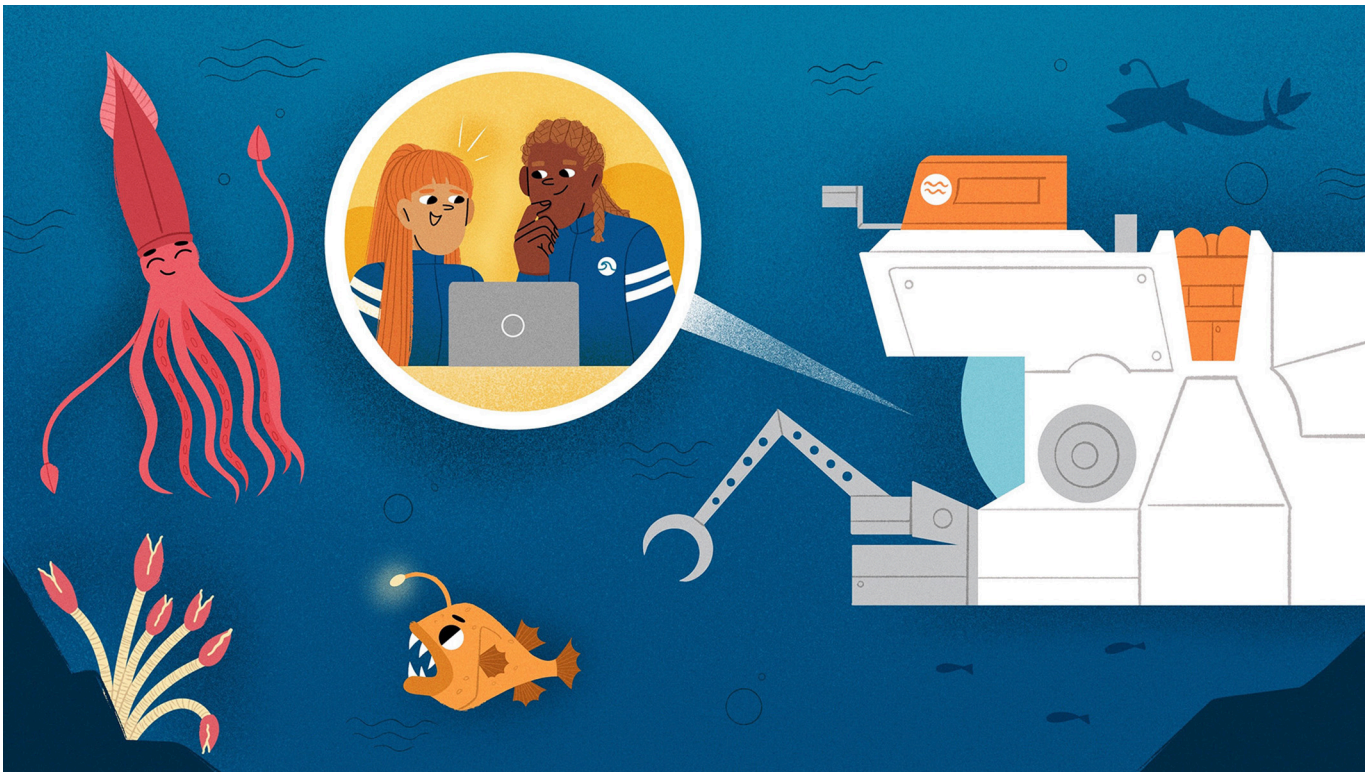
علوم الأرض
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 01 ديسمبر 2025
doi: 10.3389/frym.2024.1392048-ar



كيف يمكن للعلماء استكشاف قاع المحيط العميق؟

Katherine L. C. Bell*, Jessica A. Sandoval و Brian R. C. Kennedy
منظمة Ocean Discovery League، ساندرزتاون، الولايات المتحدة

يعدّ قاع المحيط أكبر المواطن على كوكب الأرض وأكثرها أهمية، فهو يقع تحت مستوى سطح الماء بمسافة تتراوح بين 200 و11,000 م (حوالي 600 إلى 33,000 قدم) ويغطي ثلثي الكوكب. وترجع الأهمية الكبيرة لقاع المحيط بالنسبة للناس لعدة أسباب، فمن ناحية، يوفر الطعام لنا ويساهم في موازنة مناخ الأرض، كما أنه فضاء غير معروف يمكن للناس الاستمتاع به واستكشافه. وبالرغم من أهمية قاع المحيط، فهو أقل الأجزاء اكتشافًا على وجه الأرض لأنه مظلم جدًا، كما أنه في غاية الكبر والبرودة والملوحة. ولا بد أن يستخدم الباحثون أدوات خاصة مثل السفن وروبوتات تحت الماء لإنشاء الخرائط والتوصل إلى اكتشافات جديدة وفهم كيف يعمل المحيط ومدى تأثيره في البشر والكوكب.

المراجعون الصغار

CAMDEN
العمر: 13

SEA CREST SCHOOL 6TH GRADE SCIENTISTS
العمر: 12–11

مقدمة

قاع المحيط هو ذلك الجزء الذي يقع تحت سطح الماء ويتراوح عمقه بين 200 م وأكثر من10,000 م (حوالي 650 إلى 33,000 قدم) ويغطي ثلثي سطح الأرض. وترجع أهمية قاع المحيط لعدة أسباب، فهو يوفر الطعام للناس، ويدعم العوالق المسؤولة عن إنتاج الأكسجين الذي نتنفسه؛ ويساهم في موازنة مناخ الأرض؛ كما أنه فضاء غير معروف يمكن للناس الاستمتاع به واستكشافه. يزخر قاع المحيط بحياة رائعة بدأ العلماء للتو استكشافها والتعرف عليها، مثل بلح البحر الذي يتغذى على المياه فائقة السخونة والغنية بالعناصر الكيميائية في الفتحات الحرارية المائية، والكائنات المضيئة حيويًا التي تتوهج في الظلام، والبكتيريا التي يمكنها حماية الإسفنج من التلوث. بالإضافة إلى ذلك، يُعد قاع المحيط بيئة نشطة للغاية يستكشف فيها العلماء ويدرسون البراكين والزلازل والانهيارات الأرضية وغيرهامن المخاطر التي يمكن أن تؤثر على كائنات المحيط والناس على البر. يحتوي قاع المحيط أيضًا على العديد من القطع الأثرية التاريخية والثقافية، مثل حطام السفن، والتي تحمل بين طياتها أسرارًا من التاريخ البشري.

وعلى الرغم من الأهمية الكبيرة لقاع المحيط، فهذه المنطقة المائية الهائلة هي الأقل استكشافًا على كوكبنا بسبب الصعوبة الكبيرة والتكلفة العالية لدراستها. وفيما يلي بعض التحديات التي تواجه دارسي قاع المحيط العميق:

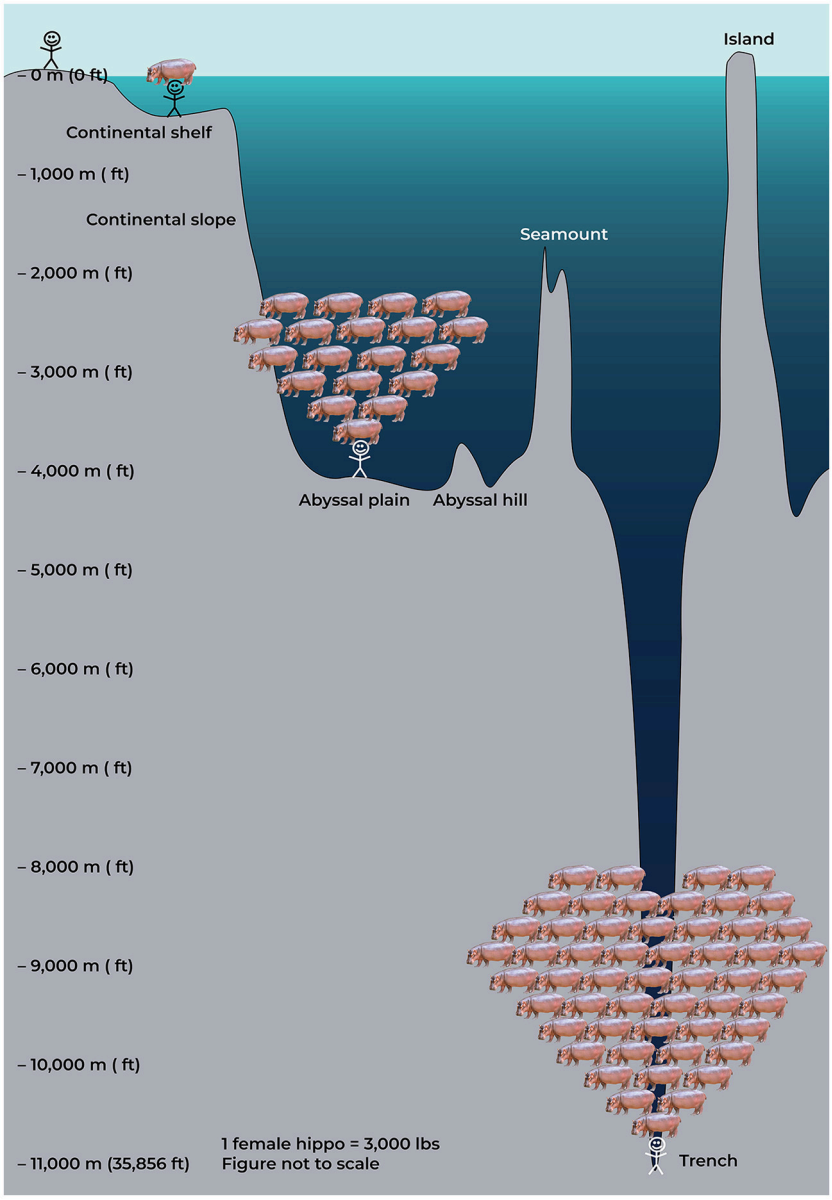
- قاع المحيط عميق بالطبع، ويمكن لقوة الماء سحق أي شيء يهبط إلى أعماق كبيرة (الشكل 1).
- لا يمكن لضوء الشمس النزول إلى أبعد من 200 م تحت سطح الماء، ولذلك نجد أن قاع المحيط مظلم جدًا. لذا يحتاج الباحثون إلى إنزال الأضواء إلى الأسفل لإضاءة قاع المحيط. وحتى مع ذلك، لن يروا لمسافات بعيدة جدًا، تخيّل الأمر كاستخدام مصباح يدوي أثناء عاصفة ثلجية في الليل.
- معظم المياه في قاع المحيط متجمدة تقريبًا (حوالي 4درجات مئوية/39درجة فهرنهايت)، ولكن قد تصل درجة حرارة بعض المياه إلى مئات الدرجات، مثل المياه القريبة من البراكين والفتحات الحرارية المائية. ويجب أن يستخدم العلماء موادًا خاصة حتى لا تتجمد أدواتهم أو تحترق أو تنصهر.
- تحتوي مياه المحيط على الملح ومعادن أخرى يمكن أن تسبب صدأ بعض الأدوات المعدنية.
- المحيط شاسع للغاية، ولا يمكن للعديد من سفن الأبحاث أن تتحرك إلا بسرعة 11 إلى 14 ميلاً في الساعة، وهي سرعة أبطأ من القيادة في أحد الأحياء على البر. ولذلك يستغرق السفر إلى ومن المناطق البعيدة وقتًا طويلاً.
- الأدوات اللازمة لاستكشاف قاع المحيط العميق ودراسته يمكن أن تكون عالية التكلفة، بما يصل إلى ملايين الدولارات. ولا يمكن للعديد من العلماء تحمّل تكلفة شراء هذه الأدوات وصيانتها.

الفتحات الحرارية المائية (HYDROTHERMAL VENTS)

أماكن تخرج فيها المياه من الشقوق في قاع المحيط بعد أن تسخنها الصهارة وتجعلها غنية بالمعادن والعناصر الكيميائية الأخرى.

مضيء حيويًا (BIOLUMINESCENT)

صفة للكائنات الحية التي ينبعث منها الضوء.



شكل 1

يمكننا مقارنة ضغط المياه بما ستشعر به لو وقفت أفراس النهر على رأسك. لا يوجد ضغط مياه على البر، لذا لا تشعر بذلك. ولكن على عمق 200 م تحت سطح الماء، ستشعر كما لو أن فرس نهر يقف على رأسك. وعلى عمق 4,000 م (متوسط عمق المحيط)، ستشعر كما لو أن 19 فرس نهر تقف على رأسك. وفي أعمق الخنادق المحيطية (حوالي11,000 م)، ستشعر كما لو أن 53 فرس نهر تقف على رأسك. لاستكشاف هذا العمق في المحيط، يجب تصميم معدات خاصة لتحمّل هذا الضغط الساحق.

بسبب هذه التحديات، يحتاج علماء المحيطات إلى اختراع واستخدام أنواع عديدة من الأدوات المتخصصة، مثل سفن الأبحاث والروبوتات تحت الماء، لإنشاء خرائط لقاع المحيط والتوصل إلى اكتشافات جديدة حتى يتمكنوا من فهم وحماية بيئة قاع المحيط.

علماء المحيطات (OCEANOGRAPHERS)

علماء يدرسون المحيط.

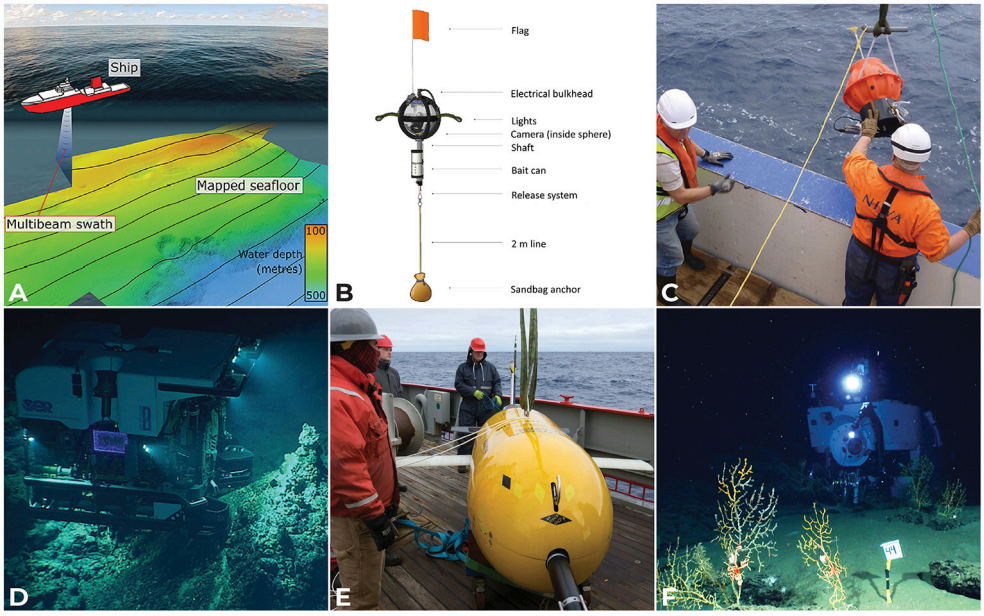
جمع البيانات من قاع المحيط العميق

عند الاستعداد لاستكشاف جزء جديد من المحيط، يجب أن يجمع علماء المحيطات أكبر قدر ممكن من المعلومات حول ذلك المكان. في البداية، يتوجهون إلى المكتبة أو يتصفّحون الإنترنت لإيجاد وقراءة أكبر قدر ممكن من المعلومات حول المنطقة ومعرفة ما إذا جرت أي أبحاث هناك في السابق.

قد يشمل ذلك قراءة المنشورات العلمية أو التحدث إلى سكان المنطقة أو البحث عن خرائط أو التعرف على أنماط الطقس المحلية. ويجرون أبحاثًا أيضًا حول أفضل أنواع الأدوات لاستخدامها في المنطقة والعمق المراد استكشافهما. وبعد أن يجمعوا كل المعلومات الممكنة، يتجمعون وينطلقون إلى المحيط.

رسم خرائط قاع المحيط

الخطوة التالية هي رسم خريطة جيدة للمنطقة الجديدة. وأفضل أداة متاحة لعلماء المحيطات اليوم هي مسبار الصدى متعدد الحزم الذي يتم تثبيته بأسفل السفينة أو المركبة تحت الماء ويستخدم الأصوات لقياس عمق قاع المحيط (الشكل 2A). يرسل مسبار الصدى متعدد الحزم سلسلة من الإشارات أو "النبضات" في الماء.



شكل 2

نسجل الوقت الذي تستغرقه الإشارات للارتداد عن القاع والعودة إلى مسبار الصدى، ثم نحسب عمق الماء باستخدام ذلك الوقت وسرعة الصوت في الماء (1,500 م/ث). وبإرسال سلسلة من النبضات بينما تتحرك السفينة أو المركبة في الماء، يمكننا إنشاء خريطة تقيس عمق قاع البحر أو المحيط.

يمكن لبعض مسابِر الصدى متعددة الحزم تحديد ما إذا كان القاع ناعمًا أو صلبًا أو إذا كانت هناك فقاقيع (بل وأسماك) في الماء. وكل هذه المعلومات تساعد العلماء في فهم المزيد حول المناطق الجديدة، والتخطيط لخطواتهم القادمة. على سبيل المثال، إذا أظهرت بيانات مسبار صدى الصوت متعدد الحزم أن قاع المحيط له شكل مخروطي، وجوانب صلبة، وتظهر في وسطه فقاعات، فقد يكون هذا اكتشافًا لبركان جديد

مسبار صدى متعدد الحزم (MULTIBEAM ECHO-SOUNDER)

جهاز يستخدم عدة حزم صوتية لتحديد عمق الماء تحت السطح باستخدام الموجات الصوتية.

شكل 2

(A) تتحرك سفينة للخلف والأمام مثل جزازة العشب لجمع بيانات رسم الخرائط باستخدام مسبار صدى متعدد الحزم. **(B)** تم استخدام مركبات هبوط مثل نظام كاميرا قاع المحيط من ناشيونال جيوغرافيك لدراسة التنوع البيولوجي في العالم كله [1]. **(C)** عوامات Deep Argo هي مركبات منجرفة تُستخدَم لقياس درجتي الحرارة والملوحة في المحيطات في العالم أجمع[2]. **(D)** تضيء مركبة *Deep Discoverer* *التي تعمل عن بُعد* الصخور الضخمة المغطاة بالشعاب المرجانية الخيزرانية (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لوكالة NOAA Ocean Exploration). **(E)** مركبة *Boaty McBoatface ذاتية القيادة* *تحت الماء* على سطح سفينة بعد جمع بيانات مهمة حول مناخ قاع المحيط الجنوبي (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح "بوفل أبراهامسن"، هيئة المسح البريطانية للقطب الجنوبي (BAS)) [3] **(F)** استخدم العلماء مركبة الغوص المأهولة *Alvin* لدراسة آثار التسرب النفطي الذي وقع عام 2010 على الشعاب المرجانية في قاع خليج المكسيك (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح ECOGIG).

قياس العمق (BATHYMETRIC)

تعني كلمة Bathy "العمق" وكلمة metric معناها "قياس"، وبالتالي يعني مصطلح Bathymetric قياس عمق قاع البحر أو المحيط.

تحت الماء. ولكننا نحتاج إلى أدوات أخرى لإجراء ملاحظة مباشرة للأشياء التي نعتقد أنها موجودة.

أدوات الملاحظة البصرية

حتى يتحقق علماء المحيطات من خرائطهم الجديدة وتكون لديهم ملاحظات مباشرة عن قاع المحيط، يمكنهم استخدام أنواع مختلفة من مركبات الغوص العميق (DSV؛ الشكل 2). ومن هذه الأدوات:

مركبات الغوص العميق (DEEP SUBMERGENCE VEHICLES)

مركبات روبوتية تحت الماء تُستخدَم لاستكشاف المحيط ودراسته.

- مركبات الهبوط: مركبات تحت الماء يتم إنزالها إلى قاع المحيط وتجمع المعلومات ثم تصعد إلى السطح مرة أخرى (الشكل 2B) [1]. قد تكون هذه المركبات صغيرة ورخيصة وسهلة التشغيل ولكن يمكنها "رؤية" نقطة واحدة فقط في القاع في المرة الواحدة.
- المركبات المنجرفة والطائرات الشراعية المنزلقة: تستطيع هذه المركبات الانجراف أو الانزلاق لمسافة معينة فوق قاع البحر أو المحيط (الشكل 2C). تجمع المركبات المنجرفة البيانات لمدة معينة أو على امتداد مساحة محددة، ثم تصعد إلى السطح حتى يحصل عليها العالِم. ويمكن أن تكون هذه المركبات صغيرة أو كبيرة، وتكلفة شرائها واستخدامها أعلى من مركبات الهبوط، ولكن مجال "رؤيتها" أكبر.
- المركبات التي تعمل عن بُعد (ROV): مركبات روبوتية تحتوي على كابل (يُسمى أيضًا حبل الربط) يربطها بالسطح (الشكل 2D). وتتم "قيادتها" بواسطة طيارين متخصصين في هذه المركبات على السفينة. ويمكن للأفراد في السفينة رؤية البيانات "مباشرةً" في أثناء جمع المركبة لها. تحتاج مركبات الأعماق التي تعمل عن بُعد إلى سفينة كبيرة لتشغيلها، كما أن تكلفة شرائها وعملها عالية. ولأن الأشخاص لا يكونون بداخلها ويتم تشغيلها بواسطة السفينة، يمكنها أن تبقى في قاع المحيط لأيام.
- المركبات ذاتية القيادة تحت الماء (AUV): مركبات روبوتية تتم برمجتها لتنفيذ مهمة في منطقة معينة (الشكل 2E). لا يوجد حبل يربطها بالسفينة، وبالتالي يمكنها تغطية مساحة أكبر من أنواع المركبات الأخرى ولكن العلماء لا يرون البيانات مباشرةً. ويمكن تشغيلها من سفينة أو من الشاطئ ويمكن أن تعمل لأيام. وتكلفة شراء وتشغيل المركبات الكبيرة منها قد تكون مرتفعة.
- مركبات الغوص المأهولة (HOV): غواصات تحمل على متنها علماء ومهندسين يتراوح عددهم بين واحد وثلاثة، ولا يوجد حبل يربط هذه الغواصات بالسفينة (الشكل 2F). ولوجود أشخاص على متن هذه المركبات، لا يمكن أن تزيد مدة مهامها عن بضع ساعات. وتحتاج هذه المركبات إلى سفينة كبيرة لتشغيلها، كما أن تكلفة شرائها وعملها عالية.

المستشعرات (SENSORS)

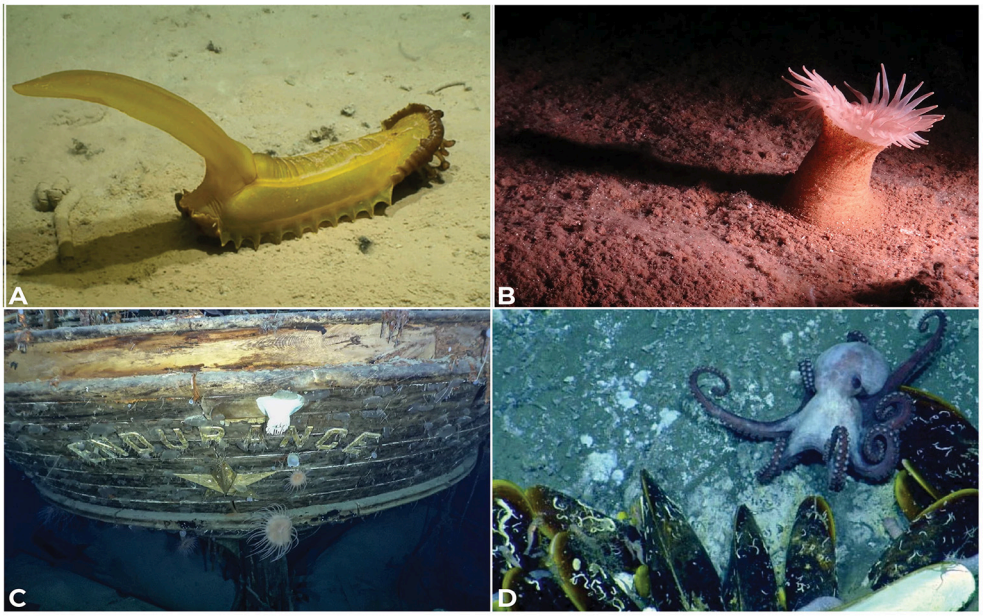
أجهزة تُستخدَم لقياس وتسجيل المعلومات حول البيئة، مثل درجة الحرارة أو العمق.

تحتوي كل مركبات الغوص العميق على مستشعرات متنوعة لجمع أنواع مختلفة من البيانات أو المعلومات حول البيئة. وأغلب أنواع البيانات التي يتم جمعها في قاع المحيط تكون فيديوهات وصورًا، وكذلك قياسات للعمق ودرجتي الحرارة والملوحة. تحتوي

المركبات التي تعمل عن بُعد ومركبات الغوص المأهولة أيضًا على أذرع آلية لجمع عينات من الصخور أو الكائنات الحية في قاع المحيط.

اكتشافات في الأعماق

يتم بعد ذلك استخدام البيانات التي تجمعها السفن والمركبات تحت الماء للتوصل إلى اكتشافات جديدة حول المحيطات على الأرض (الشكل 3). على سبيل المثال، تم اكتشاف أكثر من 5000 نوع جديد من كائنات قاع المحيط في منطقة كلاريون كليبرتون، والتي تمتد لمسافة 4500 ميل من جنوب هاواي إلى المكسيك تقريبًا في المحيط الهادئ (الشكلان B وA3) [4]. وقد تكون هذه الحيوانات في خطر بسبب أنشطة التعدين في قاع المحيط. من الأمثلة الأخرى سفينة HMS *Endurance*، التي تم اكتشافها في عام 2022 في البحار المتجمدة في القارة القطبية الجنوبية (الشكل 3C). حوصرت السفينة وسحقها الجليد البحري (ولكن جميع أفراد الطاقم نجوا بأعجوبة)، وهي قصة مهمة في تاريخ استكشاف المناطق القطبية. في اكتشاف آخر للأعماق، تم العثور على موطن جديد تكوّن بسبب انهيار ارضي على منحدر بركان "كيك-إم-جيني" تحت الماء قبالة ساحل غرينادا في جنوب شرق البحر الكاريبي (الشكل 3D) [5]. وكان هذا الموطن يحتوي على أكبر أنواع بلح البحر المعروفة في العالم والتي تتغذى على المياه الغنية بالمواد الكيميائية التي يتم استخراجها من القاع.



شكل 3

شكل 3

تم اكتشاف آلاف الكائنات الجديدة في منطقة كلاريون كليبرتون، ومنها **(A)** نوع من خيار البحر يُطلق عليه اسم "السنجاب اللزج" ويمكن أن يتراوح طوله بين 15 و30 سم و**(B)** نوع جديد من شقائق النعمان يبلغ عرضه 10 سم تقريبًا. وهذه الحيوانات في خطر بسبب أنشطة التعدين في قاع المحيط (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح NOAA Ocean Exploration ومشروع Smartex/NERC). **(C)** تم العثور على حطام سفينة HMS Endurance بعد غرقها بمدة 107 أعوام. (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح المنظمة الخيرية Falklands Maritime Heritage Trust وناشيونال جيوغرافيك). **(D)** شاركت Katy Croff Bell في قيادة الفريق الذي اكتشف موطنًا جديدًا على جانب بركان تحت الماء في البحر الكاريبي، وهي من المساهمات في تأليف هذه المقالة أيضًا. تم اكتشاف نوع من بلح البحر من الأكبر في العالم، حيث يزيد طوله عن 34 سم. (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح Nautilus Live).

مستقبل استكشاف الأعماق

نظرًا للحجم الشاسع لقاع كل محيط، وتحدياته العديدة وارتفاع تكلفة استكشافه، فقد استكشف علماء المحيطات أقل من 0.002% من قيعان المحيطات في آخر 60

عامًا. وإذا تابعنا العمل بهذه الوتيرة، فسيستغرق اكتشاف كل قيعان المحيطات ما يزيد عن مليون عام. لذا يحتاج العالم إلى المزيد من المخترعين والمستكشفين للمساعدة في بناء المزيد من الأدوات التي يمكنها تغطية مساحة أكبر وتكون أسهل في الاستخدام وأقل تكلفة حتى يتمكن العلماء بسرعة أكبر من اكتشاف الأسرار الرائعة في قاع المحيطات.

إفصاح أدوات الذكاء الاصطناعي

تم إنشاء النص البديل (alt text) المرفق بالأشكال في هذه المقالة بواسطة "فرونتيرز" (Frontiers) وبدعم من الذكاء الاصطناعي، مع بذل جهود معقولة لضمان دقته، بما يشمل مراجعته من قبل المؤلفين حيثما كان ذلك ممكناً. في حال تحديدكم لأي خطأ، نرجو منكم التواصل معنا.

المراجع

1. Giddens, J., Turchik, A., Goodell, W., Rodriguez, M., and Delaney, D. 2021. The National Geographic Society deep-sea camera system: a low-cost remote video survey instrument to advance biodiversity observation in the deep ocean. *Front. Mar. Sci.* 7:601411. doi: 10.3389/fmars.2020.601411
2. Johnson, G., and Lyman, J. 2014. Where's the heat? *Nat. Clim Change* 4:956–7. doi: 10.1038/nclimate2409
3. Kennedy, M. 2019. *Boaty McBoatface, Internet-Adored Sub, Makes Deep-Sea Discovery on Climate Change*. NPR. Available online at: https://www.npr.org/2019/06/18/733759839/boaty-mcboatface-internet-adored-sub-makes-deep-sea-discovery-on-climate-change
4. Rabone, M., Wiehase, J. H., Simon-Lledó, E., Emery, A. M., Jones, D. O. B., Dahlgren, T. G., et al. 2023. How many metazoan species live in the world's largest mineral exploration region? *Curr. Biol.* 33:2383–96.e5. doi: 10.1016/j.cub.2023.04.052
5. Carey, S. N., Ballard, R., Bell, K. L. C., Bell, R. J., Connally, P., Dondin, F., et al. 2014. Cold seeps associated with a submarine debris avalanche deposit at Kick'em Jenny volcano, Grenada (Lesser Antilles). *Deep-Sea Res.* 93:156–60. doi: 10.1016/j.dsr.2014.08.002

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 01 ديسمبر 2025

المحرر: Becca Peixotto

مرشدو العلوم: Valerie Kern و Melinda Shimizu

الاقتباس: Kennedy BRC و Bell KLC, Sandoval JA (2025) كيف يمكن للعلماء استكشاف قاع المحيط العميق؟ Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2024.1392048-ar

مُترجَم ومقتبس من: Bell KLC, Sandoval JA and Kennedy BRC (2024) How Do Scientists Explore the Deep Seafloor? Front. Young Minds 12:1392048. doi: 10.3389/frym.2024.1392048

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 © 2024 © 2025 Kennedy و Bell, Sandoval. 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

CAMDEN، العمر: 13

يحب Camden التزلج والركض وتسلق كل شيء. وهو عضو في فرقة إيقاع ويلعب ألعاب الفيديو في المنزل. يخطط ليصبح غواصًا معتمدًا وأن يذهب في مغامرة غوص في غابة عشب بحر في عيد ميلاده السادس عشر.

SEA CREST SCHOOL 6TH GRADE SCIENTISTS، العمر: 12–11

تتكون مجموعتنا من Oliver (12 عامًا)، وMackey (11 عامًا)، وRowan (11 عامًا)، وMalina (11 عامًا)، Daphne (12 عامًا)، وStella (11 عامًا)، وLeena (12 عامًا)، وAbigail (12 عامًا). ونحن مجموعة محبة للاطلاع من طلاب العلوم في الصف السادس ونعيش في ساحل كاليفورنيا. وعلى الرغم من اهتماماتنا المختلفة، يجمعنا شغف مشترك تجاه رعاية البيئة. وفي تعاملنا مع كل شيء، "نحن مصممون على تركه أفضل مما كان عليه"، وهذا هو شعار مدرستنا.

المؤلفون

KATHERINE L. C. BELL

الدكتورة Katy Croff Bell هي مستكشفة للأعماق تعمل على تطوير طرق جديدة لفهم المحيط وجعله متاحًا أكثر للاستكشاف من الجميع حول العالم. وهي مؤسسة ورئيسة منظمة Ocean Discovery League ومستكشفة في ناشيونال جيوغرافيك. حصلت على درجة البكالوريوس من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في هندسة المحيطات ودرجة الماجستير من جامعة ساوثهامبتون في علم الآثار البحرية ودرجة الدكتوراه من جامعة رود آيلاند في علم المحيطات الجيولوجي. وقد قادت أكثر من 40 رحلة استكشافية حول العالم واكتشفت العشرات من حطام السفن القديمة والكائنات الحية الجديدة والنظم البيئية. وهي من أعضاء برنامج سفيرات IF/THEN لدى الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم.
*croff@alum.mit.edu

JESSICA A. SANDOVAL

الدكتورة Jessica Sandoval هي مستكشفة للمحيطات ومهندسة وعالمة متحمسة. حصلت على درجة البكالوريوس من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ودرجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة كاليفورنيا في سان دييغو، وهي تعمل في مجالي الروبوتات المستوحاة من الكائنات الحية وتقنيات استكشاف الأعماق. وتستكشف كذلك أعماق المحيط كطيارة للمركبات التي تعمل عن بُعد (ROV). وفي غير أوقات العمل، تؤلف كتبًا للأطفال لإلهام الجيل القادم من المستكشفين.

BRIAN R. C. KENNEDY

الدكتور Brian Kennedy هو عالم بيئة متخصص في الأعماق وقد أمضى أكثر من عقد من الزمان في استكشاف المحيطات. يركز في أبحاثه على فهم كيفية تأثير العوامل البيئية على الكائنات الحية في أعماق المحيطات. ويبحث دومًا عن طرق لزيادة وتيرة وكفاءة استكشاف المحيطات من خلال تطوير التقنيات الجديدة والاستخدام المبتكر للتقنيات الحالية في أعماق المحيطات. حصل على درجة الدكتوراه في علم البيئة البحرية ودرجة الماجستير في علم الأحياء من جامعة بوسطن، ودرجة البكالوريوس في علم الأحياء البحرية من كلية تشارلستون.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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