

اثرات خطرناک تغییرات اقلیمی در قطب شمال

بتسی میسون

تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین اثرات مخربی بر سراسر کره‌ی خاکی گذاشته‌اند. با این حال، اثرات مخرب این تغییرات در منطقه‌ی قطب شمال بسیار عمیق‌تر و نگران‌کننده‌تر بوده است. مجله‌ی «نشنال جئوگرافیک» در گزارش مشروحی عواقب این پدیده را توضیح می‌دهد.

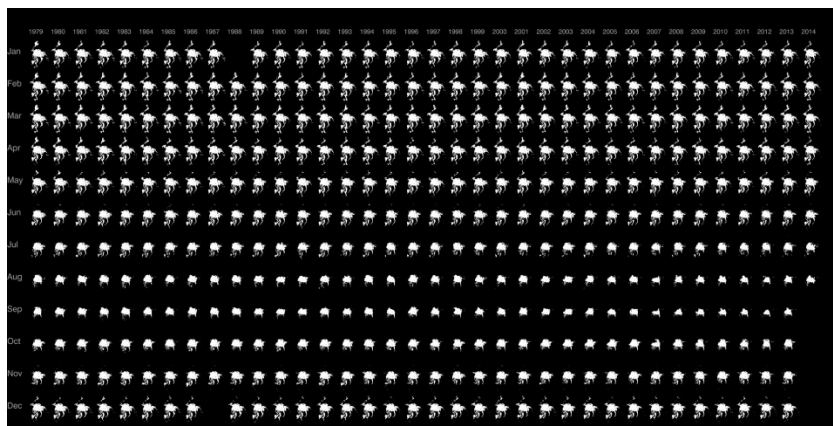


در ۱۶ سپتامبر ۲۰۱۲، نظارت ماهواره‌ای که از سال ۱۹۷۹ شروع شده بود، نشان داد که گستردگی یخ در شمالگان به پایین‌ترین حد خود رسیده است. این نمای زمین، متمرکز بر قطب شمال، با کنار هم قرار دادن تصویرهایی که ماهواره‌ی آمریکایی سوآمی - ان‌پی‌پی در ۲ سپتامبر ۲۰۱۲ گرفته شکل گرفته است. منبع تصویر: سازمان ناسا.

در حالی که دمای میانگین زمین به تدریج افزایش می‌یابد، شمالگان بسیار سریع‌تر - دو تا سه برابر سریع‌تر - از بقیه‌ی نقاط زمین گرم‌تر می‌شود. در ۲۲ دسامبر ۲۰۱۶، یک شناور هواشناسی در نزدیکی قطب شمال گزارش داد که دما ۳۲ درجه‌ی فارنهایت (صفر درجه‌ی سانتی‌گراد) و **نزدیک به نقطه ذوب است**. همچنین تحقیقی تازه، حاکی از آن است که دمای میانگین تابستان در این منطقه در گذر قرن اخیر، بالاتر از میانگین دما در هر قرن دیگری در **حداقل ۴۴ هزار سال گذشته** بوده است. نقشه‌ها و تصویرسازی‌های نشان‌دهنده‌ی تغییرات در قطب شمال آشکارا می‌گویند که گرمایش فزاینده‌ی دمای زمین فریب و نیرنگ نیست.

امروزه، دانشمندان می‌توانند تصویرهایی با کیفیت بالاتر از گذشته از تغییرات در شمالگان عرضه کنند، همراه با داده‌های مربوط به ضخامت لایه‌های یخ، و همچنین گستردگی و حجم آنان؛ دانشمندان داده‌های لازم را با ماهواره‌ها، شناورهای اقیانوسی، و زیردریایی‌هایی دارای سیستم‌های کاوش صوتی و سنسور سطح آب جمع‌آوری می‌کنند. سنسورهای دانشمندان می‌گوید که شمالگان مرتب رکوردهای افزایش دما و کاهش سطح یخ را می‌شکند. در سال ۲۰۱۲، سطح یخ شکل‌گرفته به پایین‌ترین مقدار ممکن رسید - یعنی به نسبت سال ۱۹۷۹، ۱ میلیون و ۲۷۰ هزار مایل مربع (تقریباً معادل ۳ میلیون و ۲۸۹ هزار کیلومتر مربع) از گستردگی یخ کاسته شده است. از ابتدای سال ۲۰۱۶ هم شکل‌گیری یخ در پایین‌تر سطح نسبت به همیشه است - یعنی ۶۲۰ هزار مایل مربع (تقریباً معادل ۱ میلیون و ۶۰۵ هزار کیلومتر مربع) کمتر از میانگین مرسوم است.

اعدادی مانند این به تنهایی نگران‌کننده اند، ولی وقتی آن‌ها را در نقشه‌ها و جدول‌ها پیاده می‌کنیم وضعیت تکان‌دهنده‌ی کنونی مشهود می‌شود. در این جا برخی از بهترین و افشاگرانه‌ترین تصویرها از تغییرات در شمالگان، از هوای گرم‌تر و یخ‌های در حال ذوب گرفته تا تقلای خرس‌های قطبی و خطوط تازه‌ی کشتی‌رانی، را فهرست می‌کنیم.



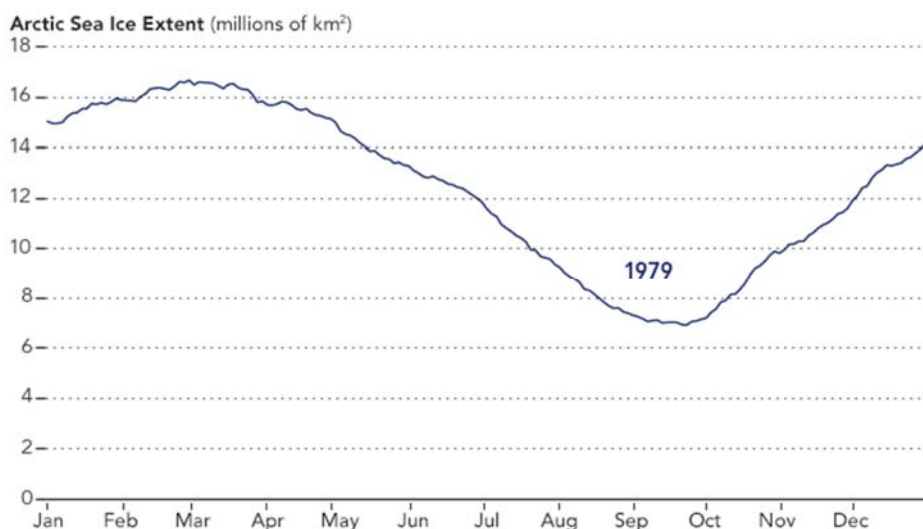
جدول گستردگی یخ شمالگان از سال ۱۹۷۹ تا سال ۲۰۱۴. منبع تصویر: استودیوی تصویرسازی علمی ناسا.

این تصویر گرافیکی ناسا از الگوی مضرب‌های کوچک استفاده کرده است که توسط پیشگام تصویرسازی داده، **ادوارد تافت**، رواج یافت. در این تکنیک، قطعه‌های کوچک مجموعه‌ای از داده را بدون آن که باعث اختلال در یک‌دیگر شوند و مخاطب را گیج کنند، در یک جدول جای می‌دهند. این ترکیب برای نشان دادن تغییرات فزاینده در گذر زمان به خوبی عمل می‌کند، و به همین دلیل به یک الگوی مؤثر برای **تصویرسازی‌های تغییرات اقلیمی** تبدیل شده است.

جدول بالا نشان‌گر گستردگی ماه به ماه در دریا‌های شمالگان از سال ۱۹۷۹ تا نیمه‌ی نخست سال ۲۰۱۴ است. (نیمه‌ی دوم سال ۲۰۱۴ در این جا نیامده، چون جدول پیش از انتشار داده‌های مربوط به آن تنظیم شده بود.) از بالا

به پایین جدول که بررسی بشود، هر ردیف نشان‌گر حجم یخ در گذر یک سال است، چنان‌که گستردگی یخ در گذر سال کم می‌شود و سپس در ماه‌های ژانویه و دسامبر (در فصل زمستان) مجدد گسترش می‌یابد. همان‌طور که چشم‌تان به سمت راست جدول پیش می‌رود، می‌توانید کاهش تدریجی شکل‌گیری یخ را مشاهده کنید. این روند به ویژه در ماه سپتامبر (چهارمین ردیف از پایین به بالا) مشهود است، وقتی که گستردگی یخ به پایین‌ترین حد خود در طول سال می‌رسد.

جدا از این که دانشمندان از چه الگویی برای پیش‌بینی کاهش یخ در آینده استفاده کنند، شمالگان در نیمه‌ی دوم این قرن بیست و یکم، در تابستان‌ها عاری از هرگونه یخی خواهد شد. شاید هم این اتفاق در نیمه‌ی این قرن رخ بدهد. یا حتی در کمتر از یک دهه‌ی آینده، چنین وضعیتی حاکم بشود.

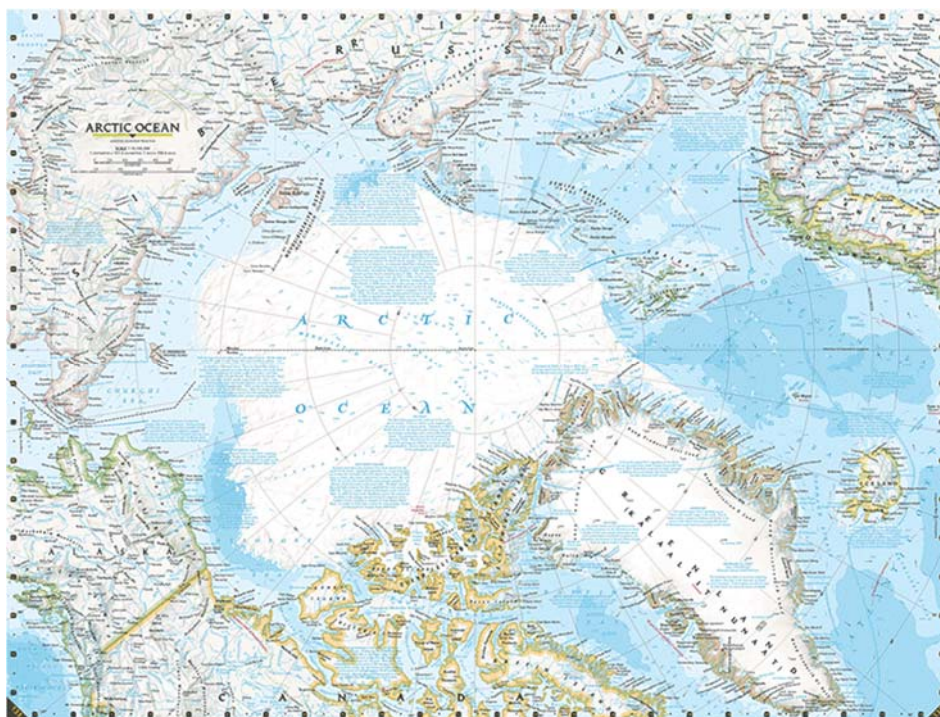


نوسان گستردگی یخ دریاهای شمالگان در گذر یک سال، در جریان انیمیشنی جدول بالا منعکس شده است، هرچند روند کاهش گستردگی یخ در بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۶ آشکارتر می‌شود. منبع تصویر: رصد زمین ناسا.

این جدول انیمیشنی که در ۶ دسامبر توسط **رصد زمین ناسا** منتشر شده است، راه دیگری برای تجسم گستردگی یخ دریاهای شمالگان ارائه می‌دهد. در این جدول، شما به راحتی می‌توانید روند آرام اما در عین حال منسجم کاهش یخ بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۶ را مشاهده کنید. همچنین تغییرات روند کاهش را هم می‌توانید ببینید - که توضیح می‌دهد چرا افزایش گستردگی یخ در یک یا دو زمستان نمی‌تواند به عنوان مدرکی بر تغییر این روند کاهش مطرح شود.

رکورد کمترین مقدار یخ در ماه‌های تابستان در دریاهای شمالگان در سال ۲۰۱۲ میلادی ثبت شده است، و حجم یخ در این سال کمتر از هر سال دیگری به نظر می‌رسد. در سال ۲۰۱۶، گستردگی یخ در ماه سپتامبر بیشتر از این

رکورد بود، ولی به نظر می‌رسد که تا اواخر ماه اکتبر گستردگی یخ از رکورد سال ۲۰۱۲ هم کمتر شده باشد، و این سومین سال پیاپی است که حداکثر گستردگی یخ به شکلی رکوردشکن پایین‌تر از همیشه است. مرکز داده‌های ملی برف و یخ، نسخه‌ی چندرسانه‌ای و به‌روز داده‌های این جدول را ارائه می‌دهد.

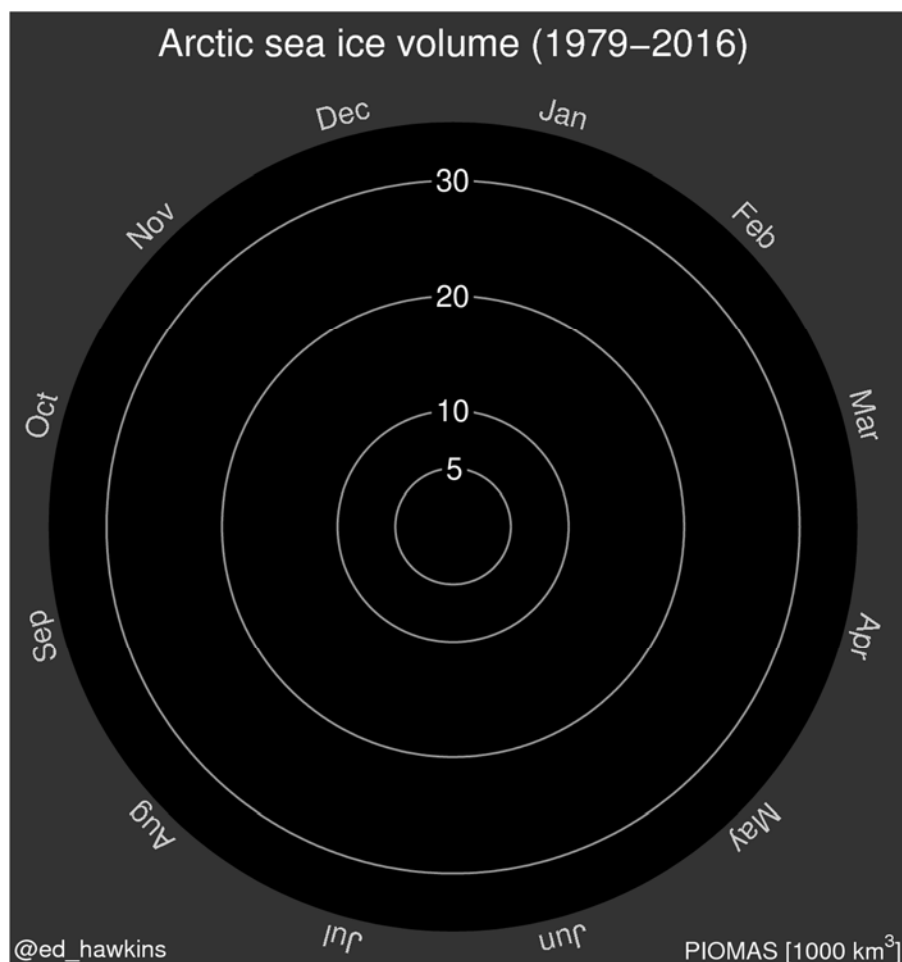


چهار نقشه‌ی شمالگان از آرشیو اطلس‌های نشنال جئوگرافیک که بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۴ منتشر شده‌اند و نشان‌گر تغییرات در گستردگی یخ هستند. منبع عکس: نقشه‌های نشنال جئوگرافیک.

تغییرات در شمالگان توجه نقشه‌نگاران را هم جلب کرده است. سال گذشته، رئیس جمهور وقت باراک اوباما، با اشاره به شواهدی مبنی بر این که آمریکا هم اکنون شاهد تأثیرگذاری تغییرات اقلیمی است، گفت: «نشال جئوگرافیک به خاطر ذوب کوه‌های یخ مجبور شد به گسترده‌ترین تغییر نقشه‌ها از زمان فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی دست بزند.»

شما در انیمیشن بالا می‌توانید شاهد تغییری باشید که اوباما از آن صحبت می‌کند. آخرین تصویر از دهمین ویرایش «اطلس جهان نشنال جئوگرافیک» است که در سال ۲۰۱۴ منتشر شده است. در آن نقشه، یخ چندلایه (یخ مسن‌تر) سال ۲۰۱۲ به شکل توده‌ای سفید مشخص شده است؛ حداکثر گستردگی یخ دریاها هم در قالب یک خط مشخص شده است.

در هنگام ترسیم نقشه، یک چالش این است که بتوانیم تغییرات فصل‌های مختلف یک اقلیم را در مقایسه یک سال با دیگر سال‌ها نشان دهیم. شما در این مقاله می‌توانید بیشتر بخوانید (یا تماشا کنید) که نقشه‌نگاران چه‌طور تصمیم‌های خودشان در چنین مواردی را می‌گیرند.

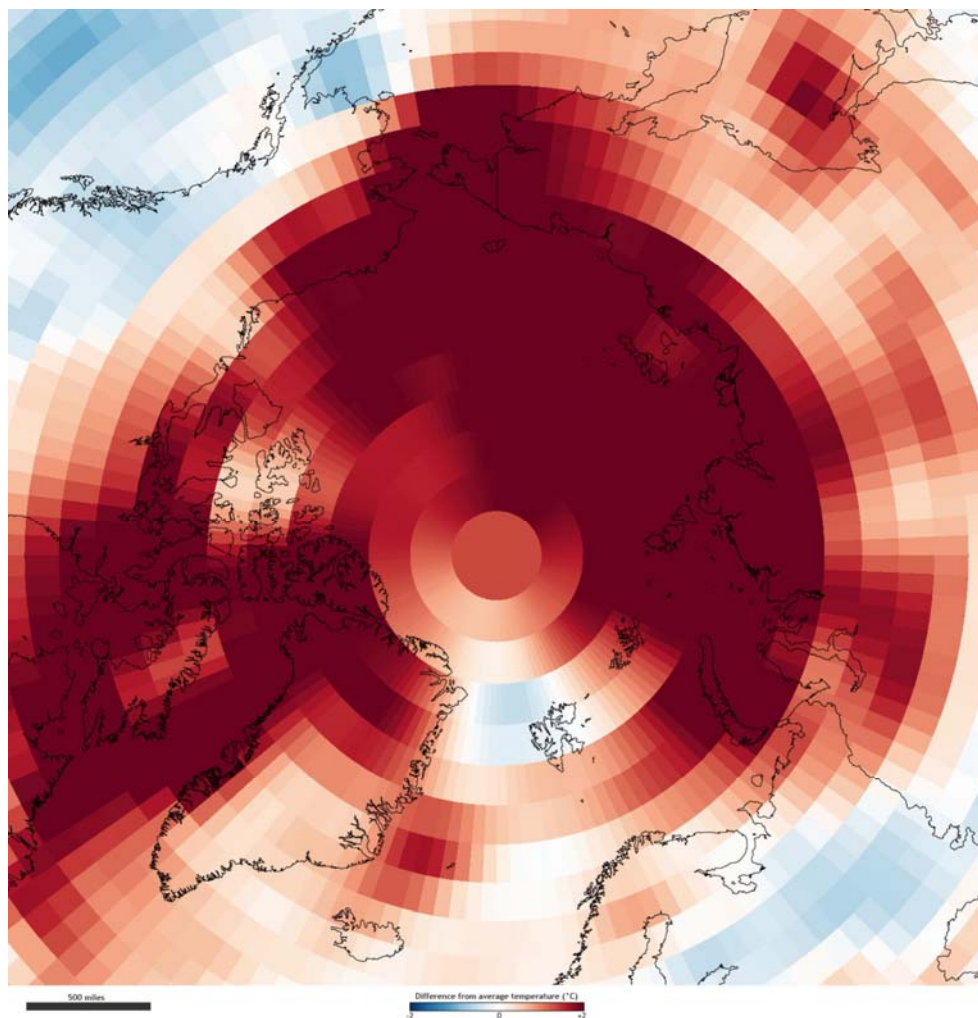


از سال ۱۹۷۹ تاکنون، حجم یخ دریاهای قطب شمال را با الگوی نوسازی پایومس معین می‌کنند، و به این ترتیب ماریپیچی از حجم یخ دریاها شکل می‌گیرد. (اندى رابینسون سال‌ها است که ماریپیچ یخ دریاهای قطب شمال را تهیه می‌کند.) منبع انیمیشن: دکتر اد هاوکینز، دانشگاه ری‌دینگ.

اوایل امسال، دانشمند اقلیم‌شناس، اد هاوکینز از مرکز ملی علوم جوی (ان‌سی‌ای‌اس)، یک انیمیشن ماریپیچی از افزایش دمای میانگین زمین بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۲۰۱۶ درست کرد. این طراحی گرافیکی به سرعت محبوب شد و میلیون‌ها بازدید در فیس‌بوک و توئیتر داشت. نسخه‌ای از این ماریپیچ حتی در مراسم افتتاحیه‌ی المپیک تابستانی ریو هم به نمایش گذاشته شد.

مارپیچ بالا نسخه‌ی انیمیشنی هاوکینز از حجم یخ دریا‌های قطب شمال بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۶ است. مارپیچ انحنای دارد، چون شکل‌گیری یخ نوسان‌های فصلی دارد، هرچند روند کاهش در این میان آشکار است. (یک دانشمند دیگر، اندی رابینسون، با حوصله‌ی زیاد، یک تصویر بی‌حرکت از **مارپیچ مرگ شمالگان** می‌سازد که روند تغییر را بر پایه نوسان‌های ماهیانه و تغییر گستردگی توده‌های یخ دریا‌های قطب شمال در گذر هر ماه سال را مجزا از هم نشان می‌دهد.)

هاوکینز **مارپیچ‌های بیشتری**، مشتمل بر مدل انباشت گاز دی‌اکسید کربن در جو زمین و مارپیچ دیگری در قالب سه‌بعدی از افزایش دمای میانگین کره زمین، هم ساخته است. کارهای او الهام‌بخش جی آلدن، دانشمندی دیگر، شده تا این **مارپیچ هولناک** را از مدل افزایش دمای آینده‌ای نزدیک بسازد.

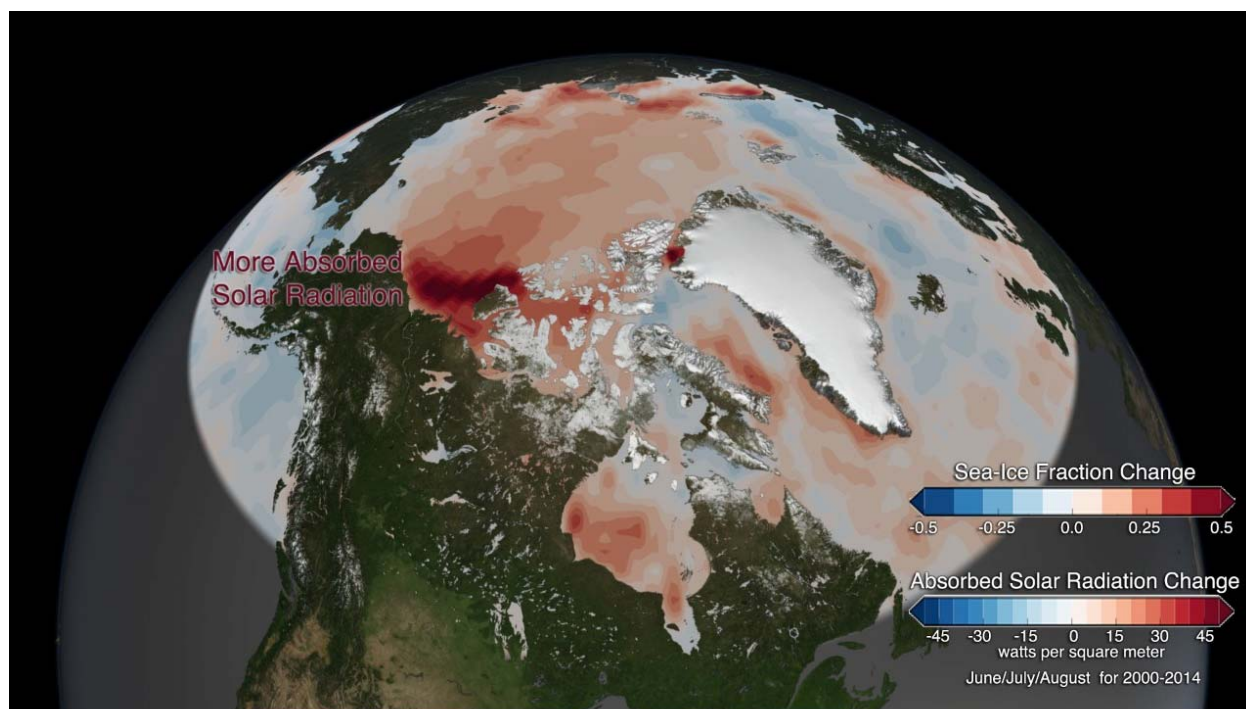


رنگ قرمز بیانگر این است که دما در فاصله‌ی اکتبر ۲۰۱۰ تا سپتامبر ۲۰۱۱ بالاتر از میانگین دما در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ است. منبع تصویر: اداره ملی اقیانوسی و جوی آمریکا (نوا)

دلیل اصلی تمامی این تغییرات در قطب شمال افزایش دما است. این تصویرسازی نشان می‌دهد که دمای سطح قطب شمال بین اکتبر ۲۰۱۰ و سپتامبر ۲۰۱۱ در چه حد بوده - و این که این دما چه قدر بالاتر از میانگین دمای سه دهه‌ی پیشین است. آنچه دانشمندان پیش‌بینی کرده‌اند کاملاً آشکار است: قطب شمال دو تا سه برابر سریع‌تر از بقیه‌ی زمین دارد گرم‌تر می‌شود.

یکی از اصلی‌ترین دلایل این اختلاف وجود یک حلقه‌ی واکنشی در شمالگان است که به چنین روندی قدرت می‌بخشد. یخ سفید و روشن می‌تواند بیشتر از آب تاریک اقیانوس‌ها نور خورشید را منعکس کند. خب، همان‌طور که دما افزایش پیدا می‌کند، باعث ذوب یخ‌ها می‌شود و سطح بیشتری از اقیانوس‌ها می‌تواند تابش خورشید را جذب کند؛ این باعث افزایش بیشتر دمای چنین منطقه‌هایی می‌شود، و این افزایش دما در نهایت باعث ذوب بیشتر یخ‌ها می‌شود.

به این بازتاب نسبی سطحی «آلبدو» (albedo) می‌گویند. این چرخه را همچنین حلقه‌ی واکنشی به بازتاب آلبدو یخی هم می‌خوانند.



رنگ قرمز بیانگر افزایش جذب تابش خورشیدی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ است. منطقه‌های قرمز تیره بیانگر نقاطی است که سطح یخ در حال کاهش است و همزمان آب تیره‌تر اقیانوس بیشتر از قبل نمایان می‌گردد. منبع تصویر: استودیو تصویرسازی علمی ناسا.

بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴، با کاسته شدن از یخ‌های منعکس‌کننده‌ی نور خورشید در دریا‌های شمال، آب تیره‌تر اقیانوس نمایان شده است. این فرآیند هم به نوبه‌ی خود باعث ۵ درصد افزایش مقدار جذب تابش‌های خورشیدی در قطب شمال شده است. به طور میانگین در اقیانوس شمالگان، این افزایش به معنای ۱۰ وات گرمایش بیشتر در هر مایل مربع است. در گذر همین دوره‌ی زمانی، نرخ مشابه در بقیه دنیا تقریباً مثل قبل باقی مانده است.

تصویر بالا نشان می‌دهد که در چه نقاطی جذب نور بیشتر از همه افزایش یافته است: منطقه‌ای که بر فراز آلاسکا و یوکان و قلمرو شمال غربی در کانادا، مشهور به دریای بوفورت است. در این جا، کاهش یخ دریا مشخصاً شدیدتر از بقیه‌ی نقاط است و افزایش جذب گرمایش در حدود ۵۰ وات در هر متر دریا است.

یکی از جنبه‌های بی‌اندازه نگران‌کننده در مورد کاهش یخ‌های دریا‌های قطب شمال ذوب سریع قدیمی‌ترین و ضخیم‌ترین لایه‌های یخ است. این یخ‌ها عموماً سال‌ها یک‌پارچه باقی می‌ماند، در حالی که در اطراف آن‌ها یخ جوان‌تر ذوب می‌شود و دوباره شکل می‌گیرد. کهن‌سال‌ترین یخ‌ها همانند حایلی در مقابل ذوب تابستانی عمل می‌کنند و عامل ثبات در قطب شمال هستند. هرچند اخیراً این لایه‌ی یخ کهن سال به شدت نازک و کوچک‌تر شده است و کل توده‌ی یخ را نسبت به تغییرات اقلیمی آسیب‌پذیر ساخته است.

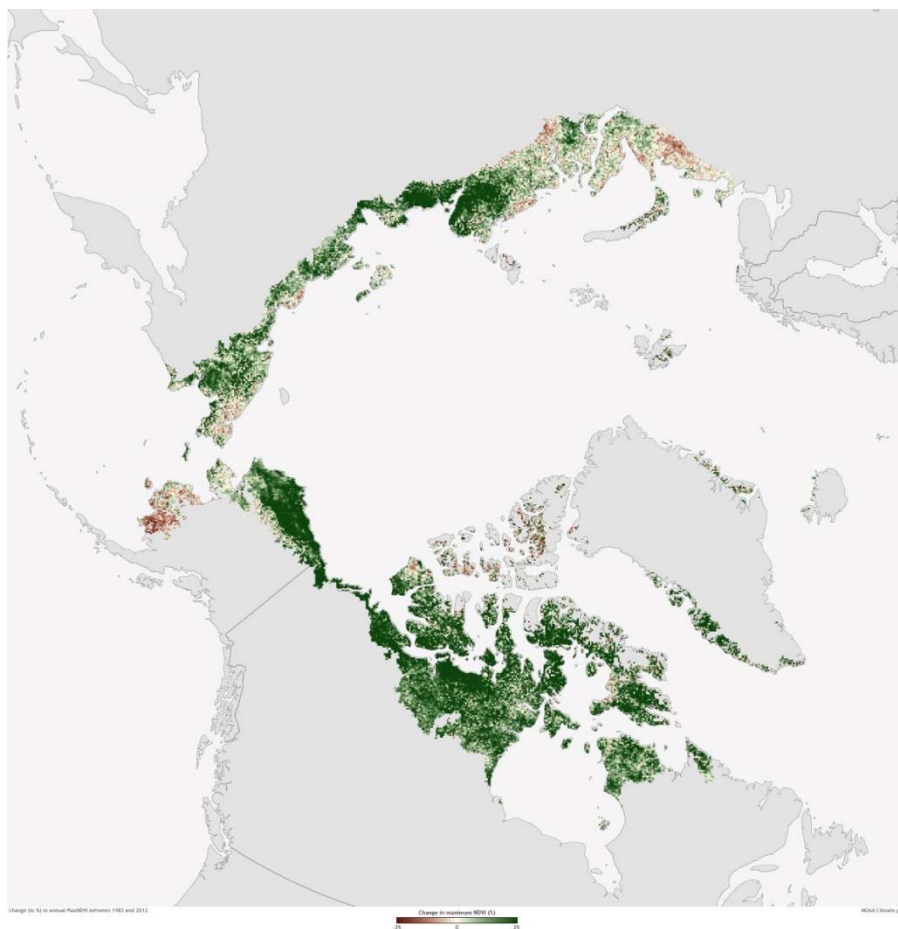
دانشمندان می‌توانند، با کمک ماهواره‌ها، حرکت و تغییر بخش‌های معینی از یخ را دنبال کنند. ماهواره‌ها می‌توانند تأثیر یک ریزموج انرژی را دنبال کنند که از تکه‌های شناور یخ حاصل می‌شود، و به این شکل می‌توانند حرکت یخ‌ها را تماشا کنند و بسنجند که یک توده‌ی یخ چه قدر دوام خواهد آورد.

این دیده‌بانی ماهواره‌ای آشکار ساخته است که کهن‌سال‌ترین لایه‌ی یخ دو دوره‌ی بزرگ ذوب را از سال ۱۹۸۴ تاکنون تاب آورده است (این موضوع در انیمیشن بالا مشخص است). اولین دوره، که در سال ۱۹۸۹ شروع شد، در نتیجه‌ی تغییر الگوهای حرکت‌های جوی حاصل شده بود که باعث این شد تا یخ‌ها در نرخی بالاتر از سطح معمولی از قطب شمال پاک بشود. دومین دوره در میانه‌ی سال ۲۰۰۰ شروع شد، همان‌طور که یخ کهن‌سال کمتر از گذشته استحکام نشان می‌داد و تکه‌های شناور اطراف خودش را بیشتر از قبل در معرض ذوب شدن قرار می‌داد.

کهن‌سال‌ترین یخ‌ها همچنین ضخیم‌ترین لایه‌های یخ نیز هستند. این تصویر گرافیکی نشان می‌دهد که چگونه میانگین ضخامت یخ دریا‌های قطب شمال کاهش یافته است، در همان حال که یخ کهن‌سال دارد ذوب می‌شود. یخ تازه در زمستان هر سال شکل می‌گیرد و ضخامت سه تا هفت فوت (نزدیک به ۱ متر تا کمی بیشتر از ۲ متر) پیدا

می‌کند. یخ کهن سال‌تر که عموماً بین ۱۰ تا ۱۳ فوت (کمی بیشتر از ۳ متر تا نزدیک به ۴ متر) ضخامت دارد و همانند یک دیوار حامی در مقابل ذوب تابستانی عمل می‌کند.

این تصویرسازی نشان می‌دهد که چطور از میانگین عمق یخ‌های دریا‌های قطب شمال در فاصله سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۳ به شدت کاسته شده است. این کاهش بازمانده‌ی یخ را نسبت به افزایش دما و تغییر الگوهای حرکت جوی آسیب‌پذیر باقی می‌گذارد.

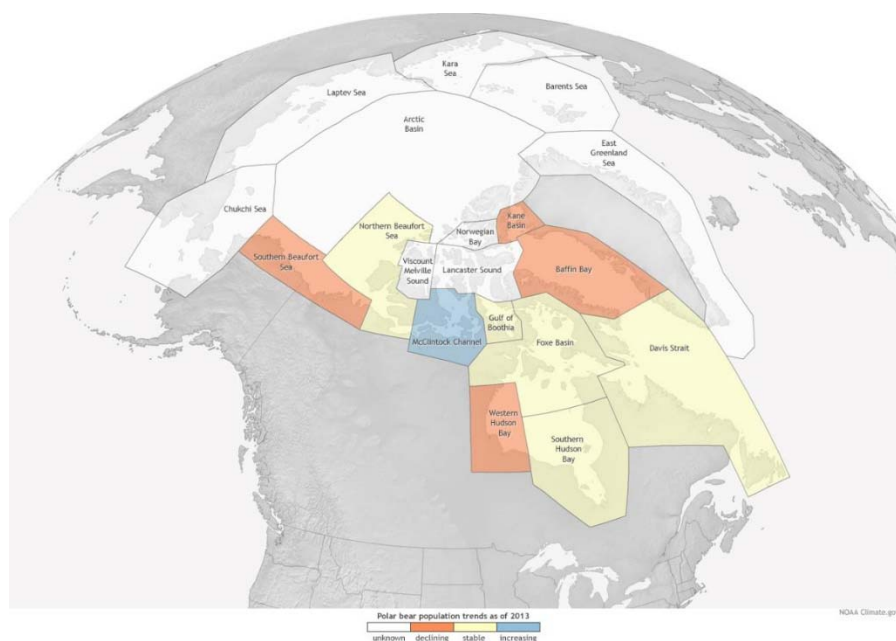


فصل رشد در بیشتر نقاط قطب شمال طولانی‌تر شده است. منبع تصویر: اداره ملی اقیانوسی و جوی آمریکا (نوا).

دمای بالاتر هوا به معنای فصل‌های بسیار طولانی‌تر و پر بارش‌تر در قطب شمال است. دانشمندان با استفاده از سنجش‌های ماهواره‌ای، که از نور مادون قرمز و موجود منعکس‌شده بر سطح زمین استفاده می‌کند، می‌توانند نقشه و کیفیت رشد کنونی گیاهان را بررسی کنند. نقشه‌ی بالا در اوج فصل رشد گیاهان، نشان‌دهنده‌ی تغییر در سبزی مناطق در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۲ است.

در سرتاسر شمالگان، تقریباً تمامی تندرا سبزتر شده است، همان‌طور که بوته‌ها و درختان به تدریج بزرگ‌تر و گسترده‌تر می‌شوند. این موضوع وابسته به چندین عامل، از جمله افزایش دمای هوا، کاهش پوشش برف، و تغییر الگوهای حرکت جوی است. دانشمندان تخمین می‌زنند که از سال ۱۹۸۲ تاکنون، فصل رشد در هر دهه، ۹ روز بیشتر از قبل شده است.

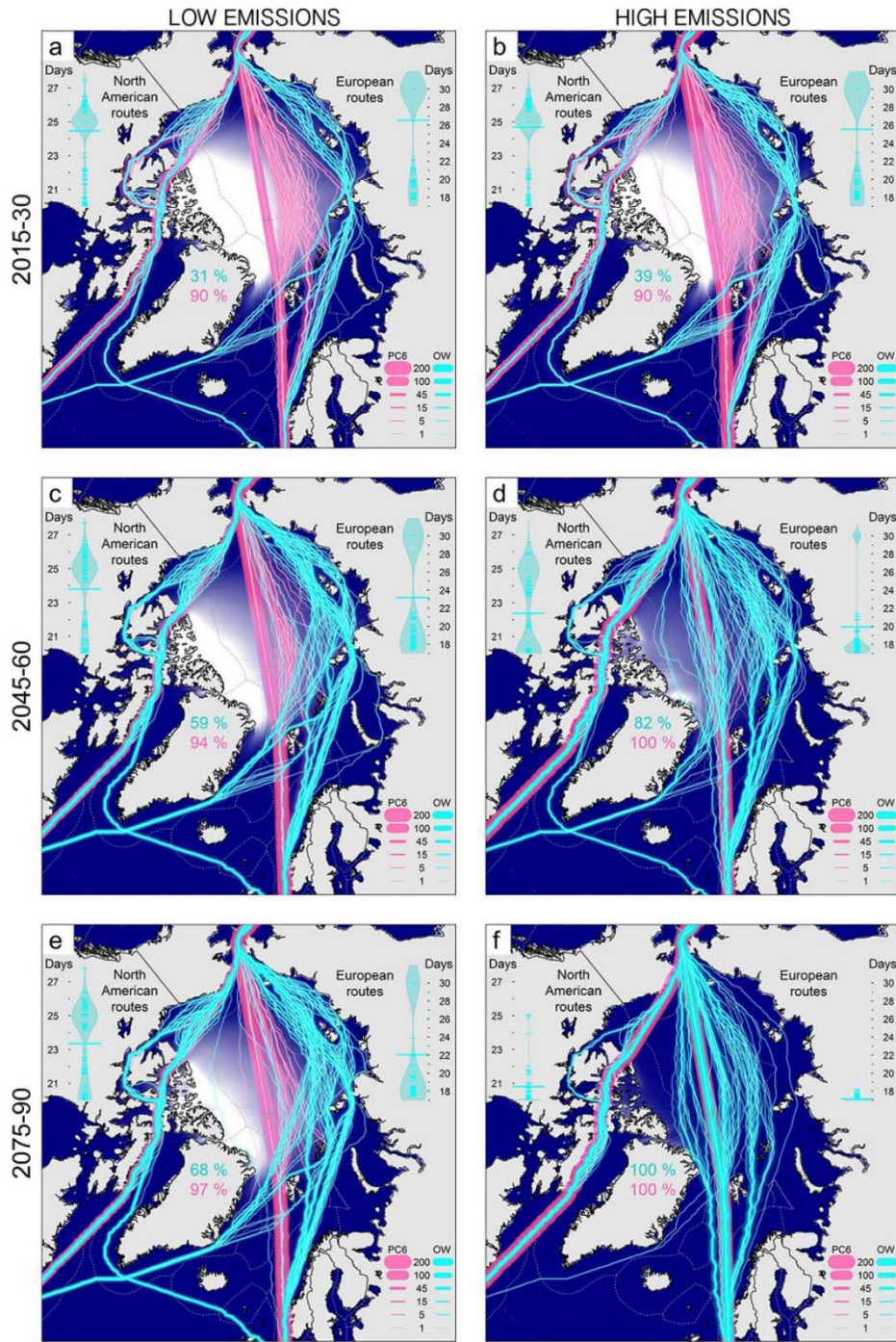
هنوز مشخص نیست که در درازمدت، افزایش سبزی تندرا چه‌طور بر پرفراست (permafrost - لایه‌ی زیرزمینی که در تمام طول سال در شمالگان یخ‌بسته است) تأثیر خواهد گذاشت. پرفراست می‌تواند نقش مهمی در آینده‌ی گرمایش بازی کند: اگر این لایه ذوب بشود، راه ورود گاز متان به اتمسفر باز خواهد شد که یک گاز قدرتمند گل‌خانه‌ای است و می‌تواند روند گرمایش زمین را سرعت ببخشد.



در قطب، شمال تاکنون ۱۹ گروه جمعیتی از خرس‌های قطبی مشاهده شده‌اند. برخی از این گروه‌ها زودتر از بقیه تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته‌اند. منبع تصویر: اداره ملی اقیانوسی و جوی آمریکا (نوا).

جانورهای درشت‌هیکل و پرهیبت در بالای زنجیره‌ی غذایی اکوسیستمی که در خطر قرار گرفته‌اند اغلب به عنوان نمادی از به‌مخمصه افتادن تمامی حیوانات یک منطقه مطرح می‌شوند. در شمالگان، این نقش بدون هیچ‌شکی به خرس‌های قطبی می‌رسد. این خرس‌ها موجوداتی زیبا و چشم‌نواز هستند؛ اما مشکلات‌شان هم بسیار جالب توجه و چشمگیر است. تصویر خرس‌هایی که به تکه‌های کوچک یخ آویخته‌اند و سعی دارند تا به غذایی دست پیدا کنند که هرچه بیشتر از دسترس آن‌ها می‌شود به تصویرهایی نمادین و نشان‌دهنده‌ی عواقب تغییرات اقلیمی تبدیل شده‌اند.

البته به دلایل گوناگونی، سرنوشت اقلیمی خرس‌های قطبی داستانی پیچیده است. همان‌طور که نقشه‌ی بالا نشان می‌دهد، هرکدام از ۱۹ گروه جمعیتی خرس‌های قطبی با شرایط محیط زیستی متفاوتی دست و پنجه نرم می‌کنند. چهار تا از این ۱۹ گروه جمعیتی، شاهد کاهش جمعیت هستند، پنج‌تایشان جمعیت به نسبت ثابتی دارند، و تنها یکی از این گروه‌ها شاهد افزایش جمعیت است. تقریباً برای نیمی از این گروه‌های جمعیتی، داده‌های کافی وجود ندارد تا بشود گفت چه دارد بر سرشان می‌آید.



در همان حال که از گستردگی یخ دریاها کاسته می‌شود، مسیرهای کشتی‌رانی در قطب شمال هم به تدریج باز می‌شوند. با فرض تولید کم گازهای گل‌خانه‌ای در آینده‌ی نزدیک (تصویرهای سمت چپ) یا تولید بالای گازهای گل‌خانه‌ای در آینده‌ی نزدیک (تصویرهای سمت راست)، این تخمین زده شده است که چه مسیرهای بیشتری به تدریج برای چه نوعی از کشتی‌ها، در دهه‌های پیش رو باز خواهند شد و این مسیرها در چه تعداد بیشتری از ماه‌ها در گذر سال باز باقی خواهند ماند. منبع تصویر: مجله‌ی تحقیقات ژئوفیزیکی.

در همان حال که یخ شمالگان عقب می‌نشیند، راه‌های آبی بیشتری باز می‌شوند و این به معنای فرصت‌های بیشتر برای کشتی‌رانی است. تحقیقات منتشر شده در سپتامبر گذشته در [مجله‌ی تحقیقات ژئوفیزیکی](#) پیش‌بینی کرده‌اند که در دهه‌های پیش رو، اقیانوس قطب شمال تبدیل به میان‌بره‌ایی مناسب برای تردد تعداد هرچه بیشتری از کشتی‌هایی بشوند که کالاها را بین بندرهای اقیانوس آرام و اقیانوس آتلانتیک شمالی جابه‌جا می‌کنند. امروزه، کشتی‌هایی که بین شرق آسیا و اروپا تردد می‌کنند، برای عبور از کانال سوئز باید بیش از یک ماه بر روی آب در حرکت باشند. مسیر آمریکای شمالی تا آسیای شرقی از طریق کانال پاناما به شکل میانگین ۲۵ روز طول می‌کشد. تا پایان این قرن، مسیرهای مختلفی در قطب شمال می‌تواند چهار روز از میانگین زمان حرکت از آمریکای شمالی کم کنند و تقریباً دو هفته فاصله‌ی اروپا تا آسیای شرقی را کاهش دهند.

تصویر گرافیکی بالا نشان می‌دهد که چه مسیرهایی می‌توانند برای تردد کشتی‌ها امکان‌پذیر و باز بشوند، در عین حال که بتوان از حجم یخ (مشخص شده به رنگ صورتی) هم به شکل نسبی محافظت کرد، در کنار عبور کشتی‌ها از مسیرهای معمولی در دریای آزاد (مشخص شده به رنگ آبی). تصویر سمت چپ بر پایه‌ی این سناریو ترسیم شده است که تولید گازهای گلخانه‌ای در آینده کاهش می‌یابد؛ تصویر سمت راست بر پایه‌ی تولید بیشتر گازهای گلخانه‌ای در آینده ترسیم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، با کاهش بیشتر یخ شمالگان، مسیرهای سراسری در گذر زمان به روی عبور کشتی‌ها باز می‌شوند.

مطالعه‌ای تازه تخمین می‌زند که با سطح کمتر تولید گازهای گلخانه‌ای، قطب شمال تا پایان این قرن، چهار تا هشت ماه در طول سال به روی عبور کشتی‌ها باز خواهد ماند. در سناریوی تولید بیشتر گازهای گلخانه‌ای، این مسیرها ۱۰ تا ۱۲ ماه در طول سال به روی عبور کشتی‌ها باز خواهند بود. هرچند در این میان نکته‌ی مثبتی هم وجود دارد: محققان خاطر نشان می‌کنند که هرچه مسیر حرکت کشتی‌ها کوتاه‌تر باشد، آلودگی ناشی از کار کشتی‌ها هم بدین ترتیب کمتر خواهد شد.

برگردان: سید مصطفی رضیئی

بتسی میسون روزنامه‌نگار علمی و همکار مجله‌ی [نشال جئوگرافیک](#) است. آنچه خواندید برگردان این نوشته‌ی او است:

Betsy Mason, '[11 Ways to See How Climate Change Is Imperiling the Arctic](#),' *National Geographic*, 8 January 2017.