

بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ العالمي في 2018

الطقس
المناخ
الماء



المنظمة العالمية
للأرصاد الجوية

مطبوع المنظمة رقم 1233

مطبوع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية رقم 1233

© حقوق الطبع محفوظة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2019

حقوق الطبع الورقي أو الإلكتروني أو بأي وسيلة أو لغة أخرى محفوظة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). ويجوز استنساخ مقتطفات موجزة من مطبوعات المنظمة دون الحصول على إذن بشرط الإشارة إلى المصدر الكامل بوضوح. وتوجه المراسلات والطلبات المقدمة لنشر أو استنساخ أو ترجمة هذا المطبوع جزئياً أو كلياً إلى العنوان التالي:

Chairperson, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 81 17
Email: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-61233-5

ساهم الأشخاص التالية أسماؤهم في هذا البيان: John Kennedy (دائرة الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة)، Selvaraju Ramasamy (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو))، Robbie Andrew (مركز البحوث المناخية الدولية (CICERO)، النرويج)، Salvatore Arico (لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC-UNESCO))، Erin Bishop (المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR))، Geir Braathen (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO))، Pep Canadell (منظمة الكمنولث للبحوث العلمية والصناعية، أستراليا)، Anny Cazanave (مختبر دراسات الجيوفيزياء وعلوم المحيطات الفضائية (CNES))، و مرصد ميدي بيرينيه، فرنسا)، Jake Crouch (الإدارة الدولية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA))، الولايات المتحدة الأمريكية)، Chrystelle Damar (البيئة، منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO))، Neil Dickson (البيئة، المنظمة (ICAO))، Pierre Fridlingstein (جامعة إكستر)، (UNHCR)، Madeline Garlick، Marc Gordon (مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNISDR))، Jane Hupe (البيئة، المنظمة (ICAO))، Tatiana Ilyina (معهد ماكس بلانك)، Dina Ionesco (المنظمة الدولية للهجرة (IOM))، Kirsten Isensee (لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC-UNESCO))، Robert B. Jackson (جامعة ستانفورد)، Maarten Kappelle (برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP))، Sari Kovats (لندن، مدرسة لندن للعلوم المتعلقة بالصحة وطب الأمراض الاستوائية)، Corinne Le Quéré (مركز تيندل لأبحاث تغير المناخ)، Sieun Lee (IOM)، Isabelle Michal (UNHCR)، Virginia Murray (الصحة العامة بإنجلترا)، Sofia Palli (UNISDR)، Giorgia Pergolini (برنامج الأغذية العالمي (WFP))، Glen Peters (CICERO)، Eric Rignot (جامعة كاليفورنيا، إرفين)، Joy Shumake-Guillemot، Katherina Schoo (IOC-UNESCO) (مكتب المناخ والصحة المشترك بين المنظمة (WMO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO))، Freja Vamborg (المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF))، Jing Zheng (UNEP)، Markus Ziese (مرفق الأرصاد الجوية الألماني (DWD)).

كما ساهم في البيان الوكالات التالية: منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)، لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC-UNESCO)، المنظمة الدولية للهجرة (IOM)، منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNISDR)، برنامج الأغذية العالمي (WFP)، منظمة الصحة العالمية (WHO).

مع إسهامات من البلدان التالية: الجزائر، الأرجنتين، أرمينيا، أستراليا، النمسا، بلجيكا، البرازيل، كندا، جمهورية أفريقيا الوسطى، شيلي، الصين، كوستاريكا، كوت ديفوار، كرواتيا، قبرص، تشيكيا، الدانمرك، إستونيا، فيجي، فنلندا، فرنسا، جورجيا، ألمانيا، اليونان، هنغاريا، أيسلندا، الهند، إندونيسيا، جمهورية إيران الإسلامية، العراق، أيرلندا، إسرائيل، إيطاليا، اليابان، الأردن، كازاخستان، كينيا، الكويت، لايتفيا، ليسوتو، دولة ليبيا، ماليزيا، مالي، المكسيك، المغرب، نيوزيلندا، هولندا، نيجيريا، النرويج، باكستان، الفلبين، بولندا، البرتغال، قطر، جمهورية كوريا، جمهورية مولدوفا، الاتحاد الروسي، صربيا، سلوفينيا، جنوب أفريقيا، إسبانيا، السويد، سويسرا، تونس، تركيا، أوكرانيا، الإمارات العربية المتحدة، المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، جمهورية تنزانيا المتحدة، الولايات المتحدة.

مع بيانات من الجهات التالية: المركز العالمي لمناخيات الهطول (GPCC) (مرفق الأرصاد الجوية الألماني (DWD))، دائرة هادلي للأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة، المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEI) التابعة للإدارة الدولية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، مركز غودارد للدراسات الفضائية التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA-GISS)، الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA)، البرنامج العالمي لمراقبة الغلاف الجوي (GAW) التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)، المركز الوطني لبيانات الثلج والجليد في الولايات المتحدة (NSIDC)، مختبر روتغر للتلوج، مرصد Mauna Loa، مبادرة الكربون الأزرق، الشبكة العالمية لأكسجين المحيطات، الشبكة العالمية لمراقبة تآكل المحيطات، هيئة حوض نهر النيجر، مرصد هونغ كونغ، المنتدى الإقليمي للتوقعات المناخية القطبية (PARCOF)، مبادرة تغير المناخ لوكالة الفضاء الأوروبية، مرفق كوبرنيكوس لمراقبة البيئة البحرية، خدمة حفظ البيانات الأوغيانوغرافية الساتلية والتثبت من صحتها وتفسيرها (AVISO)، المرفق العالمي لمراقبة الأنهار الجليدية (WGMS)، جامعة ولاية كولورادو.

صورة الغلاف: طريق Lugard، قمة فكتوريا بهونغ كونغ، الصين، المصور: Chi Kin Carlo Yuen، هونغ كونغ، الصين

ملاحظة

التسميات المستخدمة في مطبوعات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) وطريقة عرض المواد فيها لا تعني التعبير عن أي رأي من جانب أمانة المنظمة (WMO) فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطاتها، أو فيما يتعلق بتعيين حدودها أو تخومها.

ولا يعني ذكر شركات أو منتجات معينة أن هذه الشركات أو المنتجات معتمدة أو موصى بها من المنظمة تفضيلاً لها على سواها مما يمثّلها ولم يرد ذكرها أو الإعلان عنها.

والنتائج والتفسيرات والاستنتاجات التي يقدمها مؤلفون معينهم في مطبوعات المنظمة (WMO) تخص هؤلاء المؤلفين وحدهم، ولا تعكس بالضرورة آراء المنظمة (WMO) أو أعضائها.

المحتويات

3	تصدير
4	بيان الأمين العام للأمم المتحدة
5	بيان رئيسة الجمعية العامة للأمم المتحدة
6	مؤشرات حالة المناخ
6	درجة الحرارة
7	تعريف مؤشرات حالة المناخ
8	مصادر البيانات وخطوط الأساس المتعلقة بدرجات الحرارة العالمية
9	غازات الاحتباس الحراري والأوزون
10	الكربون الأزرق الساحلي
13	المحيطات
14	تناقص الأكسجين من المحيطات المفتوحة والمياه الساحلية
15	اتجاهات الاحترار في المحيط الجنوبي
17	الغلاف الجليدي
19	اتزان كتلة الصفحة الجليدية في القطب الجنوبي
21	عوامل التقلبية بين السنوات
23	الظواهر المتطرفة
30	مخاطر المناخ والآثار المتصلة بها عامة
30	الزراعة والأمن الغذائي
31	نزوح السكان وحراك البشر
33	الحرارة والصحة
33	الآثار البيئية
34	آثار الحرارة على الصحة
36	تلوث الهواء وتغير المناخ
38	الطيران المدني الدولي والتكيف مع تغير المناخ

كان عام 2018 رابع أحر عام مسجل

وكانت الأعوام 2015-2018 أحر أربع سنوات مسجلة،
مع استمرار الاتجاه الاحتراري طويل الأمد



بلغ المحتوى الحراري للمحيطات قيمة مرتفعة
قياسية، ويواصل المتوسط العالمي لمستوى
سطح البحر ارتفاعه

مساحة رقعة الجليد البحري في المنطقتين القطبيتين
الشمالية والجنوبية دون المستوى بكثير



أثر الطقس المتطرف على الحياة والتنمية المستدامة
في كافة القارات



تجاوز المتوسط العالمي لدرجات الحرارة مستويات
ما قبل العصر الصناعي بدرجة مئوية تقريباً

لسنا في المسار الصحيح لتحقيق أهداف تغير المناخ
ووقف الزيادة في درجات الحرارة



كل جزء من الدرجة يحدث فرقاً في الاحترار

تصدير

الحراري الرئيسية في الغلاف الجوي، والارتفاع المتزايد لمستوى سطح البحر، وفقدان الجليد البحري في المنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية كليهما.

وأحرز تقدم أيضاً في فهم العلاقة بين تقلبية المناخ وتغيره المرصودين وعواقبهما على المجتمعات، بفضل التعاون الممتاز بين الوكالات الشقيقة في منظومة الأمم المتحدة. ويبيّن هذا المطبوع بعضاً من تلك الروابط التي سُجّلت خلال السنوات الماضية ولا سيما خلال الفترة الممتدة من 2015 إلى 2018 والتي شهدت تأثيراً قوياً من ظاهرتي النينيو والنينيا فضلاً عن التغيرات المناخية على الأجل الطويل.

وتجاوزت درجة الحرارة العالمية مستويات فترة ما قبل العصر الصناعي بما يقرب من درجة مئوية. وبدأ ينفد بسرعة الوقت المتبقي للوفاء بالالتزامات الواردة في اتفاق باريس بشأن تغير المناخ.

وسيسترشد بهذا التقرير مؤتمر القمة المعني بالمناخ لعام 2019 الذي دعا الأمين العام للأمم المتحدة لعقده، ولذا، فإنني أغتنم هذه الفرصة لأشكر جميع المساهمين في هذا المطبوع من المؤلفين، والمرافق الوطنية للأرصاء الجوية والهيدرولوجيا، والمراكز العالمية للبيانات والتحليلات المناخية، والمراكز الإقليمية المتخصصة للأرصاء الجوية، والمراكز المناخية الإقليمية، ووكالات الأمم المتحدة التي تعاونت في إعداد هذه المطبوع الموثوق.



(ب. تالاس)
الأمين العام

يصادف عام 2018 مرور خمسة وعشرين عاماً على نشر بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ العالمي الذي أصدر لأول مرة في عام 1994. وتناول طبعة 2019 لبيانات عام 2018 إنما هو تنويه بالجهود الدولية المكرسة للإبلاغ عن التغيرات السنوية والتوجهات الطويلة الأجل لتغير المناخ، وتحليلها، وفهمها.

وقد أعدت وقدمت سنوياً معارف جوهرية من أجل إطلاع الدول الأعضاء في المنظمة (WMO) ومنظومة الأمم المتحدة ومتخذي القرار باستمرار على حالة النظام المناخي. ويكمل هذا البيان دورة الإبلاغ الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والتي تتراوح بين خمس وسبع سنوات وتوفر معلومات محدّثة لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ وغيرها من أطر السياسات المتعلقة بالمناخ.

وقد حقق علم المناخ، منذ أن نُشر هذا البيان لأول مرة، درجة غير مسبوقة من اليقين إذ قدّم أدلة موثوقة على زيادة درجة الحرارة العالمية وما يستتبعها من ظواهر مثل ارتفاع مستوى سطح البحر وتقلص الجليد البحري وفقدان الكتل الجليدية فضلاً عن بعض الظواهر المتطرفة المرتبطة بزيادة درجات الحرارة، مثل موجات الحرارة. ومع ذلك، لا تزال توجد مجالات تحتاج إلى المزيد من الرصد والبحث، ويشمل ذلك الحد من درجة عدم اليقين في تقييم تأثير تغير المناخ في أنماط الأحداث المتطرفة وفي تيارات المحيطات وتدفقات التيارات النفاثة في الغلاف الجوي التي يمكن أن تحدث موجات برد قاسية في بعض الأماكن وظروفاً معتدلة في أماكن أخرى.

وتشمل النتائج الرئيسية لهذا البيان ارتفاع الحرارة القياسي المسجل خلال الفترة 2015-2018، والاتجاه التصاعدي المستمر في تركيزات غازات الاحتباس

بيان الأمين العام للأمم المتحدة

المناخ في 23 أيلول/سبتمبر. وتهدف هذه القمة إلى حشد الإرادة السياسية اللازمة لرفع سقف الطموح في مسعانا لتحقيق أهداف اتفاق باريس. وإنني لأناشد كافة الزعماء تحديداً المجيء إلى نيويورك في أيلول/سبتمبر بخطط ملموسة وواقعية لتحسين مساهماتهم المحددة وطنياً بحلول عام 2020، والوصول إلى صافي انبعاثات صفري بحلول منتصف القرن. كما ستوضح القمة الإجراءات التحويلية في كافة المجالات المحتاجة لذلك.

لم يعد لدينا أي وقت للتأخير. وإنني لأثني على هذا التقرير باعتباره إسهاماً لا غنى عنه في الجهود العالمية للحيلولة دون اضطراب المناخ بشكل لا رجعة فيه.



(أنطونيو غوتيريش)
الأمين العام للأمم المتحدة

البيانات الواردة في هذا التقرير تبعث على قلق بالغ. فقد كانت السنوات الأربع الماضية أحر سنوات مسجلة، وتجاوز المتوسط العالمي لدرجات الحرارة السطحية في 2018 خط الأساس لفترة ما قبل الصناعة بزهاء درجة واحدة مئوية.

وهذه البيانات تؤكد ضرورة اتخاذ إجراءات مناخية عاجلة. وهذا ما أكدته أيضاً التقرير الخاص بشأن الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC). فقد وجدت الهيئة (IPCC) أن الإبقاء على الاحترار العالمي في حدود 1.5 درجة مئوية سيقتضي تحولات حثيثة وبعيدة المدى في استغلال الأراضي والطاقة والصناعة والمباني والنقل والمدن، وكذلك تقليل صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية العالمية من مستويات عام 2010، بمقدار 45 في المائة تقريباً بحلول عام 2030، لتصل إلى "صافي صفري" في عام 2050 تقريباً.

وتشجيعاً للمجتمع العالمي على مزيد من الطموح في التصدي لتغير المناخ، أدعو إلى عقد مؤتمر قمة بشأن



UN Photo/Loey Felipe

السيد بيتيري تالاس، الأمين العام للمنظمة (WMO) (على اليسار) والسيد أنطونيو غوتيريس، الأمين العام للأمم المتحدة خلال اجتماع في نيويورك في أيلول/سبتمبر 2018.

بيان رئيسة الجمعية العامة للأمم المتحدة

هذا التقرير الواسع النطاق والمهم الذي أصدرته المنظمة (WMO) يؤكد بوضوح ضرورة اتخاذ إجراءات عاجلة بشأن تغير المناخ، ويبين قيمة البيانات العلمية الموثوقة لتبصير الحكومات في عملية اتخاذ القرار. وأنه من بين أولوياتي، بصفتي رئيسة للجمعية العامة للأمم المتحدة، أن أسلط الضوء على آثار تغير المناخ على تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وعلى ضرورة وجود فهم شمولي للتبعات الاجتماعية الاقتصادية للظواهر الجوية المتزايدة الحدة على مختلف بلدان العالم. وهذا التقرير الذي قدمته المنظمة (WMO) سيقدم إسهاماً قيماً في عملنا الدولي المتضافر لتركيز الانتباه على هذه المشكلة.

ماريا فرناندا اسبينوزا غارسيا
رئيسة الجمعية العامة للأمم المتحدة
الدورة 73



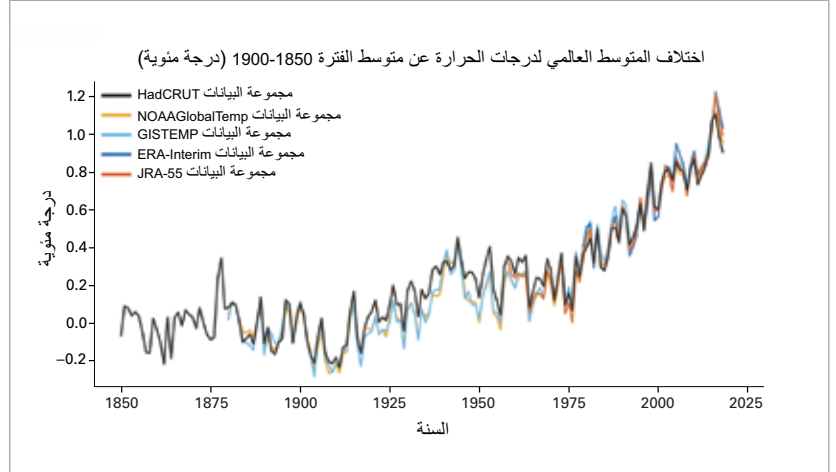
مؤشرات حالة المناخ

درجة الحرارة

الشكل 1 - متوسط

شدوذ درجات الحرارة العالمية مقارنةً بخط الأساس 1900-1850 في مجموعات بيانات درجة الحرارة العالمية الخمس. المصدر: دائرة هادلي للأرصاد الجوية.

يُقدَّر متوسط درجة الحرارة العالمية لعام 2018 بمقدار 0.13 ± 0.09 درجة مئوية فوق خط الأساس لفترة ما قبل العصر الصناعي (1900-1850). ويشمل هذا التقدير خمس مجموعات بيانات لدرجات الحرارة العالمية يجري استيفؤها بشكل مستقل، ويمثل النطاق انتشارها (الشكل 1).



وكانت سنة 2018 رابع أكثر السنوات دفئاً على الإطلاق، وكانت السنوات الأربع الماضية - 2015 إلى 2018 - أكثر أربع سنوات دفئاً في سجل درجات الحرارة العالمية. وكان عام 2018 أقل السنوات الأربع دفئاً. ومقارنةً بالعامين الأكثر دفئاً (وهما 2016 و2017)، بدأ عام 2018 بظروف ضعيفة لظاهرة النينيا وما يتبعها عادة من انخفاض في درجة الحرارة العالمية.

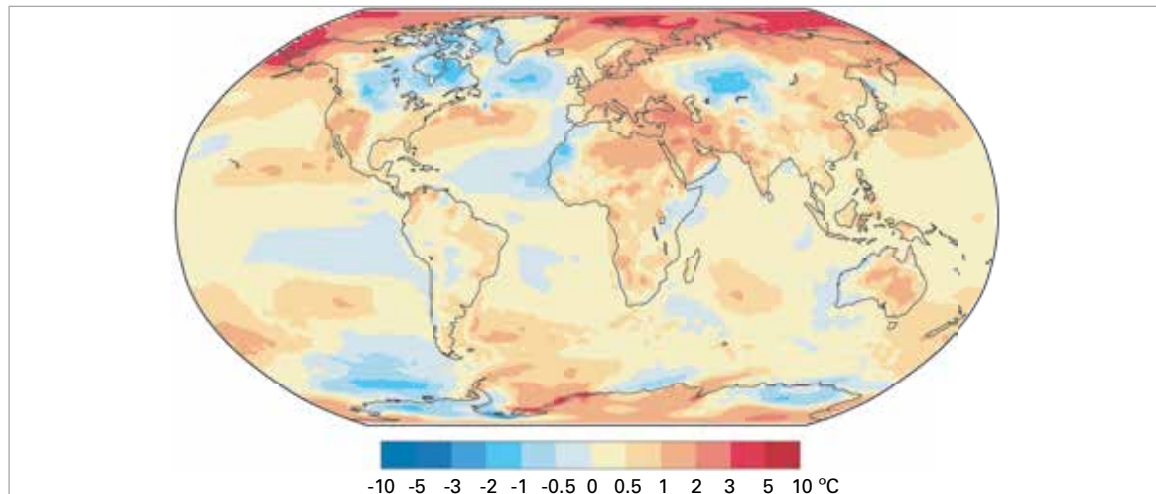
وورد في التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن تأثيرات الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية (الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية) أن متوسط درجة الحرارة العالمية للفترة 2015-2006 كان 0.86 درجة مئوية فوق خط الأساس

لفترة ما قبل العصر الصناعي. وعلى سبيل المقارنة، كان الشذوذ المتوسط فوق خط الأساس نفسه للعقد الماضي - 2009-2018 - يبلغ 0.07 ± 0.93 درجة مئوية، وكان المتوسط خلال السنوات الخمس الماضية، 2014-2018، 0.09 ± 1.04 درجة مئوية فوق خط الأساس ذاته. وتشمل كلتا الفترتين التأثير الاحتراري الناجم عن ظاهرة النينو القوية خلال الفترة 2015-2016.

انتشرت درجات الحرارة فوق المتوسط في عام 2018 (الشكل 2). ووفقاً للبيانات القارية للإدارة NOAA، كانت سنة 2018 من بين السنوات العشر الأكثر دفئاً في أفريقيا وآسيا وأوروبا وأوقيانوسيا وأمريكا الجنوبية. وكانت أمريكا الشمالية هي وحدها التي لم تشهد احتراراً في عام 2018 المسجل ضمن أحر عشر سنوات، واحتلت المرتبة الثامنة عشرة في السجل القياسي البالغ 109 أعوام.

وشهد عدد من المناطق حرارة ملحوظة. ففي المنطقة القطبية الشمالية، تجاوز متوسط الشذوذ في درجات الحرارة السنوية درجتين مئويتين على نطاق واسع و3 درجات مئوية في بعض الأماكن. وعلى الرغم من أن درجات الحرارة في القطب الشمالي كانت أقل عموماً مما كانت عليه في عام 2016، فإنها لا تزال مرتفعة بشكل استثنائي مقارنةً بالمتوسط الطويل الأجل. وكانت منطقة ممتدة عبر أوروبا وأجزاء من شمال أفريقيا والشرق

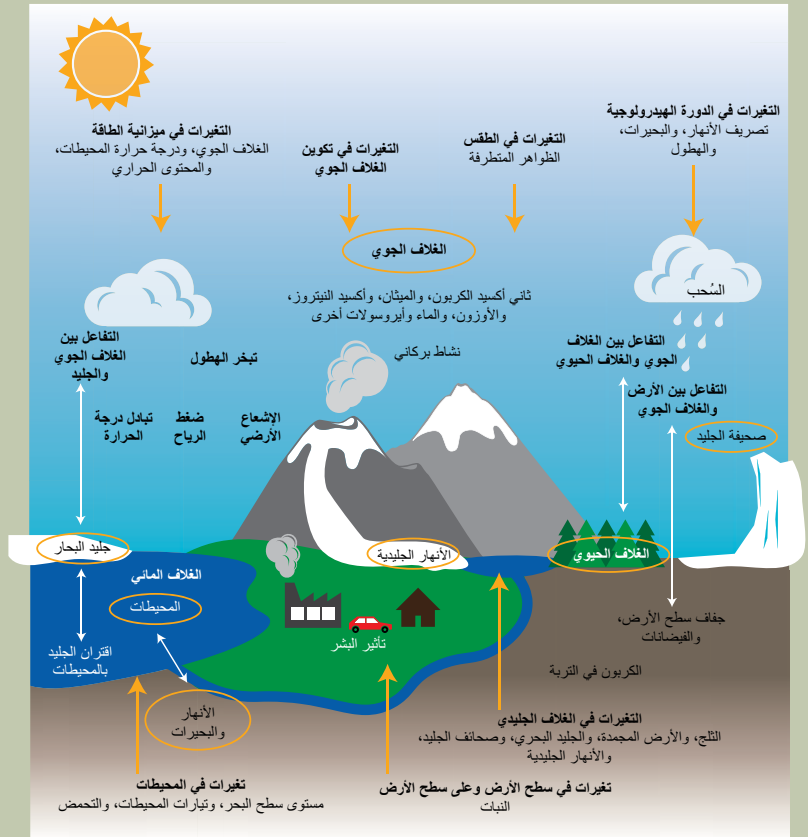
1 استخدمت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في تقييمها بيانات درجة الحرارة العالمية المستمدة من الإدارة NOAA (NOAAGlobalTemp) ومعهد غودارد للدراسات الفضائية (GISTEMP) ونسختين من بيانات وحدة البحوث المناخية لدائرة هادلي (HadCRUT4). وكانت إحدى نسختي مجموعة HadCRUT4 نسخة سابقة لتلك المستخدمة في هذا المطبوع واستُخدمت النسخة الأخرى لسد الثغرات في البيانات باستخدام طريقة إحصائية (R.G Way وCowtan, K) 2014. تغطية التحيز في سلاسل درجات الحرارة HadCRUT4 وتأثيرها في توجهات الحرارة المؤخرة. الجريدة الفصلية للجمعية الملكية للأرصاد الجوية، الإصدار 140، الصفحات 1935 - 1944، 2297/qj.1002/doi:10.1002.



الشكل 2 - شذوذ درجة حرارة الهواء فوق سطح الأرض لعام 2018 مقارنةً بمتوسط الفترة 1981-2010. المصدر: قاعدة بيانات ERA-Interim للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF).

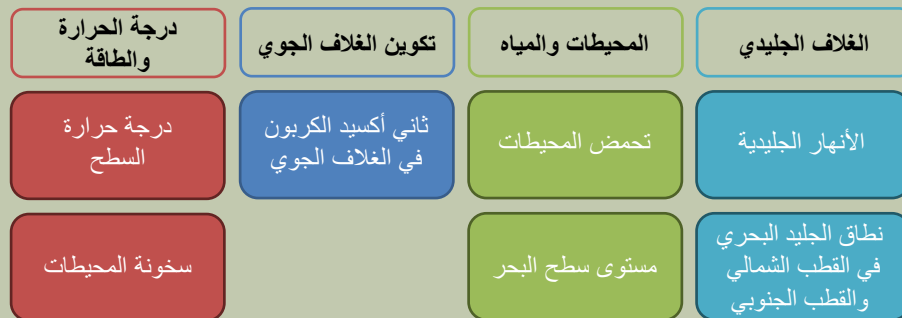
تعريف مؤشرات حالة المناخ

المكونات الرئيسية
لنظام المناخ والتفاعلات
المناخية: ميزانية الطاقة،
وتكوين الغلاف الجوي،
والطقس، والدورة
الهيدرولوجية، والمحيط،
والغلاف الجليدي.



يشكل العدد الكبير من المؤشرات الحالية التي وضعها علميون في مجال المناخ عاملاً مفيداً للعديد من الأغراض الفنية والعلمية المحددة ولجماهير بعينها. ولذا، لا يتناسب جميعها بنفس الدرجة لمساعدة غير المتخصصين على فهم كيفية تغير المناخ. ومن شأن تحديد مجموعة فرعية من المؤشرات الرئيسية التي تجسد مكونات النظام المناخي وسلوكياته الأساسية المتغيرة بطريقة شاملة أن يساعد الجماهير غير العلمية على فهم التغيرات في البارامترات الرئيسية لنظام المناخ بسهولة.

تستخدم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية قائمة تضم سبعة مؤشرات لحالة المناخ استُخلصت من المتغيرات المناخية الأساسية البالغ عددها 55 متغيراً في النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)، بما في ذلك درجة حرارة السطح، ومحتوى سخونة المحيطات، وثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وتحمض المحيطات، ومستوى سطح البحر، واتزان الكتلة الجليدية، ونطاق الجليد البحري في القطب الشمالي والقطب الجنوبي. وعادة ما نقيّم مؤشرات إضافية لإتاحة مزيد من التفصيل للتغيرات في المجال المعني. وتتضمن هذه المؤشرات على وجه الخصوص - على سبيل الذكر لا الحصر - الهطول، وغازات الاحتباس الحراري بخلاف ثاني أكسيد الكربون، والغطاء الثلجي، وصحائف الجليد، والظواهر المتطرفة، والآثار المناخية.



مؤشرات حالة المناخ التي تستخدمها المنظمة (WMO) لتتبع تقلب المناخ وتغيره على الصعيد العالمي، بما في ذلك درجة حرارة السطح، ومحتوى سخونة المحيطات، وثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وتحمض المحيطات، ومستوى سطح البحر، واتزان الكتلة الجليدية، ومدى الجليد البحري في القطب الشمالي والقطب الجنوبي. استُخلصت هذه المؤشرات من المتغيرات المناخية الأساسية البالغ عددها 55 متغيراً في النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS).

المصدر: <https://gcoss.wmo.int/en/global-climate-indicators>

مصادر البيانات وخطوط الأساس المتعلقة بدرجات الحرارة العالمية

قياس دقيق لدرجة الحرارة توافر المزيد من المحطات، وأخذ عينات تمثيلية دقيقة للعديد من المناخات المختلفة.

وعادة ما تعتمد الفترة الزمنية المختارة كخط أساس لحساب الشذوذ على التطبيق المنشود. وتتضمن خطوط الأساس الشائع استخدامها الفترات 1961-1990، و1981-2010، و1850-1900. وغالباً ما يُشار إلى الفترة الأخيرة كخط أساس لما قبل الحقبة الصناعية. وبالنسبة لبعض التطبيقات، على سبيل المثال تقييم التغير في درجات الحرارة خلال القرن العشرين، يمكن أن يكون اختيار خط الأساس مؤثراً بدرجة بسيطة أو غير مؤثر على الإطلاق.

وتوصي المنظمة (WMO) في الوقت الحالي بالفترة 1961-1990 فيما يتعلق بتقييمات تغير المناخ. وقد استخدمت فترة خط الأساس هذه على نطاق واسع في تقارير التقييم الثلاثة الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) (تقرير التقييم الثالث، وتقرير التقييم الرابع، وتقرير التقييم الخامس)، وبالتالي فهي تقدم نقطة مقارنة متسقة على مر الزمان. وبُذلت جهود كبيرة لحساب القيم المناخية العادية لهذه الفترة ونشرها.

وهناك قيمة شائعة الاستخدام لمتوسط درجة الحرارة العالمية المطلقة للفترة 1961-1990 وهي 14 درجة مئوية. إلا أن هذا الرقم غير معروف بدقة كبيرة، وقد يكون أعلى أو أقل بمقدار نصف درجة. وكما هو موضح سابقاً، يكون هامش الخطأ لقيمة درجة الحرارة الفعلية هذه أكبر بكثير من المعدل المعتاد لشذوذ متوسط درجة الحرارة السنوي، الذي عادة ما يكون حوالي 0.1 درجة مئوية.

ويستخدم خط أساس الفترة 1981-2010 لمراقبة المناخ. وغالباً ما يُفضل استخدام فترة حديثة مثل هذه الفترة لأنها الأكثر تمثيلاً للظروف الحالية أو "الطبيعية". وفي الواقع، غالباً ما يُشار إلى متوسطات فترة الثلاثين عاماً هذه على أنها "قيم مناخية عادية". واستخدام إحدى القيم العادية للفترة 1981-2010 يعني أن من الممكن استخدام بيانات مستقاة من الأجهزة الساتلية وعمليات إعادة التحليل للمقارنة، والتي غالباً ما لا تمتد إلى أزمنة أقدم بكثير. وكانت الفترة 1981-2010 أكثر دقة من الفترة 1961-1990 بمقدار حوالي 0.3 درجة مئوية.

واستُخدمت الفترة 1850-1900 لتمثيل ظروف "ما قبل الحقبة الصناعية" في تقرير الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC SR15) وهي الفترة المعتمدة في هذا البيان. ومن المهم مراقبة الاختلافات في درجات الحرارة العالمية عن ظروف ما قبل الحقبة الصناعية لأن اتفاق باريس يسعى إلى الحد من ظاهرة الاحترار العالمي عند درجة أعلى من ظروف ما قبل الحقبة الصناعية بمقدار 1.5 درجة مئوية أو درجتين مؤبوتين. ويتمثل الجانب السلبي لاستخدام خط الأساس هذا في وجود عدد قليل نسبياً من الرصدات المستمدة من هذه الفترة وبالتالي، هناك شكوك أكبر ترتبط بهذا الاختيار. والفترة 1850-1900 أكثر برودة من الفترة 1961-1990 بمقدار 0.3 درجة مئوية.

يستند تقييم درجات الحرارة العالمية الواردة في هذا البيان إلى خمس مجموعات من مجموعات البيانات. وتستند ثلاث مجموعات منها إلى قياسات درجة الحرارة التي قيسَت في محطات الطقس على الأرض وعن طريق السفن والعوامات فوق المحيطات، وُجمعت باستخدام أساليب إحصائية. ويقوم كل مركز من مراكز البيانات، المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEIs)¹ التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، ومعهد غودارد للدراسات الفضائية (GISS) التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA)²، ومركز هادلي التابع لمكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة ووحدة البحوث المناخية بجامعة East Anglia³، بمعالجة البيانات بطرق مختلفة للوصول إلى المتوسط العالمي. وهناك مجموعتان من مجموعات البيانات هما مجموعات بيانات إعادة التحليل - من المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) ودائرة كوبرنيكوس المعنية بتغير المناخ التابعة له (ERA-Interim)، ووكالة الأرصاد الجوية اليابانية (JMA) (JRA-55). وتدمج عمليات إعادة التحليل ملايين الرصدات الجوية والبحرية، بما في ذلك من السواحل، بجانب القيم النموذجية لإنتاج "إعادة تحليل كامل للغلاف الجوي. ويمكن دمج الرصدات مع النماذج من تقدير درجات الحرارة في أي وقت وفي أي مكان في العالم، حتى في المناطق التي نشح فيها البيانات من قبيل المناطق القطبية. توضح درجة الاتساق العالية للمتوسطات العالمية عبر مجموعات البيانات هذه مدى متانة السجل العالمي لدرجات الحرارة.

وعادة ما يُعبر عن درجات الحرارة العالمية على أنها "شذوذ"، أي اختلافات في درجات الحرارة عن المتوسط لفترة خط أساس محددة. وعلى الرغم من أن درجات الحرارة الفعلية قد تختلف اختلافاً كبيراً على مسافات قصيرة - على سبيل المثال، الاختلاف في درجة الحرارة بين أعلى وأسفل جبل ما - فإن الشذوذ في درجات الحرارة يمثل مناطق أكثر اتساعاً بكثير. مما يعني أنه إذا كانت درجات الحرارة أكثر دفئاً من المعتاد في أعلى الجبل، فمن المحتمل أن تكون أكثر دفئاً من المعتاد في أسفله. وبحساب متوسط درجات الحرارة على مدار شهر، يمكن أن تمتد المناطق المتسقة ذات الشذوذ في درجات الحرارة أعلى أو أسفل من المتوسط، لآلاف الكيلومترات. وللحصول على قياس معقول لشذوذ درجات الحرارة العالمية، لا نحتاج سوى عدد قليل من المحطات داخل كل منطقة من هذه المناطق الكبيرة المتسقة. ومن جهة أخرى، يتطلب الحصول على

1 تقوم المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (NCEIs) التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) بإنتاج وحفظ مجموعات بيانات درجات حرارة عالمية تسمى NOAA GlobalTemp.

2 يقوم معهد غودارد للدراسات الفضائية (GISS) التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA) بإنتاج وحفظ مجموعة بيانات درجات حرارة عالمية تسمى GISTEMP.

3 يقوم مركز هادلي التابع لمكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة ووحدة البحوث المناخية بجامعة East Anglia بإنتاج وحفظ مجموعة بيانات درجات حرارة عالمية تسمى HadCRUT4.

الأوسط وجنوب آسيا دافئة بشكل استثنائي، حيث شهد عدد من البلدان أحر سنة مسجلة على الإطلاق (تشيكيا وفرنسا وألمانيا وهنغاريا وصربيا وسويسرا)، أو إحدى أحر خمس سنوات على الإطلاق (بلجيكا وإستونيا وإسرائيل ولاتفيا وباكستان وجمهورية مولدوفا وسلوفينيا وأوكرانيا). وبالنسبة لأوروبا ككل، كانت سنة 2018 من بين أكثر ثلاث سنوات حرا على الإطلاق. وشملت المناطق الأخرى التي شهدت احترارا ملحوظا جنوب غرب الولايات المتحدة، والأجزاء الشرقية من أستراليا (كان ذلك العام ثالث أحر السنوات للبلد ككل)، ونيوزيلندا حيث كان ذلك العام ثاني أحر سنة مسجلة بالاشتراك مع عام آخر.

وفي المقابل، كانت المناطق القارية التي شهدت درجات حرارة دون المتوسط أقل عدداً. وكانت أجزاء من أمريكا الشمالية وغرينلاند وآسيا الوسطى والأجزاء الغربية من شمال أفريقيا وأجزاء من شرق أفريقيا والمناطق الساحلية في غرب أستراليا والأجزاء الغربية من أمريكا الجنوبية المدارية أبرد من المتوسط ولكن بصورة غير استثنائية.

غازات الاحتباس الحراري والأوزون

تزايد مستويات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي من العوامل الرئيسية لتغير المناخ. وتنعكس تركيزات هذه الغازات في الغلاف الجوي توازنا بين المصادر (بما في ذلك الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية) والمصارف (مثل امتصاص المحيط الحيوي والمحيطات لهذه الغازات). وفي عام 2017، وصلت تركيزات غازات الاحتباس الحراري إلى مستويات غير مسبوقة، إذ بلغ المتوسط العالمي للكسر الجزيئي لثاني أكسيد الكربون (CO_2) 405.5 ± 0.1 جزء في المليون (ppm)،

والميثان 1859 ± 2 جزء في البليون (ppb)، وأكسيد النيتروز (N_2O) 329.9 ± 0.1 جزء في البليون (ppb) (الشكل 3). وهذه القيم تشكل، على التوالي، زيادات بمقدار 146% و257% و122% قياساً بمستويات ما قبل العصر الصناعي (قبل عام 1750). ولن تتوافر أرقام المتوسط العالمي لعام 2018 إلا في فترة متأخرة من عام 2019، غير أن البيانات المستقاة في الوقت الحقيقي من عدد من مواقع محددة، منها ماونا لوا (هاواي) وكيب غريم (تاسمانيا)، تشير إلى تواصل ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وغاز الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) في عام 2018. ووجد تقرير الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن الإبقاء على الاحترار العالمي في حدود 1.5 درجة مئوية فوق مستوى ما قبل العصر الصناعي يقتضي بلوغ انبعاثات صفرية صافية لثاني أكسيد الكربون على المستوى العالمي بحلول عام 2050، بالتوازي مع تحقيق انخفاضات كبيرة في انبعاثات عناصر القسر غير ثاني أكسيد الكربون، ولا سيما الميثان.

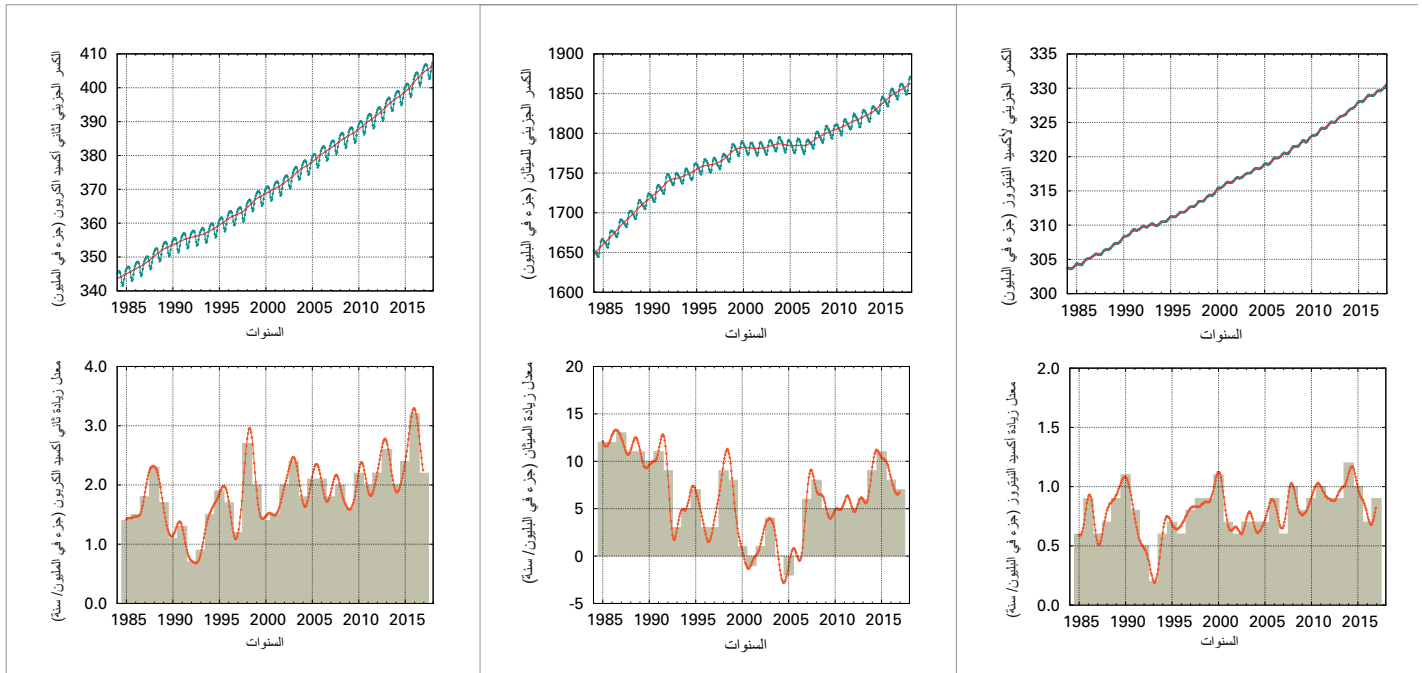
ميزانية الكربون

إن تقييم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإعادة توزيعه داخل الغلاف الجوي والمحيطات والأرض - "ميزانية الكربون العالمي - تقيما دقيقا يساعدنا على إدراك الكيفية التي يغيّر بها البشر مناخ الأرض، ويدعم وضع سياسات مناخية، ويحسن إسقاطات تغير المناخ في المستقبل.

وقد تواصلت زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري بشكل شبه مستمر على مدى القرنين الماضيين (الشكل 4)، مع توقف تلك الزيادة فترة قصيرة أثناء

الشكل 3 - الصف

الأعلى: المتوسط العالمي للكسر الجزيئي (مقياس التركيز) لثاني أكسيد الكربون بالأجزاء في المليون (اليسار) والميثان بالأجزاء في البليون (الوسط) وأكسيد النيتروز بالأجزاء في البليون (اليمن) من 1984 إلى 2017. والخط الأحمر هو المتوسط الشهري للكسر الجزيئي، مع حذف التقلبات الموسمية؛ والنقاط الزرقاء والخط الأزرق يبينان المتوسطات الشهرية. الصف الأسفل: معدلات الزيادة تمثل الزيادة في المتوسطات السنوية المتتالية للكسر الجزيئي لثاني أكسيد الكربون بالأجزاء في المليون (اليسار)، وللميثان بالأجزاء في البليون (الوسط)، ولأكسيد النيتروز بالأجزاء في البليون (اليمن). المصدر: المراقبة العالمية للغلاف الجوي التابعة للمنظمة WMO.



الكربون الأزرق الساحلي

Kirsten Isensee,¹ Jennifer Howard,² Emily Pidgeon,² Jorge Ramos,²

1 لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات ، فرنسا

2 منظمة الحفظ الدولية، الولايات المتحدة

يشير مصطلح "الكربون الأزرق بمعناه الواسع إلى الكربون الذي يُخزن ويُحبس ويُدار من خلال النظم الإيكولوجية الساحلية والمحيطية. إلا أنه في مجال التخفيف من حدة المناخ، يُعرف الكربون الأزرق الساحلي (المعروف أيضاً باسم "الكربون الأزرق للأراضي الرطبة الساحلية")¹ على أنه الكربون المُخزن في غابات المنغروف، وملاحات المد والجزر، والمروج المغطاة بالأعشاب البحرية في التربة؛ والكتلة الحيوية الحية فوق سطح الأرض (الأوراق، والفروع، والسيقان)؛ والكتلة الحيوية الحية تحت سطح الأرض (الجذور والريزومات)؛ والكتلة الحيوية غير الحية (القمامة والخشب الميت)² (انظر الجدول). وتعمل النظم الإيكولوجية للكربون الأزرق الساحلي، عند حمايتها أو استعادتها، كمصارف للكربون (انظر الشكل (أ)). وتوجد هذه النظم الإيكولوجية في كل قارة باستثناء القارة القطبية الجنوبية وتغطي حوالي 49 مليون هكتار.

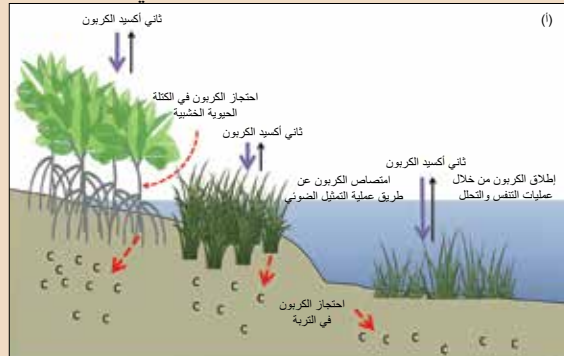
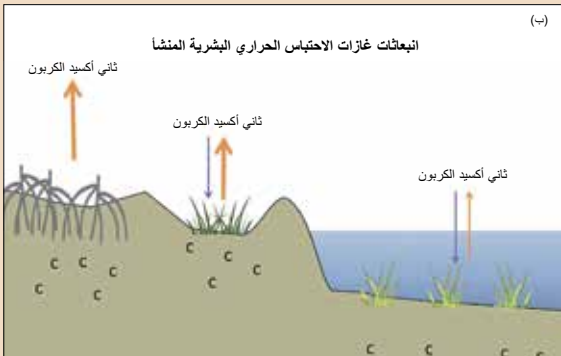
والياً، لكي يتم الاعتراف بقيمة أي نظام إيكولوجي للكربون الأزرق في مجال التخفيف من حدة المناخ في الأطر السياسية الدولية والوطنية، يلزم أن يستوفي هذا النظام المعايير التالية:

- (أ) أن تكون كمية الكربون التي أزالها أو خزنها النظام الإيكولوجي كافية أو أن يكون مقدار الحد من انبعاثات الكربون الذي تم عن طريق النظام الإيكولوجي كافياً للتأثير على المناخ؛
- (ب) يمكن تقدير كمية المخزونات والتدفقات الرئيسية لغازات الاحتباس الحراري؛
- (ج) توافر الأدلة على وجود دوافع بشرية المنشأ تؤثر على تخزين الكربون أو انبعاثاته؛
- (د) أن تكون إدارة النظام الإيكولوجي التي تؤدي إلى زيادة أو استمرار احتجاز الكربون أو الحد من الانبعاثات أمراً ممكناً وعملياً؛
- (هـ) أن تكون إدارة النظام الإيكولوجي أمراً ممكناً دون التسبب في ضرر اجتماعي أو بيئي.

ومع ذلك، لا تقتصر خدمات النظم الإيكولوجية التي تقدمها أشجار المنغروف، وملاحات المد والجزر، والأعشاب البحرية على تخزين واحتجاز الكربون. فهي تدعم أيضاً تحسين جودة المياه الساحلية، وتوفير الموائل لأنواع الأسماك التي تحظى بأهمية اقتصادية، وتحمي السواحل من الفيضانات والعواصف. وكشفت التقديرات الأخيرة أن أشجار المنغروف تبلغ قيمتها ما لا يقل عن 1.6 بليون دولار أمريكي كل عام في خدمات النظم الإيكولوجية.

وبالرغم من الأهمية المؤكدة لصحة المحيطات ورفاه البشر، تُفقد أشجار المنغروف، وملاحات المد والجزر، والأعشاب البحرية بمعدل يصل إلى 3 في المائة سنوياً (انظر الجدول). وعندما تدهور أو تدمر هذه النظم الإيكولوجية، ينبعث منها الكربون المخزن فيها لقرون في المحيط والغلاف الجوي وتصبح مصدراً لغازات الاحتباس الحراري (انظر الشكل (ب)).

واستناداً إلى بيانات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، يُقدر أن ما يصل إلى بليون طن من ثاني أكسيد الكربون يُطلق سنوياً من تدهور النظم الإيكولوجية للكربون الأزرق الساحلي (من جميع النظم الثلاثة - أشجار المنغروف، وملاحات المد والجزر، والأعشاب البحرية)، وهو ما يعادل 19 في المائة من الانبعاثات الصادرة من إزالة الغابات المدارية على الصعيد العالمي.³



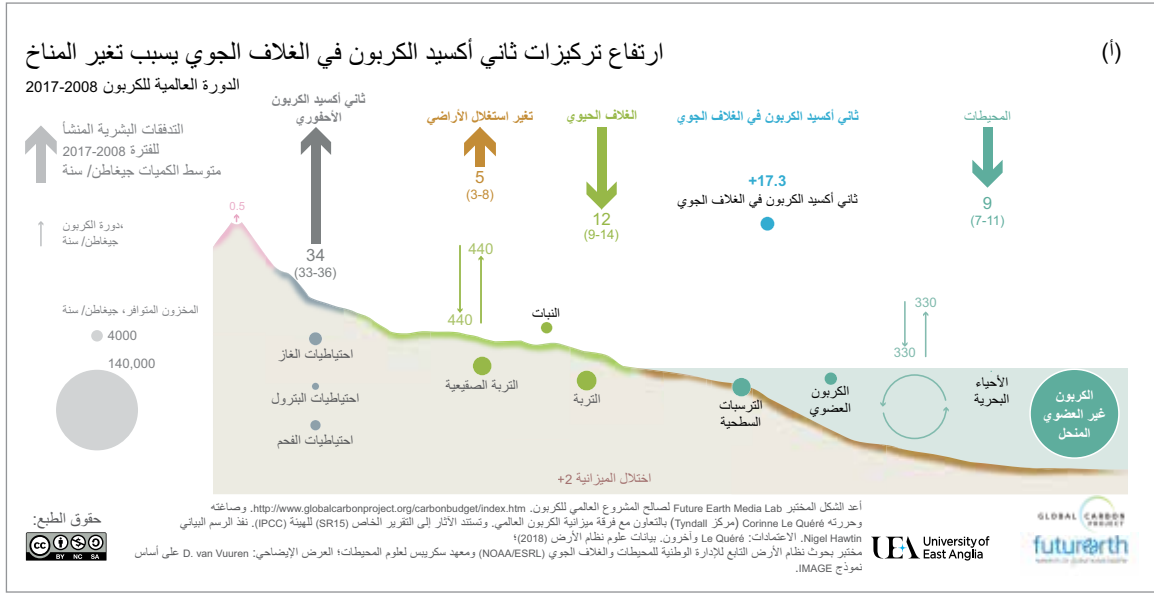
احتجاز الكربون وإطلاقه في النظم الإيكولوجية الساحلية السليمة والمتدهورة - (أ): في الأراضي الرطبة الساحلية السليمة (من اليمين إلى اليسار: أشجار المنغروف، وملاحات المد والجزر، والأعشاب البحرية)، يجري امتصاص الكربون عن طريق عمليات التمثيل الضوئي (الأسهم الأرجوانية) حيث يُحتجز على المدى الطويل في الكتلة الحيوية الخشبية والتربة (الأسهم الحمراء المتقطعة) أو يُنتفخ (الأسهم السوداء). (ب): عندما تجف التربة من الأراضي الرطبة الساحلية المتدهورة، تستهلك الكائنات الحية الدقيقة الكربون المخزن في التربة، حيث تنتنفخ هذه الكائنات وتطلق ثاني أكسيد الكربون كمنتج من نواتج نفايات الأيض. ويحدث هذا الأمر بمعدل متزايد عندما تجف التربة ويصبح الأكسجين متاحاً بكمية أكبر، وهو ما يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويؤدي تدهور وتصريف وتحويل النظم الإيكولوجية للكربون الأزرق الساحلي نتيجة لأنشطة بشرية (أي إزالة الغابات، والصرف، والأراضي الرطبة المحتجزة لأغراض الزراعة والجرف) إلى انخفاض امتصاص ثاني أكسيد الكربون نتيجة لفقدان الغطاء النباتي (الأسهم الأرجوانية) وإطلاق انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ذات الأهمية العالمية.

قدرة النظم الإيكولوجية الساحلية والبحرية على تخزين الكربون¹

الأعشاب البحرية	ملاحظات المد والجزر	أشجار المنغروف	
30–60 ⁶	2.2–40 ^{6,7}	13.8–15.2 ^{4,5}	المدى الجغرافي (بملايين الهكتارات)
1.38 ± 0.38 ⁶	2.18 ± 0.24 ⁶	2.26 ± 0.39 ⁶	معدل الاحتجاز (مج من الكربون لكل هكتار سنوياً)
41.4–82.8	4.8–87.2	31.2–34.4	إجمالي الكربون المحتجز سنوياً (المدى x معدل الاحتجاز) (مليون مج من الكربون سنوياً)
140 ⁸	250 ⁸	280 ⁸	المتوسط التقدير العالمي لمخزون الكربون
2 ⁸	9 ⁸	127 ⁸	إجمالي الكتلة الحيوية (مج من الكربون لكل هكتار)
4 260–8 520	570–10 360	5 617–6 186	الإجمالي (مليون مج من الكربون)
من القرون إلى الألفية	من القرون إلى الألفية	من القرون إلى الألفية	استقرار مخزون الكربون (السنوات)
0.4–2.6 ^{12,13}	1.0–2.0 ^{10,11}	0.7–3.0 ⁹	معدل التحويل البشري المنشأ (% سنوياً)
62.5–813.0	20.9–760.4	144.3–681.1	الانبعاثات المحتملة نتيجة التحويل البشري المنشأ على افتراض أن إجمالي كمية الكربون تحول إلى ثاني أكسيد الكربون ((إجمالي مخزون الكربون لكل هكتار x الهكتار المحول سنوياً) 3.67 x (معدل التحويل إلى ثاني أكسيد الكربون)) (مليون مج من ثاني أكسيد الكربون)

- Howard, J., A. Sutton-Grier, D. Herr, J. Kleypas, E. Landis, E. Mcleod, E. Pidgeon and S. Simpson, 2017: Clarifying the role of coastal and marine systems in climate mitigation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1):42–50, doi:10.1002/fee.1451.
- Howard, J., S. Hoyt, K. Isensee, M. Telszewski and E. Pidgeon (eds), 2014: *Coastal Blue Carbon: Methods for Assessing Carbon Stocks and Emissions Factors in Mangroves, Tidal Salt Marshes, and Seagrasses*. Conservation International, IOC-UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, United States.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006: *2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe, eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kanagawa, Japan, IGES.
- Giri, C., et al., 2011: Status and distribution of mangrove forests of the world using Earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20:154–59.
- Spalding, M., M. Kainuma and L. Collins, 2010: *World Atlas of Mangroves*. London and Washington, D.C., Earthscan.
- Mcleod, E., G.L. Chmura, S. Bouillon, R. Salm, M. Björk, C.M. Duarte, C.E. Lovelock, W.H. Schlesinger and B.R. Silliman, 2011: A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10):552–560, doi:10.1890/110004.
- Duarte, C.M., et al., 2013: The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3:961–68.
- Pendleton, L., et al., 2012: Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PLoS ONE*, 7(9):e43542.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007: *The World's Mangroves 1980–2005*. FAO Forestry Paper 153. Rome, FAO.
- Duarte, C.M., J. Borum, F.T. Short and D.I. Walker, 2005: Seagrass ecosystems: their global status and prospects. In: *Aquatic Ecosystems: Trends and Global Prospects* (N.V.C. Polunin, ed.). Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.
- Bridgman, S. D., J.P. Megonigal, J.K. Keller, N.B. Bliss and C. Trettin, 2006: The carbon balance of North American wetlands. *Wetlands*, 26(4):889–916.
- Waycott, M., et al., 2009: Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106:12377–12381.
- Green, E.P. and F.T. Short (eds), 2003: *World Atlas of Seagrasses*. Berkeley, University of California Press.

الشكل 4 - (أ) متوسط الميزانية الكربونية العالمية السنوية على مدى العقد 2017-2008. وترد التدفقات ببلايين الأطنان من ثاني أكسيد الكربون. وتظهر الدوائر مخزونات الكربون ببلايين الأطنان. (ب) الميزانية الكربونية العالمية التاريخية للفترة 1900-2017. وتقسّم انبعاثات الكربون على الغلاف الجوي ومصارف الكربون على اليابسة وفي المحيطات. ويشير "عدم التوازن" بين الانبعاثات الإجمالية والمصارف الإجمالية إلى الفجوات في البيانات أو في النمذجة أو فهمنا لدورة الكربون. المصدر: مشروع الكربون العالمي، <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget> Le Quéré وآخرون، 2018.



الانكماش الاقتصادي العالمي الكبير. وتستمر الانبعاثات في الزيادة حاليًا بنسبة 1.6% في عام 2017، ونسبة مبدئية قدرها 2.0% (1.1%-3.4%) في السنة في عام 2018. ومن المقدّر أن يسجل عام 2018 قد رقما قياسيا جديدا قدره 36.9 ± 1.8 بليون طن.

وبلغ صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التغير في استخدام الأراضي وغطاء الأراضي 2.6 ± 5.0 بليون طن في السنة في المتوسط على مدى العقد الماضي، مع وجود نسبة عالية من عدم اليقين في التقديرات السنوية المحسوبة. وبلغت الانبعاثات الناجمة عن التغير في استخدام الأراضي وعن الوقود الأحفوري، معاً، ما قدره 41.5 ± 3.0 بليون طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2018. وأدت هذه الانبعاثات الكبيرة المستمرة إلى مستويات عالية من تراكم ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بلغ

وبلغ صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التغير في استخدام الأراضي وغطاء الأراضي 2.6 ± 5.0 بليون طن في السنة في المتوسط على مدى العقد الماضي، مع وجود نسبة عالية من عدم اليقين في التقديرات السنوية المحسوبة. وبلغت الانبعاثات الناجمة عن التغير في استخدام الأراضي وعن الوقود الأحفوري، معاً، ما قدره 41.5 ± 3.0 بليون طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2018. وأدت هذه الانبعاثات الكبيرة المستمرة إلى مستويات عالية من تراكم ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بلغ

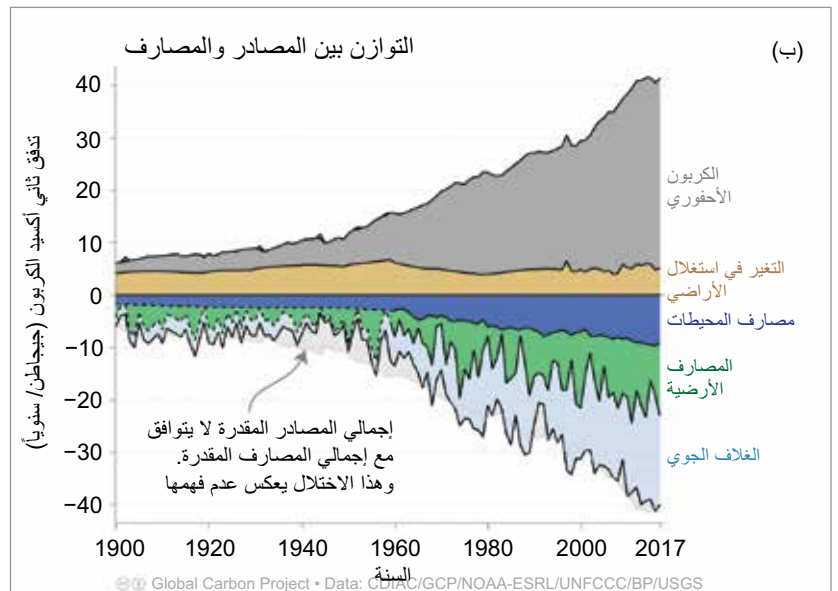
وبلغ صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التغير في استخدام الأراضي وغطاء الأراضي 2.6 ± 5.0 بليون طن في السنة في المتوسط على مدى العقد الماضي، مع وجود نسبة عالية من عدم اليقين في التقديرات السنوية المحسوبة. وبلغت الانبعاثات الناجمة عن التغير في استخدام الأراضي وعن الوقود الأحفوري، معاً، ما قدره 41.5 ± 3.0 بليون طن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2018. وأدت هذه الانبعاثات الكبيرة المستمرة إلى مستويات عالية من تراكم ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بلغ

الأوزون

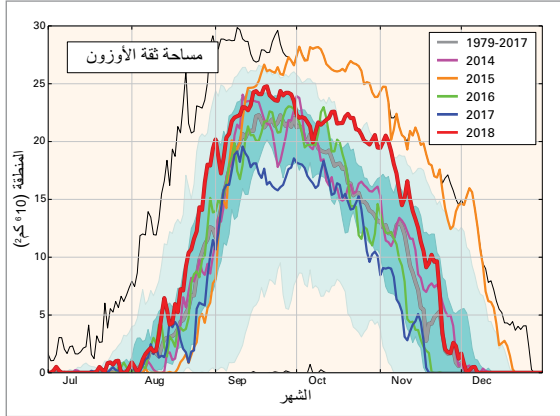
توقف استخدام الهالونات ومركبات الكلوروفلوروكربون بفضل نجاح بروتوكول مونتريال. ومع ذلك ستبقى هذه المركبات في الغلاف الجوي لعدة عقود بسبب عمرها الطويل. وسيظل وجود كميات أكثر من اللازم من الكلور والبروم في الغلاف الجوي وستتسبب في التدمير الكامل للأوزون على ارتفاعات معينة في القطب الجنوبي من

2 Le Quéré وآخرون، 2018: ميزانية الكربون العالمية 2018. مجلة البيانات العلمية لنظام الأرض (ESSD)، المجلد 10، الصفحات 2194-2141

3 الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، 2019: اتجاهات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/gl_gr.html



الشكل 5 - المساحة
 (10 كم²) التي يقل فيها
 عمود الأوزون الكلي عن
 220 وحدة دوبسون. وتمثل
 المساحة المظللة باللون
 الأخضر - الأزرق الداكن
 من المئين الثلاثين إلى
 المئين السبعين، والمساحة
 المظللة باللون الأخضر
 - الأزرق الفاتح من
 المئين العاشر إلى التسعين
 للفترة 1979-2017. وتبين
 الخطوط الرفيعة السوداء
 القيم القصوى والدنيا لكل
 يوم خلال الفترة
 1979-2017.

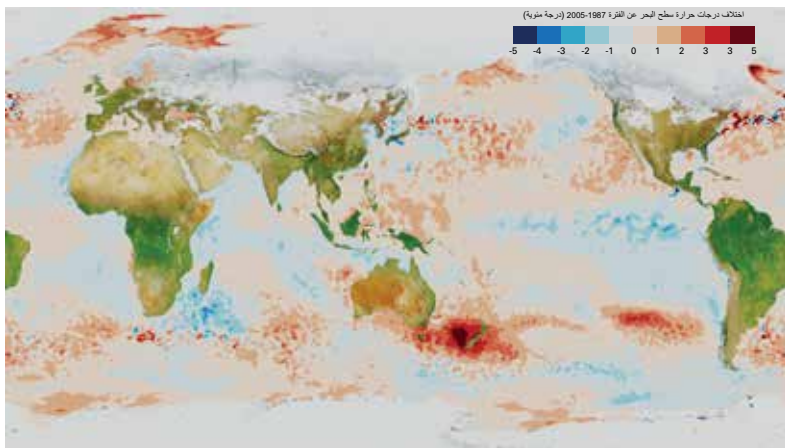


وكانت أيضاً أدفاً فترة ممتدة من تشرين الثاني/ نوفمبر إلى كانون الثاني/ يناير في تسمانيا. وارتبطت المياه الدافئة بالرطوبة العالية؛ وعلى الرغم من تجاوز ذروة الموجة الحارة البحرية، شهد شهر شباط/ فبراير عدداً من الظواهر المتطرفة لهطول الأمطار في نيوزيلندا.

المحتوى الحراري للمحيطات

أكثر من 90% من الطاقة التي تحبسها غازات الاحتباس الحراري تدخل في المحيطات، ويوفر المحتوى الحراري للمحيطات مقياساً مباشراً لتراكم الطاقة في الطبقات العليا من المحيط. وعلى عكس درجات حرارة السطح حيث يكون التراكم على الأجل الطويل من سنة إلى أخرى أصغر من التقلبية من سنة إلى أخرى بسبب ظاهرتي النينيو والنينيا، فإن المحتوى الحراري للمحيطات يتزايد بانتظام أكبر، مع تقلبات أقل من سنة إلى أخرى (الشكل 7). وقد سجّل عام 2018 أرقاماً قياسية جديدة من المحتوى الحراري للمحيطات في الطبقة حتى 700 متر (البيانات منذ عام 1955) والطبقة حتى 2000 متر (البيانات منذ عام 2005) تجاوزت الأرقام القياسية السابقة التي سجّلها عام 2017.

الشكل 6 - شذوذ درجة
 حرارة سطح البحر اليومية
 في 29 كانون الثاني/ يناير
 2018 مقارنة بمتوسط
 الفترة 1987-2005.
 المصدر: مركز هادلي
 لدائرة الأرصاد الجوية
 بالمملكة المتحدة.



أب/ أغسطس إلى كانون الأول/ ديسمبر، ومن ثم فإن حجم ثقب الأوزون من سنة إلى أخرى تحكمه أساساً الأحوال الجوية.

وكانت درجات الحرارة الاستراتوسفيرية القطبية الجنوبية في عام 2018 أقل من المتوسط الطويل المدى (1979-2017)، وكانت الدوامة الاستراتوسفيرية القطبية مستقرة نسبياً مع حدوث تدفقات حرارة دوامية أقل من المتوسط في الفترة الممتدة من حزيران/ يونيو إلى منتصف تشرين الثاني/ نوفمبر. وبدأ نضوب الأوزون في وقت مبكر نسبياً من عام 2018 وظل أعلى من المتوسط الطويل المدى حتى منتصف تشرين الثاني/ نوفمبر تقريباً (الشكل 5).

وبلغت رقعة ثقب الأوزون حدّها الأقصى لعام 2018، بوصولها إلى 24.8 مليون كم²، في 20 أيلول/ سبتمبر، في حين وصلت إلى 28.2 مليون كم² في 2 تشرين الأول/ أكتوبر في عام 2015، و29.6 مليون كم² في 24 أيلول/ سبتمبر 2006، وفقاً لتحليل صدر عن الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA). وعلى الرغم من الدوامة الباردة والمستقرة نسبياً، كان حجم ثقب الأوزون في عام 2018 أصغر من السنوات السابقة في ظل ظروف مماثلة من درجات الحرارة مثل عام 2006. ويشير ذلك إلى أن حجم ثقب الأوزون بدأ يستجيب لانخفاض الكلور في طبقة الستراتوسفير نتيجة أحكام بروتوكول مونتريال.

المحيطات

درجات حرارة سطح البحر

كانت مياه سطح البحر في عدد من مناطق المحيطات دافئة بشكل غير عادي في عام 2018، بما في ذلك جزء كبير من المحيط الهادئ، باستثناء المحيط الهادئ الشرقي المداري ومنطقة تقع شمال هاواي حيث كانت درجات الحرارة أقل من المتوسط. وكان غرب المحيط الهندي، والمحيط الأطلسي المداري، ومنطقة في شمال الأطلسي تمتد من الساحل الشرقي للولايات المتحدة، تتسم كلها بدفء غير معتاد. ورصدت مياه سطحية باردة بشكل غير معتاد في منطقة تقع إلى جنوب غرينلاند، وهي إحدى مناطق العالم التي شهدت بروداً طويلاً المدى.

وفي تشرين الثاني/ نوفمبر 2017، نشأت موجة حارة بحرية في بحر تسمان استمرت حتى شباط/ فبراير 2018. وتجاوزت درجات حرارة سطح البحر في بحر تسمان درجتين مئويتين فوق المعدل الطبيعي وتجاوزت درجات حرارة سطح البحر اليومية 4 درجات مئوية فوق المعدل الطبيعي في أوقات معينة (الشكل 6). وارتبطت درجات حرارة سطح البحر المرتفعة القياسية بالظروف الدافئة غير المعتادة في نيوزيلندا التي شهدت أحر صيف وأدفاً شهر (كانون الثاني/ يناير) على الإطلاق.

تناقص الأكسجين من المحيطات المفتوحة والمياه الساحلية

مصحوباً بتهوية منخفضة، يؤدي إلى حدوث نقص في الأكسجين في المياه الجوفية. ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى مواصلة زيادة تناقص الأكسجين في المناطق الساحلية، التي تتأثر بالفعل بتصرّفات المغذيات البشرية المنشأ، عن طريق تقليل قابلية ذوبان الأكسجين، وتقليل التهوية من خلال تعزيز وتوسيع فترات الترافف الموسمي لعمود الماء، وعن طريق زيادة توافر المواد الغذائية في بعض الحالات التي يُتوقع فيها زيادة الهطول.

واتسع حجم المناطق التي يتناقص فيها الأكسجين في المناطق من المحيطات ذات الحد الأدنى من الأكسجين منذ عام 1960،² مما أدى إلى تغيير المسارات الكيميائية الأرضية الحيوية بالسماح للعمليات التي تستهلك النيتروجين الثابت وتُطلق الفوسفات والحديد وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) وربما أكسيد النيتروز (انظر الشكل). والتوافر المحدود نسبياً للعناصر الأساسية، مثل النيتروجين والفوسفور، يعني أن مثل هذه التغيرات قادرة على الإخلال بالتكوين الكيميائي المتزن في المحيطات. وعلاوة على ذلك، فإننا لا ندري كيف يمكن لحلقات التعقبات الإيجابية (على سبيل المثال، إعادة تعبئة الفوسفور والحديد من جسيمات الرواسب) أن تؤدي إلى تسريع الإخلال بهذا التوازن.

ويؤثر تناقص الأكسجين على العديد من جوانب خدمات النظم الإيكولوجية التي تقدمها المحيطات والمياه الساحلية في العالم. فعلى سبيل المثال، تؤثر هذه العملية على التنوع البيولوجي وشبكات الغذاء، وقد تقلل من نمو الكائنات الحية البحرية وتكاثرها وبقائها. ويمكن للتغيرات المرتبطة بانخفاض الأكسجين في عمليات التوزيع المكاني لأنواع المجمعّة أن تُحدث تغيرات في مواقع وممارسات الصيد، ويمكن أن تقلل ربحية مصائد الأسماك. ويمكن أيضاً لتناقص الأكسجين أن يزيد من صعوبة تقديم المشورة السليمة بشأن إدارة مصائد الأسماك.

الشبكة العالمية للأكسجين في المحيطات التابعة للجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (GO2NE)،

¹Kirsten Isensee و²Denise Breitburg و³Marilaure Gregoire

1 لجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC-UNESCO) - فرنسا

2 مركز Smithsonian لبحوث البيئة، الولايات المتحدة

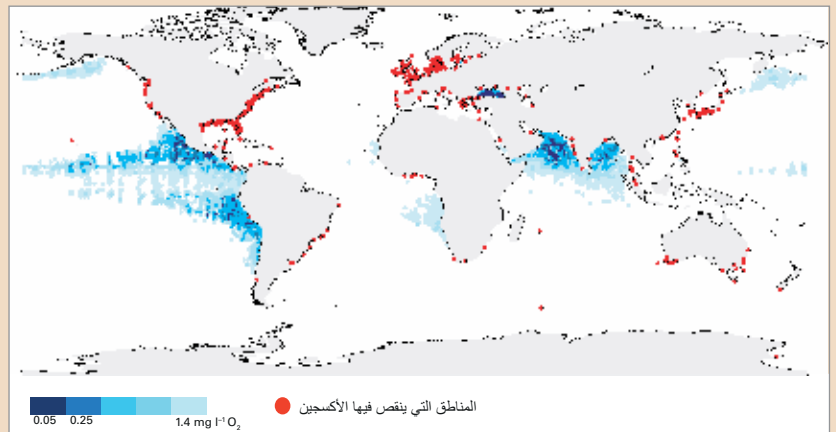
3 جامعة لياج، بلجيكا

تشير كل من الرصدات والنماذج العددية إلى أن الأكسجين يتناقص في المحيطات المفتوحة والساحلية الحديثة، بما في ذلك مصبات الأنهار والبحار شبه المغلقة. فمنذ منتصف القرن الماضي، كان هناك انخفاض يُقدر بنحو 1-2 في المائة (أي 2.4-4.8 Pmol أو 77-145 بليون طن) في المخزون العالمي من الأكسجين في المحيط،^{2,1} في حين أنه في المناطق الساحلية، شهدت مئات المواقع تركيزات أكسجين تُضعف العمليات البيولوجية أو كانت قاتلة للعديد من الكائنات الحية. ويتوسع نطاق المناطق ذات التركيزات المنخفضة من الأكسجين تاريخياً، وهناك مناطق جديدة تُظهر الآن ظروفاً ينخفض فيها الأكسجين. وبالرغم من أن الأهمية النسبية لمختلف الآليات المسؤولة عن فقدان محتوى الأكسجين في المحيطات على الصعيد العالمي غير معروفة على وجه الدقة، فمن المتوقع أن يسهم الاحترار العالمي في هذا الانخفاض، بشكل مباشر لأن قابلية ذوبان الأكسجين تنخفض في المياه الأدفأ، وبشكل غير مباشر من خلال التغيرات في ديناميات المحيطات التي تقلل تهوية المحيطات، أي إدخال الأكسجين إلى الجزء الداخلي من المحيطات. وأجريت عمليات محاكاة نموذجية في نهاية هذا القرن تشير إلى انخفاض الأكسجين في المحيط المفتوح في إطار السيناريوهات التي تشهد انبعاثات منخفضة وعالية على حد سواء.

مناطق الحد الأدنى من الأكسجين (الزرقاء) والمناطق التي ينقص فيها الأكسجين (الحمراء) في المحيطات حول العالم. المواقع الساحلية التي ينقص فيها الأكسجين المبينة في الخريطة هنا هي أنظمة سُجلت فيها تركيزات أكسجين أقل من 2 mg/L وتكون فيها المغذيات البشرية المنشأ سبباً رئيسياً لانخفاض الأكسجين.

المصادر: بيانات مستمدة من (3) ودراسة Diaz, J.R. غير منشورة؛ والشكل مقتبس من (4)، و(5)، و(6).

وفي المناطق الساحلية، أدت زيادة الصادرات عبر أنهار النيتروجين والفوسفور منذ خمسينات القرن الماضي إلى تآجن المسطحات المائية في جميع أنحاء العالم. ويؤدي التآجن إلى زيادة استهلاك الأكسجين، وعندما يكون



¹ Bopp, L., L. Resplandy, J.C. Orr, S.C. Doney, J.P. Dunne, M. Gehlen, P. Halloran, C. Heinze, T. Ilyina and R. Seferian, 2013: Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, 10:6225–6245.

² Schmidtko, S., L. Stramma and M. Visbeck, 2017: Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. *Nature*, 542:335–339.

³ Diaz, R.J. and R. Rosenberg, 2008: Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321:926–929.

⁴ Isensee, K., L.A. Levin, D.L. Breitburg, M. Gregoire, V. Garçon and L. Valdés, 2015: The ocean is losing its breath. *Ocean and Climate, Scientific Notes*. http://www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2017/03/ocean-out-breath_07-6.pdf.

⁵ Breitburg, D., M. Grégoire and K. Isensee (eds), 2018: *The Ocean is Losing Its Breath: Declining Oxygen in the World's Ocean and Coastal Waters*. Global Ocean Oxygen Network. IOC Technical Series No. 137. IOC-UNESCO.

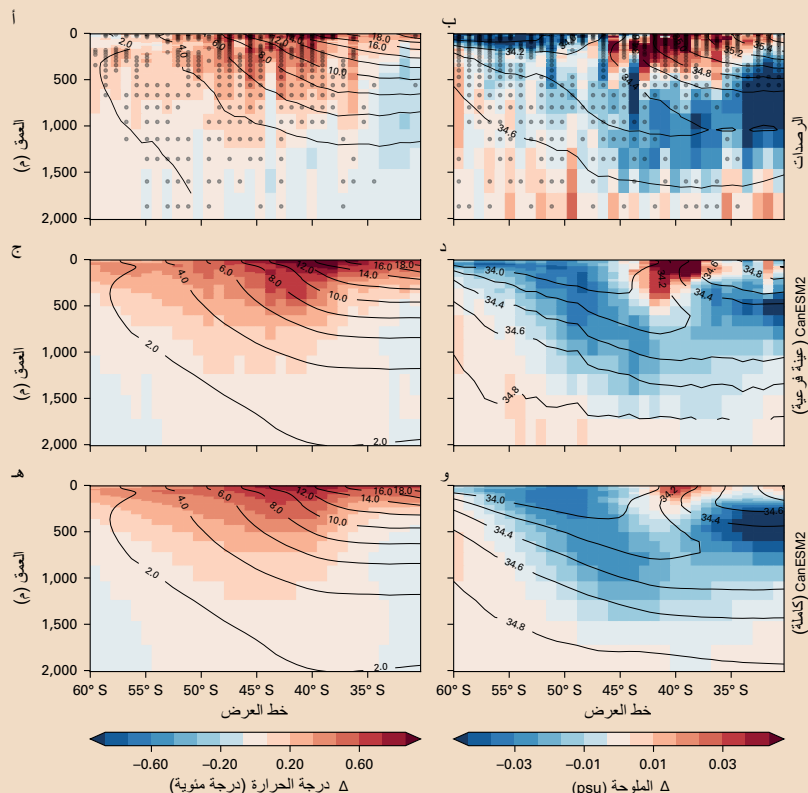
⁶ Breitburg, D., et al., 2018: Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *IOC Global Ocean Oxygen Network. Science*, 359(6371):p.eaam7240.

اتجاهات الاحترار في المحيط الجنوبي

Neil Swart,¹ Michael Sparrow²

1 وزارة البيئة الكندية

2 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)



توجد أعلى معدلات احترار المحيطات في المحيط الجنوبي، حيث يصل الاحترار إلى أعماق الطبقات. ومع ذلك، هناك اختلافات إقليمية كبيرة. فقد أظهر المحيط السطحي دون القطبي جنوب التيار المحيطي الجنوبي (ACC) احتراراً متأخراً، أو حتى تبريداً طفيفاً على مدار العقود الماضية.^{2,1} ولكن إلى شمال التيار المحيطي الجنوبي (ACC) (حوالي 30 درجة جنوباً إلى 60 درجة جنوباً)، شهد المحيط الجنوبي احتراراً سريعاً من السطح إلى عمق 2000 متر (انظر الشكل) بمعدلات تقارب ضعف نظيراتها الخاصة بالمحيط العالمي.^{5,4,3} ويُدفع نمط الاحترار المتأخر إلى الجنوب، والاحترار المعزز من السطح إلى عمق متوسط إلى الشمال بالزحف الحراري المتجه شمالاً والزحف الهبوطي بفعل الدوران التلقائي الجنوبي.^{2,1} وانتقال الحرارة هذا من السطح إلى الداخل يجعل المحيط الجنوبي المنطقة الرئيسية لامتصاص الحرارة البشري المنشأ.⁶ وفي الواقع، يُعزى الاحترار السريع المُرصّد شمال التيار المحيطي الجنوبي (ACC) رسمياً إلى زيادة تركيزات غازات الاحتباس الحراري.³ ويمكن أيضاً للتغيرات في الرياح الغربية، وما ينتج عنها من انتقال إكماني شاذ للمياه الباردة اتجاه الشمال ناتج عن استنفاد الأوزون في الستراتوسفير، أن تسهم في التبريد السطحي دون القطبي^{8,7} والاحترار باتجاه الشمال.³ وأخيراً، شهد عمق المحيط الجنوبي (عمق أكثر من 2000 متر) وأعماق أغواره (عمق أكثر من 4000 متر) احتراراً أسرع بكثير من المتوسط العالمي.^{10,9} ويرتبط ذلك في غالب الظن بالتغيرات في معدل تكوين مياه القاع في القطب الجنوبي والطرف السفلي للدوران التلقائي الجنوبي.

- 5 Gille, S.T., 2008: Decadal-scale temperature trends in the southern hemisphere ocean. *Journal of Climate*, 21:4749–4765, <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2131.1>.
- 6 Roemmich, D., J. Church, J. Gilson, D. Monselesan, P. Sutton and S. Wijffels, 2015: Unabated planetary warming and its ocean structure since 2006. *Nature Climate Change*, 5(3):240–245.
- 7 Kostov, Y., D. Ferreira, K.C. Armour and J. Marshall, 2018: Contributions of greenhouse gas forcing and the southern annular mode to historical southern ocean surface temperature trends. *Geophysical Research Letters*, 45:1086–1097, <https://doi.org/10.1002/2017GL074964>.
- 8 Ferreira, D., J. Marshall, C.M. Bitz, S. Solomon and A. Plumb, 2015: Antarctic ocean and sea ice response to ozone depletion: A two-time-scale problem. *Journal of Climate*, 28:1206–1226, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00313.1>.
- 9 Desbruyères, D.G., S.G. Purkey, E.L. McDonagh, G.C. Johnson and B.A. King, 2016: Deep and abyssal ocean warming from 35 years of repeat hydrography. *Geophysical Research Letters*, 43:10356–10365.
- 10 Purkey, S.G. and G.C. Johnson, 2010: Warming of global abyssal and deep southern ocean waters between the 1990s and 2000s: Contributions to global heat and sea level rise budgets. *Journal of Climate*, 23:6336–6351, <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3682.1>.

¹ Sallée, J.B., 2018: Southern ocean warming. *Oceanography*, 31(2):52–62, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.215>.

² Armour, K.C., J. Marshall, J.R. Scott, A. Donohoe and E.R. Newson, 2016: Southern Ocean warming delayed by circumpolar upwelling and equatorward transport. *Nature Geoscience*, 9:549–554, <https://doi.org/10.1038/ngeo2731>.

³ Swart, N.C., S.T. Gille, J.C. Fyfe and N.P. Gillett, 2018: Recent southern ocean warming and freshening driven by greenhouse gas emissions and ozone depletion. *Nature Geoscience*, 11:836–842, <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0226-1>.

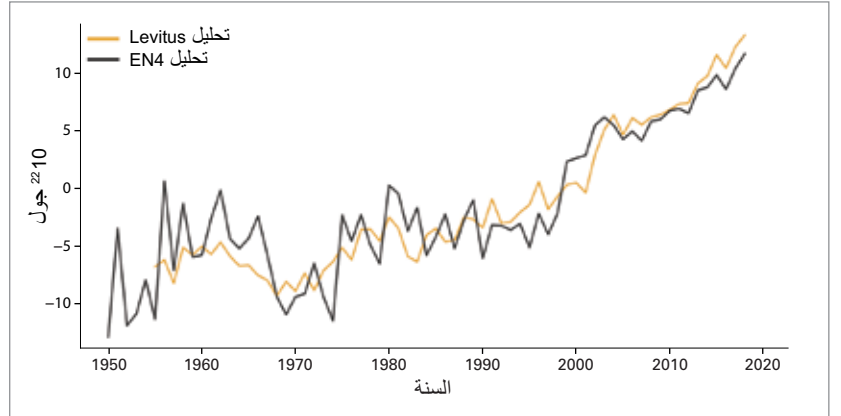
⁴ Gille, S.T., 2002: Warming of the Southern Ocean since the 1950s. *Science*, 295(5558):1275–1277, DOI: 10.1126/science.1065863.

بالحصيلة العالمية لمستوى سطح البحر والتابع للبرنامج العالمي لبحوث المناخ، 2018).⁵

ويساعد تقييم حصيلة مستوى سطح البحر على تحديد حجم تغير مستوى سطح البحر وفهمه. ويعني إغلاق الحصيلة الكلية لمستوى سطح البحر أن التغيرات المرصودة للمتوسط العالمي لمستوى سطح البحر، حسبما كشفت مقاييس الارتفاع الساتلي، تساوي مجموع المدخلات المرصودة من كتلة المحيطات والتمدد الحراري (استناداً إلى بيانات درجة الحرارة من الموقع وبيانات الملوحة حتى 2000 متر منذ عام 2005 عن طريق مشروع Argo الدولي). ويمكن اشتقاق تغير كتلة المحيط إما من قياسات GRACE الساتلية للجاذبية (منذ عام 2002) وإما من خلال جمع المدخلات الفردية من الأنهار الجليدية الصحائف الجليدية وتخزين المياه الأرضية (الشكل 8، على اليسار). ويشير العجز عن إغلاق حصيلة مستوى سطح البحر إلى وجود أخطاء في بعض المكونات أو غياب مدخلات بعض المكونات من الحصيلة.

تحمض المحيطات

امتصت المحيطات، خلال العقد الماضي، زهاء 30% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ. ويتفاعل ثاني أكسيد الكربون الممتص مع مياه المحيطات ويغير مستويات الحموضة (الأس الهيدروجيني) في المحيطات. وترتبط التغيرات في الحموضة (pH) بتحولات في كيمياء الكربونات في المحيطات يمكن أن تؤثر في قدرة الكائنات البحرية، مثل الرخويات والشعاب المرجانية، على تكوين الأصداف والمواد الهيكلية. ولذلك فمن المهم بمكان وصف التغيرات في كيمياء الكربونات



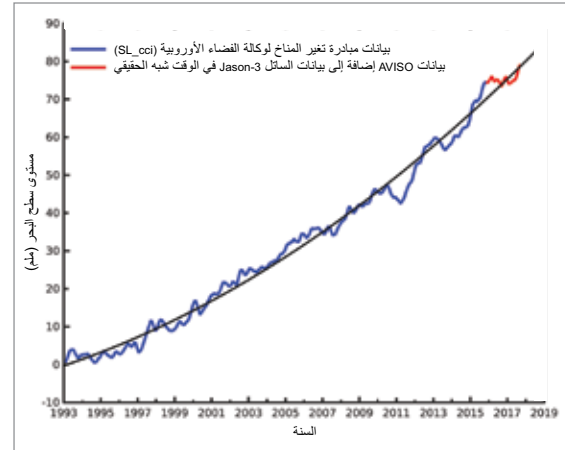
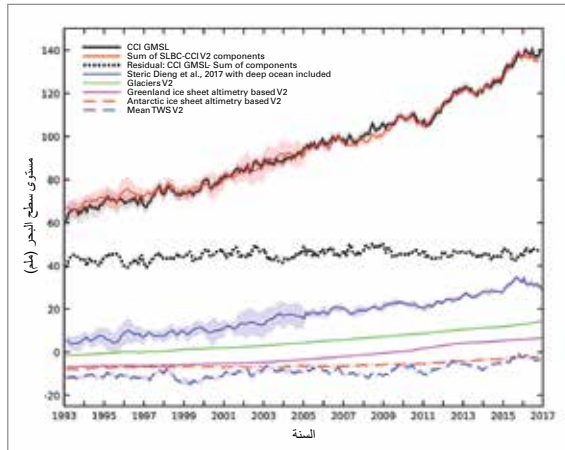
مستوى سطح البحر

إن مستوى سطح البحر أحد المؤشرات الرئيسية السبعة لتغير المناخ العالمي التي أبرزها النظام العالمي لمراقبة المناخ (GCOS)⁴ واعتمدتها المنظمة WMO للاستخدام في توصيف حالة المناخ العالمي في بياناتها السنوية. ويستمر مستوى سطح البحر في الارتفاع بمعدل متسارع (انظر الشكل 8 على اليمين). وكان المتوسط العالمي لسطح البحر لعام 2018 يناهز 3.7 ملم أعلى من عام 2017 وهو أعلى متوسط على الإطلاق. وخلال الفترة الممتدة من كانون الثاني/يناير 1993 إلى كانون الأول/ديسمبر 2018، بلغ متوسط معدل الارتفاع 3.15 ± 0.3 في السنة، في حين كان التسارع المقدّر 0.1 ملم سنة⁻². وتسارع فقدان الكتل الجليدية من صحائف الجليد هو السبب الرئيسي في تسارع ارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر، حسبما كشفت مقاييس الارتفاع الساتلية (الفريق المعني

الشكل 7 - تغير المحتوى الحراري العالمي للمحيطات (بوحدة 10²² جول) للطبقة 0-700 متر مقارنةً بخط الأساس للفترة 1981-2010. وتظهر الخطوط المتوسطة السنوية من تحليل ليفيتوس الذي أعدته المراكز NCEI التابعة لإدارة NOAA وتحليل EN4 الذي أنتجته دائرة هادلي للأرصاد الجوية. المصدر مركز هادلي لدائرة الأرصاد الجوية بالملكة المتحدة، وأعدت باستخدام بيانات مستمدة أيضاً من المراكز NCEI التابعة لإدارة NOAA.

5 الفريق المعني بالحصيلة العالمية لمستوى سطح البحر والتابع للبرنامج العالمي لبحوث المناخ، 2018: الحصيلة العالمية لمستوى سطح البحر من 1993 حتى الآن، مجلة البيانات العلمية لنظم الأرض، المجلد 10، الصفحات 1590-1551.

4 مؤشرات المناخ العالمي <https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>



الشكل 8 - اليمين: المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر في الفترة 1993-2018 من مجموعات بيانات مقاييس الارتفاع الساتلية. والخط الأسود الرفيع هو دالة تربيعية تمثل التسارع. اليسار: مدخلات المكونات الفردية في المتوسط العالمي لسطح البحر خلال الفترة 1993-2016. وتمثل المساحة المظلمة حول المنحنيين الأحمر والأزرق نطاق عدم اليقين. المصدر: مبادرة تغير المناخ التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية.

لمؤشر هدف التنمية المستدامة للأمم المتحدة 14-3-1 ("قياس متوسط الحموضة البحرية في مجموعة متفق عليها من محطات تمثيلية لأخذ العينات) إلى توسع في مراقبة تحمض المحيطات على نطاق عالمي.

الغلاف الجليدي

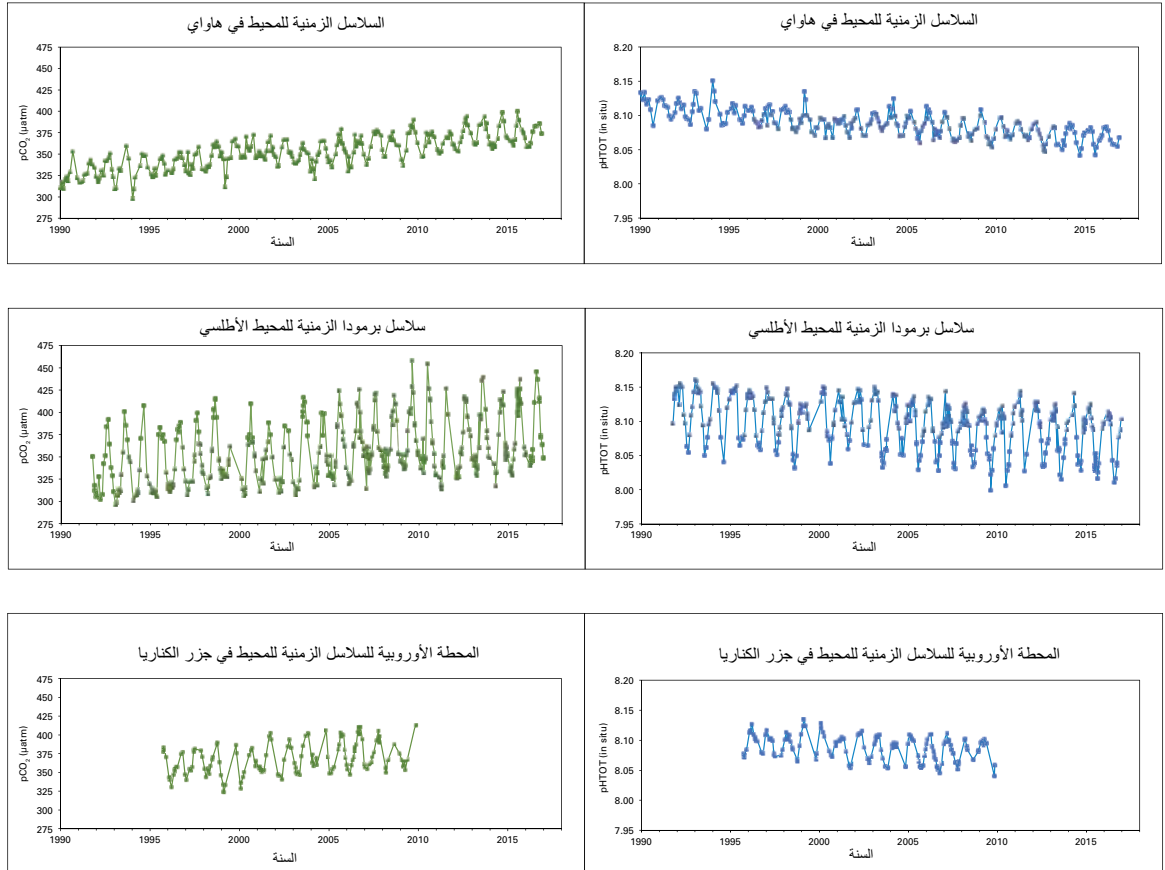
تشمل مكونات الغلاف الجليدي لنظام الأرض الهطول الصلب، والغطاء الثلجي، والجليد البحري، وجليد البحيرات والأنهار، والأنهار الجليدية، والقلنسوات الجليدية، والصحائف الجليدية، والتربة الدائمة التجمد والتربة التي تتجمد موسمياً. ويوفر الغلاف الجليدي بعضاً من أهم المؤشرات على تغير المناخ، غير أنه من أقل نطاقات نظام الأرض التي تؤخذ منها عينات. ويتضمن الغلاف الجليدي ما لا يقل عن 30 خاصية يمكن قياسها، إذا سمحت الظروف بذلك. ويقاس الكثير منها على السطح، ولكن التغطية المكانية تتسم بالضعف بصورة عامة. وقد تم قياس بعضها لسنوات عديدة من الفضاء؛ وتتطور القدرة على قياس البعض الآخر بالسواتل. وتشمل مؤشرات الغلاف الجليدي الرئيسية الخاصة بحالة المناخ الجليد البحري، والأنهار الجليدية، والصحائف الجليدية في غرينلاند. ويتناول هذا القسم أيضاً تقييم الغطاء الثلجي

في المحيطات. وأظهرت الرصدات التي أجريت في المحيط المفتوح على مدى السنوات الثلاثين الماضية توجهاً واضحاً في انخفاض درجة الحموضة (الشكل 9). وكشف تقرير التقييم الخامس الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (AR5) عن انخفاض في درجة حموضة المحيط السطحي بمقدار 0.1 وحدة منذ بداية الثورة الصناعية (1750). ومع ذلك، فإن الاتجاهات في المواقع الساحلية أقل وضوحاً بسبب البيئة الساحلية التفاعلية للغاية حيث تؤثر التأثيرات الكبيرة العديدة، مثل تغيرات درجة الحرارة وجريان المياه العذبة وتدفق المغذيات والنشاط البيولوجي وتذبذبات المحيط الكبيرة، في مستويات ثاني أكسيد الكربون. وتكتسي الاستبانة الزمنية والمكانية العالية للرصدات أهمية بالغة في وصف تقلبية تحمض المحيطات وتحديد العوامل والآثار.

وتماشياً مع التقارير والإسقاطات السابقة بشأن تحمض المحيطات، تستمر مستويات الحموضة العالمية في الانخفاض. وتُظهر أحدث البيانات الخاصة بالمواقع الثابتة للرصدات في نيوزيلندا أنماطاً مماثلة، مع سد ثغرات البيانات المهمة لتحمض المحيطات في نصف الكرة الجنوبي. وإن توافر البيانات التشغيلية محدود حالياً، لكن من المتوقع أن تؤدي المنهجية المعتمدة حديثاً

الشكل 9 - سجلات
كربون المحيطات
ودرجة الحموضة من
ثلاث محطات لرصد
المحيطات على الأجل
الطويل. الصف الأعلى:
سلاسل هاواي الزمنية
للمحيط الهادئ. الصف
الأوسط: سلاسل برمودا
الزمنية للمحيط الأطلسي.
الصف الأدنى: المحطة
الأوروبية للسلاسل
الزمنية في المحيط، جزر
الكناري، في المحيط
الأطلسي.

المصدر: Richard Feely
(المختبر البيئي البحري
للمحيط الهادئ التابع
لإدارة NOAA)
Marine Lebrecc (مركز
التنسيق الدولي لتحمض
المحيطات التابع للوكالة
الدولية للطاقة الذرية).



الجليد البحري

وبعد الرقعة الدنيا للجليد البحري في أيلول/ سبتمبر، تمددت رقعة الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية بمعدل أبطأ من المتوسط حتى منتصف شهر تشرين الأول/ أكتوبر عندما تسارع تمدد الجليد حتى نهاية شهر تشرين الثاني/ نوفمبر. وبحلول شهر كانون الأول/ ديسمبر، تباطأ معدل تمدد الجليد مجدداً، وظل تمدد الجليد يومياً قريباً من أدنى المستويات المسجلة حتى نهاية عام 2018.

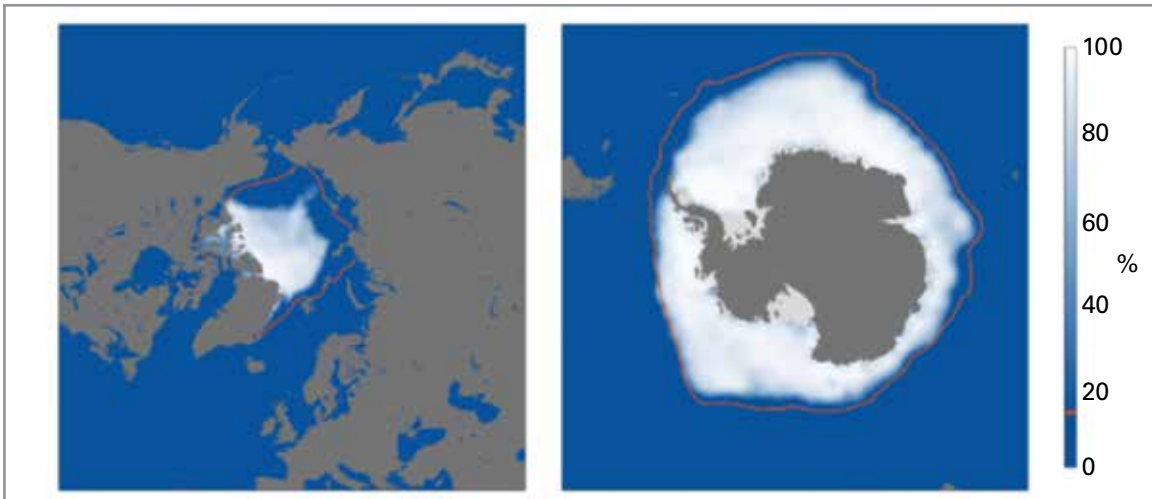
وكانت رقعة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية هي أيضاً أقل بكثير من المتوسط طوال عام 2018. وبلغت مساحتها الدنيا في شهر شباط/ فبراير، وثاني أدنى مساحة لها في كانون الثاني/ يناير. وبلغت الرقعة مساحتها الدنيا السنوية في أواخر شباط/ فبراير إذ وصل المتوسط الشهري إلى 2.28 مليون كم²، أي أقل بنسبة 33% من المتوسط، واحتل مرتبة منخفضة غير مسبوقة في مجموعة بيانات الخدمة C3S، والمرتبة قبل الأخيرة من بيانات المركز NSIDC. وكانت ظروف الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية في أواخر الصيف متقلبة للغاية لعدة سنوات، وسجلت أكبر رقعة للجليد البحري مؤخراً في عام 2008. وخلال فترة السبعة أشهر الممتدة بين شباط/ فبراير وأب/ أغسطس، كانت مساحة الرقعة الشهرية من بين أدنى 10 رقعات على الإطلاق.

ووصلت رقعة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية إلى مساحتها القصوى السنوية في أواخر شهر أيلول/ سبتمبر وأوائل شهر تشرين الأول/ أكتوبر. وكان متوسط الرقعة الشهرية في أيلول/ سبتمبر 17.82 مليون كم² أي أقل بنسبة 4% عن المتوسط وثاني أصغر رقعة على الإطلاق وفقاً لمجموعة بيانات الخدمة C3S، وخامس أصغر رقعة وفقاً لبيانات المركز NSIDC (الشكل 10، على اليمين). ورُصدت تغطية جليدية دون المتوسط في أجزاء من بحر ويدل الشمالي والمحيط الهندي الجنوبي. وبعد بلوغ الرقعة القصوى في أوائل

كانت رقعة الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية أقل بكثير من المتوسط طوال عام 2018، وبلغت أدنى مستوياتها في الشهرين الأولين من العام. وبلغت الرقعة مساحتها القصوى السنوية في منتصف آذار/ مارس، ووصلت الرقعة الشهرية لشهر آذار/ مارس إلى 14.48 مليون كم²، أي بتقلص في المساحة نسبته 7% مقارنة بمتوسط الفترة 1981-2010. وكانت هذه ثالث أقل مساحة مسجلة في شهر آذار/ مارس في السجل الساتلي للفترة 1979-2018 وفقاً لبيانات مستمدة من المركز الوطني لبيانات الثلج والجليد (NSIDC) وخدمة تغير المناخ التابعة للبرنامج كوبرنيكس (C3S). ولم تبلغ الرقعة مستوى أدنى من ذلك إلا في شهر آذار/ مارس 2016 و 2017.

وعلى أساس هذه الرقعة القصوى دون المتوسط، احتلت رقعة الجليد البحري المرتبة قبل الأخيرة في السجل حتى نهاية أيار/ مايو، وظلت ضمن المرتبات العشر الدنيا حتى نهاية آب/ أغسطس. وعلى غرار عام 2017، ساعد نظام ضغط منخفض قوي ومستمر فوق المنطقة القطبية الشمالية على الحيلولة دون فقدان الجليد والحفاظ على درجات الحرارة دون المتوسط، ولا سيما في أواخر أشهر الصيف. وبلغت رقعة الجليد البحري مساحتها الدنيا في منتصف شهر أيلول/ سبتمبر، وبلغت تلك الرقعة في شهر أيلول/ سبتمبر 5.45 مليون كم²، أي دون المتوسط بنسبة 28%، وسادس أصغر رقعة لشهر أيلول/ سبتمبر مسجلة في السجل (الشكل 10، اليسار). وقد سُجلت أصغر 12 رقعة لشهر أيلول/ سبتمبر منذ عام 2007. وكانت تغطية البحر الجليدي منخفضة بخاصة في شرق سيبيريا وشمال لابتيف وشمال بحر تشوكشي. وقد رُصدت تغطية قريبة من المتوسط وفوق المتوسط للجليد البحري في شرق بحر بوفورت وشمال بحري كارا وبارنتس.

الشكل 10 - متوسط تركيز الجليد البحري (بالنسبة المئوية) لشهر أيلول/ سبتمبر 2018 من تحليل الخدمة C3S (التظليل الأزرق والأبيض). ويُظهر الخط الوردي الحد الجليدي المناخي للفترة 1981-2010. المصدر: خدمة تغير المناخ كوبرنيكس (قاعدة بيانات ERA-Interim التابعة للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)).



اتزان كتلة الصفحة الجليدية في القطب الجنوبي

Eric Rignot,¹ Michael Sparrow²

1 جامعة كاليفورنيا ومختبر الدفع النفاث، معهد التكنولوجيا في كاليفورنيا

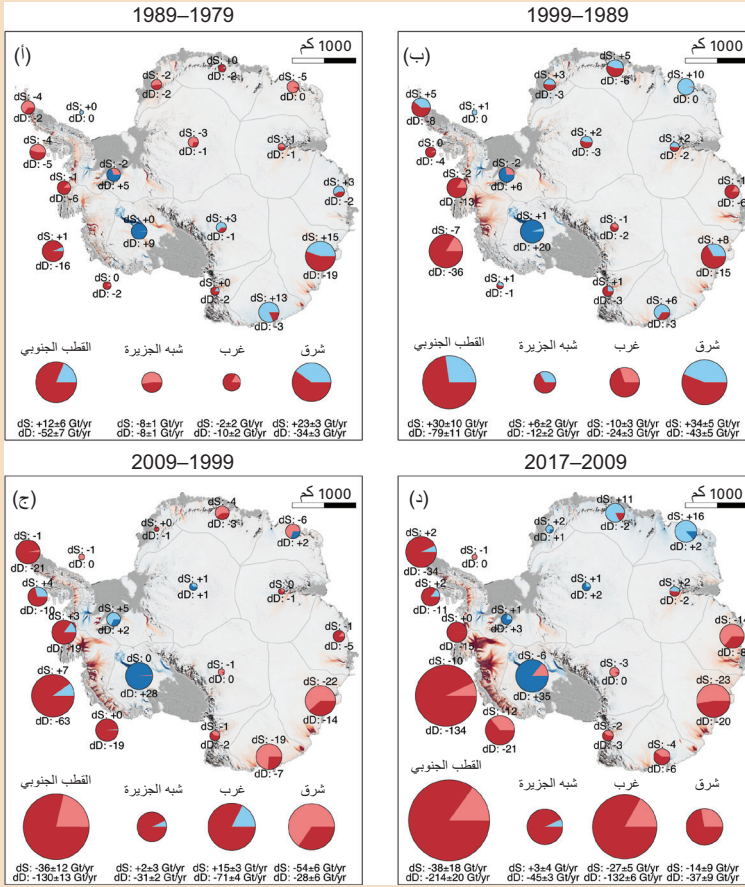
2 المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)

يحتوي القطب الجنوبي على حجم من الجليد يعادل 57.2 متر من مستوى سطح البحر.¹ ويبلغ مدخوله الصافي السنوي للكتلة الناتج عن تساقط الجليد 2100 غيغا طن، باستثناء الجروف الجليدية، أي ما يعادل تقلبات في مستوى سطح البحر بمقدار 5.8 ملليمتر.² وفي حالة اتزان الكتلة، من شأن تراكم تساقط الجليد في المناطق الداخلية أن يوازن التصرف السطحي (نقل الرياح والتسامي) وتصريف الجليد على طول الحد الخارجي إلى المحيط الجنوبي. ويذوب ما يقرب من نصف الجليد الأرضي، الذي يعبر خط الانفصال للوصول إلى المحيط ليكون جروفاً جليدية عائمة، عند الالتقاء بالمحيط، في حين أن النصف الآخر ينكسر ويفصل إلى جبال جليدية.^{4,3}

وأظهرت الرصدات الأخيرة أن الصفحة الجليدية تفقد كتلتها على طول المحيط بفعل التدفق المحسن للأنهار الجليدية الموجودة فيها بمعدل أخذ في الزيادة بمرور الوقت، بينما لا يوجد تغيير طويل المدى في تراكم تساقط الجليد في المناطق الداخلية. وقيمت أبحاث حديثة اتزان كتلة الصفحة الجليدية في القطب الجنوبي على مدار العقود الأربعة الماضية باستخدام سجل ساتلي شامل ودقيق ونواتج خارجية من نموذج مناخي جوي إقليمي لتوثيق تأثيرها على ارتفاع مستوى سطح البحر. ويسود التدفق المعزز للأنهار الجليدية في فقدان الكتلة في المناطق الأقرب إلى المياه الدافئة، والمالحة، والعميقة حول القطبية دون السطحية، بما في ذلك منطقة شرق القطب الجنوبي، التي كانت عاملاً مساهماً رئيسياً خلال الفترة بأكملها. ومن المحتمل أن تسود نفس القطاعات الدائرية في ارتفاع مستوى سطح البحر من القطب الجنوبي في العقود القادمة بحيث تؤدي الرياح الغربية القطبية المعززة إلى دفع مزيد من المياه العميقة حول القطبية (CDW) نحو الأنهار الجليدية.

وارتفع إجمالي فقدان الكتلة من القطب الجنوبي من 40 ± 9 غيغا طن/ عام في الفترة الزمنية التي تبلغ 11 عاماً 1989-1979 إلى 50 ± 14 غيغا طن/ عام في الفترة 1999-1989، و 166 ± 18 غيغا طن/ عام في الفترة 2009-1999، و 252 ± 26 غيغا طن/ عام في الفترة 2017-2009، أي بعامل 6 (انظر الشكل).

ويتوافق هذا التطور في الأنهار الجليدية والجروف الجليدية المحيطة بها مع تعزيز الرياح الغربية الناجمة عن ارتفاع مستويات غازات الاحتباس الحراري واستنفاد الأوزون الذي يجلب مزيداً من المياه العميقة حول القطبية (CDW) إلى الجرف القاري. وباعتبار اقتحام المياه العميقة حول القطبية (CDW) سبباً جذرياً لفقدان الكتلة في منطقة الخليج



المغلق لبحر أموندسن وشبه الجزيرة الغربية، تشير دراسة Rignot et al.⁵ إلى وجود حالة مماثلة تحدث في ويلكس لاند، حيث تشدد الحاجة إلى بيانات أوقيانوغرافية جديدة ومستدامة. ويشير تقييم اتزان الكتلة لهؤلاء المؤلفين، مشفوعاً بدراسات استقصائية سابقة، إلى أن القطاع بين Ninnis و Cook والجروف الجليدية الغربية قد تتعرض لمياه عميقة حول قطبية (CDW) وقد تسهم في ارتفاع مستوى سطح البحر لأمتار متعددة مصحوباً باحترار مناخي عنيف.

¹ Fretwell, P., et al., 2013: Bedmap2: improved ice bed, surface and thickness datasets for Antarctica. *Cryosphere*, 7:375–393.

² van Wessem, J.M., et al., 2018: Modelling the climate and surface mass balance of polar ice sheets using RACMO2 – Part 2: Antarctica (1979–2016). *Cryosphere*, 12:1479–1498.

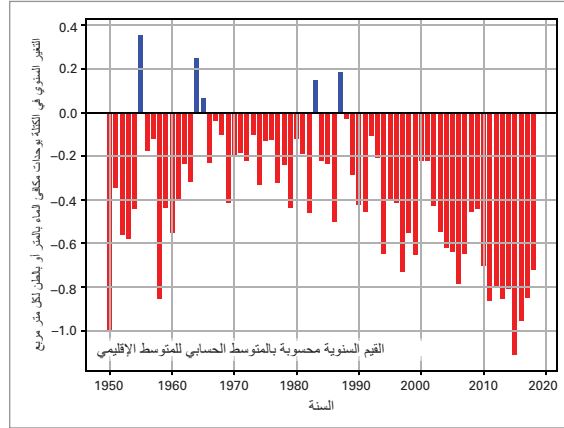
³ Rignot, E., S. Jacobs, J. Mouginot and B. Scheuchl, 2013: Ice-shelf melting around Antarctica. *Science*, 341:266–270.

⁴ Liu, Y., J.C. Moore, X. Cheng, R.M. Gladstone, J.N. Bassis, H-X. Liu, J-H. Wen and F-M. Hui, 2015: Ocean-driven thinning enhances iceberg calving and retreat of Antarctic ice shelves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112:3263–3268.

⁵ Rignot, E., J. Mouginot, B. Scheuchl, M. van den Broeke, M.J. van Wessem and M. Morlighem, 2019: Four decades of Antarctic ice sheet mass balance from 1979–2017. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(4):1095–1103, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1812883116>.

اتزان الكتلة الجليدية في القطب الجنوبي على مدار أربع فترات: (أ) الفترة 1989-1979، (ب) والفترة 1999-1989، (ج) والفترة 2009-1999، (د) والفترة 2017-2009. ويتناسب حجم الدائرة مع الحجم المطلق للشذوذ والألوان تنتقل من اللون الأحمر (فقدان الكتلة) إلى الأزرق (اكتساب الكتلة). المصدر: (5).

الشكل 11 - التوازن السنوي لكتلة الأنهار الجليدية المرجعية، التي أجريت فيها رصدت مستمرة أكثر من 30 سنة وترد قيم التغير السنوي للكتلة بوحدات مكافئ الماء بالمتر (m w.e.) بما يعادل الطن لكل متر مربع ($t m^{-2}$). المصدر: مرفق المراقبة العالمية للأنهار الجليدية (2017)، التقارير المحدثة والتقارير السابقة، <https://wgms.ch/faqs>



الربيع، تقلص الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية بمعدل أسرع فكانت الرقعة الشهرية ضمن أقل خمس مراتبات كل شهر حتى نهاية عام 2018. وفي الأيام الأخيرة من عام 2018، بلغت رقعة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية أدنى مساحة لها على الإطلاق.

غرينلاند

ما انفكت صحيفة غرينلاند الجليدية تفقد كتلتها الجليدية كل سنة تقريباً على مدى العقدين الماضيين. وحصيلة الكتلة السطحية (SMB) تقدير أولي لتغيرات الجليد البحري، وتشمل مكونات تضاف إلى الجليد البحري، بما في ذلك الهطول والمكونات التي تسبب فقدان الجليد، مثل جريان المياه الذائبة والتبخّر وإزالة الرياح. ويشمل حساب حصيلة الكتلة الجليدية النهائية أيضاً فقدان الجليد عن طريق تدفق الجليد وتفتت الجليد في المحيط. ولا تدخل هذه المكونات في حصيلة الكتلة السطحية مما يجعل الحصيلة أعلى من إجمالي التغير النهائي المحتمل في الكتلة.

وعلى غرار عام 2017، شهدت حصيلة الكتلة السطحية في عام 2018 زيادة بسبب تساقط الثلوج بمعدل فوق المتوسط، ولا سيما في شرق غرينلاند، وموسم ذوبان الجليد بمعدل قريب من المتوسط. وعلى الرغم من الظروف الصيفية الباردة والثلجية، حدثت ثلاثة ظواهر ذوبان سطحي في تموز/ يوليو وأب/ أغسطس مع تعرض أكثر من 30% من سطح الغطاء الجليدي للذوبان خلال كل ظاهرة. وستُضاف حوالي 150 جيجاوطن من الكتلة الجليدية إلى صفحة الجليد مقارنةً بمتوسط الفترة 1981-2010، وهي سادس أعلى قيمة في فترة السجل 1960-2018. وهي أكبر زيادة صافية في حصيلة الكتلة السطحية منذ عام 1996 وأعلى نسبة تساقط للثلوج منذ عام 1972. وعلى الرغم من الزيادة المسجلة في إجمالي حصيلة الكتلة الجليدية في عامي 2017 و2018، فإنها لا تمثل إلا انحرافاً ضئيلاً عن الاتجاه الذي كان سائداً خلال العقدين الماضيين، إذ فقدت صفحة الجليد في غرينلاند زهاء 3600 جيجاوطن من

الكتلة الجليدية منذ عام 2002. وفحصت دراسة حديثة أيضاً عينات جوفية جليدية من غرينلاند سجلت ظواهر ذوبان ترجع إلى منتصف القرن السادس عشر. وكشفت الدراسة أن أحدث ظاهرة ذوبان في صحيفة غرينلاند الجليدية لم تحدث خلال السنوات الخمسمائة الماضية على الأقل.

الأنهار الجليدية

يراقب المرفق العالمي لمراقبة الأنهار الجليدية توازن كتلة الأنهار الجليدية باستخدام مجموعة من الأنهار الجليدية المرجعية العالمية، التي أجريت فيها رصدات منذ أكثر من 30 عاماً بين عامي 1950 و2018. وتغطي هذه الأنهار الجليدية 19 منطقة جبلية. وتشير النتائج الأولية لعام 2018، بناءً على مجموعة فرعية من الأنهار الجليدية، إلى أن السنة الهيدرولوجية 2018/2017 كانت السنة الحادية والثلاثين على التوالي التي تشهد توازناً سلبياً في الكتلة، وبلغ توازن الكتلة -0.7 م بمكافئ الماء (الشكل 11). ووصل فقدان التراكمي للجليد منذ عام 1970 إلى 21.1 م بمكافئ الماء⁶.

وتسبب صيف حار في أجزاء من أوروبا، بما في ذلك حرارة قياسية في بعض المواقع، في فقدان نسب كبيرة من جليد الكثير من الأنهار الجليدية في جبال الألب. وساعد تساقط الثلوج الغزيرة خلال موسم الشتاء 2018/2017 في حماية الأنهار الجليدية جزئياً من حرارة الصيف. وفي نيسان/ أبريل وأيار/ مايو، تم قياس أعماق ثلجية قياسية كبيرة في العديد من الأنهار الجليدية السويسرية. ومع ذلك، أدى سقوط ثلوج قليلة جداً خلال أشهر الصيف الدافئة، إلى جانب موسم صيف صنف ثالث صيف أشد حرارة على الإطلاق في سويسرا، إلى أن فقدت الأنهار الجليدية في البلاد ما بين 1.5 متر إلى مترين من سمك الجليد. ووفقاً للجنة الخبراء المعنية بشبكات القياس الجليدي التابعة لأكاديمية العلوم، فقدت الأنهار الجليدية السويسرية خمس حجمها في السنوات العشر الماضية.

الغطاء الثلجي

خلال عام 2018، كان متوسط الغطاء الثلجي في نصف الكرة الشمالي 25.64 مليون كم². وكان ذلك أكبر بمقدار 0.77 مليون كم² عن متوسط الفترة 1981-2010، ويحتل المرتبة الثالثة عشرة من حيث الرقعة السنوية للغطاء الثلجي منذ بداية السجلات الساتلية في تشرين الثاني/نوفمبر 1966، وأقل بقليل من عام 2017. ورُصد غطاء ثلجي فوق المتوسط في معظم الأشهر، مع وجود غطاء

⁶ يمثل ذلك عمق المياه الذي ينتج عن توزيع المياه بشكلها السائل بالتساوي على مناطق الأنهار الجليدية بسبب فقدان الثلوج والجليد على مدى الثمانية وأربعين عاماً السابقة. وسيغطي ذلك عموداً من المياه عمقه 21.1 م لكل متر مربع من الأنهار الجليدية.

تلجي دون المتوسط خلال أواخر الربيع والصيف. وكانت الحالات الشاذة في الغطاء الثلجي القاري في جميع أنحاء أمريكا الشمالية أكبر بشكل عام من الحالات الشاذة في الغطاء الثلجي في أوراسيا.

ولا توجد سجلات مماثلة للغطاء الثلجي في نصف الكرة الجنوبي، حيث يندر الثلج عموماً على اليابسة خارج المناطق الجبلية العالية (باستثناء القطب الجنوبي). وفي المرتفعات العالية في نيو ساوث ويلز وأجزاء من فيكتوريا في أستراليا، بدأ موسم الثلج في وقت مبكر مقارنة بالسنوات الأخيرة مع سقوط ثلوج كثيفة في منتصف حزيران/يونيو. وفي سينسر كريك بنيو ساوث ويلز، سُجِّل 73.6 سم من الثلج على مدى 5 أيام في حزيران/يونيو مما أدى إلى أعلى عمق للثلوج منذ عام 2000 في تلك المرحلة المبكرة من الموسم. وقد أثرت العديد من الجبهات الجوية الباردة ودرجات الحرارة دون المتوسط في المنطقة على بقية فصل الشتاء، مع تراكم تساقط الثلوج بشكل ثابت تقريباً. واستمر تساقط الثلوج على الارتفاعات العليا لجبال نيو ساوث ويلز حيث بلغ عمق الثلوج ذروته عند 224.6 سم في سينسر كريك في أواخر آب/أغسطس، أي أقل بقليل من الذروة البالغة 240.9 سنتيمتر التي رُصدت في أيلول/سبتمبر 2017. وكانت ذروة عمق الثلوج أعلى من المتوسط الطويل الأجل البالغ 190 سم.

عوامل التقلبية بين السنوات

حددت أنماط معينة متكررة ومهيمنة في السجلات التاريخية للضغط ودرجة حرارة سطح البحر. وغالباً ما يشار إليها بأنها "أنماط للتقلبية تصف الظروف في مناطق واسعة من العالم تتراوح بين الفصول والسنوات وما بعدها، وتؤثر في تلك الظروف.

وظاهرة النينيو/التذبذب الجنوبي (ENSO) من أهم عوامل التقلبية السنوية في أنماط الطقس العالمية ودرجات الحرارة العالمية. وللمحيط الهادئ أيضاً تأثير عالمي على نطاقات زمنية أطول عن طريق التذبذب العقدي في المحيط الهادئ (PDO). ومؤشر القطبية الثنائية للمحيط الهندي (IOD)، الذي يرتبط بالتغيرات في درجة حرارة سطح البحر المتدرجة عبر المحيط الهندي، يؤثر في الطقس حول حوض المحيط فضلاً عن الرياح الموسمية الآسيوية. وفي شمال المحيط الأطلسي، تؤثر التغيرات البطيئة في درجة حرارة سطح البحر، والتي يشار إليها باسم التذبذب الأطلسي المتعدد العقود، في المناخ على نطاق الحوض، بما في ذلك تكوين الإعصار. وظاهرة التذبذب في منطقة القطب الشمالي (AO)، وتذبذب شمال

الأطلسي (NAO) نسقان وثيقا الصلة يمثلان أنماط دوران الغلاف الجوي عند خطوط العرض المتوسطة إلى العالية في نصف الكرة الشمالي. وفي المراحل الموجبة من هذين النسقين، يُعزز الدوران الغربي عند خطوط العرض الوسطى. وترتبط المرحلة السلبية بضعف في الدوران. وتظهر التغيرات في الظاهرتين AO و NAO على جميع النطاقات الزمنية من الأيام إلى العقود. وفي نصف الكرة الجنوبي، يوجد نسق مكافئ يعرف باسم "تذبذب القطب الجنوبي (AAO)"، وغالباً ما يشار إليه باسم "النمط الحلقي الجنوبي (SAM)".

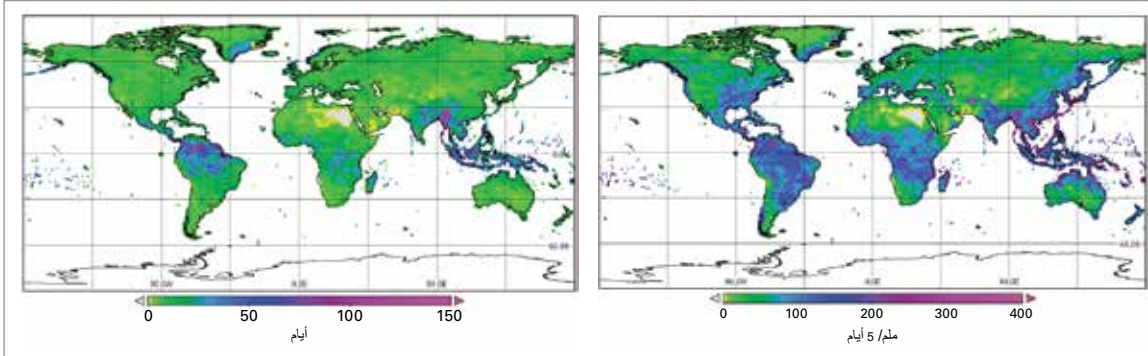
وقد بدأ عام 2018 بأوضاع ضعيفة لظاهرة النينيا، مع مياه سطحية أبرد من المتوسط في المحيط الهادئ المداري. وقد استمرت ظاهرة النينيا حتى شهر آذار/مارس عندما عادت درجات الحرارة إلى ما يقرب من المعدل الطبيعي. وفي أواخر العام، ارتفعت درجات حرارة سطح البحر في شرق المحيط الهادئ المداري مما أظهر دلائل على عودة النينيو. ولم يستجب الغلاف الجوي بالطريقة المعتادة لظاهرة النينيو ولكن الآثار التي تميز ظاهرة النينيو الناضجة - مثل الرياح التجارية الضعيفة في المحيط الهادئ وزيادة الغيوم في الفترة المعتادة وضعف تدرج الضغط عبر المحيط الهادئ - لم تكن موجودة. وعلى الرغم من وجود تأثير ضعيف لظاهرة النينيا في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في المحيط الهادئ، لم تكن الأنماط المعتادة للطول المرتبطة بتقلبية الظاهرة ENSO - سواء أكانت من ظواهر النينيا أو النينيو - واضحة بما يكفي في عام 2018 (انظر القسم الخاص بالهطول).

ومنذ أواخر التسعينيات حتى حوالي عام 2014، كان التذبذب العقدي في المحيط الهادئ (PDO) في مرحلة سلبية غالباً. وأسند الانخفاض المؤقت في معدل احترار السطح إلى تلك المرحلة السلبية، مع تواصل التراكم الحراري بمعدل منتظم في المحيطات. وعلى مدى عامي 2015 و2016، كان التذبذب PDO موجباً ولكن في عام 2018 كان سالباً في الغالب. وعلى النطاقات الزمنية القصيرة، يصعب التمييز بين آثار الظاهرة ENSO والتذبذب PDO.

وعلى الرغم من أن مؤشر القطبية الثنائية للمحيط الهندي (IOD) كان سالباً في الغالب خلال النصف الأول من عام 2018، فقد تحول إلى المرحلة الموجبة من أيلول/سبتمبر إلى كانون الأول/ديسمبر. وخلال أشهر الربيع الجنوبي، فإن مؤشر IOD الموجب يرتبط بظروف أكثر جفافاً في وسط وجنوب أستراليا.

وفي عام 2018، كان التذبذب NAO موجباً بشدة باستثناء خلال شهري آذار/مارس وتشرين الثاني/نوفمبر. وفي الشتاء، يرتبط تذبذب NAO الموجب عادة بظروف دافئة ورطبة عبر شمال أوروبا وظروف أكثر جفافاً وأبرد

الشكل 12 - اليسار: الأيام الرطبة المتتالية (CWDs) في عام 2018.
اليمين: RX5 في عام 2018.
المصدر: المركز العالمي لمناخيات الهطول، مرفق الأرصاد الجوية الألماني (DWD).



وشدة هطول الأمطار التي لا تُسجل بشكل جيد من خلال المتوسطات الشهرية أو السنوية البسيطة. وقد وُضع عدد من المؤشرات التي توفر هذه المعلومات الإضافية. وأحد هذه المقاييس هو "الأيام الرطبة المتتالية" (CWDs) الذي يعطي أطول رخة خلال الأيام (CWDs) في فترة معينة (الشكل 12). ومقياس آخر هو "RX5" الذي يسجل أعلى معدل هطول للأمطار على مدى 5 أيام.

تحدث أطول فترات CWD في موسم الأمطار الموسمية الهندية وفي نطاق الالتقاء المداري البيني (ITCZ) في جميع أنحاء أمريكا الجنوبية وأرخبيل الملايو. وترتبط المناطق ذات الأمطار الغزيرة (< 20 ملم من الأمطار يومياً) بالنطاق ITCZ فضلاً عن مواسم الأمطار الموسمية الأفريقية والهندية وأنشطة العواصف المدارية والمنحدر الهوائي للجبال الساحلية في خطوط العرض الوسطى. وتتسم هذه المناطق في المتوسط أيضاً بأعلى معدلات RX5 (الشكل 12، على اليمين). وقد سُجل أكثر من 300 ملم محلياً على مدى 5 أيام في أفغانستان، مما يكشف سلسلة من الظواهر في شهر أيار/ مايو تسببت فيها أمطار غزيرة في حدوث فيضانات خاطفة تبعهتا وفيات.

وفي عام 2018، رُصدت حالات شذوذ موجبة كبيرة في هطول الأمطار، على أساس مناخيات الفترة 1951-2010 في بعض الأماكن فوق المئين التسعين، في بعض المناطق من شمال وشرق أفريقيا وشبه الجزيرة العربية ووسط وجنوب شرق آسيا وأرخبيل الملايو وجنوب غرب أستراليا ونيوزيلندا وشرق أمريكا الشمالية (الشكل 13). ورُصدت معدلات هطول للأمطار أعلى من المتوسط في اليابان وجنوب غرب وجنوب شرق أوروبا وبعض المناطق في أمريكا الجنوبية، والظاهرة المذكورة سابقاً في أفغانستان. ورُصد أيضاً هطول للأمطار أعلى من المتوسط حول المحيط القطبي الشمالي.

ورُصد هطول للأمطار دون المعدل الطبيعي، دون المئين العاشر جزئياً، في وسط وشرق أستراليا، والساحل الشمالي والشرقي لبحر العرب، وشمال شرق بحر

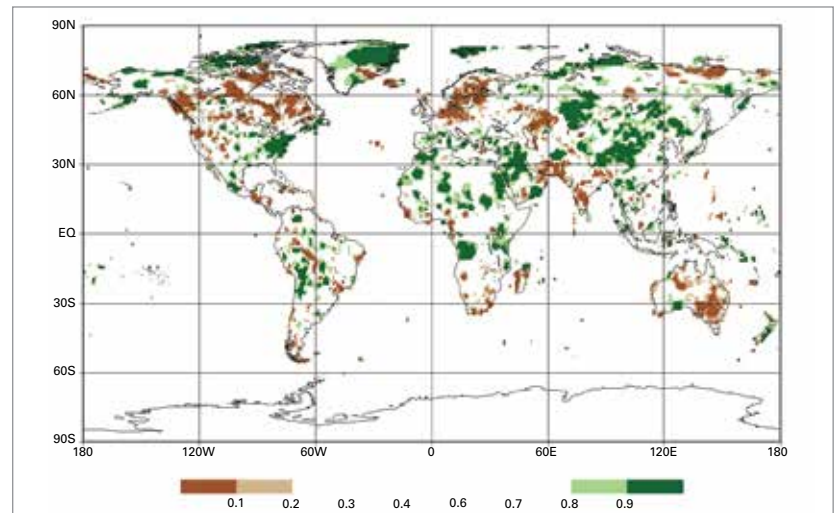
في الجنوب. ويرتبط تذبذب NAO السالب غالباً بظروف أكثر جفافاً وأبرد عبر شمال أوروبا. وفي آذار/ مارس، أثرت فترة من الطقس البارد في منطقة تمتد من المملكة المتحدة وشرق أيرلندا الشمالية إلى شمال أوروبا وآسيا. وفي الجنوب أكثر، كانت درجات الحرارة أعلى من المتوسط. ومن أواخر تشرين الأول/ أكتوبر إلى كانون الأول/ ديسمبر، كان النمط SAM موجباً. وفي هذه الفترة من السنة، يرتبط النمط SAM الموجب بزيادة احتمال سقوط أمطار فوق المتوسط في أجزاء من شرق أستراليا.

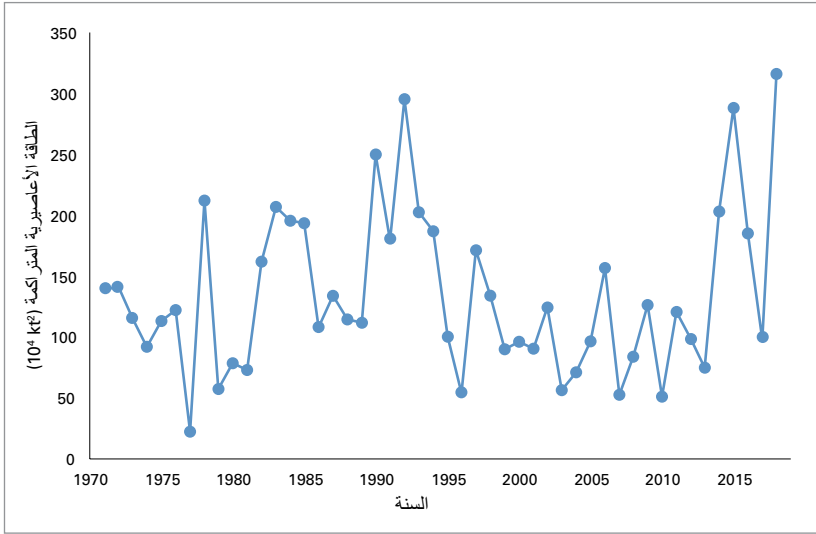
الهطول

على الرغم من أن ظروف ظاهرة النينيا كانت موجودة في بداية عام 2018 وتغيرت في وقت لاحق إلى الحيادية، فإن الآثار المعتادة على هطول الأمطار لم تكن موجودة. فعلى سبيل المثال، حدثت عدة فيضانات في ولاية كاليفورنيا حيث كان من المتوقع عكس ذلك خلال أحداث النينيا.

وعلى عكس المتغيرات المناخية المهمة الأخرى، لا يوجد مؤشر واحد يمكنه تلخيص التغيرات في هطول الأمطار على المستوى العالمي. وبعض التغيرات المتوقعة في هطول الأمطار استجابة لتغير المناخ تؤثر في تواتر

الشكل 13 - كمية الهطول السنوي الكلي في عام 2018 معبر عنها كمئين من الفترة المرجعية 1951-2010 فيما يتعلق بالمناطق التي كانت ستصبح ضمن نسبة العشرين بالمائة من السنوات الأكثر جفافاً (المبينة باللون البني) ونسبة العشرين بالمائة من السنوات الأكثر مطراً (المبينة باللون الأخضر) في أثناء الفترة المرجعية، مع إشارة الظلال البنية والخضراء الداكنة إلى نسبة العشرة بالمائة الأكثر جفافاً والأكثر مطراً، على الترتيب.
المصدر: المركز العالمي لمناخيات الهطول، مرفق الأرصاد الجوية الألماني (DWD).





قزوين، وكذلك في بعض المواقع في أمريكا الوسطى وأمريكا الشمالية وجنوب القارة الأفريقية. كما أبلغ عن حالات نقص في هطول الأمطار في وسط وشمال أوروبا والأرجنتين. وشهدت بعض هذه المناطق أيضاً كميات هطول للأمطار أقل من المعتاد في عام 2017 مثل أجزاء من جنوب القارة الأفريقية أو شرق أستراليا أو شمال أمريكا الشمالية.

وأدت الرياح الموسمية الصيفية الهندية إلى هطول أقل من المعتاد في غاتس الغربية والأجزاء الشرقية من جبال الهيمالايا ولكن أعلى من المعتاد في جبال الهيمالايا الغربية. وكان معدل سقوط الأمطار في جميع أنحاء الهند في الفترة من حزيران/يونيو إلى أيلول/سبتمبر 2018 أقل من المتوسط على المدى الطويل بنحو 9%. وأدت الرياح الموسمية الأفريقية إلى هطول أعلى من المعتاد في معظم المناطق، امتد بعيداً داخل منطقة الساحل. ومع ذلك، سجلت المنطقة الواقعة بين السنغال وكوت ديفوار هطولاً للأمطار أقل من المعتاد.

ووقعت ظواهر جديرة بالملاحظة تتعلق بهطول الأمطار الغزيرة أو الأمطار المستمرة في المنطقة الواقعة بين بحيرة فيكتوريا والمرتفعات الإثيوبية؛ وبين الساحل الشرقي والشمالي لخليج البنغال والأجزاء الشرقية من جبال الهيمالايا بسبب الرياح الموسمية الصيفية الهندية؛ وفي جنوب شرق آسيا بسبب تكرار حدوث العواصف المدارية. وشهدت منطقة شمال البحر الأبيض المتوسط العديد من أحداث هطول الأمطار الغزيرة. ونتجت عدة فيضانات مفاجئة عن تكرار هطول الأمطار الغزيرة في الشرق الأوسط. وفي الأرجنتين، تعرضت بعض المناطق لظروف جفاف في حين تعرضت مناطق أخرى لفيضانات مفاجئة. وأثرت الفيضانات في وسط أوروبا في بداية العام غير أن المنطقة نفسها تعرضت لظروف جفاف قاسية بعد ذلك. وفي أيسلندا، شهدت ريكيافيك سنة رطبة للغاية حيث سجلت 261 يوماً ممطراً وهو رقم قياسي. وكان شهر أيار/مايو أكثر تلك الأشهر رطوبة بمعدل ثلاثة أضعاف متوسط شهر أيار/مايو العادي، إذ كانت تمطر يومياً كل الشهر. وفي تشرين الثاني/نوفمبر، سجلت المدينة أعلى معدل لهطول الأمطار على مدى يومين بلغ 83.2 ملم.

الظواهر المتطرفة

العواصف المدارية

كان موسم الأعاصير المدارية نشطاً في نصف الكرة الشمالي في عام 2018. وكان عدد الأعاصير المدارية أعلى من المتوسط في أحواض نصف الكرة الشمالي الأربعة كلها. وحدث 74 إعصاراً في نصف الكرة الشمالي

الشكل 14 - الطاقة الأعاصيرية المتراكمة (ACE) لحوض شمال شرق المحيط الهادئ للفترة 1971-2018.
المصدر: جامعة ولاية كولورادو.

في عام 2018 وهو عدد أعلى بكثير من المتوسط الطويل الأجل البالغ 63. وكان حوض شمال شرق المحيط الهادئ نشطاً بشكل خاص إذ بلغت الطاقة الأعاصيرية المتراكمة 316 Kt^2 ، وهي أعلى قيمة منذ بداية السجلات الساتلية الموثوقة (الشكل 14). وكان النشاط في نصف الكرة الجنوبي في الموسم 2017-2018 قريباً من المتوسط بعدد 22 إعصاراً.

وحدث أقوى إعصارين مداريين لهذا العام، وهما مانغخوت (أمبونغ) ويوتو (روسيئا)، في شمال غرب المحيط الهادئ. وعبر إعصار مانغخوت (أمبونغ) شمال الفلبين في منتصف أيلول/سبتمبر ثم مر إلى جنوب هونغ كونغ بالصين مباشرة قبل الهبوط في مقاطعة غوانغدونغ الصينية، وتضرر جراه أكثر من 2.4 مليون شخص. ووفقاً لوزارة الزراعة الفلبينية، تأثر أكثر من 550000 هكتار من الأراضي الزراعية وكانت الخسائر الزراعية عالية. وبلغت حالات الوفيات المبلغ عنها 134 حالة منها 127 في الفلبين. وفي هونغ كونغ بالصين، كانت العاصفة العارمة البالغة 2.35 متر في ميناء فيكتوريا هي أعلى عاصفة على الإطلاق. وتسبب إعصار يوتو (روسيئا)، الذي عبر شمال جزر ماريانا في تشرين الأول/أكتوبر في ذروة شدته تقريباً، في أضرار جسيمة في تلك المنطقة.

وكان إعصار جيبى، الذي وصل إلى اليابسة بالقرب من كوبي في 4 أيلول/سبتمبر، أقوى إعصار يُلم بأرض اليابان منذ عام 1993. وحدث فيضان واسع في الأنهار وعاصفة أدت إلى غمر غالبية مطار كانساي الدولي (بالقرب من أوساكا). وتسبب إعصار سون-تين في تموز/يوليو في فيضان واسع في فييت نام وكذلك في جمهورية لاو

7 يجمع مؤشر الطاقة الأعاصيرية المتراكمة بين شدة كل إعصار ومدته لتوفير قياس للنشاط العام.

في "ماونتن فيو بجزيرة هاواي، وهي أعلى كمية لهطول الأمطار تم تسجيلها في الإعصار المداري في هاواي، والثانية في الولايات المتحدة بعد هارفي في عام 2017. وفي وقت سابق من العام وفي إطار ظاهرة غير مرتبطة بإعصار مداري، أدى إعصار هانالاي في الساحل الشمالي لكواي إلى 1262 ملم من الأمطار في 24 ساعة في يومي 14 و 15 نيسان/ أبريل وهو معدل غير مسبوق في الولايات المتحدة.

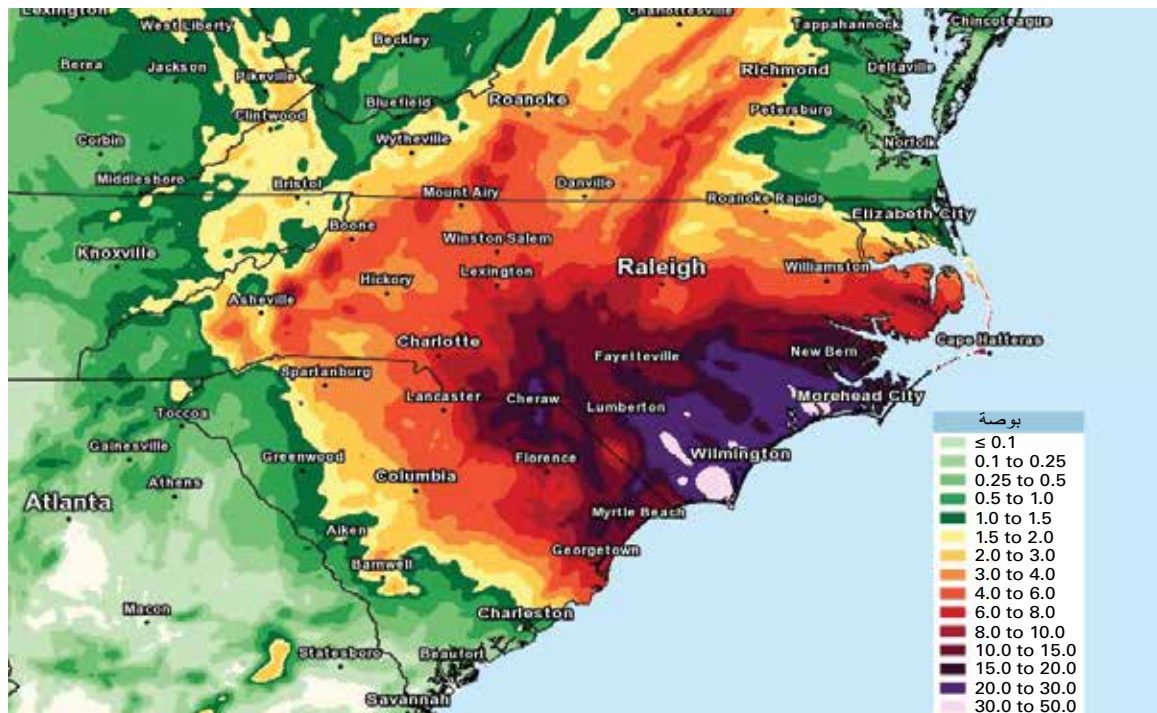
وعصفت ثلاثة من الأعاصير الخمسة في المحيط الهندي الشمالي باليمن كما يلي: سو غار وميكونو في أيار/ مايو ولوبان في تشرين الأول/ أكتوبر. وكان أشدها إعصار ميكونو الذي بلغ اليابسة بالقرب من صلالة بسلطنة عمان في أواخر شهر أيار/ مايو. ومات 24 شخصاً على الأقل معظمهم في جزيرة سقطرى. ووصل إعصار تيتلي إلى اليابسة في 11 تشرين الأول/ أكتوبر في ولاية أندرا براديش على الساحل الشرقي للهند، وتسبب في ما لا يقل عن 85 حالة وفاة أغلبها نتيجة فيضانات.

وألّم إعصاران مداريان في الساحل الشرقي بمدغشقر في أوائل عام 2018 وهما أفا في كانون الثاني/ يناير وإلياكيم في آذار/ مارس. واقترب الإعصاران كثيراً من الساحل وتسببا في فيضانات كبيرة مع خسائر كبيرة في الأرواح في الحاليتين. وسقطت أمطار غزيرة للغاية مرتبطة بأعاصير مدارية في بعض الفترات في أوائل عام 2018 على جزيرة لاريونيون مع معدل يومي كلي بلغ 847.5 ملم في "غراند-كود في 18 كانون الثاني/ يناير خلال الإعصار المداري

الديمقراطية الشعبية، مما ساهم في انهيار سد أدى إلى مقتل 55 شخصاً على الأقل. وعبر إعصار سوليك في أواخر آب/ أغسطس شبه الجزيرة الكورية وأدى إلى فيضانات شديدة في جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية أسفرت عن مقتل 86 شخصاً على الأقل. وفي نهاية العام، ضرب الانخفاض المداري عثمان وسط الفلبين في 29 كانون الأول/ ديسمبر تسبب في أمطار غزيرة وانزلاقات أرضية.

وضرب إعصاران كبيران البر الرئيسي للولايات المتحدة في عام 2018 مع أضرار إجمالية تقدر بـ 49 بليون دولار. وضعف إعصار فلورانس من الفئة 4 إلى الفئة 1 قبل الوصول إلى بر ولاية كارولينا الشمالية في أيلول/ سبتمبر ولكنه تسبب في أمطار غزيرة وفيضانات كبيرة ولا سيما في المناطق الساحلية. وبلغ إعصار مايكل في تشرين الأول/ أكتوبر بر شاطئ المكسيك بفلوريدا كنظام من الفئة 4 بضغط مركزي بلغ 919 هيكوباسكال (تقدير مؤقت) وهو أشد إعصار ضرب هذه المنطقة وبر الولايات المتحدة منذ عام 1992 على الأقل مع أضرار شديدة للرياح والعواصف. وارتبطت 53 حالة وفاة في الولايات المتحدة بإعصار فلورانس و49 بإعصار مايكل.

ووصلت ثلاثة أعاصير في شرق ووسط المحيط الهادئ إلى الفئة 5 في عام 2018 وهي أعاصير لين ووالاكا وويلا. ونتجت أشد الآثار عن إعصار لين الذي اقترب من هاواي (وإن كان أقل بكثير من ذروة شدته) وتسبب في هطول أمطار غزيرة للغاية؛ وسُجِّل 1321 مم من الأمطار في 96 ساعة في الفترة 22 إلى 26 آب/ أغسطس



الشكل 15 - تقديرات سقوط الأمطار جراء الإعصار فلورنس، في 18 أيلول/ سبتمبر 2018. المصدر: المقر الإقليمي شرق لمرفق الطقس الوطني بالولايات المتحدة.

بير غيتا بمعدل بلغ 176 ملم في الساعة في سانتيت-روز في 24 نيسان/ أبريل خلال الإعصار المداري فلكير؛ وتسبب هذا الإعصار الأخير في أعلى معدل ساعي يُرصد في موقع تلقائي في المنطقة.

وكان إعصار جيتا في جنوب المحيط الهادئ في شباط/ فبراير 2018 أشد الأعاصير المدارية على الإطلاق التي عصفت بتونغا حيث عبر على بعد 30 كم جنوب جزيرة تونغاتابو المكتظة بالسكان. وكانت أكثر العواصف ضرراً في تاريخ تونغا. وحدثت أضرار كبيرة أيضاً في ساموا وساموا الأمريكية وجزر فيجي النائية.

الفيضانات والأمطار الشديدة والعواصف خارج المنطقة المدارية

في آب/ أغسطس، تعرضت ولاية كيرالا جنوب غرب الهند لفيضانات كبيرة يُقال إنها الأسوأ منذ عام 1924 نتيجة أمطار موسمية غزيرة مستمرة. وكانت نسبة سقوط الأمطار على الولاية في شهر آب/ أغسطس أعلى من المتوسط الطويل الأجل بنسبة 96%، وبلغت النسبة الكلية الأسبوعية للأسبوع 9-15 آب/ أغسطس 258% فوق المتوسط والأسبوع 16-22 آب/ أغسطس 218% فوق المتوسط. وسقطت 400 ملم من الأمطار على نيلامبار في 9 آب/ أغسطس و620 ملم في يومي 15 و16 آب/ أغسطس على بيرميد تو. وبلغ عدد الوفيات 223. ووفقاً لتقارير الهيئة الوطنية لإدارة الكوارث نُقل أكثر من 1.4 مليون شخص إلى مخيمات إغاثة، وتضرر أكثر من 5.4 مليون بطريقة ما. وقُدِّرت الخسائر الاقتصادية الكلية بمبلغ 4.3 بليون دولار أمريكي.

وشهدت مساحات شاسعة في غربي اليابان فيضانات مدمرة في أواخر حزيران/ يونيو وبداية تموز/ يوليو، نتيجة أمطار مستمرة في فترة "baui" شبه الثابتة. ووصل هطول الأمطار الكلي في ياناسي بجزيرة شيكوكو إلى 1025 ملم في 48 ساعة في ذروة الفترة، مع ما مجموعه 1853 ملم للفترة من 28 حزيران/ يونيو إلى 8 تموز/ يوليو. وإجمالاً، تم الإبلاغ عن 245 حالة وفاة وتدمير 6767 منزلاً.

وحدث فيضان كبير في أجزاء من نهر النيجر وروافده في أيلول/ سبتمبر، ولا سيما في شمال ووسط نيجيريا والنيجر، بسبب الأمطار الغزيرة من أواخر آب/ أغسطس فصاعداً. وكانت ذروة الفيضانات أقل عامة من تلك التي رُصدت في عام 2012، وإن ظلت التأثيرات كبيرة للغاية حيث تم الإبلاغ عن 200 حالة وفاة وعن نزوح 561000 شخص داخلياً.

وألحقت الفيضانات الضرر بمناطق كثيرة في شرقي أفريقيا في آذار/ مارس ونيسان/ أبريل. وشملت هذه المناطق كينيا والصومال، اللذين سيق أن عانيا من جفاف حاد، وإثيوبيا وشمال ومناطق في وسط جمهورية تنزانيا المتحدة. وكانت كمية الأمطار في الفترة من آذار/ مارس إلى أيار/ مايو ضعف المتوسط المسجل في كينيا والأجزاء الشمالية من جمهورية تنزانيا المتحدة تقريباً - مع ما لا يقل عن 87 حالة وفاة نتيجة فيضان كينيا و14 في جمهورية تنزانيا المتحدة.

وألحقت الأمطار الغزيرة والفيضانات المفاجئة الضرر بأجزاء مختلفة من الشرق الأوسط في أواخر تشرين الأول/ أكتوبر وتشرين الثاني/ نوفمبر. وشملت ظواهر السقوط الملحوظة 84 ملم في 6 ساعات في أبو هامور بقطر في 20 تشرين الأول/ أكتوبر، و102.8 ملم في 24 ساعة في الفجيرة بالإمارات العربية المتحدة في 28 تشرين الأول/ أكتوبر، و49.2 ملم في 24 ساعة في مطار القاهرة في 9 تشرين الثاني/ نوفمبر. وأبلغ عن حدوث فيضانات مفاجئة أدت إلى خسائر في الأرواح في الأردن في أواخر شهر تشرين الأول/ أكتوبر وفي 9 و10 تشرين الأول/ أكتوبر، وفي العراق من 2 إلى 25 تشرين الثاني/ نوفمبر.

موجات الحرارة والجفاف

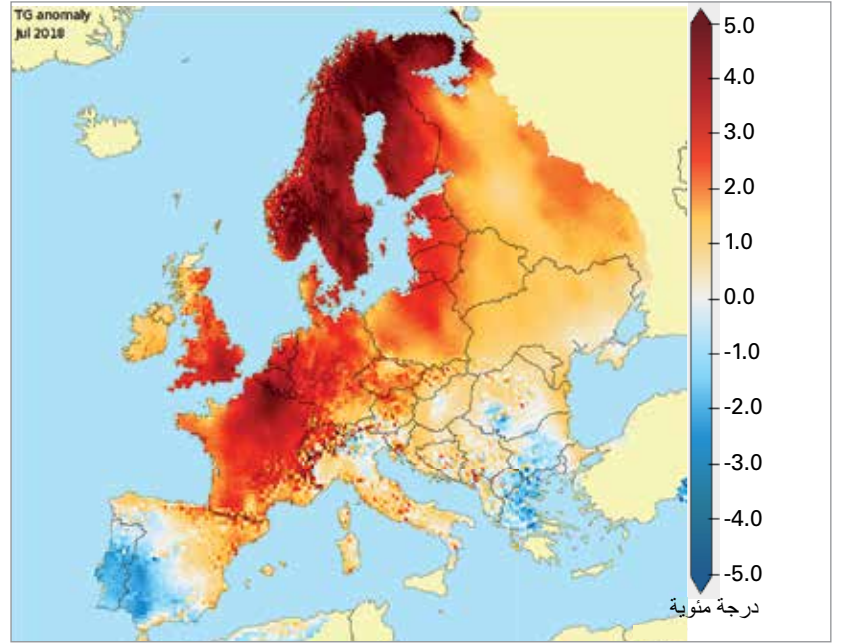
شهدت أنحاء كثيرة في أوروبا موجة حرارة وجفاف غير عادية خلال أواخر ربيع وصيف 2018. وكانت درجات الحرارة فوق المتوسط وكان سقوط أمطار دون المتوسط منذ شهر نيسان/ أبريل في أنحاء كثيرة من شمال وغرب أوروبا.

وتضرر شمال أوروبا في الفترة من أيار/ مايو إلى تموز/ يوليو ببعض من أشد الظروف غير الطبيعية. وكانت هذه الفترة من أكثر الفترات جفافاً وأحرها على الإطلاق في أجزاء عديدة من وسط وجنوب الدول الاسكندنافية وفنلندا؛ وكان سقوط الأمطار من أيار/ مايو إلى تموز/ يوليو في لوند بجنوب السويد، الذي يعود تاريخ رسداتها إلى عام 1748، نصف أدنى معدل مسجل تقريباً. وشهدت الدانمرك أحر أشهر الصيف وأشدّها جفافاً في الفترة من أيار/ مايو إلى تموز/ يوليو، وشهدت النرويج وفنلندا أحر شهر تموز/ يوليو. وأدى ذلك في نهاية المطاف إلى موجة حرارة مطولة في أواخر شهر تموز/ يوليو وأوائل شهر آب/ أغسطس شملت العديد من درجات الحرارة القياسية العالية شمالي الدائرة القطبية الشمالية، ودرجات حرارة مرتفعة ممتدة قياسية، بما في ذلك 25 يوماً متتالياً زادت فيها درجة الحرارة على 25 درجة مئوية في هلسنكي-فانتا بفنلندا، و8 أيام متتالية زادت فيها درجة الحرارة على 30 درجة مئوية في لاين-نيغولا بإستونيا.

شدة؛ ومع ذلك، تم الإبلاغ عن 1500 حالة وفاة إضافية. وفي ألمانيا، شهدت بعض المواقع في منطقة فرانكفورت 18 يوماً متتالياً أعلى من 30 درجة مئوية في الفترة من 23 تموز/ يوليو إلى 9 آب/ أغسطس. وإلى الجنوب الغربي، ألحقت موجة حارة قصيرة ولكن شديدة ضرراً بإسبانيا والبرتغال في أوائل آب/ أغسطس. وفي البرتغال، كان يوم 4 آب/ أغسطس أحر أيام القرن الحادي والعشرين في البلاد، حيث سجلت 40% من المحطات أرقاماً قياسية، لشبونة - غاغو كوتينهو (44.0 درجة مئوية). وشهدت أرمينيا أحر شهر تموز/ يوليو على الإطلاق وسجلت يريفان 43.7 درجة مئوية، وهي أعلى درجة حرارة مسجلة.

ووصلت حرائق الغابات إلى حد غير مسبوق في السويد، حيث حُرق أكثر من 25000 هكتار، وحدث أيضاً نشاط غير طبيعي في حرائق الغابات في لاتفيا والنرويج وألمانيا والمملكة المتحدة وأيرلندا. وأدت الظروف الجافة أيضاً إلى تدفقات منخفضة للغاية في بعض أنهار أوروبا الوسطى، حيث اقترب نهر الراين من التدفقات المنخفضة القياسية بحلول منتصف تشرين الأول/ أكتوبر، قبل حدوث بعض الزيادة خلال شهر كانون الأول/ ديسمبر. وأدى ذلك إلى تعطل شديد في النقل النهري مع انخفاض وزن البضائع المنقولة بنسبة 20% إلى 25% مقارنةً بعام 2017. وكانت توجد اضطرابات أيضاً في النقل النهري على نهر الدانوب في صربيا.

وشهدت شرق أستراليا جفافاً كبيراً خلال عام 2018. وكانت المنطقة الأكثر تضرراً على نطاق واسع هي شرق أستراليا، وبخاصة في نيو ساوث ويلز وجنوب كوينزلاند، حيث شهدت أجزاء كبيرة من المنطقة معدل أمطار أقل من نصف المعدل المتوسط للفترة كانون الثاني/ يناير - أيلول/ سبتمبر. وفوق حوض موراي-دارلينغ، كان معدل سقوط الأمطار للفترة كانون الثاني/ يناير - أيلول/ سبتمبر أقل معدل منذ عام 1902. وامتدت الظروف الجافة بصورة غير طبيعية إلى المناطق الساحلية في شرق فيكتوريا، حيث سُجلت السنة الجافة الثانية على التوالي، وعلى الساحل الشرقي حول وجنوب سيدني. وفي معظم المناطق الجنوبية من بر ولاية كوينزلاند فضلاً عن شمال غرب فيكتوريا وجنوب بر ولاية نيو ساوث ويلز، كان معدل سقوط الأمطار أقل من المتوسط لمعظم الفترة منذ أوائل عام 2012، ولم يتوقف إلا لفترة وجيزة بسبب الأمطار الغزيرة في شتاء وربيع عام 2016. وشهد وسط أستراليا جفافاً أكثر من المعتاد مع تسجيل منطقة "أليس سبرينغز" 160 يوماً متتالياً بدون أمطار. وامتدت ظروف الجفاف إلى أجزاء من إندونيسيا في منتصف السنة مع جفاف



واتسمت هذه الفترة أيضاً بليال حارة ورطوبة عالية مع بلوغ أرقام قياسية منها سبع ليالٍ متتالية فوق 20 درجة مئوية في ريغا بلاتفيا، وبلغ نقطة الندى الوطنية رقماً قياسياً عند 24.8 درجة مئوية في 1 آب/ أغسطس في كارلسكرونا بالسويد. وكانت تلك الفترة حارة وجافة بشكل غير عادي في المملكة المتحدة وأيرلندا.

واعتمدت الظروف في هذه المناطق من منتصف آب/ أغسطس ولكنها ظلت دافئة بشكل غير معتاد وجافة جنوباً. وكانت الظروف الجافة مستمرة بشكل خاص في ألمانيا، حيث كانت الفترة من نيسان/ أبريل إلى أيلول/ سبتمبر هي ثاني أكثر الفترات جفافاً على الإطلاق، مما أدى إلى خسائر فادحة في الإنتاج الزراعي، وفي شرق سويسرا (أكثر فترة جافة من نيسان/ أبريل إلى تشرين الثاني/ نوفمبر)، وكان غرب بولندا وتشيكيا (أكثر فترة جافة من كانون الثاني/ يناير إلى آب/ أغسطس)، وهولندا وشمال شرق فرنسا من بين أكثر المناطق تضرراً. وشهدت لاتفيا أكثر السنين جفافاً على الإطلاق (29% أقل من المتوسط) وتشيكيا ثاني أكثر السنين جفافاً (24% أقل من المتوسط)؛ وأما في الشمال، فقد شهدت ستوكهولم أكثر سنواتها جفافاً منذ عام 1892. وشهدت أوكلي (بالقرب من بروكسل) ثاني أشد سنة لها من الجفاف على الإطلاق (25% أقل من المتوسط).

وحدثت أكبر موجة حرارة في وسط أوروبا في أواخر تموز/ يوليو وأوائل آب/ أغسطس؛ وفي فرنسا كانت مدتها مماثلة للموجة الحارة لعام 2003 وإن كانت أقل

الشكل 16 - شهدت أوروبا ارتفاعاً في درجات الحرارة خلال عدد كبير من الأشهر في 2018، على النحو المبين هنا في شهر تموز/ يوليو.
المصدر: تقارير حالة المناخ الشهرية في أوروبا لمرفق كوبرنيكس لتغير المناخ.

كبير الحق ضرراً بمنطقة "جاوا في الفترة من تموز/ يوليو إلى تشرين الأول/ أكتوبر قبل العودة إلى سقوط للأمطار قريب من المتوسط منذ تشرين الثاني/ نوفمبر.

وتضررت أفغانستان كثيراً من الجفاف، فقد أثرت قلة الأمطار في وقت مبكر من العام تأثيراً كبيراً على زراعة المحاصيل، وإن تعرضت أجزاء من البلد للأمطار غزيرة في شهر أيار/ مايو. واستمر الجفاف الطويل الأجل أيضاً في غرب باكستان، حيث كان معدل سقوط الأمطار في بلوشستان أقل بنسبة 28% عن متوسط كل من السنوات الخمس للفترة 2014-2018. وكان عام 2018 عاماً جافاً بشكل خاص، إذ كانت الأمطار أقل من المتوسط بنسبة 62%، وهي رابع أكثر سنة جفافاً منذ بداية السجلات الإقليمية في عام 1961. وأبلغ عن ظروف جفاف أيضاً في أجزاء من إيران.

وتعرضت أوروغواي وشمال وسط الأرجنتين لجفاف حاد في أواخر عام 2017 وأوائل عام 2018، مع امتداد أشد فترة من تشرين الأول/ أكتوبر 2017 إلى آذار/ مارس 2018. وكان سقوط الأمطار لمدة 6 أشهر على المقاطعات الأرجنتينية الخمس الأكثر تضرراً (وهي إنتر ريوس، وسانتا في، وقرطبة، وبوينس أيريس، ولا بامبا) 43% أقل من متوسط الفترة 1981-2010 - وهو أدنى معدل على الإطلاق - في حين شملت مواقع فردية، شهدت أكثر الفترات جفافاً بين شهري تشرين الأول/ أكتوبر وآذار/ مارس على الإطلاق، بونيس أيريس (364.7 ملم) وقرطبة (329.2 ملم). وخفت حدة الجفاف بحلول شهر نيسان/ أبريل، وكان شهر أيار/ مايو الأكثر رطوبة في الأرجنتين. وأدت الظروف الجافة إلى خسائر فادحة في المحاصيل الصيفية، وبخاصة فول الصويا والذرة، مع خسائر زراعية تقدر بنحو 5.9 بليون دولار أمريكي. وفي وقت لاحق من العام، ساهم شهر كانون الأول/ ديسمبر الجاف في خسائر تقدر بنسبة 30% في محاصيل فول الصويا في ولاية بارانا بالبرازيل.

وتعرضت أجزاء من شرق آسيا في أواخر تموز/ يوليو وأوائل آب/ أغسطس لموجة حارة تاريخية هامة. وكانت اليابان أكثر المناطق تضرراً، بعد الفيضانات الشديدة التي حدثت في وقت سابق من هذا الشهر. وسُجلت درجة حرارة غير مسبوقة على المستوى الوطني بلغت 41.1 درجة مئوية في كوماغايا في 23 تموز/ يوليو. وإجمالاً، ترجع 153 حالة وفاة في اليابان إلى موجة الحرارة. وكان ذلك أحر صيف شهده شرق اليابان. وتضررت شبه الجزيرة الكورية أيضاً كثيراً مع بلوغ درجة حرارة قياسية أيضاً في جمهورية كوريا (41.0 درجة مئوية في هونغشيون في

1 آب/ أغسطس) وفي مدينة سيول (39.6 درجة مئوية)، وحدثت أمراض بسبب الحرارة وخسائر زراعية في جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية.

وأضررت موجات الحرارة بأمريكا الشمالية خلال صيف عام 2018. وكان التأثير الأكبر في شرق كندا الذي شهد أطول وأشد موجة حرارة منذ سنوات. وتعرضت مونتريال في أوائل شهر تموز/ يوليو لدرجات حرارة بلغت 35 درجة مئوية مع تراوح نقاط الندى بين 20 و25 درجة مئوية وحدثت ظروف منطرفة في مناطق أخرى من جنوب كيبيك وشرق أونتاريو. وشهدت مونتريال لأول مرة 5 أيام متتالية شهدت درجات حرارة تبلغ 33 درجة مئوية فما فوق. وسُجلت في مختلف أنحاء كيبيك 86 حالة وفاة إضافية ترتبط بموجة الحرارة. وفي وقت لاحق من الصيف، شهدت كالغاري أحر أيامها على الإطلاق بتسجيل 36.5 درجة مئوية في 10 آب/ أغسطس.

وسُجلت درجات حرارة مرتفعة بشكل استثنائي في أجزاء كثيرة من الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في أواخر حزيران/ يونيو وأوائل تموز/ يوليو. وفي 26 حزيران/ يونيو، انخفضت درجة الحرارة خلال الليل في قريات بعمان إلى 42.6 درجة مئوية، وهي من أعلى درجات الحرارة الدنيا المسجلة على مستوى العالم. وفي أوائل شهر تموز/ يوليو، امتدت الحرارة إلى شمال أفريقيا مع تسجيل أرقام قياسية في عدد من المناطق في الجزائر وأعلىها 51.3 درجة مئوية في ورقلة.

البرد والثلج

عصفت أهم موجات البرد في السنوات الأخيرة بأوروبا في أواخر شهر شباط/ فبراير وأوائل آذار/ مارس. واستقرت الظروف الباردة مبدئياً في شمال شرق أوروبا في أواخر شهر شباط/ فبراير حيث كانت الفترة من 21 إلى 28 شباط/ فبراير ثاني أبرد فترة على الإطلاق في إستونيا. وشهدت أيرلندا وجنوب فرنسا تساقطاً للثلوج بشكل غير طبيعي مع سقوط 15 إلى 30 سم حول مدينتي نيم ومونبلييه وفي جنوب إيطاليا حول نابولي، مع تجاوز عمق الثلوج 50 سم في بعض المواقع في شرق أيرلندا. وتساقطت ثلوج غزيرة بشكل غير معتاد على ارتفاعات عالية في الجزائر. وحدثت ظاهرة نادرة من الأمطار المتجمدة أيضاً في البرتغال. وكانت درجة

8 Lebel, G., M. Dubé and R. Bustinza, 2019: مراقبة آثار موجة الحرارة المتطرفة على الصحة في كيبيك في صيف 2018. المعهد الوطني للصحة العامة في كيبيك، نشرة معلومات عن الصحة والبيئة (نشرة صحفية).

الحرارة القصوى تبلغ -4.7 درجة مئوية في 1 آذار/ مارس في تريديغار بويلز، وهو رقم قياسي في المملكة المتحدة أثناء شهر آذار/ مارس.

وفي وقت سابق من فصل الشتاء، حدث تساقط غير معتاد للثلوج في بعض المناطق الصحراوية في المغرب، مع سقوط أول ثلوج على زاغورة منذ عام 1960 في 30 كانون الثاني/ يناير. وأدت الظروف الرطبة خلال فصل الشتاء إلى تراكم ثلوج غزيرة للغاية على ارتفاعات أعلى في جبال الألب الأوروبية مع تسجيل أروسا بسويسرا 530 سم في هذا الفصل وهو ثاني أعلى معدل تراكم موسمي منذ 50 عاماً.

وشهدت ليسوتو في جنوبي أفريقيا حدثاً غير اعتيادي للثلوج في منتصف آب/ أغسطس مع تراكم للثلوج يتراوح بين 5 و30 سم في جميع أنحاء البلاد. وكانت أعلى المعدلات في جبال مالوتي. وسقطت ثلوج غزيرة مؤخراً في عام 2016 على ليسوتو ولكن كان سقوط الثلوج حدثاً شتوياً شائعاً في الماضي يُرصد في غالبية فصول الشتاء خلال القرن التاسع عشر والنصف الأول من القرن العشرين.

وشهدت أجزاء من شبه القارة الهندية موجة باردة في كانون الثاني/ يناير. وبين 3 و13 كانون الثاني/ يناير، سُجِّلَت 135 حالة وفاة بسبب البرد في ولاية أوتار براديش.

وفي أمريكا الجنوبية، أثر حدثان نادران من الثلوج على أجزاء مختلفة من القارة. ففي جزيران/ يونيو، أدت جبهة باردة قوية إلى تساقط للثلوج على منطقة وسط سانتياغو بشيلي. وأدى نظام العاصفة إلى درجات حرارة منخفضة تصل إلى -14 درجة مئوية في أجزاء من دولة بوليفيا المتعددة القوميات، وكذلك إلى ثلوج وصل عمقها 40 سم وغطت أجزاء واسعة من بيرو. وفي آب/ أغسطس، أثر حدث ثلجي نادر في أجزاء من أوروغواي عندما انتقلت جبهة باردة قوية عبر المنطقة مع جلب ثلوج إلى الأجزاء الجنوبية الشرقية من البلد مع تراكم البرد الرخو (طبقة هشة من الثلج يُشار إليها أحياناً باسم البرد الهش) في الأرجنتين المجاورة.

حرائق الغابات

ألحقت حرائق الغابات الرئيسية ضرراً بالمنطقة المحيطة بأثينا في 23 تموز/ يوليو. وانتشرت الحرائق بسرعة مع هبوب رياح شديدة وغير عادية بالنسبة لذلك الوقت من العام، حيث بلغت ذروة الهبوب 124 كم/ ساعة في شمال أثينا. ونُسبت 99 حالة وفاة على الأقل إلى الحرائق، وهي أسوأ خسارة في الأرواح بسبب حرائق الغابات في أي مكان في العالم منذ حرائق السبت الأسود لعام 2009 في أستراليا.

وفي الولايات المتحدة، حدث حريق هائل في 8 تشرين الثاني/ نوفمبر بسبب رياح شديدة في ظروف الجفاف المستمرة حرق جزءاً من مدينة بارادايز والمناطق المحيطة بها في كاليفورنيا. ودُمِّر جزء كبير من المدينة بسبب الحريق الذي أدى إلى 85 حالة وفاة، وهي أكبر خسارة في الأرواح تشهدها الولايات المتحدة بسبب حريق على مدى 100 عام، وكذلك إلى تدمير أكثر من 18000 مبنى.

وحدثت حرائق كبيرة أيضاً في ولاية كاليفورنيا خلال شهري تموز/ يوليو وآب/ أغسطس. وكان حريق مجمع مندوسينو أكبر حريق في تاريخ كاليفورنيا أضر بمساحة كلية رقعتها 185800 هكتار، في حين تسبب حريق كار فيتدمير 1604 مبان وأسفر عن 8 حالات وفاة، وعن خسائر مؤمن عليها قيمتها 1.5 بليون دولار، مع تعرض مدينة ريدينغ لأشد الأضرار. وكان هذا الموسم موسم حريق شديد في غرب كندا. وشهدت كولومبيا البريطانية في كندا أرقاما قياسية جديدة في حجم المناطق المحروقة في موسم الحرائق للعام الثاني على التوالي مع احتراق ما مجموعه 1.35 مليون هكتار. وكانت الخسائر في الممتلكات متواضعة بالنظر إلى حجم الحرائق ولم يتم الإبلاغ عن وقوع إصابات، لكن الدخان الكثيف أثر على المناطق الداخلية من المقاطعة والمدن على الساحل الغربي مثل فانكوفر وسياتل لفترات طويلة. وقدرت الخسائر الإجمالية لموسم حرائق الغابات في الولايات المتحدة لعام 2018 بحوالي 24 بليون دولار أمريكي، وهي أكبر خسارة على الإطلاق في أي موسم.

العواصف الشديدة

كانت أشد عاصفة رياح أوروبية في شتاء 2017-2018 هي فريديريك (المعروفة باسم دافيد في فرنسا). وعبر هذا المنخفض الجوي، الذي امتد من 17 إلى 19 كانون الثاني/ يناير، أيرلندا والمملكة المتحدة قبل المرور فوق هولندا وشمال ألمانيا وبولندا. وكانت أشد آثار العاصفة في ألمانيا. وبلغت سرعة الرياح 203 كم/ ساعة في بروكين (أعلى سرعة منذ عام 1990) وأعلى من 140 كم/ ساعة في بعض المواقع المنخفضة الارتفاع. وحدثت آثار كبرى أيضاً في هولندا (حيث أغلق مطار أمستردام) وبلجيكا. ونُسبت 13 حالة وفاة إلى العاصفة.

وعبرت عاصفة ذات خصائص مماثلة للأعاصير المدارية شرق البحر الأبيض المتوسط في أواخر شهر أيلول/ سبتمبر. وفي المراحل المبكرة من العاصفة، حدثت أمطار غزيرة وفيضانات مفاجئة في تونس وليبيا مع سقوط 205 ملم من الأمطار في 24 ساعة في نابل بتونس. ثم اشتدت العاصفة وهي تتحرك شرقاً وبلغت

اليابسة في غرب اليونان في 29 أيلول/ سبتمبر مع تسجيل معدلات ضغط منخفضة حتى 989 هكتوباسكال مما أدى إلى أضرار واسعة النطاق.

وشهد موسم الطقس القاسي في الولايات المتحدة مستويات نشاط أقل من المتوسط - حيث تم الإبلاغ عن 1102 إعصار بحلول نهاية شهر تشرين الثاني/ نوفمبر - وهو معدل أقل بنسبة 10% عن متوسط الفترة 1991-2010. وكانت هذه هي السنة الأولى منذ أن بدأت السجلات الشاملة في عام 1950 مع عدم وجود أعاصير مؤكدة شدتها 4 أو 5 على مقياس فوجيتا المحسن. ومع ذلك، أثرت عواصف البرد المدمرة على منطقة دالاس-فورت وورث في 6 حزيران/ يونيو، وعلى ممر دنفر-بولدر-فورت كولينز في 18 و 19 حزيران/ يونيو، مما أدى إلى خسائر تقدر بنحو 1.3 بليون دولار و 2.2 بليون دولار على التوالي.

وتسبب منخفض جوي شديد في البحر المتوسط في أواخر تشرين الأول/ أكتوبر في فيضانات ورياح عاتية في عدة بلدان. وكانت إيطاليا أكثر البلدان تضرراً. ووصلت سرعة الرياح في 29 تشرين الأول/ أكتوبر 179 كم/ ساعة في مونتي سيمون في حين بلغت سرعة هبوب للرياح 161 كم/ ساعة في كريدريكا بسلوفينيا. وسقطت أمطار غزيرة أيضاً مع معدلات كلية على مدى 24 ساعة تشمل 406 ملم في كاسيرا برادوت في سفوح جبال الألب الشمالية الشرقية و308 ملم في كابان بليغوريا. وبلغت المعدلات الكلية على مدى ثلاثة أيام فوق 400 ملم في جنوب سويسرا وفي النمسا وفي غرب سلوفينيا، مع الإبلاغ عن رياح مدمرة أيضاً في تشيكيا وكورسيكا وجنوب بولندا. ونسبت 30 حالة وفاة في إيطاليا إلى العاصفة. وألحقت أحداث أخرى اتسمت بأمطار غزيرة وفيضانات مفاجئة ضرراً بأجزاء مختلفة من منطقة البحر الأبيض المتوسط في الجزء الأخير من عام 2018، بما في ذلك فيضانات شديدة في منطقة لانغدوك بجنوب غرب فرنسا في 13 و 14 تشرين الأول/ أكتوبر مع بلوغ إجمالي هطول الأمطار 400 ملم في 6 ساعات. وفي نهاية السنة، سُجلت أحداث سقوط أمطار غزيرة في تركيا وقبرص، بما في ذلك رقم قياسي في التساقط اليومي في تركيا بلغ 490.8 ملم في 18 كانون الأول/ ديسمبر في أوفاجيك بالقرب من أنطاليا.

أسباب الظواهر المتطرفة

تحديد العوامل المسببة، بما في ذلك التأثيرات البشرية المنشأ، التي ساهمت في الظواهر المتطرفة أو أثرت

على احتمال حدوثها، مجال من مجالات البحث المستمر. وكل عام منذ عام 2012، نُشرت مجموعة مختارة من المقالات التي استعرضها النظراء كملحق لنشرة الجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية بعنوان "شرح الظواهر المتطرفة من منظور مناخي". ويحتوي العدد الأخير المعلن "شرح الظواهر المتطرفة في عام 2017 من منظور مناخي" على 18 تحليلاً للظواهر المتطرفة بين أواخر عام 2016 وأوائل عام 2018.

وفي الظواهر المتعلقة بالحرارة، مثل موجات الحرارة الأوروبية والصينية في عام 2017 وبداية الصيف في جمهورية كوريا في عام 2017 وموجة الحرارة البحرية في تسمان في الفترة 2017-2018، وُجد أن العوامل البشرية المنشأ قد زادت احتمال حدوث تلك الظواهر. وبالنسبة للظواهر الهيدرولوجية، مثل الجفاف والأمطار الغزيرة، رُصدت زيادة بشرية المنشأ في كل حالة، لكن بعض الدراسات ركزت أيضاً على دور التقليدية الداخلية في هذه الظواهر. وبحث إحدى المنشورات دراستي حالة أحدهما طفق سد أروفييل في كاليفورنيا والأخرى إعصار هارفي في تكساس، وسلطت الضوء على تعقيد هذه الظواهر واقترحت طرائق لتوفير معلومات إسناد قابلة للتطبيق في سياقات صنع القرار في العالم الحقيقي.

ويجب توخي الحذر في محاولة تلخيص دراسات إسناد الظواهر المتطرفة. ويوجد عدد من العوامل التي تؤثر في العملية تُختار على أساسها الأحداث التي ستخضع للدراسة. وتشمل تلك العوامل ما يلي: توفر البيانات والموارد الأخرى، ووضوح الظاهرة، والقدرة الظاهرة للنماذج على محاكاة العمليات اللازمة بدقة. ويجب أن يدرك المرء أن العوامل نفسها التي تزيد احتمال حدوث بعض الظواهر المتطرفة يمكن أن تقلل أيضاً من احتمال حدوث ظواهر أخرى؛ ويتعين أيضاً مراعاة غياب الظواهر المتطرفة بطريقة متوازنة.

والوقت اللازم لتحديد الظواهر التي ستخضع للدراسة، وجمع البيانات، وإجراء تجارب للنماذج، وتحليل المخرجات، وكتابة واستعراض الأوراق، يعني وجود مهلة كبيرة بين الظاهرة وتحليل الإسناد القائم على استعراض الأقران. وأجري عدد من عمليات الإسناد السريعة للظواهر بشأن ظواهر عام 2018 ولكنها لم تخضع لعملية استعراض مستفيضة.

مخاطر المناخ والآثار المتصلة بها عامة

ستدعم في نهاية المطاف جدول الأعمال العالمي للحد من مخاطر الكوارث.

ولم تكن الإحصاءات العالمية المتعلقة بالخسائر الاقتصادية الناجمة عن الكوارث في عام 2018 كاملة في تاريخ إعداد هذا المنشور؛ وتشير الإحصاءات المتوافرة إلى أن أعلى الخسائر التي لحقت بالولايات المتحدة نتجت عن إعصارين بلغا اليابسة - وهما فلورانس ومايكل - مع خسائر إجمالية قدرها 50 بليون دولار تقريباً؛ وهو مبلغ أقل بكثير من نظيره في عام 2017 الذي بلغ 300 بليون دولار وكان من أعلى الخسائر المتكبدة خلال السنوات الأخيرة بسبب ثلاثة أعاصير كبرى عصفت بالولايات المتحدة ومنطقة البحر الكاريبي.

الزراعة والأمن الغذائي

إن تعرض القطاع الزراعي لظروف مناخية متطرفة يهدد بانتكاس المكاسب المحققة في القضاء على الجوع وسوء التغذية. وتبين الأدلة الجديدة زيادة مستمرة في الجوع حول العالم بعد انخفاض مطول.¹¹ وفي عام 2017، تشير التقديرات إلى زيادة عدد الأشخاص الذين يعانون سوء التغذية ليصل إلى 821 مليون نسمة. وساهمت حالات الجفاف القاسية المرتبطة بظاهرة النينيو القوية للفترة 2015-2016 وعدد من ظواهر الطقس والمناخ المحلية المتطرفة في ارتفاع معدلات سوء التغذية في الآونة الأخيرة.¹²

وتعدّ تقلبية المناخ وتطرفه من الدوافع الرئيسية للارتفاع المؤخر في الجوع العالمي ومن الأسباب الرئيسية للأزمات الغذائية الحادة. والجوع أسوأ بكثير في البلدان التي لديها نظم زراعية تتأثر بشدة بهطول الأمطار وتقلب درجات الحرارة وظواهر الجفاف الشديدة، وتعتمد فيها سبل عيش نسبة عالية من السكان على الزراعة. وتشهد البلدان الأكثر تعرضاً للظواهر المناخية المتطرفة أكثر من ضعف عدد الأشخاص الذين يعانون سوء التغذية مقارنة بالبلدان ذات التعرض المنخفض (الشكل 17).

11 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) ومنظمة الأمم المتحدة للطفولة (UNICEF) وبرنامج الأغذية العالمي (WFP) ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، 2018: حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم 2018 - بناء المقاومة المناخية للأمن الغذائي والتغذية. روما، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة. والبيانات تخص الفترة 2017-2005.

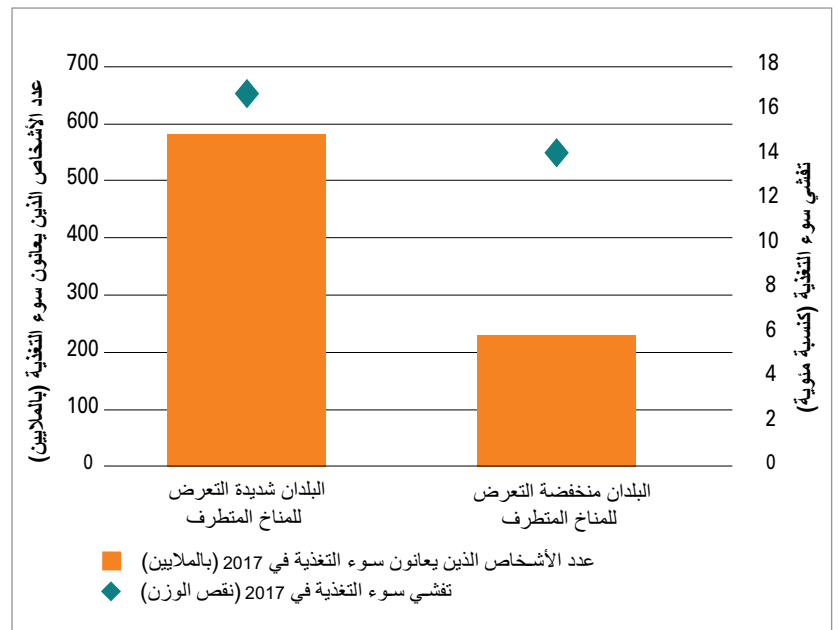
12 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) والمنظمة الدولية للهجرة (IOM) وبرنامج الأغذية العالمي (WFP)، 2018: الروابط بين الهجرة والزراعة والأمن الغذائي والتنمية الريفية. روما، <http://www.fao.org/3/CA0922EN/CA0922EN.pdf>

في عام 2018، تسببت ظواهر الطقس والمناخ في أضرار لحوالي 62 مليون شخص نتيجة أخطار طبيعية، وفقاً لتحليل 281 ظاهرة سجلها مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED).⁹ واستمرت الفيضانات في التأثير على أكبر عدد من الأشخاص حيث بلغ عددهم 35 مليون شخص في عام 2018. وتكشف إحصائيات المركز CRED أيضاً أن أكثر من 9 ملايين شخص قد تأثروا بالجفاف في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك في كينيا وأفغانستان وأمريكا الوسطى فضلاً عن مناطق الهجرة السريعة وهي السلفادور وغواتيمالا وهندوراس ونيكاراغوا. ولا تزال توجد بعض التحديات لتحسين تحديد هذه التأثيرات وارتباطها بفئات معينة من ظواهر الأرصاد الجوية الهيدرولوجية، بما في ذلك من منظور الإبلاغ عن مؤشرات هدف التنمية المستدامة المحدد ورصد إطار سندي للحد من مخاطر الكوارث (2015-2030). وثمة مبادرات ومنهجيات حديثة توفر آخر بيانات متاحة عن آثار الكوارث الطبيعية والأزمات على القطاعات الزراعية، مشفوعة بتحليلات متينة الأساس.¹⁰ بيد أن الجهود المتجددة والعاجلة لتطوير وتوحيد الأساليب والأدوات والطرق المبتكرة لوصف الظواهر العالية التأثير وتحديد الخسائر والأضرار وصلتها بظواهر الطقس والماء والمناخ المتطرفة،

9 مركز أبحاث الأوبئة الناجمة عن الكوارث (CRED)، 2019: استعراض عام 2018 لأحداث الكوارث. جامعة لوفان الكاثوليكية في بلجيكا، www.emdat.be.

10 منظمة الأغذية والزراعة، 2017: آثار الكوارث والأزمات على الزراعة والأمن الغذائي. روما، <http://www.fao.org/3/i8656EN/i8656en.pdf>

الشكل 17 - انتشار (غير مرجح) وعدد الأشخاص الذين يعانون من سوء التغذية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل التي تتعرض لمخاطر عالية ومنخفضة جراء الظواهر المناخية المتطرفة خلال الفترة 2011-2016. وتعرف البلدان شديدة التأثير بأنها البلدان التي تتعرض للظواهر المناخية المتطرفة (الحرارة والجفاف والفيضانات والعواصف) لأكثر من 66 بالمائة من الوقت أي لأكثر من ثلاث سنوات من الفترة 2011-2016؛ وتكون قلة التأثير لثلاث سنوات أو أقل. المصدر: منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) وصندوق الطوارئ التابع لمنظمة الأمم المتحدة للطفولة (UNICEF) وبرنامج الأغذية العالمي (WFP) ومنظمة الصحة العالمية (WHO).



وكان للظواهر المناخية في عام 2017 أكبر تأثير على الانعدام الحاد للأمن الغذائي وسوء التغذية الحاد في أفريقيا، مع التأثير في 59 مليون شخص في 24 بلداً، ويتطلب إجراء إنسانياً عاجلاً¹³. وإن جزءاً كبيراً من هذه الهشاشة في الأوضاع إزاء تقلبية المناخ يرتبط بزراعة الأراضي الجافة ونظم أراضي الرعي التي تدعم ما يتراوح بين 70 و80 بالمائة من السكان الريفيين.

وعلى الصعيد العالمي، لا يزال 40 بلداً منها 31 في أفريقيا بحاجة إلى مساعدة خارجية في مجال الغذاء¹⁴. وقد أثرت النزاعات المستمرة مع انخفاض الإنتاج الناتج عن المناخ سلباً في توافر الأغذية. وفي عام 2018، أدت الظروف المناخية غير المواتية إلى الحد من إنتاج الحبوب في جنوب القارة الأفريقية، مما زاد من انعدام الأمن الغذائي، في حين عززت الأمطار الغزيرة في شرق أفريقيا آفاق الإنتاج ولكنها أدت أيضاً إلى حدوث فيضانات محلية تسببت في انعدام الأمن الغذائي. وعزز مناخ الربيع المواتي الإنتاج في شمال أفريقيا في حين يُتوقع أن تعود المحاصيل إلى مستوياتها المتوسطة في غرب أفريقيا.

وفي آسيا، انخفضت محاصيل الحبوب في عام 2018 إلى مستويات أقل من المتوسط في الشرق الأدنى¹⁵ وبلدان كومنولث الدول المستقلة بسبب نقص سقوط الأمطار والنزاعات. ويُقدّر أن يصل إنتاج الحبوب في أمريكا اللاتينية والكاريبي في عام 2018 إلى 248 مليون طن أي بانخفاض نسبته 8% عن الإنتاج القياسي في عام 2017. ويستند إجمالي الانخفاض إلى انخفاض حصاد محصول الذرة لدى المنتجين الأساسيين في أمريكا اللاتينية بسبب الجفاف، لا سيما في الأرجنتين والبرازيل. وفي أمريكا الوسطى ومنطقة البحر الكاريبي، كانت الأوضاع الجافة أقل حدة مما كان متوقعا، لا سيما في غواتيمالا ونيكاراغوا، وبالتالي تقلص إجمالي الناتج بنسبة 2%¹⁶.

وفي الصومال، يقدر أن حوالي 2.7 مليون شخص في حاجة إلى مساعدات طارئة. وكان معظمهم من النازحين داخليا والمجتمعات الزراعية الرعوية الذين تأثروا بالجفاف بين منتصف عام 2016 وأواخر عام 2017¹⁷. وفي جنوب القارة الأفريقية وخاصة في مدغشقر، ارتفع عدد الأشخاص المتضررين من انعدام الأمن الغذائي إلى 1.3 مليون شخص في المناطق الجنوبية نتيجة موجات الجفاف والأعاصير المدارية التي أبقت إنتاج الحبوب في عام 2018 في مستويات أقل من المتوسط¹⁸.

وارتبط إعصار التيفون مانغوكوت (أمبونغ)، الذي عبر الفلبين في منتصف شهر أيلول/سبتمبر، بخسائر في المحاصيل ومصائد الأسماك التي عرّضت الأمن الغذائي للسكان للخطر. وأثر اضطراب الإنتاج الزراعي على الإمدادات الغذائية في البلاد خلال الأشهر التالية، فيما أدى ضياع سبل عيش المزارعين والصيادين خلال أيلول/سبتمبر - تشرين الأول/أكتوبر إلى تفاقم انعدام الأمن الغذائي وسوء التغذية¹⁹.

نزوح السكان وحراك البشر

من بين النازحين داخليا البالغ عددهم 17.7 مليون الذين تتبعت آثارهم بواسطة مصفوفة تتبع النازحين الخاصة بالمنظمة الدولية للهجرة (IOM DTM)،²⁰ نزح أكثر من مليوني شخص بسبب كوارث تتصل بظواهر الطقس والمناخ حتى أيلول/سبتمبر 2018. وأدت أحداث الجفاف والفيضانات والعواصف (بما في ذلك الأعاصير والعواصف) إلى أكبر عدد من النزوح الناتج عن الكوارث في عام 2018. وفي جميع الحالات، يحتاج السكان النازحون للحماية ويعانون هشاشة الأوضاع.

17 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، 2018. آفاق المحاصيل ووضع الأغذية: التقرير العالمي الفصلي، حزيران/يونيو، <http://www.fao.org/policy-support/resources/resources-details/en/c/1039827>.

18 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، 2018. آفاق المحاصيل ووضع الأغذية: التقرير العالمي الفصلي، أيلول/سبتمبر. <http://www.fao.org/3/CA1487EN/ca1487en.pdf>.

19 المجلس الوطني المعنية بإدارة مخاطر الكوارث والحد منها، 2018. تحديث المجلس NDRMC بشأن تدابير الاستعداد لإعصار أمبونغ (مانغوكوت) وآثاره في الفلبين، 27 أيلول/سبتمبر.

20 مصفوفة تتبع النازحين الخاصة بالمنظمة الدولية للهجرة (IOM DTM) هي نظام لتتبع ومراقبة النازحين وحراك السكان. وتمثل أكبر مصدر من البيانات الرئيسية بشأن النزوح الداخلي في العالم، وتستخدمها عدد كبير من الجهات الإنسانية في عملياتها لدعم استجابة معززة لمساعدة الفئات السكانية المتضررة. انظر <https://displacement.iom.int>.

21 انظر الأرقام العالمية الخاصة بالمصفوفة IOM DTM على الموقع الإلكتروني التالي: <https://displacement.iom.int>.

13 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) ومنظمة الأمم المتحدة للطفولة (UNICEF) وبرنامج الأغذية العالمي (WFP) ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، 2018: حالة الأمن الغذائي والتغذية في العالم 2018 - بناء المقاومة المناخية للأمن الغذائي والتغذية. روما، منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة. الجدول 7.

14 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، 2018. آفاق المحاصيل ووضع الأغذية: التقرير العالمي الفصلي، كانون الأول/ديسمبر. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/CA2726EN>.

15 الشرق الأدنى منطقة تمتد من شرق تركيا إلى أفغانستان وتشمل شبه الجزيرة العربية في الجنوب.

16 منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، 2018. آفاق المحاصيل ووضع الأغذية: التقرير العالمي الفصلي، كانون الأول/ديسمبر. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/CA2726EN>.

يناير وكانون الأول/ ديسمبر 2018 وكان النزاع السبب الرئيسي للنزوح (36%) ثم الفيضانات (32%) ثم الجفاف (29%).²⁶ وأدى الفيضان إلى تلوث مياه الشرب مما أدى إلى زيادة في أسباب "الإسهال المائي الحاد والكوليرا".²⁷ وخلال الفترة ذاتها من عام 2017، أشار غالبية النازحين الداخليين (79%) إلى أسباب متعلقة بالجفاف لنزوحهم مقارنة بنسبة 0.6 بالمائة أشاروا إلى الفيضانات.

ويمكن أن تكون مواقع اللاجئين والنازحين داخلياً عرضة بشكل خاص لظواهر المناخ والطقس مثل العواصف. وفي عام 2018، تضرر مئات الآلاف من لاجئي الروهينغا بالنزوح الثانوي بسبب ظواهر جوية متطرفة.^{28,29} وتعرض الأمطار الموسمية في بنغلاديش خلال الفترة من أيار/ مايو إلى أيلول/ سبتمبر هؤلاء اللاجئين لخطر متزايد من الانزلاقات الأرضية والفيضانات ولا سيما مقاطعة بازار كوكس حيث يقيم غالبية لاجئي الروهينغا. وفي أيلول/ سبتمبر 2018، تعرض ما يصل إلى 200000 من أصل 900000 لاجئ من الروهينغا لتلك الأخطار الطبيعية. ووفرت المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR) مأوى للطوارئ وترتيبات مؤقتة لإعادة التوطين من أجل الفئات الأكثر تعرضاً للخطر فضلاً عن تقديم سبل الدعم إلى جماعات بنغلاديش المتأثرة بالأمطار الموسمية عن طريق توزيع مجموعات أدوات أسرية.³⁰

وفي مدغشقر، تؤدي عملية طويلة من الظواهر المناخية المترابطة إلى نزوح السكان.²² ومن بين حوالي 5700 نازح داخلي تتابع أوضاعهم المنظمة الدولية للهجرة في 10 بلدات جنوبية بين عامي 2009 و2018، نزح 42% بسبب ظواهر جفاف في آب/ أغسطس 2018. ورُصدت أكبر حالات النزوح في البلدات الخاضعة للتقييم بين عامي 2013 و2016 وهي الفترة المقابلة لظاهرة جفاف مطولة بين عامي 2015 و2016. وانخفض عدد النازحين انخفاضاً كبيراً في عام 2017 خلال فترة من زيادة الأمطار والمساعدات الإنسانية في المنطقة. وتم تتبع حالات النزوح المبكر في مدغشقر في عام 2018 بسبب نقص الأمطار خلال فترة المحاصيل الممتدة من كانون الأول/ ديسمبر 2017 إلى أيار/ مايو 2018. وإضافة إلى الجفاف الذي أضر كثيراً بجنوب مدغشقر، تم تتبع أكثر من 250000 نازح داخلي في عام 2017 بسبب إعصار إيناو.

وفي بعض أنحاء العالم، يمكن فهم الحراك البشري في سياق الصلة بين النزاعات والظواهر المناخية، حيث تكون الظواهر المناخية بمثابة "عامل مضاعف للخطر". وتعيش الصومال أحد هذه السياقات.²³ وفي عام 2018، أدت مجموعة من الأحداث المفاجئة والبطيئة التي تفاقمت بسبب النزاع الذي طال أمده إلى استمرار نزوح السكان داخلياً وعبر الحدود.²⁴ وفي كانون الأول/ ديسمبر 2018، كان يوجد نحو 1.1 مليون نازح داخلي في الصومال في ظل النزاعات المتعددة الجوانب والتنافس الحاد على الموارد بسبب الظواهر المرتبطة بالمناخ.²⁵ ووفقاً لشبكة رصد الحماية والعودة التابعة للمفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، سُجِّل نحو 883000 نازح داخلي جديد بين كانون الثاني/

26 المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، <https://unhcr.github.io/dataviz-somalia-prmn/index.html#reason=&month=2018-01-01%2C2018-07-31®ion=®ionmap=&pdistrictmap=&cregion=&cregionmap=&cdistrictmap>

27 مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية <https://reliefweb.int/report/somalia/ocha-somalia-flash-update-5-humanitarian-impact-heavy-rains-15-may-2018-enso>

28 المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين www.unhcr.org/rohingya-emergency.html

29 انظر مراقبة الاحتياجات والسكان في بنغلاديش عبر المصفوفة IOM DTM خلال موسم الأمطار الموسمية عبر <http://iom.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?ap-pid=1eec7ad29df742938b6470d77c26575a> displacement.iom.int/reports/bangladesh-%E2%80%94-rohingya-npm-acaps-analysis-hub-report-%E2%80%94-rohingya-crisis-impact-cyclones-report-april?close=true

30 المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، <https://data2.unhcr.org/en/documents/download/65468>

22 انظر البيانات القطرية لمدغشقر وفق مصفوفة IOM DTM عبر displacement.iom.int/madagascar بما في ذلك تقرير النزوح عبر <https://displacement.iom.int/reports/madagascar-%E2%80%94-rapport-de-suivi-des-d%C3%A9placements-ao%C3%BBt-2018?close=true>

23 الفريق القطري المعني بالأوضاع الإنسانية في الصومال، reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Somalia%20Relief%20HRP%20July%202018-FINAL.pdf ص4.

24 المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، <https://data2.unhcr.org/en/documents/download/65450/>

25 المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، <https://data2.unhcr.org/en/situations/horn>

الحرارة والصحة

بين عامي 2000 و2016، زاد عدد الأشخاص المعرضين لموجات الحرارة³¹ حسب التقديرات بنحو 125 مليون نسمة (الشكل 18) مع زيادة متوسط فترة موجات الحرارة الفردية بمقدار 0.37 يوم مقارنة بالفترة بين 1986 و2008. وفي عام 2015 وحده، تعرض عدد غير مسبوق بلغ 175 مليون شخص لموجات حرارية بلغ عددها 627 موجة. وأدى كل حدث على المستوى المحلي إلى آثار كبيرة ومتنوعة؛ ففي كراتشي بباكستان مثلاً، ذهب 65000 شخص في السنة ذاتها إلى المستشفى بسبب أعراض مرتبطة بالحرارة.

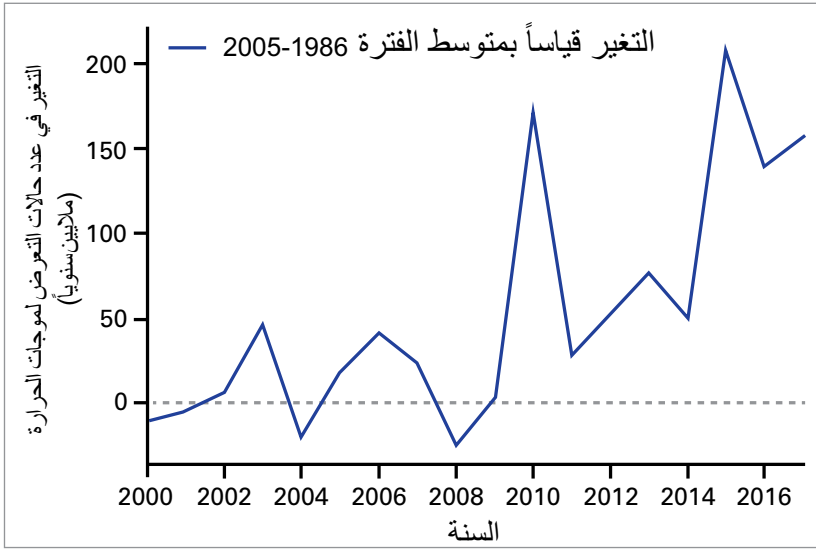
الآثار البيئية

بالإضافة إلى الآثار الاجتماعية والاقتصادية المباشرة على صحة الإنسان ورفاهه، تتعقب منظمات الأمم المتحدة أيضاً الآثار البيئية المرتبطة بتغير المناخ.³² ويشمل ذلك ابيضاض الشعاب المرجانية وانخفاض مستويات الأكسجين في المحيطات. وتكمن الآثار الأخرى في مكونات ساحلية ومحيطية وبرية مهمة من دورة الكربون ولا سيما فقدان "الكربون الأزرق" المرتبط بالنظم الإيكولوجية الساحلية مثل المنغروف والأعشاب البحرية والملاحات؛ والنظم الإيكولوجية عبر مجموعة من المناظر الطبيعية.

وتعدّ الأراضي الخثية مهمة للمجتمعات البشرية في جميع أنحاء العالم. وهي تساهم بشكل كبير في التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه من خلال عزل الكربون وتخزينه، وحفظ التنوع البيولوجي، ونظام المياه وتنظيم

31 تعرّف موجة الحرارة بأنها فترة تدوم أكثر من 3 أيام حيث تكون درجة الحرارة الدنيا أكبر من المئين التسعة والتسعين من الدرجات التاريخية الدنيا (متوسط الفترة 1986-2008). (من Jacob D وآخرون، 2014: EURO-CORDEX: إسقاطات جديدة وعالية الاستبانة لتغير المناخ لأغراض بحوث التأثير الأوروبية. مجلة التغير البيئي الإقليمي، المجلد 14، الصفحات 563-578).

32 برنامج الأمم المتحدة البيئي (UNEP) ولجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC-UNESCO).



الشكل 18 - التغير

في عدد الأشخاص المعرضين لموجات الحرارة (أو "أحداث التعرض للموجات الحرارية") بالملايين في السنة من 2000 إلى 2017 (الخط الأزرق) مقارنة بمتوسط الفترة 2005-1986 (الخط الأحمر).

المصدر: Watts, N.

آخرون، 2018: تقرير عام 2018 لمؤسسة

The Lancet Countdown بشأن الصحة وتغير

المناخ: تشكيل

صحة الأمم للقرون

القادمة، The Lancet،

392(10163)، الصفحات

2479-2514.

الجودة، وتوفير خدمات النظام البيئي الأخرى التي تدعم سبل العيش. ولقد ظهر تغير المناخ كتهديد كبير على النظم الإيكولوجية لأراضي الخث لأنه يزيد من آثار التصريف ويزيد من مخاطر الحريق. وهو يعرض الأرض الخث، التي تحميها حالياً التربة الصقيعية، للانصهار وربما زيادة انبعاثات الميثان وضياع الكربون. ويزيد ارتفاع مستوى سطح البحر من مخاطر التآكل الساحلي وتلحح الأراضي الخث العذبة المياه.

وتغطي أراضي الرعي 5 بلايين هكتار في جميع أنحاء العالم وتحجز ما بين 200 إلى 500 كيلو غرام من الكربون لكل هكتار سنوياً، وتؤدي دوراً مهماً في التخفيف من تغير المناخ. وبالإضافة إلى احتواء الجزء الأكبر من الكربون غير العضوي الأرضي في العالم، تخزن المراعي الكربون العضوي في الكتلة الحيوية وفي التربة. وتعني الخصائص المناخية الفريدة للمراعي أن غالبية الكربون في كثير من الأماكن تكون تحت الأرض. ولا تساهم المراعي المستصلحة في التخفيف من تغير المناخ فحسب، وإنما توفر أيضاً خدمات أخرى في النظام الإيكولوجي منها حماية مستجمعات المياه وموائل التنوع البيولوجي والحد من العواصف الترابية.

آثار الحرارة على الصحة

آليات الآثار الصحية للحرارة

Joy Shumake-Guillemot,¹ Virginia Murray,²
Sari Kovats³

للتعرض للحرارة آثار فيسيولوجية واسعة النطاق على جميع البشر، في ظل التعرض الشديد الذي يؤدي إلى سلسلة من الأمراض، بما في ذلك تقلصات الحرارة، والإعياء الحراري، وضربة الشمس، وارتفاع درجة حرارة الجسم. وقد يكون اكتساب جسم الإنسان للحرارة عبارة عن مزيج من الحرارة الخارجية المستمدة من البيئة وحرارة الجسم الداخلية الناتجة عن النشاط البدني - وبالتالي، يكون الأشخاص العاملون بالخارج معرضين بشكل خاص للخطر وقد لا يمتلكون خيار التوقف عن العمل أو الحصول على فرص مناسبة للتبريد. ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة أيضاً إلى تفاقم مجموعة واسعة من الحالات الصحية القائمة التي تؤدي إلى خطر الوفاة المبكرة أو حالات دخول مستشفى إضافية. وقد تؤثر موجات الحرارة أيضاً على الصحة بشكل غير مباشر، من خلال تغيير السلوك البشري، ونقل الأمراض، والقدرة على تقديم الخدمات الصحية، وجودة الهواء، وتشغيل الهياكل الأساسية الاجتماعية الحيوية من قبيل الطاقة، والنقل، والمياه. ويعتمد نطاق آثار الحرارة السلبية على الصحة وطبيعتها على توقيت ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة، وشدة ومدتها، ومدى تكيف المباني والسلوك مع المناخ السائد. وتختلف العبء الدقيقة التي تمثل عندها درجة الحرارة حالة خطيرة باختلاف المكان والزمان.

أنواع الآثار

يُصنف الإجهاد الحراري ضمن أعلى الأخطار البيئية على صحة الإنسان نظراً لمزيج من التأثيرات المباشرة المؤدية إلى الوفاة والتأثيرات المشتقة على الفئات الضعيفة أثناء موجات الحر والحرارة الموسمية المطولة. وقد تؤثر موجات الحرارة بشكل حاد على أعداد كبيرة من السكان لفترات زمنية قصيرة، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى حدوث حالات صحية طارئة تتسبب في زيادة الوفيات، وتأثيرات اجتماعية اقتصادية متتالية (على سبيل المثال، فقدان القدرة على العمل وإنتاجية العمل)، وفقدان القدرة على تقديم الخدمات الصحية. ويمكن أن تؤدي حالات القصور في الطاقة التي غالباً ما تصاحب موجات الحر إلى تعطيل المرافق الصحية، والطاقة، والنقل، والهياكل الأساسية للمياه، مما يؤدي إلى مخاطر صحية ثانوية ناجمة عن الافتقار إلى إمكانية الحصول على الخدمات الأساسية. فعلى سبيل المثال، في أستراليا والولايات المتحدة، تُرك عشرات الآلاف من الأشخاص بدون كهرباء خلال موجات الحر في عام 2018 حيث تجاوز الطلب على الطاقة قدرة الشبكة

1 المكتب المشترك بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) والمعني بالمناخ والصحة

2 الصحة العامة بإنجلترا

3 مدرسة لندن للعلوم المتعلقة بالصحة وطب الأمراض الاستوائية

يشكل الإجهاد الحراري تهديداً خطيراً على صحة الإنسان. والحرارة هي السبب الرئيسي للوفاء المرتبطة بالطقس، وقد تؤدي إلى تفاقم الأمراض الكامنة بما في ذلك أمراض القلب والأوعية الدموية، والسكري، والمعاناة النفسية، والربو، بالإضافة إلى زيادة خطر التعرض للحوادث والأمراض المعدية. والتحليلات التي أجريت في جميع القارات الست المأهولة بالسكان في السنوات الأخيرة تبين بوضوح أن لدرجات الحرارة المرتفعة في الهواء خارج وداخل المنزل تأثيراً على الوفاة.² فعلى سبيل المثال، يمكن بوضوح رصد طفرات الوفيات اليومية في أيام موجة الحر التي حدثت في إنجلترا خلال صيف عام 2016 (انظر الشكل).² ويمكن أن تستمر موجات الحر الفردية لأسابيع، وقد تحدث متعاقبة، ويمكن أن تؤدي إلى زيادة كبيرة في الوفيات. ففي عام 2003، توفي 70000 شخص في أوروبا نتيجة لحادث حزين/ يونيو - أيلول/ سبتمبر.³ وفي عام 2010، وقعت 55000 حالة وفاة أخرى أثناء موجة حارة استمرت 44 يوماً في الاتحاد الروسي.⁴

1 Gasparini, A., et al., 2015: Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*, 386(9991):369–375.

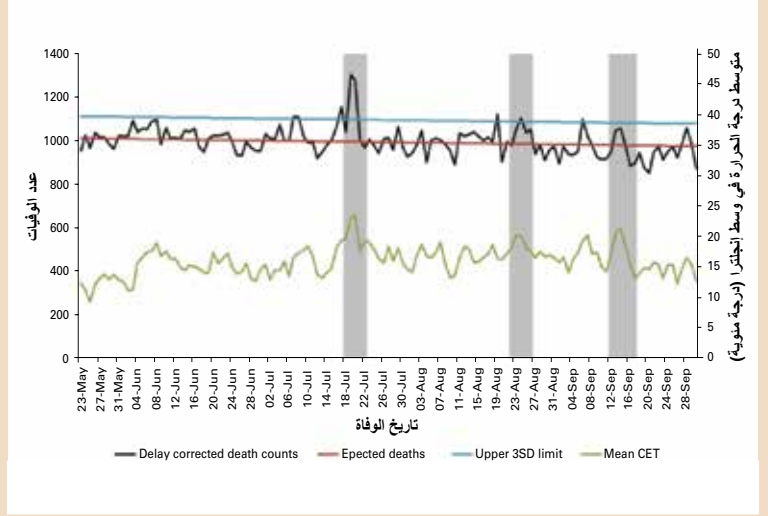
2 Public Health England, 2016: *Heatwave Mortality Monitoring Summer 2016*. London, PHE, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/714933/PHE_heatwave_mortality_monitoring_report_2016.pdf.

3 Robine, J.-M., S.L.K. Cheung, S. Le Roy, H. van Oyen, C. Griffiths, J.-P. Michel and F.R. Herrmann, 2008: Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes rendus biologies*, 331(2):171–178.

4 Shaposhnikov, D., B. Revich, T. Bellander, G. Bero Bedada, M. Bottai, T. Kharkova, E. Kvasha, E. Lezina, T. Lind, E. Semutnikova and G. Pershagen, 2014: Mortality related to air pollution with the Moscow heat wave and wildfire of 2010. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 25(3):359–364.

5 See <http://origin.who.int/globalchange/publications/heat-and-health/en/>.

الوفيات اليومية في
الأشخاص الذين تتجاوز
أعمارهم 65 عاماً في
إنجلترا، صيف عام 2016.
المصدر: الصحة العامة
بإنجلترا



للحرارة المرتفعة. ويتضمن ذلك كبار السن، والرضع والأطفال، والحوامل، والعمال، والرياضيين، والأشخاص المشاركين في الأنشطة الترفيهية في الهواء الطلق (على سبيل المثال، المناسبات الدينية أو المهرجانات الموسيقية)، والفقراء. وفي كانون الأول/ ديسمبر 2018، أبلغ خبراء من القارات الست الشبكة العالمية لمعلومات الصحة الحرارية (GHHIN) عن تحولات كبيرة رُصدت في مجال علم المناخ الإقليمي، مع اتجاه قوي نحو زيادة تواتر الظواهر الحرارية وشدها، مصحوبة بآثار صحية واسعة النطاق.⁸

ويتزايد تعرض السكان للحرارة بشكل متوقع بسبب "الالتزام المناخي" أو الكمية المتوقعة من الاحترار الناتج عن مستويات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي في يومنا هذا. وستتفاقم المشاكل المتعلقة بالحرارة الخاصة بالمجتمع بفعل مناخ أخذ في الاحترار لما تبقى من القرن الحادي والعشرين بغض النظر عن مسارات التخفيف من آثار تغير المناخ. وتدق هذه الاتجاهات أجراس الإنذار لمجتمع الصحة العامة حيث لوحظ تزايد ظواهر درجات الحرارة المتطرفة في شدتها، وتواترها، ومدتها.

ويمكن تقليل النتائج الضارة على الصحة المرتبطة بالتعرض للحرارة المفرطة بشكل ملحوظ إذا نفذت أنظمة الإنذار المبكر، والتأهب العام، والتدخلات الصحية بشكل فعال. ففي أوروبا مثلاً، تبين أن وجود نظام إنذار مبكر في مجال الصحة الحرارية يقلل من تأثير موجات الحر على العديد من السكان. وأنشئت الشبكة (GHHIN) في عام 2018 لتعزيز التعاون بين التخصصات ذات الصلة لتسريع تبادل الأدلة العلمية وأدوات اتخاذ القرارات بهدف تحسين إدارة مخاطر الحرارة على الصحة العامة العالمية.

⁸ Global Heat Health Information Network First Global Forum on Heat and Health, see www.ghhin.org.

الكهربائية.⁶ ويمكن لموجات الحر أن تزيد من خطر اندلاع حرائق الغابات، مما يضاعف المخاطر على السلامة والصحة، كما رُصد في حرائق عام 2018 في الدول الاسكندنافية وكاليفورنيا، وفي الاتحاد الروسي في عام 2010. وتتسبب الفترات الممتدة لدرجات الحرارة المرتفعة نهائياً وليلاً في ضغوط فسيولوجية على جسم الإنسان تؤدي إلى تفاقم الأسباب الرئيسية للوفاة على الصعيد العالمي، بما في ذلك أمراض الجهاز التنفسي وأمراض القلب والأوعية الدموية، ومرض السكري، وأمراض الكلى. ويتعرض العمال داخل المنازل وخارجها بشكل خاص إلى المزمّن لحرارة مفرطة مزمنة، وغالباً ما تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى أن يصبح العمل خطيراً أو غير محتمل.⁷ ويؤثر إجهاد الحرارة المهنية بشكل مباشر على صحة العمال، مما يزيد من خطر الإصابة بأمراض الكلى وحوادث العمل. ويجب أيضاً مراعاة التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لفقدان الإنتاجية - بالنظر إلى أن القدرة الفردية على عيش حياة صحية ومنتجة أمر أساسي للحد من الفقر وتحسين الصحة العالمية.

زيادة التعرض للحرارة بسبب تغير المناخ

لا يستطيع السكان تجنب التعرض لدرجات حرارة محيطية آخذة في الارتفاع. إلا أن بعض السكان معرضون بدرجة أكبر أو أكثر عرضة من الناحية الفسيولوجية أو الاجتماعية الاقتصادية للإجهاد الفسيولوجي، والأمراض المتفاقمة، وزيادة خطر الوفاة الناجمة عن التعرض

⁶ See <https://www.reuters.com/article/us-australia-power/heat-wave-leaves-thousands-of-australian-homes-without-power-idUSKBN1F10CO> and <https://www.cnn.com/2018/07/07/us/heat-wave-los-angeles-wxc/index.html>.

⁷ Sherwood, S.C. and M. Huber, 2010: An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(21):9552–9555, DOI:10.1073/pnas.0913352107.

تلوث الهواء وتغير المناخ

Oksana Tarasova (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO))

جودة الهواء وتغير المناخ غير مدفوعين بالمكونات الشائعة فحسب، ولكنهما أيضاً وثيقا الارتباط ببعضهما البعض عبر مختلف عمليات الغلاف الجوي. ويبين الشكل الثاني أدناه تعقيد هذه التفاعلات.

وترتبط تأثيرات جودة الهواء، المباشرة وغير المباشرة على حد سواء، على تغير المناخ بتفاعلات ملوثات الغلاف الجوي مع أشعة الشمس. ويشبه المتوسط العالمي للقسر الإشعاعي للأوزون نظيره الخاص بالميثان، ويساوي حوالي ربع نظيره الناجم عن ثاني أكسيد الكربون³. ويؤثر الأوزون التروبوسفيري سلباً على النظم الإيكولوجية ويحد من قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون. ومن التأثيرات غير المباشرة الأخرى للأوزون على القسر الإشعاعي أن له تأثيراً عاكساً: يزيد إنتاج شق الهيدروكسيل بزيادة تركيز الأوزون، ويقصر عمر الميثان في الغلاف الجوي. وللمواد الهابئية، التي لها تأثيرات سلبية على صحة البشر، آثار مباشرة وغير مباشرة على القسر الإشعاعي. وحسب تكوينها، قد تؤدي إلى نشر أو امتصاص الإشعاع الوارد بشكل مباشر، بيد أن المواد الهابئية قد تعمل أيضاً كنوى لتكاثف السحب وبالتالي، فهي تؤثر على القسر الإشعاعي وأنماط الطقس بشكل غير مباشر. ويؤدي ترسب المواد الهابئية على الجليد والثلج إلى تغيير درجة بياضهما.

بالرغم من أن تغير المناخ وتلوث الهواء يرتبط كل منهما بالآخر ارتباطاً وثيقاً، لا يزال يُنظر إلى هذين التحديين البيئيين على أنهما قضيتان منفصلتان وتتعامل معهما مختلف الدوائر العلمية ويتم تناولهما ضمن أطر سياسية مختلفة. ومع ذلك، لا يمكن تقسيم الانبعاثات البشرية المنشأ إلى فئتين مختلفتين - ملوثات الغلاف الجوي والأنواع النشطة في مجال المناخ - حيث إن للعديد من ملوثات الهواء، من قبيل الأوزون التروبوسفيري أو الأيروسولات، آثاراً مباشرة أو غير مباشرة على المناخ. وتلوث الهواء نفسه تأثيرات ضارة على صحة الإنسان والبيئة (انظر الشكل التالي). ووفقاً لتقرير صادر عن منظمة الصحة العالمية (WHO)¹، يتنفس أكثر من 90 في المائة من سكان الحضر في العالم هواءً يحتوي على مستويات من ملوثات الهواء خارج المنازل تتجاوز المستويات التي توصي بها المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية (WHO). ويمثل تلوث الهواء داخل وخارج المنازل السبب الرئيسي الثاني المؤدي للوفاة الناجمة عن الأمراض غير السارية حول العالم.

تلوث الهواء/ غازات الاحتباس الحراري	العمر/ النطاق	الأثر المناخي	الأثر على الصحة/ النظم الإيكولوجية
ثاني أكسيد الكربون		↑	
الغازات المفلورة		↑	
الميثان		↑	
أكاسيد النيتروجين		↑↓	
أكاسيد النيتروز		↑	
المواد الهابئية		↑↓	
ثاني أكسيد الكبريت		↓	
الأوزون التروبوسفيري		↑	
المركبات العضوية المتطايرة/ أول أكسيد الكربون		↑	

العمر في الغلاف الجوي = أيام/ أسابيع، نطاق الأثر = محلي/ إقليمي

العمر في الغلاف الجوي = سنوات، نطاق الأثر = عالمي

↑ احترار

↓ تبريد

الأثر على صحة الإنسان

الأثر على النظم الإيكولوجية

لا يوجد تأثير مباشر على صحة الإنسان أو النظم الإيكولوجية*

*لا يوجد تأثير مباشر يعني أن المادة المعنية لا تنشأ عنها بشكل مباشر تأثيرات على صحة الإنسان أو النظم الإيكولوجية أو لا تمر بعملية كيميائية لإنتاج مادة تؤثر على صحة الإنسان أو النظم الإيكولوجية.

Current Opinion in Environmental Sustainability

ملوثات الهواء الشائعة وغازات الاحتباس الحراري وآثارها على المناخ، وصحة الإنسان، والنظم الإيكولوجية، بما في ذلك الزراعة. المصدر: (2).

ويؤثر تغير المناخ أيضاً على جودة الهواء من خلال التغيرات في الأرصاد الجوية (بما في ذلك درجة الحرارة، والهطول، وديناميات الطبقة الحدودية، والرطوبة، والغطاء السحابي) ومن خلال تأثيره على الانبعاثات الطبيعية. ويؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة التي تمثل سلائف الأوزون والأيروسولات في التروبوسفير. وتهيئ درجات الحرارة المرتفعة أيضاً الظروف المناسبة لتكوين الأوزون بشكل أسرع. فمع تغير المناخ، من المتوقع أن يزداد الأوزون في فترات الذروة - وهو ما يسمى "العقاب المناخي". ويرتبط تغير المناخ أيضاً بتغير أنماط النقل والدمج وقد يؤدي إلى حدوث المزيد من ظواهر التلوث الشديد المتكررة بسبب الركود. ويمكن أن تؤدي التغيرات في تواتر حرائق الغابات إلى زيادة مستويات التلوث، لاسيما الأيروسولات. ويؤثر تغير أنماط هطول الأمطار على ترسب الملوثات.

- 1 World Health Organization, 2018: COP24 Special Report: Health and Climate Change. Geneva, WHO, <https://www.who.int/globalchange/publications/COP24-report-health-climate-change/en/>.
- 2 Melamed, M.L., J. Schmale and E. von Schneidmesser, 2016: Sustainable policy – key considerations for air quality and climate change. Current Opinion in Environmental Sustainability, 23:85–91, <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877343516301087>.
- 3 World Meteorological Organization, 2018: Reactive Gas Bulletin – Highlights from the Global Atmosphere Watch Programme. No.2. Geneva.
- 4 von Schneidmesser, E., et al., 2015: Chemistry and the linkages between air quality and climate change. Chemical Reviews, 115(10):3856–3897.

[illegible]

الطيران المدني الدولي والتكيف مع تغير المناخ

Chrystelle Damar,¹ Neil Dickson,¹ Jane Hupe¹

1 إدارة حماية البيئة في منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)

وأعدت منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)² مؤخراً تقريراً يجمع المعلومات المتاحة بشأن مجموعة من الآثار المناخية المتوقعة في قطاع الطيران لتحسين فهم المخاطر التي تهدد عمليات الطيران وما يرتبط بها من هياكل أساسية. وتضمن ذلك استعراض المؤلفات وإعداد دراسة استقصائية أرسلت إلى جميع الدول الأعضاء في منظمة الطيران المدني (ICAO) لجمع معلومات عن مستوى الوعي بآثار تغير المناخ، وطبيعة هذه الآثار ومدى تأثيرها على الطيران المدني الدولي، فضلاً عن مستوى التأهب المقيم ذاتياً لدى مختلف الأطراف المعنية في مجال الطيران الدولي.

وأظهرت إحدى النتائج الرئيسية للدراسة الاستقصائية أن 74 في المائة من المجيبين وجدوا أن قطاعات الطيران الخاصة بهم تعاني بالفعل من بعض آثار تغير المناخ، بينما توقع 17 في المائة حدوث بعض الآثار بحلول عام 2030. وحُدِدت الآثار المناخية المحتملة على قطاع الطيران لثماني فئات للآثار المناخية: ارتفاع مستوى سطح البحر، وزيادة شدة العواصف، وتغير درجة الحرارة، وتغير الهطول، وتغير ظروف التجلد، وتغير اتجاه الرياح، والتصحر، والتغيرات في التنوع البيولوجي. ونُظر أيضاً في الآثار المحتملة لتغير المناخ

في الوقت الذي تركز فيه جهود منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) بشكل أساسي على الحد من تأثير الطيران المدني الدولي على المناخ العالمي، أُشير إلى تأثير تغير على المناخ على أنه يشكل خطراً كبيراً على قطاع الطيران، ويمثل عمل منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) بشأن التكيف مع المناخ الأساس للتأهب للمخاطر.¹ ومن الأسئلة الرئيسية: كيف ينبغي تصميم البنية الأساسية للطيران وبنائها بحيث تكون انبعاثات ثاني أكسيد الكربون محدودة، ويمكن مقاومة ظواهر الطقس الأكثر تطرفاً، أو ندرة المياه، أو العواصف الرملية أو أي تأثير يُعزى إلى أي مناخ متغير.

استناداً إلى ردود واردة من الدول الأعضاء في المنظمة (ICAO)، تبين خريطة المنظمة (ICAO) للمخاطر العالمية للتكيف مع المناخ طبيعة آثار تغير المناخ المتوقع على الطيران الدولي.¹ المصدر: استناداً إلى بيانات من التحليل التجميعي للمناخ بالمنظمة (ICAO)، انظر (2).

2 منظمة الطيران المدني الدولي 2019: تغير المناخ: التكيف. تحليل توافقي للتكيف مع المناخ، <https://www.icao.int/environmen-tal-protection/Pages/adaptation.aspx>

القرار 39-2 الصادر عن جمعية منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) بعنوان "بيان موحد بسياسات وممارسات الإيكو المستمرة في مجال حماية البيئة - تغير المناخ" تطلب (إلى المجلس) أن يحدد الآثار المحتملة لتغير المناخ على عمليات الطيران الدولي وما يرتبط بها من هياكل أساسية وأن يحدد تدابير التكيف لمعالجة الآثار المحتملة لتغير المناخ، وذلك بالتعاون مع منظمات دولية أخرى ذات صلة ومع صناعة الطيران".

-  ارتفاع مستوى سطح البحر
-  التغير في التنوع الأحيائي
-  زيادة شدة العواصف
-  التغير في الهطول
-  التصحر
-  متوسط مرتفع، ودرجات حرارة متطرفة
-  تغير ظروف التجلد
-  تغيرات في أنماط الرياح
-  قطاع الأعمال والاقتصاد



على الأعمال التجارية والاقتصاد، وكذلك تقييم مخاطر تغير المناخ وتخطيط التكيف معه.

وُحدت آثار تغير المناخ على نظام الطيران عالمياً وتظهر في خريطة منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) للمخاطر العالمية للتكيف مع المناخ (انظر الشكل). وأظهرت الدراسة الاستقصائية أن 30 في المائة من المجيبين قد نفذوا بالفعل تدابير للتكيف مع المناخ، ويعتزم 25 في المائة القيام بذلك في الفترة القادمة التي تتراوح بين خمس وعشر سنوات، بينما يشير 6 في المائة إلى أنهم ليس لديهم أي تدابير مزمعة. ويلزم إجراء تقييم لمخاطر تغير المناخ لتحديد نقاط الضعف المتعلقة بتغير المناخ قبل وضع استراتيجية للتكيف.

وفيما يتعلق بتأهب قطاع الطيران العالمي لآثار تغير المناخ، ذكر أغلبية المجيبين أنه على الرغم من مشاركة

القطاع بشكل كبير في جهود تخفيف أثر تغير المناخ، ينبغي بذل جهود إضافية للتكيف مع تغير المناخ، بما في ذلك ضرورة تعزيز التنسيق العالمي. وحدد العديد من المجيبين الحاجة إلى مزيد من التواصل والتدريب وبناء القدرات، بالإضافة إلى تعزيز فهم مواطن الضعف المحددة للقطاع. ورأى مجيبون أيضاً أن الأمر قد يتطلب كذلك إعداد تقييمات مخاطر التكيف، والسياسات، والتخطيط للقدرة على الصمود على الصعيد العالمي.

وتعتزم منظمة الطيران المدني الدولي أن تتعاون مع خبراء دوليين لوضع أول منهجية معترف بها عالمياً لتقييم مخاطر تغير المناخ. وسيمثل محور هذه المنهجية في تحديد آثار تغير المناخ على الطيران الدولي، وتوصيفها، وتصورها وتحديد المخاطر التي قد تتعرض لها العمليات والهياكل الأساسية وفقاً لتوقعات وسيناريوهات تغير المناخ.

لمزيد من المعلومات يرجى الاتصال بالجهة التالية:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

Communication and Public Affairs Office

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Email: cpa@wmo.int

public.wmo.int