

كيف يمكن للعلماء استكشاف قاع المحيط العميق؟

Brian R. C. Kennedy و Brian R. C. Kennedy 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 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.



مقدمة

قاع الحيط 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 الحيط لعدة أسباب، فهو يوفر الطعام للناس، ويدعم العوالق السؤولة عن إنتاج الأكسجين الذي نتنفسه؛ ويساهم في موازنة مناخ الأرض؛ كما أنه فضاء غير معروف يمكن للناس الاستمتاع به واستكشافه. يزخر قاع الحيط 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 حيويًّا التي تتوهج في الظلام، والبكتيريا التي يمكنها حماية الإسفنج من التلوث. بالإضافة إلى ذلك، يُعد قاع الحيط بيئة نشطة للغاية يستكشف فيها العلماء ويدرسون البراكين والزلازل والانهيارات الأرضية وغيرهامن المخاطر التي يمكن أن تؤثر على كائنات الحيط والناس على البر. يحتوي قاع الحيط 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 المائلة الهائلة هي الأقل استكشافًا على كوكبنا بسبب الصعوبة الكبيرة والتكلفة العالية لدراستها. وفيما يلي بعض التحديات التي تواجه دارسي قاع المحيط العميق:

- قاع الحيط 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 الياه في قاع الحيط متجمدة تقريبًا (حوالي 4درجات مئوية/39درجة فهرنهایت)، 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 اللح ومعادن أخرى يمكن أن تسبب صدأ بعض الأدوات العدنية.
- 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 الياه من الشقوق في قاع الحيط بعد أن تسخنها الصهارة وتجعلها غنية بالعادن والعناصر الكيميائية الأخرى.

مضيء حيويًّا (BIOLUMINESCENT)

صفة للكائنات الحية التي ينبعث منها الضوء.

Island Continental shelf – 1,000 m (ft) Continental slope Seamount - 2,000 m (ft) - 3,000 m (ft) - 4,000 m (ft) Abyssal plain Abyssal hill - 5,000 m (ft) – 6,000 m (ft) - 7,000 m (ft) - 8,000 m (ft) the strath of the - 9,000 m (ft) – 10,000 m (ft) 1 female hippo = 3,000 lbs Figure not to scale - 11,000 m (35,856 ft) شكل 1

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 19 فرس نہر تقف علی رأسك. وفي أعمق الخنادق المحيطية (حوالي11,000 م)، ستشعر كما لو أن 53 فرس نهر تقف على رأسك. لأستكشاف هذا العمق في المحيط، يجب تصميم معدات خاصة لتحمّل هذا الضغط الساحق.

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

علماء الحيطات (OCEANOGRAPHERS)

علماء يدرسون المحيط.

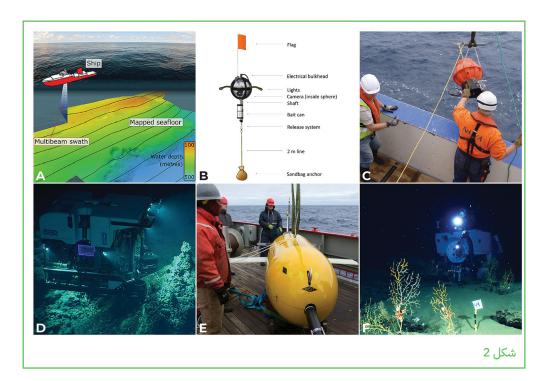
جمع البيانات من قاع المحيط العميق

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 العلومات المكنة، يتجمعون وينطلقون إلى المحيط.

رسم خرائط قاع الحيط

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 الركبة تحت الماء ويستخدم الأصوات لقياس عمق قاع المحيط (الشكل 2A). يرسل مسبار الصدى متعدد الحزم سلسلة من الإشارات أو "النبضات" في الماء.



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 الاء 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 واللوحة في الحيطات في العالم أجمع[2]. **(D)** تضيء مركبة Deep Discoverer التي تعمل عن بُعد الصخور الضخمة الغطاة بالشعاب الرجانية الخيزرانية (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لوكالة NOAA Ocean Boaty مركبة (E)

شرية القيادة McBoatface داتية القيادة تحت اللء على سطح سفينة بعد جمع بيانات مهمة حول مناخ قاع الحيط الجنوبي (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح "بوفل أبراهامسن"، هيئة اللسح البريطانية للقطب الجنوبي (BAS))

[3] **(F)** استخدم العلماء مركبة الغوص المهولة *Alvin* لدراسة آثار التسرب النفطي الذي وقع عام 2010 على الشعاب الرجانية في قاع خليج الكسيك (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 الحيط. تحت الماء. ولكننا نحتاج إلى أدوات أخرى لإجراء ملاحظة مباشرة للأشياء التي نعتقد أنها موجودة.

أدوات الملاحظة البصرية

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

- مركبات الهبوط: مركبات تحت الماء يتم إنزالها إلى قاع المحيط وتجمع المعلومات ثم تصعد إلى السطح مرة أخرى (الشكل 2B) [1]. قد تكون هذه الركبات صغيرة ورخيصة وسهلة التشغيل ولكن يمكنها "رؤية" نقطة واحدة فقط في القاع في الرة الواحدة.
- المركبات المنجرفة والطائرات الشراعية المنزلقة: تستطيع هذه المركبات الانجراف أو الانزلاق لمسافة معينة فوق قاع البحر أو الحيط (الشكل 2C). تجمع المركبات المنجرفة البيانات لمدة معينة أو على امتداد مساحة محددة، ثم تصعد إلى السطح حتى يحصل عليها العالم. ويمكن أن تكون هذه المركبات صغيرة أو كبيرة، وتكلفة شرائها واستخدامها أعلى من مركبات الهبوط، ولكن مجال "رؤيتها" أكبر.
- الركبات 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 الركبات 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 الحيط لأبام.
- الركباتُ ذاتية القيادة تحت الماء (AUV): مركبات روبوتية تتم برمجتها لتنفيذ مهمة في منطقة معينة (الشكل EE). 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.

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

مركبات الغوص العميق DEEP SUBMERGENCE) VEHICLES)

مركبات روبوتية تحت الاء تُستخدَم لاستكشاف الحيط ودراسته.

المتشعرات (SENSORS)

أجهزة تُستخدَم لقياس وتسجيل العلومات حول البيئة، مثل درجة الحرارة أو العمق. الركبات 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 الحيطات 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 0500 ميل من جنوب هاواي إلى الكسيك تقريبًا في الحيط الهادئ (الشكلان B و34) [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 36). 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 30) [5]. وكان هذا الوطن يحتوي على أكبر أنواع بلح البحر العروفة في العالم والتي تتغذى على المياه الغنية بالمواد الكيميائية التي يتم استخراجها من القاع.

مستقبل استكشاف الأعماق

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

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 جدید من شقائق النعمان يبلغ عرضه 10 سم تقريبًا. وهذه الحيوانات في خطر بسبب أنشطة التعدين في قاع الحيط (حقوق الطّبع والنشر © محفوظة لصالح NOAA Ocean Exploration (C) .(Smartex/NERC). 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 لاقيادة Katy Croff Bell الفريق الذي اكتشف موطئا جدیدًا علی جانب برکان تحت الماء في البحر الكاريبي، وهي من المساهمات في تأليف هذه القالة أيضًا. تم اكتشاف نوع من بلح البحر من الأكبر في العالم، حيث يزيد طوله عن 34 سم. (حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصّالح

.(Nautilus Live

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 القالة 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.

الراجع

- **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

الحرر: 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

هُترجَم ومقتبس من: (2024) A and Kennedy BRC (2024) هُترجَم ومقتبس من: (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 © Kennedy 2025 و Bell, Sandoval و Bell, Sandoval. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية والتوزيع للاستخدام أو التوزيع الماكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية القبولة. لا يُسمح بأى استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

الراجعون 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.



تتكون مجموعتنا من Oliver (12 عامًا)، وMackey (11 عامًا)، وRowan (11 عامًا)، و11 عامًا)، و12 كامًا)، Leena (12 عامًا)، و12 عامًا)، و13 كامًا)، و14 عامًا)، و15 عامًا)، و15 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 مماكان عليه"، وهذا هو شعار مدرستنا.

المؤلفون

KATHERINE L. C. BELL

الدكتورة Katy Croff Bell هي مستكشفة للأعماق تعمل على تطوير طرق جديدة لفهم الحيط وجعله متاعًا 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 الحيطات ودرجة اللجستير من جامعة ساوثهامبتون في علم الآثار البحرية ودرجة الدكتوراه من جامعة رود آيلاند في علم الحيطات 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







8

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 الستوحاة من الكائنات الحية وتقنيات استكشاف الأعماق. وتستكشف كذلك أعماق الحيط 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



Science and Technology



