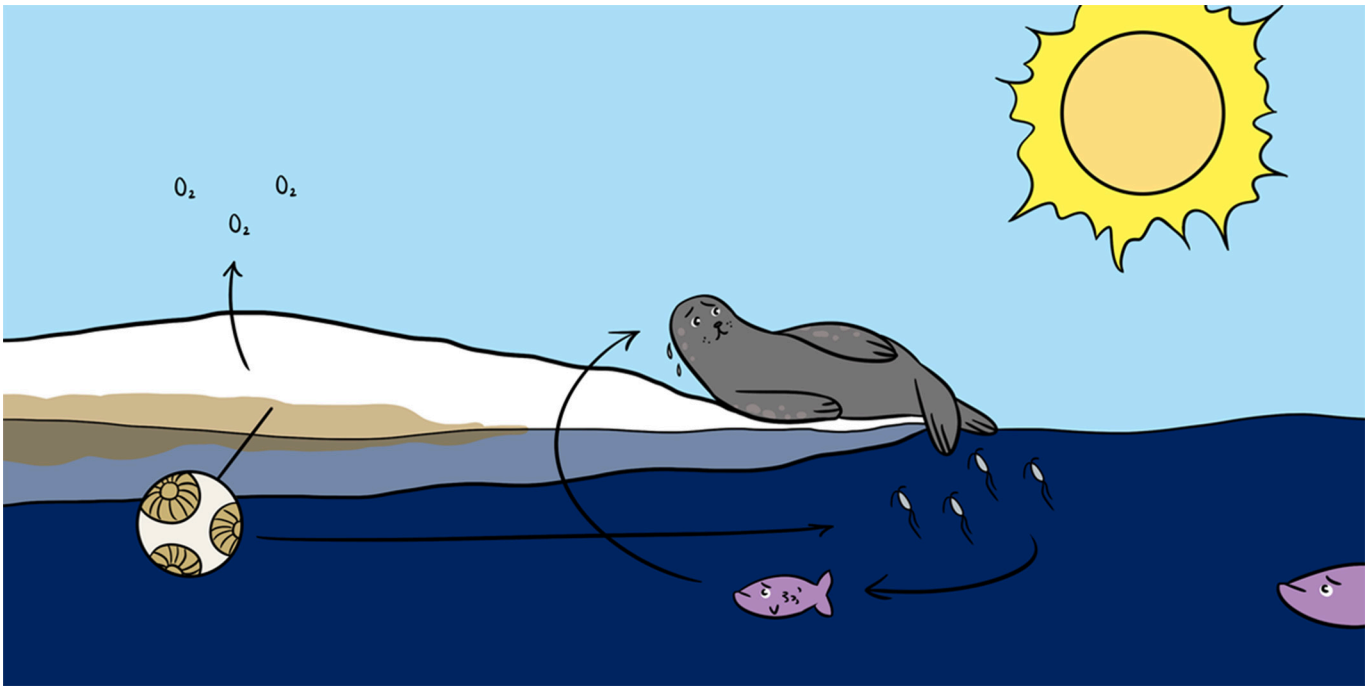
frontiers | فرونتيرز.. العلوم للعقول الشابة

الأرض ومواردها
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 09 يناير 2023
doi: 10.3389/frym.2020.00122-ar



الكائنات الصغيرة بالمنطقة القطبية الشمالية وتأثيرها على كامل الشبكة الغذائية

***Alexander G. Hayward*[1,2*] *and Jordan Jack Grigor*[3*]**

[1]قسم الكيمياء الحيوية، المعهد القومي لأبحاث المياه والغلاف الجوي، ويلنجتون، نيوزيلاند

[2]قسم العلوم البحرية، جامعة أوتاجو، دنيدن، نيوزيلاند

[3]الجمعية الإسكتلندية للعلوم البحرية، أوبان، المملكة المتحدة

تتغير المنطقة القطبية الشمالية والبحار المجاورة لها جراء الاحتباس الحراري على نحو أسرع منه في أي مكان آخر على سطح الكوكب. ويسبب ارتفاع درجات الحرارة العديد من التغيرات، مثل ذوبان الجليد البحري وانخفاض كمية المياه المغطاة بالجليد. وتؤثر هذه التغيرات على الكائنات في جميع المستويات داخل شبكة الغذاء. ويسلط هذا المقال الضوء على الكيفية التي توثر بها التغيرات في درجة الحرارة على نوع الغذاء المتاح للحيوانات التي تعيش في المنطقة القطبية الشمالية. علمًا بأننا سنركز على التغيرات التي تحدث بالقرب من قاع شبكة الغذاء، بما في ذلك النباتات الدقيقة التي تسكن في قلب الجليد البحري وأسفله، والحيوانات الدقيقة التي تنجرف مع التيارات المائية في بحار هذه المنطقة من العالم. إن التغيرات التي تطرأ على وفرة أعداد الكائنات الدقيقة ونوعيتها في المحيط القطبي المتجمد تؤثر على الكائنات الأضخم، مثل الدببة القطبية والحيتان. ومن ثم، يجب أن نأخذ هذه التغيرات التي

المراجعون الصغار

FDR-HB_PERU
iGEM TEAM
العمر: 14-17

تحدث في قاع شبكة الغذاء بعين الاعتبار إذا أردنا حماية المخلوقات التي تتخذ من المنطقة القطبية الشمالية موطنًا لها.

كيف يؤثر تغير المناخ على المنطقة القطبية الشمالية؟

مناخ كوكبنا قد تغير جذريًا منذ بداية الثورة الصناعية من أكثر من 200 عام، حيث ارتفعت درجات الحرارة بمعدل أسرع مما كانت عليه في أي وقت آخر على مدار ال 65 مليون عامًا الماضية! وتقع المناطق القطبية عند أقصى نقطة في شمال الكوكب وأقصى نقطة في جنوبه، وهما يعرفان باسم: المنطقة القطبية الشمالية والمنطقة القطبية الجنوبية. وهاتان المنطقتان هما أكثر الأماكن برودة على سطح الأرض، حيث يصل متوسط درجات الحرارة فيهما تحت الصفر المئوي. وفي فصل الشتاء، تتجمد الطبقة العليا من المحيط، وهو ما يؤدي إلى تكوين ما يعرف باسم "الجليد البحري". وتتراوح كثافة الجليد البحري من ذلك الجليد الرقيق كالورق، ومن ثم يذوب بسرعة كبيرة، إلى ذلك السميك جدًّا بحيث يصل ارتفاعه إلى 3 أمتار، ومن ثم يمكنه البقاء لسنوات عديدة. وللجليد البحري تأثير تبريدي على المناخ، حيث يعمل بمثابة الثلاجة، ومن ثم يُبقي على درجات الحرارة في بقية الكوكب عند المعدلات التي تجعلها صالحة لحياة البشر.

وحيث إن درجة الحرارة على كوكبنا قد ارتفعت، فإن البيئة قد تفاعلت مع هذا الأمر بطرق استثنائية تلفت أنظار البشر إلى الخطر المحدق؛ إذ تشهد المناطق الجنوبية ذوبان مناطق ضخمة من كتل الجليد البحري. ومن ثم، فالمناطق القطبية البيضاء التي كان الثلج يكسوها ذات مرة آخذة في التحول إلى مساحات شاسعة من مياه المحيط المفتوحة الزرقاء. إن ارتفاع درجات الحرارة في المناطق القطبية يطرح أمامنا العديد من الأسئلة التي تحتاج إلى أجوبة. ولذا، هيّا بنا نسلط الضوء على الطريقة التي يتأثر بها النظام البيئي البحري في المنطقة القطبية الشمالية جراء ارتفاع درجات الحرارة.

ما السبب في تمتع العوالق النباتية بهذه الأهمية القصوى؟

يمكننا أن نعثر في قاعدة النظام البيئي البحري على نباتات صغيرة جدًّا، ولكنها في الوقت ذاته مهمة جدًّا، مثل تلك المخلوقات التي تجرفها تيارات المياه في جميع البحار. وتعرف هذه المخلوقات باسم العوالق النباتية. وبسبب الحجم الدقيق لهذه العوالق النباتية، فإنها تقاس بمقياس الميكرون (um)، علمًا بأن الميكرون الواحد أصغر من السنتيمتر الواحد بـ10,000 مرة!

تعيش العوالق النباتية في العادة في المنطقة المضاءة في الأجسام المائية، أي تلك الأعماق التي يوجد بها ما يكفي من الضوء للقيام بعملية البناء الضوئي التي يُمتص فيها غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، ومن ثم يُنتج الأكسجين، تمامًا كما تفعل النباتات على وجه الأرض. وتجدر الإشارة إلى أن جميع العوالق النباتية التي تعيش في مياه المحيطات في كل أنحاء العالم تنتج نصف الأكسجين الموجود على سطح الأرض،

العوالق النباتية (PHYTOPLANKTON)

هي نباتات تنجرف مع التيار وتقوم بعملية التمثيل (البناء) الضوئي.

البناء الضوئي (PHOTOSYNTHESIS)

هو العملية التي تستخدم فيها النباتات طاقة الشمس لتحويل ثاني أكسيد الكربون والمياه إلى أكسجين وسكر.

وهي الكمية التي تعتبر ضخمة حقًا، ولا سيما إذا أخذنا بعين الاعتبار أن هذه العوالق النباتية لا تشكل إلا نسبة 1% فقط من الكتلة الحيوية للنباتات على سطح الأرض [1]! وإذا عقدنا مقارنة بين هذه العوالق وغيرها من النباتات الضخمة على سطح الأرض لوجدنا أن الأشجار تكون نسبة 70% من الكتل الحيوية للنباتات على سطح الأرض، ومع ذلك فهي تنتج نفس كمية الأكسجين التي تنتجها هذه العوالق النباتية[1]. وتتحمل هذه العوالق النباتية الظروف البيئية القاسية وتقاومها، وهو ما يؤكده حقيقة أنها موجودة حولنا في كل مكان منذ زمان بعيد. وقد حفظت أول أحفورة من العوالق النباتية في الصخور في المنطقة الغربية في أستراليا منذ حوالي 3.5 مليار سنة!

الكتل الحيوية (BIOMASS)

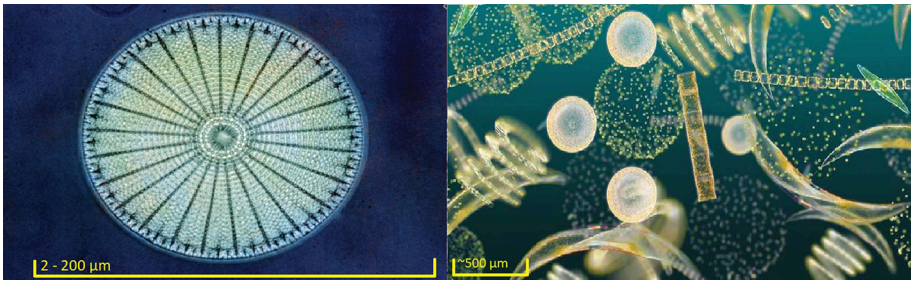
الوزن الإجمالي لكائن حي أو مجموعة من الكائنات في منطقة معينة.

https://www.changing-arctic-ocean.ac.uk/[1]

الدياتومات هي العوالق النباتية الأضخم في محيطاتنا (الشكل 1). وقد تكون في صورة نباتات دائرية أو طولية، وهي مسؤولة عن إحداث نسبة 20% من عمليات البناء الضوئي التي تحدث على سطح الأرض. وعلى الرغم من أن هذه الدياتومات تعيش بشكل رئيسي في المحيطات المفتوحة، فإنها تنمو أيضًا في الأماكن الغريبة وغير المعتادة. فقد عُثر على كتل ضخمة منها في داخل كتل الجليد البحري في كل من المنطقتين القطبيتين، حيث وجدت داخل قنوات الثلج المالحة والسائلة التي تحتوي على ما يكفي من العناصر الغذائية والضوء اللازم لها للقيام بعملية البناء الضوئي.

الدياتومات (DIATOM)

نوع ضخم من العوالق النباتية يعتبر مصدرًا مهمًا للغذاء للعوالق الحيوانية.



شكل 1

دياتوم دائري (اليسار)[2] ومجموعة من العوالق النباتية (اليمين)[3]. مقياس الشريط عبارة عن تقريبات للحجم.

https://www.gercekbilim.com/inanilmaz-elektron-mikroskopu-fotograflari-2/diatom-sem/[2]

https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/05/weltweite-planktonverteilung.html[3]

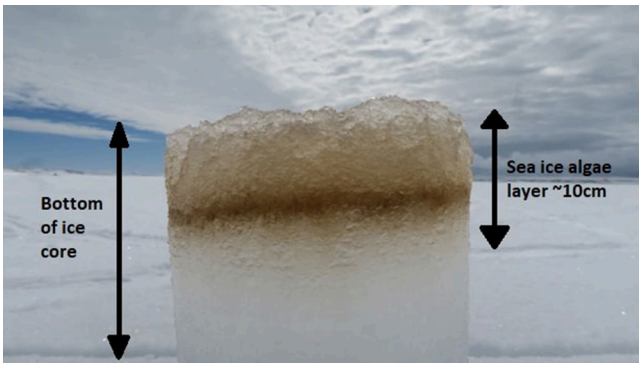
عندما يوجد هذا النوع من الدياتومات في الجليد، فإننا لا يمكن أن نصنفه باعتباره عوالق نباتية. وحيث إنها تثبُت في مكان واحد ولا تنجرف مع التيار، فإننا نطلق عليها اسم "الطحالب ساكنة الجليد" أو، ببساطة، الطحالب الجليدية. وغالبًا ما تعلق هذه الطحالب في الجليد في الوقت الذي تبدأ فيه الطبقة العليا من الجليد في التجمد. وللعثور على الطحالب الجليدية، يستلزم حفر قطر يبلغ 10 سم في قلب الجليد. يظهر الشكل 2 أن قاع قلب الجليد يحتوي على أعداد وفيرة من الطحالب بداخله.

ما الذي يتغذى على العوالق النباتية؟

تلعب العوالق الحيوانية دور "الوسيط" في المنطقة القطبية الشمالية، إذ تؤدي دورًا حيويًّا في توزيع العناصر الغذائية على المخلوقات في جميع مستويات شبكة الغذاء حين تلتهمها المفترسات الأكبر (الشكل 3). وفي محطات معينة في حياتها، تُصنف كل من سرطانات البحر، والأسماك، والحبار على أنها حيوانات تائهة في المحيط، ومن ثم يطلق

العوالق الحيوانية (ZOOPLANKTON)

هي تلك الحيوانات التي تنجرف مع التيار، وهي غير قادرة على السباحة ضد التيارات المائية في المحيط.



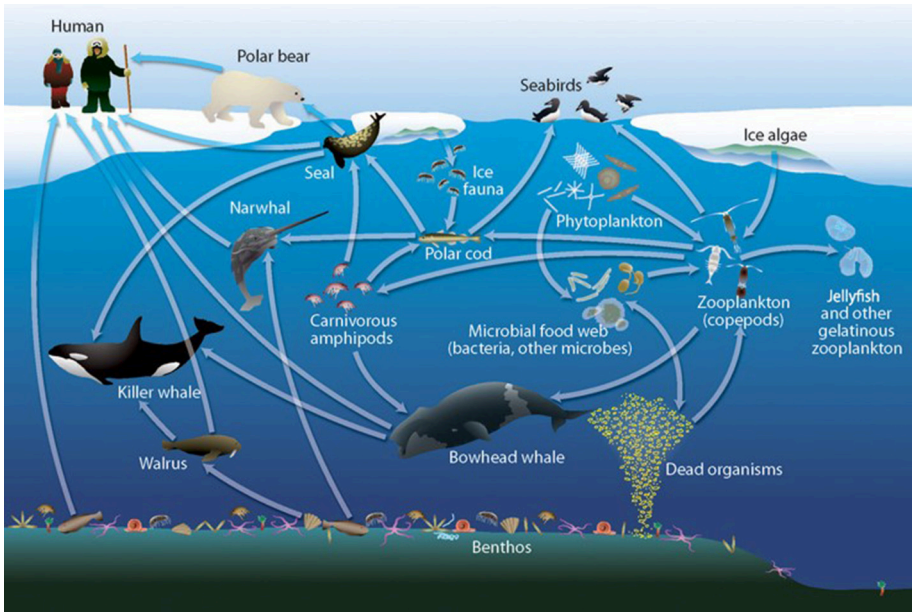
شكل 2

شكل 2

عينة جليدية تظهر طحالب جليدية (الطبقة البنية داخل الجليد)، وتشمل الطحالب الضخمة (الدياتومات) والتي تسكن في قاع العينة الجليدية التي تبلغ كثافتها 10 سم.[4]

[4] http://www.antarctica.gov.au/science/climate-processes-and-change/oceans-and-marine-ice-in-the-southern-hemisphere/measuring-algae-in-the-fast-ice-research-blog/sea-ice-algae-project-blog/blog-8-first-ice-algae

عليها العوالق الحيوانية. وتمثل الدياتومات مصدرًا رئيسًا للغذاء للعديد من العوالق الحيوانية، حيث إنها تحتوي على العديد من العناصر الغذائية التي تزود هذه العوالق بالطاقة والمواد الخام اللازمة لها للقيام بأنشطتها، مثل النمو والتكاثر.



شكل 3

شكل 3

شبكة الغذاء البحري في المنطقة القطبية الشمالية [2]. تلتهم العوالق الحيوانية كلًا من العوالق النباتية والطحالب الجليدية، ثم تلتهم كل من أسماك القد القطبي، وطيور البحر، والحوت مقوس الرأس هذه العوالق الحيوانية؛ وهو ما يبين الأهمية القصوى لكل من العوالق النباتية والعوالق الحيوانية في إمداد بقية أفراد النظام البيئي في المنطقة القطبية الشمالية بالغذاء.

ومع ذوبان كتل الجليد البحري في الصيف، تطلق العناصر الغذائية المخزنة في الجليد، حيث تعود مرة أخرى إلى المحيط. كما يصبح الضوء أكثر إتاحة جراء وجود كميات أقل من الجليد البحري، ومن ثم لا ينعكس الضوء إلى الغلاف الجوي مرة أخرى. وتساعد هذه التغيرات التي تحدث في فصل الربيع كلًا من العوالق النباتية والعوالق الحيوانية، فضلًا عن جميع المخلوقات التي تتغذى على هذه الكائنات التي تعيش في قاع شبكة الغذاء. وعلى الرغم من أن العوالق الحيوانية تأكل هذه الدياتومات، إلا أنها نفسها قد تصبح مصدرًا للعناصر الغذائية لحيوانات أكبر منها، مثل الأسماك وطيور البحر والحيتان [2]. وعليه، فإذا لم تكن هذه العوالق الحيوانية موجودة، فإن بقية

النظام البيئي، بما في ذلك البشر، كان سيواجه خسارة فادحة في الغذاء. وعلى مدار 10,000 سنة، اعتمدت مجتمعات الإينويت التي تعيش في المنطقة القطبية الشمالية على الأسماك (المفترسات التي تتغذى على العوالق الحيوانية) والفقمات (المفترسات التي تتغذى على الأسماك)!

وعلى صعيد آخر، هناك جانب قذر يتعلق بهذه العوالق الحيوانية، ولكنه في الوقت ذاته مهم جدًّا؛ ألا وهو برازها. فعندما تُخرِج هذه العوالق الحيوانية فضلات أجسامها، فإن هذه الفضلات تصبح مصدرًا للغذاء للعديد من المخلوقات الأخرى. وإذا لم تأكلها أي حيوانات أخرى، فإن هذه الفضلات ينتهي بها المطاف في قاع البحر حيث تخزن الكربون لملايين السنين، ومن ثم تقلل من وتيرة حدوث عملية التغير المناخي، وهو ما يعني المحافظة على مناخ كوكبنا معتدلًا.

إحدى مجموعات العوالق الحيوانية الموجودة في النظم البيئية البحرية على مستوى العالم الجديرة بالذكر هي مجدافيات الأرجل. وقد أخذت مجدافيات الأرجل اسمها هذا من "أرجلها" التي تأخذ شكل المجداف الذي يستخدم في قيادة المركب. إن هذه الأرجل التي تشبه المجداف (الشكل 4) تساعد هذه الحيوانات الدقيقة على أن تتمتع بقوى خارقة! إذ يمكن أن تفوز هذه الحيوانات (مجدافيات الأرجل) بالجوائز جراء امتلاكها سمات ومميزات هي الأبرز في مملكة الحيوان، فهي أقوى الحيوانات، وأسرعها في القفز، بل وربما تكون الحيوانات الأكثر عددًا على سطح الكوكب! وتعتبر العوالق النباتية الغذاء المفضل للعديد من مجدافيات الأرجل، والتي يجب عليها (العوالق النباتية) العيش قرب سطح مياه المحيط حيث ضوء الشمس الكافي واللازم للقيام بعملية البناء الضوئي. وعلى الرغم من أن التغذي على العوالق النباتية أمر جيد، فإنه ليس آمنًا على الدوام، حيث توجد مفترسات أخرى تصطاد في سطح المياه حيث الإضاءة الجيدة، والتي تترصد مجدافيات الأرجل وتتربص بها حتى ترتكب خطأ ما. وتواجه مجدافيات الأرجل هذا التهديد من قبل هذه المفترسات من خلال الدخول إلى المياه الضحلة في الليل فقط؛ حيث لا يوجد ثمة ضوء. وبعد تناول غذائها، تغوص مجدافيات الأرجل بسرعة إلى الأعماق الأشد ظلامًا قبل أن تتمكن مفترسات المياه الضحلة من رؤيتها. إن هذه الهجرة اليومية التي يقوم بها كل من مجدافيات الأرجل والعوالق الحيوانية الأخرى تعتبر أضخم عملية هجرة للكتلة الحيوية على سطح الأرض: إنها حركة ضخمة تقطع فيها هذه الحيوانات أعماق المياه لعشرات، ومئات، بل وآلاف الأمتار.

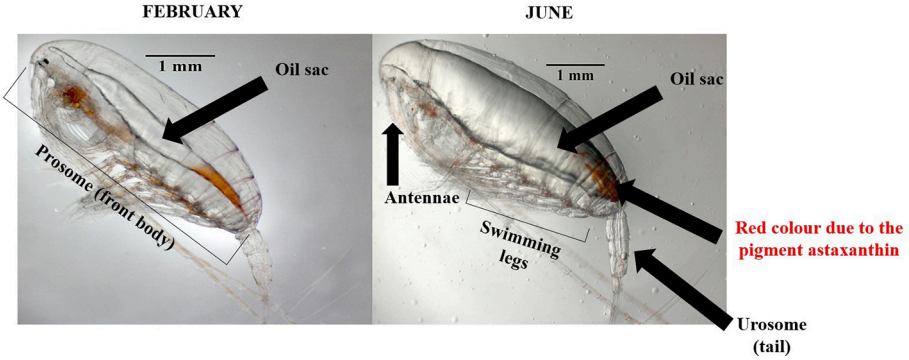
مجدافيات الأرجل (COPEPODS)

نوع من العوالق النباتية ذات أقدام تأخذ شكل المجداف. ويعتبر *Calanus* من فصلية مجدافيات الأرجل التي توجد بكثرة.

ومن بين أكثر أنواع مجدافيات الأرجل وفرة في المحيط القطبي المتجمد تلك الفصيلة التي تعرف باسم *Calanus*. فبعد أن يصبح أفراد هذه الفصيلة متخمين بالدهون الغذائية جراء التغذية المكثفة التي يحصلون عليها في فصلي الصيف والربيع، فإنها تصبح غنية جدًا بالعناصر الغذائية لدرجة أن عددًا من طيور البحر، والأسماك، والحيتان تقطع مساحات ومسافات شاسعة عبر المحيط كل عام لالتهامها، ولا سيما في فصلي الربيع والصيف. وبعد تناول الكثير من الطيور والأسماك والثدييات لمعظم هذه العوالق النباتية والعوالق الحيوانية، فإنها تغادر المنطقة القطبية الشمالية لتعود في العام التالي (ولكن لا يفعل جميعها نفس الأمر).

CALANUS

ينتمي بعض من مجدافيات الأرجل الأكثر عددًا وغنى بالغذاء في المحيط القطبي المتجمد إلى هذه المجموعة.



شكل 4

شكل 4

عينة من مجدافيات الأرجل من نوع *Calanus* مأخوذة في فبراير (الشمال) ويونيو (اليمين). على الرغم من أن أطوال الحيوانين متشابهة تقريبًا (4.4 و4.8)، فإن العينة المأخوذة في فبراير أصغر إجمالًا من تلك المأخوذة في يونيو؛ كما أن حيوان شهر فبراير يقترب من نهاية فترة البيات الشتوي، وهو ما يجعله يحتوي على دهون أقل في كيسه الزيتي (2019).

الظلام

لا تعتبر شهور الشتاء المظلمة الوقت المثالي للنباتات العشبية التي تعتمد فقط على عملية البناء الضوئي للبقاء على قيد الحياة! ويتحول بعض من مجدافيات الأرجل إلى آكلات لحوم في فصل الشتاء، بينما يتوقف بعضها الآخر عن تناول الطعام كليًا ويدخل في حالة "بيات شتوي" في المياه الآمنة بعيدًا تحت سطح الجليد البحري. ومن ثم، فإن التغذية المكثفة للعوالق النباتية خلال فترات الذروة تعتبر أمرًا ضروريًا لبناء مخازن الدهون اللازمة للدخول في فترة البيات الشتوي أثناء فصول الشتاء. ويمكن أن تبدو مجدافيات الأرجل مختلفة جدًا في شهر فبراير (بعد فصل الشتاء الذي دخلت فيه مرحلة البيات الشتوي، ومن ثم تضورت جوعًا) مقارنة بشهر يونيو (بعد تناولها الغذاء). وقد يكون استيقاظ العوالق النباتية قبل عملية الإزهار مفيدًا لمجدافيات الأرجل، حيث إن ذلك يمكّنها من التغذي على الطحالب الضخمة (الدياتومات) التي تتدلى وتسقط من الجليد البحري في الربيع. وبعد شهور من البيات الشتوي، يظهر أفراد عائلة Calanus في حالة من الهزال، إذ لم يعد لديها إلا مخزون محدود من الدهون. ولا يستطيع *Calanus* ملأ مخازن الدهون لديه إلى سابق عهدها من المجد إلا بعد أن يحصل على الغذاء في فصلي الربيع والصيف (الشكل 4) [3]! وبعد عودتها إلى سطح المياه الغني بالطحالب في فصل الربيع، يتكاثر الكثير من مجدافيات الأرجل خلال فترة **إزهار** الطحالب الجليدية في الربيع، وهو ما يمكّن نسلها من الخروج من بيضه وقت حدوث هذه العملية (الإزهار) والتي تحدث أسفل الجليد بعد بضعة شهور [3]. وهو الأمر الذي ربما يكون ضروريًا لنسلها كي يبقى على قيد الحياة.

الإزهار (BLOOM)

هو النمو السريع للطحالب أو العوالق النباتية.

المستقبل

يعتقد الباحثون أنه إذا أخفقت مجدافيات الأرجل من نوع *Calanus* في التهام الطحالب الجليدية، فإن أعدادها قد تقل بشكلٍ كبير. وحيث إن حجم الجليد البحري يقل جراء التغير المناخي، فإن هذا المصدر المهم من الغذاء لن يكون موجودًا. وعلى مدار فترات زمنية طويلة، من الممكن أن يؤدي فقدان الجليد البحري وغيره من العناصر

الأخرى إلى الحد من توافر العناصر الغذائية اللازمة للعوالق النباتية التي تحاول أن تنمو تحت سطح الجليد [4].

ويعني انخفاض الغذاء اللازم للعوالق النباتية أن أعداد العوالق الأصغر حجمًا ستزداد على نحوٍ أكبر منه في الدياتومات الغنية بالعناصر الغذائية. ومن ثم، فبدل حصولها على وفرة من الغذاء عالي الجودة مثل الدياتومات، فربما تضطر مجدافيات الأرجل في المنطقة القطبية الشمالية الأكثر احترارًا والخالية من الجليد لتناول العوالق النباتية الأصغر حجمًا والأقل في القيمة الغذائية. وبالفعل يرى العلماء في هذه الآونة كائنات حية أصغر حجمًا في كل مجدافيات الأرجل ومجموعات العوالق النباتية [5].

التغيرات المتوقع حدوثها في المنطقة القطبية الشمالية والدور الذي نستطيع القيام به للمساعدة

في الوقت الذي تتغير فيه المنطقة القطبية الشمالية، فمن المحتمل أن نلاحظ انخفاضًا في مخزونات الأغذية البحرية، مثل الطحالب الضخمة وغيرها من العلائق النباتية، والتي تصبح فضلًا عن ذلك أصغر حجمًا وأقل في القيمة الغذائية. إن التغييرات التي تطرأ على الجزء الأدنى من شبكة الغذاء قد يكون لها عواقب وخيمة على الحيوانات الأكبر حجمًا. كما أن انقراض أنواع حية في قاع شبكة الغذاء قد يمثل أخبارًا سيئة للمفترسات التي تتغذى على هذه الأنواع. والحقيقة أن التغيرات في كمية العلائق النباتية وأنواعها يؤثر على كل من البشر والحيوان بعدة طرق مباشرة وغير مباشرة ومتراوحة بين تغير جودة الهواء والكيفية التي يتعين علينا أن نتفاعل بها مع البيئة ومواردها. إن وجود كميات قليلة من العوالق النباتة في المنطقة القطبية الشمالية يعني زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وهو ما يتسبب في ارتفاع درجات الحرارة على وجه الأرض.

وحيث إننا مجتمع واحد، فإنه يتعين علينا أن نكون أكثر وعيًا بحقيقة أن أنشطتنا في المنزل والعمل والمدرسة من الممكن أن توثر على النظم البيئية في الأماكن البعيدة عنا. التغييرات البسيطة، مثل المشي أو ركوب الدراجة بدلًا من قيادة المركبات الآلية، قد تساعد في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على نحو كبير. تزود البرامج البحثية مثل "التغييرات في المحيط القطبي المتجمد"[1]، والذي أطلقته المملكة المتحدة، الحكومات والعامة بأحدث المعلومات عن التغيرات البيولوجية في المنطقة القطبية الشمالية. وقد تعاونت مجموعتان من هذا المشروع "التغييرات في المحيط القطبي المتجمد" في كتابة هذه الورقة البحثية، كما أن لدينا المزيد من المصادر المتاحة إذا أردت أن تتعلم المزيد[5, 6].

[5] https://www.changing-arctic-ocean.ac.uk/project/eco-light/

[6] https://www.changing-arctic-ocean.ac.uk/project/chase/

المراجع

1. Bar-On, Y. M., Phillips, R., and Milo, R. 2018. The biomass distribution on Earth. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 115:6506–11. doi: 10.1073/pnas.1711842115

2. Darnis, G., Robert, D., Pomerleau, C., Link, H., Archambault, P., Nelson, R. J., et al. 2012. Current state and trends in Canadian Arctic marine ecosystems: II. Heterotrophic food web, pelagic-benthic coupling, and biodiversity. *Clim. Change* 115:179–205. doi: 10.1007/s10584-012-0483-8
3. Leu, E., Søreide, J. E., Hessen, D. O., Falk-Petersen, S., and Bergebe, J. 2011. Consequences of changing sea-ice cover for primary and secondary producers in the European Arctic shelf seas: timing, quantity, and quality. *Prog. Oceanogr.* 90:18–32. doi: 10.1016/j.pocean.2011.02.004
4. Li, W. K. W., McLaughlin, F. A., Lovejoy, C., and Carmack, E. C. 2009. Smallest algae thrive as the Arctic Ocean freshens. *Science* 326:539. doi: 10.1126/science.1179798
5. Falk-Petersen, S., Timofeev, S. F., Pavlov, V., and Sargent, J. R. 2007. "Climate variability and possible eVects on Arctic food chains. The role of Calanus," in *Arctic-Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment*, eds J. B. Ørbæk, T. Tombre, R. Kallenborn, E. N. Hegseth, S. Falk-Petersen, and A. H. Hoel (Berlin: Springer). p. 147–66.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 09 يناير 2023

المحرر: Roxana Suehring

'مرشدو العلوم': Nina Markham

الاقتباس: Hayward AG and Grigor JJ (2023) الكائنات الصغيرة بالمنطقة القطبية الشمالية وتأثيرها على كامل الشبكة الغذائية. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2020.00122-ar

مُترجَم ومقتبس من: Hayward AG and Grigor JJ (2020) The Bottom of the Arctic's Food Web Is of Top Importance. Front. Young Minds 8:122. doi: 10.3389/frym.2020.00122

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 © Hayward and Grigor 2023. 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

FDR-HB_PERU iGEM TEAM فريق، العمر: 14-17

نحن فريق أحياء تركيبية نعمل في المصنع العالي للهندسة الوراثية (iGEM) في ليما، بيرو. ونحن الفريق الوحيد في المدارس الثانوية في أمريكا اللاتينية المتخصص في هذا الأمر، ونحن فخورون بعملنا الذي يُعنى بتصنيع كاشف عن الكاديوم باستخدام البكتيريا. ويتحدث معظمنا لغة ثانية، ويتراوح معدل الأعمار في مجموعتنا بين 14-17 عامًا. نحن نحب GMOs!

المؤلفون

ALEXANDER G. HAYWARD

طالب دكتوراة يعمل في المعهد الوطني لأبحاث المياه والغلاف الجوي وجامعة أوتاجو في نيوزيلاند. وهو يدرس كيفية تغير الوظائف والتكوين في المجتمعات البكترية في المنطقة القطبية الجنوبية (العوالق النباتية، والعوالق الحيوانية الدقيقة، والطحالب الجليدية) تحت الضغوطات البيئية الناتجة عن التغير المناخي. وقبل الانخراط في هذا الأمر، كان تركيزه منصبًا على قياس معدل تكون الجليد البحري وكتلته الحيوية في المحيط القطبي المتجمد.
*alexander.hayward@niwa.co.nz

JORDAN JACK GRIGOR

الدكتور جوردن هو عالم أحياء بحرية، وقد قضى سنوات في دراسة النظام الإيكولوجي في الحيوانات الصغيرة، مثل مجدافيات الأرجل والديدان السهمية. وهو يعمل في المنطقة القطبية الشمالية، حيث يتأثر الكثير من الحيوانات بالتغيرات السريعة في المناخ. وقد كشف عن معلومات عن الأنواع الصغيرة المعروفة (مثل: https://www.researchgate.net/project/Ecology-of-chaetognaths-arrow-worms-in-Arctic-waters/) و التي تظهر أن الديدان السهمية تتغذى على الطحالب الضخمة ومجدافيات الأرجل. وهو يعمل الآن في مشروع CHASE (https://www.changing -arctic-ocean.ac.uk/project/chase/) في الجمعية الإسكتلندية للعلوم البحرية، حيث يحاول فهم تأثير البيئة وعلم الوراثة على سلوك السباحة في مجدافيات الأرجل. *jordan.grigor@sams.ac.uk

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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