الأرض ومواردها
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 29 مايو 2024
doi: 10.3389/frym.2022.745930-ar

ماذا يحمل الجليد المنصهر في القطب الشمالي؟

***Marlena Szeligowska*[1*], *Déborah Benkort*[2], *Emilia Trudnowska*[1] و *Katarzyna Błachowiak-Samołyk*[1]**

[1]مختبر وظائف المجموعات الأحيائية البحرية، قسم البيئة البحرية، معهد علم المحيطات، الأكاديمية البولندية للعلوم، سوبوت ببولندا

[2]نقل المواد وديناميات النظام الإيكولوجي، معهد النظم الساحلية - التحليل والنمذجة، مركز هيلمهولتز زينتروم هيرون، غيزتاخت، ألمانيا

في العقود الماضية، زادت درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض ومحيطاتها زيادة كبيرة. يؤثر هذا الاحترار بشدة على القطب الشمالي، حيث يمكننا ملاحظة الذوبان السريع للجليد خلال فصل الصيف. ويجلب ماء الجليد المنصهر الحتات من اليابسة إلى المحيط الساحلي، مما يتسبب في وجود مناطق بها مياه بُنية اللون. وقد يؤثر تعتيم مياه البحر على الظروف المعيشية للكائنات الحية البحرية وربما يهدد الحياة البحرية في المستقبل. ولمعالجة هذه المشكلة، درسنا الجسيمات التي تجعل مياه البحر معتمة وتأثير تعتيم مياه البحر على النباتات والحيوانات الدقيقة في المياه الساحلية في القطب الشمالي الأوروبي. ولاحظنا أن المياه المفتوحة والصافية تميل للون الأخضر وتنبض بالحياة، في حين أن المناطق الموحلة ذات اللون البني بها «كميات كبيرة» من الجسيمات. وقد أرشدتنا الدراسة التي أجريناها إلى كيفية تفاعل الكائنات الحية البحرية مع هذه الجسيمات. واستنادًا إلى ملاحظاتنا، يمكننا تصميم نماذج حاسوبية لمساعدتنا في التنبؤ بمصير المياه الساحلية في القطب الشمالي الذي ستزيد درجة حرارته في المستقبل.

المراجعون الصغار

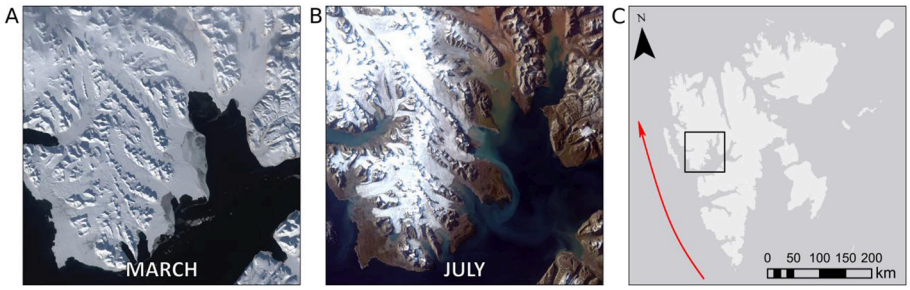
HAYTAM
العمر: 13

HIBA
العمر: 15

RIM
العمر: 15

الدورة الطبيعية

تشهد الأنهار الجليدية والغطاء الجليدي دورات موسمية من الذوبان والتجميد. والليل القطبي هو عبارة عن فترة من الظلام الدامس يكسو فيها الثلج والجليد البحر والبر (الشكل 1A). وعندما يصل الشعاع الأول من النهار القطبي إلى المنطقة، يذوب الجليد الموجود على البر والبحر وينكمش، وتبدأ الأنهار في توصيل ماء الجليد المنصهر إلى المناطق الساحلية. إنه الربيع، أكثر الأوقات إنتاجية في السنة. فتنمو النباتات البحرية الدقيقة التي تُسمى العوالق النباتية وتتكاثر بسرعة باستخدام ضوء الشمس والمغذيات الموجودة في الماء لإنتاج الغذاء من خلال عملية التمثيل الضوئي. وتتغذى العوالق الحيوانية -وهي حيوانات صغيرة تحملها التيارات المائية- بصورة أساسية على العوالق النباتية. وفي القطب الشمالي، تكون العوالق الحيوانية أكثر عددًا خلال فصل الصيف، الذي هو أيضًا موسم الذوبان الرئيسي (الشكل 1B). وخلال فصل الصيف، تُراكِم العوالق الحيوانية الدهون لتتمكن من البقاء على قيد الحياة في حالة السبات الشتوي. وعندما يحل الليل القطبي، يقل ضوء الشمس وتنخفض درجات الحرارة بسرعة. ويتراكم الجليد والثلج في البر والبحر. وتتجمد الأنهار ويتوقف جريانها إلى المحيط.



شكل 1

بيد أن الدورة الموسمية الطبيعية للقطب الشمالي تتغير بسبب الاحترار العالمي. فيبدأ الجليد والثلج في الذوبان بسرعة أكبر وفي وقت مبكر من الموسم، ويتكوّن الجليد بكمية أقل في فصل الشتاء. لكن تأثير الاحترار لا يقتصر على الهياكل المادية مثل الأنهار الجليدية، بل يمتد إلى العديد من التغييرات التي تلحق بالنظام البيئي البحري في القطب الشمالي.

ما تأثير ارتفاع درجة حرارة القطب الشمالي على المياه الساحلية؟

تشهد المياه الساحلية في المناطق القطبية تغيرات ملحوظة. ولدراسة هذه التغيرات، نذهب كل صيف إلى أرخبيل سفالبارد في القطب الشمالي. فهو مكان مثالي لدراسة آثار الاحترار العالمي بسبب الزيادة الملحوظة في تدفق مياه المحيطات الدافئة من المحيط الأطلسي (الشكل 1C، السهم الأحمر) وتسارع ذوبان الجليد. تتدفق المياه العذبة الناتجة من ذوبان الأنهار الجليدية إلى البحر وتجلب الوحل من اليابسة. وتتسبب

العوالق النباتية (Phytoplankton)

هي كائنات حية بحرية تعيش في المياه السطحية وتستخدم عملية التمثيل الضوئي للنمو. وهي غذاء للعوالق الحيوانية.

عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis)

هي عملية إنتاج الطاقة (في شكل سكر) من ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون. وتستخدم النباتات والطحالب وبعض البكتيريا عملية التمثيل الضوئي.

العوالق الحيوانية (Zooplankton)

هي كائنات حية صغيرة تنجرف مع التيارات المائية. وهي غذاء للسمك والطيور البحرية والحيتان.

شكل 1

التغيرات الموسمية في أرخبيل سفالبارد في القطب الشمالي الأوروبي. **(A)** توضح صور الأقمار الصناعية أن الجليد البحري بلغ أقصى حد له في شهر مارس. **(B)** شهر يوليو هو ذروة موسم الذوبان ويمكننا أن نلاحظ وجود «مناطق بنية اللون.» **(C)** المنطقة المُوضحة في أ وب هي داخل المربع الأسود. ويوضح السهم الأحمر تدفق المياه الدافئة من المحيط الأطلسي [حقوق الصور: **(B, A)** https://glovis.usgs.gov/app؛ **(C)** أُعدت باستخدام تطبيق ArcGIS Pro 2.5].

النظام البيئي البحري (Marine ecosystem)

هو مجتمعات البكتيريا والنباتات والحيوانات التي تعيش وتتفاعل مع بعضها البعض في بيئة مائية مثل البحر أو المحيط.

المياه الموحلة في تعتيم مياه البحر، حيث تحوُل جسيمات الوحل دون اختراق الضوء للمياه. وفي صور الأقمار الصناعية، يمكننا أن نلاحظ أن المياه المعتمة تنتشر أكثر فأكثر كل عام.

تعتيم مياه البحر (Seawater darkening)

هو تدهور ظروف الإضاءة تحت الماء بسبب وجود العديد من الجسيمات التي تمنع الضوء من اختراق الماء.

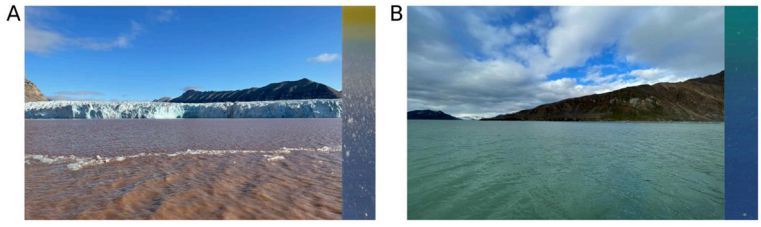
ويؤثر الضوء على دورات حياة جميع الكائنات الحية البحرية ونموها. وإذا أصبحت التغيرات في الضوء تحت الماء خلال فصل الصيف في القطب الشمالي شديدة، لن تتمكن العوالق النباتية من إجراء عملية التمثيل الضوئي، لذلك ستصبح أقل وفرة. كما يؤدي انخفاض عدد العوالق النباتية إلى شيوع ظروف غذائية غير مواتية للعوالق الحيوانية ويقلل من نموها، مما قد يؤثر بعد ذلك سلبًا على الأسماك والدببة القطبية والفقمات والطيور البحرية [1].

قبلنا التحدي

قد يكون لتعتيم مياه البحر الناجم عن ماء الجليد المنصهر آثار خطيرة على النظام البيئي البحري، ومع ذلك فقد حظي باهتمام أقل من فقدان الجليد البحري [2, 3]. ولما كنا نعتقد أن تعتيم مياه البحر ظاهرة لا تقل في أهميتها عن الآثار الأخرى للاحتباس الحراري، فقد قبلنا تحدي دراستها! فاستعنا بالعديد من المعدات وذهبنا إلى القطب الشمالي لإحضار أكثر المياه الموحلة القادمة من اليابسة (الشكل 2A). واستخدمنا كاميرا رقمية لنسترق النظر إلى الكائنات الحية البحرية في بيئتها الطبيعية (الشكل 2، الحواف). كما استخدمنا أجهزة خاصة لقياس توزيع الضوء تحت الماء وأحصينا الجسيمات وفحصنا العوالق. ودرسنا المناطق ذات المياه الصافية المفتوحة خارج «المناطق بنية اللون» على سبيل المقارنة (الشكل 2B). وحددنا مستويات التعّكر في كل منطقة من المناطق التي درسناها. والتعكر هو مقياس لمدى اتساخ الماء.

التعكر (Turbidity)

هو قياس الصفاء النسبي للماء.



شكل 2

(A) المياه الموحلة و**(B)** المياه الصافية خلال فصل الصيف في القطب الشمالي. توضح الحواف اليسرى الصور تحت الماء (حقوق الصور: Kajetan Deja).

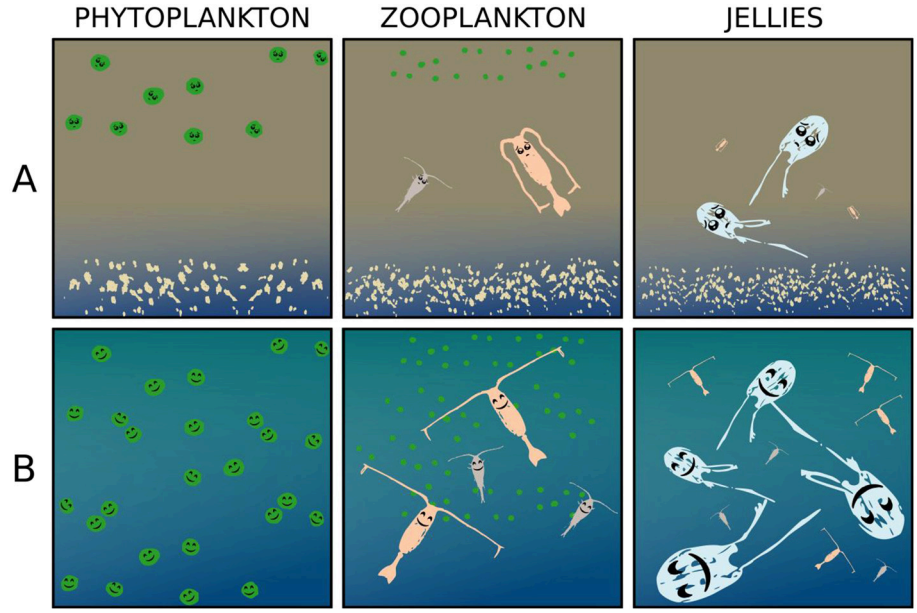
ثلج تحت الماء

كانت درجة التعكر عالية في الخِلجان الجليدية، مما يعني أن المياه كانت قذرة. فقد كان لونها بُنيًا حليبيًا بسبب وجود جسيمات صغيرة منقولة من اليابسة (الشكل 3A، الجدول 1). تلتصق هذه الجسيمات عادةً ببعضها البعض مما يؤدي إلى تكوين «قشيرات»، مما أعطانا انطباعًا بوجود عاصفة جليدية تحت الماء. وفي المقابل، كان التعكر منخفضًا للغاية في المياه الصافية، التي كان لونها أخضر بسبب وجود أصباغ في العوالق النباتية (الشكل 3B). وقد كان الثلج البحري أقل وفرة في المياه الصافية وكان

الثلج البحري (Marine snow)

هو التجمعات العيانية للمخلفات والكائنات الحية والجسيمات غير العضوية المتساقطة من الطبقات العليا لعمود الماء إلى قاع البحر.

يتكوّن من مجموعات من العوالق النباتية والحيوانية الميتة والبراز، وهي علامات تشير إلى أن الكائنات الحية تعيش هناك.



شكل 3

شكل 3

(A) تمنح الجسيمات المعدنية المنقولة من اليابسة المياه السطحية الموحلة لونًا بُنيًا حليبيًا. وتلتصق الجسيمات مع بعضها البعض وتبدو وكأنها ثلوج تحت الماء. وداخل «المناطق بُنية اللون» تتوفر كمية أقل من الضوء للعوالق النباتية لكي تؤدي عملية التمثيل الضوئي، لذا تجد العوالق الحيوانية عددًا أقل من العوالق النباتية يمكنها التغذي عليه. وينتهي المطاف بقناديل البحر التي تتغذى على العوالق الحيوانية الصغيرة وهي تتضور جوعًا أيضًا. **(B)** يميل لون المياه الصافية إلى الاخضرار بسبب أصباغ العوالق النباتية. وتمتلأ المياه الصافية بالعوالق النباتية، التي تتغذى عليها العوالق الحيوانية، والتي تتغذى عليها بعد ذلك قناديل البحر.

لم تكن العوالق النباتية موجودة داخل «المناطق بُنية اللون» إلا بالقرب من السطح، حيث يمكنها إدراك كل شعاع من الضوء. وكانت العوالق الحيوانية أيضًا أقل وفرة، وكانت أقل وفرة لها في المناطق الضحلة المغلقة التي يقل فيها تبادل المياه. غير أن بعض أنواع العوالق الحيوانية تأثرت بدرجة أقل من غيرها، لأنها يمكنها التغذي على الثلج البحري. وقد اتضح أن أحد أنواع العوالق الحيوانية -يُسمى العوالق الحيوانية الهُلامية (أو قناديل البحر)- مؤشر جيد على ظروف التعتيم. فعلى الرغم من أن القناديل حيوانات مفترسة تستخدم حاسة اللمس ولا تحتاج إلى الضوء لاصطياد فريستها، كانت القناديل نادرة في المياه المعتمة، وقد يرجع هذا إلى قلة الغذاء المتاح بالقرب من

جدول

مقارنة بين المياه الموحلة والمياه الصافية خلال موسم الذوبان.

	المياه الصافية	المياه الموحلة
لون الماء	بُني حليبي	أخضر
التعكر	مرتفع	منخفض
الثلج البحري	مرتفع	منخفض
الصبغة الخضراء	منخفض	مرتفع
العوالق النباتية	منخفض	مرتفع
العوالق الحيوانية	منخفض	مرتفع
قناديل البحر	منخفض	مرتفع

جدول

الأنهار الجليدية؛ فهي تتغذى على العوالق الحيوانية الصغيرة، أو لأن جسيمات الثلج البحري يمكنها أن تسد مجساتها اللزجة.

من الملاحظات إلى التنبؤات

لقد حصلنا على الكثير من المعلومات من قياساتنا، لكن البيانات التي توصلنا إليها لم تستطع إخبارنا بكل ما نريد معرفته بشأن كيفية تفاعل العوالق والجسيمات في مثل هذه الظروف المتدهورة خلال فصل الصيف في القطب الشمالي.

النموذج الحاسوبي (Computer model)

هو مجموعة من المعادلات الرياضية التي تصف سلوك الأنظمة البيئية والتي تُستخدم لمحاكاة ما قد يحدث أو ما قد حدث بالفعل.

ولكي يتسنى لنا معرفة المزيد، أنشأنا نماذج حاسوبية، وهي عبارة عن برامج تستخدم المعادلات الرياضية لمساعدة العلماء في فهم ملاحظاتهم والتنبؤ بالمستقبل بصورة أفضل. ولتمثيل الظروف الفيزيائية (درجة الحرارة والملوحة والتيارات، وما إلى ذلك) في المنطقة الخاضعة لدراستنا، استخدمنا نموذجًا يُسمى GOTM (النموذج العام لاضطراب المحيط). ولتمثيل المادة الحية (العوالق النباتية والعوالق الحيوانية، وما إلى ذلك)، استخدمنا نموذجًا يُسمى ECOSMO (نموذج النظام البيئي). وقد رُبط هذان النموذجان معًا، مما سمح لنا بإنشاء عالم افتراضي يمثل موقع دراستنا. وقد تضمن نموذجنا معرفة عامة عن المفترسات والفرائس في النظام البيئي البحري في القطب الشمالي.

ولكن كيف يعمل النموذج؟ في كل يوم من أيام السنة، نُدخل البيانات التي تُقاس أو تُصمم لها نماذج، بما في ذلك درجة حرارة المياه وملوحتها وكمية الوحل المنقولة من اليابسة. يستخدم النموذج هذه المدخلات لحساب كيف تأكل الكائنات الحية وتنمو. وتُعد المدخلات المستمدة من النموذج هي وزن كل مجموعة من الكائنات الحية، الذي يخبرنا عن مدى وفرة كل مجموعة. وقد صُمم النموذج ليعطينا وزن العوالق النباتية والعوالق الحيوانية ويرقات الكائنات الحية التي تعيش في قاع المحيط. وحتى الآن، توضح النتائج التي توصل إليها النموذج وبياناتنا الميدانية اتجاهات متشابهة لجميع مجموعات العوالق المذكورة، وهذه أنباء سارة! فهي تعني أن الخطوة الأولى من تطوير نموذجنا تؤتي ثمارها.

وتتمثل الخطوة التالية في استخدام نموذجنا البسيط للتنبؤ بمدى تأثير الاحترار التدريجي على مجموعات العوالق المختلفة. ولتحقيق ذلك، علينا إجراء عمليات محاكاة باستخدام البيانات البيئية المستقبلية المحتملة للتنبؤ بما قد يحدث لكل مجموعة من الكائنات الحية. ويمكننا اختبار العديد من الأشياء التي لم تحدث بعد في عالم الواقع، فعلى سبيل المثال يمكننا استخدام نموذجنا للتنبؤ بما سيحدث لنظامنا البيئي البحري إذا استمرت درجات حرارة الهواء والمحيط في الارتفاع حسب تنبؤات النماذج المناخية. يتنبأ نموذجنا بأن ارتفاع درجات الحرارة سيؤدي إلى وجود المزيد من الوحل والثلج البحري في مياهنا الساحلية في المستقبل. ويمكننا أن نواصل تحسين نموذجنا وتعديله طوال الوقت استنادًا إلى البيانات التي نجمعها من عالم الواقع. وفي مرحلةٍ ما، نأمل أن يصبح هذا النموذج أداة أكثر تعقيدًا وقوة لمساعدة

الباحثين على وضع تنبؤات يمكننا على أساسها بناء إجراءات لحماية الأنظمة البيئية في القطب الشمالي.

الملخص

يشهد القطب الشمالي تأثيرات تغير المناخ التي تكون أكثر وضوحًا من أي مكان آخر على سطح الأرض. لذلك ينتظره مستقبل مبهم. وقد تكون ثمة لحظة تُسمى نقطة التحول، حيث يصبح من المستحيل تدارك الاحترار ويبدأ في الانتشار مثل حرائق الغابات. بالتأكيد لن نكون قادرين على إيقاف جميع التغييرات التي ستلحق بالنظام البيئي في القطب الشمالي، ولكن يمكننا مراقبتها استعدادًا للمستقبل. فقد سمحت لنا دراسة ما يحدث في المياه المعتمة بأن نلاحظ أن المياه المعتمة لها تأثير سلبي على العوالق، لا سيما قناديل البحر. فقد تنتقل التغيرات في مجموعات الكائنات الحية الصغيرة من العوالق إلى أعلى السلسلة الغذائية وربما يكون لها تأثيرات سلبية على المفترسات العليا، مما يؤدي إلى تغيير النظام البيئي في القطب الشمالي بأكمله.

ومن جانبنا، نواصل تصميم تجارب افتراضية تتضمن المكونات الأساسية للمياه البحرية في القطب الشمالي. وباستخدام هذه النماذج الحاسوبية، نأمل أن نفهم آثار تعتيم مياه البحر الناجمة عن ذوبان الجليد بصورة أفضل. لكننا نحتاج إلى مزيد من البحث لأننا ما زلنا لا نعرف -في هذه المرحلة- مدى قوة تأثير تعتيم مياه البحر على العوالق -وربما على شبكة الغذاء في القطب الشمالي بأكملها- في المستقبل.

التمويل

حصلت هذه الدراسة على تمويل مشروع المركز الوطني البولندي للعلوم (NCN, CoastDark2018/29/B/NZ8/02463)، ومنحة وزارة العلوم والتعليم البولندية (AREX Project 3547/Norway/2016/2)، ومنحة DAAD البحثية قصيرة الأجل 2020 (57507441)، ومشروع تغيير المحيط المتجمد الشمالي MiMeMo (NE/R012679/1) بتمويل مشترك من مجلس أبحاث البيئة الطبيعية التابع لهيئة البحث والابتكار في المملكة المتحدة، ووزارة التعليم والبحث الفيدرالية الألمانية (BMBF/03F0801A). وقد حصلت هذه الدراسة الاستقصائية أيضًا على دعم النشاط القانوني لمعهد علوم المحيطات التابع لأكاديمية العلوم البولندية.

مقال المصدر الأصلي

Szeligowska, M., Trudnowska, E., Boehnke, R., Dabrowska, A. M., Draganska-Deja, K., Deja, K., et al. The interplay between plankton and particles in the Isfjorden waters influenced by marine-and land-terminating glaciers. *Sci. Total Environ.* (2021) 780:146491. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146491

المراجع

1. Lydersen, C., Assmy, P., Falk-Petersen, S., Kohler, J., Kovacs, K. M., Reigstad, M., et al. 2014. The importance of tidewater glaciers for marine mammals and seabirds in Svalbard, Norway. *J. Mar. Syst.* 129:452–71. doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.09.006
2. Heath, M., Benkort, D., Brierley, A., Daewel, U., Hofmeister, R., Laverick, J., et al. 2020. How is climate change affecting marine life in the arctic? *Front. Young Minds.* 8:103. doi: 10.3389/frym.2020.00103
3. Kohlbach, D., and Lange, B. 2020. How melting arctic sea ice can lead to starving polar bears. *Front. Young Minds.* 8:111. doi: 10.3389/frym.2020.00111

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 29 مايو 2024

المحرر: Suhas Kumar

مرشدو العلوم: Nordin Ben Seddik

الاقتباس: Szeligowska M, Benkort D, Trudnowska E و Błachowiak-Samołyk K (2024) ماذا يحمل الجليد المنصهر في القطب الشمالي؟ Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2022.745930-ar

مُترجَم ومقتبس من: Szeligowska M, Benkort D, Trudnowska E and Błachowiak-Samołyk K (2022) How Do Dark Streams of Arctic Glacial Meltwater Affect Plankton? Front. Young Minds 10:745930. doi: 10.3389/frym.2022.745930

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 © 2022 و 2024 Szeligowska, Benkort, Trudnowska و Błachowiak-Samołyk. 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

HAYTAM, العمر: 13

اسمي هيثم وعمري 13 عامًا. أنا في الصف الثالث الإعدادي، وموادي المفضلة هي الرياضيات والفيزياء والعلوم واللغة الإنجليزية، وهواياتي هي السباحة والرسم والقراءة، كما مارست

التايكوندو لسنتين. أتحدث اللغتين الإنجليزية والفرنسية بطلاقة. وقد شاركت سابقًا في تحدي القراءة العربي وفي الأولمبياد الدولي للرياضيات. وحلمي أن أصبح طبيبًا بشريًا أو بيطريًا.

HIBA, العمر: 15

اسمي هبة وأبلغ من العمر 15 عامًا، وأدرس في السنة الأولى في المدرسة الثانوية، وموادي الدراسية المفضلة هي اللغة الإنجليزية والفيزياء والرياضيات، وهواياتي هي البحث العلمي والسباحة. مارست الأداء المسرحي لمدة عام وشاركت في تحدي القراءة في المدرسة الابتدائية. وأتحدث اللغتين الفرنسية والإنجليزية وأحلم بأن أصبح باحثة علمية أو طبيبة نفسية.

RIM, العمر: 15

في وقت فراغي، أقرأ الروايات وأشاهد المسلسلات وأتصفح الإنترنت. والفيزياء والرياضيات هما مادتاي المفضلتان. وأحب حقًا السباحة وركوب الدراجات. وحلمي أن أنفذ مشروعي الخاص لأنني مهتمة بالأعمال التجارية.

المؤلفون

MARLENA SZELIGOWSKA

أنا باحثة دكتوراة في معهد علوم المحيطات التابع لأكاديمية العلوم البولندية. وأعمل في مشروع كوست دارك، الذي يركز على عواقب تعتيم مياه البحر بسبب صرف ماء الجليد المنصهر في القطب الشمالي الأوروبي. وأتولى دمج مجموعات البيانات الضخمة المُستمدة من الملاحظات وتحليلها للتنبؤ بالمستقبل. وأنا أيضًا طالبة زائرة في مركز هيلمهولتز زينتروم هيرون بألمانيا، حيث أتعلم النمذجة وأصمم تجاربي الافتراضية للمياه الساحلية في القطب الشمالي.
*lena@iopan.pl

DÉBORAH BENKORT

أنا عالمة في مركز هيلمهولتز زينتروم هيرون بألمانيا، وأعمل على تصميم نماذج لكيمياء القطب الشمالي والعوالق التي تعيش فيه في مشروع MiMeMo-CAO. وفي نموذج النظام البيئي، نفذّت بيولوجيا الجليد البحري وتفاعلاته مع شبكة الغذاء البحرية والقاعية. وأدرس استجابة النظام البيئي للاحترار العالمي لتحديد التغيرات الديناميكية للنظام البيئي على المدى الطويل. وقد تمحور بحثي للحصول على درجة الدكتوراة حول العوالق الحيوانية في خليج سانت لورانس على الساحل الشرقي الكندي. وقد طورت نماذج لدراسة نموها وتكاثرها.

EMILIA TRUDNOWSKA

أنا طالبة ما بعد الدكتوراة في معهد علوم المحيطات التابع لأكاديمية العلوم البولندية في قسم البيئة البحرية. كما أنني خبيرة في العوالق الحيوانية في القطب الشمالي وفي استخدام التقنيات الجديدة مثل عدادات الليزر والكاميرات تحت الماء لدراسة الجسيمات وكيفية تأثيرها على العوالق والبيئة البحرية والعمليات البيئية المختلفة.

KATARZYNA BŁACHOWIAK-SAMOŁYK

أنا عالمة بارزة في معهد علوم المحيطات التابع لأكاديمية العلوم البولندية، وأضطلع بتنسيق مشروع كوست دارك. ولدي خبرة في علم البيئة البحرية للعوالق الحيوانية من المناطق القطبية

وعلاقتها بالمفترسات التي تتغذى على العوالق مثل الطيور البحرية. كما أن علم بيئة العوالق الحيوانية أثناء الليل القطبي هو أحد الأمور التي تسحرني، تمامًا مثل الصدفيات العوالقية.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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