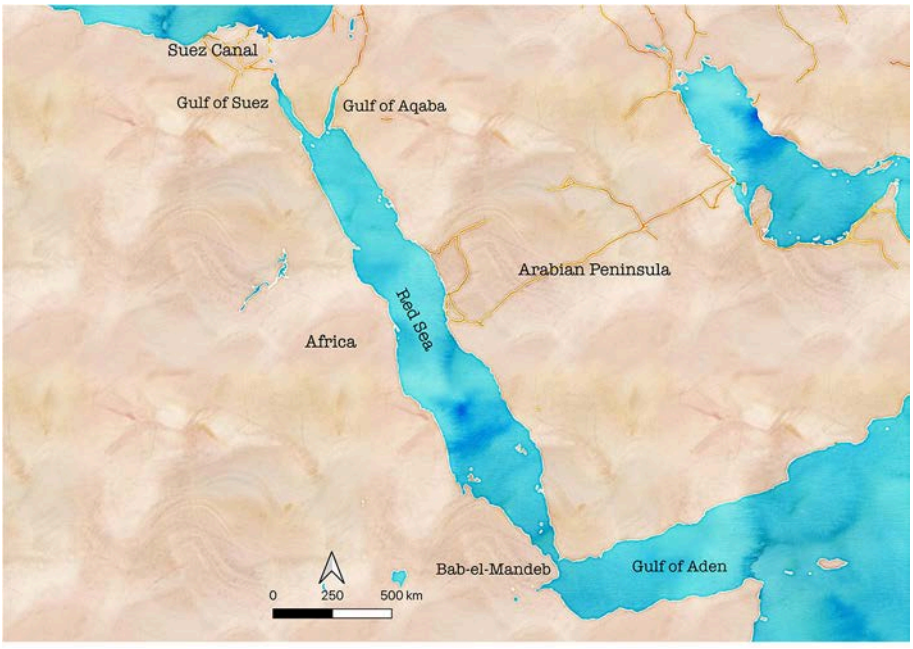
نوعًا من الشعاب المرجانية الصلبة، فضلا عن الكثير من اللافقاريات في مياه البحر الأحمر. ناهيك عن كل الكائنات الحية الدقيقة التي لا نستطيع رؤيتها!

البحر الأحمر وتنوعه الحيوي الفريد

البحر الأحمر هو مسطح مائي كبير يفصل قارة إفريقيا عن قارة آسيا، ويتصل بالبحر الأبيض المتوسط عبر قناة السويس التي حفرها البشر بأيديهم، كما يتصل بالمحيط الهندي عبر مضيق في خليج عدن يعرف باسم "مضيق باب المندب" (الشكل 1). وقد بدأ البحر الأحمر في التكون بسبب مجموعة من الأحداث: حركة الصفائح التكتونية في كل من قارة إفريقيا وشبه الجزيرة العربية، بالإضافة إلى التغير في مستوى سطح البحر خلال العصر الجليدي الذي تعرضت له الكرة الأرضية قبل 30 مليون سنة. وقد أصبح البحر الأحمر ضحلًا ومعزولًا، حتى إنه قد حدّ في نهاية المطاف من حركة الحيوانات والنباتات إلى المحيط الهندي. وعلى النقيض من العديد من البحار، فإن البحر الأحمر لا يستقبل أي مياه من الأنهار العذبة، وهو ما يجعل مياهه شديدة الملوحة. إنه حقًا أحد أكثر البحار ملوحة على سطح الأرض! وبالإضافة إلى ذلك، فمياهه تتسم بالدفء، ذلك لأن المناخ في هذه المنطقة من العالم شديد الحرارة ومشمس جدًّا. وتختلف الأحوال والظروف في المحيط الهندي كثيرًا عن نظيرتها في البحر الأحمر، وهو ما يحتم على هذه الأنواع من الكائنات الحية التي تعبر إليه (البحر الأحمر) أن تمر **بأوجه تكيف** حتى تتمكن من العيش في مياهه [1]. ولهذا السبب، يعيش الكثير من الأنواع الحية في مياه البحر الأحمر، مع التأكيد على عدم وجودها في أي مكان آخر في العالم.

أوجه التكيف أو التأقلم (ADAPTATIONS)

يقصد بها الخصائص التي يتمتع بها الكائن الحي والتي تساعده في البقاء حيّا في بيئته.



شكل 1

خريطة البحر الأحمر وتوضح خصائصه الجغرافية الأكثر أهمية. بيانات الخريطة مقدمة بواسطة Stemen Design، بموجب CC BY 3.0. المعلومات مقدمة من OpenStreetMap، بموجب CC BY SA.

حيث يلتقي المحيط باليابسة

تمامًا كما يوجد لدينا غابات قائمة على اليابسة، فهناك أيضًا أشجار وشجيرات تنمو في المياه المالحة بالقرب من الشاطئ في الأماكن الحارة مثل البحر الأحمر. وهي الغابات التي تعرف بغابات المانجروف (الأيكة الساحلية)، وهذه الغابات مهمة جدًا، حيث إنها تحمي شواطئنا من الأمواج العاتية، فضلا عن أنها موطن للعديد من الحيوانات. تختلف أشجار المانجروف عن الأنواع الأخرى من الأشجار، حيث إنها قد مرت بعمليات تكيف خاصة مكنتها من العيش في البحر، إذ تحتوي جذورها على الكثير من المسام التي تساعدها على التنفس، وهو الأمر الذي يعد بالغ الأهمية لها في هذه البيئة شحيحة الأكسجين.

كما أن لديها أيضا العديد من الطرق التي تزيل بها الملح الزائد (الشكل 2A). ويمكن لأنواعٍ معينة من أشجار المانغروف أن تطرد أكثر من 90% من الملح الذي تمتصه من مياه البحر! وهناك أنواع أخرى من النباتات تعيش في البحر. وتعيش الأعشاب البحرية تحت سطح الماء، حيث توفر المأوى والغذاء لكائنات حية مثل السلاحف وأبقار البحر. كما تؤدي الأعشاب البحرية دورًا مهما أيضا يتمثل في حماية السواحل من **التآكل؛** حيث تقوم أوراقها بتهدئة قوة الأمواج والمساعدة في نصب الشراك للرواسب مثل الرمال أو الطين.

التآكل (EROSION)

عملية إزالة التربة والصخور والرواسب بفعل القوى الطبيعية مثل التيارات المائية أو الرياح.

عالم الشعاب المرجانية

الشعاب المرجانية (الشكل 2B) عبارة عن **أنظمة بيئية** خاصة لا يمكن أن توجد إلا في أماكن محددة من العالم، إذ تغطي هذه الشعاب مساحة أقل من 1% من أسطح المحيطات في العالم! وتضم مياه البحر الأحمر واحدة من أطول سلاسل الشعاب المرجانية في العالم، والتي تمتد لقرابة 2000 كم على كل جانبٍ [2]. وتتكون الشعاب المرجانية بشكل رئيسي من حيوانات المرجان، وهي عبارة عن مستعمرات من حيواناتٍ دقيقة تعرف بالبوليبات (حيوانات مائية بسيطة). وتنتمي كل من هذه البوليبات وشقائق البحر وقنديل البحر والمرجانيات إلى طائفةٍ من الكائنات الحية تعرف بالقراصات أو اللاسعات. وعلى الرغم من وجود أنواع عديدة من المرجان، فإنه من الممكن تقسيمها إلى مجموعتين: المرجان الصلب والمرجان الرخو. وكما يوحي الاسم، فإن المرجان الصلب يتمتع بهيكل صلبٍ، وهو ما لا يوجد في النوع الرخو منه. ويتخذ المرجان أشكالًا وألوانًا عديدة ومختلفة! ويعد المرجان المخي أحد أكثر أنواع المرجان انتشارًا في البحر الأحمر (الشكل 2C). هل تفهم السبب وراء تسميته بهذا الاسم؟

النظام البيئي (ECOSYSTEM)

مجتمع يضم الكثير من الكائنات الحية المختلفة والتي تعيش سويًّا وتتفاعل مع بيئتها المادية من حولها.

تعتبر الشعاب المرجانية موطنًا للكثير من الكائنات البحرية الأخرى والمهمة لإبقاء مستعمرات المرجان في حالة اتزانٍ. فلكل حيوان دور مهم في النظام البيئي الخاص بالمرجان. ينتمي الكثير من هذه الحيوانات إلى طائفة **اللافقاريات،** وهو ما يعني أنها لا تمتلك أعمدة فقرية أو هياكل عظمية داخلية. فعلى سبيل المثال، تعيش شوكيات

اللافقاريات (INVERTEBRATES)

الحيوانات التي ليس لها أعمدة فقرية أو هياكل عظمية داخلية.

الجلد في قاع البحر، حيث لا يمكنها السباحة (الشكل 2D). ولعلك قد رأيت بعضًا من هذه الكائنات؛ مثل نجوم البحر، وقنافذ البحر، وخيار البحر، ونجوم البحر الريشية ونجوم البحر الهشة الصغيرة. وتغطّي هذه الحيوانات جميعها بأشواكٍ تحميها من المفترسات، ولكن الشيء الأكثر روعة من هذا كله هو أن لديها ما يُعرف بالتناظر الشعاعي، وهو ما يعني أنه يمكنك تقسيم أجسادها إلى أجزاء متطابقة، تمامًا كما تقوم بتقسيم البيتزا إلى شرائح مثلثة متساوية! وتحمي شوكيات الجلد الشعاب المرجانية، إذ تأكل الطحالب، ومن ثم تمنعها من النمو عليها بحيث لا تحجب هذه الطحالب - إذا نمت - ضوء الشمس عن مستعمرات المرجان. وبالإضافة إلى ذلك، يعيش عددٌ من شوكيات الجلد في جحورٍ في الرمال، ومن ثم فإنها تتسبب بحركتها في زيادة كمية الأكسجين التي تتخلل الرواسب، وهو ما يمكن بدوره الكائنات الحية الأخرى من العيش هناك.

كما يمكن أيضا العثور على القشريات المعروفة للناس في شعاب البحر الأحمر المرجانية (الشكل 2E). هل سبق ورأيت سرطان البحر أو الجمبري أو الكركند؟ جميع هذه الحيوانات لديها **هياكل عظمية خارجية** توفر لأجسامها الدعم والحماية. ويعتبر الجمبري المسدس مثالًا جيدًا على القشريات التي تعيش في الشعاب المرجانية. وتمتلك هذه الأنواع من الجمبري كماشات ضخمة، إحداها أضخم من الأخرى. وتمكن هذه الكماشات من إحداث صوت طقطقة.

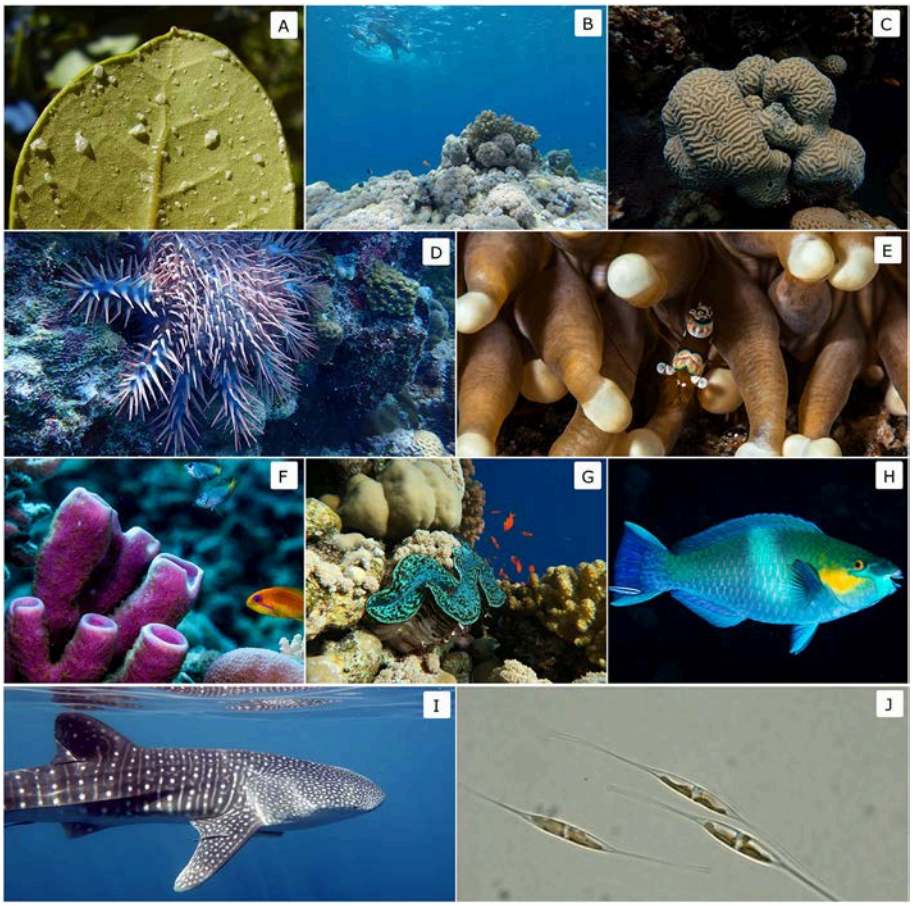
الهياكل العظمية الخارجية (EXOSKELETONS)
الهياكل الخارجية التي توفر الدعم والحماية لأجسام الحيوانات اللافقارية.

وفي الحقيقة، عندما تذهب لممارسة الغوص في البحر الأحمر، فمن المحتمل أن تسمع هذا الصوت! فهي تستخدم حركة هذه الكماشة لتصعق فريستها.

ويعد الإسفنج أحد الحيوانات غير التقليدية التي تتواجد بكثرة في شعاب البحر الأحمر المرجانية، فهو ينتمي إلى طائفة الاسفنجيات. وهي حيوانات بسيطة جدا تقضي جميع حياتها مرتبطة بمكان واحد في الشعاب المرجانية. وتزخر أجساد هذه الحيوانات بالمسام؛ وهي عبارة عن فتحات صغيرة ترشح جزيئات الغذاء والأكسجين من الماء. ويتواجد الإسفنج في أشكالٍ وألوانٍ عديدة مختلفة. وحيث إن الكثير من أنواع الإسفنج عبارة عن أنابيب مجوفة، فإنها توفر مساكن جيدة للحيوانات الدقيقة مثل الجمبري والديدان والأسماك (الشكل 2F). ومن ثم، يمكنك رؤية الكثير من الأسماك نائمة داخل في فتحات حيوان الإسفنج في الليل!

تنتمي الحيوانات مثل بزاق البحر وحلزونات البحر، والحيوانات ذات الصدفتين مثل المحار وبلح البحر والأخطبوط والحبار إلى طائفة الرخويات. وعلى الرغم من أنها ذات أجساد طرية، فإن الحيوانات ذات الصدفتين منها تُكوّن صدفة صلبة لحماية نفسها. وفي شعاب البحر الأحمر المرجانية، يمكنك أن ترى بسهولة الحيوان الرخوي المشهور: محار البحر الضخم (الشكل 2G)، حيث تُسهّل الأنسجة الزرقاء الزاهية المتواجدة بين صدفاته رؤية هذه الحيوان الرخوي الضخم. وتعيش حيوانات المحار في علاقة **تبادل منفعة** مع الطحالب، والتي تولد الطاقة من عملية البناء الضوئي، ومن ثم تمنحها للمحار.

علاقة تبادل منفعة (SYMBIOTIC)
علاقة وثيقة يستفيد من خلالها كلا الطرفين من الآخر.



شكل 2

شكل 2

التنوع الحيوي في البحر الأحمر **(A)** إفراز الملح تحت ورق المانجروف. **(B)** النظام البيئي للشعاب المرجانية **(C)** المرجان المخي. **(D)** نجم البحر المكلل بالشوك. **(E)** الجمبري. **(F)** الإسفنجات البحرية. **(G)** المحار العملاق. **(H)** سمكة الببغاء الصدئة. **(I)** القرش الحوت **(J)** الدياتوم، نوع من العوالق (حقوق الصور: **a.** Peripitus, Wikimedia commons; **B-D:** Marcelle Muniz Barreto; **E,F,H:** Morgan Benett-Smith; **G:** Susann Rossbach; **I:** Royale Hardenstine; **J:** Francisco Aparicio).

وفي ظل وجود هذه الطاقة الزائدة، يستطيع هذا النوع من المحار أن ينمو بصورة أكبر من نظائره من أنواع المحار الأخرى. ويعتبر الأخطبوط المُقلِد مثالًا آخر في هذا الصدد، حيث يمكنه تغيير لونه ليمتزج مع محيطه، فضلًا عن أنه يقذف نوعًا من الحبر لتشتيت انتباه المفترسات. وإذا قطعت أذرع هذا النوع من الأخطبوط، فيمكنه أن يبنيها مرة ثانية!

وعلى النقيض من اللافقاريات، تمتلك الأسماك هياكل عظمية وأعمدة فقرية - ومن ثم، فهي تنتمي لطائفة الفقاريات. كما تمتلك الأسماك أيضًا خياشيم تمكنها من الحصول على الأكسجين من المياه. وجميع الأسماك مهمة لصحة الشعاب المرجانية، حيث يؤدي كل منها وظيفة مختلفة. حيث تلتهم الأسماك آكلة النباتات في البحر الأحمر، مثل سمكة الببغاء (الشكل 2H) وسمكة الجرَّاح أنواعًا عديدة من الطحالب، كما تساعد أيضا في السيطرة على نموها حتى لا تنمو على المرجان. أما الأسماك آكلة اللحوم مثل الهامور والقروش، فإنها تبقى على الاتزان قائمًا في مجموعات الأسماك الأصغر حجمًا وغيرها من الكائنات الحية.

من الكبير إلى الصغير

لا تمثل الشعاب المرجانية التي تعيش في البحر الأحمر إلا جزءًا واحدًا فقط من التنوع الحيوي الموجود فيه. إذ يعيش الكثير من الكائنات البحرية في المحيطات المفتوحة، وتتراوح أحجام هذه الكائنات من المجهرية إلى الكبيرة جدًا. فعلى سبيل المثال، تعد القروش أحد أقدم الفقاريات على الأرض، حيث يعتقد العلماء أن القروش الأولى قد أتت للحياة قبل أكثر من 400 مليون سنةٍّ! ويعيش في مياه البحر الأحمر 29 نوعًا من القروش [3]. ويعتبر قرش الحوت أحد هذه الأنواع الـ 29 التي تعيش في مياه البحر الأحمر (الشكل 2I). وفي واقع الأمر، فإن هذا القرش هو أحد أضخم الأسماك في العالم، حيث يمكن أن يبلغ طوله قرابة 20 مترًا، أي أضخم من أتوبيس المدينة [4]! وتنتشر النقاط على جميع أنحاء جسد هذا النوع من القروش في أنماط تميز كلًا منها عن الأخرى.

ويمكنك أيضًا رؤية الثدييات البحرية مثل الحيتان والدلافين في مياه البحر الأحمر. وهي تنتمي إلى طائفة تعرف بالحوتيات، والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين: حيتان بالينية والتي تستخدم الشعيرات في فمها لالتقاط فرائسها من المياه؛ والحيتان المسننة والتي تستخدم أسنانها في الإمساك بفرائسها. ويوجد قرابة 17 نوعًا من الحوتيات في البحر الأحمر [5]. ويمكن لهذه الحيوانات استخدام خاصية **تحديد الموقع بالصدى؛** حيث تستخدم الموجات الصوتية المنعكسة لرسم خارطة لمحيطها، وهو ما يمكنها من العثور على فرائسها، ويجعلها تتجنب المفترسات أيضًا، ومن ثم التنقل بحرية في البيئات التي تعيش فيها. ويمثل كل من التلوث الضوضائي الناجم عن حركة مرور القوارب، أو ذلك الناتج عن صناعة البترول نوعًا من الخطورة على الحوتيات، حيث يمكن أن يؤثر سلبًا على قدرتها على تحديد المواقع بالصدى.

تحديد الموقع بالصدى (ECHOLOCATION)

تقنية تستخدمها بعض الحيوانات (مثل الدلافين والخفافيش) للتنقل في بيئتها، حيث تصدر هذه الحيوانات موجات صوتية ثم تستمع إلى الصدى الناتج عنها للتعرف على الأشياء القريبة منها.

ماذا عن الكائنات الحية التي لا يمكننا رؤيتها؟ إن المحيط ملئ بالكائنات الحية الدقيقة جدًا التي لا ترى بالعين المجردة. وتعرف هذه الكائنات باسم "العوالق". وهي متنوعة وتتواجد بكثرة، حيث إن مقدار ملعقة شاي واحدة من مياه البحر تحتوي على الآلاف منها! وتعتبر العوالق النباتية أحد أنواع هذه النباتات التي تقوم بعملية البناء الضوئي. وهذه العوالق مهمة لجميع أنواع الحياة البحرية، حيث تشكل أساس **شبكة الغذاء** البحرية. كما أن هذه العوالق النباتية مسؤولة أيضا عن الكثير من الأكسجين الذي نتنفسه. أما العوالق الحيوانية، فهي إما حيوانات دقيقة تعيش كامل حياتها كعوالق (الشكل 2J) أو يرقات تمثل المراحل الأولى من حياة الحيوانات الأكبر حجمًا مثل القشريات والمحار والأسماك. وتنفذ العوالق الحيوانية أضخم عملية هجرة يومية على سطح الكوكب: حيث تتواجد في النهار في المياه الأكثر عمقًا حيث تكون محمية من المفترسات وأشعة الشمس عالية الحرارة، في حين تصعد في الليل إلى السطح حيث تتغذى على العوالق النباتية.

شبكة الغذاء (FOOD WEB)

علاقات الطاقة بين الكائنات الحية، والمتمثلة بشكلٍ رئيسٍ في: من يتغذى على من في النظام البيئي.

وكما ترى، فإن البحر الأحمر زاخر بالحياة. فوجود أنواعٍ كثيرة من الكائنات الحية يعتبر ميزة بالغة الأهمية، حيث تساعد النظام البيئي على مقاومة الاضطرابات على نحوٍ

أفضل والتعافي منها على نحو أسرع. وكما تعلمت، فإن لكل نوع من الكائنات الحية في البحر الأحمر وظائف فريدة من نوعها، وهو ما يعني أننا بحاجة إلى أكبر عددٍ ممكن من الأنواع للإبقاء على البحر الأحمر والمحيطات الأخرى في حالة صحية! وهذا هو السبب في أن التعرف على هذه الأنواع، ومن ثم حمايتها يعتبر أمرًا ضروريًّا لضمان استقرار النظام البيئي ورفاهية الناس. هناك العديد من الأشياء التي يمكنك فعلها لمساعدة البحر الأحمر ومحيطاتنا عمومًا، ومنها تقليل استخدام المواد البلاستيكية ذات الاستخدام الواحد، حيث إن التلوث الذي تسببه المواد البلاستيكية في البحار يمثل مشكلة كبيرة للحيوانات التي تعيش فيها، فربما تتناوله هذه الحيوانات عن طريق الخطأ باعتباره طعامًا، أو تعلق فيه. كما يمكنك أيضًا أن تطلب من البالغين في مجتمعك أن يشتروا مأكولات بحرية من تلك المزروعة بشكل مستدام. فقط افحص العلامات البيئية والشهادات! سوف نعتمد عليك في تقديم العون؛ فلا تخذلنا!

المراجع

1. DiBattista, J. D., Howard Choat, J., Gaither, M. R., Hobbs, J. P. A., Lozano-Cortés, D. F., Myers, R. F., et al. 2016. On the origin of endemic species in the Red Sea. *J. Biogeogr.* 43:13–30. doi: 10.1111/jbi.12631
2. Berumen, M. L., Hoey, A. S., Bass, W. H., Bouwmeester, J., Catania, D., Cochran, J. E. M., et al. 2013. The status of coral reef ecology research in the Red Sea. *Coral Reefs* 32:737–48. doi: 10.1007/s00338-013-1055-8
3. Spaet, J. L. Y. 2019. "Red sea sharks—biology, fisheries and conservation," in *Oceanographic and Biological Aspects of the Red Sea,* eds N. M. A. Rasul and I. C. F. Stewart (Cham: Springer International Publishing). p. 267–80.
4. Borrell, A., Aguilar, A., Gazo, M., Kumarran, R. P., and Cardona, L. 2011. Stable isotope profiles in whale shark (*Rhincodon typus*) suggest segregation and dissimilarities in the diet depending on sex and size. *Environ. Biol. Fishes* 92:559–67. doi: 10.1007/s10641-011-9879-y
5. Costa, M., Fumagalli, M., and Cesario, A. 2019. "Review of Cetaceans in the Red Sea," in *Oceanographic and Biological Aspects of the Red Sea,* eds N. M. A. Rasul and I. C. F. Stewart (Cham: Springer International Publishing). p. 281–303.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022

حرره: Rúben Costa

مرشدو العلوم: Royale Hardenstine

الاقتباس: Barreto MM, Herrera M and Aranda M (2022) البحر الأحمر: مسطح مائي مُفعم بشتى أشكال الحياة! Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2021.571379-ar

مُترجَم ومقتبس من: Barreto MM, Herrera M and Aranda M (2021) What Lives in the Ocean? An Introduction to the Biodiversity of the Red Sea. Front. Young Minds 9:571379. doi: 10.3389/frym.2021.571379

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2021 © 2022 Barreto, Herrera and Aranda. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

FABIAN، العمر: 14
مُسافر حول العالم يبلغ من العمر 14 عامًا، وهو طالب مُتقن للغات في الصف التاسع، وهو يحب المحيطات وأن يكون مُبدعًا. وتشمل قائمة هواياته ما يلي: ركوب الدراجات في الجبال، وألعاب التركيب، والاختراع، والتمثيل، والقراءة، وبالأخص القراءة. وهو يُحب أن يكون جزءًا من برنامج Frontiers for Young Minds ويتطلع إلى العام المُقبل!

المؤلفون

MARCELLE M. BARRETO
أنا مهتمة دائمًا بالطبيعة كطفلٍ مولع بها، ومن ثم فلم يكن اختيار مجال العلوم البيئية كمهنة لي يمثل مفاجأة لأي شخص. وأنا الآن طالبة في مرحلة الدكتوراة، وتركز أبحاثي على الشعاب المرجانية. وأقوم الآن باستكشاف استراتيجيات جديدة لمحاولة إنقاذ الشعاب المرجانية من التهديدات الحالية مثل التغير المناخي. وعندما لا أكون في العمل، يمكنك أن تجدني في العادة إما مسافرةً أو أمارس الرقص أو أعمل في مشاريع حرف يدوية أو أعزف على قيثارتي.
*marcelle.munizbarreto@kaust.edu.sa

MARCELA HERRERA
أنا عالمة بحرية تهدف إلى فهم كيفية تكيف الأنواع المختلفة من الكائنات الحية للظروف المتغيرة في المحيطات. أحب السفر واستكشاف العالم تحت المياه، كما أحب تجربة أنواع جديدة من الطعام.

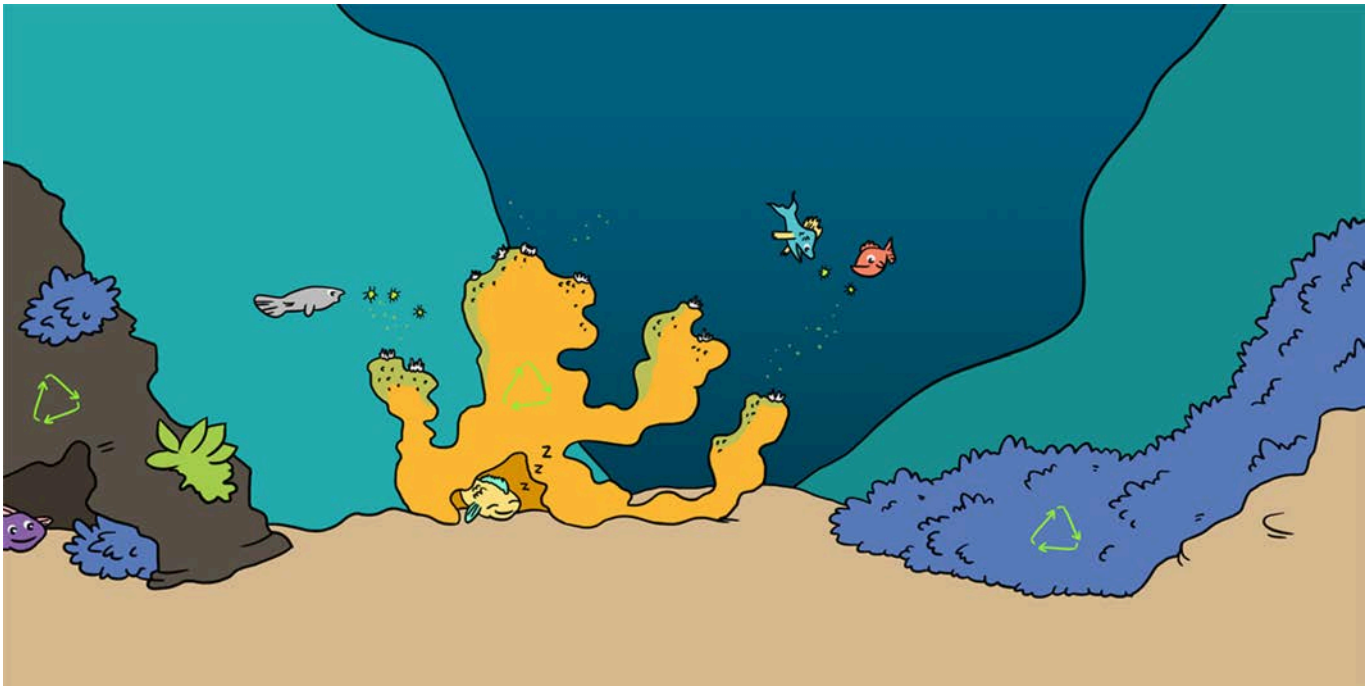
MANUEL ARANDA
أنا عالم أحياء في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية. وأدرس السبب وراء حساسية المرجان الشديدة تجاه المناخ وكيف يمكننا أن نساعده. وفي وقت فراغي، أحب الطهي ولعب البلايستيشن مع ابني.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2019.00143-ar



لماذا تعتبر الشعاب المرجانية بقاعًا مفعمة بالحياة في المحيطات؟

Nils Rädecker* and Claudia Pogoreutz

Biological and Environmental Science and Engineering Division, Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

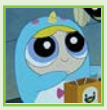
تحتوي المحيطات الاستوائية على كميات محدودة جدًا من الطعام والمواد الغذائية. وعلى غرار الحياة في الصحراء، تكون الحياة في المحيطات الاستوائية صعبة على جميع الكائنات الحية. إلا أن الشعاب المرجانية هي واحات ملونة مفعمة بالحياة في وسط هذه المناطق البحرية القاحلة. كيف يمكن لملايين الأنواع أن تعتبر الشعاب المرجانية موطنها؟ تلعب جميع الكائنات الحية التي تعيش هناك أدوارها في إعادة تدوير (استخدام) الكميات الصغيرة من الطعام والمواد المغذية المتوفرة. ولأنه لا توجد مادة هُدرت من قبل، يمكن للشعاب المرجانية أن تزدهر في منطقة بحرية قاحلة تكاد لا تحتوي على أي طعام. وعلى الرغم من وجود الشعاب المرجانية على هذا الكوكب قبل الديناصورات بفترة طويلة، فإنها تواجه اليوم مشكلات جسيمة. يمكن أن يضر ارتفاع درجات الحرارة في المحيطات حيوانات المرجان، مما يؤدي إلى فقدان الشعاب المرجانية. ومع ذلك، فإن حيوانات المرجان في شمال البحر الأحمر مقاوِمة بدرجة كبيرة لدرجات الحرارة الدافئة. يعتقد بعض العلماء أن هذه الشعاب المرجانية في البحر الأحمر قد تكون قادرة على النجاة حتى عندما تختفي الشعاب المرجانية الموجودة في أماكن أخرى من العالم.

المراجعون الصغار:

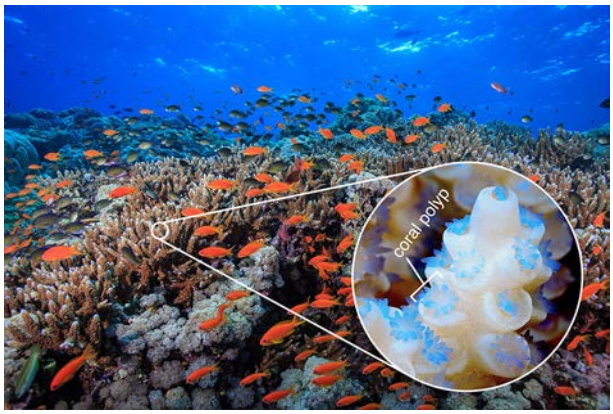
ABRAHIM

JIHAD

JOUD

SAMAR 

SULTAN



شكل 1

شكل 1

الشعاب المرجانية في البحر الأحمر ملونة ومفعمة بالحياة. وهذه الشعاب المرجانية هي موطن ملايين الأنواع، بداية من البكتيريا الدقيقة حتى أسماك القرش. تتشكل الشعاب المرجانية من هياكل الأحجار الجيرية لحيوانات المرجان. يتكون كل مرجان من مئات إلى آلاف الحيوانات. تسمى هذه الحيوانات السلائل. تعيش السلائل معًا في مستعمرة واحدة. تملك كل سليلة فمًا وزوائد ومخالبًا لالتقاط الطعام من المحيط. بالإضافة إلى ذلك، تنتج الطحالب الصغيرة التي تعيش داخل حيوانات المرجان السكر طعامًا لنفسها ولحيوانات المرجان. حقوق الصورة: Tane Sinclair Taylor.

المادة المغذية (NUTRIENT)

مادة ضرورية لبقاء الكائن الحي ونموه.

واحات في المناطق البحرية القاحلة

يحتاج كل كائن حي إلى الطاقة **والمواد المغذية** لكي يعيش وينمو. ولهذا السبب، يلزم الكائنات الحية التي تعيش في أماكن يندر فيها الطعام والمواد المغذية شيئًا من التطور لتبقى على قيد الحياة. على غرار الصحراء في اليابسة، يشح الطعام والمواد المغذية للغاية في المحيطات الاستوائية. وهذا هو السبب أيضًا في أن المحيطات الاستوائية تبدو صافية وزرقاء اللون: حيث ينمو عدد قليل للغاية من المخلوقات هناك. إلا أن الشعاب المرجانية تشكل واحات ملونة مفعمة بالحياة في وسط هذه المناطق البحرية القاحلة. على الرغم من أن الشعاب المرجانية لا تغطي إلا جزءًا صغيرًا للغاية من قاع البحر في المحيطات الاستوائية، فإنها موطن لربع الأنواع البحرية المعروفة. وتعد الشعاب المرجانية ذات أهمية كبيرة لملايين الأشخاص، لأن الأسماك وحيوانات الشعاب المرجانية الأخرى هي مصادر غذائية مهمة، كما تساعد الشعاب نفسها في حماية السواحل من العواصف والأمواج.

كان العالم والمستكشف الشهير "تشارلز داروين" (Charles Darwin) من أوائل من تساءلوا عن عدد الحيوانات والنباتات المختلفة التي يمكن أن تعيش في الشعاب المرجانية على الرغم من أن المياه المحيطة بها تحتوي على القليل من الطعام والمواد المغذية [1]. الآن، وبعد أكثر من قرن من الزمان، بدأ العلماء في فهم ما يُسمى ''مفارقة داروين''. في هذا المقال، ننظر إلى كيفية قيام ملايين الأنواع من حيوانات المرجان والأسماك واللافقاريات والطحالب والكائنات الحية المجهرية بدورها في جعل الشعاب المرجانية واحات حقيقية في المناطق البحرية القاحلة.

حيوان المرجان: مُصمم الشعاب المرجانية

لن تكون هناك شعاب مرجانية لولا وجود حيوانات المرجان الصخرية (الصلبة). تختلف حيوانات المرجان اختلافًا كبيرًا عن معظم الحيوانات، لأنها تنمو مرتبطة بقاع البحر وتعيش في مستعمرات. تتكون كل مستعمرة من آلاف الحيوانات الصغيرة تسمى السلائل. تملك كل سليلة فمًا وزوائد ومخالبًا لالتقاط الطعام، مثل الجمبري الصغير والديدان التي تسبح في البحر. تبني هذه السلائل معًا هيكلاً مصنوعًا من الحجر الجيري، بحيث يمكن أن تنمو وتحمي نفسها من الحيوانات المفترسة. على مدى مئات إلى آلاف السنين، تطورت هذه الهياكل إلى هياكل ضخمة تحت الماء لتشكل الشعاب المرجانية التي نراها اليوم (الشكل 1).

على غرار جميع الحيوانات الأخرى، تحتاج حيوانات المرجان إلى الطعام والمواد المغذية لكي تنمو وتكون قادرة كذلك على تكوين الشعاب. كيف إذن تتعايش حيوانات المرجان وتنمو في محيط لا يوجد فيه أي طعام يمكن التقاطه؟ الجواب مدهش بقدر بساطته: يمكنها زراعة طعامها الخاص! يرجع هذا إلى أن حيوانات المرجان تعيش في **تكافل** مع كائنات حية أخرى داخل جسم حيوان المرجان وعليه، مثل البكتيريا والطحالب والفطريات. هذه العلاقات التكافلية مهمة للغاية للحفاظ على صحة حيوان المرجان وسلامته. على سبيل المثال، تقيم حيوانات المرجان شراكة من نوع خاص مع الطحالب الدقيقة التي تعيش داخل خلايا حيوانات المرجان. يمكن أن تقوم هذه الطحالب بعملية **البناء الضوئي**، وهي عملية تلتقط من خلالها الطحالب الطاقة الضوئية من الشمس وتستخدم هذه الطاقة لتحويل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) إلى سكريات. والسكريات هي مصدر الطاقة. تنتج الطحالب كمية كبيرة من الأطعمة السكرية لدرجة أنها قد تشارك جزءًا كبيرًا منها مع حيوانات المرجان. عندما تستهلك حيوانات المرجان السكريات، فإنها تنتج المزيد من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) للطحالب. بفضل تبادل السكريات مع ثاني أكسيد الكربون بين حيوانات المرجان والطحالب التي تعيش فيها تستطيع هذه الحيوانات التي تربط بينها علاقة تكافلية إعادة تدوير الطاقة والمواد الغذائية بكفاءة (الشكل 2A). وبالتالي، لا تحتاج حيوانات المرجان إلى التقاط الكثير من الفرائس من مياه البحر [2]. وهذه العلاقة القوية بين حيوانات المرجان والطحالب الدقيقة هي السبب وراء بقاء الشعاب المرجانية على هذا الكوكب لمئات الملايين من السنين. تستمر الشعاب المرجانية في النمو بمرور الوقت. لذلك فحجم الشعاب المرجانية اليوم كبير للغاية حتى أنه يمكن رؤيتها من الفضاء، مثل الحيد المرجاني العظيم الذي يبلغ طوله 2300 كيلومتر في أستراليا.

التكافل (SYMBIOSIS)

كائنان مختلفان يتعايشان معًا في علاقة وثيقة. في حالة حيوانات المرجان، يستفيد كل من حيوانات المرجان والطحالب من علاقة التكافل. ومع ذلك، ليست جميع علاقات التكافل مناسبة لجميع الكائنات الحية. على سبيل المثال، تعيش الديدان الشريطية الطفيلية في أمعاء الكائنات الحية الأخرى وتسلبها طعامها وموادها المغذية.

البناء الضوئي (PHOTOSYNTHESIS)

عملية تنتج من خلالها النباتات والطحالب الخضراء غذائها الخاص. في هذه العملية، تُستخدم طاقة أشعة الشمس في صنع السكر من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O).

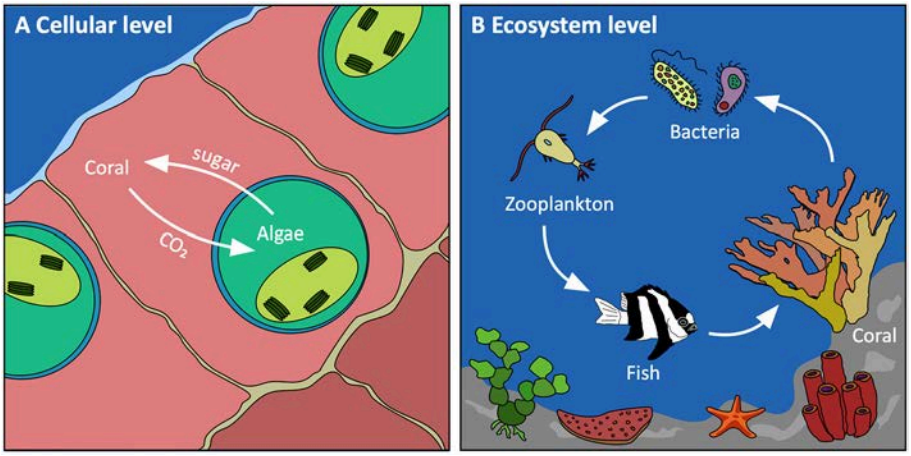
من يأكل من على الشعاب المرجانية؟

إن حيوانات المرجان والطحالب ليست الكائنات الحية الوحيدة التي تعيش على الشعاب المرجانية. تعتبر ملايين الأنواع الأخرى من الحيوانات والنباتات والميكروبات أن الشعاب المرجانية موطنها أيضًا. على عكس حيوانات المرجان، لا تعيش معظم المخلوقات الموجودة على الشعاب المرجانية في تكافل مع الطحالب الصغيرة التي تنتج السكر لها. بل هي بحاجة إلى العثور على طعامها. كيف إذن تتعايش كل هذه الأنواع، إذا كانت المياه المحيطة بها تحتوي على مواد غذائية محدودة؟ على غرار الشراكة بين حيوانات المرجان والطحالب، تتم إعادة تدوير الطعام والمواد المغذية بشكل فعال مرارًا وتكرارًا على الشعاب المرجانية بأكملها. **الشبكة الغذائية** للشعاب المرجانية معقدة للغاية لدرجة أنه لا يتم إهدار أي عنصر غذائي على الإطلاق؛ أي أن بقايا مخلوق واحد هي وليمة لمخلوق آخر (الشكل 2B).

الشبكة الغذائية (FOOD WEB)

هي الروابط بين المخلوقات الحية، من حيث كيفية الحصول على طعامها وموادها المغذية وكيفية نقلها الطعام والمواد المغذية إلى كائنات حية أخرى.

حيوانات المرجان والطحالب التي تعيش عليها هي جزء من الطاقة التي تحفز الشبكة الغذائية للشعاب المرجانية. تنتج الطحالب الكثير من السكر لدرجة أن حيوانات المرجان لا تستطيع أن تقتات على هذه الكمية بالكامل. يُستخدم السكر المتبقي الذي لا تتناوله حيوانات المرجان لإنتاج مخاط لزج. يغطي بعض المخاط حيوانات المرجان ويساعد على حمايتها من الأمراض أو من الجفاف أثناء المد المنخفض (الجزر). ولكن ينتهي الأمر بالكثير من المخاط في مياه البحر أيضًا. لأن المخاط يحتوي على الكثير من السكر، الذي تأكله البكتيريا وغيرها من الميكروبات. كما تؤكل البكتيريا بدورها من المخلوقات الصغيرة مثل السلطعون والجمبري والقواقع والديدان التي تعيش في الماء أو في قاع البحر. ثم تتغذى أسماك المرجان على هذه الكائنات الحية الصغيرة. في الليل، تستريح الأسماك وتنام، متوارية جيدًا عن الأنظار في شعاب حيوانات المرجان. عندما تهضم الأسماك الأطعمة التي تناولتها، فإنها تتبرز في النهاية. تعيد الفضلات المواد المغذية إلى مياه البحر



شكل 2

شكل 2

تعتبر الشعاب المرجانية مفعمة بالحياة لأنها تعيد تدوير الكمية الصغيرة من الغذاء والعناصر المغذية المتوفرة في المحيط الاستوائي بكفاءة عالية. **(A)** تساعد حيوانات المرجان والطحالب التي تعيش داخلها بعضها البعض. تنتج الطحالب السكر الذي تتغذى عليه حيوانات المرجان. عند هضم السكر، تنتج حيوانات المرجان ثاني أكسيد الكربون، الذي يمكن أن تستخدمه الطحالب لإنتاج المزيد من السكر. **(B)** تدعم حيوانات المرجان أيضًا كائنات الشعاب الأخرى. وتتغذى البكتيريا والكائنات الأخرى على العناصر الغذائية التي تطلقها حيوانات المرجان، ثم تتغذى الكائنات الحية الكبيرة على هذه الكائنات. يعيد براز الكائنات الأكبر العناصر الغذائية إلى البيئة. وبهذه الطريقة، تتم إعادة تدوير الغذاء والعناصر الغذائية في الشبكة الغذائية المعقدة للشعاب المرجانية.

حول حيوانات المرجان. وتتناول الطحالب الموجودة داخل حيوانات المرجان هذه المواد المغذية بسرعة من جديد، مما يساعدها على النمو وإجراء عملية البناء الضوئي. وبهذه الطريقة، فإن تغذية العديد من الأنواع الحيوانية وإلقاء فضلاتها على الشعاب المرجانية يخلق دورة غذائية لا نهاية لها، تتم فيها إعادة استخدام المواد المغذية [3]. مع وجود العديد من الأنواع المختلفة التي تغذي الشعاب المرجانية وتلقى الفضلات عليها، يوجد العديد من الدورات الغذائية اللانهائية، تعمل على إعادة تدوير الطعام بشكل فعال حتى أنها قلما تفقد أي مواد مغذية على الإطلاق. ولهذا السبب فإن الملايين من الأنواع على الشعاب المرجانية يمكن أن تظل على قيد الحياة، برغم أن مياه البحر التي تحيط بها تحتوي على كمية ضئيلة للغاية من الغذاء.

الشعاب المرجانية في خطر

عاشت الشعاب المرجانية في المحيطات الاستوائية لمئات الملايين من السنين. ولكن في الآونة الأخيرة، بدأت أعداد متزايدة من الشعاب المرجانية في مختلف أنحاء العالم في الموت والاختفاء. ويعود السبب وراء ذلك في النهاية إلى تزايد عدد السكان البشر [4]. إذ يستخدم البشر الشعاب المرجانية باعتبارها مصدرًا من مصادر الغذاء. ومع تزايد أعداد الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من الشعاب المرجانية، يتم أخذ الكثير من الأسماك من الشعاب المرجانية. ونتيجة لهذا فإن العديد من الشعاب المرجانية تتعرض لعملية صيد جائر. ومع تناقص عدد الأسماك الموجودة على الشعاب المرجانية وكذلك حجمها، تتعرض دورات التغذية والتبرز للاضطراب، وهو ما يغير من إعادة استخدام الغذاء والعناصر الغذائية. ونظرًا لقلة عدد الأسماك التي تقتات على الطحالب، فلا يمكن لهذه الأسماك أن تُبقي الطحالب تحت السيطرة. هذا ويمكن أن تفرط بعض هذه الطحالب في النمو وتلحق الضرر بحيوانات المرجان.

ومع ذلك، فإن المشكلة الكبرى التي تواجه الشعاب المرجانية هي تغير المناخ [4]. فتغير المناخ يجعل المحيطات أكثر دفئًا. في حين أن الشعاب المرجانية تفضّل المياه الاستوائية الدافئة، إلا أنها لا تفضل المياه الدافئة للغاية. عندما يصبح البحر المحيط بحيوانات المرجان دافئًا للغاية، ستنتج الطحالب التكافلية الدقيقة داخل الشعاب المرجانية كمية أقل من السكريات أو لا تنتج أي سكريات لحيوانات المرجان. وبالإضافة إلى ذلك، ستنتج الطحالب أيضًا موادًا قد تلحق الضرر بأنسجة حيوانات المرجان. وبالتالي، لا تعد الطحالب مفيدة لحيوانات المرجان عندما يصبح الماء دافئًا

للغاية، لذلك لا يكون لدى حيوانات المرجان خيارًا آخر سوى التخلص من هذه الطحالب عن طريق إطلاقها في البحر. وبدون وجود الطحالب الدقيقة في الداخل، تفقد الشعاب المرجانية مظهرها الملون ويصبح الهيكل الأبيض داخل حيوانات المرجان مرئيًا. ويُسمى ذلك بابيضاض المرجان. بدون الطحالب، تنقطع حيوانات المرجان المبيضة أيضًا عن الإمدادات الغذائية الرئيسية لها: السكريات التي تصنعها الطحالب الدقيقة. لذلك، سرعان ما تصير حيوانات المرجان المبيضة ضعيفة، وستتعرض للجوع في النهاية ثم الموت إذا بقي الماء دافئًا لفترة طويلة للغاية [4].

ومع ذلك، ليست حيوانات المرجان فقط التي تواجه مشكلة عندما يصبح المحيط دافئًا للغاية. فبدون حيوانات المرجان، تفقد جميع الأنواع الأخرى التي تعيش عليها موائلها أيضًا. ونتيجة لذلك، بدأت **النظم البيئية** للشعاب المرجانية في الاختفاء ببطء في جميع أنحاء العالم. ويؤثر هذا بشكل مباشر على حياة أي شخص يعتمد على الشعاب المرجانية السليمة: فصائدو الأسماك يكون أمامهم عدد أقل من الأسماك التي يمكن اصطيادها، كما أن عدد السياح الذين يأتون لمشاهدة الشعاب المرجانية يصبح أقل. فبدون الشعاب المرجانية السليمة، قد يفقد صائدو الأسماك، ومديرو الفنادق، ومدربو الغطس، والعديد من الأشخاص الآخرين وظائفهم ودخولهم. لكن لحسن الحظ، ثمة العديد من الطرق لحماية الشعاب المرجانية. على سبيل المثال، من الممكن أن يساعد حظر صيد الأسماك في خلق مناطق آمنة لنمو الأسماك. وبهذه الطريقة، ستتمكن الأجيال المقبلة من صيد الأسماك على الشعاب المرجانية.

النظام البيئي (ECOSYSTEM)

هو مجتمع يتألف من كائنات حية والبيئة التي يعيشون فيها.

هل الشعاب المرجانية في البحر الأحمر أكثر قدرة على تحمل الحرارة من الشعاب الأخرى؟

يُعد البحر الأحمر أحد أكثر البحار سخونة على كوكبنا ويحتوي على نسبة منخفضة للغاية من العناصر المغذية. وحتى في ظل هذه الظروف القاسية، يمكن العثور على الشعاب المرجانية النابضة بالحياة على طول ساحل البحر الأحمر بأكمله تقريبًا. تختلف الشعاب المرجانية في البحر الأحمر اختلافًا كبيرًا عن معظم الشعاب المرجانية الأخرى حول العالم. إذ يمكن العثور على العديد من أنواع الشعاب الموجودة في البحر الأحمر في أي مكان آخر على الكوكب. لكن بينما تصاب حيوانات المرجان الأخرى بالابيضاض عند ارتفاع درجات حرارة مياه البحر عن 30 درجة مئوية، تستطيع حيوانات المرجان في شمال البحر الأحمر أن تعيش في درجات حرارة أكثر دفئًا دون ابيضاض. يحاول العلماء من جميع أنحاء العالم حاليًا معرفة سبب مقاومة حيوانات المرجان في البحر الأحمر للحرارة. ربما تكون الظروف البيئية للبحر الأحمر هي التي تجعل حيوانات المرجان التي تعيش هناك أكثر قدرة على التحمل؟ ربما يمكن زرع حيوانات مرجان البحر الأحمر في مناطق أخرى، لتحل محل الشعاب المرجانية التي ماتت من ارتفاع حرارة المحيطات؟ وبينما بدأنا للتو الإجابة عن هذه الأسئلة، تحمل الشعاب المرجانية في البحر الأحمر آمالًا بأن تكون ملجأ للعديد من أنواع المرجان المهددة في أماكن أخرى [5].

مستقبل الشعاب المرجانية

الشعاب المرجانية هي بؤر خلابة مفعمة بالحياة في المحيطات. وحتى بعد قرون من البحث، ما يزال هناك الكثير الذي يمكن تعلمه حول هذه الشعاب المرجانية. يستمر العلماء في العثور على أنواع جديدة بل ويكتشفون الشعاب المرجانية في أماكن لم يتوقعوها في المقام الأول. ومع ذلك، فإن تغير المناخ وصيد الأسماك الجائر يمثلان تهديدات خطيرة لهذه النظم البيئية. لذلك، يعتمد مستقبل الشعاب المرجانية على إجراءاتنا المتخذة لإنقاذها. يمكننا جميعًا المساعدة في القيام بدورنا للمساعدة في حماية الشعاب المرجانية: على سبيل المثال، تناول كميات أقل من

أسماك الشعاب المرجانية أو إعادة تدوير نفايات البلاستيك بحيث لا ينتهي بها المطاف في المحيط أو تقليل استهلاك الطاقة لإبطاء تغير المناخ. بهذه الطريقة، يمكن أن تظل الشعاب المرجانية في المستقبل واحات ملونة مفعمة بالحياة في المناطق البحرية القاحلة.

شكر وتقدير

أولًا وقبل كل شيء، نود أن نشكر فريق المراجعين الصغار على ملاحظاتهم الداعمة والمفيدة. ونود أن نشكر Ruben M. Costa بالإضافة إلى Christian R. Voolstra على المبادرة والتنسيق بين مجموعة Frontiers for Young Minds Red Sea. كما نود أن نشكر Tane SinclairTaylor على تقديم الصور المذهلة لهذه المسودة البحثية.

المراجع

1. Darwin, C. 1842. The Structure and Distribution of Coral Reefs. London: Smith, Elder and Co.
2. Muscatine, L., and Porter, J. W. 1977. Reef corals: mutualistic symbioses adapted to nutrient-poor environments. *Source Biosci.* 27:454–60. doi: 10.2307/1297526
3. Wild, C., Huettel, M., Klueter, A., Kremb, S. G., Rasheed, M. Y. M., and Jørgensen, B. B. 2004. Coral mucus functions as an energy carrier and particle trap in the reef ecosystem. *Nature* 428:66–70. doi: 10.1038/nature02344
4. Hughes, T. P., Barnes, M. L., Bellwood, D. R., Cinner, J. E., Cumming, G. S., Jackson, J. B. C., et al. Coral reefs in the anthropocene. *Nature* 546:82–90. doi: 10.1038/nature22901
5. Osman, E. O., Smith, D. J., Ziegler, M., Kürten, B., Conrad, C., El-Haddad, K. M., et al. 2018. Thermal refugia against coral bleaching throughout the northern Red Sea. *Glob. Chang. Biol.* 24:e474–848. doi: 10.1111/gcb.13895

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Christian Robert Voolstra, Universität Konstanz, Germany

الاقتباس: Rädecker N and Pogoreutz C (2021) لماذا تعتبر الشعاب المرجانية بقاعًا مفعمة بالحياة في المحيطات؟ Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2019.00143-ar

مُترجَم ومقتبس من: Rädecker N and Pogoreutz C (2019) Why Are Coral Reefs Hotspots of Life in the Ocean? Front. Young Minds 7:143. doi: 10.3389/frym.2019.00143

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2019 © 2021 Rädecker and Pogoreutz.
هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ABRAHIM
أنا مراهق عادي. أحب الرياضة والموسيقى، ولكن العلوم كانت شغفًا لي منذ طفولتي.

JIHAD
اسمي Jihad أحب الموسيقى وقد شاركت في أنشطة جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية منذ عام 102.

JOUD
الفن هو حياتي. أنا مهتمة بالرسم والحرف اليدوية. أحب ترتيب الزهور. شغفي هو التصميم الداخلي. أحب منظر شروق الشمس والذهاب إلى الشاطئ. كما أهوى ركوب الخيل.

SAMAR
أنا شخص يقرأ ويحاول #قارئ.

SULTAN
أحب الموسيقى #أحب الرسم.

المؤلفون

NILS RÄDECKER
في كل مرة تعتقد أنك تفهم شيئًا عن الطريقة التي تعمل بها الطبيعة، تجد الطبيعة طريقة للسخرية منك والقيام بعكس ما توقعت. هذا التعقيد يذهلني ويغمرني بالدهشة ويجعلني أدرس علم الأحياء في المقام الأول. بالنسبة إلى عملي البحثي، أعكف على دراسة حيوانات المرجان، وهي بعض أبسط الحيوانات على كوكب الأرض، لفهم العمليات الأساسية التي تساعد الكائنات الحية على البقاء في بيئاتها. nils.radecker@kaust.edu.sa*

CLAUDIA POGOREUTZ

كل طفل لديه هذا الصديق الغريب الذي يجمع البزاق والديدان بعد هطول الأمطار بغرض ''إنقاذها'' أو يفتنه السلوك الغريب لمخلوق مقزز على وجه الخصوص. اعتدت أن أكون هذه الصديقة الغريبة، وما زلت كذلك. أنا الآن باحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة أعمل على تنوع الميكروبات ووظيفتها في الحيوانات البحرية. وعلى وجه الخصوص، أحاول أن أفهم كيف تساعد البكتيريا حيوانات المرجان في حياتها اليومية.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2020.00011-ar

ثروات الشعاب المرجانية: كشف الستار عن المخلوقات الخفية التي تسكن الشعاب المرجانية

Jennifer Otoadese and Susana Carvalho *

Biological and Environmental Sciences and Engineering, Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

يقدر العلماء أن مئات الآلاف من الكائنات البحرية في أعماق البحار والمحيطات لم يتم اكتشافها بعد، ويمكن إيجاد هذه الكائنات الخفية في المحيطات المفتوحة وفي الخنادق العميقة الموجودة في قاع البحر وفي داخل الشعاب المرجانية. على سبيل المثال، تختبئ بداخل الشعاب المرجانية الاستوائية أسماك صغيرة وحيوانات السلطعون والأخطبوطات والحلزونات ونجوم البحر والرخويات وغيرها من الحيوانات الغامضة والمجهولة التي تصعب رؤيتها. قد تساعدنا هذه الحيوانات الغامضة على تعزيز فهمنا لوظائف الشعاب المرجانية. ولكن السؤال هنا، كيف يمكننا دراسة المخلوقات التي لا يمكننا العثور عليها؟ من ضمن المحاولات القائمة يحاول العلماء على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر في المملكة العربية السعودية البحث في الشعاب المرجانية لإيجاد هذه المخلوقات الخفية ودراستها في المختبرات وذلك باستخدام طريقتين جديدتين. ويرتدي الباحثون عباءة المحققين في محاولة لرصد الأدوار التي تلعبها هذه الحيوانات الصغيرة في الحفاظ على سلامة الشعاب المرجانية ووصفها ودراستها. نحن نعمل على حماية الكائنات التي تم اكتشافها والآن نتسابق للكشف عن الكائنات الخفية والمحافظة على التنوع الحيوي في البحر الأحمر.

المراجعون الصغار:

BJORN
العمر:15

HAZEM
العمر:14

REBECCA
العمر:15

SAMUEL
العمر:14

XENIA
العمر:15

لغز في أعماق البحار!

ماذا لو تمكننا من معرفة طرق لحماية محيطاتنا وأسهمنا في ازدهار الحياة في أعماق البحار والمحيطات؟ أو ماذا لو نجحنا في إعادة الحياة إلى منطقة بحرية متضررة من خلال مساعدتها على استعادة أسماكها والبيئة والظروف التي تعتمد عليها هذه الأسماك؟ الإجابة على هذه الأسئلة تتمثل في إنشاء محميات بحرية يُحظر فيها الأنشطة الاستخراجية، حيث يُحظر في هذه المحميات ممارسة أي أنشطة بشرية مثل الصيد أو التعدين أو التنقيب عن النفط مما يسمح للحياة البحرية بالازدهار في غياب التدخل البشري. ولكن تتسم عملية إنشاء هذه المحميات بالصعوبة، فتحديد الكائنات التي تحتاج إلى حماية يتطلب تحديد جميع الكائنات الحية في هذه المنطقة، فضلًا عن الإلمام بمستوى **التنوع الحيوي** القائم والعلاقة بين **الأنظمة البيئية** اللازمة لازدهار البيئة البحرية بأكملها.

التنوع الحيوي (BIODIVERSITY)

هو التنوع في خصائص الكائنات الحية وسماتها المختلفة، ويتضمن ذلك التنوع داخل الأنواع (من حيث الأحجام والألوان والجينات وما إلى ذلك) والتنوع فيما بين الأنواع وتنوع الموائل (على سبيل المثال الصحاري والغابات والبحيرات والمناطق الساحلية والجبال).

وهنا يكمن اللغز: كيف يمكننا حماية ما يكمن في أعماق البحار إذا كنا بالكاد نعرفه؟ وفقًا لما ورد عن العلماء، فإن أكثر من 80% من المحيطات مجهول وغير مستكشف حتى الآن، [1]. وقد انطلق السباق لإيجاد المزيد من الكائنات البحرية والتعرف عليها، لأن معرفة أنواع كائنات الحياة البحرية ضروري لحماية المحيطات. يُذكر أن الانقراض الناتج عن فقدان الموائل وتغير المناخ يتزايد بوتيرة تُنذر بالخطر فحوالي ٢٠% من الكائنات البحرية معرضة لخطر الانقراض، نحتاج بشكل عاجل إلى توثيق ما يحدث للإلمام بشكل أكبر بالأسباب التي وراء ذلك والوقوف على الحلول المتاحة للحد من هذا الخطر.

الأنظمة البيئية (ECOSYSTEMS)

هي مساحة حيوية تتفاعل فيها مجموعة من النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة مع بيئاتها غير الحية.

يستخدم العلماء في مركز أبحاث البحر الأحمر في المملكة العربية السعودية طريقتين من طرق البحث العلمي لدراسة نماذج الحياة المصغرة في الشعاب المرجانية في البحر الأحمر. ففي حال نجاحنا في فك أسرار وألغاز الحياة في الشعاب المرجانية، قد نتمكن من إنشاء محميات بحرية ذات فائدة كبرى لك وللأجيال القادمة.

ماذا يكمن في أعماق البحار والمحيطات؟

تتمتع الشعاب المرجانية الموجودة في قاع البحار والمحيطات بجمالها الخلاب المتمثل في ضمها للعديد من حيوانات المرجان والأسماك والإسفنجيات والمحار العملاق والسلاحف. تشبه الشعاب المرجانية الغابات المطيرة حيث توفر للأشخاص خدمات لا حصر لها، بما في ذلك الطعام، وحماية الشواطئ، والمساحات الشاسعة المميزة، وتنظيم العمليات على الأرض التي تجعل كوكبنا صالحًا للحياة.

علاوةً على ذلك، تعتبر الشعاب المرجانية مصدرًا حيويًا مانحًا للحياة. ففي فيلم الرسوم المتحركة ''البحث عن نيمو'' (Finding Nemo)، كانت السمكة نيمو تعيش في شقائق البحر في مأوى من مآوٍ الشعاب المرجانية حيث تعتبر الشعاب المرجانية ملجأ مهمًا للأسماك الصغيرة وتساعد على توفير الحماية من الحيوانات المفترسة وتوفر العناصر الغذائية (الطعام) اللازمة للنمو، ولكن عند النظر عن كثب في الحياة داخل الشعاب المرجانية، يمكنك أن تجد مخلوقات مذهلة في حجم أظافرك وحتى أصغر. توجد في أعماق البحار والمحيطات مخلوقات مثل حيوانات السلطعون الصغيرة والأخطبوطات والديدان والحلزونات والأسماك (الشكل 1). ونظرًا لأحجامها الصغيرة، يصعب العثور على هذه المخلوقات باستخدام عمليات المسح البحرية التقليدية، التي تلتقط فقط ما يمكن للعين رؤيته. تتضمن هذه الطرق التقليدية استخدام غواصين لالتقاط صور للكائنات التي يسهل رؤيتها

شكل 1

شكل 1

أمثلة للحيوانات التي تعيش على الشعاب المرجانية والتي تم جمعها باستخدام هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية (ARMS) في البحر الأحمر. يتضمن الصف العلوي من اليسار لليمين: صور سلطعون وأخطبوط ودودة، ويتضمن الصف السفلي صور حلزون ونجم البحر وسمكة. حقوق الصورة: John K. Pearman.

بالعين وفحص الصور المأخوذة من الفضاء باستخدام الأقمار الصناعية. للحصول على صورة أشمل للتنوع الحيوي، علينا التركيز بشكل أعمق على الكائنات الأصغر حجمًا لأن هذه الكائنات الدقيقة الخفية أو الليلية تمثل ٧% من الشعاب المرجانية.

وتمثل هذه الكائنات الخفية أغلب الكائنات التي تشكل التنوع الحيوي للشعاب المرجانية، ولكن إذا تجاهلنا هذه الكائنات، فكيف لنا أن نعرف أننا نفقد أنواعًا نتيجة للتغير المناخي أو التلوث أو كيف لنا أن نعرف أننا نكتسب أنواعًا لم تكن موجودة من قبل؟ يجب العلم أن هذه التغيرات التي تطرأ على الشعاب المرجانية يمكن أن تهدد سلامة البيئة البحرية.

من خلال المعلومات المتاحة حول أصغر أشكال الحياة البحرية، يمكننا القيام بما يلي: يمكننا معرفة التالي:

1. رصد أوجه التشابه والاختلاف - بين الشعاب المرجانية وبين البيئات الساحلية القريبة من الشواطئ والبعيدة عنها وبين البحار وفي جميع محيطات الأرض؛
2. التحقق من وجود أنواع رئيسية تُسمى **الكائنات الحارسة** والتي تساعد العلماء على تحديد ما إذا كان النظام البيئي سليمًا أم متضررًا؛
3. تصميم أنظمة إنذار مبكرة. في حال اكتشاف عدم وجود الكائنات الحارسة التي تعتبر مؤشرًا على وجود نظام بيئي سليم، فعلينا إبلاغ الحكومات والأشخاص المعنيين بالشؤون البحرية لاتخاذ الإجراءات اللازمة لحماية البيئة البحرية، وقد تتضمن هذه الإجراءات ضبط عمليات تصريف مياه الصرف الصحي أو تحسين عملية معالجة المياه أو الحد من أنشطة الصيد.

تم مؤخرًا دمج تقنيتين لإيجاد المخلوقات التي تعيش في أماكن متوارية عن الأنظار، وهما **هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية (ARMS)** والشفرة الخيطية **للحمض النووي** (DNA barcoding).

كائنات حارسة (SENTINEL SPECIES)

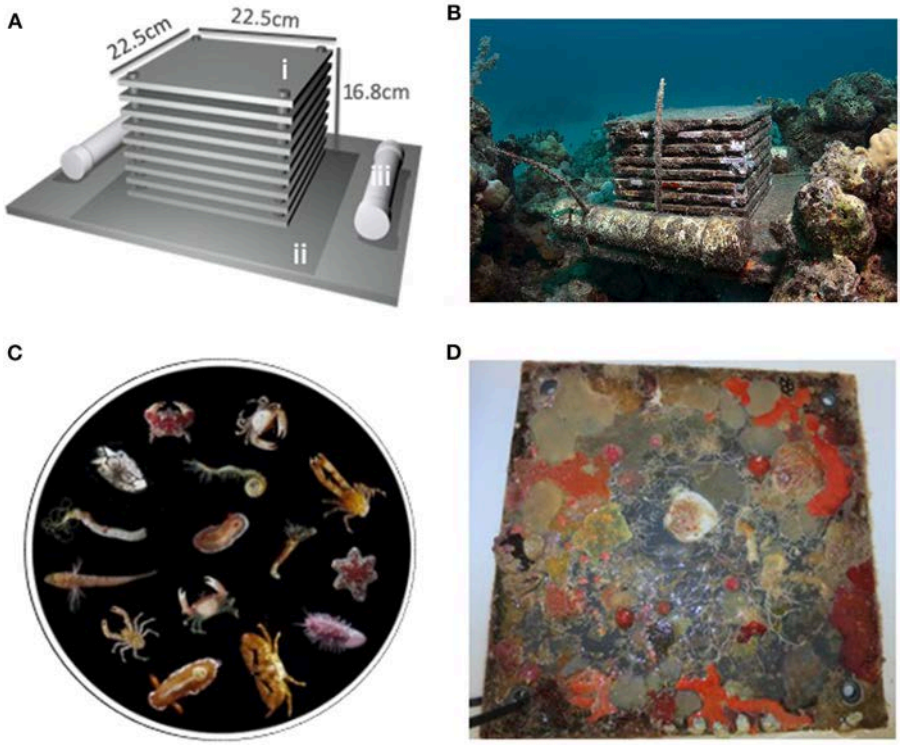
هي أنواع تتسم بالأهمية الكبرى في أي نظام بيئي حيث يستخدمها العلماء باعتبارها مؤشرًا على سلامة النظام البيئي، وفقدان هذه الكائنات يعتبر إنذارًا مبكرًا ينذر بأن النظام البيئي معرض لخطر داهم.

هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية (ARMS)

هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية هي هياكل مصنوعة من ألواح متعددة مثبتة فوق بعضها البعض وتحاكي بنية ثلاثية الأبعاد للشعاب المرجانية، وتمكننا من دراسة الكائنات الحية الخفية التي لا يتم رصدها خلال عمليات المسح المرئية التي يجريها الغواصون نظرًا لصغر حجمها أو لكونها كائنات ليلية.

الحمض النووي (DNA)

هو خيوط طويلة من المواد الكيميائية التي تحتوي على جينات - أو مخططات - أحد الكائنات الحية، وتحتوي الجينات في الحمض النووي للكائن الحي على معلومات تساعد على تحديد شكله وحجمه وسلوكه.



شكل 2

(A) صورة لهيكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية توضح الأبعاد والعناصر الأساسية: (1) تسعة ألواح بلاستيكية قوية ذات مساحات كبيرة مخصصة للحيوانات لتتمكن من الاستقرار والاختباء؛ و(2) قاعدة؛ و(3) أوزان للحفاظ على ثبات الهياكل ضد الأمواج والتيارات. **(B)** وحدة هياكل مراقبة ذاتية للشعاب المرجانية مثبتة وسط الشعاب المرجانية في البحر الأحمر. **(C)** أمثلة لكائنات مجمعة من البحر الأحمر باستخدام هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية ويبلغ حجمها أكبر من 2 مم. **(D)** لوح من ألواح هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية بعد سنوات من وجودها تحت سطح البحر ويوجد عليها بعض الكائنات الحية التي استقرت وأخذت في النمو. حقوق الصور: Joao Curdia **(A)** وJessica Bouwmeester **(B)** وJohn K. Pearman **(C, D)**.

من المحيط إلى المختبر.. قصة تقنيتين جديدتين

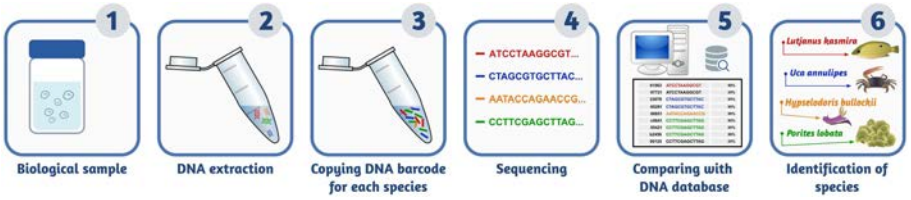
ما هي هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية؟

هذه الهياكل هي عبارة عن مجموعات مكونة من تسعة ألواح مثبتة فوق بعضها البعض ويوجد بينها مساحات فارغة للسماح للكائنات الحية بالزحف بداخلها وللمياه بالمرور من خلالها (الشكلان 2A وB) يحاكي هذا التصميم بنية ثلاثية الأبعاد للشعاب المرجانية، مع تعرض أجزاء منها للضوء ووصول كمية محدودة من الضوء لبعض الأجزاء الأخرى، فضلًا عن وجود مناطق للحيوانات لاستخدامها كملجأ من الحيوانات المفترسة. ويُذكر أن هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية تتم صناعتها أولًا في الورش قبل أن يأخذها غواص متخصص إلى البحار ليضعها في قاع الشعاب المرجانية، وبعد فترة من سنة إلى ثلاث سنوات يعود الغواص لجمع هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية من الموقع، وعندئذ ستكون هذه الهياكل مغطاه بالحيوانات والنباتات والطحالب والبكتيريا في إطار عملية النمو البحري. يقوم العلماء المعنيين بالشؤون البحرية بتصوير جميع الكائنات الحية الموجودة على هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية (الشكل 2D)، علاوةً على ذلك، يقوم اختصاصي التصنيف، المعني بتصنيف الحيوانات وفقًا لمجموعات أو أنواع بعينها (**التصنيف** الخاص بها)، بالتعرف على الكائنات الحية الكبيرة (التي يبلغ حجمها أكبر من مم، الشكل 2C) والمكتشفة على كل هيكل من هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية. وإذا لم يتعرف اختصاصي التصنيف على الكائن الحي، فثمة طريقة جديدة تمكن اختصاصي التصنيف من التعرف على أحد الكائنات الحية، وذلك من خلال الحمض النووي – أداة تُسمى شفرة الحمض النووي الخيطية.

علم التصنيف (TAXONOMY)

علم تصنيف الكائنات الحية إلى مجموعات تُسمى، على سبيل المثال لا الحصر، العائلات أو الأنواع التي تتشارك الخصائص والسمات نفسها.

ما هي شفرة الحمض النووي الخيطية وكيف يمكننا أن نستخدمها؟



شكل 3

تعتبر شفرة الحمض النووي الخيطية من التقنيات الجديدة الرائعة التي يمكن أن تساعد العلماء على اكتشاف التنوع الحيوي في محيطاتنا وتصنيفه، فالكائنات الحية البحرية تفقد خلاياها باستمرار، وهذه الخلايا تتسرب في بيئة المحيطات. تحتوي كل خلية على الحمض النووي (المعلومات الجينية) لهذه الأنواع، ويمكن جمعها من الماء أو الرواسب أو هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية، وتُعرف هذه المعلومات الجينية باسم الحمض النووي البيئي لأنها تُجمع من البيئة، ويمكن استخدام **الحمض النووي البيئي** (الذي يرمز له اختصارًا بـ eDNA) لإنشاء سجل يضم الأنواع الموجودة في مكان وزمان معينين، يعتبر الحمض النووي لكل كائن حي بمثابة ''شفرة خيطية'' مميزة له ويشبه الأكواد التي تجدها على المنتجات التي تُباع في المتاجر الكبرى، ويمكن القول إن كلما كان النوعان قريبين لبعضهما، كان حمضهما النووي متشابهًا. ومن خلال فحص الحمض النووي البيئي، يمكننا معرفة النوع أو العائلة التي تنتمي إليها الكائنات الحية التي تعيش في بيئة معينة، (الشكل 3). ويمكن مقارنة شفرات الحمض النووي المميزة بقاعدة بيانات إلكترونية تربط هذه الشفرة المميزة بأسماء الأنواع، وفي بعض الأحيان، تُكتشف أنواع جديدة ليست واردة في قاعدة البيانات. وتشير التقديرات أنه لم يُكتشَف ويُسجَل سوى ٨٦% من الكائنات الحية على كوكب الأرض، فيوجد العديد من الأنواع التي لم نكتشفها بعد [2].

في البحر الأحمر، تسهم شفرة الحمض النووي الخيطية للحمض النووي البيئي في مساعدتنا على العثور على الكائنات البحرية التي لم تتنامى إلى علم أي فرد في العالم ليصفها. ومع توسع مجموعة الحمض النووي البيئي، يمكن للباحثين أن يبدأوا في العثور على أنماط توضح لهم أين تعيش هذه الأنواع واكتشاف ما إذا كانت هذه الأنواع لا زالت موجودة أم اختفت.

كشف الستار عن المخلوقات الغامضة في البحر الأحمر

قام علماء مركز أبحاث البحر الأحمر بوضع هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية على طول الساحل السعودي من الشمال إلى الجنوب منذ 2014. وجد هؤلاء العلماء 10,700 نوع مميز له صلة بالشعاب البحرية الموجودة في البحر الأحمر. فهذا العدد من الأنواع المكتشفة أكثر 10 مرات من أنواع الأسماك و30 مرة من أنواع الشعاب المرجانية التي تم اكتشافها من قبل في المنطقة، وكانت أغلب الأنواع تنتمي إلى مجموعة تُعرَف باسم المفصليات (مثل السلطعون)، تليها الأسماك والرخويات (حيوانات أجسامها مكسوة بقشرة خارجية بما في ذلك الحلزون) والديدان (الشكل 4). والعديد من هذه الأنواع لم تكن تنتمي إلى أي من المجموعات المعروفة. وبعد استعادة هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية التي كانت متمركزة في قلب البحر الأحمر، تم تطبيق تقنية الشفرة الخيطية للحمض النووي البيئي على هذه الهياكل التي كانت متمركزة في 11 موضعًا للشعاب المرجانية. الموضوعة في إحدى عشر شِعبًا مرجانيًا، وجد علماء الفلك فيما بعد أن مجموعات الكائنات الحية المحددة تغيرت كلما أصبحت الشعاب المرجانية بعيدة عن الشاطئ بمسافة كبيرة في اتجاه مركز البحر الأحمر.

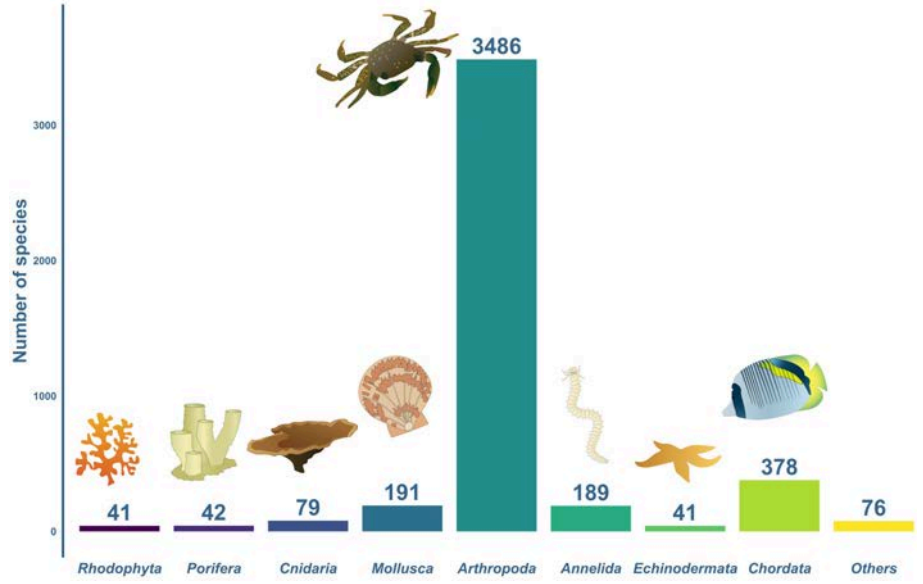
شكل 3

تحديد الكائنات الحية باستخدام الشفرة الخيطية للحمض النووي البيئي (eDNA)، (1) تُمزَج العينة البيئية التي تحتوي على خلايا الكائنات الحية وحمضها النووي مع منظف معين حتى يخرج الحمض النووي الموجود داخل الخلية، (2) ثم يُستخلص (يُفصل) الحمض النووي من المكونات الخلوية الأخرى باستخدام سلسلة من المواد الكيميائية. (3, 4) وفيما بعد، يتم تحليل الحمض النووي المُستخلص (تعيين تسلسله) للحصول على "الشفرة الخيطية" التي تحدد أنواع الكائنات الحية. (5) ثم تتم مقارنة التسلسلات بقاعدة البيانات الإلكترونية، وحينها (6) يمكن تحديد أنواع الكائنات الحية[1] .

[1]أيقونة البحث في قاعدة البيانات المقتبسة من قاعدة بيانات البحث الذي أنشأها Markus، رقم thenounproject.com. تفضلت شبكة التكامل والتطبيق (Integration and Application Network) التابعة لجامعة ماريلاند، مركز العلوم البيئية بتقديم الرسومات الحيوانية (ian.umces.edu/symbols/). تفضلت شبكة التكامل والتطبيق التابعة لجامعة ماريلاند، مركز العلوم البيئية بتقديم الرسومات الحيوانية.

الحمض النووي البيئي
ENVIRONMENTAL DNA (EDNA)

هو المادة الجينية المستخرجة من الخلايا الموجودة في العينة البيئية مثل ماء البحر أو الرواسب أو الشعاب المرجانية أو هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية والتي يمكن استخدامها لتحديد الأنواع التي كانت موجودة في مكان وزمان معينين.



شكل 4

شكل 4

الأنواع التي تم العثور عليها باستخدام هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية في البحر الأحمر. يدرج محور السينات (المحور الأفقي) العديد من شُعب (مجموعات من الكائنات الحية ذات الصلة التي تحتل مرتبة دُنيا في مملكة الحيوانات) الكائنات الحية التي تم تجميعها، أما محور الصادات (المحور الرأسي) فيشير إلى عدد هذه الأنواع، وبالاطلاع على الرسم البياني، ستلاحظ أن معظم الأنواع التي تم جمعها تنتمي إلى شعبة المفصليات بما في ذلك السلطعون.

ومن الأشياء الأخرى التي لاحظها العلماء أنه في سبيل الحفاظ على الأنواع وحمايتها يجب إنشاء محمية بحرية تتضمن شبكة من الشعاب المرجانية المحمية بدلًا من حماية الشعاب المرجانية الأكثر ثراءً من حيث الأنواع، وهذا يرجع إلى أن بعض الشعاب المرجانية تحتوي على أنواع مختلفة تمامًا عن تلك الأنواع الموجودة في شِعب مرجاني آخر، لذا فإن حماية شِعب مرجاني واحد فقط لن يسهم في حماية التنوع الحيوي الموجود في المنطقة.

هل يمكن حل لغز البحار؟

هل يمكن أن نكوّن معرفة كاملة عما يقبع تحت أسطح البحار؟ الإجابة على هذا السؤال ستكون بالإيجاب والنفي معًا، بالإيجاب لأننا الآن نملك أدوات، مثل هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية والشفرة الخيطية للحمض النووي البيئي التي تتيح لنا تحديد التنوع الهائل للكائنات الحية الموجودة في البحار بطريقة أسرع وأقل تكلفة، وبما أن هذه الأدوات وتقنيات الحاسوب تشهد تطورًا مستمرًا، يمكننا توقع ظهور طرق جديدة ومبتكرة لتحديد الكائنات البحرية. أما الإجابة التي بالنفي فترجع إلى أن التغيرات العالمية تتسبب في فقدان بعض من هذه الأنواع قبل أن نتعرف عليها، كما أنه توجد أجزاء كثيرة من البحار يتعذر الوصول إليها والتي لا يمكن فيها استخدام هياكل المراقبة الذاتية للشعاب المرجانية أو جمع عينات من الشفرة الخيطية للحمض النووي البيئي. أما ما نعرفه بالفعل هو أن الأنظمة البيئية التي تمتاز بتنوعها الحيوي والتي تحتوي على أنواع مختلفة من المرجح أن تتسم بالمرونة والصمود في وجه الظروف المتغيرة. تُعد محاولة تسجيل جميع الكائنات البحرية التي تعيش في الشعاب المرجانية في البحر الأحمر والإلمام بها من أحد الإسهامات التي يقدمها العلماء للمساعدة على حماية الثروات البحرية التي يزخر بها كوكبنا والحفاظ عليها.

إقرار

يعرب المؤلفون عن امتنانهم لـ João Curdia نظرًا لمشاركته في تعديل الشكل 3، وللمؤلفين المشاركين في المقالات الواردة في المصدر الأصلي. وشكر خاص لكل من المحررين Rúben Costa وChristian Voolstra، وللمراجعين، والمشرفة على المحتوى العلمي Royale S. Hardenstine لتقييمهم الرصين والنقدي لمقالنا حيث إن تعليقاتهم البناءة عملت على دعم هذا المنشور. وأخيرًا، نود أن نشكر أيضًا Susan Debad لمساعدتها لنا على جعل مقالنا سهل الوصول إلى جمهور الشباب. دُعِم البحث - الذي يستند إليه هذا المقال - من خلال مركز أبحاث أرامكو السعودية لعلوم البيئة البحرية في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية.

مقال المصدر الأصلي

Pearman, J. K., Leray, M., Villalobos, R., Machida, R. J., Berumen, M. L., Knowlton, N., et al. 2018. Cross-shelf investigation of coral reef cryptic benthic organisms reveals diversity patterns of the hidden majority. *Sci. Rep.* 8:8090. doi: 10.1038/s41598-018-26332-5

Carvalho, S., Aylagas, E., Villalobos, R., Kattan, Y., Berumen, M., and Pearman, J. K. 2019. Beyond the visual: using metabarcoding to characterize the hidden reef cryptobiome. *Proc. R. Soc.* B 286:20182697. doi: 10.1098/rspb.2018.2697

المراجع

1. NOAA. 2019. Available online at: https://oceanservice.noaa.gov/facts/exploration.html (accessed May 30, 2019).
2. Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., and Worm, B. 2011. How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS Biol.* 9:e1001127. doi: 10.1371/journal.pbio.1001127

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Christian Robert Voolstra, Universität Konstanz, Germany

الاقتباس: Otoadese J and Carvalho S (2021) ثروات الشعاب المرجانية: كشف الستار عن المخلوقات الخفية التي تسكن الشعاب المرجانية. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00011-ar

مُترجَم ومقتبس من: Otoadese J and Carvalho S (2020) Treasure Reef: Revealing the Hidden Creatures of Coral Reefs. Front. Young Minds 8:11. doi: 10.3389/frym.2020.00011

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 © 2021 Otoadese and Carvalho.
هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

BJORN، العمر: 15
أستمتع بصناعة النماذج ثلاثية الأبعاد والبرمجة والدراسة وممارسة الرياضة في وقت فراغي. لقد أتيت من كندا، وأعتقد أن إتاحة المعلومات للجميع من الأمور الجوهرية في سبيل التأهب إلى المستقبل.

HAZEM، العمر: 14
أُدعى Hazem، أبلغ من العمر 14 عامًا، وأحب معرفة معلومات عن علم الأحياء.

REBECCA، العمر: 15
لقد قضيت طفولتي في بيئة ثقافية مغايرة لثقافتي الأصلية (TCK)، وأعيش حاليًا في السعودية، ملتحقًا بإحدى مدارسها الدولية. وأنا نصفي كندي والنصف الآخر نيوزلاندي. كما أنني أعزف على الكمان وأمارس رياضة الركبي (إلى جانب مختلف الرياضات الأخرى)، وأحب الفنون وفن طهي الطعام، وأحب أيضًا الطبيعة والتنزه سيرًا على الأقدام والغابات.

SAMUEL، العمر: 14
أُدعى Samuel وأنا من نيوزيلندا، أستمتع كثيرًا بكوني قادرًا على قراءة المقالات العلمية التي تدور حول أحدث الاكتشافات العلمية وفهم ما هو مذكور بها، ولقد عشت في لاتفيا لمدة سنتين وفي قطر لمدة 7 سنوات. إن تجربة أشياء جديدة أمر رائع حقًا، وأشعر أنني يجب أن أخوض جميع التجارب قبل أن أتقدم في السن ولا أستطيع فعل ذلك.

XENIA، العمر: 15
أُدعى Xenia، وأنا أحب العلوم، وأعتقد أنه من الرائع أن أتمكن من قراءة مقال علمي واستيعاب ما هو مذكور في المقال. أما في وقت فراغي، فأحب القراءة وممارسة رياضة الجمباز والتقاط الصور.

المؤلفون

JENNIFER OTOADESE
بعد أن عشت بالقرب من شواطئ المنطقة القطبية الشمالية والمحيط الهادئ والمحيط الأطلسي والهندي، اتضح لي أن التواجد في المياه أو بالقرب منها من الأمور الممتعة بالنسبة لي، وكانت تجربتي الأولى للغطس في البحر الأحمر قبل 17 سنة، وكان التنوع الذي يمتاز به البحر أمرًا مذهلًا وخلابًا. أود أن تتاح هذه الفرصة للجميع حتى يشاهدوا روعة كوكبنا الأزرق. هذا هو السبب في أن مسيرتي المهنية ستدعم - وستظل تدعم - فرق المشاركة والبحث العلمي التحويلي لأداء أعمالهم بأفضل طريقة ممكنة. ولقد تشرفت بتنسيق البحوث البحرية وتيسير المناقشات المتعلقة بتطبيق سيناريوهات شاملة لجميع القطاعات بشأن الحد

من مستوى الكربون بحلول عام 2050، وتوثيق المعرفة الغربية ومعرفة السكان الأصليين حول التغير المناخي في المنطقة القطبية الشمالية، وتنسيق التقييمات البيئية العالمية التي يقودها الشباب، وتغيير السياسات المتعلقة بحماية الغابات وسبل المعيشة.

SUSANA CARVALHO

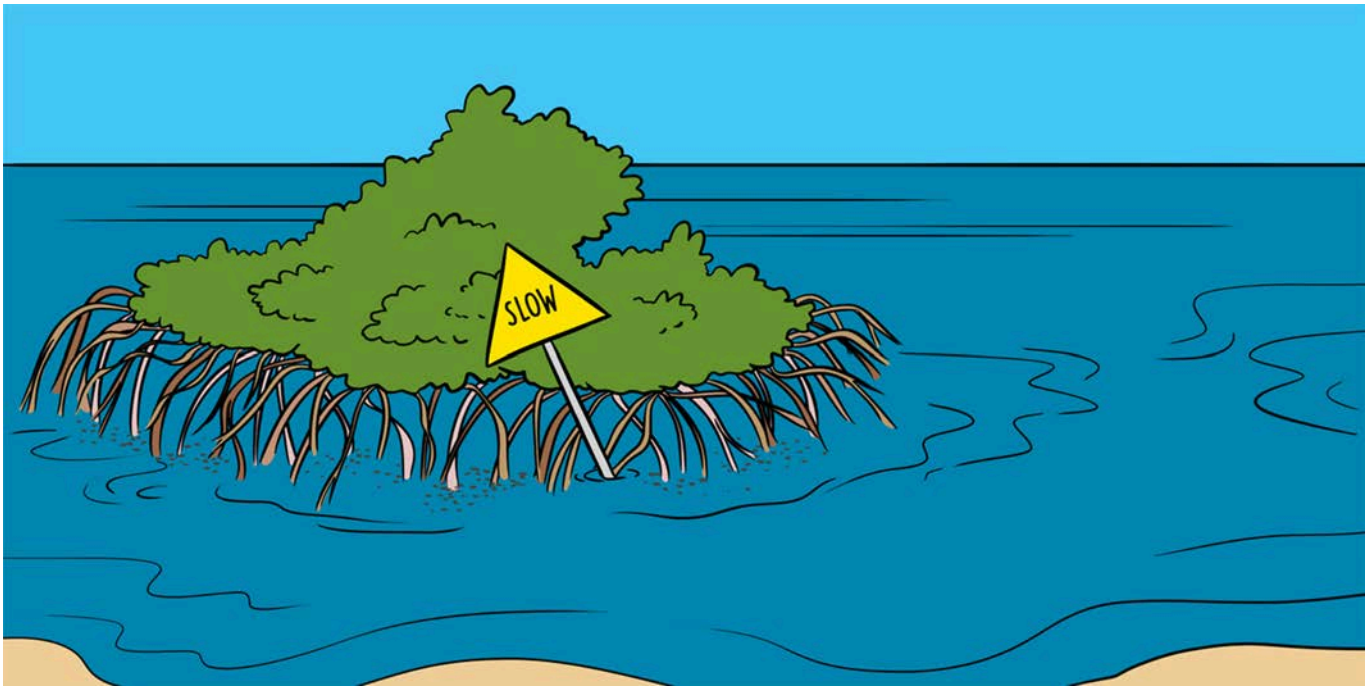
أنا عالمة متخصصة في علم البيئة البحرية ولدي شغف كبير بدراسة التنوع الحيوي البحري وحمايته. وأنا أعيش في السعودية منذ 2012 وأعمل في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية، وأعمل الآن على استكشاف كيفية تغير التنوع الحيوي وعمل الأنظمة البيئية في البحر الأحمر نتيجة الاضطرابات البشرية أو الطبيعية، ولقد شاركت بشكل خاص في الدراسات التي تتضمن استخدام أدوات قائمة على الحمض النووي في مشاريع الرصد الحيوي المائي والتنوع الحيوي التي تغطي فئة كبيرة بداية من الميكروبات وصولًا إلى الأسماك. كما تثير اهتمامي للغاية الآلية التي يتوزع بها التنوع الحيوي حول العالم بأسره.
*susana.carvalho@kaust.edu.sa

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2019.00114-ar



كيف تحمي الأعشاب البحرية الحدود الساحلية؟

***Marco Fusi*[1,2*] *and Daniele Daffonchio*[1]**

[1] *Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia*
[2] *School of Applied Sciences, Edinburgh Napier University, Edinburgh, United Kingdom*

الأعشاب البحرية هي عبارة عن حقول عشبية تحت سطح الماء تعمل على حماية السواحل وتعتبر مأوى لكثير من الكائنات البحرية. هذه الأعشاب هي نباتات مزهرة نشأت في اليابسة وعاشت في البحار، وتقع الآن في قاع البحر في المياه الضحلة على طول السواحل في جميع أنحاء العالم. تُعرّض الأنشطة البشرية، مثل طرق صيد الأسماك التي تعتمد على الشباك الثقيلة التي يتم سحبها عبر قاع البحر، هذا النظام البيئي المهم لخطر بالغ. وقد سعينا، في هذه الدراسة، إلى قياس مدى مساهمة الأعشاب البحرية في حماية السواحل من خلال احتجاز البقايا الصخرية التي تجرفها مياه البحار. الجدير بالذكر أيضًا، أن الأعشاب البحرية تقلل من تآكل الشواطئ على طول الساحل وتحمي منازلنا ومدننا من قوة تقلبات البحار وارتفاع مستوى سطحها الناجم عن الاحتباس الحراري العالمي، وتقوم الأعشاب البحرية بذلك من خلال تخفيف قوة الأمواج باستخدام أوراقها، ومساعدة الرواسب المنقولة عبر مياه البحر على التراكم في قاع البحر.

المراجعون الصغار:

ARNAB
العمر:14

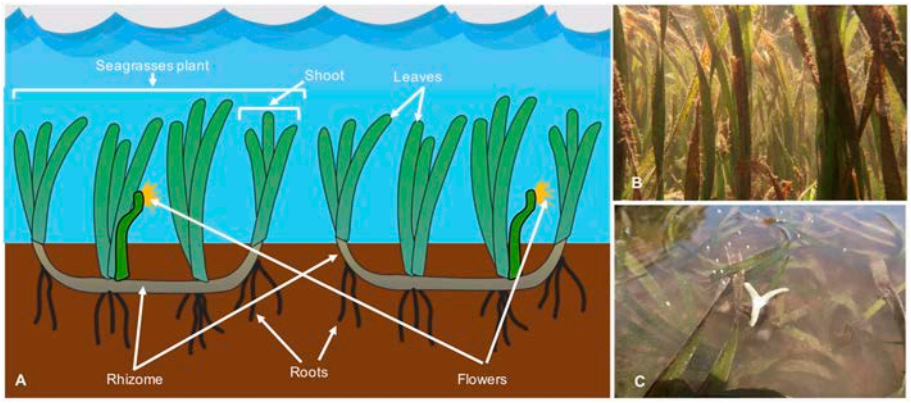
FABIAN
العمر:12

MALSHI
العمر:12

SAVANA
العمر:13

SUBHAAN
العمر:13

ZIA
العمر:13



شكل 1

(A) في هذا الرسم لنباتات الأعشاب البحرية، يتم وصف البنيات الرئيسية لهذه النباتات. **(B)** الأعشاب البحرية من نوع *Enhalus acoroides*، هي واحدة من أكثر الأنواع وفرة في البحر الأحمر. **(C)** الزهرة الأنثوية من *Enhalus acoroides* التي ظهرت في أثناء الجزر المنخفض. وكما هو الحال بالنسبة للنباتات المزهرة الأخرى، فإن الأعشاب البحرية تنتج فواكه وبذورًا.

الأعشاب البحرية: النباتات البحرية التي نشأت في اليابسة وعاشت في البحار

عندما نتحدث عن الأنظمة البيئية التي تعيش على امتداد السواحل، كثيرًا ما نفكر في غابات المانجروف الجميلة أو الشعاب المرجانية اللا نهائية. ومع ذلك، فعادة ما ننسى أن السواحل تقطنها أنواع أخرى من الأنواع التي تشكل نظامًا بيئيًا مهمًا مثل: مروج الأعشاب البحرية.

تعتبر الأعشاب البحرية، مثل أشجار المانجروف، نباتات مزهرة نشأت في اليابسة ثم عاشت في البحار، قبل حوالي 100 مليون سنة [1]. وكما هو الحال مع كل النباتات المزهرة (والمعروفة أيضًا باسم وعائيات البذور، المشتقة من الكلمات اليونانية *angeion* بمعنى ''وعاء'' و*sperma* بمعنى ''بذور'')، عادة ما تزهر الأعشاب البحرية مرة واحدة في السنة خلال الموسم التكاثري، بنفس الطريقة التي تتكاثر بها العديد من النباتات على اليابسة خلال فصل الربيع. فبدلًا من استخدام النحل أو الحشرات الأخرى في عملية التلقيح، تستخدم الأعشاب البحرية الكائنات البحرية، مثل السلطعون أو الديدان البحرية أو الجمبري، والتي تعيش مختبأة في **الرواسب** بين جذور الأعشاب البحرية [2]. تسير هذه الكائنات البحرية وتسبح بين الأزهار الذكرية للأعشاب البحرية وتلتقط حبوب اللقاح من خلال الأجزاء الشائكة والمشعرة في أجسامها، وعندما تسير هذه الكائنات وتسبح بين الأزهار الأنثوية، يتم تلقيح النبات [2].

الرواسب (SEDIMENT)

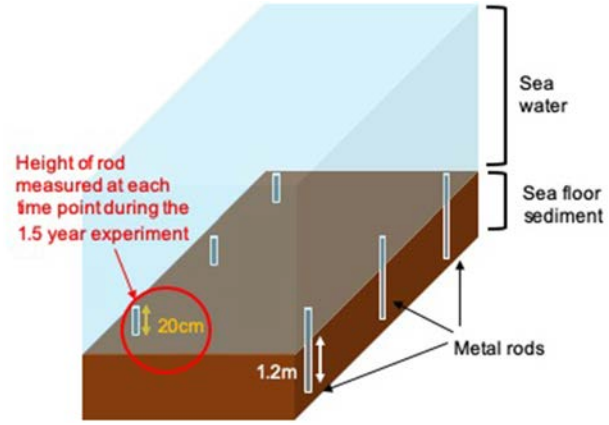
الرواسب هي تراكم للرمال والطين والبقايا الصخرية والأوساخ التي تستقر في قاع البحيرات والأنهار والبحار.

وعلى غرار العديد من أنواع الأعشاب الأخرى على اليابسة، تكون الأعشاب البحرية متصلة بينّى موجودة تحت الأرض تُسمى **الجُذمور،** وهي تشبه الجذور التي تنمو تحت الرواسب. يمكن أن تنبت بتلات جديدة للأعشاب البحرية من الجُذمور (الشكل 1)، ويمكن أن ينبت من نبات واحد العديد من البتلات على مدى فترة طويلة من الزمن. في البحر الأبيض المتوسط، على سبيل المثال، تم اكتشاف أن عمر أحد النباتات يزيد عن 200,000 سنة - وهو ما يكاد يقارب عمر السلف الأول من جنس الإنسان العاقل (*Homo sapiens*).

الجُذمور (RHIZOME)

هو جزء أفقي من النبات ينمو تحت الأرض وينتج الأجهزة الرئيسية (المجموع الخضري والمجموع الجذري) لنبات جديد.

وتفيد التقديرات، في جميع أنحاء العالم، بأن الأعشاب البحرية تغطي ما بين 0.15 و4.6 مليون كيلو متر مربع [3]، وهي مساحة أكبر بعشر مرات من مساحة البحر الأحمر. ويضم البحر الأحمر وحده 12 نوعًا من أصل 60 نوعًا من أنواع الأعشاب البحرية الموجودة في جميع أنحاء العالم، وتشكل هذه الأعشاب البحرية مجتمعة منطقة تمتد مساحتها لأكثر من 100,000 كيلومتر مربع، وهي مساحة مماثلة للمساحة الكلية للبرتغال.



شكل 2

شكل 2

تقنيات القضبان المستخدمة لقياس التغير في ارتفاع مستوى السطح (SECP) لقياس الرواسب. يتم إدخال ستة قضبان معدنية طولها 1.4 متر في الرواسب، مع ترك جزء طوله 20 سنتيمترًا مكشوفًا من القضبان. تتيح لنا المسافة التي تم قياسها بين الرواسب والقضبان تحديد مقدار تآكل/تراكم الرواسب في الرقعة بشكل سريع.

الأعشاب البحرية تحمي ساحل البحر الأحمر

تعمل مروج الأعشاب البحرية، التي تمتد أوراقها حتى سطح مياه البحر، على إبطاء التيارات البحرية التي تنقل الرواسب والجسيمات الأخرى وتسمح باستقرار هذه الرواسب بين جذور الأعشاب البحرية وأوراقها. ومن خلال القيام بذلك، تساعد الأعشاب البحرية على تكوين طبقات جديدة من الرواسب فوق الطبقات الأقدم. ولكن كيف تتجنب الأعشاب البحرية تعرضها للدفن؟ تكمن الحيلة في مستوى التكيف الاستثنائي الذي اكتسبته هذه النباتات من خلال العيش في هذا النظام البيئي المتغير باستمرار: فبفضل الجُذمور، يستطيع كل نبات من الأعشاب البحرية أن يكيف عملية نموه بحيث يساير عملية **الترسب.** ومن خلال مساعدة الرواسب على التراكم، تحمي الأعشاب البحرية السواحل من **التآكل،** وبالتالي تحمي المنازل والطرق والمدن الواقعة بالقرب من الشاطئ.

الترسب (SEDIMENTATION)

هو تراكم الرمال والطين والبقايا الصخرية والأوساخ التي تستقر في قاع البحيرات والأنهار والبحار.

التآكل (EROSION)

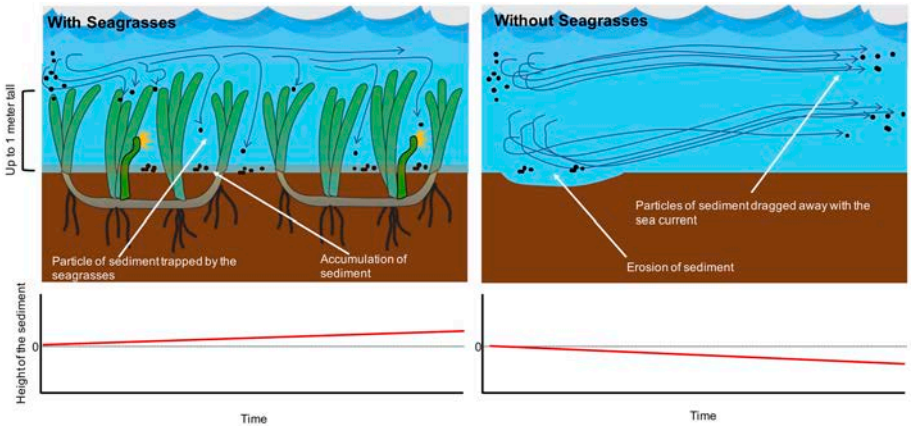
هو التقويض أو التقليل التدريجي للرواسب.

تقنية قضبان قياس التغير في ارتفاع مستوى السطح (SECP)

تُستخدم هذه التقنية لقياس التغير في ارتفاع قاع البحر.

ولمعرفة مقدار الرواسب التي تكونها الأعشاب البحرية، صممنا نظام قياس يستخدم ستة قضبان معدنية، باتباع تقنية تُسمى **تقنية قضبان قياس التغير في ارتفاع مستوى السطح (SECP)**. يستخدم العديد من العلماء هذه التقنية لقياس الرواسب المُجمعة في غابات المانجروف والمستنقعات المالحة (الشكل 2).

والجدير بالذكر أننا قد أنشأنا خمس رقع تجريبية في قاع البحر داخل مروج الأعشاب البحرية وخمس رقع في الرواسب التي لا تغطيها الأعشاب البحرية. وكانت القضبان، في وقت الإعداد، مثبتة بإحكام في قاع البحر بعمق 1,2متر. مع ترك 20 سنتيمترًا من القضبان مكشوفًا فوق الرواسب، وخلال فترة رصد مدتها عام ونصف، قمنا بفحص القضبان ثلاث مرات. وفي كل مرة، قمنا بقياس ارتفاع القضبان المعدنية التي ظلت مكشوفة فوق سطح الرواسب. إذا تراكمت رواسب بدايةً من وقت تركيب القضبان وحتى وقت الفحص الأول، فإن المسافة من طرف القضيب إلى قاع البحر ستكون أصغر من 20 سنتيمترًا، ولكن في حالة حدوث تآكل، ستكون المسافة أكبر من 20 سنتيمترًا، وقد استخدمنا أطوال كل قضيب من القضبان الستة لحساب متوسط تراكم/تآكل الرواسب في كل رقعة تجريبية. وفي نهاية عملية الرصد، توصلنا إلى استنتاج مفاده أن الأعشاب البحرية، على طول وسط البحر الأحمر في سواحل المملكة العربية السعودية، قد ساعدت على تراكم رواسب بمعدل يبلغ 7.84 مم سنويًا، بينما رأينا أن في المنطقة التي لا تغطيها الأعشاب البحرية، يوجد فقدان (تآكل) للرواسب بمعدل يبلغ 30.9 مم سنويًا (الشكل 3).



شكل 3

شكل 3

تساعد الأعشاب البحرية على احتجاز جزيئات الرواسب التي يتم نقلها عبر التيارات البحرية، وتُبطئ الأوراق، الممتدة حتى سطح البحر، تيارات الماء. وبالتالي يصبح هذا التيار البطيء غير قادر على حمل جزيئات الرواسب، لذلك تسقط الجسيمات وتصبح جزءًا من قاع البحر، وهو ما يؤدي في النهاية إلى تراكمها. ويمكن القول إنه في حال عدم وجود أعشاب بحرية، لا تكون هناك أي عوائق أمام التيارات البحرية فتحمل جزيئات الرواسب بعيدًا، وتحول دون وصولها إلى قاع البحر ويتآكل القاع نتيجة لذلك.

وقد تم تكرار هذه التجربة في عدة مواقع أخرى في جميع أنحاء العالم، وتم الوصول إلى نتائج مماثلة. ففي كينيا، على سبيل المثال، سجلنا تراكمًا للرواسب بمعدل يبلغ 34 مم سنويًا في مروج الأعشاب البحرية. من ناحية أخرى، تسبب التآكل في المناطق التي لا تغطيها الأعشاب البحرية في فقدان ما يصل إلى 40 مم من الرواسب سنويًا في تنزانيا، ومتوسط خسارة يبلغ 30 مم سنويًا في كينيا. وتبين لنا هذه البيانات بوضوح مدى أهمية الأعشاب البحرية في الاحتفاظ بالرواسب في المناطق الساحلية، ولذلك فهي تنبئنا بأننا في حاجة ماسة إلى وضع قوانين لإدارة السواحل لحماية مروج الأعشاب البحرية.

تكتظ السواحل في جميع أنحاء العالم بالناس، ويتم بناء العديد من المدن والمنتجعات والقرى على طول السواحل، وغالبًا لا يتم وضع خطر التآكل الساحلي الناجم عن عمليات البناء هذه في الاعتبار. وفي العقود القليلة الماضية، حدت الأنشطة البشرية، مثل بناء السدود على طول الأنهار، من كمية الرواسب القادمة إلى البحار، وقد أدى انخفاض كمية الرواسب إلى زيادة تآكل الشواطئ الرملية والشواطئ الصخرية بسبب تيارات المحيطات، ونجم عن هذا التآكل تدمير كبير للمباني. الأعشاب البحرية هي وسائل طبيعية يمكنها المساعدة في حل هذه المشكلة.

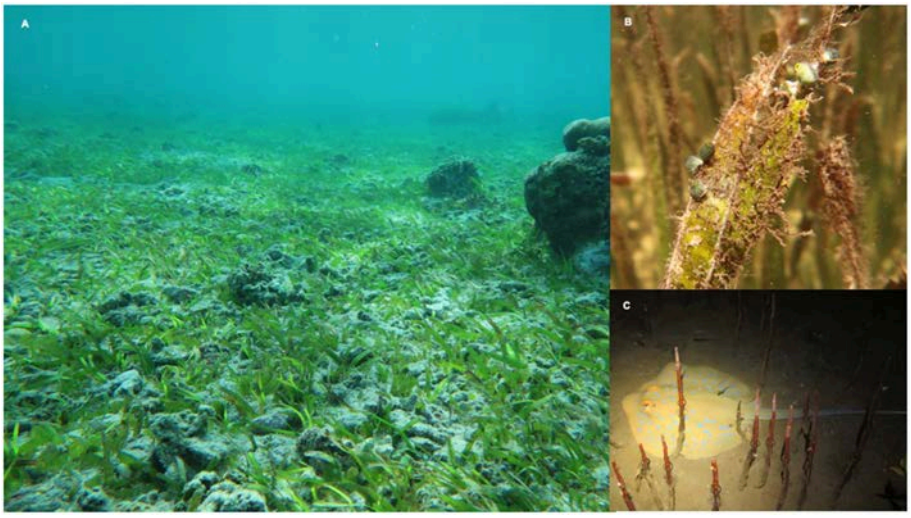
باختصار، تعتبر مروج الأعشاب البحرية واحدة من أكثر الحواجز فعالية ضد التآكل، لأنها تحاصر الرواسب وتلتقطها بين أوراقها. ولقد تعلم علماء الآثار من الأعشاب البحرية كيفية حماية المواقع الأثرية الموجودة تحت الماء، مثل أحد المواقع في الدنمارك حيث تم اكتشاف العشرات من حطام السفن الرومانية وسفن الفايكنج القديمة هناك، حيث يستخدم علماء الآثار أغطيه تشبه الأعشاب البحرية لتعمل كمصائد للرواسب حتى تتراكم الرواسب بحيث تدفن السفن. والجدير بالذكر أن عملية الدفن هذه تخلق ظروفًا تتسم بانخفاض الأكسجين وتمنع الخشب من التعفن [4].

التنوع الحيوي (BIODIVERSITY)

جميع الحيوانات والنباتات والبكتيريا والفطريات الكبيرة منها والصغيرة في العالم أو في أي نظام بيئي معين مثل الأعشاب البحرية والشعاب المرجانية والغابات المطيرة والجبال والصحاري وغيرها الكثير.

الأعشاب البحرية تحمي التنوع الحيوي وتبقي السواحل نظيفة

لا تشبه الأعشاب البحرية الشعاب المرجانية الملونة والرائعة، ولكن يمكن أن تتمع بالمستوى نفسه من **التنوع الحيوي** البحري. ففي كل رحلة غوص في مروج الأعشاب البحرية في البحر الأحمر، يمكن أن تقابلنا مواقف مذهلة، فقد نصادف سمكة وطواط غريبة ذات بقع زرقاء تبحث عن الطعام، أو نشعر بانزعاج جمبري فرس النبي (جمبري المانتس) وخوفه من العلماء الذين يقودهم الفضول وحب الاستطلاع. وقد نشعر أيضًا بمراقبة الأخطبوطات والحبار والأسماك الأخرى لنا عن بعد. كما اكتشفنا أن أعشاب البحر الأحمر يوجد بها أكثر من 60 جحرًا حيوانيًا لكل متر مربع. حيث



شكل 4

شكل 4

(A) مروج الأعشاب البحرية. **(B)** يمكن أن تعيش الحيوانات الصغيرة، مثل الغلاليات والحيوانات الحزازية، ملتصقة بأوراق الأعشاب البحرية. الغلاليات هي حيوانات بحرية ذات أصداف خارجية صلبة والحيوانات الحزازية هي حيوانات بحرية تشبه الطحالب، ويتغذى الحيوانان عن طريق تصفية الطعام من مياه البحر. **(C)** سمكة الوطواط وهي حيوان موجود بكثرة في مروج الأعشاب البحرية.

يجد السلطعون والجمبري وذوات الصدفتين والأسماك مأوى بين جُذمور الأعشاب البحرية. علاوة على ذلك، فإن العديد من الحيوانات الصغيرة، مثل الحيوانات الحزازية والغلاليات والإسفنجيات وديدان البحر، تستقر على أوراق الأعشاب البحرية المكشوفة وجذورها (الشكل 4). واكتشف العلماء مؤخرًا أن التعاون بين الأعشاب البحرية والحيوانات يؤدي إلى حماية السواحل بشكل كبير من الكائنات الحية التي تسبب الأمراض [5]. ولقد ثبت أن الأعشاب البحرية تنتج مركبات طبيعية تقتل البكتيريا التي تسبب الأمراض لنا وللأسماك.

تسلط دراستنا الضوء على أهمية النظم البيئية الخاصة بالأعشاب البحرية في البحار. والسؤال التالي الذي يجب الإجابة عليه هو ''كيف نحافظ على بقاء الأعشاب البحرية في البحر الأحمر في المستقبل؟'' تتعرض الأعشاب البحرية لخطر دائم بسبب العديد من الأنشطة البشرية التي تُجرى على طول السواحل، حيث تؤدي طرق صيد الأسماك المعتمدة على الشباك الثقيلة التي يتم سحبها عبر قاع البحر إلى إزالة هذه النباتات وقتلها، وكذلك تؤدي المدن سريعة النمو المطلة على السواحل إلى تلوث المياه الساحلية عن طريق التصريف غير الخاضع للرقابة لمياه الصرف الصحي وإلى أيضًا حجب المياه العذبة الجوفية من الوصول إلى البحار، مما يؤدي إلى اختفاء هذا النظام البيئي المهم. فمن واجبنا مواصلة دراسة النظام البيئي الخاص بالأعشاب البحرية للبحث عن حلول تمكن الإنسان والأعشاب البحرية من التعايش مع بعضهم بعضًا في علاقة صحية وذلك من خلال تغيير طرق صيد الأسماك وتصميم مدن صديقة للبيئة.

مقال المصدر الأصلي

Potouroglou, M., Bull, J. C., Krauss, K. W., Kennedy, H. A., Fusi, M., Daffonchio, D., et al. 2017. Measuring the role of seagrasses in regulating sediment surface elevation. *Sci. Rep.* 7:11917. doi: 10.1038/s41598-017-12354-y

المراجع

1. Larkum, A. W. D., Orth, R. J., and Duarte, C. M. 2006. *Seagrasses*. Dordrecht: Springer.
2. Van Tussenbroek, B. I., Villamil, N., Márquez-Guzmán, J., Wong, R., Monroy-Velázquez, L. V., and Solis-Weiss, V. 2016. Experimental evidence

of pollination in marine flowers by invertebrate fauna. *Nat. Commun.* 7:12980. doi: 10.1038/ncomms12980
3. Duarte, C. M. 2017. Reviews and syntheses: hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget. *Biogeosciences.* 14:301. doi: 10.5194/bg-14-301-2017
4. Gregory, D., Jensen, P., and Strætkvern, K. 2012. Conservation and *in situ* preservation of wooden shipwrecks from marine environments. *J. Cult. Herit.* 13:S139–48. doi: 10.1016/j.culher.2012.03.005
5. Lamb, J. B., van de Water, J. A., Bourne, D. G., Altier, C., Hein, M. Y., Fiorenza, E. A., et al. 2017. Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. *Science.* 355:731–3. doi: 10.1126/science.aal1956

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Rùben Martins Costa, King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

الاقتباس: Fusi M and Daffonchio D (2021) كيف تحمي الأعشاب البحرية الحدود الساحلية؟ Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2019.00114-ar

مُترجَم ومقتبس من: Fusi M and Daffonchio D (2019) How Seagrasses Secure Our Coastlines. Front. Young Minds 7:114. doi: 10.3389/frym.2019.00114

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2019 © 2021 Fusi and Daffonchio. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ARNAB، العمر: **14**

أنا طالب وأبلغ من العمر 14 عامًا، وأحب أجهزة الحاسوب وغيرها من الأشياء المتعلقة بالتكنولوجيا. وأحب تكوين الأشكال المختلفة باستخدام الليجو وكذلك أستمتع بالتجارب المتعلقة بالعلوم. أحب أيضًا ألعاب الفيديو ولعبة سيتيز سكاي لاينز (Cities Skylines) ولعبة ماريو (Mario).

FABIAN، العمر: **12**

يبلغ Fabián من العمر 12 عامًا، وهو ملتحق بالصف السابع ويُعرف بكثرة رحلاته حول العالم وإتقانه لعدة لغات ويهتم كثيرًا بكل ما يتعلق بالمحيطات والابتكار. هواياته هي: ركوب الدراجات في الجبال

والليجو والابتكار والتمثيل والقراءة ولكنه يهوى القراءة بشكل خاص. يستمتع كثيرًا بمشاركته في برنامج Frontiers for Young Minds ويتطلع إلى المشاركة في العام المقبل!

MALSHI، العمر: 12

أُدعى Malshi وأبلغ من العمر 12 عامًا، أحب العلوم والرياضيات وأهتم كثيرًا بالكيمياء. بالإضافة إلى ذلك، أحب ممارسة القراءة في أوقات فراغي وأحب العزف على البيانو. رياضتي المفضلة هي كرة الريشة وأود أن أصبح عالمة في المستقبل.

SAVANA، العمر: 13

أحب الكلاب ولوني المفضل هو الأحمر وأحب التنزه مع أصدقائي.

SUBHAAN، العمر: 13

أنا من كندا وأحب الميمز (memes). أحب أفلام مارفل الخيالية، وبطلي المفضل هو سبايدرمان والشخصية الشريرة المفضلة لدي هي شخصية فينوم.

ZIA، العمر: 12

العلوم هي إحدى المواد المفضلة لدي في المدرسة، ودائمًا ما أشعر بالفضول لمعرفة كيف تحدث الأشياء اليومية التي نقوم بها في حياتنا. وأحب بشكل خاص علم الأحياء وعلم الكونيات. أشاهد الكثير من الأفلام الوثائقية عن الفضاء وأحب دراسة كل ما هو متعلق باهتماماتي والتعمق فيها.

المؤلفون

MARCO FUSI

نشأت في توسكانا، وتقع في إيطاليا، مما شكل لدي علاقة قوية مع البحر الأبيض المتوسط. أسعى دائمًا إلى إجراء الرحلات الاستكشافية في هذا البحر ولدي شغف كبير تجاه الكائنات المختلفة التي تعيش به. لقد بدأت في دراسة علوم الحاسب الآلي، لكنني كنت أتطلع دائمًا إلى توجيه مساري المهني إلى مجال يخدم البيئة والبحار. لذا، بدأت دراستي في العلوم الطبيعية في جامعة فلورنسا في إيطاليا، وتطوعت على الفور للانضمام للعديد من المشاريع المتعلقة بمجال البحار. وقادني هذا إلى السفر عبر المحيط الهندي لدراسة المانجروف (الأيكة الساحلية) وسلطعون المانجروف خلال أبحاثي التي أجريتها لنيل درجة الماجيستير والدكتوراة، ثم التحقت ببرنامج الزمالة لمدة 5 أعوام في مرحلة ما بعد الدكتوراة في المملكة العربية السعودية حيث إنني أسعى أن يغطي مجال عملي الأعشاب البحرية والشعاب المرجانية. marco.fusi@kaust.edu.sa*

DANIELE DAFFONCHIO

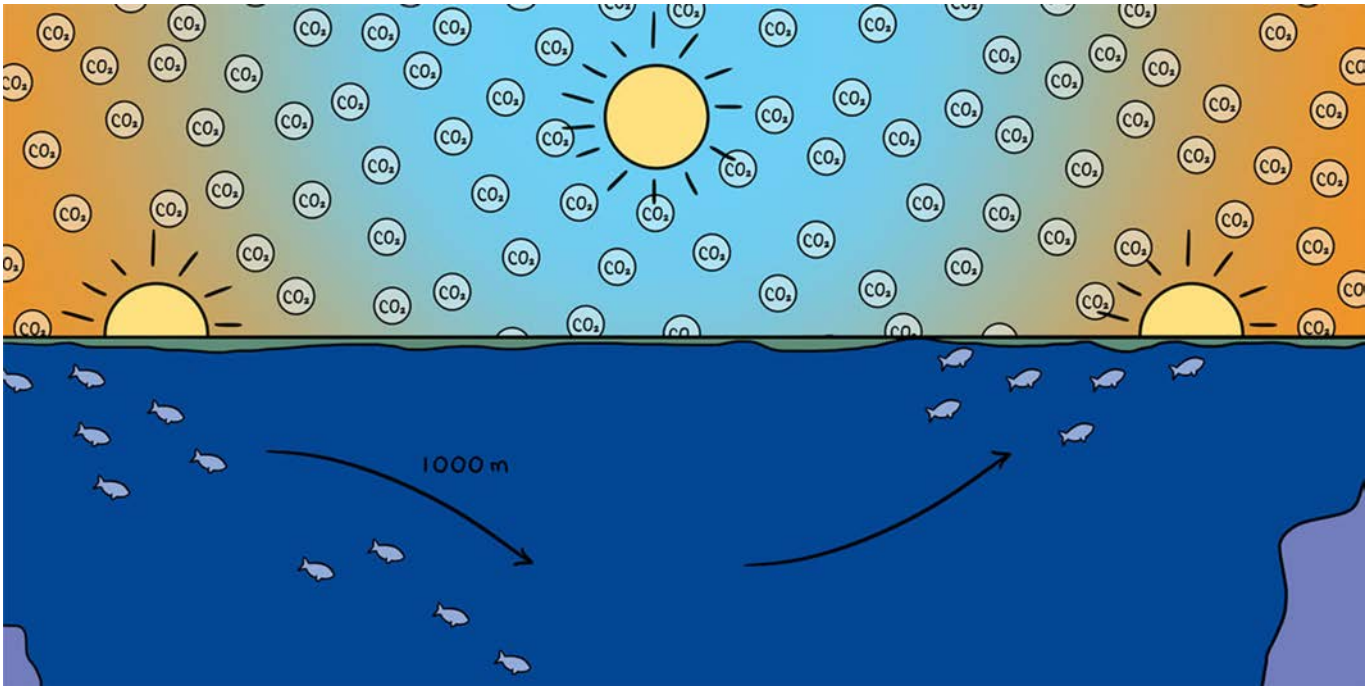
أجرى البروفيسور Daffonchio بحثًا حول اكتشاف البكتيريا التي تعيش في البيئات البحرية والبرية القاسية وتحديد خصائصها. ويهتم بإجراء الدراسات ودراسة الكائنات الحية الدقيقة في ظل استمرار الإجهاد المائي من الصحراء العربية إلى عمق برك المياه المالحة في البحر الأحمر. وينصب تركيزه بشكل خاص على تكافل البكتيريا مع النباتات والحيوانات في الأيكة الساحلية والأعشاب البحرية والبيئات الصحراوية.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022
doi: 10.3389/frym.2020.00085-ar



الأسماك المهاجرة تمد البكتيريا بالغذاء في أعماق البحار

Maria Ll. Calleja[1,2*] *and Xosé Anxelu G. Morán*[1]

[1]قسم الهندسة والعلوم الحيوية والبيئية، مركز البحر الأحمر للبحوث، جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا، ثول، المملكة العربية السعودية

[2]قسم الجيوكيمياء المناخية، معهد ماكس بلانك للكيمياء، ماينز، ألمانيا

تتمتع المحيطات، في كل مكان حول العالم، بأهميةً كبيرةً بالنسبة للحياة على الأرض. وذلك لأنها تنتج كل يوم كميةً كبيرةً من الأكسجين اللازم للتنفس، وتمتص - في الوقت نفسه - ثاني أكسيد الكربون الذي يُخرجه الإنسان. فإذا لم يكن لدينا محيطات، كانت ستزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو بسرعة أكبر بكثير من الآن؛ مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض بصورة أسرع. ولكن يُمتص ثاني أكسيد الكربون في مياه سطح المحيط المُنارة بضوء الشمس، بواسطة خلايا حية صغيرة تُدعى "العوالق النباتية". وتُلتهم بعض هذه العوالق النباتية من قبل كائنات حيّة أكبر منها، وتُنقل إلى أعماق المحيط. وفي هذا المقال سنتقصى آثار الأسماك الصغيرة سريعة السباحة التي تتغذى في مياه السطح ليلًا، وتقبع في الأعماق خلال النهار. ومن ثمّ تنقل هذه الأسماك الكربون بهذه الطريقة من السطح، لتُغذي البكتيريا التي تعيش في المياه العميقة.

المراجعون الصغار:

CHLOE
العمر:15

HALA
العمر:15

HUSSAM
العمر:15

SABREEN
العمر:10

XENIA
العمر:15

لماذا تعتبر المحيطات مهمة للغاية؟

تُنتج المحيطات والبحار على كوكبنا الكثير من الأكسجين الذي نتنفّسه؛ نحن والكائنات الحية الأخرى. وهذا يعني أنّك عندما تتنفس، فإنك تستنشق أكسجينًا يحتوي على جزء من الأكسجين القادم من المحيط، سواءً كنت قريبًا من البحر أو تعيش وسط القارة. ويخرج الأكسجين من المحيط، لأن هناك مليارات الكائنات الحية الصغيرة جدًّا القريبة من السطح التي تُدعى **العوالق النباتية**، وتقوم بعملية **البناء الضوئي** تمامًا مثل النباتات على اليابسة. ويبلغ طول أكبر خلايا تلك العوالق النباتية 1 ملم تقريبًا. وتتخذ هذه الخلايا الكثير من الأشكال المختلفة والجميلة التي يُمكن رؤيتها تحت المجهر. وخلال عملية البناء الضوئي، تعمل العوالق النباتية البحرية على إطلاق الأكسجين وامتصاص ثاني أكسيد الكربون (Co_2) باستخدام الطاقة الشمسية. ويحدث ذلك في الجزء العلوي من المحيط، حيث توجد كمية كافية من ضوء الشمس، وتُساعد هذه العملية على تقليل كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الجو. ولولا وجود العوالق النباتية البحرية، كان سيتراكم ثاني أكسيد الكربون الذي ينتجه الإنسان من خلال حرق الوقود الحفري وجراء أنشطة صناعية أخرى، بصورة أسرع، وكانت ستزداد وتيرة الاحتباس الحراري على كوكبنا. لكننا محظوظون لأن 70% من سطح كوكبنا مغطى بالمحيطات التي تساعد على التخفيف من وطأة آثار تغير المناخ.

قصة عن دورة الكربون

ماذا يحدث لثاني أكسيد الكربون بمجرد امتصاصه بواسطة الكائنات الحية الموجودة في منطقة سطح المحيط؟ وإلى أين يذهب؟ الإجابة معقَّدة بعض الشيء، فهذا الجزيء الصغير يدخل في الكثير من التفاعلات الحيوية والكيميائية والفيزيائية التي نسميها **دورة الكربون المحيطية.** وفي هذا المقال سنركز على جزءٍ من تلك الدورة يتعلق بالحيوانات. فخلال عملية البناء الضوئي، تحول العوالقُ النباتية ثاني أكسيد الكربون إلى جزيئات **عضوية**. والجزيئات العضوية عبارة عن مواد مكوَّنة من ذرات الكربون المتحدة مع بعضها بعضًا في حلقات، أو سلاسل مع عناصر أخرى مثل الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين. فمثلًا؛ الأحماض الأمينية عبارة عن جزيئات عضوية. وهذه الجزيئات إما أن تستخدمها العوالق النباتية لتنمو، أو تُطلقها في النهاية في مياه البحر في صورة فضلات. وتؤكل العوالق النباتية بواسطة كائنات حيَّة بحرية أكبر منها، وتؤكل تلك الكائنات الأكبر بواسطة حيوانات أكبر منها. وبهذه الطريقة توفِّر جزيئات الكربون العضوية التي تُنتجها العوالق النباتية، الغذاءَ والطاقةَ لكل الكائنات الحية الأخرى التي تُشكِّل شبكات الغذاء البحرية. وتُسمَّى فضلات العوالق النباتية **المواد العضوية الذائبة (DOM)**، وهي تتكون من جزيئات تخدم باعتبارها غذاءً لكل الكائنات الحية المجهرية التي تُدعى البكتيريا والعتائق التي يقل حجمها عن 1 ميكرومتر (علمًا بأن عرض شعرة واحدة من شعر الإنسان يبلغ 25 ميكرومترًا تقريبًا!). وتعيش هذا الكائنات الحية الدقيقة على كل عمقٍ من أعماق المحيط، بدءًا من السطح ونزولًا إلى القاع. وتُعد البكتيريا أشهر الكائنات الحية على الأرض، وتلعب دورًا مهمًّا للغاية في تدوير الكربون في المحيطات [1].

البكتيريا التي تقطن أعماق المحيط

البكتيريا والعتائق - على حد سواء - من **بدائيات النواة**، وهذا يعني أنها كائنات حية وحيدة الخلية وليست بها نواة. ولأن البكتيريا تتواجد عادةً بأعداد أكبر من العتائق؛ فسنستخدم البكتيريا للإشارة

العوالق النباتية (PHYTOPLANKTON)

كائنات حية ذاتية التغذية الضوئية، تعيش في مياه سطح المحيط المُنارة بضوء الشمس. وتمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو وتُنتج الأكسجين ومواد عضوية.

البناء الضوئي (PHOTOSYNTHESIS)

عملية امتصاص النباتات الخضراء والعوالق النباتية لضوء الشمس، وتحويله إلى طاقة. وتستهلك هذه العملية ثاني أكسيد الكربون وتُنتج الأكسجين كمنتج ثانوي.

دورة الكربون المحيطية (OCEAN CARBON CYCLE)

خليط من عمليات استبدال الكربون بين أحواض مختلفة داخل المحيط، وكذلك استبداله مع الجو.

المادة العضوية (ORGANIC)

جزء من أي جهاز عضوي أو كائن حي أو مشتق منهما.

المادة العضوية الذائبة (DISSOLVED ORGANIC MATTER (DOM))

مادة عضوية تُنتجها العوالق النباتية في مياه سطح المحيط. وتُعد المادة العضوية الذائبة غذاءً للبكتيريا الموجودة في مياه السطح وفي أعماق المحيط.

بدائيات النواة (PROKARYOTES)

كائنات حية وحيدة الخلية ليست بها نواة. وتُعد البكتيريا من بدائيات النواة.

إلى كل بدائيات النواة. فنحن نعلم أن البكتيريا تزدهر في مياه سطح المحيط اعتمادًا على استهلاكها للمواد العضوية الذائبة التي تُنتجها العوالق النباتية، ولكن على أي شيء تعتمد في أعماق المحيط؟ حسنًا، تضطر البكتيريا إلى أكل المواد المتبقية من السطح والتي تغوص إلى المياه العميقة. ولكن البقايا التي تغوص إلى أعماق المحيط، ليست لذيذةً مثل تلك المواد الطازجة في مياه السطح. ولذلك، اعتقد العلماء لمدة طويلة أن البكتيريا الموجودة في الأعماق، أقل نشاطًا من تلك الموجودة عند السطح. ولكننا علمنا الآن، أن ذلك ليس صحيحًا. فقد تكون البكتيريا الموجودة في الأعماق بنفس نشاط البكتيريا الموجودة عند السطح [2]، وما زال العلماء يتقصون كيفية عمل الحياة البكتيرية في المحيط المظلم. فما زلنا لا نعلم عنها سوى القليل جدًّا. فكما تتخيل، تتسم دراسة مياه أعماق البحار بالصعوبة.

الأسماك تساعد بكتيريا الأعماق على التغذية

لقد قدَّمت التقنيات الحديثة معلوماتٍ جديدةً تساعدنا على فَهم الاتصال القائم بين السطح والطبقات الأعمق من المحيط فَهمًا أفضل. وقد فحص العلماء طويلًا، سلوك مجموعات السمك الصغير الذي يسبح لأعلى ولأسفل بين سطح المحيط وأعماقه كل يوم. ونسمي هذه الحركة **الهجرة العمودية اليومية (DVM)** (الشكل 2) [3]. حيث تعمل تلك الأسماك المهاجرة بمثابة حلقة وصل بين السطح والمياه العميقة. وبعضها يسبح إلى عمق 1000 مترا! وتنقل تلك الأسماك كميةً كبيرةً من الكربون لأعلى ولأسفل كل يوم. وعلى غرار الكائنات الحية الأخرى، تتكون أجسام هذه الأسماك نفسها من الكربون! نعلم أن هذه الأسماك الصغيرة يبلغ طولها القليل من السنتيمترات، وتفضِّل المكوث في مياه السطح ليلًا، حيث تأكل الكثير من العوالق النباتية والفرائس الأخرى قدر إمكانها. وعندما تبدأ الشمس في الشروق، تسرع تلك الأسماك إلى أعماق البحر. وتقضي كل النهار هناك بالأسفل، وعندما تغرب الشمس تسرع مرةً أخرى إلى السطح. لا نعلم بالضبط لماذا تقوم تلك الأسماك بالهجرة العمودية اليومية، ولكن ربما تفعل ذلك كي لا تأكلها الأسماك الأكبر منها. فتقضي النهار بأمان في الأعماق المظلمة دائمًا، وتذهب إلى السطح ليلًا حيث الظلام أيضًا، لتأكل. وعندما تقضي معظم أوقاتها في الظلام، فهي بذلك تتجنب أن تلتقطها الأسماك الكبيرة التي تريد افتراسها.

الهجرة العمودية اليومية (DIEL VERTICAL MIGRATION)

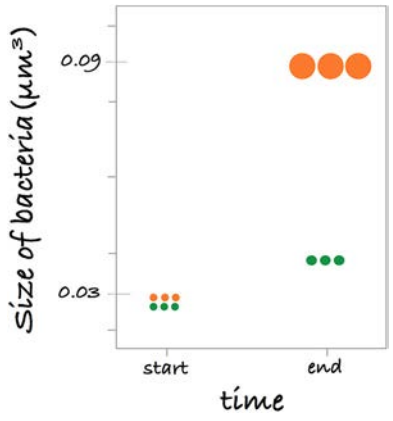
حركة متزامنة يوميًّا للأسماك والحيوانات الأخرى التي تسبح في الماء بين السطح والطبقات العميقة من المحيط. حيث تقضي تلك الكائنات النهار في الأعماق والليل بالقرب من السطح.

كيف تؤثر الأسماك ودرجة حرارة المياه على نشاط بكتيريا أعماق البحار؟

أردنا أن نعرف ما إذا كانت هجرة الأسماك مهمة بالنسبة لبكتيريا أعماق البحار أم لا؟ هل هناك أي علاقة بين الكربون العضوي الذي تستهلكه بكتيريا أعماق البحار، والكربون العضوي الذي توفره الأسماك المهاجرة؟

وللإجابة عن هذا السؤال؛ قمنا بتجربة في البحر الأحمر الذي يُعد واحدًا من أدفأ البحار على مستوى العالم.

فالبحر الأحمر على وجه الخصوص يثير اهتمامنا. وهو يُعد بيئةً قاسيةً بسبب درجات حرارته المرتفعة، وخاصةً في فصل الصيف! فدرجة حرارة مياه البحر العميقة المعتادة في الأجزاء الأخرى من العالم تتراوح ما بين 4 إلى 8 درجات مئوية. وهذه هي درجة حرارة المبردات في منازلنا؛ وهي شديدة البرودة! إلا أن درجة حرارة مياه البحر الأحمر العميقة (على عمق 200 متر) تبلغ 22 درجة مئوية تقريبًا. وفي مثل درجة الحرارة هذه، يُمكننا أن نخرج من المنزل بملابس ذات كم قصير! وكلما ارتفعت درجة الحرارة،



شكل 1

حجم الخلايا البكتيرية في بداية التجربة ونهايتها في مياه السطح (باللون الأخضر)، وحجمها في الطبقات الأخرى التي تتحرك إليها الأسماك في الاعماق (باللون البرتقالي). لا تنمو بكتيريا السطح كثيرًا، ولكن بكتيريا الطبقات الأخرى العميقة التي تتحرك إليها الأسماك أصبحت كبيرة للغاية في نهاية التجربة. وهذا يشير إلى أن الغذاء المتوفر للبكتيريا في المياه العميقة يكون غنيًا جدًّا بالمواد الغذائية.

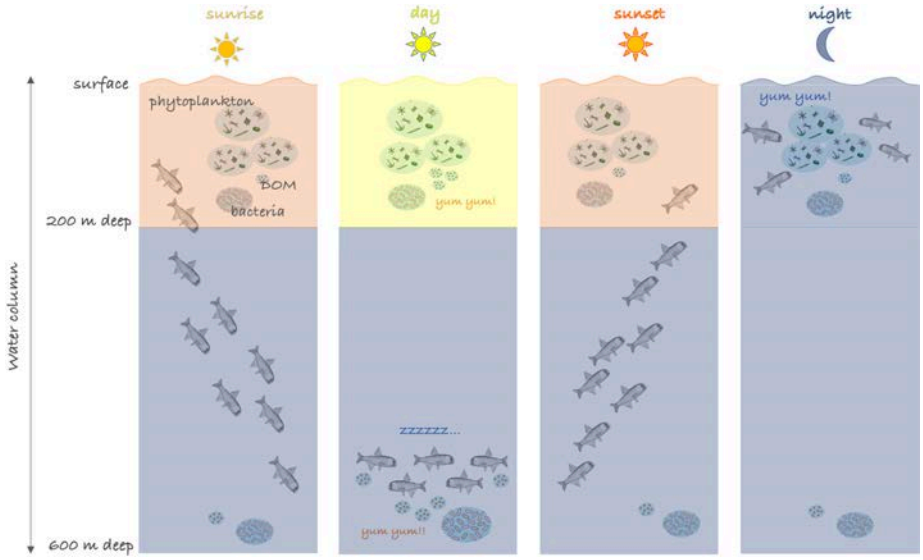
ازداد نشاط البكتيريا. لذلك يُمثّل البحر الأحمر وما فيه من أعداد مهولة من الأسماك المهاجرة والمياه العميقة الدافئة، مكانًا مثاليًّا لاختبار استجابة البكتيريا الموجودة في الأعماق لهجرة الأسماك.

تجربة في البحر الأحمر

للقيام بتجربتنا؛ ذهبنا في منتصف النهار وجمعنا عينة من مياه الأعماق التي تعود إليها الأسماك خلال النهار (التي نطلق عليها طبقات الأسماك). فقد علمنا بواسطة أداة تشبه الرادار يُمكنها رصد وجود الأسماك، أن الطبقات التي تتحرك إليها الأسماك، كانت على عمق يتراوح بين 500 و600 متر نحو القاع. ولذلك قررنا أن نأخذ المياه من على عمق 550 مترًا، ونقارن بينها وبين مياه السطح الموجودة على عمق 5 أمتار. وقمنا أولًا بترشيح مياه البحر بواسطة أغشية بها مسام صغيرة؛ كي تظل البكتيريا والمواد العضوية الذائبة في الماء بعد الترشيح، ثم أحضرنا هذه المياه إلى المختبر لإجراء دراسات إضافية عليها. ووضعنا عينات الماء في إحدى الحاضنات ذات الظروف القريبة قدر الإمكان من ظروف الموقع؛ حيث تتعرض البكتيريا للضوء والظلام لعدد الساعات نفسها التي تتعرض فيها للضوء والظلام في الموقع الحقيقي، وكذلك تُحاط بدرجة الحرارة نفسها التي تُحاط بها في المحيط. ولأن البكتيريا تنمو بسرعة؛ لاحظنا التغييرات في أعداد البكتيريا وحجمها خلال 8 أيام، فقد كنَّا نأخذ عيناتٍ يوميًّا من الزجاجات الموضوع فيها المياه من أجل إجراء التجربة؛ كي نقيس المعدَّل الذي تنمو به البكتيريا وكمية المواد العضوية المذابة التي تستهلكها.

ولاحظنا أن بكتيريا طبقات الأسماك تنمو بسرعة أكبر من بكتيريا مياه السطح. وليس هذا فقط، بل ازداد حجمها زيادة كبيرة (الشكل 1)!

ويعني ذلك أن المواد العضوية المذابة، التي توفرها الأسماك، تُعد مليئةً بالمواد الغذائية المفيدة للبكتيريا، أكثر من تلك التي توفرها العوالق النباتية عند السطح. لقد فوجئنا للغاية بهذه النتيجة. فلقد كنا نعتقد أن الأسماك تهضم وجبتها الليلية وتستريح عندما تكون في الطبقات التي تتحرك إليها خلال النهار. لكنها تسترخي في المياه العميقة وتُخرج المواد العضوية الذائبة كجزءٍ من فضلاتها، وتُصبح تلك المواد طعامًا لذيذًا لبكتيريا أعماق البحار الجائعة. ومن خلال هذه التجربة، أثبتنا أن الهجرة العمودية للأسماك بين مياه السطح والأعماق، لا تنقل الكربون لأعلى ولأسفل فحسب، ولكنها تمد البكتريا الموجودة في الأعماق بمصدر غذاءٍ جيد أيضًا!



شكل 2

الهجرة العمودية اليومية لسمك الفانوس (skinnycheek) في البحر الأحمر. في اللوحة الأولى، مجموعة من الأسماك التي تسبح من السطح إلى المياه العميقة قرب شروق الشمس، وخلال النهار تتراجع إلى مياه أعمق (اللوحة الثانية). وعند غروب الشمس، تسبح تلك المجموعة إلى السطح مرةً أخرى (اللوحة الثالثة)، وتأكل العوالق النباتية خلال الليل (اللوحة الرابعة). فالعوالق النباتية تظل دائمًا بالقرب من السطح، بينما تتواجد البكتيريا والمواد العضوية المذابة بالقرب من السطح وكذلك في المياه العميقة. وخلال النهار، تستهلك بكتيريا السطح المواد العضوية المذابة التي تُنتجها العوالق النباتية، وتستهلك بكتيريا المياه العميقة المواد العضوية المذابة التي تنقلها الأسماك. عرض العوالق النباتية والبكتيريا والمواد العضوية المذابة، هو تعديل من بوشان وزملائه [5]. عرض سمكة الفانوس (skinnycheek) هو توضيح للأسماك من بارتون وارن إيفرمان [4].

الدروس المستفادة

يوضح الشكل 2 ما تعلمناه، حيث يُمثِّل الهجرة العمودية اليومية **لسمكة الفانوس من نوع ''skinnycheek`` في البحر الأحمر.** فبينما لا تتمكن العوالق النباتية سوى أن تعيش في الطبقات العليا التي يصل إليها الضوء، تتمكن البكتيريا من أن تعيش في أي مكان في المحيط. وقد اعتقدنا أن البكتيريا في المياه العميقة ليست نشِطة بالقدر الكافي، وأنها فقط تستهلك بقايا المواد العضوية المذابة التي تسقط ببطء من سطح الماء إلى القاع. إلا أن تجربتنا قد أوضحت أن هجرة الأسماك إلى المياه العميقة خلال النهار، تكوِّن بقعة غنية بالغذاء للبكتيريا الموجودة في الأعماق. ولم يسبق أن تم رصد هذه الظاهرة من قبل.

والسؤال التالي الذي يتبادر إلى أذهاننا هو: هل يحدث هذا الأمر في جميع المحيطات الأخرى؟ وإذا كانت الإجابة بنعم، فما تبعات ذلك؟ ما زلنا لا نعلم! فكلما يكتشف العلماء شيئًا ما، تظهر أسئلة جديدة على الساحة. وما زال هناك الكثير أمامنا لنعرفه عن المحيطات وعن آلية دورة الكربون!

سمكة الفانوس (SKINNYCHEEK LANTERN FISH)

مثال على أحد أنواع الأسماك التي تهاجر عموديًّا في المحيطات. حيث تظل في المياه العميقة خلال النهار، وتظل بالقرب من السطح خلال الليل. وهي موجودة في جميع المحيطات.

إقرار

نود أن نشكر نورا جوتيريز أفيلو (13) وماريا دي لوش كاليجا سيرا (15)، وكذلك المراجعين الصغار ومعلمهم الذي قرأ المسودة الأصلية وقدَّم تعليقاتٍ مفيدةً لتحسين تلك المسودة، وجعلها مفهومةً لمن هم في مثل سنهم.

مقال المصدر الأصلي

Calleja, M. L., Ansari, M. I., Røstad, A., Silva, L., Kaartvedt, S., Irigoien, X., et al. 2018. The mesopelagic scattering layer: a hotspot for heterotrophic prokaryotes in the Red Sea twilight zone. *Front. Mar. Sci.* 5:259. doi: 10.3389/fmars.2018.00259

المراجع

1. Azam, F., Smith, D. C., Steward, G. F., and Hagström, Å. 1994. Bacteria-organic matter coupling and its significance for oceanica carbon cycling. *Microb. Ecol.* 28:167–79. doi: 10.1007/BF00166806
2. Arístegui, J., Gasol, J. M., Duarte, C. M., and Herndl, G. J. 2009. Microbial oceanography of the dark ocean's pelagic realm. *Limnol. Oceanogr.* 54:1501–29. doi: 10.4319/lo.2009.54.5.1501
3. Buchan, A., LeCleir, G. R., Gulvik, C. A., and González, J. M. 2014. Master recyclers: features and functions of bacteria associated with phytoplankton blooms. *Nat. Rev. Microbiol.* 12:686–98. doi: 10.1038/nrmicro3326
4. Jordan, D. S., and Evermann, B. W. 1902. *American Food and Game Fishes: A Popular Account of All the Species Found in America North of the Equator, With Keys for Ready Identification, Life Histories and Methods of Capture.* London: Hutchinson and Co.
5. Brierley, A. S. 2014. Diel vertical migration. *Curr. Biol.* 24:R1074. doi: 10.1016/j.cub.2014.08.054

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022

حرره: Christian Robert Voolstra

مرشدو العلوم: Susann Rossbach

الاقتباس: Calleja ML and Morán XAG (2022) الأسماك المهاجرة تمد البكتيريا بالغذاء في أعماق البحار. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00085-ar

مُترجَم ومقتبس من: Calleja ML and Morán XAG (2020) Red Sea Fishes That Travel Into the Deep Ocean Daily. Front. Young Minds 8:85. doi: 10.3389/frym.2020.00085

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 Calleja and Morán © 2022. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

CHLOE، العمر: 15

مرحبًا! اسمي كلوي، وعمُري الآن 15 عامًا. ومن ضمن هواياتي القراءة، والغناء، والكتابة، والبحث. كما أحب قضاء الوقت في القراءة عبر الإنترنت، أو قراءة الكتُب الورقية، وهذا يعتمد على مزاجي، ولكنني أحب القراءة بشتى أشكالها. وأعيش حاليًّا مع اثنتين من القطط الشيرازي اللتين تحبان الغناء ليلًا مثلي، كما أنهما كسولتان مثلي. وفي المُستقبل، أود أن أُصبح مُتخصصة في علم الفيروسات أو علم الوراثة، وإن لم أتمكن من ذلك، فحتمًا سأصبح مؤلفة.

HALA، العمر: 15

مرحبًا! اسمي هالة، وعمري 15 عامًا، وأقضي وقت فراغي في قراءة وكتابة القصص القصيرة. أهتم بالتاريخ والسياسة والاقتصاد وعلم الأحياء. وأتمنى أن أدرس الصحافة في المستقبل، كي أتمكن من كتابة مقالات كهذه!

HUSSAM، العمر: 15

اسمي حسام وأبلغ من العمر 15 عامًا. وهواياتي هي التلوين وممارسة رياضة الريشة الطائرة والتصوير. وعلم الأحياء هو العلم المفضَّل بالنسبة لي، وأعمل الآن في مجال الإنتاج الموسيقي ضمن أنشطتي بعد الدوام المدرسي.

SABREEN، العمر: 10

مرحبًا، اسمي صابرين وعمري 10 سنوات، ولديَّ الكثير من الاهتمامات؛ بما فيها العلوم والرياضيات. وأحب القراءة حبًا جمًا، وإحدى سلاسل الكتب المفضلة لديَّ هي ''هاري بوتر''. وأستمتع أيضًا بممارسة الرياضات مثل: كرة الشبكة، وكرة المضرب، وكرة الطاولة، والسباحة، وأستمتع كذلك بصنع الخبز.

XENIA، العمر: 15

اسمي زينيا. أُحب العلوم، وأعتقد أنه من الرائع حقًّا أن أمتلك القُدرة على قراءة مقال علمي وفَهمه جيدًا. كما أحبُّ القراءة، ومُمارسة رياضة الجمباز، والتقاط الصور في وقت فراغي.

المؤلفون

MARIA LL. CALLEJA

باحثة متخصصة في الشؤون البحرية، ركَّزت على فَهم دورة الكربون في المحيطات. وتسبب شغفها الكبير في جعلها تعمل على أنظمةٍ بيئية مختلفةٍ؛ بدرجة اختلاف الأنظمة البيئية الاستوائية والقطبية. ويركِّز بحث ماريّا على دور الكائنات الحية الميكروبية في التحكم في دورة الكربون المحيطية، وكيف يتغير ذلك في حالة درجات الحرارة المرتفعة. maria.calleja@mpic.de*

XOSÉ ANXELU G. MORÁN

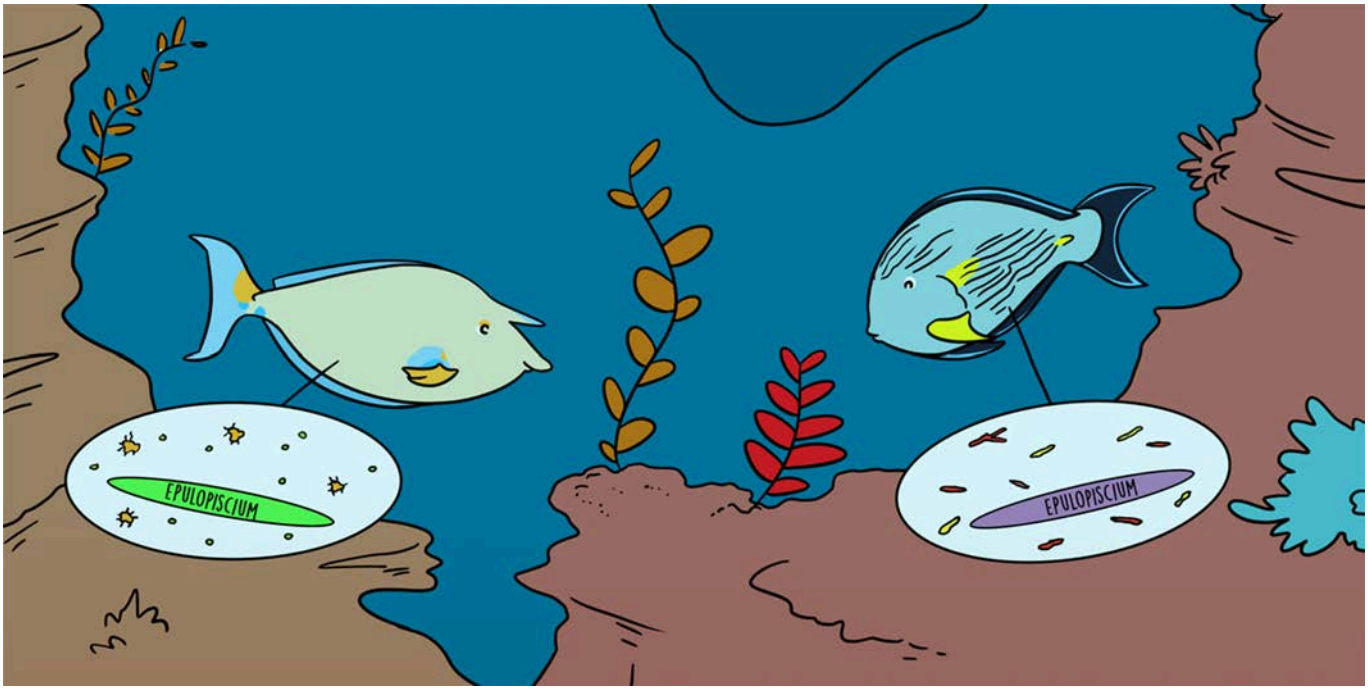
أستاذ جامعي في علم المحيطات الحيوي وعلم البيئة الميكروبي، ويركّز على العوالق صغيرة الحجم، ودورها في دورة الكربون المحيطية. تضمنت اهتماماته التفاعلات القائمة بين البكتيريا والعوالق النباتية، وتباين عملية البناء الضوئي من نظام إلى آخر، والإنتاج الأولي، والتغيرات طويلة الأجل التي تطرأ على الكائنات الحية الميكروبية البحرية، مستهدفًا فَهم تركيب شبكات الغذاء الميكروبية ووظيفتها، واستجابتها للتغير العالمي.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 أغسطس 2021
doi: 10.3389/frym.2020.00058-ar



شعور بالتُخمة فريد من نوعه: ميكروبات الأمعاء المذهلة تساعد الأسماك الآكلة للعشب على هضم الأعشاب البحرية

Matthew D. Tietbohl[1*], David Kamanda Ngugi[2] and Michael L. Berumen[1]

[1]Division of Biological and Environmental Science and Engineering, Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

[2]Leibniz Institute DSMZ - German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH Department of Microorganisms, Braunschweig, Germany

تعتمد جميع الحيوانات على مجموعة فريدة من الميكروبات لمساعدتها في عملية هضم الطعام. وينطبق هذا تحديدًا على الحيوانات التي تتغذى على النباتات، والتي تحتاج إلى مزيج معقد من بكتيريا الأمعاء، والمعروفة أيضًا باسم الميكروبات، لهضم المواد النباتية المعقدة التي تقتات عليها. ولكن عندما يتعلق الأمر بالحيوانات البحرية الآكلة للعشب، مثل بعض الأسماك، فإننا لا نعرف الكثير عن الدور الذي تلعبه الميكروبات في المساعدة على هضم الطعام. تختلف الطحالب البحرية، المعروفة باسم الأعشاب البحرية، عن النباتات البرية في نواحٍ عديدة، لذا فمن المرجح أن تكون لدى أنواع الأسماك الآكلة للعشب طرق فريدة في هضمها. لذا، قمنا بدراسة ميكروبات الأمعاء في العديد من الأسماك الآكلة للعشب في البحر الأحمر؛ لمعرفة كيف تساعد تلك الميكروبات الأسماك على هضم الطحالب. من المدهش أننا وجدنا أنه على الرغم من أن هذه الأسماك لديها مجموعات فريدة من ميكروبات الأمعاء، فإنها تتألف من سلالات مختلفة من نوع واحد من البكتيريا العملاقة التي يبدو أنها تطورت لمساعدتها على هضم الطحالب المفضلة لديها.

المراجعون الصغار:

ALANA
العمر:12

IDHANT
العمر:12

KONSTAN-TIN
العمر:12

LILIAN
العمر:11

SHIRHAN
العمر:12

أهمية الأعشاب البحرية اللزجة

ماذا الذي يخطر في ذهنك عندما تسمع كلمة أعشاب بحرية؟ هل يبدو أنها لذيذة بالنسبة إليك؟ في الوقت الذي يعتقد فيه الكثير من الأشخاص أن الأعشاب البحرية، المعروفة للعلماء باسم الطحالب البحرية، عبارة عن كتلة خضراء لزجة وذات رائحة كريهة متشابكة على الشاطئ أو البحيرة أو في أعماقها، فإن العديد من الحيوانات ترى حقًا أن الطحالب لذيذة للغاية! وينطبق هذا بشكل خاص على الأسماك الآكلة للعشب، والتي تُسمى أيضًا بالأسماك العاشبة، فهي تعيش في الشعاب المرجانية، وأصبحت تتغذي بشكل أساسي على أنواع مختلفة من الطحالب. تتمتع الطحالب بأشكال وأحجام عديدة ومختلفة، بدءًا من الطحالب التي تشكل مروجًا قصيرة شبيهة بالعشب وتنمو على الصخور تحت الماء ووصولًا إلى التشكيلات الكبيرة الصلبة الشبيهة بالشجيرات. تشكل الطحالب موائلًا مهمة للعديد من الحيوانات، ولكن يمكن أن تتسبب الكمية الكبيرة من الطحالب في قتل المرجان أو اكتسائه بالعشب، ويمكن أن يؤدي هذا إلى فقدان الشعاب المرجانية للهيكل المعقد الذي يسمح لها بإيواء الآلاف من الأنواع. تلعب الأسماك التي تتناول الطحالب دورًا مهمًا، من خلال التحكم في كمية الطحالب التي تنمو على الشعاب المرجانية، فعندما تتناول هذه الأسماك الطحالب، تخلق مساحة جديدة يمكن أن تستقر فيها كائنات المرجان أو الحيوانات الأخرى وتنمو بها، كما إنها تساعد في الحفاظ على سلامة الشعاب المرجانية وإزالة معظم الطحالب، مما يسمح بنمو الشعاب المرجانية وازدهارها، وخلق المزيد من الموائل للأسماك والحيوانات الأخرى للحياة بها.

ولكن هناك مشكلة كبيرة تواجهها هذه الحيوانات الآكلة للعشب عند تناولها الطحالب. ففي حقيقة الأمر هذه الطحالب ليست سهلة الهضم. إذ تتكون الطحالب، على غرار جميع الكائنات الحية، من خلايا وكل خلية منها لها دور معين. تحتوي خلايا الطحالب على سلاسل معقدة وكبيرة من السكريات تُسمى **متعددات السكاريد** (وتُنطق في اللغة الإنجليزية "pol-ee-sack-ah-ride")، ولكن يمتلك كل نوع من الطحالب داخل خلاياه تركيبة فريدة من نوعها من سلاسل السكريات الكبيرة هذه (شكل 1). وللحصول على الطاقة من الطحالب، تحتاج الأسماك الآكلة للعشب إلى تفكيك هذه السلاسل الكبيرة. وتوجد داخل أمعاء الأسماك جزيئات تُعرف باسم **الإنزيمات** (يمكن اعتبارها مقصات جزيئية أو كيميائية) يمكنها كسر سلاسل السكريات هذه إلى أجزاء أصغر يمكن أن تمتصها أجسام الأسماك. والجدير بالذكر أنه ثمة العديد من الأنواع المختلفة من هذه الإنزيمات التي تعمل بمثابة فئات عمال مختلفة في فريق البناء، فكل إنزيم له مهمة محددة في تفكيك أجزاء مختلفة من الطحالب. ومع ذلك، لا تمتلك جميع الأسماك الأنواع اللازمة من الإنزيمات لتكسير الطحالب. وهنا يأتي السؤال، كيف يمكنها الحصول على العناصر الغذائية من الطحالب التي يصعب هضمها؟

متعدد السكاريد
(POLYSACCHARIDE)

مصدر طاقة مكون من جزيئات من السكريات مرتبطة ببعضها في سلسلة، مثل سكر المائدة. فسكر المائدة هو متعدد سكاريد مكون من جزيئين من السكريات الأحادية، وهما الجلوكوز والفركتوز، مرتبطين معًا.

الإنزيم
(ENZYME)

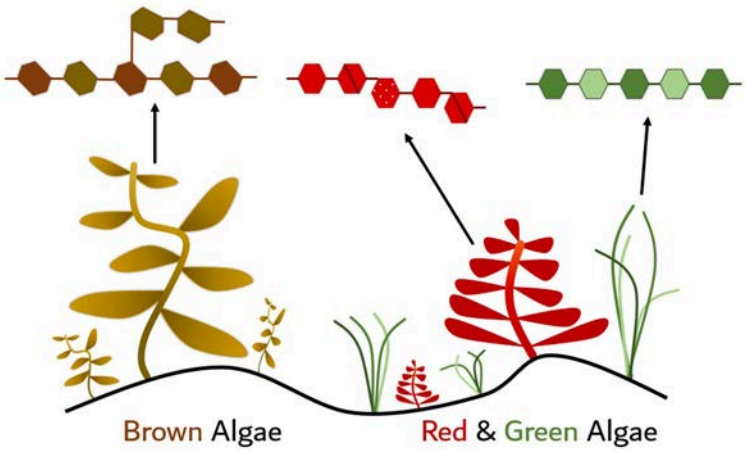
جزيء يساعد على تسريع التفاعلات الكيميائية. ففي عملية الهضم، تُستخدم الإنزيمات لكسر الروابط الكيميائية بين الجزيئات لخلق جزيئات أصغر يسهل هضمها، وتشبه إلى حد ما المقص.

الميكروب
(MICROBE)

كائنات حية صغيرة موجودة في البيئة المحيطة بنا وداخلنا، وتشمل أنواع البكتيريا والجراثيم ذات الصلة. وتؤدي هذه الكائنات دورًا رئيسيًا في مساعدة الحيوانات على هضم طعامها.

المساعدة التي تقدمها الميكروبات في هضم الطعام

على اليابسة، نحن نعرف الكثير عن الطريقة التي تهضم بها الحيوانات الآكلة للعشب متعددات السكاريد المعقدة الموجودة في النباتات، والتي تشبه من الناحية البنيوية الطحالب، حيث تعتمد معظم الحيوانات الآكلة للعشب على **ميكروبات** صغيرة تعيش داخل أمعائها لتكسير المواد الموجودة داخل النباتات. وقد طورت ميكروبات الأمعاء الخاصة هذه الإنزيمات التي تحتاجها للحصول على الطاقة من الطعام، وتعتمد الحيوانات الآكلة للعشب، مثل الأبقار، على ميكروبات الأمعاء لتكسير العشب والتبن الذي تتناوله إلى جزيئات يمكن امتصاصها [1]. كما تلعب



شكل 1

شكل 1

أمثلة على أنواع مختلفة من الطحالب البحرية أو الأعشاب البحرية، بما في ذلك الأنواع البنية والحمراء والخضراء. يحتوي كل نوع من أنواع الطحالب على سلاسل مختلفة من السكريات، تُعرف باسم متعددات السكاريد، والتي تساعد في تكوين خلايا الطحالب، ويعني هذا أن كل سمكة تحتاج إلى أنواع خاصة من الإنزيمات، أو المقصات الجزيئية، للمساعدة في تكسير كل طحلب إلى عناصر غذائية أصغر يسهل هضمها. وفي حال لم يكن لدى الأسماك الإنزيمات المناسبة، فلن تتمكن من تكسير غذائها من الطحالب.

الميكروبات دورًا مهمًا للغاية في مساعدة هذه الحيوانات في الحصول على الطاقة من الأطعمة التي لا تستطيع تناولها بمفردها. ورغم معرفتنا للكثير عن هذه العلاقة وآلية عملها في الحيوانات البرية، فإن الطريقة التي تعمل بها هذه العلاقة في الحيوانات البحرية غير معروفة. من المهم أيضًا معرفة الطريقة التي تهضم بها الحيوانات البحرية، مثل الأسماك، طعامها نظرًا لأن ذلك يتيح لنا فهمًا أفضل لما يمكن أن تتناوله الأسماك وكيفية تشاركها الأنواع المختلفة من الطحالب فيما بينها [2].

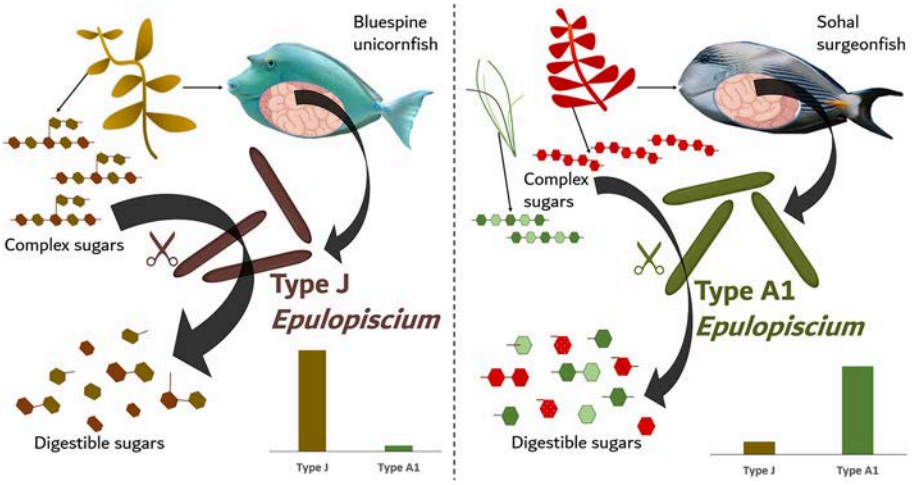
لذلك، كان الهدف من هذه الدراسة إلقاء نظرة أولية على مجموعة ميكروبات الأمعاء في الأسماك الآكلة للعشب الموجودة بالشعاب المرجانية لمعرفة مدى أهمية ميكروبات الأمعاء في المساعدة على عملية الهضم، ومعرفة ما إذا كانت الأسماك المختلفة تمتلك مجموعات مختلفة من ميكروبات الأمعاء أم لا.

ما الخطوات التي اتخذناها؟

لفهم كيفية اعتماد الأسماك الآكلة للعشب على ميكروبات الأمعاء لهضم الطحالب، قمنا بجمع عينات من بطون أسماك آكلة للعشب من فصيلة الجراحيات (التانج)، مثل سمكة أبو قرن وسمكة سُحَل الجراحية في البحر الأحمر. والجدير بالذكر أننا جمعنا الأسماك التي عرفنا أنها تتناول أنواعًا مختلفة من الطحالب لمعرفة ما إذا كانت الاختلافات في النظام الغذائي من شأنها أن تُغير ميكروبات الأمعاء في الأسماك أم لا. بعد ذلك، كان علينا أن نرى ما إذا كانت الميكروبات تمتلك الأدوات المناسبة أو الإنزيمات المطلوبة لتكسير الطحالب التي تم تناولها أم لا. ولكي نفعل هذا، ألقينا نظرة على **النواسخ**، وهي قطع من الحمض النووي تشبه شفرات البناء التي تستخدمها الخلايا لصنع جزيئات مثل الإنزيمات، التي تكونها ميكروبات الأمعاء في الأسماك!

النواسخ (TRANSCRIPT)

والمعروف أيضًا باسم الحمض النووي الريبوزي المرسال (messenger RNA)، وهو عبارة عن نسخة من أحد أجزاء الحمض النووي للخلية، وهو بمثابة تعليمات مرسلة للخلية لمعرفة كيفية بناء أنواع مختلفة من البروتينات، مثل الإنزيمات.



شكل 2

ما النتائج التي توصلنا إليها؟

أولًا، وجدنا أنه من بين جميع الميكروبات الموجودة في بطون جميع الأسماك التي أخذنا عينات منها، كان هناك نوع واحد من الميكروبات موجود بشكل شائع، ألا وهو **الإيبولوبيسيوم**. فالإيبولوبيسيوم (Epulopiscium) (وتُنطق في اللغة الإنجليزية "E-pool-oh- piss-ee-um") هو ميكروب عملاق، أضخم من ميكروبات الأمعاء الشائعة الأخرى بأكثر من 1000 مرة، وبحجم عرض شعرة الإنسان. ومن المثير للاهتمام، أن هذا الميكروب الكبير لم يهيمن على مجموعة ميكروبات الأمعاء فحسب، ولكن وُجد أن هناك أنواعًا مختلفة من الإيبولوبيسيوم تعيش داخل أنواع مختلفة من الأسماك (شكل 2). فكان يوجد داخل بطون الأسماك التي تناولت في الغالب الطحالب البنية أنواع معينة من الإيبولوبيسيوم وهذه الأنواع لم تكن موجودة في بطون الأسماك الأخرى التي كانت تتناول الطحالب الحمراء والخضراء في الغالب. وقد أظهر هذا أنه نظرًا لتناول هذه الأسماك طحالب مختلفة، فقد احتاجت إلى مجموعة مختلفة من ميكروبات الأمعاء لهضم طعامها.

والواقع أنه عندما نظرنا في الإنزيمات التي تصنعها هذه الميكروبات العملاقة، وجدنا أنها أنتجت بعض الإنزيمات التي لديها القدرة على تكسير المكونات المختلفة للطحالب التي تتغذى عليها الأسماك. ويعني هذا أن الأسماك الآكلة للعشب التي تتناول الطحالب البنية لديها ميكروبات أمعاء ذات إنزيمات مخصصة لتكسير الطحالب البنية، ولن تنجح هذه الميكروبات الموجودة في أمعاء الكائنات الآكلة للطحالب البنية في تكسير الطحالب الخضراء أو الحمراء. وما اكتشفناه لأول مرة هو أن الأسماك الآكلة للعشب بها مجموعات خاصة من ميكروبات الأمعاء المزودة بالأدوات الإنزيمية اللازمة لتكسير أنواع معينة من الطحالب التي تتناولها. كان هذا مذهلًا بالفعل، خاصة وأنه يبدو أن كل عمليات الهضم هذه تقودها بكتيريا الإيبولوبيسيوم الضخمة. في الحيوانات الأخرى، وخاصة الثدييات البرية، هناك مجموعة أكثر تنوعًا من ميكروبات الأمعاء تساعد جميعها على تكسير المادة النباتية [3]. ولقد تبين أن الأسماك الاستوائية الآكلة للعشب قد طورت طريقة مختلفة، وربما فريدة، لهضم الطحالب المعقدة التي تتناولها.

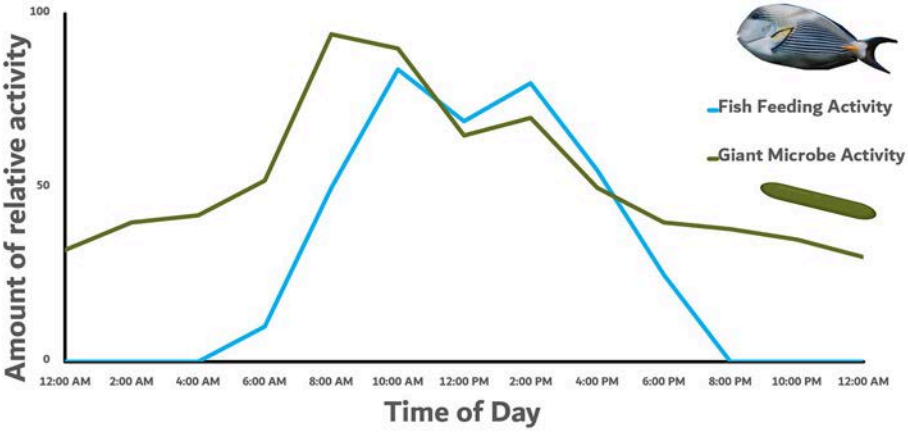
علاوةً على ذلك، وجدنا أن كمية هذا الميكروب العملاق وإنزيماته تتغير داخل معدة الأسماك طوال اليوم (شكل 3). فبعد استيقاظ الأسماك الآكلة للعشب، تبدأ يومها في البحث عن الطحالب

شكل 2

رسم بياني يوضح الاختلافات في ميكروبات الأمعاء بين نوعين من الأسماك من فصيلة الجراحيات التي تتناول أنواعًا مختلفة من الطحالب. تتغذى سمكة أبو قرن في الغالب على الطحالب البنية وبها ميكروبات عملاقة من نوع J Epulopiscium، بينما تتناول سمكة سُحَل الجراحية في الغالب الطحالب الحمراء والخضراء وبها النوع Epulopiscium A1، على النحو الموضح في الرسوم البيانية الصغيرة التي توضح الكمية النسبية لكل نوع من الميكروبات العملاقة. تتمتع هذه الميكروبات العملاقة، التي يبلغ حجمها تقريبًا عرض شعرة الإنسان، بالقدرة على تكسير أنواع الطحالب التي تحب أسماكها المضيفة تناولها حيث تقوم هذه الميكروبات بتفكيك سلاسل السكريات المعقدة، المسماة متعددات السكاريد، إلى قطع أصغر وأكثر قابلية للهضم بمساعدة الإنزيمات الممثلة في الصورة بالمقص الملون. صور المعدة والميكروب مأخوذة من BioRender© وصور الأسماك من FishBase.

إيبولوبيسيوم (EPULOPISCIUM)

ميكروب كبير (أكبر من عرض الشعرة وأصغر من بيضة الضفدع) يعيش داخل معدة أنواع معينة من الأسماك الاستوائية من فصيلة الجراحيات.



شكل 3

شكل 3

رسم بياني يوضح نشاط تغذية سمكة سُحَل الجراحية طوال اليوم. لقد وجدنا أن نشاط ميكروب الإيبولوبيسيوم العملاق يتبع عن كثب نشاط التغذية لدى السمكة المضيفة، وذلك يثبت أنه يلعب دورًا مهمًا في مساعدة الأسماك على هضم الطحالب التي تتناولها طوال النهار، ويكون نشاط الميكروب العملاق أعلى من نشاط التغذية لأنه يتعين عليه هضم الطحالب في معدة السمكة بعد أن تتناول السمكة الطحالب مباشرةً. صور الميكروب مأخوذة من ©BioRender وصورة السمكة من FishBase.

لتناولها، وتقضي معظم يومها في البحث عن طعامها المفضل من الطحالب. وأثناء تناول الطحالب طوال النهار، يكون ميكروب الإيبولوبيسيوم العملاق أكثر نشاطًا وينتج الكثير من الإنزيمات للمساعدة في تكسير الطحالب، ولكن في الليل عندما لا تتناول الأسماك الطعام وتستريح، يتباطأ نشاط الإيبولوبيسيوم ويتوقف عن إنتاج الكثير من هذه الإنزيمات لعدم وجود أي طحالب جديدة في المعدة للمساعدة على هضمها. ونظرًا لأن نشاط الإيبولوبيسيوم يتفاوت وفقًا لكمية الطحالب التي تتناولها الأسماك على مدار يوم كامل، فإن هذا يقدم دليلًا قويًا على أن هذه الأسماك تعتمد اعتمادًا كبيرًا على ميكروب الإيبولوبيسيوم المعوي للمساعدة في تكسير الطحالب التي تتناولها.

ما سبب أهمية هذا الأمر؟

قد يبدو واضحًا أن مجموعات ميكروبات أمعاء الأسماك قد كيّفت نفسها وفقًا للنظام الغذائي للأسماك التي تعيش بداخلها. ولكن لم يسبق أن وصف أحد هذا الأمر بالتفصيل من قبل. فهذا الاكتشاف المتعلق بالعلاقة الوثيقة بين ميكروب الإيبولوبيسيوم والنظام الغذائي للأسماك المضيفة له آثار كبيرة على تحليلنا ورؤيتنا لعملية التغذية على النباتات في الشعاب المرجانية. أولًا، قد توفر هذه الاختلافات الثابتة في أنواع ميكروبات الأمعاء وسيلة لبقاء الأسماك الآكلة للعشب في نفس الشعاب المرجانية وتقليل التنافس على المواد الغذائية المحدودة. فإذا كان بإمكانها التغذي على نوع واحد من الطحالب وهضمه، فمن غير المرجح أن تتغذى على الطحالب التي تستطيع الأنواع الأخرى هضمها. ثانيًا، يعني هذا أن غذاء هذه الأسماك قد يقتصر على ما يمكنها تناوله وهو عكس ما كان متوقعًا من قبل. فقد لا تتمكن الأسماك الآكلة للعشب من الحصول على القدر نفسه من الطاقة من أنواع الطحالب المختلفة التي لا تتناولها عادةً. إذ يمكن لأشياء مثل التلوث أو تغير المناخ أن تغير نوع فصائل الطحالب الموجودة في الشعاب المرجانية وقد تغير أيضًا مجموعة الأسماك الآكلة للعشب بحيث تصبح تتكون فقط من الأنواع التي يمكنها هضم الطحالب الأكثر شيوعًا. ولكننا نعلم أيضًا أن مجموعات ميكروبات الأمعاء قد لا تكون مستقرة دائمًا ويمكن أن تتغير بمرور الوقت [4]. فمع تغير مجموعات الطحالب، قد تتمكن الأسماك الآكلة للعشب من تغيير ميكروبات أمعائها لأنواع مختلفة تتمتع بقدرة أفضل على عملية هضم الطحالب. ومع ذلك، فإن مرونة مجموعات ميكروبات الأمعاء وقابليتها للتغيير تُعد أمرًا لا نعرف عنه إلا القليل في عالم الأسماك البحرية وهو مجال مهم لإجراء أبحاث مستقبلية عنه.

علاوةً على ذلك، من خلال دراسة الأسماك الجراحية الموجودة بالبحر الأحمر، تعرفنا على كيفية اعتماد الأسماك الآكلة للعشب على ميكروبات الأمعاء العملاقة لتتمكن من تناول الطحالب. ولكننا لم ندرس إلا عددًا قليلًا من الأنواع، ولا زال هناك أنواع عديدة مختلفة من الأسماك الآكلة للعشب التي لم تخضع للدراسة بعد. وكلما تعرفنا على هذه العلاقة الفريدة بين الأسماك وميكروبات أمعائها في نطاق البحر الأحمر، كان بوسعنا فهم كيفية قدرة الأسماك الآكلة للعشب على البقاء وأداء وظيفتها هنا في البحر الأحمر وفي جميع أنحاء العالم بشكل أفضل.

مقال المصدر الأصلي

Ngugi, D. K., Miyake, S., Cahill, M., Vinu, M., Hackmann, T. J., Blom, J., et al. 2017. Genomic diversification of giant enteric symbionts reflects host dietary lifestyles. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114:E7592–601. doi: 10.1073/pnas.1703070114

المراجع

1. White, B. A., Lamed, R., Bayer, E. A., and Flint, H. J. 2014. Biomass utilization by gut microbes. *Ann. Rev. Microbiol.* 68:279–96. doi: 10.1146/annurev-micro-092412-155618
2. Miyake, S., Ngugi, D. K., and Stingl, U. 2015. Diet strongly influences the gut microbiota of surgeonfishes. *Mol. Ecol.* 24:656–72. doi: 10.1111/mec.13050
3. Ley, R. E., Hamady, M., Lozupone, C., Turnbaugh, P. J., Ramey, R. R., and Bircher, J. S., et al. 2008. Evolution of mammals and their gut microbes. *Science* 20:1647–51. doi: 10.1126/science.1155725
4. Jones, J., DiBattista, J. D., Stat, M., Bunce, M., Boyce, M. C., Fairlough, D. V., et al. 2018. The microbiome of the gastrointestinal tract of a range-shifting marine herbivorous fish. *Front. Microbiol.* 9:2000. doi: 10.3389/fmicb.2018.02000

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 أغسطس 2021

حرره: Rúben Martins Costa, King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

الاقتباس: Tietbohl MD, Ngugi DK and Berumen ML (2021) شعور بالتُخمة فريد من نوعه: ميكروبات الأمعاء المذهلة تساعد الأسماك الآكلة للعشب على هضم الأعشاب البحرية. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00058-ar

مُترجَم ومقتبس من: Tietbohl MD, Ngugi DK and Berumen ML (2020) A Unique Bellyful: Extraordinary Gut Microbes Help Herbivorous Fish Eat Seaweeds. Front. Young Minds 8:58. doi: 10.3389/frym.2020.00058

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 © 2021 Tietbohl, Ngugi and Berumen.
هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ALANA، العمر: 12
أُدعى Alana وأحب قراءة جميع أنواع الكتب والرسم. لوني المفضل هو الأزرق وغالبًا ما يتغير حيواني المفضل. شخصيتي المفضلة في الكتب هي بيرسي جاكسون (Percy Jackson).

IDHANT، العمر: 12
مرحبًا، أنا أحب السفر، كما أني أحب لعبة الليجو (Lego) أيضًا. لقد عشت في فرنسا لمدة عام تقريبًا. أحب التصوير الفوتوغرافي. وأنا من الهند، وأحب القراءة والعلوم والحياة البرية. حسنًا.. إلى اللقاء.

KONSTANTIN، العمر: 12
أنا من كالينينغراد بروسيا. لدي أخت واحدة تبلغ من العمر سنة واحدة، وأحب البرمجة والغوص الحر. طعامي المفضل هو نيجيري، وقد زرت خمس دول.

LILIAN، العمر: 11
مرحبًا، أُدعى Lili، وأبلغ من العمر 11 عامًا وأنا من دنفر بولاية كولورادو في الولايات المتحدة الأمريكية. أحب القراءة، وخاصةً قصص بيرسي جاكسون (Percy Jackson). أتمنى أن يعجبك مقالنا.

SHIRHAN، العمر: 12
مرحبًا، أُدعى Shirhan ونشأت في بوسطن. أحب قراءة الكثير من الكتب، وخاصةً سلسلة Wing of Fire وآمل أن يعجبك مقالنا.

المؤلفون

MATTHEW D. TIETBOHL
وجد Matt حبه للبحر لأول مرة وهو يرفع الصخور في منطقة المد والجزر في جامايكا، ومنذ ذلك الحين قاده شغفه تجاه البحر. لطالما كان يشعر بالدهشة من تنوع الأنواع والأشكال الموجودة تحت سطح البحر. وبجانب حبه لقضاء الوقت في الهواء الطلق وفضوله الذي لا ينتهي، وجد نفسه يسعى للحصول على درجة الماجستير ثم الدكتوراة في المملكة العربية السعودية، وذلك أثناء دراسته لأعماق البحر

الأحمر. وهو متحمس لمعرفة المزيد عن أسماك الشعاب المرجانية الآكلة للعشب والطرق الجديدة المثيرة لفهم أفضل لكيفية استخدام الأسماك للشعاب المرجانية ودورها في مساعدة الشعاب في جميع أنحاء العالم. matthew.tietbohl@kaust.edu.sa*

DAVID KAMANDA NGUGI

الدكتور David Kamanda Ngugi هو عالم بيئة متخصص في الأحياء الدقيقة ويولي اهتمامه بشكل خاص إلى النظم البيئية البحرية. وهو شديد الاهتمام باستخدام التقنيات المتطورة لفهم التكيفات التطورية وأدوار الميكروبات "النادرة" في المحيطات. درس الدكتور Ngugi الميكروبات في جميع أنحاء العالم، من كينيا إلى المملكة العربية السعودية وألمانيا والعديد من الأماكن الأخرى. ويتمحور عمله حول تدريس المعلومات الأساسية المتعلقة بالأدوار التي تلعبها الميكروبات في دورة المغذيات، والبيئات القاسية، والأنظمة المعوية مثل الحيوانات الآكلة للعشب.

MICHAEL L. BERUMEN

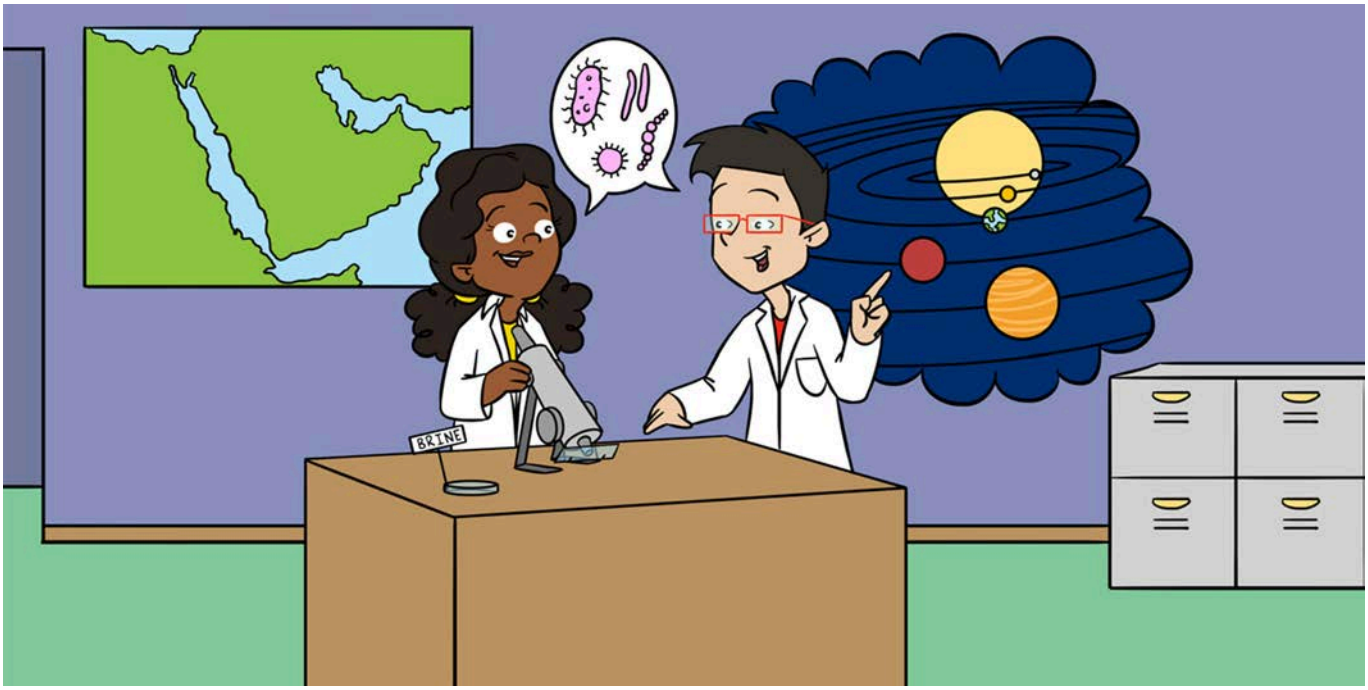
نما حب الدكتور Michael Berumen للحياة المائية لأول مرة أثناء تجواله حول البحيرات والأنهار في أركنساس بالولايات المتحدة الأمريكية. انتقل لدراسة أسماك الفراشة عند الحيّد المرجاني العظيم في أستراليا، ثم ركز دراساته لاحقًا على خصائص الحركة والتواصل في أسماك الشعاب المرجانية. وهو يعمل الآن في المملكة العربية السعودية حيث لا يدرس مختبره حركة الأسماك فحسب، ولكن يركز أيضًا على العديد من الجوانب الأخرى المثيرة المتعلقة بالبيئة والتنوع الحيوي. وكما يقول Mike لجميع طلابه، دائمًا ما يوجد شيء مثير للتعلم في كل رحلة إلى البحر.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022
doi: 10.3389/frym.2020.545761-ar



أحواض المياه شديدة الملوحة وعلاقتها بالحياة خارج كوكب الأرض!

André Antunes[*]
المختبر الحكومي لعلوم القمر والكواكب، جامعة ماكاو للعلوم والتكنولوجيا، ماكاو، الصين

تعتبر أحواض المياه شديدة الملوحة الموجودة في أعماق البحر الأحمر واحدة من أقسى البيئات على كوكب الأرض. حيث تتسم بمستويات مُرتفعة من الملوحة، ودرجات حرارة عالية، وضغط مرتفع، وينعدم فيها الأكسجين. وعلى الرغم من هذه الظروف القاسية، فلا تزال كائنات حية عديدة تقطن هذه الأحواض. وتتسم دراسة تلك الأحواض والكائنات القاطنة فيها بالعديد من المزايا. فبجانب العثور على العديد من الأنواع الجديدة، تُعد هذه الأحواض مصدرًا للجزيئات الجديدة النافعة التي تنتجها الكائنات الحية. وقد تُستخدم هذه الجزيئات الجديدة في علاج الأشخاص أو حتى تنظيف كوكبنا. كما قد تُساعدنا تلك الأحواض في البحث عن الحياة خارج كوكب الأرض. كما أن دراسة هذه الأحواض مُفيدة أيضًا للتخطيط للبعثات الفضائية المُستقبلية؛ بسبب التشابهات القائمة بينها وبين الظروف الموجودة على الكواكب والأقمار الأخرى.

ما المقصود بأحواض المياه شديدة الملوحة الموجودة في قاع البحر، وكيف تتكون؟

البحر الأحمر فريد من نوعه! إذ يزداد حجمه بمقدار بضعة مليمترات سنويًا. ومن المتوقع أن يُصبح مُحيطًا مُكتملًا، مثل المُحيط الأطلنطي أو الهادئ، بعد مرور بضعة ملايين من السنين. ويستمر

المراجعون الصغار:

CHLOE
العمر:15

FABIÁN
العمر:12

NAGA
العمر:15

SAGE
العمر:11

XENIA
العمر:15

البحر الأحمر في النمو بسبب الانفصال المُستمر في **الصفائح التكتونية** العربية والإفريقية. وتمتلئ المساحة الفارغة بين هذه الصفائح الموجودة في منتصف البحر الأحمر، بمساحات من القشرة المُحيطية الجديدة. ولأن القشرة المحيطية أكثر كثافة من القشرة القارية، تُنشئ هذه المساحات نقاطًا عميقةً تُسمى الأغوار (المناطق أو التجاويف الأكثر عمقًا في قاع البحر)، وهي مُنتشرة على امتداد الجزء الأوسط من البحر الأحمر [1].

الصفائح التكتونية (TECTONIC PLATES)

عبارة عن قطع ضخمة من القشرة الأرضية تتغير وتتحرك بين الفينة والأخرى. ويصطدم كل منها بالأخرى، أو تبتعد عن بعضها بعضًا.

وتكشف لنا حركة القشرة الأرضية التي تحدث في قاع البحر الأحمر عن مجموعة من الترسبات الملحية الضخمة المدفونة. وقد تكونت هذه الترسبات نتيجة لجفاف أحد المُحيطات التي تواجدت في هذه المنطقة في عصر ما قبل التاريخ. حيث تُذيب مياه البحار بعضًا من الأملاح الموجودة في قاع البحر لتُكون حوضًا يحتوي على مياه شديدة الملوحة. ويمكن أن تزداد الملوحة، وهي كلمة تشير إلى مستوى ملوحة المياه، بمقدار سبعة أمثال في هذه الأحواض المالحة. ونظرًا لثقل وزن هذه الأحواض، تتركز في قاع البحار، وتتراكم في الأغوار التي تتكون بفعل القشرة المُحيطية. كما تحول الكثافة المُرتفعة لهذه الأحواض ومواقعها المحمية في أعماق البحار دون اختلاطها بمياه البحار. ويؤدي ذلك إلى الاستقرار التام لأحواض المياه المالحة في أعماق البحار لدرجة أنها تبدو كبُحيرات تحت الماء. كما أنها تحتوي على أمواج على سطحها، وشواطئ عند حوافها. وبخلاف نسبة الملوحة المُرتفعة، توجد اختلافات أخرى بين الأحواض شديدة الملوحة ومياه البحار، مثل: انعدام الأكسجين بها، واحتوائها على كميات مُرتفعة من المعادن والعناصر الأخرى. كما تتميز برقم هيدروجيني أقل (مستوى حمضية أعلى)، ودرجات حرارة أعلى مُقارنةً بمياه البحار.

اكتشاف بمحض الصدفة!

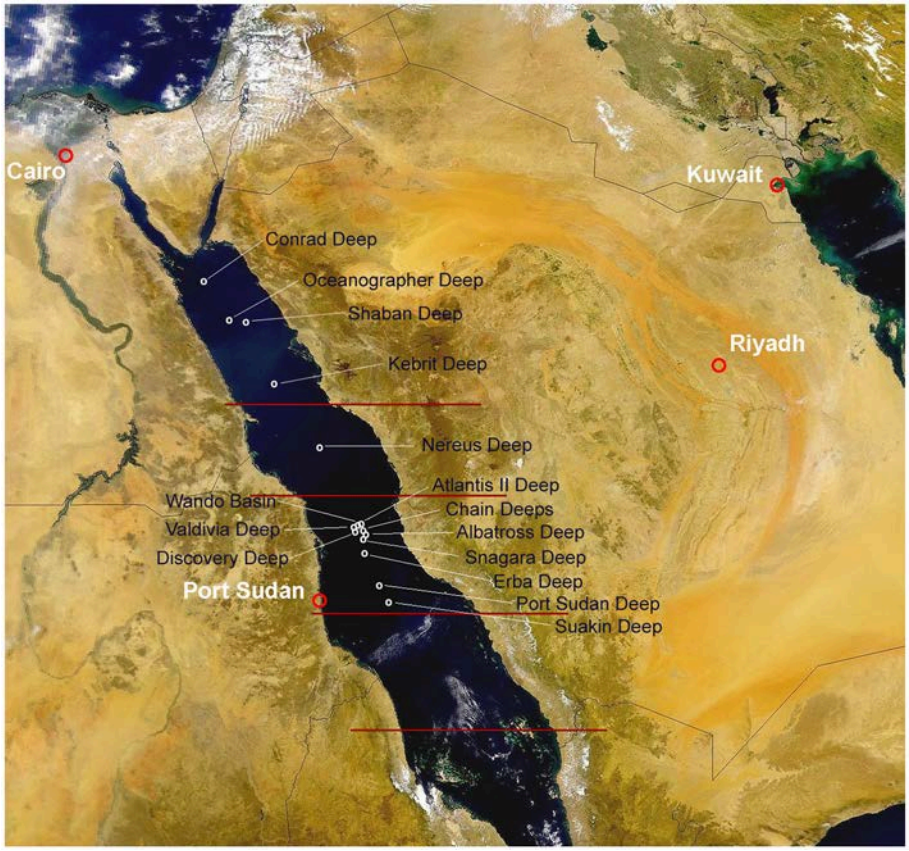
أُكتُشِفت الأحواض شديدة الملوحة في أعماق البحار صدفةً في خمسينيات القرن الماضي، عندما جمع الباحثون عينات مياه من أعماق البحار، ووجدوها أكثر ملوحةً ودفئًا على خلاف المُعتاد. وتمكن الباحثون من اكتشاف 25 نوعًا مُختلفًا على الأقل من هذه الأحواض المُنتشرة على امتداد مُنتصف البحر الأحمر، وذلك من خلال استطلاعات المتابعة (الشكل 1). ويتسم كل حوض من هذه الأحواض بخواص تميزه عن غيره؛ مثل الاختلافات الجيولوجية للمنطقة المتواجد بها، والعمر، واختلافات درجة حرارته عن القشرة الأرضية [1]. على سبيل المثال، يعد ''أطلانتس 2`` (Atlantis II) الحوض الأكبر مساحةً في البحر الأحمر (بمساحة تزيد عن 80 كم$^2$)، والأعلى في درجة الحرارة (68.2 درجة مئوية)، وهو من أقدم الأحواض. وعلى النقيض، يُعد حوض ''كبريت`` (Kebrit) الحوض الأصغر مساحة في البحر الأحمر (2.5 كم^2)، والأكثر برودة (23.3 درجة مئوية)، وواحد من أحدث الأحواض المكتشفة. كما يحتوي هذا الأخير على كمية كبيرة من عُنصر الكبريت ذي الرائحة الكريهة للغاية، والجدير بالذكر أن نطق كلمة ''Kebrit`` بالإنجليزية هو نفس نطق كلمة ''كبريت`` باللغة العربية؛ وهو عنصر له رائحة البيض الفاسد.

ما الكائنات التي تقطن الأحواض شديدة الملوحة الموجودة في أعماق البحار؟

لطالما اعتقد الباحثون أن الظروف الموجودة في الأحواض شديدة الملوحة الموجودة في أعماق البحار قاسية لدرجة لا تسمح بوجود حياة فيها. كما افترضوا استحالة نجاة أي كائنات حية في هذه الظروف. ولكن سمحت لنا التطورات التقنية، خصوصًا أوجه التقدم في **علم الأحياء الجزيئي**، باستكشاف هذه الأحواض بالتفصيل، وكشفت عن مُجتمعاتها المفعمة بالحياة. فقد أظهرت الدراسات وجود ميكروبات وحيوانات وحتى فيروسات في هذه الأحواض [1]. وقد كشفت هذه الأبحاث عن العديد من الأنواع الجديدة، بعضها ليس له مثيل على كوكبنا (الشكل 2). ويعتقد

علم الأحياء الجزيئي (MOLECULAR BIOLOGY)

دراسة الكائنات الحية حسب جزيئاتها (مثل: الحمض النووي أو البروتينات) بدلًا من دراسة الكائن الحي بأكمله.



شكل 1

شكل 1

خريطة توضح المواقع الرئيسية للأحواض شديدة الملوحة الموجودة في البحار. حيثُ تُحدد الخطوط الحمراء على الخريطة المناطق ذات المراحل المُختلفة من النشاط التكتوني، وتطور هذه الأحواض.

البعض أن هذه النتائج مُتفردة لدرجة أن بعضًا منها يُعادل اكتشاف أول كائن من آكلي اللحوم أو الفقاريات!

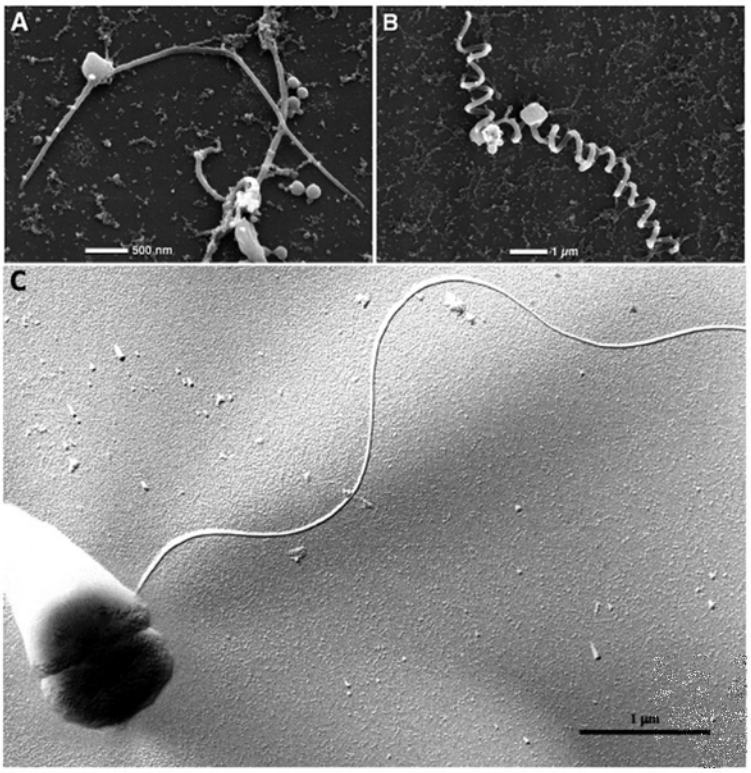
لماذا ينبغي علينا دراسة الميكروبات الموجودة في هذه الأحواض؟

تحتوي مُحيطاتنا على عدد من الميكروبات يزيد عن عدد النجوم الموجودة في الكون [4]! ومع ذلك، لا يزال أكثر من 99% من إجمالي التنوع الميكروبي غير مُستكشف حتى الآن. ويظل اكتشاف الميكروبات الجديدة ودراسة قُدراتها أمرًا مشوقًا دائمًا. كما أننا لا نكف عن اكتشاف الطرق الجديدة التي تؤثر بها الميكروبات على كوكبنا وجميع أشكال الحياة على كوكب الأرض.

ونظرًا إلى قدرة الميكروبات على النمو والنجاة في هذه الظروف النادرة، عادة ما تعتبر هذه **البيئات القاسية** مصدرًا لجزيئات جديدة قيّمة. ويُنظر إلى هذه الجزيئات باعتبارها حلولًا مُستقبلية قد تُساعدنا في إطعام العالم، وتزويده بالوقود، وإنقاذه، ويرجع ذلك كله إلى استخداماتها الواسعة والمتنوعة [5]. ويبدو أن الميكروبات التي تأتي من أحواض البحر الأحمر مُفيدة للغاية. حيثُ يُظهر بعض منها نشاطًا مضادًا للسرطان، بينما يبدو البعض الآخر قادرًا على إنتاج البلاستيك الحيوي (المواد البلاستيكية التي تُنتج بيولوجيًا، ولا تعتمد على استخدام الزيت)، وتنظيف التسربات النفطية، أو حتى التقاط ثاني أكسيد الكربون [6]. ويعتقد العُلماء أن بعضًا من هذه الميكروبات قد يُستخدم في علاج المناطق المُلوثة أو حتى الحيلولة دون حدوث تغيُر المناخ! وتُساعدنا دراسة البيئات

البيئة القاسية (EXTREME ENVIRONMENT)

مكان ذو ظروف تختلف كثيرًا عن ظروف المكان الذي نستطيع العيش فيه. ومن هذه الأمثلة: درجات الحرارة المُرتفعة أو المُنخفضة، أو الظروف الحمضية أو القلوية، أو الضغط المُرتفع، أو الملوحة المرتفعة.



شكل 2

شكل 2

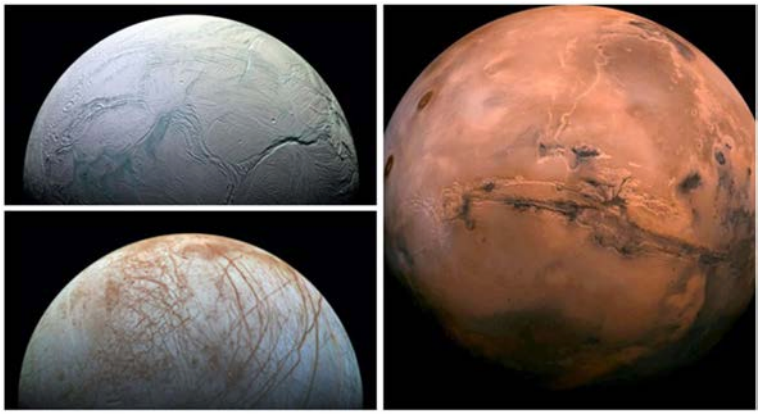
تحتوي الأحواض شديدة الملوحة الموجودة في قاع البحار على العديد من الأنواع الجديدة الغريبة. ومن هذه الأنواع بكتيريا haloplasma contractile المُكتشفة حديثًا التي يُمكنها التحكم في **(A)** انقباض و**(B)** استرخاء خلاياها. **(C)** كما تمثل بكتيريا Salinisphaera shabanensi أحد أنواع البكتيريا المُكتشفة في أحواض أعماق البحار، وهي قادرة على النمو بسهولة في مستويات الملوحة المختلفة اختلافًا كبيرًا. حيثُ تم رصد كلا الميكروبين بواسطة المجهر الإلكتروني، وهي تقنية قوية يستخدم فيها المجهر حزمًا من الإلكترونات بدلًا من الضوء لتكوين صورة (حقوق الصورة: **A**، **B:** حقوق الطبع والنشر © الجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الدقيقة [2]؛ **C:** حقوق الطبع والنشر© Springer [3]).

القاسية؛ مثل أحواض قاع البحار، على اختبار الفرضيات المطروحة حول الشروط الفيزيائية والكيميائية اللازمة لوجود الحياة.

قد تُساعد هذه النتائج العُلماء الذين يبحثون عن الحياة في أماكن أخرى في الكون.

إلى اللانهائية وما بعدها

علم الأحياء الفلكي هو علم حديث يضُم مجالات مختلفة؛ بما في ذلك علم الأحياء، والجيولوجيا، والكيمياء، وعلوم الكواكب. ويهدف - في المقام الأول - إلى البحث عن حياة خارج كوكبنا. ويمكننا القول إن كوكب المريخ، وقمر ''يوروبا`` التابع لكوكب المُشترى، وقمر ''إنسيلادوس`` التابع لكوكب زُحل هم أبرز المُرشحين عندما يتعلق الأمر بالبحث عن الحياة خارج كوكب الأرض (الشكل 3). ولا تختلف الظروف القاسية الموجودة في هذه الأماكن عن الظروف القاسية المتوفرة في بعض الأماكن على الأرض [7]. ومن المرجح جدًا وجود مياه - الشرط الأساسي للحياة - على كوكب المريخ، وقمر يوروبا، وقمر إنسيلادوس، ومن المُرجح أيضًا أن تتمتع المياه على هذه الأجرام بنفس درجة ملوحة المياه الموجودة في أحواض البحر الأحمر. كما يدرس علم الأحياء الفلكي شروط الحياة، ويسعى لمعرفة مدى قسوة الظروف التي لا تسمح بوجود حياة. ويُمكن تحقيق هذا المسعى عبر استكشاف البيئات القاسية على الأرض. كما يُمكن لنتائج هذه البيئات الأرضية القاسية مُساعدتنا في الاستعداد لإرسال البعثات الفضائية المُستقبلية بغرض البحث عن الحياة.



شكل 3

شكل 3

الأهداف الرئيسية الحالية لأبحاث علم الأحياء الفلكي التي تُجرى على نظامنا الشمسي؛ وهي قمر إنسيلادوس (أعلى اليسار)، وقمر يوروبا (أسفل اليسار)، وكوكب المريخ (على اليمين). حقوق الصورة تعود إلى وكالة NASA.

وعليه، تمثل هذه الأحواض مواقع بيولوجية مهمة [7]. حيث تتشابه ظروفها مع الظروف المتوقع إيجادها في أعماق مُحيطات قمر يوروبا وقمر إنسيلادوس. وهما من مصادر الميكروبات اللذان وقع عليهما الاختيار كأهداف ذات أولوية للدراسات المُتعلقة بعلم الأحياء الفلكي.

يجري اختبار العديد من هذه الميكروبات في غرف مُحاكاة، وخلال رحلات المنطاد المُتجهة إلى الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض. وعلاوة على ذلك، سيتم إرسال قلة مُختارة منها إلى محطة الفضاء الدولية لإجراء تجارب التعرض لظروف الفضاء. ومن خلال هذه الدراسات سنعرف ما إذا كانت هذه الميكروبات قادرة على النجاة والنمو عند التعرُّض للفضاء، أو الظروف الموجودة في كوكب المريخ، أم لا.

الخُلاصة

الأحواض شديدة الملوحة الموجودة في البحر الأحمر مُذهلة، وهي بيئات قاسية ليس لها مثيل على كوكبنا. ولهذه الأحواض أهميتها في مُختلف المجالات. حيثُ إنها مصدر للميكروبات الجديدة الغريبة، ولها استخدامات عديدة وجديدة، كما أنها نافعة في عملية البحث عن الحياة خارج كوكب الأرض. ولكننا ما زلنا في بداية طريق استكشاف هذه الأحواض، والكائنات القاطنة فيها، ويمكننا ترقب ظهور نتائج أخرى عديدة في المُستقبل القريب.

المراجع

1. Antunes, A., Ngugi, D. K., and Stingl, U. 2011. Microbiology of the Red Sea (and other) deep-sea anoxic brine lakes. *Environ. Microbiol. Rep.* 3:416–33. doi: 10.1111/j.1758-2229.2011.00264.x
2. Antunes, A., Rainey, F. A., Wanner, G., Taborda, M., Pätzold, J., Nobre, M. F., et al. 2008. A new lineage of halophilic, wall-less, contractile bacteria from a brine-filled deep of the Red Sea. *J. Bacteriol.* 190:3580–7. doi: 10.1128/jb.0 1860-07
3. Antunes, A., Eder, W., Fareleira, P., Santos, H., and Huber, R. 2003. *Salinisphaera shabanensis* gen. nov., sp. nov., a novel, moderately halophilic bacterium from the brine–seawater interface of the Shaban Deep, Red Sea. *Extremophiles* 7:29–34. doi: 10.1007/s00792-002-0292-5

4. Antunes, A., Stackebrandt, E., and Lima, N. 2016. Fueling the bio-economy: European culture collections and microbiology education and training. *Trends Microbiol.* 24:77-9 doi: 10.1016/j.tim.2015.11.010
5. Antunes, A., Simões, M. F., Grötzinger, S. W., Eppinger, J., Bragança, J., and Bajic, V. B. 2017. "Bioprospecting archaea: focus on extreme halophiles," in *Bioprospecting. Topics in Biodiversity and Conservation*, Vol. 16, eds R. Paterson and N. Lima (Cham: Springer). p. 81–112. doi: 10.1007/978-3-319-47935-4_5
6. Varrella, S., Tangherlini, M., and Corinaldesi, C. 2020. Deep hypersaline anoxic basins as untapped reservoir of polyextremophilic prokaryotes of biotechnological interest. *Mar. Drugs* 18:91. doi: 10.3390/md18020091
7. Antunes, A., Olsson-Francis, K., and McGenity, T. J. 2020. Exploring deep-sea brines as potential terrestrial analogues of oceans in the icy moons of the outer solar system. *Curr. Issues Mol. Biol.* 38:123. doi: 10.21775/cimb.038.123

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022

حرره: Rúben Costa

مرشدو العلوم: Emma Nason

الاقتباس: Antunes A (2022) أحواض المياه شديدة الملوحة وعلاقتها بالحياة خارج كوكب الأرض! Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.545761-ar

مُترجَم ومقتبس من: Antunes A (2020) Out of This World: From the Bottom of the Red Sea to the Red Planet. Front. Young Minds 8:545761. doi: 10.3389/frym.2020.545761

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 © 2022 Antunes. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

CHLOE, العمر: 15

مرحبًا! أُدعى كلوي، وعمُري 15 عامًا. ومن هواياتي القراءة، والغناء، والكتابة، والبحث. كما أحب قضاء الوقت في القراءة عبر الإنترنت أو الكتُب الورقية، وهذا يعتمد على مزاجي؛ لكنني أحب القراءة في العموم. وأعيش حاليًا مع اثنتين من القطط الشيرازي حيث تُحبان الغناء ليلًا مثلي كما أنهما كسولتان مثلي. وفي المُستقبل، أود أن أُصبح مُتخصصة في علم الفيروسات أو علم الوراثة، وإن لم أتمكن من ذلك، فسأصبح مؤلفة حتمًا.

FABIÁN, العمر: 12

فتى يبلغ من العمر 12 عامًا يجوب العالم، وهو طالب مُتقن لعدة لّغات في الصف السابع، ويحب المحيط وأن يكون مُبدعًا. وهواياته هي: ركوب الدراجات في الجبال، وألعاب التركيب، والاختراع، والتمثيل، والقراءة، ولكن يحب القراءة حبًا جمًا. ويُحب كونه جزءًا من برنامج ''فرونتيرز للعقول الشابة`` ويتطلع إلى العام المُقبل!

NAGA, العمر: 15

أنا فتاة تبلغ من العمر 15 عامًا؛ أي ما زلت طفلة، وؤلدت وكبرت في الهند. وقد عشت في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية (كاوست) لمدة 7 سنوات. أحب الغناء والرقص وممارسة أي نوع من أنواع الرياضة. أحب المسرح ولكن ليس لدرجة أن أمثل أمام المشاهدين مباشرةً، لأنني دائمًا ما أنسى سطوري.

SAGE, العمر: 11

أنا ساجي، أحب الرسم والفن والعزف على الكمان. وأكتب قصصًا، وأقرأ كتبي المفضلة مثل ''سبتيموس هيب``، و''هاري بوتر``. أنا مبدعة وأحب المغامرة، وتفصيل الملابس، وصنع الأساور، ومغنية جيدة أيضًا!

XENIA, العمر: 15

اسمي زينيا. أُحب العلوم وأعتقد أنه من المُمتع حقًا أن تملك القُدرة على قراءة مقال علمي وفهمه. كما أحب القراءة، ومُمارسة التمارين الرياضية، والتقاط الصور في وقت فراغي.

المؤلفون

ANDRÉ ANTUNES

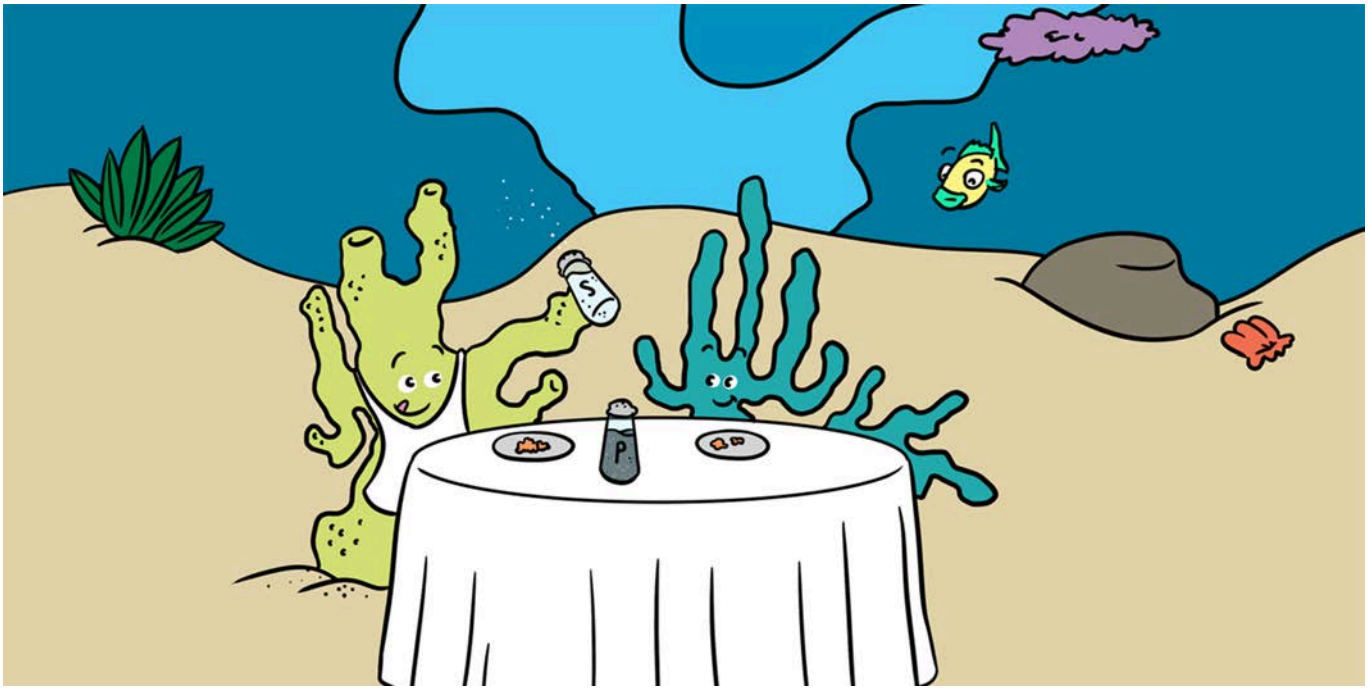
أنا أستاذ مُساعد ورئيس وحدة علم الأحياء الفلكية في المعهد الحكومي لعلوم القمر والكواكب في جامعة ماكاو للعلوم والتكنولوجية في ماكاو، الصين. وأقوم بدراسة الحياة في الظروف القاسية على الأرض، والميكروبات الجديدة الغريبة التي تعيش في بيئات قاسية غير مستكشفة، بدايةً من البُحيرات المالحة، مرورًا بالمناجم، ووصولًا إلى المواقع الموجودة في أعماق البحار. ويملك العديد من هذه البيئات ظروفًا مناخية شبيهة بتلك التي عُثر عليها على كوكب المريخ. وتساعدنا دراسة هذه البيئات عند البحث عن الحياة خارج كوكبنا، وتسمح لنا باكتشاف الشروط اللازمة لوجود حياة. كما أن البيئات القاسية هي مصدر للأنواع الجديدة الاستثنائية، والاستخدامات الجديدة التي قد تُساعدنا في إطعام العالم، وتزويده بالوقود، وإنقاذه. aglantunes@must.edu.mo*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2019.00038-ar



سر قوة المرجان في المياه المالحة: كيف تعزز الملوحة العالية من قوة المرجان

Hagen M. Gegner * ***and Christian R. Voolstra***
Division of Biological and Environmental Science and Engineering, Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

حيوانات المرجان هي حيوانات يكتنفها الغموض كما أنها موجودة منذ قديم الأزل، وهي المكونة للشعاب الجميلة، ولكن للأسف، فالشعاب المرجانية ذات المظهر الجذاب معرضة للخطر بسبب ارتفاع درجة حرارة كوكبنا كما أنها مهددة بالاختفاء تمامًا. في حين أن ذلك يبدو سيئًا، لا تتأثر جميع حيوانات المرجان بمياه البحر الدافئة بنفس القدر حيث إن حيوانات المرجان الموجودة في البحر الأحمر تبدو أكثر مقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة من تلك الموجودة في مناطق أخرى. تزدهر الشعاب المرجانية الموجودة في البحر الأحمر في مياه البحر ذات درجات الحرارة المرتفعة عن المناطق الأخرى، ولكن ما هو سرها؟ ما الذي يجعل حيوانات مرجان البحر الأحمر أقوى وأكثر مقاومة للحرارة؟ نعلم أن حيوانات المرجان في البحر الأحمر تتعرض لدرجات الحرارة شديدة الارتفاع والملوحة العالية كما أن الرابط القائم بين الملوحة العالية ودرجات الحرارة المرتفعة يجعلنا نتساءل: هل يمكننا إيجاد دليل على أن مستويات الملوحة العالية تجعل حيوانات المرجان أقوى؟

المراجعون الصغار:

SAVANA
العمر:13

KAREN
العمر:12

MALSHI
العمر:12

YOUSSEF
العمر:12

ZIA
العمر:12

المخلوقات القديمة عرضة لخطر الاحترار

تتميز الشعاب المرجانية بألوانها الرائعة وهياكلها الخلابة تحت البحر كما أنها مكونة من بعض أقدم الحيوانات في العالم: ألا وهي حيوانات المرجان، بالإضافة إلى أن حيوانات المرجان ترجع إلى عصر الديناصورات ولكنها على عكس الديناصورات لم تنقرض، على الأقل إلى الآن.

ولكن هذا الإنجاز المذهل للبقاء على قيد الحياة في خطر بسبب الظروف البيئية المسببة للإجهاد والتوتر التي تجعل من الصعب على هذه الحيوانات البقاء على قيد الحياة في المحيطات في حالتها الحالية. من أكبر المشكلات التي تواجهها حيوانات المرجان هي الارتفاع السريع في درجة حرارة مياه المحيطات.

أدت ظاهرة الاحتباس الحراري للمحيطات إلى تغيير لون المرجان إلى اللون الأبيض حول العالم، وتعرف هذه الظاهرة باسم ابيضاض المرجان [1] ولكن ما هي ظاهرة ابيضاض المرجان ولماذا تعتبر ضارة بالنسبة لحيوانات المرجان؟

عند ذكر كلمة حيوانات، نتصور في أذهاننا عادة كائنات فردية؛ مثل الكلب أو الأسد أو السمك. لكن يختلف الأمر عند الحديث عن حيوانات المرجان، فهذه الحيوانات تعيش مع النباتات، أو مع **الطحالب** الصغيرة التي توفر الطعام لحيوانات المرجان وتقدم لها حيوانات المرجان مكانًا للعيش داخل أنسجتها، تحديدًا في خلايا الطبقة الداخلية لها، أو مع **شقائق النعمان** (الشكل 1) [2].

ويسمى هذا النوع من التعاون الجماعي أو العلاقة الوثيقة باسم **التكافل**، أما حيوانات المرجان والطحالب القائم بينها علاقة التكافل هذه فيُطلق عليها اسم الكائنات المتكافلة. يمكن للطحالب المتكافلة القيام بعملية التمثيل الضوئي، وهي عملية قد تكون على دراية بها حيث تقوم بها النباتات وتعمل على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة وتستفيد حيوانات المرجان من الطاقة التي تستمدها من الطحالب وتصبح غذاءً لها، كما أننا نرى ألوان الطحالب الخلابة عند النظر إلى الشعاب المرجانية لأن حيوانات المرجان نفسها ليس لها لون.

تتعرض العلاقة التكافلية القائمة بين المرجان والطحالب إلى الانهيار وذلك عندما يواجه المرجان ظروفًا بيئية صعبة على سبيل المثال، ارتفاع درجة حرارة المياه، وينتج عن ذلك فقدان المرجان للطحالب الملونة التي تعيش بداخله مما يؤدي إلى ظهور النسيج المرجاني الشفاف عديم اللون على الهيكل المرجاني المرجان المبيض. وعليه لن تتمكن حيوانات المرجان من الحصول على الطعام الإضافي الذي كانت توفره الطحالب لها مما يجعل الحياة صعبة بالنسبة لها ولكن لا تحدث عملية ابيضاض المرجان في جميع الشعاب بنفس المستوى حيث تختلف درجة ابيضاض المرجان باختلاف درجات الحرارة، وحسب نوع حيوانات المرجان والطحالب ومكان وجودها. لفهم كيفية حدوث عملية الابيضاض درسنا أقوى حيوانات مرجان يمكننا إيجادها: حيوانات مرجان البحر الأحمر.

الطحالب (ALGAE)

نباتات تعيش في الماء ولا تزهر مثل النباتات التي تعيش على اليابسة كما أن ليس لها جذورًا أو سيقانًا بالإضافة إلى أنه توجد طحالب تعيش كخلايا فردية على سبيل المثال، داخل المرجان وشقائق النعمان.

شقائق النعمان (ANEMONES)

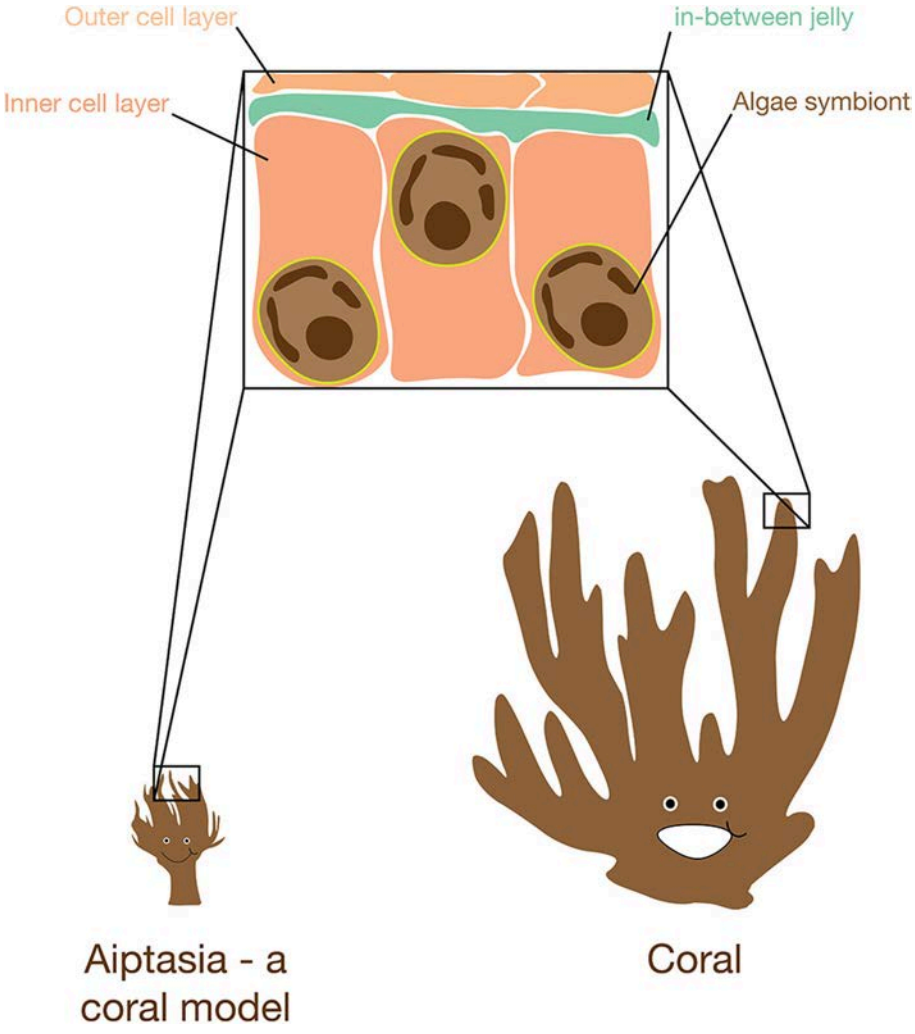
تشبه شقائق النعمان حيوانات المرجان إلى حد كبير حيث إنها تتشارك البنية والتركيب نفسهما كما تعيش شقائق النعمان بنفس الطريقة التي تعيش بها حيوانات المرجان ولكنها ذات بنية أكثر اسفنجية لأنها لا تمتلك هياكل.

التكافل (SYMBIOSIS)

علاقة وثيقة بين اثنين من الكائنات الحية يتعاونان معًا على سبيل المثال، الطحالب والمرجان أو شقائق النعمان.

البحر الأحمر: للأقوياء فقط

عندما ندرس البحر الأحمر نجد أن حيوانات المرجان به مقاومة لعملية الابيضاض أكثر من أي حيوانات مرجان أخرى في جميع أنحاء العالم، ولكن ما السبب في ذلك؟



شكل 1

أنسجة المرجان وشقائق النعمان متشابهة بشكل مثير للدهشة، كما يمكنكم رؤية طبقات الخلايا البسيطة للغاية في المرجان والإيبتاسيا، وهي نموذج حي للمرجان، باللون البرتقالي (طبقتي الخلايا الداخلية والخارجية) وطبقة الهلام باللون الأخضر التي تقع في المنتصف بين الطبقتين الخارجية والداخلية، تظهر هنا الطحالب التكافلية باللون البني وهي تعيش داخل طبقة الخلايا الداخلية ويمكن العثور على ذلك في الإيبتاسيا والمرجان.

تضطر حيوانات المرجان الموجودة في البحر الأحمر إلى تحمل درجات حرارة مرتفعة، وعلى الرغم من ذلك فهي تنمو وتعيش بشكل طبيعي. يتميز البحر الأحمر بأنه دافئ للغاية مقارنة بالأماكن الأخرى، كما أن درجات الحرارة في فصل الصيف تصل إلى 34 درجة مئوية بينما قد تصل درجات الحرارة في المحيطات الأخرى ما بين 29–32 درجة مئوية، ومن المثير للاهتمام أن حيوانات المرجان الموجودة في البحر الأحمر تعيش في بيئة ذات ملوحة عالية ودرجات حرارة مرتفعة. **الملوحة** هي مقياس كمية الملح في الماء ويتميز البحر الأحمر بأعلى مستويات من الأملاح على مستوى العالم، ولذلك بدأنا نتساءل ما إذا كانت الملوحة جزءًا من اللغز أم لا، وما إذا كانت القدرة على العيش في بيئة عالية الملوحة هي أحد أسرار شعاب البحر الأحمر القوية أم لا؟

الملوحة (SALINITY)

كمية الملح المذاب في الماء على سبيل المثال، في مياه البحر حيث يمكنك إيجاد مجموعة متنوعة من مستويات الملوحة المختلفة في المحيط، وذلك على حسب المنطقة فالبحر الأحمر يتميز بأعلى مستويات من تركيز الأملاح.

للإجابة عن هذا السؤال والأسئلة الأخرى المتعلقة بظاهرة ابيضاض المرجان، غالبًا ما يستعين العلماء بكائن نموذجي، أي حيوان تسهل دراسته عن المرجان، ولكن يجب أن يتشابه مع المرجان تشابهًا كبيرًا. تعرف على الإيبتاسيا (*Aiptasia*)! (الشكل 1).

الإيبتاسيا عبارة عن شقائق النعمان صغيرة الحجم تتشابه مع المرجان من حيث البنية ولكنها لا تحتوي على هيكل كما أن لها نفس العلاقة التكافلية مع الطحالب التي تقيم هذه العلاقة التكافلية مع المرجان.

ترتبط حيوانات المرجان بالإيبتاسيا ارتباطًا وثيقًا، ويعيش هذان النوعان بالطريقة نفسها، كما تتميز الإيبتاسيا بإمكانية الاحتفاظ بها في المختبر وسهولة الاعتناء بها [3]. وعلى النقيض، تحتاج حيوانات المرجان إلى عناية فائقة وأحواض سمك كبيرة مجهزة بالعديد من التقنيات من الداخل لإبقائها على قيد الحياة كما أن إحضار حيوانات المرجان من الشعاب المرجانية إلى المختبر يمكن أن يمثل تحديًا كبيرًا، وكل ذلك يجعل من الصعب دراسة حيوانات المرجان.

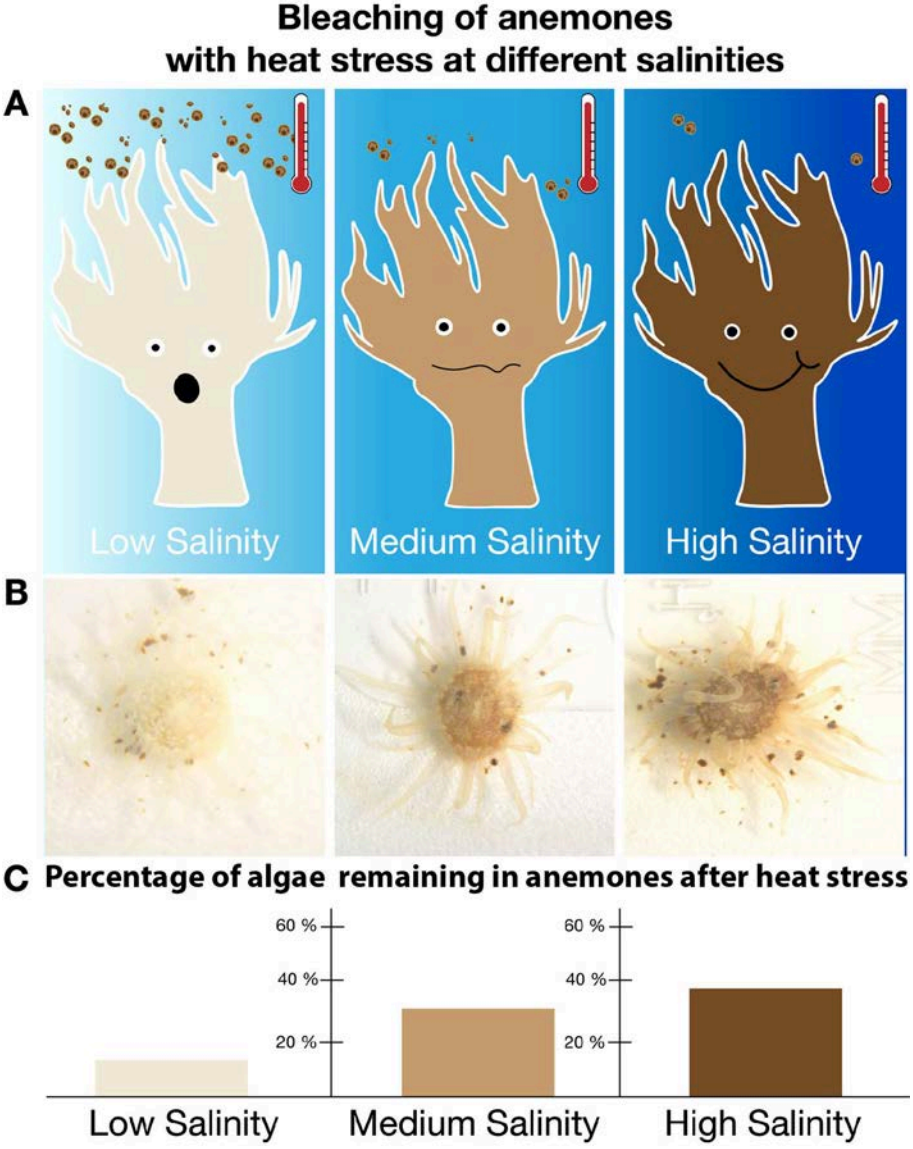
هل تشكل الملوحة العالية فارقًا أثناء عملية الابيضاض؟

لمعرفة ما إذا كانت الملوحة تؤثر على العلاقة التكافلية القائمة بين الإيبتاسيا والطحالب أم لا، أجرينا التجربة التالية. تم وضع الإيبتاسيا في ثلاثة مستويات مختلفة من الملوحة: منخفضة ومتوسطة وعالية، وفي درجة حرارة 25 درجة مئوية، ومن المعروف أن درجة الحرارة هذه هي الأفضل لشقائق النعمان بدون أن يكون هناك أي إجهاد إضافي. وبعد أن تعودت الكائنات على مستويات الملوحة التي وُضعت بها، جرى تعريض نصف عدد شقائق النعمان من كل مستوى من الملوحة إلى الإجهاد الحراري عن طريق زيادة درجة الحرارة إلى 34 درجة مئوية؛ مما نتج عنه عملية الابيضاض. لقياس كمية كائنات الإيبتاسيا التي أصيبت بالابيضاض أحصينا عدد الطحالب المتكافلة التي تعيش بداخلها، ونظرًا إلى أنه يمكن رؤية عملية الابيضاض (التي تسبب الاختلاف المرئي بين شقائق النعمان ذات اللون البني والشفافة عديمة اللون)، فقد التقطنا أيضًا صورة لتوضيح النتائج التي توصلنا لها.

بعد 8 أيام من التعرض للإجهاد الحراري راقبنا شقائق النعمان وتحققنا مما إذا كانت قد أثرت الملوحة على مقدار الإجهاد والابيضاض. بالنظر إلى الشكلين A2 وB، هل تلاحظ الفرق بين شقائق النعمان في البيئات منخفضة ومتوسطة وعالية الملوحة بعد التعرض للإجهاد الحراري؟

توضح الصورة أن شقائق النعمان التي تعرضت للإجهاد الحراري في بيئة منخفضة الملوحة قد أصبحت عديمة اللون بالكامل مقارنة بشقائق النعمان التي يميل لونها إلى البني في البيئة عالية الملوحة. هذا ويبدو الفرق في مستوى الابيضاض واضحًا بين البيئتين حيث يختلف مستوى الملوحة في كل منهما. ولكن مهلًا، قد تكون الصورة خادعة! لتقييم ما إذا كان انطباعنا صحيحًا، قمنا بعد عدد خلايا الطحالب التي كانت داخل شقائق النعمان ويوضح الرسم البياني بالأعمدة في (الشكل 2C) نسبة خلايا الطحالب التي ما تزال موجودة بعد التعرض للإجهاد الحراري مقارنة بالإيبتاسيا الموجودة في البيئة الضابطة: ١٠٠% تعني أن شقائق النعمان لم تتعرض للابيضاض، ٠% تعني أن شقائق النعمان تعرضت لعملية الابيضاض بالكامل ولم يتبقَّ بداخلها أي طحالب. أكدت لنا النسب المئوية التي تم التوصل إليها من حساب عدد الطحالب ما لاحظناه بأعيننا فشقائق النعمان الموجودة في بيئة منخفضة الملوحة تعرضت للابيضاض (تبقى فقط ١٣.٦% من الطحالب) أكثر من شقائق النعمان الموجودة في بيئة ذات ملوحة أعلى (تبقى فقط ٣٠.٥%, ٣٧.٢% من الطحالب).

ولكن ما الذي يحدث داخل شقائق النعمان عند وضعها في بيئة عالية الملوحة لإحداث هذا النوع من التأثير؟



شكل 2

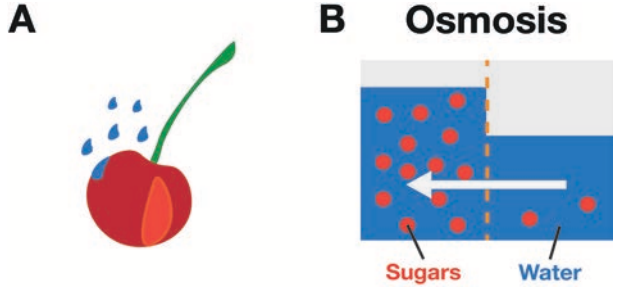
شكل 2

التأثيرات المختلفة للملوحة أثناء عملية الابيضاض. نرى هنا الفرق الذي أحدثته البيئات منخفضة ومتوسطة وعالية الملوحة على شقائق النعمان بعد التعرض للإجهاد الحراري. **(A)** شكل كرتوني للون الإيبتاسيا. **(B)** صورة الإيبتاسيا في كل حالة. الصورة من أعلى يمكنكم رؤية منطقة الفم واللوامس.
(C) يوضح الرسم البياني بالأعمدة أعداد الطحالب التي ما تزال موجودة بداخل شقائق النعمان بعد 8 أيام من التعرض للإجهاد الحراري، وحقيقة أن جميع المستويات في الرسم البياني أقل من ١٠٠% تعني أن جميع شقائق النعمان أصيبت بالابيضاض ولكن الموجود منها في بيئة عالية الملوحة مر بعملية الابيضاض ولكن بشكل أقل.

الكرز المنفجر وحيوانات المرجان الموضوعة في مياه مالحة

قبل التطرق إلى ما حدث لشقائق النعمان في البيئة عالية الملوحة، لنتحدث عن الكرز. نعم هو، الكرز ذو اللون الأحمر والمذاق الحلو اللذيذ.

إذا كنت سعيد الحظ بما يكفي لتمتلك شجرة كرز في منزلك، فقد تود تفقد الكرز بعد هطول أمطار غزيرة. لماذا؟ لأنك ستلاحظ أن ثمرات الكرز ستتفتح وهي على الأشجار (الشكل 3A) حتى وإن كان الكرز في حالة جيدة سليمة قبل هطول الأمطار! قد تتساءل كيف للمطر أن يؤدي إلى فتح ثمار الكرز وما علاقة ذلك بشقائق النعمان. الإجابة على هذا التساؤل متصلة بحقيقة أن ثمار الكرز حلوة المذاق، وتعزو أيضًا لما يسمى التناضح (الخاصية الأسموزية).



شكل 3

شكل 3

قصة الكرز المنفجر.
(A) يتفتح الكرز بعد تساقط الأمطار نظرًا لاختلاف كمية السكر بين داخل الخلية وخارجها. **(B)** التناضح (أو الخاصية الأسموزية) هو حركة الماء من منطقة ذات تركيز منخفض من الجزيء إلى منطقة ذات تركيز أعلى. وفي هذه الحالة، ينتقل الماء من الكمية المنخفضة من السكر خارج الخلية (ناحية اليمين) إلى الكمية الكبيرة داخل الخلية (ناحية اليسار)، حيث يظهر السكر باللون الأحمر، والماء باللون الأزرق، بينما يوضح السهم الأبيض حركة الماء.

إن التناضح هو حركة الماء من منطقة تحتوي على كمية منخفضة من مادة ما، على سبيل المثال السكر، إلى منطقة بها كمية أعلى من المادة نفسها (الشكل 3B)، فإذا فكرت في الأمر مع الكرز المتفتح على الشجرة، فهذا يعني أن ماء المطر انتقل من الجزء الخارجي للكرز، حيث لا يوجد أي سكر، إلى داخل الخلايا السكرية، ليملأ الخلايا حتى تنفجر، حيث إن الفرق في كمية السكر بين داخل ثمرة الكرز وخارجها هو ما يحرك الماء. فضلًا عن ذلك فإن التناضح يلعب دورًا في العديد من الأمور، وليس فقط في تفتح الكرز، حيث إننا نجد أن التناضح له دور أيضًا فيما يحدث لشقائق النعمان!

تعيش شقائق النعمان وحيوانات المرجان في درجات مختلفة من الملوحة، لكنها لا تتشقق أبدًا عندما تتغير درجة الملوحة، حتى إذا قمت بنقل شقائق النعمان من الملوحة المرتفعة إلى الملوحة المنخفضة في تجربتنا، فإنها لن تنفجر مثل الكرز، ولكن لماذا يحدث ذلك؟ لأنه لا يوجد فرق في درجة الملوحة داخل خلايا حيوانات المرجان وشقائق النعمان إذا ما قورنت بمياه البحر [4]. بالإضافة إلى ذلك فإن حيوانات المرجان وشقائق النعمان تقوم بإنتاج جزيئات تسمى **المركبات الأسموزية** وتكسيرها، من أجل تهيئة خلاياها للتأقلم مع بيئة مياه البحر، وبتلك الطريقة، تتمكن هذه الكائنات من إبقاء مستوى الملوحة داخل خلاياها وخارجها متساويًا. ونظرًا لأن عدم وجود فرق في الملوحة يعني عدم وجود أي حركة للمياه، فبتلك الطريقة لا تواجه هذه الحيوانات مصير الكرز نفسه.

المركب الأسموزي (OSMOLYTE)

هو أحد الجزيئات التي تشارك في عملية التكيف مع الملوحة، حيث يتم إنتاجه أو تكسيره للمساعدة في تقليل الفرق في التركيز الملحي بين داخل الخلية وخارجها.

وبالتالي يعني ذلك أن شقائق النعمان في حالة الملوحة العالية في تجربتنا قد اضطرت إلى زيادة كمية المركبات الأسموزية في خلاياها، من أجل التكيف مع كمية الملح خارج الخلايا، مما قد أعطانا إشارة إلى أن إنتاج المركبات الأسموزية قد يكون مرتبطًا بمستوى الابيضاض الأقل الذي نجده في أنواع معينة من حيوانات المرجان. ولكن من نتائج تجربتنا لا نستطيع تحديد ماهية الشيء الموجود بالضبط في المركبات الأسموزية الذي يساعد حيوانات المرجان على البقاء في المياه الدافئة، ولكننا نعلم من التجارب الأخرى أن المركبات الأسموزية تؤدي أدوارًا مختلفة في الخلايا في بعض الأحيان، فهي ليست مهمة فقط من أجل ضبط الملوحة، ولكنها تساعد أيضًا على خفض كمية الجزيئات الخطرة الأخرى التي يمكن أن تتلف الخلايا، وترتبط تلك الجزيئات الخطيرة أيضًا بابيضاض المرجان [5]. ومن شأن انخفاض أعداد هذه الجزيئات بفعل إنتاج المركبات الأسموزية أن يفسر السبب في كون شقائق النعمان مقاومة للابيضاض أكثر من نظيرتها الموضوعة في الملوحة المنخفضة.

بإيجاز شديد

من خلال التجربة التي أجريناها على شقائق النعمان الصغيرة الخاصة بنا، تمكنا من اكتشاف حقيقة أن درجة ملوحة الماء تؤثر بشكل ما على ابيضاض شقائق النعمان، حيث أوضحنا أن الملوحة العالية قد قللت الابيضاض أثناء الإجهاد الحراري، وتعد هذه المعلومات مفيدة أيضًا في حالة حيوانات المرجان، حيث إن الإيبتاسيا والمرجان كائنات متشابهة للغاية. ولكن العملية الدقيقة وراء هذا التأثير ما تزال غامضة، لكننا على الطريق الصحيح لفهمها بشكل أفضل، وستختبر تجاربنا القادمة تأثير الملوحة العالية على حيوانات المرجان من البحر الأحمر، حيث تعيش حيوانات المرجان في ظروف بيئية ذات ملوحة عالية بشكل طبيعي وتُعرف أيضًا أنها مقاومة للابيضاض. خمن ماذا سيحدث حينما يوضع مرجان البحر الأحمر في ظروف ذات ملوحة منخفضة؟ هل لديك فكرة؟ بالتأكيد سنكتشف ذلك - تابع معنا!

مقال المصدر الأصلي

Gegner, H. M., Ziegler, M., Rädecker, N., Buitrago-López, C., Aranda, M., and Voolstra, C. R. 2017. High salinity conveys thermotolerance in the coral model Aiptasia. *Biol. Open* 6:1943–8. doi: 10.1242/bio.028878

المراجع

1. Hughes, T. P., Barnes, M. L., Bellwood, D. R., Cinner, J. E., Cumming, G. S., Jackson, J. B. C., et al. 2017. Coral reefs in the Anthropocene. *Nature* 546:82–90. doi: 10.1038/nature22901
2. Rohwer, F., Seguritan, V., Azam, F., and Knowlton, N. 2002. Diversity and distribution of coral-associated bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 243:1–10. doi: 10.3354/meps243001
3. Baumgarten, S., Simakov, O., Esherick, L. Y., Liew, Y. J., Lehnert, E. M., Michell, C. T., et al. 2015. The genome of *Aiptasia*, a sea anemone model for coral symbiosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112:11893–8. doi: 10.1073/pnas.1513318112
4. Röthig, T., Ochsenkühn, M. A., Roik, A., Van Der Merwe, R., and Voolstra, C. R. 2016. Long-term salinity tolerance is accompanied by major restructuring of the coral bacterial microbiome. *Mol. Ecol.* 25:1308–23. doi: 10.1111/mec.13567
5. Ochsenkühn, M. A., Röthig, T., D'Angelo, C., Wiedenmann, J., and Voolstra, C. R. 2017. The role of floridoside in osmoadaptation of coral-associated algal endosymbionts to high-salinity conditions. *Sci. Adv.* 3:e1602047. doi: 10.1126/sciadv.1602047

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Rúben Martins Costa, King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

الاقتباس: Gegner HM and Voolstra CR (2021) سر قوة المرجان في المياه المالحة: كيف تعزز الملوحة العالية من قوة المرجان. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2019.00038-ar

مُترجَم ومقتبس من: Gegner HM and Voolstra CR (2019) A Salty Coral Secret: How High Salinity Helps Corals to be Stronger. Front. Young Minds 7:38. doi: 10.3389/frym.2019.00038

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2019 © 2021 Gegner and Voolstra. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

SAVANA، العمر: 13
أنا أحب الكلاب ولوني المفضل هو الأحمر، وأحب الخروج مع أصدقائي.

KAREN، العمر: 12
أنا فتاة مبدعة للغاية، وهواياتي هي ممارسة الرياضة والدراسة، وأي شيء متعلق بالفن، كما أنني أحب حقًا أن أجرب أشياء جديدة واستكشف الأشياء التي أجدها مثيرة للاهتمام، وأقول إنني فريدة للغاية، ولا أشبه الآخرين، وهذا هو ما يمنحني شخصيتي!

MALSHI، العمر: 12
أُدعى Malshi، وأبلغ من العمر 12 عامًا. أحب العلوم والرياضيات وأهتم بالكيمياء، كما أنني أحب القراءة في وقت فراغي وأحب العزف على البيانو، ورياضتي المفضلة هي الريشة الطائرة وأرغب في أن أصبح عالمة في المستقبل.

YOUSSEF، العمر: 12
أنا عداء، وسباح، وأحب الدراسة وقراءة الكتب، وبشكل خاص أحب قراءة الكتب أكثر، ولقد اخترت Frontiers for Young Minds لأنني أردت تحقيق أمرين؛ أن يُنشر اسمي على موقع رسمي! كما أنني كنت أبحث عن تحدٍّ، فكوني طالبًا متوسطًا في الصف السابع، أردت أن أشجع نفسي على معرفة حقائق جديدة متعلقة بالعلوم، والآن بعد أن أنهيت هذا، زادت معرفتي عما كانت عليه حين بدأت الأمر. شكرًا لكم Frontiers for Young Minds!! ☺

ZIA، العمر: 12
تعتبر مادة العلوم واحدة من المواد المفضلة لي في المدرسة، فأنا أشعر بالفضول حيال طريقة حدوث الأشياء اليومية التي نقوم بها في حياتنا، وأحب الأحياء وعلم الكونيات بشكل خاص، كما أنني أشاهد الكثير من الأفلام الوثائقية عن الفضاء وأحب البحث عن اهتماماتي.

المؤلفون

HAGEN M. GEGNER

لطالما كنت مفتونًا بالمحيط ومغرمًا باستكشاف الشعاب المرجانية، لكنني لم أفكر أبدًا في أنني سأدعو نفسي ذات يوم عالمًا في الأحياء المرجانية. لقد بدأت بدراسة علم الأحياء العام (بدرجة البكالوريوس)، وبعد ذلك، انتقلت تدريجيًا إلى علوم البحار، وفي النهاية كنت مهتمًا أكثر بالطرق المستخدمة في المجال البحثي بدلًا من اهتمامي بدراسة كائن حي واحد؛ لذلك واصلت العمل على دراسة الأسماك في البرازيل (بدرجة الماجستير) ومؤخرًا أنهيت الدكتوراة في المملكة العربية السعودية، حيث بحثت فيها عما يجعل المرجان أقوى أثناء التعرض للإجهاد. hagen.gegner@kaust.edu.sa*

CHRISTIAN R. VOOLSTRA

لقد بدأت بدراسة تطور ذباب الفاكهة وطريقة تكيف فأر المنزل مع بيئات مختلفة، قبل أن أتعمق في علم الأحياء المرجانية، وفي الوقت الحالي، بدأت أنا والعديد من الباحثين الآخرين معي نفهم أن جميع الحيوانات والنباتات تتحد مع الكائنات الحية الدقيقة، التي تسمى بالميكروبات أو البكتيريا، لكي تهضم الطعام، وتظل في صحة جيدة، وتواجه الضغط، كما أننا ندرس في مختبري الأنواع المختلفة من البكتيريا التي تعيش مع حيوان المرجان وكيف تساعد مضيفها الحيواني على البقاء حيًا تحت الضغط.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2020.00006-ar

حيوانات المرجان مريضة: مرض الحزام الأسود يهاجمها

***Ghaida Hadaidi*[1*] *and Christian R. Voolstra*[1,2]**

[1] *Division of Biological and Environmental Science and Engineering, Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia*

[2] *Department of Biology, University of Konstanz, Konstanz, Germany*

إذا قمت بالغطس بالقناع وأنبوب التنفس أو الغوص في البحر الأحمر، فستشاهد صخورًا كبيرة ملونة محاطة بأنواع مختلفة من الأسماك المتألقة. هذه الهياكل المدهشة ليست في الواقع صخورًا - بل هي حيوانات تسمى حيوانات المرجان، وهي التي تبني تلك الشعاب المرجانية. نعم، إنها حيوانات! وهذه الحيوانات لا تعيش وحدها، بل تعيش في داخلها خلايا نباتية صغيرة، والعديد من الميكروبات الأخرى، مثل البكتيريا والفيروسات. حيوانات المرجان وأصدقاؤها في خطر، لأن درجة حرارة الماء ترتفع ولأن البشر يرمون نفاياتهم في المحيطات. هل تعلم أن حيوانات المرجان يمكن أن تصبح مريضة وتعاني من الأمراض، تمامًا مثلها مثل البشر؟ هذا وقد تم وصف العديد من الأمراض التي تصيب حيوانات المرجان. وتتضمن هذه الأمراض التي تصيب حيوانات المرجان مرضًا يُسمى مرض الحزام الأسود (BBD). يتناول هذا المقال بالشرح ماهية مرض الحزام الأسود (BBD)، ومسبباته، وكيف يمكننا مساعدة حيوانات المرجان على أن تنعم بصحة أفضل.

المراجعون الصغار:

NOUF

SAJA

SHOMUKH

SUHA

TAFE

شكل 1

شكل 1

حيوان مرجان مريض. يتم فصل الأنسجة الخضراء السليمة عن الأنسجة البيضاء الميتة بواسطة شريط أسود مليء بالبكتيريا الضارة (السهم الأخضر). هذا الشريط الأسود علامة على مرض مرجاني يسمى مرض الحزام الأسود.

على غرار الحيوانات الأخرى، قد يصاب المرجان بالأمراض

حيوانات المرجان هي حيوانات تبني هياكل تسمى الشعاب المرجانية. تعيش حيوانات المرجان مع الكائنات الحية الأخرى، بما في ذلك الميكروبات، مثل الخلايا النباتية الصغيرة، **والبكتيريا** والفيروسات. وتعتمد هذه الكائنات الشريكة جميعها على بعضها بعضًا في الغذاء والطاقة. [1]. لسوء الحظ، هذه العلاقة حساسة ويمكن أن تنهار عندما يتعرض المرجان للإجهاد. إذا أصاب الإجهاد أي شريك، فسيصبح المرجان أكثر حساسية للإصابة بالأمراض. نعم، مثل جميع الحيوانات، يمكن أن يتأثر حيوان المرجان بالأمراض. إن الأمراض المرجانية هي نتيجة للتفاعلات المتغيرة بين المرجان، والجراثيم التي تصيب المرجان، والظروف البيئية، مثل ارتفاع درجات الحرارة أو وجود عدد هائل من المغذيات في مياه البحر. في دراستنا تقصينا أحد أكثر الأمراض خضوعًا للدراسة، والذي تسببه مجموعة محددة من الميكروبات. يُسمى هذا المرض بمرض الحزام الأسود (BBD) ويسهل التعرف عليه، نظرًا لوجود أشرطة سوداء مرئية على سطح المرجان. (الشكل 1).

البكتيريا (BACTERIA)

كائنات صغيرة للغاية تعيش في كل مكان ويمكن أن تكون نافعة أو ضارة؛ بعض البكتيريا يمكن أن تسبب الأمراض.

مُتَعَدِّدُ الميكروبات (POLYMICROBIAL)

وجود أنواع متعددة من الميكروبات.

ما الذي يسبب مرض الحزام الأسود في البحر الأحمر؟

مرض الحزام الأسود هو أكثر الأمراض المرجانية خضوعًا للدراسة؛ وذلك لأنه شائع في الشعاب المرجانية حول العالم، كما أنه كان أول الأمراض التي يتم وصفها [2]. فهذا المرض يشكل خطرًا جسيمًا على الشعاب المرجانية في جميع أنحاء العالم، لأنه قد يؤدي إلى موت حيوانات المرجان. وقد أظهرت الدراسات السابقة أن وجود مرض الحزام الأسود يزداد خلال أشهر الصيف الحارة [3].

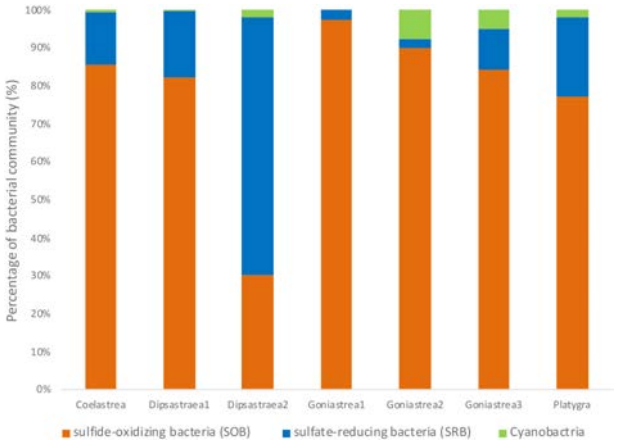
البكتيريا المختزلة للكبريت (SRB) (SULFATE-REDUCING BACTERIA)

مجموعة من البكتيريا التي ''تتنفس'' الكبريت بدلًا من الأكسجين.

البكتيريا المؤكسدة للكبريت (SOB) (SULFIDE-OXIDIZING BACTERIA)

مجموعة من البكتيريا تستخدم الطاقة الكيميائية لصنع السكريات.

يعرف مرض الحزام الأسود بمرض **متعدد الميكروبات**، مما يعني أن أنواعًا متعددة من البكتيريا تسبب هذا المرض. الأنواع الثلاثة من البكتيريا التي ثبت أنها تسبب مرض الحزام الأسود هي البكتيريا الزرقاء (نوع أزرق مخضر من البكتيريا) **والبكتيريا المختزلة للكبريت** (SRB) **والبكتيريا المؤكسدة للكبريت** (SOB). على غرار النباتات، يمكن للبكتيريا الزرقاء استخدام ضوء الشمس لإنتاج السكريات والأكسجين. على العكس من ذلك، تعيش البكتيريا المختزلة للكبريت في بيئات خالية من الأكسجين. وبالمقارنة، يمكن للبكتيريا المؤكسدة للكبريت استخدام الطاقة الكيميائية لصنع السكريات. عندما تجتمع هذه الأنواع الثلاثة من البكتيريا، فإنها تكون الشريط



شكل 2

التركيب البكتيري لمرض الحزام الأسود من سبعة حيوانات مرجان مريضة. يوضح هذا الرسم البياني بالأعمدة النسب المئوية لكل نوع من البكتيريا (البكتيريا الزرقاء والبكتيريا المختزلة للكبريت والبكتيريا المؤكسدة للكبريت) الموجودة في الأحزمة السوداء لسبع عينات من حيوانات المرجان من البحر الأحمر. يتم سرد المواقع التي تم أخذ العينات منها على طول الجزء السفلي من الرسم البياني. كلما رأيت لونًا محددًا في الأشرطة، كان هذا النوع من البكتيريا موجودًا في العينة.

الأسود الواضح الذي يظهر على المرجان من خلال إنتاج مواد كيميائية سامة. عندما يمرض المرجان نتيجة مرض الحزام الأسود، يتحرك الشريط الأسود عبر سطح المرجان. يحتوي هذا الحزام على مواد كيميائية سامة (كبريتيدات) ولا يحتوي على أكسجين، مما يؤدي في النهاية إلى موت الأنسجة.

هل تتسبب الأنواع الثلاثة من البكتيريا في مرض الحزام الأسود في البحر الأحمر؟

لدراسة مرض الحزام الأسود في الشعاب المرجانية من البحر الأحمر، قمنا بجمع أجزاء من الحزام الأسود من على سطح الشعاب المرجانية المختلفة ونقلنا العينات إلى أنابيب صغيرة. ولمعرفة أي من أنواع البكتيريا موجودة في العينات والحصول على مزيد من المعلومات حول تلك الأنواع، قمنا بتحليل **الحمض النووي** البكتيري. يتكون الحمض النووي البكتيري، مثلنا نحن البشر، من أربعة جزيئات تُسمى النيوكليوتيدات (A الأدينين، G الجوانين، C السايتوسين، T الثايمين) التي يتم تجميعها معًا بترتيب فريد لكل نوع من أنواع البكتيريا. قد تعمل منطقة معينة من الحمض النووي البكتيري بمثابة شريط رمزي أو بصمة مميزة تسمح للعلماء بالتمييز بين أنواع البكتيريا المختلفة. يتم التمييز بين أنواع البكتيريا عن طريق عملية تُسمى **تعيين تسلسل الحمض النووي** التي "تقرأ" ترتيب النيوكليوتيدات الأربعة للحمض النووي الموجودة في منطقة بصمة الحمض النووي البكتيري. من هناك، يمكننا إلقاء نظرة على تسلسل البكتيريا المختلفة في العينات التي قمنا بأخذها وتحديد أنواع البكتيريا الموجودة فيها.

الحمض النووي (DNA)

المعلومات الوراثية الموجودة داخل الكائن الحي.

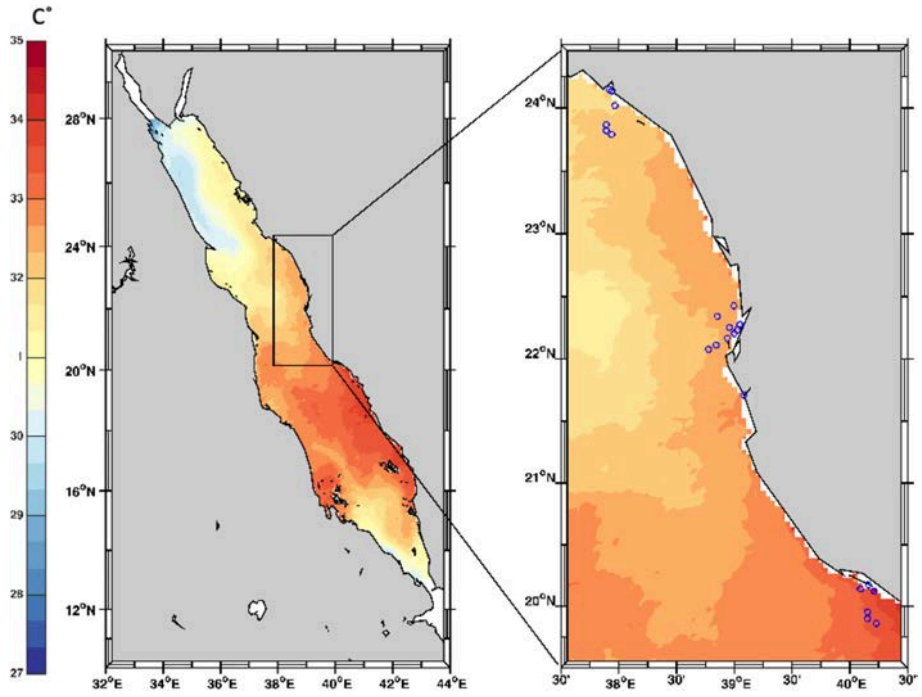
تعيين تسلسل الحمض النووي (SEQUENCING)

طريقة تحدد ترتيب النيوكليوتيدات في الحمض النووي.

وجدنا أن الأنواع الثلاثة الرئيسية للبكتيريا المسببة لمرض الحزام الأسود، وهي البكتيريا الزرقاء، والبكتيريا المختزلة للكبريت (SRB) والبكتيريا المؤكسدة للكبريت (SOB)، جميعها موجودة في حيوانات المرجان المريضة من البحر الأحمر (الشكل 2) [4]. قمنا أيضًا بحساب النسبة المئوية لكل نوع من أنواع البكتيريا في عينات المرجان التي قمنا بأخذها (الشكل 2). وأخيرًا، قمنا بمقارنة البكتيريا من حيوانات المرجان المصابة بمرض الحزام الأسود في البحر الأحمر مع البكتيريا الموجودة في حيوانات مرجان مصابة بمرض الحزام الأسود من أماكن حول العالم ووجدنا أنها متشابهة.

وجود مرض الحزام الأسود في البحر الأحمر

لفهم عدد حيوانات المرجان في البحر الأحمر المصابة بمرض الحزام الأسود (BBD)، قمنا بجمع عينات ومعلومات من 22 من الشعاب المرجانية على طول ساحل وسط البحر الأحمر (الشكل 3).



شكل 3

شكل 3

مواقع البحث عن مرض الحزام الأسود (BBD) في المرجان في البحر الأحمر. تظهر اللوحة على اليسار درجة حرارة سطح البحر في البحر الأحمر: اللون الأزرق يشير إلى درجات الحرارة المنخفضة من 27 إلى 30 درجة مئوية ويمثل اللون الأحمر درجات الحرارة الأعلى من 32 إلى 35 درجة مئوية (انظر شريط درجة الحرارة على اليسار). كما ترى، فإن درجة الحرارة أعلى في الجزء الجنوبي السفلي من البحر الأحمر. يُظهر المربع الأيمن دوائر زرقاء، تشير إلى الشعاب المرجانية التي خضعت للدراسة على طول وسط ساحل البحر الأحمر، والبالغ عددها 2. تم إجراء المسح في الفترة من 19 أكتوبر إلى 3 نوفمبر 2015 وبيانات درجة الحرارة تعود للفترة الزمنية نفسها.

كان وجود مرض الحزام الأسود متباينًا بين الشعاب المرجانية المختلفة، نسبة صغيرة من حيوانات المرجان. ومع ذلك، ففي الجزء الجنوبي من البحر الأحمر، وجدنا شعابًا مرجانية بها العديد من حيوانات المرجان المريضة، وكنا مهتمين بمعرفة سبب كثرة الإصابات بمرض الحزام الأسود في هذا الموقع. بعد النظر في البيئة المحيطة ودراستها، توصلنا إلى أن ارتفاع معدل الإصابات بمرض الحزام الأسود في هذا الموقع قد يكون مرتبطًا بارتفاع درجة حرارة مياه البحر حول هذه الشعاب والنفايات التي يرميها البشر في البحر. لذا، تشير نتائجنا ونتائج مجموعات البحث الأخرى إلى أن الحفاظ على المحيط نظيفًا يساعد المرجان على أن يكون أقوى وقادرًا على محاربة الأمراض.

الخلاصة

يتناول هذا المقال تحقيقًا حول مرض الحزام الأسود في الشعاب المرجانية الكثيفة في وسط البحر الأحمر. تشير نتائجنا إلى أن مرض الحزام الأسود في البحر الأحمر يبدو أنه ناتج عن تفاعلات المجموعات البكتيرية الثلاث نفسها التي تسبب مرض الحزام الأسود في الشعاب الأخرى في جميع أنحاء العالم. على الرغم من أن وجود هذا المرض نادر بشكل عام، فإن الظروف البيئية الضارة، مثل ارتفاع درجة حرارة مياه البحر وتلوث المياه، تجعل المرجان أكثر عرضة للإصابة بالأمراض. في الختام نود أن نؤكد على أن نظافة المحيطات تجعل المرجان أكثر صحة وقدرة على مقاومة الأمراض.

مقال المصدر الأصلي

Hadaidi, G., Ziegler, M., Shore-Maggio, A., Jensen, T., Aeby, G., and Voolstra, C. R. 2018. Ecological and molecular characterization of a coral black band disease outbreak in the Red Sea during a bleaching event. PeerJ 6:e5169. doi: 10.7717/peerj.5169

المراجع

1. Rosenberg, E., Koren, O., Reshef, L., Efrony, R., and Zilber-Rosenberg, I. 2007. The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. *Nat. Rev. Micro.* 5:355–62. doi: 10.1038/nrmicro1635
2. Richardson, L. L. 2004. "Black band disease," in Coral Health and Disease, eds E. Rosenberg and Y. Loya (Berlin; Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg). p. 325–36.
3. Richardson, L. L., and Kuta, K. G. 2003. Ecological physiology of the black band disease cyanobacterium Phormidium corallyticum. *FEMS Microbiol. Ecol.* 43:287–98. doi: 10.1016/S0168-6496(03)00025-4
4. Hadaidi, G., Ziegler, M., Shore-Maggio, A., Jensen, T., Aeby, G., and Voolstra, C. R. 2018. Ecological and molecular characterization of a coral black band disease outbreak in the Red Sea during a bleaching event. *PeerJ* 6:e5169. doi: 10.7717/peerj.5169

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Rúben Martins Costa, King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

الاقتباس: Hadaidi G and Voolstra CR (2021) حيوانات المرجان مريضة: مرض الحزام الأسود يهاجمها. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00006-ar

مُترجَم ومقتبس من: Hadaidi G and Voolstra CR (2020) Corals Are Sick: Black Band Disease Is Attacking. Front. Young Minds 8:6. doi: 10.3389/frym.2020.00006

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 Hadaidi and Voolstra 2021 © هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

NOUF

أنا شخص مهتم بنشر الوعي لا سيما عندما يتعلق الأمر ببيئتنا، وخاصة محيطاتنا. أحب أسماك القرش ورأيي أنها كائنات لطيفة.

SAJA

أنا أحب علم الأحياء ولكني متخصصة في علوم الحاسب. أغاني توباك تعني الكثير بالنسبة لي. أنا لست شخصية اجتماعية ولكن من السهل أن أكون صداقات. اللون الأبيض يجعلني دائمًا أشعر بالراحة. أحاول تعلم كيفية العزف على الجيتار.

SHOMUKH

أنا شخص يحب البقاء في المنزل ويهتم بمعرفة علمي الأحياء والكيمياء الحيوية. أنا أحب أيضًا التلوين والرسم.

SUHA

أحب الحياة والحرية وأمي وكل شيء متعلق بحياة الفتيات!

TAFE

انا شخص بسيط للغاية. أنا أحب البحر، وألواني المفضلة هي الأصفر والأسود، وعندما أشعر بالملل، أحب الطبخ! أحب الاستماع إلى الموسيقى أثناء العمل، كما أحب الرقص، ولا أحب الانتظار ... أحب تجربة أشياء جديدة.

المؤلفون

GHAIDA HADAIDI

أنا عالمة كنت أعمل في مختبر علم الجينوم المرجاني في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية. كنت مهتمة باستكشاف الشعاب المرجانية في البحر الأحمر وكيف تؤثر العوامل البيئية الضارة على حياتها. رؤية هذه المخلوقات المذهلة وهي مهددة جعلتني أكتب هذا المقال وأشاركه مع الأطفال الصغار. كان هذا المقال جزءًا من مشروع أطروحة الدكتوراة الخاصة بي، حيث هدفت فيها إلى دراسة دور المجتمع الميكروبي في إطار العوامل الطبيعية المسببة للضغط في البحر الأحمر.
ghaida.hadaidi@kaust.edu.sa*.

CHRISTIAN R. VOOLSTRA

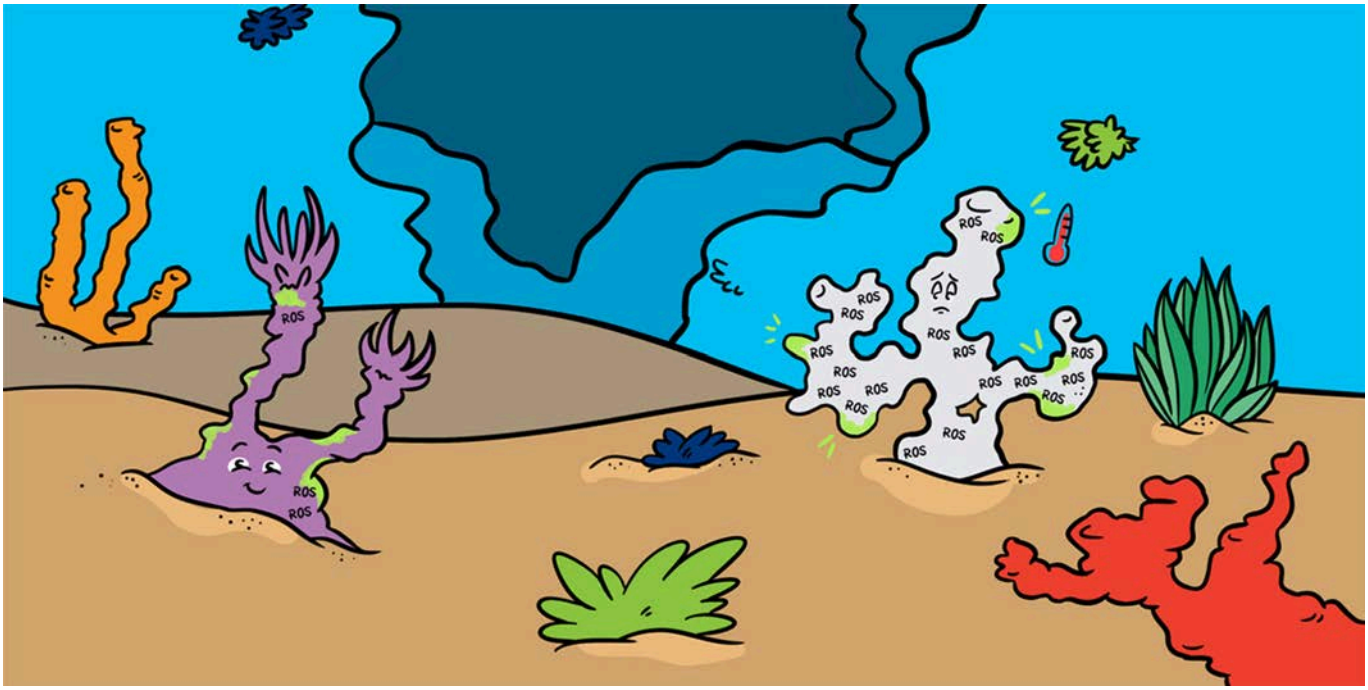
بدأت بدراسة تطور ذباب الفاكهة وكيف يتكيف فأر المنزل مع البيئات المختلفة، قبل الخوض في علم الأحياء المرجانية. في أيامنا هذه، بدأت أنا والعديد من الباحثين الآخرين ندرك أن جميع الحيوانات والنباتات تتعاون مع كائنات حية صغيرة، أو ما يسمى بالميكروبات أو البكتيريا، لهضم الطعام، والبقاء في صحة جيدة، ومكافحة الإجهاد. في مختبري الخاص، ندرس الأنواع المختلفة من البكتيريا التي تعيش مع حيوان المرجان وكيف تساعد مضيفها على النجاة في ظل ظروف الإجهاد. christian.voolstra@unikonstanz.de

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2019.00028-ar



حيوانات المرجان تنجو من الإجهاد الحراري بمساعدة بسيطة من الطحالب الصديقة المتعايشة معها!

Maha Joana Cziesielski ***and Manuel Aranda***
Red Sea Research Center, King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

هل سبق لك أن سبحت في المحيط وأعجبت بمنظر الأسماك العديدة التي تعيش في الشعاب المرجانية؟ هل لاحظت الهياكل الملونة التي تشبه الصخور؟ هذه الصخور الملونة هي في الواقع حيوانات تسمى حيوانات المرجان. حيوانات المرجان هي العناصر الأساسية التي تتكون منها الشعاب المرجانية وتوفر موئلًا للعديد من الأنواع البحرية. ومع ذلك، فإن حيوانات المرجان حساسة للغاية للتغيرات البيئية. فلقد تسبب تأثير الأنشطة البشرية في ارتفاع درجة حرارة محيطاتنا. وتصارع حيوانات المرجان من أجل البقاء على قيد الحياة. ولكن هناك أمل: فقد تعلمت بعض حيوانات المرجان كيف تعيش في مياه دافئة، مثل البحر الأحمر، وفي أماكن تتسم بالمناخ الحار في الصيف. وهذا يبين لنا أن هناك فرصة لحيوانات المرجان للنجاة. لقد درسنا حيوانات المرجان التي تعيش في البحر الأحمر ووجدنا أنها تكيفت مع المياه الدافئة باستخدام آليات محددة، وبعض المساعدة من أصدقائها من الطحالب. نأمل أن نتمكن من التوصل إلى طريقة لمساعدة حيوانات المرجان الأضعف والأكثر عرضة للخطر من خلال معرفة ما يعزز من قوة بعض هذه الحيوانات.

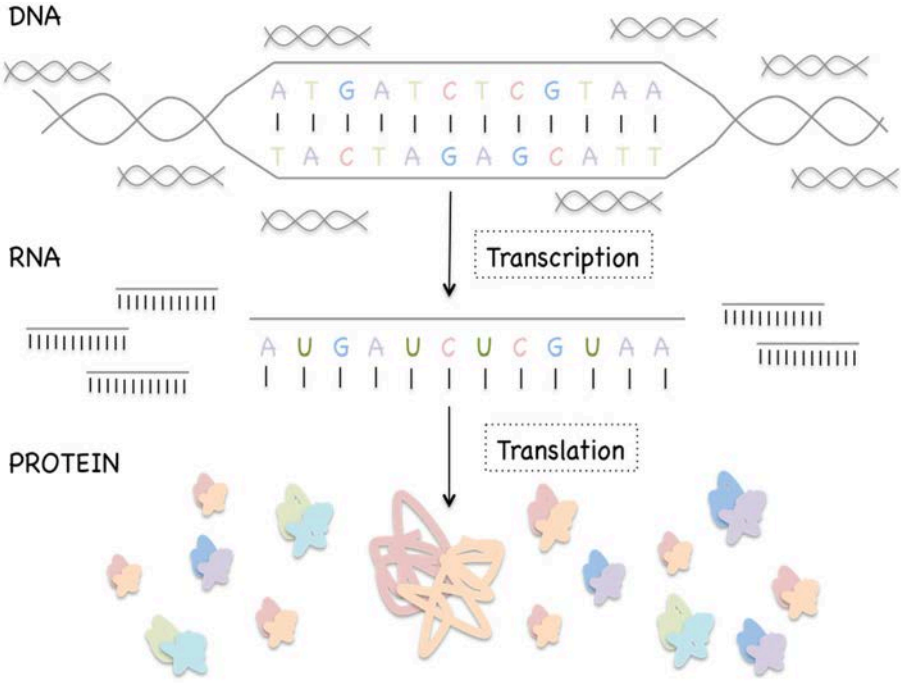
المراجعون الصغار:

ARNAB
العمر:14

EVAN
العمر:12

SUBHAAN
العمر:13

VARSHINI
العمر:14



شكل 1

العلاقة بين الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) والحمض النووي الريبي (RNA) والبروتين. يحتوي حمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين على جميع المعلومات المطلوبة لإنتاج البروتينات، والتي تؤدي العديد من الوظائف المهمة في كل خلية. لإنتاج بروتين، يمكن للخلية الوصول إلى المعلومات التي تحتاج إليها عن طريق تحويل الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) أولاً إلى الحمض النووي الريبي (RNA)، من خلال عملية تسمى النسخ. ثم سيتحول الحمض النووي الريبي (RNA) إلى البروتين المناسب من خلال عملية تسمى الترجمة.

الحياة الحساسة لحيوانات المرجان

تنتمي حيوانات المرجان إلى فصيلة **اللافقاريات**، وهي نفس الفصيلة التي ينتمي إليها قنديل البحر **وشقائق النعمان**. تمتلك حيوانات المرجان هيكلًا يشبه العظام يميزها عن باقي أعضاء فصيلتها.

تعيش حيوانات المرجان مع طحالب صغيرة تسمى **المتعايشات**. تساعد حيوانات المرجان والطحالب بعضها البعض على التعايش. وهذا ما يعرف بالتعايش في علاقة **تكافلية**. تمنح حيوانات المرجان الطحالب الحماية، وتمنح الطحالب حيوانات المرجان الطاقة اللازمة لبناء هيكل ضخم [1].

عندما تحدث تغيرات بيئية كثيرة، تتعرض حيوانات المرجان والطحالب للإجهاد والضغط، وتفشل في التواصل بشكل جيد. ثم تتوقف عن مساعدة بعضها بعضًا، وتترك الطحالب حيوانات المرجان. ولأن **الطحالب** هي السر وراء اكتساب حيوانات المرجان لألوانها الجميلة، تتحول حيوانات المرجان إلى اللون الأبيض بعد مغادرة الطحالب لها. هذا ما نعرفه باسم ابيضاض حيوانات المرجان. ومن الأسباب الرئيسية لانفصال حيوانات المرجان والطحالب ارتفاع درجات الحرارة. إذ يؤدي ارتفاع درجات حرارة المياه إلى إجهاد حيوانات المرجان والطحالب وبالتالي يؤدي إلى عملية الابيضاض. هذا وقد أدى تغير المناخ وغيره من التأثيرات البشرية إلى زيادة درجات حرارة المحيطات في جميع أنحاء العالم. وتشهد الشعاب المرجانية صيفًا أكثر سخونة في كل عام. والسؤال الواجب طرحه هنا هو: مقدار الحرارة التي يمكن أن تعيش فيها الشعاب المرجانية؟

اللافقاريات (INVERTEBRATES)

هي حيوانات لا تمتلك عمودًا فقريًا أو حبلًا شوكيًا مثل القواقع أو قناديل البحر.

شقائق النعمان (ANEMONES)

هي إحدى الفصائل القريبة من حيوانات المرجان. لشقائق النعمان هياكل ونمط معيشة مماثل لحيوانات المرجان ولكنها أكثر إسفنجية. الإيبتاسيا هي أحد أنواع شقائق النعمان.

المتعايشات (SYMBIODINIACEAE)

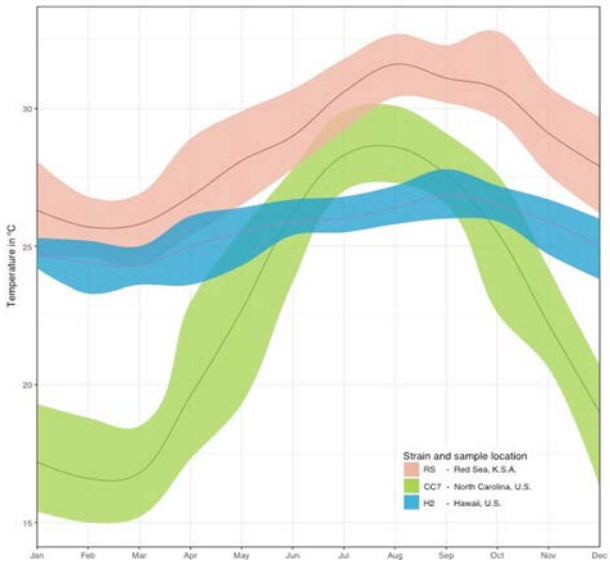
أحد أنواع الطحالب.

التكافل (SYMBIOSIS)

هو التفاعل أو العلاقة بين اثنين من الكائنات الحية المختلفة التي تعيش معًا بشكل وثيق، وعادةً ما يمنحهما ذلك ميزة لكلٍ منهما.

الطحالب (ALGAE)

نبات بسيط للغاية يعتمد على الماء، مثل الأعشاب البحرية.



شكل 2

شكل 2

المعدل السنوي لدرجات الحرارة للمواقع الثلاثة التي دُرس منها شقيقة النعمان الإيبتاسيا. أُخذت عينات من هذا النوع من شقائق النعمان من ولاية كارولينا الشمالية (الشقائق الخضراء) وهاواي (الشقائق الزرقاء) والبحر الأحمر (الشقائق الحمراء). يظهر متوسط درجة الحرارة شهريًا بخط متصل. يشير التظليل حول الخط الحد الأقصى والحد الأدنى لدرجات الحرارة. تشير هذه البيانات إلى أن البحر الأحمر يحتوي على المياه الأكثر دفئًا [2] (بيانات درجة الحرارة المستمدة من www.seatemperature.org).

فحص الخلايا لكشف أسرار حيوانات المرجان

قبل ابيضاض حيوانات المرجان، لا تظهر علامات كثيرة أخرى تدل على الإصابة بالإجهاد. لذا، فإذا أردنا أن نفهم الحالة الصحية لحيوانات المرجان، فعلينا أن ندرس خلاياه. لدينا الكثير من المعلومات داخل الخلايا، بما في ذلك الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA)، والحمض النووي الريبي (RNA)، والبروتينات. يمكن أن تساعدنا هذه الجزيئات في العثور على أدلة حول الاتصال بين حيوانات المرجان والطحالب. ولكن أيضًا، يمكن لهذه الجزيئات أن تعلمنا كيف نعرف متى يصيب الإجهاد حيوانات المرجان.

عندما يتعرض كائن حي للإجهاد، ستتفاعل كل خلية في جسمه مع هذا الإجهاد. وستفعل جميع الأعضاء ما بوسعها للبقاء على قيد الحياة. لمواجهة الإجهاد، ستستخدم الخلية حمضها النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) لإنتاج الحمض النووي الريبي (RNA)، بحيث يمكنها بعد ذلك إنتاج البروتينات التي تقاوم الإجهاد (الشكل 1). إذا تعرض كائن حي للإجهاد من قبل، فيمكنه مواجهة الإجهاد بشكل أسرع وأفضل. اعتبر الأمر يشبه زيارة مدينة: في أول مرة تزورها فيها، ستحتاج إلى خريطة للعثور على فندقك. كلما زرت المدينة كثيرًا، قلت حاجتك للخريطة لأنك ستتذكرها، وستعود إلى الفندق بشكل أسرع. تتذكر حيوانات المرجان التي كانت تعيش في المياه الساخنة أفضل طريقة للنجاة والتعايش. يمكننا رؤية هذه الذاكرة في الخلايا. إذ تبدأ الخلايا التي تعرضت للإجهاد في الماضي في إنتاج بروتينات مختلفة وإنتاج البروتينات المناسبة أسرع. لذا، فهي تقاوم بطريقة تختلف عن حيوانات المرجان التي لم تعش في المياه الساخنة من قبل. تتيح لنا دراسة هذه الاختلافات معرفة ما يجعل بعض حيوانات المرجان قادرة على تحمل الحرارة بينما يفشل بعضها الآخر في ذلك.

دراسة حيوانات المرجان ذات القدرة الجيدة على التأقلم مع درجات الحرارة العالية

يمكن أن تتمتع حيوانات المرجان بمستويات متفاوتة من القدرة على مقاومة ارتفاع درجات الحرارة. ويمكن أن تؤثر البيئة التي تنمو فيها حيوانات المرجان على سلوكها. تعلمت العديد من أنواع حيوانات المرجان العيش في المياه الأكثر حرارة في العالم، مثل البحر الأحمر أو الخليج العربي. هذا يوضح أن حيوانات المرجان قادرة على **التكيف** مع البيئات الأكثر إجهادًا. لمعرفة ما يجعل بعض حيوانات المرجان أكثر قدرة على التحمل من غيرها، استخدمنا نموذجًا حيًا وهو: شقائق النعمان البحرية الصغيرة من نوع الإيبتاسيا (*Aiptasia*). ترتبط شقائق النعمان بحيوانات المرجان، ولكن دراسة الإيبتاسيا أسهل من غيرها من حيوانات المرجان، لأنها تنمو بسرعة وليس لها هيكل عظمي. أردنا أن نفهم ما الذي يجعل بعض الحيوانات تتمتع بقدرة أفضل من غيرها على التأقلم مع درجات الحرارة. ما الذي تفعله هذه الحيوانات بشكل مختلف للتعايش مع الحرارة لهذا درسنا الإيبتاسيا من أماكن مختلفة حول العالم: كارولينا الشمالية، وهاواي، والبحر الأحمر (الشكل 2).

التكيف (ADAPTATION)

هو التأقلم، بمعنى جعل نفسك أكثر ملاءمة للبقاء على قيد الحياة.

أخذنا شقائق النعمان من كل مكان من هذه الأماكن ووضعناها في درجة الحرارة نفسها وهي 25 درجة مئوية لأكثر من عام واحد. بالنسبة لبعض الأنواع من شقائق النعمان، قمنا بتسخين الماء ببطء حتى 32 درجة مئوية. تعرضت شقائق النعمان للإجهاد الحراري لمدة 24 ساعة. بعد ذلك، أخذنا خلايا من شقائق النعمان لمقارنة مستويات الإجهاد والمقاومة. سمحت لنا دراسة الحمض النووي الريبي (RNA) والبروتينات في خلايا شقائق النعمان بعقد مقارنة بين كيفية تعامل أنواع شقائق النعمان المختلفة مع درجة الحرارة.

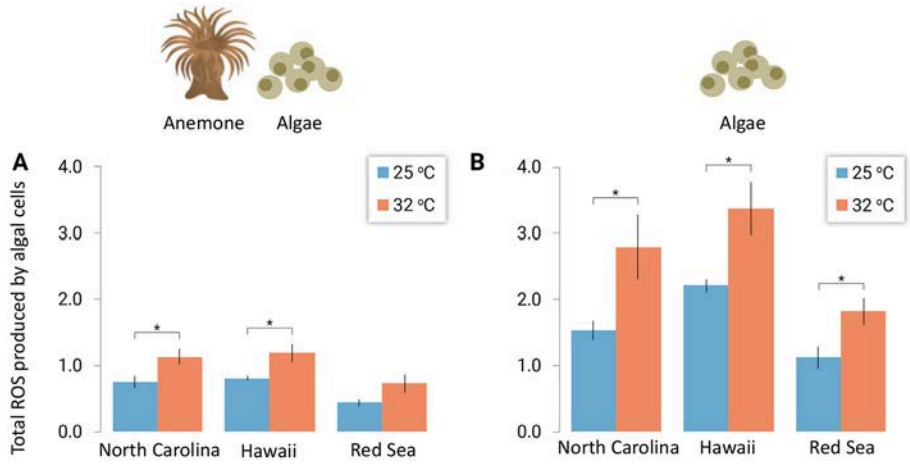
التخلص من المواد الكيميائية السامة لتحمل الإجهاد الحراري

عندما تتعرض الكائنات إلى الإجهاد، فإنها تنتج عددًا من المواد الكيميائية السامة. في معظم الأوقات، تتمكن كل خلية في الجسم من التخلص من المواد الكيميائية قبل أن تصبح خطرة. لكن في بعض الأحيان، وخاصة في حالة التعرض للإجهاد الشديد، لا تتمكن الخلايا من التخلص من المواد الكيميائية الناتجة عن الإجهاد. ثم تتراكم هذه المواد الكيميائية حتى تصبح سامة وتلحق أضرارًا جسيمة بالخلايا. إحدى المواد الكيميائية الشائعة التي تزداد استجابة للإجهاد تُسمى **أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS)**.

أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) (REACTIVE OXYGEN SPECIES)

مركب كيميائي يتم إطلاقه أثناء التنفس الخلوي، قد يكون سامًا إذا لم تتخلص منه الخلية.

تُعد أنواع الأكسجين التفاعلية منتجًا جانبيًا عاديًا لعملية التنفس الخلوي، وهو مصطلح علمي يُطلق على الطريقة التي تنتج من خلالها الخلايا الطاقة التي تحتاجها للعيش. يعمل الإجهاد على زيادة كمية الطاقة التي تنتجها الخلايا، والذي بدوره يؤدي إلى زيادة مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية. نظرًا لما يخلفه إنتاج المزيد من أنواع الأكسجين التفاعلية من سموم، فقد ارتبط إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية بابيضاض شقائق النعمان، كما هو الحال مع حيوانات المرجان. تتمثل المشكلة الأكبر في أنه ليس على شقائق النعمان التعامل فقط مع أنواع الأكسجين التفاعلية الخاصة بها، ولكن أيضًا مع أنواع الأكسجين التفاعلية التي تنتجها الطحالب التي تعيش معها. يمكن أن تنقل الطحالب أنواع الأكسجين التفاعلية التي تنتجها إلى شقائق النعمان [3]. مما يتسبب في زيادة مستوى السموم الكلي لأنواع الأكسجين التفاعلية في شقائق النعمان. يمكن لشقيقة النعمان، التي تتمكن من إزالة سمية أنواع الأكسجين التفاعلية بشكل صحيح حتى في حالة تعرضها للإنهاك، أن تتكيف مع درجات الحرارة المرتفعة بشكل أفضل من تلك التي تواجه مشكلة في إزالة سمية أنواع الأكسجين التفاعلية. عقدنا مقارنة بين شقائق النعمان المأخوذة من المواقع الثلاثة من خلال قياس مستويات



شكل 3

شكل 3

أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) التي تنتجها عائلة المتعايشات، وهي نوع من الطحالب يعيش مع حيوانات المرجان وشقائق النعمان.
(A). تم اختبار مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية لعائلة المتعايشات، التي تعيش داخل شقائق النعمان، عند كل من درجة الحرارة العادية التي تساوي 25 درجة مئوية ودرجة الإجهاد الحراري التي تساوي 32 درجة مئوية.
(B). كما تم إجراء اختبار مماثل لعائلة المتعايشات التي تعيش خارج شقائق النعمان. توضح النجوم التي تقع بين درجات حرارة شقيقة النعمان الواحدة أين كان التغيير في مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية قويًا. توضح البيانات أن الطحالب التي تعيش داخل شقائق نعمان البحر الأحمر تنتج كمية أقل من أنواع الأكسجين التفاعلية في جميع الظروف [2]. وهذا يعني أن شقائق نعمان البحر الأحمر والطحالب التي تعيش بداخلها كانت أقل عرضة للإجهاد عندما ارتفعت درجة الحرارة.

أنواع الأكسجين التفاعلية قبل وبعد تعرضها للإجهاد الحراري. وكان لشقائق النعمان التي تعيش في البحر الأحمر أدنى مستويات من أنواع الأكسجين التفاعلية. توضح لنا هذه النتيجة أن شقائق نعمان البحر الأحمر يمكن أن تعيش في المياه الدافئة نظرًا لقدرتها على التخلص من المواد الكيميائية السامة، مثل أنواع الأكسجين التفاعلية، بشكل أسرع من شقائق النعمان الأخرى. نظرًا لأن شقائق النعمان مرتبطة بحيوانات المرجان، فمن المحتمل بشكل كبير أن تؤدي عملية التخلص من المواد الكيميائية السامة هذه إلى الحفاظ على صحة حيوانات المرجان في المياه الدافئة أيضًا.

الطحالب تساعد شقائق النعمان على التكيف مع درجة الحرارة

نحن نعلم أنه يمكن للطحالب نقل أنواع الأكسجين التفاعلية إلى شقائق النعمان. لذلك، كلما زاد تعرض الطحالب للإجهاد، زاد تعرض شقائق النعمان للإجهاد. لا يمكننا دراسة شريك واحد دون الأخر في الأنظمة المعقدة مثل الشعاب المرجانية.

نرى أن شقائق نعمان البحر الأحمر قد تمكنت من البقاء على قيد الحياة في المياه الدافئة نظرًا لقدرتها على التخلص من المواد الكيميائية السامة بسرعة. بعد ذلك، كنا بحاجة إلى فهم ما إذا كانت الطحالب تساعد شقائق النعمان أم تؤذيها. قمنا بقياس تركيز أنواع الأكسجين التفاعلية التي تنتجها الطحالب عندما كانت تعيش داخل شقيقة النعمان بالمقارنة مع تركيزها عندما كانت تعيش خارجها (الشكل 3).

في شقائق نعمان البحر الأحمر، تبين لنا أن تركيز أنواع الأكسجين التفاعلية أقل في الطحالب التي تعيش داخل شقائق النعمان وخارجها، وهذا يعني أن الطحالب التي تعيش في البحر الأحمر أقل عرضة للإجهاد الناجم عن درجات الحرارة الدافئة من تلك التي تعيش مع شقائق نعمان كارولينا الشمالية أو هاواي. من خلال التعامل مع الإجهاد بشكل أفضل، تمكنت الطحالب من إنتاج كمية أقل من أنواع الأكسجين التفاعلية. وهذا يعني أنه قد تم نقل كمية أقل من أنواع الأكسجين التفاعلية إلى شقيقة النعمان، لذلك وبشكل عام، فإن كلا الكائنين لديهما كمية أقل من المواد الكيميائية السامة للتعامل معها. وعليه فإن شقائق النعمان التي تعيش في البحر الأحمر أقل عرضة للإجهاد من تلك التي تعيش في مناطق أخرى. أظهرت مستويات أنواع الأكسجين التفاعلية، التي تنتجها الطحالب في شقائق النعمان الأخرى، أن الطحالب الأخرى أكثر حساسية للحرارة (الشكل 3).

بوسعنا رؤية أنه يمكن للطحالب مساعدة شقائق النعمان، وكذلك أيضًا حيوانات المرجان، على التكيف بشكل أفضل مع درجات الحرارة المرتفعة.

الطحالب وشقائق النعمان تشترك في هذا الأمر سويًا

أظهرت دراسة استجابة كلا الشريكين اللذين يتعرضان للإجهاد، شقائق النعمان والطحالب، أهمية كل منهما للآخر. ففي حال عدم تمكن الطحالب من التكيف بشكل جيد مع الإجهاد الحراري، فإن شقائق النعمان ستعاني أيضًا. أظهرت نتائجنا أن شقائق النعمان التي تعيش في البحر الأحمر لا تختلف كثيرًا عن تلك التي تعيش في المياه الباردة. وبدلًا من ذلك، فإنها تحصل فقط على المزيد من المساعدة من أصدقائها الطحالب. ونظرًا لارتباط شقائق النعمان وحيوانات المرجان، فنعتقد أن هذه النتيجة ستنطبق على حيوانات المرجان أيضًا. يوضح هذا كيف يمكن لشراكات معينة بين الطحالب وحيوانات المرجان أن تؤدي إلى مستويات نجاح أعلى في بقاء حيوانات المرجان في بيئات المياه الدافئة.

من خلال الفهم الأفضل لعلاقة الطحالب بحيوانات المرجان، نأمل في إيجاد طرق تساعد الشعاب المرجانية على البقاء في المستقبل.

مقال المصدر الأصلي

Cziesielski, M. J., Liew, Y. J., Cui, G., Schmidt-Roach, S., Campana, S., Marondedze, C., et al. 2018. Multi-omics analysis of thermal stress response in a zooxanthellate cnidarian reveals the importance of associating with thermotolerant symbionts. *Proc. Biol. Sci.* 285:20172654. doi: 10.1098/rspb.2017.2654

المراجع

1. Matthews, J. L., Crowder, C. M., Oakley, C. A., Lutz, A., Roessner, U., Meyer, E., et al. 2017. Optimal nutrient exchange and immune responses operate in partner specificity in the cnidarian-dinoflagellate symbiosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114:13194–9. doi: 10.1073/pnas.1710733114
2. Cziesielski, M. J., Liew, Y. J., Cui, G., Schmidt-Roach, S., Campana, S., Marondedze, C., et al. 2018. Multi-omics analysis of thermal stress response in a zooxanthellate cnidarian reveals the importance of associating with thermotolerant symbionts. *Proc. Biol. Sci.* 285:20172654. doi: 10.1098/rspb.2017.2654
3. Downs, C. A., Fauth, J. E., Halas, J. C., Dustan, P., Bemiss, J., and Woodley, C. M. 2002. Oxidative stress and seasonal coral bleaching. *Free Radic. Biol. Med.* 33:533–43. doi: 10.1016/S0891-5849(02)00907-3

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Christian Robert Voolstra, King Abdullah University of Science and Technology, Saudi Arabia

الاقتباس: Cziesielski MJ and Aranda M (2021) حيوانات المرجان تنجو من الإجهاد الحراري بمساعدة بسيطة من الطحالب الصديقة المتعايشة معها! Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2019.00028-ar

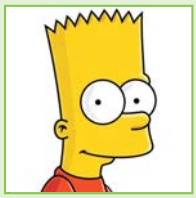
مُترجَم ومقتبس من: Cziesielski MJ and Aranda M (2019) With a Little Help From Friends–How Algae Help Corals Survive Temperature Stress. Front. Young Minds 7:28. doi: 10.3389/frym.2019.00028

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2019 © 2021 Cziesielski and Aranda.
هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ARNAB، العمر: **14**
أنا طالب وأبلغ من العمر 14 عامًا، وأحب الأجهزة الحاسوبية وغيرها من الأشياء المتعلقة بالتكنولوجيا. وأحب تكوين الأشكال المختلفة باستخدام الليغو وكذلك أستمتع بالتجارب المتعلقة بالعلوم. أحب أيضًا ألعاب الفيديو ولعبة سيتيز سكاي لاينز (Cities Skylines) ولعبة ماريو (Mario).



EVAN، العمر: **12**
وُلدت في اليونان ودائمًا ما يكون شعري أشعث غير مرتب.

SUBHAAN، العمر: **13**
أنا من كندا وأحب الميمز (memes). أحب أفلام مارفل الخيالية، وبطلي المفضل هو سبايدرمان والشخصية الشريرة المفضلة لدي هي شخصية فينوم.

VARSHINI، العمر: **14**
أستمتع بتعلم العلوم لأنني أريد أن أعرف المزيد عن العالم، كما أحب القراءة والفن.

المؤلفون

MAHA JOANA CZIESIELSKI
أنا طالبة في السنة النهائية لمرحلة الدكتوراة في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية. لقد كنت أعمل على دراسة أثر التغير المناخي على حيوانات المرجان والطحالب الصغيرة التي تعيش داخل خلاياها. عندما لا أكن منشغلة في تطبيق العلوم والتجارب العلمية، أستمتع بأداء الأنشطة البدنية سواء في صالة الألعاب الرياضية، أو ممارسة الرقص أو الأنشطة في الهواء الطلق. maha.olschowsky@kaust.edu.sa*

MANUEL ARANDA
أشغل وظيفة أستاذ الأحياء في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في المملكة العربية السعودية. أدرس سبب حساسية حيوانات المرجان للمناخ وكيف يمكننا مساعدتها. في وقت فراغي أحب الطهي ولعب البلاي ستيشن مع ابني.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by
جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

frontiers FOR YOUNG MINDS

التنوع الحيوي
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022
doi: 10.3389/frym.2020.00065-ar

المعينات الحيوية: طوق النجاة لحيوان المرجان في المياه الحارة

Phillipe Rosado[1], Natascha Varona[2], Jonathan A. Eisen[2] and Raquel S. Peixoto[1,2,3]*

[1]المختبر البيئي للميكروبات الجزيئية، معهد باولو دي جوز للميكروبيولوجيا، الجامعة الفيدرالية بريو دي جانيرو، ريو دي جانيرو، البرازيل

[2]مركز جينوم، جامعة كاليفورنيا، ديفيس، ديفيس، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية

[3]إمام - أكوا ريو، مركز ريو دي جانيرو لأبحاث الحيوانات المائية، ريو دي جانيرو، البرازيل

هل سبق لك أن غصت في المحيط ورأيت العديد من "الصخور" الملونة في الماء؟ قد تكون تلك الصخور عبارة عن حيوانات تُدعى حيوانات المرجان! فاسم حيوانات المرجان مأخوذ من "الشعاب المرجانية"، وهي تتمتع بأهمية بالغة؛ لأن آلاف من الحيوانات البحرية تعتمد عليها للبقاء على قيد الحياة. هل كنت تعلم أن حيوانات المرجان والإنسان بينهما قاسم مشترك؟ فكلاهما لديه ما يسمى بالكائنات الحية المجهرية ذات العلاقة القائمة على تبادل المنفعة التي تعيش داخل أجسامهما! تُعتبر الكائنات الحية المجهرية ذات المنفعة المتبادلة كائنات صغيرة تعمل على تقوية كل من الإنسان وحيوان المرجان ومساعدتهم عند الإصابة بالمرض. ويُعد ارتفاع درجة حرارة مياه البحر أحد الأسباب الرئيسية وراء إصابة حيوان المرجان بالمرض وموته. ولكن ما يلفت الانتباه هو أن درجة حرارة البحار في بعض الأماكن؛ مثل البحر الأحمر، أعلى من الأماكن الأخرى، ومع ذلك بها العديد من حيوانات المرجان المزدهرة والمفعمة بالحياة. والسؤال هنا: كيف تتمكن من فعل ذلك؟ هل تُعد الكائنات الحية الدقيقة ذات المنفعة المتبادلة أحد العوامل التي تساعد حيوانات المرجان في البقاء على قيد الحياة في تلك البيئات ذات الحرارة المرتفعة؟

المراجعون الصغار:

BRAYDEN
العمر:11

CECILIA
العمر:11

NAGA
العمر:15

SAGE
العمر:10

SAVANA
العمر:13

UMAIRAH
العمر:15

حيوان قديم يطلب المساعدة!

حيوانات المرجان موجودة منذ فترة طويلة، وتعيش في المحيطات منذ ملايين السنين وربما تواجدت قبل الديناصورات. والآن، تغطي الشعاب المرجانية 1% فقط من مساحة المحيط، ولكن واحد من كل أربعة حيوانات بحرية يعتمد على الشعاب المرجانية من أجل البقاء على قيد الحياة. حيث تعثر تلك الحيوانات البحرية على الغذاء في الشعاب المرجانية، وتتخذها كمأوى، وتلجأ إليها للاحتماء من الحيوانات المفترسة، وتطعم صغارها فيها [1]. فماذا لو اختفت حيوانات المرجان إلى الأبد؟ أين ستعيش كل الحيوانات الأخرى التي تعتمد على حيوان المرجان؟ سيمثل ذلك كارثةً كبيرةً بالفعل (الشكل 1).

تعتبر درجة الحرارة المرتفعة للمحيطات والبحار أحد التهديدات الكبيرة لحياة حيوان المرجان. وبُغم أن حيوانات المرجان متواجدة منذ ملايين السنين، فإنها حيوانات ضعيفة بصورة أو بأخرى، وخاصةً عندما يتعلق الأمر بالتغيرات في درجة الحرارة. وإليك ما يحدث: هناك كائنات حية تُسمى طحالب زوزانتلي (تُنطق زو-زان-تلي) متناهية الصغر تعيش داخل معظم حيوانات المرجان التي تعيش في المياه الضحلة. وقد تقوم طحالب زوزانتلي هذه بعملية **البناء الضوئي**، أو بمعنى آخر يُمكنها تحويل ضوء الشمس إلى غذاء. فهي تُنتج الغذاء من ضوء الشمس بكفاءة؛ ومن ثمَّ تتمكن من توفير الغذاء لها ولحيوان المرجان أيضًا. وعليه، فالمصدر الرئيسي للغذاء والطاقة اللازمين لنمو حيوانات المرجان توفره طحالب زوزانتلي التي تعيش بداخلها. وفي المقابل، تحمي حيوانات المرجان طحالب زوزانتلي وتوفر لها بعض المواد الغذائية لمساعدتها على النمو. وتُعرف هذه العلاقة الودية بين حيوان المرجان وطحالب زوزانتلي **بتبادل المنفعة**.

ولكن انخفض الطابع الودي لهذه العلاقة القائمة بين حيوان المرجان وطحالب زوزانتلي؛ بسبب ارتفاع درجة حرارة المحيط بدرجة كبيرة جراء الاحتباس الحراري وتأثير البيت الزجاجي. حيث تبدأ طحالب زوزانتلي في إنتاج غذاء بدرجة أقل بالإضافة إلى بعض المركبات السامة، وتبدأ حيوانات المرجان في طرد تلك الطحالب من مأواها. وبهذه الطريقة تفقد حيوانات المرجان مصدر الطاقة الأساسي الخاص بها، وتفقد أيضًا الألوان الجميلة المائلة إلى السمرة/الخضرة التي اكتسبتها، ومن ثم تتحول إلى اللون الأبيض. وتُسمى هذه الظاهرة بابيضاض حيوان المرجان [2]. وعندما تصاب حيوانات المرجان بالابيضاض تُصبح غير محمية من الآثار الضارة لضوء الشمس المباشر، وهذا لأن طحالب زوزانتلي كانت تساعد على حمايتها من الشمس وهي الآن غير موجودة. وستحاول بعض حيوانات المرجان في الحالات الخطرة حماية نفسها عن طريق زيادة ألوانها المائلة إلى اللون الأزرق أو الأصفر أو الأرجواني [3]. فهذه الألوان الفاتحة تُعد تعمل باعتبارها درعًا واقيًا من الشمس وتُعد الملجأ الأخير الذي تحتمي فيه بعض حيوانات المرجان من الشمس.

وإذا فقدت حيوانات المرجان طحالب زوزانتلي لفترة طويلة، فلن تحصل على الطاقة اللازمة لبقائها على قيد الحياة وستموت في نهاية المطاف. وهذا هو التأثير السلبي الرئيسي لدرجات حرارة المحيط المرتفعة. وفي هذا الوقت تكون الكائنات المجهرية ذات المنفعة المتبادلة قادرة على مساعدة حيوانات المرجان، وهذا من خلال دورها **كمعينات حيوية (بروبيوتيك)**.

المعينات الحيوية: طوق النجاة لحيوانات المرجان!

تُعد المعينات الحيوية كائنات حية مجهرية يُمكن استخدامها في منح فوائد صحية للكائن الحي الذي تعيش فيه أو عليه، ويُسمى هذا الكائن **العائل**. فتُستخدم المعينات الحيوية في الإنسان على

البناء الضوئي
(PHOTOSYNTHESIS)

عملية كيميائية يقوم بها العديد من الكائنات الحية (مثل: النباتات والكثير من الميكروبات)؛ من أجل استخدام الطاقة الضوئية في تصنيع السكر من ثاني أكسيد الكربون.

تبادل المنفعة
(MUTUALISM)

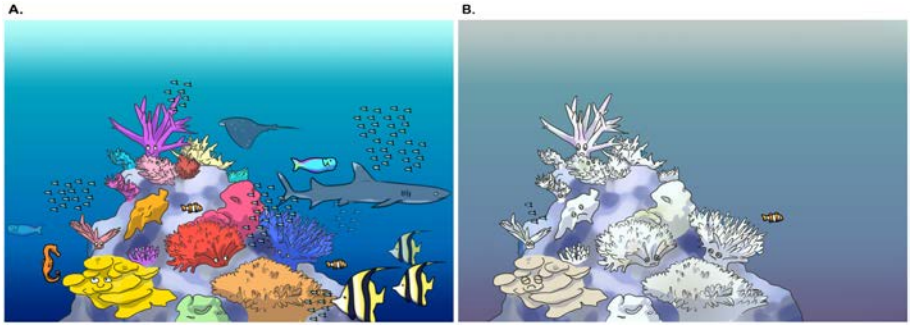
تفاعل بين نوعين أو أكثر من الكائنات الحية يستفيد منه كل كائن حي بطريقة ما.

المعينات الحيوية/البروبيوتك
(PROBIOTICS)

كائنات حية مجهرية/دقيقة تقدم فوائد صحية عندما تتطفل على أحد العوائل.

العائل
(HOST)

كائن حي يؤوي كائنًا حيًّا آخر كضيف، حيث يُفترض أن يحصل هذا الضيف على الغذاء من العائل ويتخذه كمأوى.



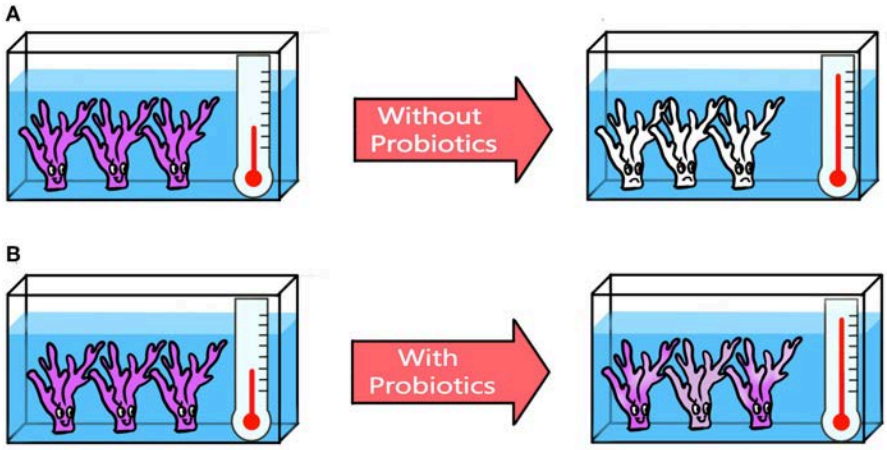
شكل 1

(A) إحدى الشعاب المرجانية السليمة تعيش مع كائنات بحرية أخرى في علاقة متناغمة. **(B)** إحدى الشعاب المرجانية غير السليمة المصابة بالابيضاض دون وجود كائنات بحرية أخرى معها.

سبيل المثال في مساعدته على هضم الطعام وحماية الأشخاص من اجتياح الكائنات الحية المجهرية المسببة للمرض؛ والمعروفة باسم مسببات المرض. وتُعتبر الكائنات الحية المجهرية ذات المنفعة المتبادلة مُرشحًا جيدًا لتُستخدم كمعينات حيوية؛ لأنه من المعروف عن هذه الكائنات أنها تقدم مزايا لعائلها. والتفاعلات الإيجابية بين الكائنات ذات المنفعة المتبادلة والكائنات العائلة لها لا تحدث فقط مع الإنسان وحيوان المرجان. بل إن الكثير من النباتات يستخدم أيضًا علاقة تبادل المنفعة مع الكائنات الحية المجهرية من أجل النمو. وتُعد البقوليات، التي تتضمن نباتات بالغة الأهمية منتجة للحبوب مثل الفاصوليا، والبازلاء، والفول السوداني، من الأمثلة الجيدة على ذلك. حيث توجد كائنات حية مجهرية تعيش داخل جذور البقوليات، ويُسمى بعض هذه الكائنات الرايزوبكتيريا المحفزة لنمو النباتات. وتمد هذه الكائنات الحية المجهرية المفيدة البقوليات بالنيتروجين الذي يُعد عنصرًا ضروريًّا للنمو القوي للنباتات.

هل من شأن تزويد حيوانات المرجان المعرضة للخطر بالمزيد من الكائنات المجهرية ذات المنفعة المتبادلة أن يساعدها على البقاء على قيد الحياة في المياه مرتفعة الحرارة؟ حسنًا، رُغم أن حيوانات المرجان ليس لديها جهاز هضمي مثل الإنسان، أو جذور مثل النباتات، فإنها ما زالت تمتلك العديد من الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بها التي قد تكون مفيدة. وتعمل تلك الكائنات الحية الدقيقة على حماية حيوانات المرجان من مسببات المرض، أو تعمل كغذاء لحيوانات المرجان، أو تمدها ببعض المغذيات الدقيقة التي تحتاج إليها كي تنمو [4]. لذلك ربما يُمكننا أيضًا استخدام الكائنات الحية الدقيقة الجيدة التي تعيش مع حيوانات المرجان كمعينات حيوية. درس الباحثون على مستوى العالم ما إذا كانت المعينات الحيوية تتمتع بالقدرة على مساعدة حيوانات المرجان عندما تتعرض للخطر بسبب ارتفاع درجات حرارة المحيطات، أم لا.

ولقد أوضحت دراسة حديثة أن الإجابة نعم؛ إذ يُمكن للمعينات الحيوية أن تساعد حيوانات المرجان على البقاء على قيد الحياة عند التعرض للإجهاد الحراري. ففي إطار هذه الدراسة، فصل الباحثون العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش على حيوانات المرجان وقاموا باستنباتها في المختبر. وخضعت كل هذه الكائنات الحية الدقيقة للاختبار باستخدام العديد من أساليب المختبرات؛ لاكتشاف الكائنات الحية الدقيقة التي من شأنها مساعدة حيوانات المرجان الضعيفة في البقاء على قيد الحياة. واكتشف الباحثون سبعة من ''الكائنات الحية الدقيقة الخارقة المحتملة`` التي يمكنها فعل ذلك، وأجروا إحدى التجارب لمعرفة ما إذا كان يُمكن لهذه الكائنات الحية الدقيقة أن تعمل كمعينات حيوية بالفعل وتحمي حيوانات المرجان التي توجد في المياه ذات درجات الحرارة المرتفعة، أم لا (الشكلان 2A، B).



شكل 2

شكل 2

تساعد المعينات الحيوية حيوانات المرجان على أن تنجو من درجات حرارة المياه المرتفعة. **(A)** تفقد حيوانات المرجان غير المحمية بالمعينات الحيوية طحالب زوزانتلي الخاصة بها وتصبح بيضاء عندما ترتفع درجة الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية فوق درجة الحرارة المثالية. **(B)** لا تفقد حيوانات المرجان المحمية بالمعينات الحيوية طحالب زوزانتلي الخاصة بها وتحتفظ بلونها، حتى إذا ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 4 درجات مئوية فوق درجة الحرارة المثالية. ويشير ذلك إلى أن الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل كمعينات حيوية يُمكنها أن تساعد على حماية حيوانات المرجان على مقاومة الزيادات في درجة حرارة المياه.

ولتصور هذه التجربة، تخيل حوضين من أحواض السمك بحجم صناديق الأحذية، وبداخل كل منهما مياه وثلاثة من حيوانات المرجان الصغيرة (بحجم كرات تنس الطاولة). ثم قام الباحثون بعد ذلك برفع درجة حرارة مياه كلا الحوضين لتصل إلى المستوى الذي تبدأ عنده حيوانات المرجان في الإصابة بالضعف. وأضافوا إلى أحد الحوضين الكائنات الحية الدقيقة المحتمل أن تعمل بمثابة معينات حيوية لحيوانات المرجان، وتركوا حيوانات المرجان في الحوض الآخر دون إضافة أي معينات حيوية. ولاحظ الباحثون في نهاية هذه التجارب أن حيوانات المرجان التي حظيت بمعينات حيوية كانت أقوى، ومفعمة بالحيوية، وأزهى من حيث اللون مقارنة بتلك التي لم تتلقَّ أي معينات حيوية. وكان هذا أول دليل على أن المعينات الحيوية يُمكنها أن تساعد حيوانات المرجان على النجاة عند الإصابة بالمرض أو التعرض للإجهاد نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. ومن ثمَّ، يُمكن إعادة تسمية ''الكائنات الحية الدقيقة الخارقة المحتملة`` لتصبح ''الكائنات الحية الدقيقة الخارقة الفعلية``. يتوفر عرض لرسوم متحركة توضح آلية عمل المعينات الحيوية مع حيوانات المرجان على الرابط الآتي: (https://youtu.be/toYkTciZyuQ). تذكر أن هذه المعينات الحيوية لم تخضع للاختبار في المختبر حتى الآن إلا على أنواع قليلة فقط من حيوانات المرجان؛ لذلك لم نتأكد حتى الآن مما إذا كانت هذه المعينات ستُجدي نفعًا مع كل أنواع حيوانات المرجان في بيئة المحيط الفعلية، أم لا.

كيف تساعد المعينات الحيوية حيوانات المرجان؟

ما زال الباحثون لا يُدركون بالضبط آلية مساعدة المعينات الحيوية لحيوانات المرجان. فربما تساعد تلك الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل كمعينات حيوية على جعل علاقة تبادل المنفعة بين طحالب زوزانتلي وحيوانات المرجان مستقرة؛ مما يقلل بدوره من تعرضها للابيضاض. وربما تنجح الكائنات الحية الدقيقة نسبيًا في تهدئة هذه العلاقة المضطربة أثناء التعرض لدرجات الحرارة الأعلى؛ مما يمنع حيوانات المرجان من طرد طحالب زوزانتلي، ومن ثمَّ لا تفقد حيوانات المرجان مصدرها الرئيسي من الطاقة اللازم لنموها. وربما يُمكن للكائنات الحية الدقيقة التي تعمل كمعينات حيوية أن تزود حيوانات المرجان بالطاقة بنفسها من خلال إخراجها لكمية كبيرة من المواد الغذائية، أو حتى من خلال أن تؤكل مباشرةً بواسطة حيوانات المرجان.

وبما أن الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل كمعينات حيوية تُغذي حيوانات المرجان بصورة أو بأخرى، فحينئذٍ قد يقل إجهاد حيوانات المرجان الناجم عن فقدها لبعض الغذاء الذي تحصل

عليه من طحالب زوزانتلي. وهناك الكثير من الاحتمالات لكيفية مساعدة الكائنات الحية التي تعمل كمعينات حيوية لحيوانات المرجان، وهناك المزيد من الدراسات الجارية حاليًا بغرض استكشاف وفهم ما يحدث بالفعل في هذا التفاعل بين الكائنات الحية الدقيقة، وطحالب زوزانتلي، وحيوانات المرجان.

البحر الأحمر: مصدر مُحتمل للمعينات الحيوية

حاول أن تتخيل مكانًا يكون فيه متوسط درجة حرارة المحيط والمياه مرتفعًا بطبيعته. مكان تكون به درجة حرارة المياه دافئة لدرجة عدم تمكن أي حيوان مرجان من أي مكان آخر في العالم من النجاة. وهذا المكان هو البحر الأحمر، وهو منطقة تقع بين أفريقيا وآسيا. فقد تصل درجة حرارة المياه هناك إلى 33 درجة مئوية [5]، في حين أن درجة حرارة المحيطات والبحار في باقي بقاع العالم التي تعيش فيها حيوانات المرجان تبلغ 25 درجة مئوية.

وقد يبدو هذا الاختلاف في درجة الحرارة بين البحر الأحمر والأجزاء الأخرى في العالم اختلافًا طفيفًا، ولكنه في الواقع اختلاف كبير وخطير بالنسبة لحيوانات المرجان؛ لأنها شديدة التأثر بالتغيرات التي تطرأ على درجة الحرارة. إذن السؤال الآن: كيف تنعّمت حيوانات المرجان بالحياة لآلاف السنين في البحر الأحمر؟ يعتقد العلماء أن السبب وراء ذلك قد يكون الكائنات الحية الدقيقة المفيدة التي تمتلكها حيوانات المرجان تلك. فقد تكون تلك الكائنات الحية الدقيقة قد تطورت مع حيوانات المرجان وتكيفت مع درجات الحرارة المرتفعة للبحر الأحمر، لذا يمكنها منح حيوانات المرجان القوة الكافية لتقاوم درجات الحرارة المرتفعة هذه. وجعل هذا من البحر الأحمر مصدرًا محتملًا لدراسة معينات حيوية جديدة.

تُجرى بعض الدراسات في البحر الأحمر؛ لاكتشاف كائنات حية دقيقة جديدة مساعدة يُمكنها تحويل حيوانات المرجان التقليدية إلى حيوانات مرجان فائقة لديها القدرة على البقاء على قيد الحياة في درجات الحرارة المرتفعة. وإذا اكتشفنا مثل هذه الكائنات الحية الدقيقة، فسنتمكن من استخدامها في حماية حيوانات المرجان التي تعيش في مناطق أخرى من العالم وتعاني من درجات حرارة المياه المرتفعة. وقد يمنح ذلك حيوانات المرجان المُجهدة فرصةً أفضل لتظل على قيد الحياة، وقد ينقذ حياة كل الكائنات البحرية الأخرى التي تتخذ الشعاب المرجانية مأوى لها.

مقال المصدر الأصلي:

Rosado, P. M., Leite, D. C. A., Duarte, G. A. S., Chaloub, R. M., Jospin, G., Nunes da Rocha, U., et al. 2018. Marine probiotics: increasing coral resistance to bleaching through microbiome manipulation. *ISME J.* 13:921–36. doi: 10.1038/s41396-018-0323-6

المراجع

1. Sheppard, C., Davy, S., Pilling, G., and Graham, N. 2018. *The Biology of Coral Reefs. 2nd Edn.* Oxford: Oxford University Press. doi: 10.1093/oso/9780198787341.001.0001
2. Hughes, T. P., Kerry, J. T., Alvarez-Noriega, M., Alvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., et al. 2017. Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543:373–7. doi: 10.1038/nature21707

3. Gittins, J. R., D'Angelo, C., Oswald, F., Edwards, R. J., and Wiedenmann, J. 2015. Fluorescent protein-mediated colour polymorphism in reef corals: multicopy genes extend the adaptation/acclimatization potential to variable light environments. *Mol. Ecol.* 24:453–65. doi: 10.1111/mec.13041
4. Peixoto, R. S., Rosado, P. M., Leite, D. C. A., Rosado, A. S., and Bourne, D. G. 2017. Beneficial microorganisms for corals (BMC): proposed mechanisms for coral health and resilience. *Front. Microbiol*. 8:341. doi: 10.3389/fmicb.2017.00341
5. Sawall, Y., Al-Sofyani, A., Banguera-Hinestroza, E., and Voolstra, C. R. 2014. Spatio-temporal analyses of *symbiodinium* physiology of the coral *Pocillopora verrucosa* along large-scale nutrient and temperature gradients in the Red Sea. *PLoS ONE* 9:e103179. doi: 10.1371/journal.pone.0103179

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 16 مايو 2022

حرره: Rúben Martins Costa

مرشدو العلوم: Inês Raimundo

الاقتباس: Rosado P, Varona N, Eisen JA and Peixoto RS (2022) المعينات الحيوية: طوق النجاة لحيوان المرجان في المياه الحارة Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00065-ar

مُترجَم ومقتبس من: Rosado P, Varona N, Eisen JA and Peixoto RS (2020) An Incredible Invisible World: How Microorganisms Could Take Care of Corals in Difficult Times. Front. Young Minds 8:65. doi: 10.3389/frym.2020.00065

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 © 2022 Rosado, Varona, Eisen and Peixoto. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

BRAYDEN، العمر: **11**

أنا من مونتانا، الولايات المتحدة، وأحب التجول بحقيبة الظهر، والغطس بالمنشاق، ولعب الهوكي الأرضي، والعلوم، والتعلم عن البعثات إلى المريخ، والموسيقى. ولدي كلب يُدعى جيبا وأحب مشاهدة مسلسل ''ذا ماندالوريان``.

CECILIA، العمر: 11

اسمي سيسيليا، وأبلغ من العمر 11 عامًا. أحب القراءة والسير لمسافات طويلة على الأقدام. كما أنني أعزف على البيانو.

NAGA، العمر: 15

أنا فتاة أبلغ من العمر 15 عامًا؛ أي ما زلت طفلة، ووُلدت وكبرت في الهند. وقد عشت في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية لمدة 7 سنوات. أحب الغناء والرقص وممارسة أي نوع من أنواع الرياضة. أحب المسرح ولكن ليس لدرجة أن أمثل أمام المشاهدين مباشرةً؛ لأنني دائمًا ما أنسى سطوري.

SAGE، العمر: 10

أنا ساجي، أحب الرسم والفن والعزف على الكمان. وأكتب قصصًا، وأقرأ كتبي المفضلة مثل ''سبتيموس هيب`` و''هاري بوتر``. أنا مبدعة وأحب المغامرة، وتفصيل الملابس، وصنع الأساور، وأنا مغنية جيدة.

SAVANA، العمر: 13

أحب الكلاب، ولوني المفضل هو اللون الأحمر، وأحب التنزه مع أصدقائي.

UMAIRAH، العمر: 15

اسمي عميرة، وأبلغ من العمر 15 عامًا. أنا من ماليزيا، ولكنني أعيش في المملكة العربية السعودية منذ 7 أعوام. ألعب الكرة الطائرة وأستمتع في المدرسة بعلم الأحياء.

المؤلفون

PHILLIPE ROSADO

لقد تخرجت من قسم علم الأحياء من جامعة ريو دي جانيرو الحكومية (UERJ) عام 2015، وأكملت درجة الماجستير في الجامعة الفيدرالية بريو دي جانيرو (UFRJ) عام 2017 في علم البيئة الميكروبي للبيئات البحرية والمعالجة الميكروبية لحيوان المرجان. والآن أسعى لنيل درجة الدكتوراة الخاصة بي في الجامعة الفيدرالية بريو دي جانيرو، عن التلاعب بالمواد الكيميائية المستخرجة من الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة مع حيوان المرجان لغرض زيادة مقاومة حيوان المرجان للإجهاد الحراري والتأكسدي. ودائمًا ما أنجذب لأحواض السمك وحيوانات المرجان وإلى الطريقة التي يعمل بها عالم الكائنات الحية الدقيقة الخفي في هذه البيئات. وهذا هو السبب وراء دراستي لحيوان المرجان محاولًا حماية هذا النظام البيئي الرائع من الاحتباس الحراري.

NATASCHA VARONA

لقد صادفت بحثًا عن حيوان المرجان لأول مرة أثناء أحد التدريبات في جامعة كاليفورنيا سانتا كروز، وانجذبت فورًا إلى هذه الحيوانات الرائعة. وبعد الانتقال من كليتي المجتمعية إلى جامعة كاليفورنيا ديفيس، أردت أن أبذل المزيد من الجهد من أجل حمايتها، لذلك انضممت إلى مختبر في الجامعة كان يهتم بإجراء أبحاث عن المعينات الحيوية من أجل الاعتناء بحيوانات المرجان. وقد تخرجت حديثًا وحصلت على درجة في الكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الجزيئي، وأتمنى أن أحصل على درجة الدكتوراة في بحث يخص حيوانات المرجان مستقبلًا. فأنا أحب أيضًا الفن، والتلوين، والرسم، وقد قررت أن أستعين بتلك المهارة في توجيه رسائل تذكرنا بأهمية الشعاب المرجانية والتهديد الذي تواجهه.

JONATHAN A. EISEN

أنا أستاذ جامعي في جامعة كاليفورنيا ديفيس، ومهووس بكل الكائنات الميكروبية (وكذلك الطيور ولكن هذا يحتاج إلى وقت لاحق للتحدث عنه). وأثناء دراستي الجامعية، درست عن الكائنات الحية الدقيقة في جامعة هارفارد (الكائنات ذات المنفعة المتبادلة المفيدة للرخويات). وأثناء دراستي للدكتوراة في جامعة ستانفورد، ركزت على تطور الميكروبات المتنوعة وتحولها، وتركز مهامي الجامعية الحالية والماضية على مجتمعات الميكروبات، وكيفية تفاعلها مع بعضها البعض، ومع عائلها، وطرق دراسة مثل هذه المجتمعات. وأنا أيضًا عضو فاعل في المدونات، وأحيانًا أفوز بجوائز منها، فضلًا عن كوني ناقلًا للعلوم.

RAQUEL S. PEIXOTO

أنا أستاذة مساعدة في الجامعة الفيدرالية بريو دي جانيرو، وحاليًا أستاذة زائرة في جامعة كاليفورنيا ديفيس. لقد درست عن الكائنات الحية الدقيقة النافعة منذ دراسات الماجستير الخاصة بي (البحث عن المؤشرات الحيوية للتلوث)، وخلال دراسة الدكتوراة في الجامعة الفيدرالية بريو دي جانيرو، حيث درست قدرة البكتيريا النافعة على حماية النباتات من الأمراض. لقد دمجت بين الأمرين اللذين أولع بهما (الكائنات الحية الدقيقة النافعة والمحيط) بالاستعانة بالخبرة والإلهام اللذين حصلت عليهما أثناء دراسة الدكتوراة الخاصة بي عن تطوير مثل هذه المفاهيم والأفكار وتطبيقها على الكائنات الحية البحرية. فأنا أهتم بشدة بكيفية تأثير التلوث والتغير العالمي على الأنظمة البيئية البحرية، وكذلك ابني فيليبي الذي يبلغ من العمر 7 سنوات. فقد قال إنه يريد أن يتخصص في علم الأحياء؛ للمساعدة في إنقاذ حيوانات المرجان، رُغم أنه يحب الحشرات ويقول إنه يريد أن ينقذ النحل أيضًا. raquelpeixoto@micro.ufrj.br*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology

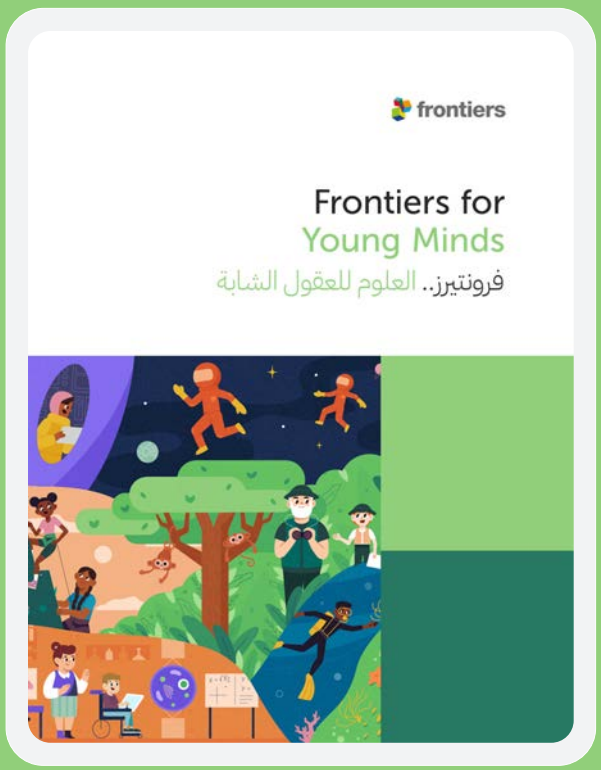
فرونتيرز
للعقول الشابة

مهمتنا
نسعى لنشر علوم عالية الجودة وواضحة تلهم الجيل القادم من العلماء والمواطنين، منطلقين من مبدأ أن العلم للجميع.

كيف نقوم بذلك؟
يكتب كبار الباحثين اكتشافاتهم للأطفال ويقوم المراجعين الصغار بمراجعة كل مقال، بتوجيه من مرشدهم العلمي، للتأكد من أن كل ما ننشره ليس مفهومًا فحسب، بل ممتع للذين تتراوح أعمارهم بين 8 و15 عامًا.

استكشف آخر المقالات

زد علمًا ←



تابعنا على
@FrontYoung_AR

تواصل معنا
+41 21 510 1788
kids.arabic@frontiersin.org