علوم الأرض
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 أبريل 2025
doi: 10.3389/frym.2025.1489470-ar

معًا لتحقيق الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة: حماية المحيطات وترميمها باستخدام المختبرات تحت الماء

Inês Raimundo و *Raquel S. Peixoto**
مختبر الميكروبيوميات البحرية، قسم العلوم والهندسة البيولوجية والبيئية، (BESE) جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية (كاوست)، ثول، المملكة العربية السعودية

تغطي المحيطات جزءًا كبيرًا من كوكبنا وهي مهمة لمليارات الأشخاص. ولكن بعض الأنشطة البشرية، مثل تلويث البيئة والصيد المفرط للأسماك، يضر بالمحيطات. وقد وضعت الأمم المتحدة لهذا السبب هدفًا رئيسيًا يُسمى الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة، وهو الحياة تحت الماء، للمساعدة على تعافي المحيطات. يراقب العلماء منذ وقت طويل المحيطات ويدرسونها للتوصل إلى أفكار جديدة لإنقاذ تلك المياه وكل الكائنات التي تسكنها. ونظرًا لارتباط كل الكائنات الحية ببعضها، فعندما تكون المحيطات على ما يرام، نكون نحن أيضًا على ما يرام. أنشأت مجموعة من العلماء مكانًا مميزًا اسمه "قرية المعززات الحيوية المرجانية". ويعملون فيها معًا على اختبار تكنولوجيات وعلاجات جديدة لحماية الشعاب المرجانية والكائنات الحية المعتمدة عليها. وبفضل هذه الأبحاث، يمكن للعلماء مساعدة الناس على اتخاذ قرارات أفضل ومساعدة البلدان على التعاون معًا في الاعتناء بكوكبنا الأزرق الكبير.

المراجعون الصغار

ABDULLAH
العمر: 13

KATERINA
العمر: 10

SANTI
العمر: 12

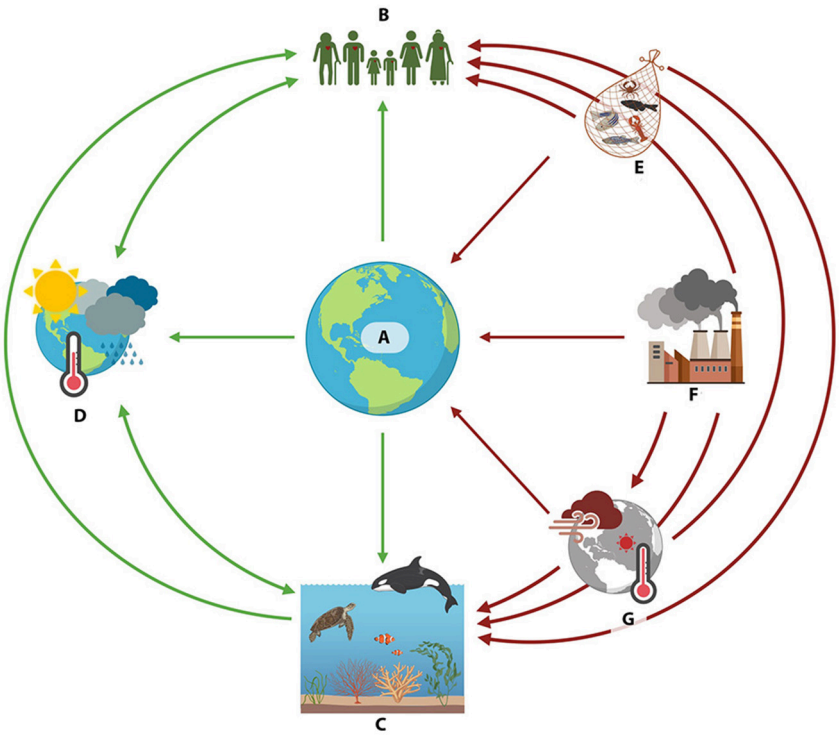
TAIMOOR
العمر: 12

VOJTECH
العمر: 12

شاهد مقابلة مع مؤلفي هذا المقال لمعرفة المزيد (الفيديو 1).

حماية كوكبنا الأزرق

تغطي المحيطات والبحار أغلب كوكبنا. وتحتضن الموائل تحت الماء الكثير من الكائنات المختلفة، كما أنها تنظم مناخ الأرض ولها أهمية كبيرة جدًا في حياة البشر. ولكن للأسف مع زيادة أعداد الناس والمدن والمصانع، تتضرر المحيطات والحيوانات الساكنة لها من مشاكل كبيرة مثل التلوث وتغير المناخ والإفراط في صيد الأسماك (الشكل 1).



شكل 1

للمساعدة في إنقاذ المحيطات وأجزاء كوكبنا الأخرى، وضعت الأمم المتحدة مجموعة مكونة من 17 هدفًا لاسترداد عافية كوكب الأرض [1]. وكل هدف من أهداف التنمية المستدامة له خطة عمل منفصلة وتطلعات فريدة، ولكنه متصل بأهداف التنمية المستدامة الأخرى. تم وضع الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة باسم "الحياة تحت الماء"، وهو خطة لحماية المحيطات والحفاظ على صحتها والتأكّد من استخدام الناس لموارد المحيطات بعناية أكبر. ويرتبط الهدف 14 بالهدف 2 (القضاء على الجوع) والهدف 13 (العمل المناخي). على سبيل المثال، للتقدّم في تحقيق الهدف 2، علينا ضمان صحة وسلامة الحياة البحرية لأن العديد من الناس يعتمدون في غذائهم على الأسماك وغيرها من المأكولات البحرية. ولتحقيق الهدف 13، علينا حماية المحيطات وتنوعها لأنها تمتص كالإسفنج ثاني أكسيد الكربون من الهواء، ما يساعد في الحفاظ على برودة كوكبنا.

تغير المناخ (CLIMATE CHANGE)

تغير طويل الأمد في مناخ الأرض يمكن أن يكون طبيعيًا أو ناتجًا عن نشاط الإنسان.

الإفراط في صيد الأسماك (OVERFISHING)

صيد كمية مفرطة من الأسماك من المحيط بسرعة أكبر من قدرتها على النمو من جديد، مما قد يصعّب على الحيوانات البحرية والبشر الحصول على كفايتهم من الأسماك في المستقبل.

شكل 1

أهمية المحيطات ومدى تأثير مشاكلها على باقي العالم: **(A)** ترجع أهمية المحيطات إلى عدة أسباب: **(B)** فهي تمدّ الناس بأطعمة صحية ومغذية ووظائف وأدوية، بالإضافة إلى أنها **(C)** موطن العديد من الكائنات البحرية، كما أنها **(D)** تنظم المناخ. ومع ذلك، تواجه المحيطات العديد من التحديات، ومنها: **(E)** الإفراط في صيد الأسماك، و**(F)** التلوث، و**(G)** تغير المناخ. توضح الأسهم الخضراء التفاعلات الإيجابية، بينما تشير الأسهم الحمراء إلى التفاعلات السلبية. وتظهر بداية كل سهم مَن/ما الذي بدأ التفاعل، بينما تمثل النهاية مَن/ما الذي تأثر. تم تصميم الشكل بواسطة:BioRender.com.

يسعى الهدف 14 من أهداف التنمية الاستدامة إلى تحقيق العديد من الأشياء، مثل الحدّ من التلوث البحري، والتحكم في عدد الأسماك التي يمكن للناس صيدها، والتعرف أكثر على المحيطات، وتحسين طريقة استخدام الناس للموارد البحرية. ويسعى علماء المحيطات إلى تحقيق الأهداف نفسها. فهم يدرسون المحيطات مثل المحققين ويحاولون إيجاد طرق لإصلاح المشاكل الكبرى التي تواجهها محيطاتنا. ولكن لا يمكنهم القيام بذلك وحدهم، بل يجب أن يشاركوا نتائج جهودهم مع المجتمع حتى يتسنى للجميع اتخاذ خيارات أفضل وتعلّم كيفية استخدام موارد المحيطات بعناية أكبر. ويجب على السياسيين والمسؤولين في البلدان والشركات أيضًا اتخاذ قرارات لحماية المحيطات. فالاعتناء بالمحيطات سيحافظ على سلامتها وصحتها لفترة طويلة وسيجعلها موطنًا أفضل لكل الحيوانات الفريدة التي تعيش بها.

التلوث البحري (MARINE POLLUTION)

يحدث عند إلقاء أشياء مضرة مثل القمامة أو الزيت في المحيط، مما يؤذي الحيوانات البحرية ويجعل موطنها قذرًا وغير آمن.

الموارد البحرية (MARINE RESOURCES)

الأشياء التي يحصل عليها البشر من المحيط، مثل الأسماك أو المعادن أو غيرها من العناصر التي نستخدمها لجعل حياتنا أفضل، ومن المهم حمايتها حتى لا تنفد.

كيف يمكن للعلم أن يساعدنا؟

يؤدي العلماء دورًا رئيسيًا في المساعدة على حل مشاكل عالمنا. فهم يستخدمون معارفهم لجمع معلومات مهمة حول محيطاتنا والمساعدة في تحقيق أهداف الأمم المتحدة، مثل هدف التنمية المستدامة رقم 14. وفي حالة المحيطات، يقومون بذلك عبر دراستها لفهم أشياء مثل مدى زيادة تلوث أو ارتفاع درجة حرارة الماء [2]. وهذه الدراسات تساعد العلماء في معرفة المتسبب في تضرر الحيوانات والكائنات الحية الأخرى التي تعيش في المحيط، وكيف يمكنهم ايقاف حدوث هذا الضرر [3]. ويمكن للعلماء بعد ذلك دراسة حلول ومنتجات جديدة يمكن أن تساعد في حماية الكائنات الحية التي تعيش في المحيطات. ويمكنهم إخبار الناس مثلك بالإجراءات التي يمكنهم القيام بها للمساعدة. وهم يوجّهون كذلك القادة المسؤولين عن وضع القواعد واتخاذ القرارات المهمة (مثل السياسيين والحكومات) إلى الإجراءات المطلوب القيام بها للحفاظ على سلامة المحيطات.

مصايد الأسماك (FISHERIES)

المهنة أو المجال الذي يتم فيه صيد الأسماك أو الحيوانات البحرية الأخرى من المحيطات أو البحار أو البحيرات للتغذي عليها في العموم.

يمكن أن يدرس علماء المحيطات مصايد الأسماك أيضًا من خلال العمل الوثيق مع الصيادين وحساب عدد الأسماك التي يتم صيدها للتأكّد من عدم إفراط الناس في صيد الأسماك. يتحقق العلماء أيضًا من الأماكن التي يصطاد فيها الصيادون الأسماك ومن سلامة عملية الصيد لحماية الأسماك الوليدة وغيرها من الأنواع التي لا يرغب الصيادون في صيدها [4]. ويساعد العلماء في وضع القواعد الهادفة إلى حماية الحيوانات المعرضة للخطر في البحر، من خلال جمع معلومات حول الأماكن التي تسكنها هذه الحيوانات والأطعمة التي تتغذى عليها والأماكن التي تضع فيها صغارها. ويساعدون أيضًا في تصميم أماكن أفضل لنمو الأسماك، مثل أحواض السمك الكبيرة جدًا التي يمكننا صيد الأسماك فيها والحد من الصيد في المحيطات المفتوحة [5].

يدرس علماء آخرون مواطن الحيوانات البحرية، مثل الشعاب المرجانية. وهذه الشعاب المرجانية عبارة عن بنى معقدة تحت الماء تتكوّن من العديد من المرجانيات. وتحتضن الشعاب المرجانية العديد من الحيوانات التي تعيش في المحيط، ولكنها مهمة جدًا لنا أيضًا كبشر. فهي مثل دروع كبيرة تحمي شواطئنا من الأمواج الضخمة، كما أنها تساعد في صنع الرمال وتخزين الكربون، وهذا مفيد في منع الارتفاع المفرط في درجة حرارة

الكوكب. من خلال دراسة الشعاب المرجانية، يمكننا التعرف على كل أشكال المساعدة والخدمات التي توفرها لنا، وضمان الحفاظ على صحتها حتى تتسنى لها مواصلة مساعدتنا. يمكننا أيضًا التعرف على الكائنات الحية الأخرى التي تستوطن الشعاب المرجانية وكيفية حمايتها أيضًا.

قوة المختبرات تحت الماء

يحاول علماء المحيطات من كل أنحاء العالم التعاون معًا كفريق كبير كل يوم. ويجرون أبحاثهم ويدونون النتائج في مقالات حتى يقرأها العلماء الآخرون. ومن خلال مشاركة معارفهم، يكتسب الجميع المزيد من المعلومات حول المحيط. وكلما زادت معارف العلماء، تمكنوا بشكل أفضل من توجيه المسؤولين عن اتخاذ قرارات مهمة بشأن المحيطات لتحديد الخيارات الصائبة. ولكن المشكلة هنا في الوقت الطويل الذي يمكن أن يستغرقه إجراء التجارب وتدوين النتائج في المقالات ومشاركة البيانات. بالإضافة إلى ذلك، يعمل بعض العلماء أحيانًا على الأشياء نفسها في أماكن مختلفة من العالم دون أن يدركوا ذلك. إلى جانب ذلك، ستكون النتائج أفضل لو جمع العلماء بياناتهم بإجراء تجارب مشابهة في الوقت نفسه والظروف نفسها.

لمحاولة حل هذه التحديات، يعمل فريق كبير من علماء المحيطات معًا على مشروع هائل اسمه "قرية المعززات الحيوية المرجانية". ويقع المشروع في الشعاب المرجانية بالبحر الأحمر في المملكة العربية السعودية، وهو عبارة عن مختبر تحت الماء يدرس فيه العلماء الطرق اللازمة لمساعدة الكائنات الحية البحرية على مواجهة التحديات التي تصادفها. والمختبرات تحت الماء عبارة عن مناطق صغيرة في المحيطات أو البحار يمكن للعلماء الوصول إليها بسهولة وزيارتها لجمع البيانات المهمة. وكما هو الحال في المختبرات فوق الماء، يستطيع العلماء إجراء تجاربهم في المختبرات تحت الماء، ولكن في ظروف واقعية مثل درجة حرارة المحيط والملوحة والتيارات المائية. ويعمل علماء قرية المعززات الحيوية المرجانية كأطباء تحت الماء، ولكن للشعاب المرجانية. ويسعون إلى إيجاد إجابات لأسئلة حول سبب مرض الشعاب المرجانية عند ارتفاع درجة حرارة مياه البحر، أو سبب تعرضها للإجهاد. تشبه هذه القرية مدينة تحت الماء بها شوارع وميادين وأحياء، حتى يتمكن العلماء والزوار من التنقل بسهولة في أجزاء هذا المختبر المغمور بالماء. وهناك الكثير من التجارب الجارية في القرية ويقوم عليها علماء يدرسون مواضيع مختلفة. ويمكن لهؤلاء العلماء مشاركة البيانات مع بعضهم ومقارنة نتائجهم وجمع معلومات أكثر اكتمالاً حول المحيط.

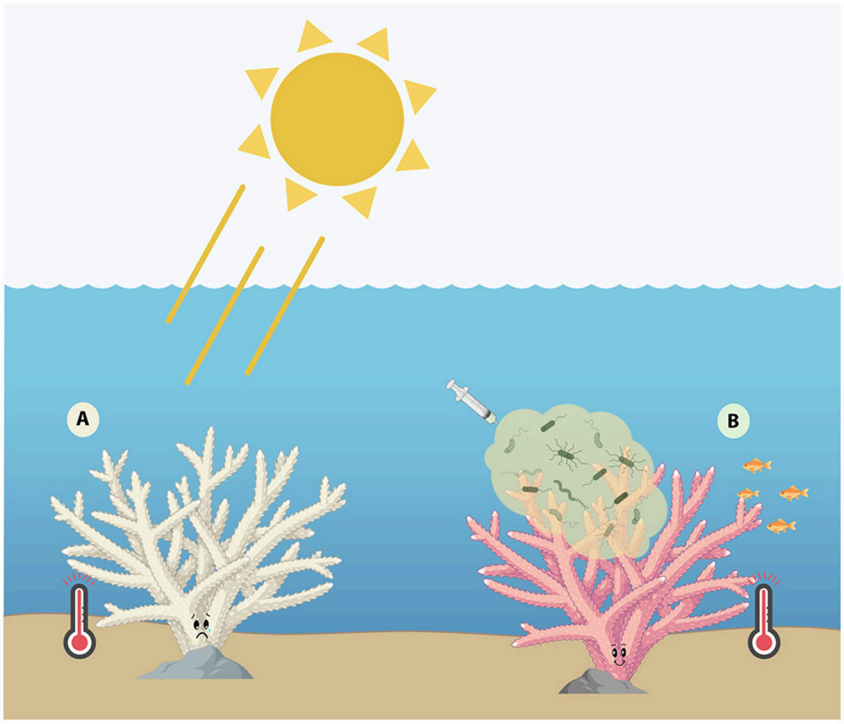
مساعدة المحيطات باستخدام البكتيريا

هل تتذكّر عندما قلنا إن مناخ كوكبنا يتغير؟ تشمل هذه التغيرات ارتفاع درجة حرارة الأرض، ولا تحب الشعاب المرجانية ذلك، بل تمرض عندما ترتفع درجة حرارة المياه أكثر من اللازم [6]. ويجري علماء قرية المعززات الحيوية المرجانية تجربة مثيرة للكثير من الاهتمام، فهم يريدون التأكد مما إذا كان بإمكانهم تعزيز قوة الشعاب المرجانية (الشكل 2). ولذلك يعطون الشعاب المرجانية بكتيريا نافعة اسمها البروبيوتيك [7, 8].

البروبيوتيك (PROBIOTICS)

مكملات غذائية تحتوي على بكتيريا حية مفيدة تعزز صحة البشر أو الكائنات الحية الأخرى.

يأخذ الناس أيضًا أنواعًا محددة من البروبيوتيك عند شعورهم بانزعاج في بطونهم، ويحدث ذلك مثلاً بعد تناول شيء مسبب للتوعك أو عند الإصابة بفيروس معدة. وهذه الأنواع من البروبيوتيك تحتوي على بكتيريا مفيدة تساعد في راحة البطن وبالتالي تتحسّن الصحة. وهذا هو الوضع نفسه مع الشعاب المرجانية، ففي الشتاء يعطي العلماء بعض الشعاب المرجانية البروبيوتيك دون غيرها. وعندما تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع في الصيف، تبدأ الشعاب المرجانية في الشعور بالإجهاد والتوعك. وبعد الصيف، عند انخفاض درجات الحرارة من جديد، تتعافى الشعاب المرجانية أو تموت. جمع علماء قرية المعززات الحيوية المرجانية معلومات حول صحة الشعاب المرجانية قبل وأثناء وبعد إصابة الشعاب المرجانية بالإجهاد نتيجة ارتفاع درجات حرارة مياه البحر.



شكل 2

شكل 2

تجارب لتعزيز قوة الشعاب المرجانية أثناء أوقات الإجهاد (ارتفاع درجة الحرارة) في قرية المعززات الحيوية المرجانية: **(A)** الشعاب في قرية المعززات الحيوية المرجانية التي لم يتم إعطاؤها البروبيوتيك. **(B)** الشعاب في قرية المعززات الحيوية المرجانية التي تم إعطاؤها البروبيوتيك (السحابة الخضراء التي تحتوي على البكتيريا النافعة). أثبتت تجاربنا أن الشعاب المرجانية التي تم إعطاؤها البروبيوتيك كانت أفضل صحة ولم تتعرض للإجهاد بعد انتهاء فصل الصيف. أما الشعاب المرجانية التي لم تأخذ البروبيوتيك، فقد واجهت صعوبة في محاولة التعافي من إجهاد ارتفاع درجة الحرارة، وظلت متوعكة أو بصحة سيئة حتى عند انتهاء الصيف وزيادة برودة المياه. تم تصميم الشكل بواسطة BioRender.com.

أراد العلماء معرفة إذا كانت الشعاب المرجانية التي أخذت البروبيوتيك تعافت بسرعة أكبر من الشعاب الأخرى التي لم يتم إعطاؤها البروبيوتيك. ووجدوا أن البروبيوتيك ساعد الشعاب المرجانية في البقاء قوية، حتى عندما ارتفعت درجة حرارة المياه أكثر من اللازم. وساعد البروبيوتيك الشعاب المرجانية أيضًا في التعافي بسرعة أكبر من مرضها، مقارنةً بالشعاب المرجانية التي لم تحصل على البروبيوتيك [9, 10].

يحاول علماء قرية المعززات الحيوية المرجانية دومًا العثور على طرق أفضل وأسرع لمساعدة الشعاب المرجانية. ومن التجارب التي يقومون بها اختبار موزع بروبيوتيك تلقائي. ولكن كيف يعمل هذا؟ تخيّل عالمين مشغولين للغاية في المختبر في إجراء الاختبارات لدرجة أنهما لا يتسع لهما الوقت لركوب قارب، ثم الانتقال إلى

موزع البروبيوتيك التلقائي (AUTOMATIC PROBIOTIC DISPENSER)

جهاز يطلق البروبيوتيك في الشعاب المرجانية ويمكن التحكم به عند بُعد.

قرية المعززات الحيوية المرجانية واعطاء أدوية البروبيوتيك إلى الشعاب المرجانية. ومن خلال هذا الموزع التلقائي، كل ما يحتاج العالمان إلى القيام به هو فتح تطبيق على هاتفيهما والنقر على زر. وعلى بُعد 15 كلم في قرية المعززات الحيوية المرجانية، يطلق موزع البروبيوتيك الموضوع بجوار شعاب مرجانية الكمية المناسبة من البروبيوتيك. والهدف الأكبر هو تحويل هذا الموزع إلى نظام ري ضخم كالذي نراه في الحدائق والمتنزهات، ولكن بدلاً من إطلاق المياه، سيطلق أدوية البروبيوتيك. بهذه الطريقة، فإن بلدان العالم التي لديها شعاب مرجانية في مياهها يمكنها إطلاق البروبيوتيك بجانب الشعاب ومساعدتها على تعزيز صحتها. يتطلب هذا الحل تعاون خبراء متعددي المجالات، وهذا يثبت أهمية التعاون في علم المحيطات. يمكننا دومًا القيام بأي شيء وحدنا، ولكن نستطيع فعله بشكل أسرع وأفضل إذا تعاونّا معًا.

نظام الري (IRRIGATION SYSTEM)

مجموعة أنابيب ذات ثقوب صغيرة تنقل المياه أو السوائل الأخرى إلى مناطق محددة، مثل النباتات في الحدائق أو المتنزهات، للحفاظ على صحتها.

دورنا في حماية المحيطات

تُعدّ المحيطات مهمة جدًا لكوكبنا، والغرض من هدف الأمم المتحدة رقم 14 للتنمية المستدامة هو ضمان العناية بها. ويؤدي العلماء دورًا مهمًا في مساعدة المحيطات في كوكب الأرض، ولكنهم يحتاجون إلى المزيد من المساعدة، ويمكنك أنت كذلك المساهمة في مساعدة المحيطات وكل الحيوانات التي تعيش فيها من خلال التعرف على معلومات حول مدى روعة المحيطات وإخبار الآخرين بالسبب وراء ضرورة حمايتها. ويمكنك كذلك تقليل استخدام البلاستيك والمساعدة في جمع القمامة بالقرب من المحيطات للحفاظ على نظافتها. عندما تعرف المزيد حول الأسماك ومصايدها، يمكنك اختيار مأكولات بحرية لا تضر كثيرًا بالمحيطات. وبناءً على كل شيء تتعلمه، يمكنك التحدث إلى أفراد بالغين حول أهمية وضع قواعد للحفاظ على سلامة المحيطات والكائنات التي تسكنها. أخيرًا، يمكنك الانضمام إلى مجموعات وأنشطة تساعد العلماء في معرفة المزيد حول المحيطات، كما يمكنك دعم الأصدقاء الذين يريدون أن يصبحوا علماء محيطات.

وعندما نتعاون جميعًا معًا، يمكننا التأكد من الحفاظ على صحة وسلامة المحيطات للجميع، بما في ذلك كل الحيوانات البحرية وأنفسنا. فنحن نحتاج حقًا إلى الاعتناء بشكل أفضل بكوكبنا الأزرق الكبير.

شكر وتقدير

أُجري البحث في هذه المقالة بدعم من منحة جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية رقم URF/1/4723-01-01 :CRG22 والتمويل الأساسي الداخلي: BAS/1/1095-01-01. نودّ أن نتوجه بالشكر لكلٍ من روبن كوستا ونيكي تالبوت في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية على دعمهما الثمين لنا خلال مرحلة الكتابة الأولية وعملية المراجعة، فلولاهما ما اكتملت هذه المجموعة. كما نود أن نعرب عن امتناننا لمكتب الاستدامة في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية والمكتب القُطري

لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي في المملكة العربية السعودية لتفانيهما في التوعية بأهمية أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة في رحلتنا نحو عالم أكثر استدامة.

المراجع

1. United Nation 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Available online at: https://sdgs.un.org/2030agenda
2. Leite, D. C., Salles, J. F., Calderon, E. N., Castro, C. B., Bianchini, A., Marques, J. A., et al. 2018. Coral bacterial-core abundance and network complexity as proxies for anthropogenic pollution. *Front. Microbiol.* 9:360247. doi: 10.3389/fmicb.2018.00833
3. O'Hara, C. C., Frazier, M., and Halpern, B. S. 2021. At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts. *Science* 372:84–87. doi: 10.1126/science.abe6731
4. Steins, N. A., Mackinson, S., Mangi, S. C., Pastoors, M. A., Stephenson, R. L., Ballesteros, M., et al. 2022. A will-o'-the wisp? On the utility of voluntary contributions of data and knowledge from the fishing industry to marine science. *Front. Mar. Sci.* 9:954959. doi: 10.3389/fmars.2022.954959
5. Froehlich, H. E., Koehn, J. Z., Holsman, K. K., and Halpern, B. S. 2022. Emerging trends in science and news of climate change threats to and adaptation of aquaculture. *Aquaculture* 549:737812. doi: 10.1016/j.aquaculture.2021.737812
6. Knowlton, N., Grottoli, A. G., Kleypas, J., Obura, D., Corcoran, E., de Goeij, J., et al. 2021. Rebuilding coral reefs: a decadal grand challenge. *Int. Coral Reef Soc. Fut. Earth Coasts* 56:9386. doi: 10.53642/NRKY9386
7. Peixoto, R. S., Sweet, M., and Bourne, D. G. 2019. Customized medicine for corals. *Front. Mar. Sci.* 6:686. doi: 10.3389/fmars.2019.00686
8. Peixoto, R. S., Voolstra, C. R., Sweet, M., Duarte, C. M., Carvalho, S., Villela, H., et al. 2022. Harnessing the microbiome to prevent global biodiversity loss. *Nat. Microbiol.* 7, 1726–1735. doi: 10.1038/s41564-022-01173-1
9. Saraiva, J. P., Leite, D. C., Chaloub, R. M., da Rocha, U. N., Jospin, G., Bourne, D. G., et al. 2019. Marine probiotics: increasing coral resistance to bleaching through microbiome manipulation. *ISME J.* 13, 921–936. doi: 10.1038/s41396-018-0323-6
10. Santoro, E. P., Borges, R. M., Espinoza, J. L., Freire, M., Messias, C. S., Villela, H. D., et al. 2021. Coral microbiome manipulation elicits metabolic and genetic restructuring to mitigate heat stress and evade mortality. *Sci. Adv.* 7:eabg3088. doi: 10.1126/sciadv.abg3088

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 أبريل 2025

المحرر: Susana Carvalho

مرشدو العلوم: Nicki Talbot

الاقتباس: Peixoto RS و Raimundo I (2025) معًا لتحقيق الهدف 14 من أهداف التنمية المستدامة: حماية المحيطات وترميمها باستخدام المختبرات تحت الماء. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2025.1489470-ar

مُترجَم ومقتبس من: Raimundo I and Peixoto RS (2025) Towards SDG 14: Protecting and Restoring Our Oceans Using Underwater Labs. Front. Young Minds 13:1489470. doi: 10.3389/frym.2025.1489470

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

حقوق الطبع والنشر © 2025 Peixoto و Raimundo. 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

ABDULLAH، العمر: 13
اسمي Abdullah وأنا من المملكة العربية السعودية. أحب لعب الرياضات، مثل كرة القدم والكرة الطائرة. وأنا مهتم جدًا بالعلوم البحرية وأتطلع كثيرًا لمعرفة المزيد حول الطبيعة.

KATERINA، العمر: 10
اسمي Katerina وأحب الجمباز والكروشيه والعزف على البيانو.

SANTI، العمر: 12
أنا من إسبانيا وأدرس في الصف السادس وأحب العلوم والرياضيات والتصميم. وأعيش مع عائلتي في ثول في السعودية.

TAIMOOR، العمر: 12
مرحبًا، اسمي Taimoor. وأنا من باكستان وأبلغ من العمر 12 عامًا. وهواياتي هي الألعاب ولعب الكريكيت.

VOJTECH، العمر: 12
أدرس في الصف السابع وأحب الجولف ومشاهدة الطائرات. وأنا مَن التقطت الصورة التي تظهر في ملفي الشخصي.

المؤلفون

INÊS RAIMUNDO
تقيم الدكتورة Inês Raimundo حاليًا في السعودية وهي أصلاً من لشبونة (البرتغال)، وقد أكملت مؤخرًا درجة الدكتوراه في العلوم البحرية في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، وكان تركيزها على تعزيز مرونة الشعاب المرجانية في البحر الأحمر من خلال استخدام البروبيوتيك المرجاني. وبفضل خبرتها في ترميم الشعاب المرجانية وإعادة تأهيلها والاستدامة، نشرت الدكتورة عدة مقالات علمية وشاركت في أنشطة توعية حول المحيطات. وهي شغوفة بالتواصل العلمي، وتحاول سد الفجوة بين الأبحاث العلمية وفهم العامة لها. وهي ملتزمة في عملها بهدف التنمية المستدامة رقم 14 وتسخر جهودها لحماية النظم البيئية البحرية، ويحفزها في ذلك تقديرها الكبير للمحيطات وتكرسها للحفاظ على الشعاب المرجانية.
*ines.goncalvesraimundo@kaust.edu.sa

RAQUEL S. PEIXOTO
تركز الدكتورة Peixoto في أبحاثها على التلاعب بالكائنات الحية المجهرية المرتبطة بالشعاب المرجانية، والمعروفة باسم "الكائنات الحية المجهرية المفيدة للشعاب المرجانية" لتعزيز متانة الشعاب ومقاومتها للتهديدات البيئية. وقد أدى عملها الرائد إلى وضع بروتوكولات وثبوت فعالية هذا النهج، مما تسبب في تقدم علم الأحياء المجهرية البحرية والتفاعلات التكافلية. وبصفتها مؤسسة ورئيسة شبكة الكائنات الحية المجهرية المفيدة للشعاب المرجانية (BMMO)، فهي تهدف إلى الترويج لمنصة دولية لتحويل المعارف الأساسية إلى حلول عملية لحماية النظم البيئية البحرية وترميمها وتنميتها المستدامة. *raquel.peixoto@kaust.edu.sa

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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