



# بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ العالمي في 2015

الطقس  
المناخ  
الماء



المنظمة العالمية  
للاتصالات الجوية

مطبوع المنظمة رقم 1167



# المحتويات

3.	تصدير . . . . .
4.	مقدمة . . . . .
5.	حقائق أساسية . . . . .
5.	درجة الحرارة . . . . .
6.	الهطول والغطاء الثلجي . . . . .
7.	المحيطات . . . . .
8.	ظاهرة النينيو . . . . .
9.	الغلاف الجليدي . . . . .
10.	غازات الاحتباس الحراري . . . . .
11.	الظواهر الإقليمية المتطرفة . . . . .
11.	أفريقيا . . . . .
14.	آسيا . . . . .
15.	أمريكا الجنوبية . . . . .
16.	أمريكا الشمالية، وأمريكا الوسطى، ومنطقة البحر الكاريبي . . . . .
17.	جنوب غرب المحيط الهادئ . . . . .
18.	أوروبا والشرق الأوسط . . . . .
19.	الأعاصير المدارية . . . . .
21.	المواد المستنفدة للأوزون . . . . .
22.	زيادة المحتوى الحراري للمحيطات تكشف عن حدوث احتصار عالمي لا كابح له . . . . .

1°

درجة مئوية واحدة فوق مستوى  
ما قبل العصر الصناعي؛ نصف  
الطريق الى الحد الأقصى المحدد  
بدرجتين مئويتين

أحر عام مسجل بفارق كبير، 0.76 درجة  
مئوية فوق متوسط الفترة 1990-1961

2015

## ظاهرة النينيو

واحدة من أقوى الظواهر المسجلة؛  
بالتضارف مع تغير المناخ  
الناتج عن أنشطة بشرية أسفرا عن رقم  
قياسي جديد لدرجات الحرارة العالمية

## الظواهر المتطرفة

موجات حرارة وجفاف  
وفيضانات وأعاصير  
مدارية قوية

400  
جزء في  
المليون

تركيزات ثاني أكسيد الكربون  
تتجاوز عتبات رمزية في رباع  
نصف الكرة الشمالي

93%

طاقة زائدة ناجمة عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري  
المخزونة في المحيطات؛ محتوى حراري قياسي في المحيطات  
العالمية، بعمق يصل الى 2000 متر

# تصدير

المناخي. غير أن اتجاه الاحتراز وتزايد عدد الكوارث من المتوقع أن يستمر لعدة عقود. وهذا يؤكد الحاجة إلى الاستثمار في التكيف والتخفيف. ومن أقوى سبل التكيف مع عواقب تغير المناخ تعزيز خدمات الإنذار المبكر بالكوارث والخدمات المناخية.

وتلتزم المنظمة (WMO) بزيادة تعزيز الخدمات المتعلقة بالطقس والمناخ وما يتصل بها من بحوث. وإضافة إلى تعزيز النقدم العلمي، تسلم المنظمة (WMO) بالحاجة إلى بناء خدمات مناخية تشغيلية تدعم القدرة على الصمود في مواجهة المناخ والتكيف معه. فنحو 70 بلداً في مختلف أنحاء العالم ليست لديها ما تحتاج إليه من قدرات لإنتاج وتطبيق المعلومات والتنبؤات المناخية في الحدود الزمنية المطلوبة ومع ضمان جودة الخدمات. ويساعد الإطار العالمي للخدمات المناخية أقل البلدان نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية وغيرها من البلدان ذات الأوضاع الهشة على تعزيز قدراتها الوطنية في مجال المناخ والأرصاد الجوية. وتعمل المنظمة (WMO) أيضاً مع شركائها لمساعدة البلدان على حماية نفسها من المخاطر المناخية من خلال نظم الإنذار المبكر بالأخطار المتعددة، والتنبؤات القائمة على الآثار، والإذارات المراعية للمخاطر.

وإنني أغتنم هذه الفرصة للإعراب عن امتناني للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا التابعة للدول الأعضاء في المنظمة (WMO)، وكذلك للمراكز والمؤسسات الدولية والإقليمية للبيانات، وللخبراء في مجال المناخ من مختلف أنحاء العالم لمساهمتهم في إعداد هذا البيان السنوي وفقاً لأعلى المعايير العلمية.

وترحب المنظمة (WMO) بتلقي مقتراحات من أعضائها بشأن كيفية زيادة تحسين البيان عن حالة المناخ العالمي، بما في ذلك في ضوء المتطلبات الجديدة المنبثقة عن اتفاق باريس، وإطار سيندياي للحد من مخاطر الكوارث، وأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDGs).

تجري المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) تقييمات سنوية لحالة المناخ العالمي كجزء من ولايتها المتمثلة في توفير معلومات موثوقة عن الطقس والمناخ والماء. وقد نشرت هذه التقييمات، لمدة تربو على عقدين، باللغات الرسمية السنتين للأمم المتحدة من أجل إفادة الحكومات والوكالات الدولية وغيرها من شركاء المنظمة (WMO) عن اتجاهات المناخ العالمي وظواهر الطقس والمناخ المتطرفة والملحوظة على الصعيدين الوطني والإقليمي.

وستتميز سنة 2015 في السجل التاريخي للمناخ العالمي من نواح شتى، فهي قد شهدت معدلات للحر فاقت السجلات الحديثة لتلك المعدلات: بلغ الحر فيها رقمًا قياسياً على الصعيد العالمي وأيضاً على الصعيد الوطني في كثير من البلدان. وكانت موجات الحر تلك شديدة للغاية في أجزاء شتى من العالم، بحيث أدت إلى آلاف من الوفيات في الهند وباكستان. وأدى المطوطل المتطرف الذي بلغ رقماً قياسياً إلى فيضانات الحقن الضرر بعشرات الآلاف من البشر في مختلف أنحاء أمريكا الجنوبية، وغرب أفريقيا، وأوروبا. وأدت أحوال الجفاف في الجنوب الأفريقي والبرازيل إلى تفاقم حالات الجفاف السائدة منذ عدة أعوام. ومن الممكن ملاحظة تأثير ظاهرة النينيو الشديدة التي حدثت في الجزء الأخير من عام 2015 في كثير من ظواهر ذلك العام المتعلقة بالطقس والمناخ. ومع أنه لا يزال من اللازم عمل الكثير، فإن أوجه التقدم التي تحققت في مجال التعاون الدولي، وتقاسم البيانات قرب الوقت الحقيقي، والتقدم المحرز في علم التأصيل قد بدأت تتبع الفصل بين دور كل من النينيو، والقلبات المناخية الطبيعية الأخرى، والتغير المناخي الذي يحدث بفعل الإنسان.

ومن ناحية أكثر إيجابية، اعتمد أطراف اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ اتفاق باريس الرائد في كانون الأول / ديسمبر، والذي وافق فيه حكومات العالم بالإجماع على اتخاذ تدابير للحد من الانبعاثات العالمية لغازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. وستسعى الحكومات إلى إبقاء الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة عند أقل بكثير من درجتين مؤبيتين فوق مستويات ما قبل عصر الصناعة، وإلى بذل جهود لقصر الزيادة في درجة الحرارة على 1.5 درجة مئوية. ويعتبر اتفاق باريس الأمل في تعجيل وتيرة الجهود الدولية الرامية إلى حماية كوكبنا من أجل تجنب الوصول إلى نقطة اللاعودة في النظام

(ب. تالاس)  
الأمين العام



# مقدمة

(NCEI) التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)؛ ثالثاً، معهد غودارد للدراسات الفضائية التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (NASA-GISS) في الولايات المتحدة الأمريكية. ويضم تحليل المنظمة (WMO) أيضاً بيانات عمليات إعادة تحليل يتعهد لها المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) والوكالة اليابانية للأرصاد الجوية (JMA). ويقدم المركز العالمي لمناخيات الهطول (GPCC) (المانيا) المعلومات المتعلقة بالهطول العالمي.

أما تقدير أوجه الشذوذ في درجات الحرارة على الصعيد الوطني فهو يستخدم بيانات تجمع مباشرةً من الأعضاء من خلال استقصاء تجريه المنظمة (WMO). وبيانات الآثار الاجتماعية - الاقتصادية المستخدمة في هذا المطبوع تستند إلى تقارير مقدمة مباشرةً من الأعضاء أو مأخوذة من مصادر موثوقة تابعة للأمم المتحدة. وتضم عملية استعراض الأقران خبراء دوليين في مجال المناخ، ومؤسسات إقليمية تعامل مع النواuges المناخية، وخبراء من المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSS). واقتضت الضرورة في بعض الحالات تدقيق البيانات مع المنسقين الوطنيين وذلك للتحقق من صحة البيانات التي أتيحت من مصادر عالمية أو لتحديثها.

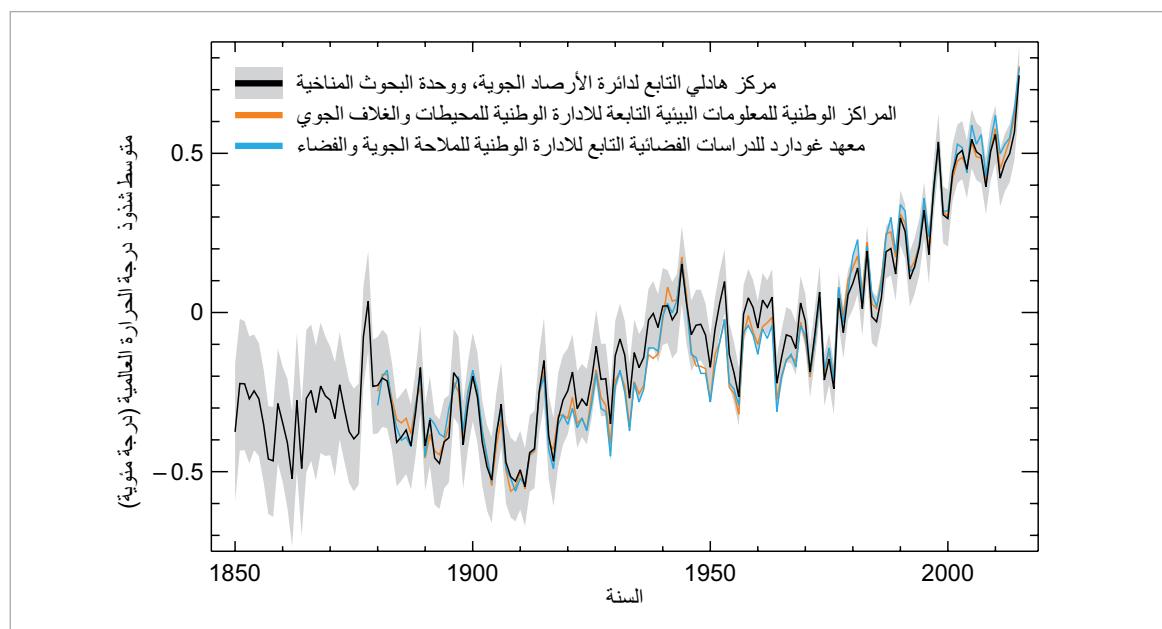
يغطي بيان المنظمة (WMO) عن حالة المناخ العالمي في عام 2015 جوانب كثيرة للنظام المناخي، منها أحوال الغلاف الجوي والمحيطات، وظاهرة النينيو، والغلاف الجليدي، وتركيزات غازات الاحتباس الحراري، والظواهر الإقليمية المتطرفة، والأعاصير المدارية، واستنفاد الأوزون. ويستند البيان إلى رصدات موقعية وفضائية القاعدة جمعت من خلال مختلف برامج المنظمة (WMO) والبرامج التي تشارك المنظمة (WMO) في رعايتها، وإلى تحليلات موضوعية عديدة. وهذه الملاحظات هي المتغيرات المناخية الأساسية (ECVs) التي حددتها النظم العالمي لرصد المناخ (GCOS).

ومجموعات البيانات الدولية التي يستند إليها هذا التقييم تتبعها المراكز المتقدمة لبيانات المناخ ومراقبته وبحوثه التي تتعاون مع المنظمة (WMO). وإضافة إلى ذلك، جُمعت بيانات ومعلومات مناخية مباشرةً من البلدان الأعضاء من خلال استقصاء خاص أجرته المنظمة (WMO). ويجمع تحليل درجات حرارة العالم بين ثلاث مجموعات بيانات دولية يتعهد بها: أولاً، مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة بالتعاون مع وحدة البحث المناخية بجامعة East Anglia في المملكة المتحدة؛ ثانياً، المراكز الوطنية للمعلومات البيئية (HadCRUT)



# حقائق أساسية

الشكل 1 - الشندون في متوسط درجات الحرارة السنوية العالمية في الفترة 1850-2015. (قياساً إلى متوسط الفترة 1961-1990) الخط الأسود والتظليل الرمادي مأخوذه من تحليل لمجموعة البيانات HADCRUT4 أعده مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة بالتعاون مع وحدة البحوث المناخية بجامعة East Anglia. وبين التظليل الرمادي فاصل ثقة في التقديرات قدره 95% في المائة. أما الخط البرتقالي فهو مجموعة البيانات NOAAGlobalTemp أعدتها المراكز الوطنية للمعلومات البيئية التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NCEI)، أما الخط الأزرق فهو مجموعة البيانات GISTEMP التي أعدها معهد غودارد للدراسات الفضائية التابعة للأرصاد الجوية (NASA GISS). المصدر: مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية، المملكة المتحدة، ووحدة البحوث المناخية، جامعة East Anglia، المملكة المتحدة.



و هذه التقديرات يدعمها تحليل أعدته الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية.

ومن الممكن أيضاً تغيير المتوسط العالمي لدرجات الحرارة باستخدام نواتج من عمليات إعادة التحليل. وفي عملية إعادة التحليل يجري الجمع ما بين رصدات تاريخية من أدوات مختلفة كثيرة وذلك باستخدام نظام حديث للتتبؤ بالطقس من أجل تقديم سجل شامل للطقس والمناخ. وقد جرت دراسة عمليتي إعادة تحليل طولتي الأجل هما: عملية إعادة التحليل التمهيدية الأولى، التي أجرتهاها المركز الأوروبي للتتبؤات الجوية المتوسطة المدى، وعملية إعادة التحليل الثانية للغلاف الجوي العالمي لفترة تغطي 55 عاماً اعتباراً من عام 1958 (JRA-55)، التي أجرتها الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية وتشير التقديرات الوسطى الخاصة بكلتا عمليتي إعادة التحليل هاتين إلى أن عام 2015 كان أحّر عام مسجل بالقرب من السطح.

ويتبين من المتوسط العالمي لدرجات الحرارة فوق اليابسة أن عام 2015 كان أحّر عام مسجل فوق اليابسة بالاشتراك مع الأعوام 2005 و 2007 و 2010 المماثلة. والمتوسط العالمي لدرجة الحرارة فوق سطح البحر في عام 2015 كان معدلاً للرقم الفياسي المسجل في عام 2014. ومن ثم فإن الاقتران بين ارتفاع درجة حرارة اليابسة ودرجة حرارة البحر قد جعل عام 2015 يمثل رقمياً قياسياً بوجه عام.

وقد سُجّل احتصار كبير فوق غالبية مناطق اليابسة المرصودة (الشكل 2). وشهدت مناطق كبيرة من أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وأنحاء كثيرة من أوروبا، وشمال شرق آسيا، والشرق الأوسط ، والأجزاء الغربية من أمريكا الشمالية احتصاراً بوجه خاص. وسُجّلت أرقام قياسية لدرجات الحرارة القارية في آسيا وأمريكا الجنوبية.

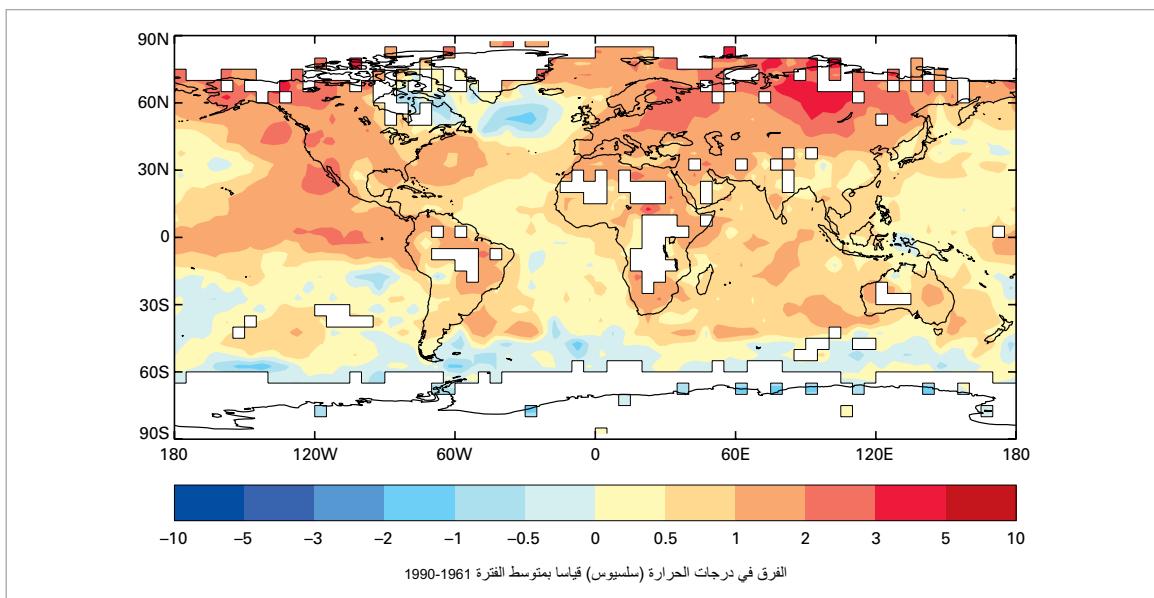
## درجة الحرارة

في عام 2015، بلغ الاحترار العالمي رقمًا قياسياً بسبب الارتفاع الطويل الأجل في درجات الحرارة العالمية - الناجم في معظمها عن الانبعاثات البشرية لغازات الاحتباس الحراري - والمترافق بتأثيرات نشوء ظاهرة النينيو.

فال المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بالقرب من السطح في عام 2015 كان هو المتوسط الأحرّ المسجل بفارق واضح، وفقاً لمصادر البيانات 1 التي حلت بها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (الشكل 1). وكان المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في ذلك العام أعلى بحوالي  $0.76 \pm 0.09$  درجة مئوية من متوسط الفترة 1990-1961 و كان أعلى بحوالي درجة مئوية واحدة من متوسط الفترة 1850-1900. وأوجه عدم اليقين المتعلقة بهذه الفترة أكبر ومن الأصعب تقييمها.

وتنسند هذه التقديرات إلى بيانات درجة حرارة الهواء التي تجمع في محطات الأرصاد الجوية فوق اليابسة وكذلك درجات حرارة سطح البحر التي تقييسها في السفن وأسطول الرصد الطوعي وعواوات منسقة ومثبتة.

1 مجموعة البيانات HADCRUT4.0.0 التي أعدتها مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية ووحدة البحوث المناخية بجامعة East Anglia في المملكة المتحدة، ومجموعة البيانات GISTEMP التي أعدتها معهد غودارد للدراسات الفضائية التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء؛ ومجموعة البيانات NOAA Global Temp التي أعدتها المراكز الوطنية للمعلومات البيئية التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي. والرقم المذكور هو متوسط مجموعات البيانات الثلاث هذه وعدم اليقين الخاص به مأخوذ من مجموعة البيانات HadCRUT4.



الجنوبي (SAM) عدة شهور. وفي الطور الإيجابي للنظام الحلقي الجنوبي، تشتت الرياح الغربية وتتقلص في اتجاه المنطقة القطبية الجنوبية، متنسبة في برودة فوق معظم شرق المنطقة القطبية الجنوبية واحترار فوق شبه جزيرة المنطقة القطبية الجنوبية وشهد شهر تشرين الأول/أكتوبر تغيراً إلى قيم أقل تطرفاً في مؤشر النمط الحلقي الجنوبي حتى نهاية العام واحترازاً قياساً إلى المتوسط (SAM) في القارة. وكانت بعض المناطق الشمالية - الشرقية من أمريكا الشمالية أبرد من المتوسط في أثناء العام.

### الهطول والغطاء الثلجي

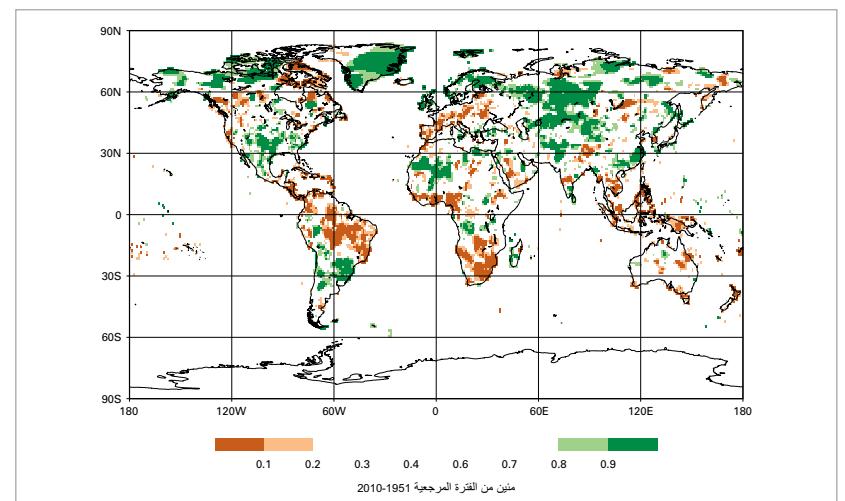
يتسم توزُّع الهطول في أي سنة عادية بتقلبيته الشديدة على النطاقين الإقليمي والم المحلي، ولم يكن عام 2015 استثناءً من ذلك. فقد تعرضت مناطق كثيرة في مختلف أنحاء العالم لتطرفات في سقوط الأمطار، أدت في بعض الحالات إلى فيضانات وإلى حالات جفاف. والقسم الوارد أدناه عن الظواهر الإقليمية المتطرفة يتضمن مزيداً من التفاصيل عن التطرف في سقوط الأمطار وما يتصل به من آثار.

وعلى النطاق السنوي، كانت هناك (الشكل 3) مناطق شهدت معدلاً مرتفعاً بشكل غير عادي لسقوط الأمطار فيها من بينها: المناطق الجنوبية من الولايات المتحدة، والمكسيك، وببرو، وشمال شيلي، ومعظم أنحاء بوليفيا، وباراغواي، وجنوب البرازيل وشمال الأرجنتين، وشمال وجنوب شرق أوروبا، وأجزاء من وسط آسيا، وجنوب شرق الصين، ومناطق من باكستان، وأفغانستان. ومن الناحية الأخرى، شملت المناطق الجافة أمريكا الوسطى ومنطقة البحر الكاريبي، وشمال شرق أمريكا الجنوبية بما يشمل البرازيل، وأجزاءً من وسط وجنوب أوروبا، وأجزاءً من جنوب شرق آسيا، وإندونيسيا، والجنوب الأفريقي. ومع أن التراكمات على الأجل الطويل لها

وشهد الاتحاد الروسي آخر عام مسجل لديه، إذ كانت درجة الحرارة فيه أعلى بمقدار 2.16 درجة مئوية من متوسط الفترة 1961-1990. وشهدت الصين أيضاً آخر عام مسجل لديها، (منذ عام 1961 على الأقل)، وشهدت 10 مقاطعات فيها احترازاً قياسياً. وشهدت أوروبا إما ثاني آخر عام لديها (بعد عام 2014) وإما آخر عام لديها على الإطلاق. كما كان عام 2015 إما آخر عام في عدد من البلدان (استونيا، وفنلندا، وإسبانيا)، وإما من بين آخر ثلاثة أعوام (ألمانيا، وفرنسا، وسلوفينيا، ومولدوفا، وهنغاريا، وصربيا). وشهدت كل من أفريقيا وأوقيانوسيا ثاني آخر عام مسجل لديها.

وشهدت قلة من مناطق اليابسة أحوال برد هامة، إذا أخذ متوسط درجات الحرارة فيها على مدار العام. وكانت إحدى المناطق الباردة أكثر من المتوسط هي المنطقة القطبية الجنوبية، حيث استمر الطور الإيجابي للنظام الحلقي

الشكل 3- الهطول السنوي الكلي المعبر عنه كمئنة من الفترة المرجعية 1951-2010 في ما يتعلق بالمناطق التي كانت ستصبح ضمن نسبة الـ 20 في المائة من السنوات الأكثر جفافاً (المبنية باللون البني) ونسبة الـ 20 في المائة من السنوات الأكثر مطرداً (المبنية باللون الأخضر) أثناء الفترة المرجعية، مع إشارة الظلل البنية والخضراء الداكنة إلى نسبة الـ 10 في المائة الأكثر جفافاً والأكثر مطرداً، على الترتيب (المصدر: المركز العالمي لمناخيات الهطول، Deutscher Wetterdienst ألمانيا)



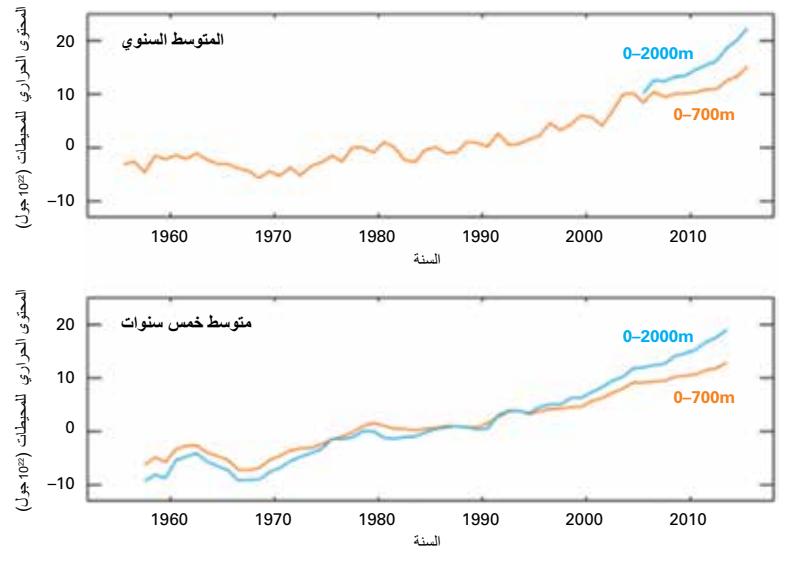
أهميةها، فإنها يمكن أن تُخفي تقلبية كبيرة في المجاميع على الأجل القصير.

ووفقاً للمختبر العالمي للثلاج بجامعة راتجرز (Rutgers)، كان نطاق رقعة الثلاج في نصف الكرة الأرضية الشمالي أثناء الربيع يبلغ 28.5 مليون كيلومتر مربع، وهو ما يقل عن المتوسط الطويل الأجل ويمثل ثمانى أقل نطاق مسجل. وشهدت أمريكا الشمالية رابع أقل نطاق مسجل للثلاج الرباعية فيها. ولكن تعرضت منطقة الشمال الشرقي في الولايات المتحدة لعدة عواصف ثلجية أثناء شباط/فبراير. فقد شهدت ماساتشوستس وبوسطن وورسيستر أثج شهر على الإطلاق وأثج ثاني شتاء، إذ سقط على بوسطن 164.6 سم من الثلاج أثناء شباط/فبراير، وهي كمية تتجاوز الكمية التي تسقط عادةً على تلك المدينة في فصل بأكمله.

## المحيطات

سُجل فوق المحيطات قدر كبير من الاحترار في مناطق كبيرة. وكما يُتوقع عادةً أثناء ظاهرة نينيو، كانت مناطق المحيط الهادئ المدارية أكثر احترازاً بكثير من المتوسط، بحيث تجاوز ذلك الاحترار درجة مئوية واحدة فوق مناطق شاسعة من وسط وشرق المحيط الهادئ الاستوائي (الشكل 2). وشهدت منطقة شمال شرق المحيط الهادئ، ومناطق كثيرة من المحيط الهندي، ومناطق في شمال وجنوب المحيط الأطلسي احترازاً كبيراً أيضاً. وكانت مناطق تقع جنوب غرينلاند وفي أقصى جنوب غرب المحيط الأطلسي أبرد كثيراً من المتوسط. وكانت مناطق أخرى من المحيط الجنوبي (تقريباً، جنوب 60° جنوباً) أبرد من المتوسط، ولكن في حالات كثيرة تكون البيانات المتوفرة في الفترة المناخية (1961-1990) قليلة للغاية بحيث يصعب تقدير أهمية أوجه الشذوذ الحالية تغيراً يمكن التعويل عليه.

وفي عام 2015، بلغ المحتوى الحراري لمحيطات العالم خلال السبعينيات (700) متر العلوية (الشكل 4) وأيضاً



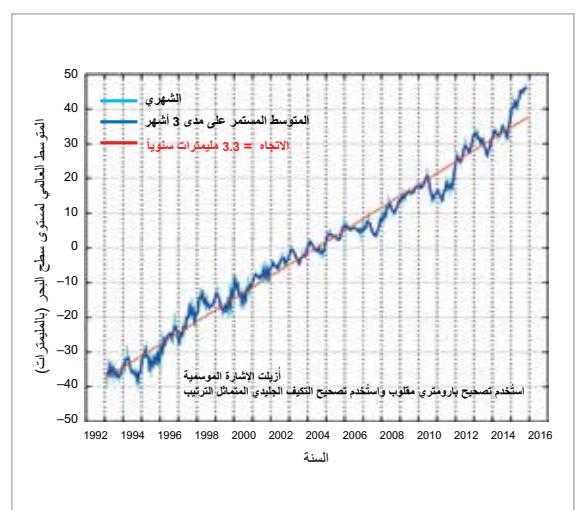
**الشكل 4 - المتوسط السنوي**  
للمحتوى الحراري للمحيطات في السبعينيات من العلوية (المبنية باللون البرتقالي) والأفقي متر العلوية (المبنية باللون الأزرق) من المحيطات (اللوحة العلوية)، ومتوسط خمس سنوات للمحتوى الحراري للمحيطات (اللوحة السفلية). ولا يبين المتوسط السنوي حتى عمق 2000 متر إلا اعتباراً من عام 2005، وهو الوقت الذي توفر فيه تغطية شبه عالمية حتى مستوى الذي يمتد على أساس سنوي أو على أساس أفضل بواسطة الصifice Argo. المصدر: بيانات من مختبر مناخ المحيطات التابع للمركز الوطني للبيانات الأوليفينيغرافية التابع للدائرة الوطنية للمعلومات والبيانات والسوالات البيئية التابعة للدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA/NESDIS)، الولايات المتحدة، NODC (NODC)، وهي محدثة من Levitus et al. (2012)

**الشكل 5 - التغير في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر** في الفترة من عام 1993 إلى تشرين الثاني/نوفمبر 2015، بلغ حذف الدورة السنوية من البيانات، والقيم الشهرية، مبنية باللون الأزرق الداكن، بينما تبيّن المتوسطات الثلاثة أشير باللون الأزرق الداكن وبين اتجاه خطى بسيط باللون الآخر. (المصدر: منظمة البحوث العلمية والصناعية التابعة لمنظمة الكمنولث، استراليا)

خلال 2000 متر العلوية من المحيطات مستويات قياسية. وتجري الآن قياسات روتينية لدرجات الحرارة حتى عمق 2000 متر باستخدام المحطات العائمة التابعة لصifice الأوليفينيغرافي الجيوكستروفي في الوقت الحقيقي (Argo). وللاظلاع على مزيد من التفاصيل والمعلومات الأساسية عن المحتوى الحراري للمحيطات يُرجى الرجوع إلى الصفحة 22.

ويقاس مستوى سطح البحر بواسطة السواتل وكذلك بواسطة مقاييس المد والجزر التقليدية. وتشير أحدث تقديرات مستوى سطح البحر على نطاق العالم المستندة من مقاييس الارتفاع الساتلية (الشكل 5) إلى أن المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر خلال الفترة من كانون الثاني/يناير إلى تشرين الثاني/نوفمبر 2015 كان هو الأعلى في السجلات الساتلية. وشهدت الفترة ذاتها أعلى مستوى مسجلة لمستوى سطح البحر منذ بدء السجلات العالمية قبل أكثر من قرن، وذلك بالنظر إلى الاتجاه التصاعدي الطويل الأجل في مستوى سطح البحر كما يقدر من خلال مقاييس المد والجزر.

وحتى على الرغم من أن هذا المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر قد بلغ مستويات قياسية في عام 2015، فإن ذلك لم يحدث في جميع مناطق المحيطات. فالمتوسط الشهري لمستويات سطح البحر كان أقل من المعتاد في غرب المحيط الهادئ المداري، كما هو متوقع أثناء ظاهرة نينيو. وفي النصف الأخير من السنة، أفيد عن أوجه شذوذ سلبية في مستوى سطح البحر بلغت حوالي 10 سم في جزر مارشال، وولايات ميكرونيزيا الموحدة، وبابوا غينيا الجديدة. وكانت أوجه الشذوذ أقل من تلك التي لوحظت أثناء النينيو 1997/1998. وعلى العكس من ذلك، وکعرض أيضاً من أعراض النينيو، كانت مستويات

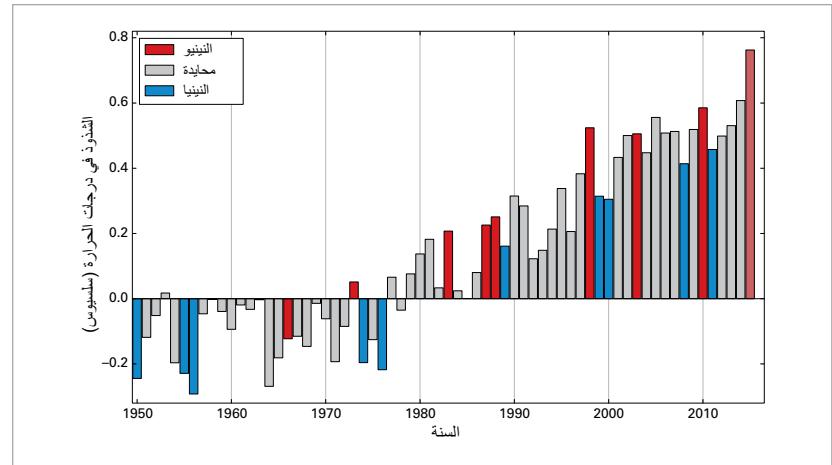


من عام لآخر. ظاهرة النينيو تؤثر على دوران الغلاف الجوي العالمي، مما يغير أنماط الطقس في مختلف أنحاء العالم ويرفع درجات الحرارة العالمية مؤقتاً.

وفي عام 2015 زادت درجات الحرارة السطحية في شرق وسط المحيط الهادئ، بحيث تجاوزت عتبات النينيو المعتادة أثناء ربيع نصف الكرة الأرضية الشمالي. وكانت مؤشرات الغلاف الجوي تبين أيضاً تكُون ظاهرة النينيو، ومن ذلك مثلاً اختلاف الضغط بين تاهيتي وداروين، وتعزِّزُ الحمل الحراري بالقرب من خط التوقيت الدولي، وإضعاف الرياح التجارية أو عكس اتجاهها. وظلت ظاهرة النينيو تشتد، بحيث بلغت ذروتها في كانون الأول/ديسمبر. وعند ذروتها، كانت درجات حرارة سطح البحر في بعض المناطق الرئيسية مضامهنة لتلك التي سُجلت أثناء ظاهرة النينيو اللتين حدثتا في فترتي 1998/1997 و1983/1982 وكانتا شديدةتين بشكل غير عادي، وإن كان موقع أوجه الشذوذ القصوى في درجة حرارة سطح البحر أبعد إلى الغرب في عام 2015.

وتؤثر ظاهرة النينيو على أنماط سقوط الأمطار والطقس في كثير من أنحاء العالم. ومع أن التفاصيل الدقيقة لأي من ظواهر النينيو المنفردة ستحتاج إلى إلقاء الضوء على ظاهرة النينيو الشديدة.

وترتبط ظاهرة النينيو عادةً بارتفاع درجات الحرارة العالمية عند السطح (الشكل 6) وحتى الترددات العميق ولكن يوجد فارق زمني بين احتيار المحيط الهادئ المداري وتاثيره على درجات الحرارة العالمية، ويكون

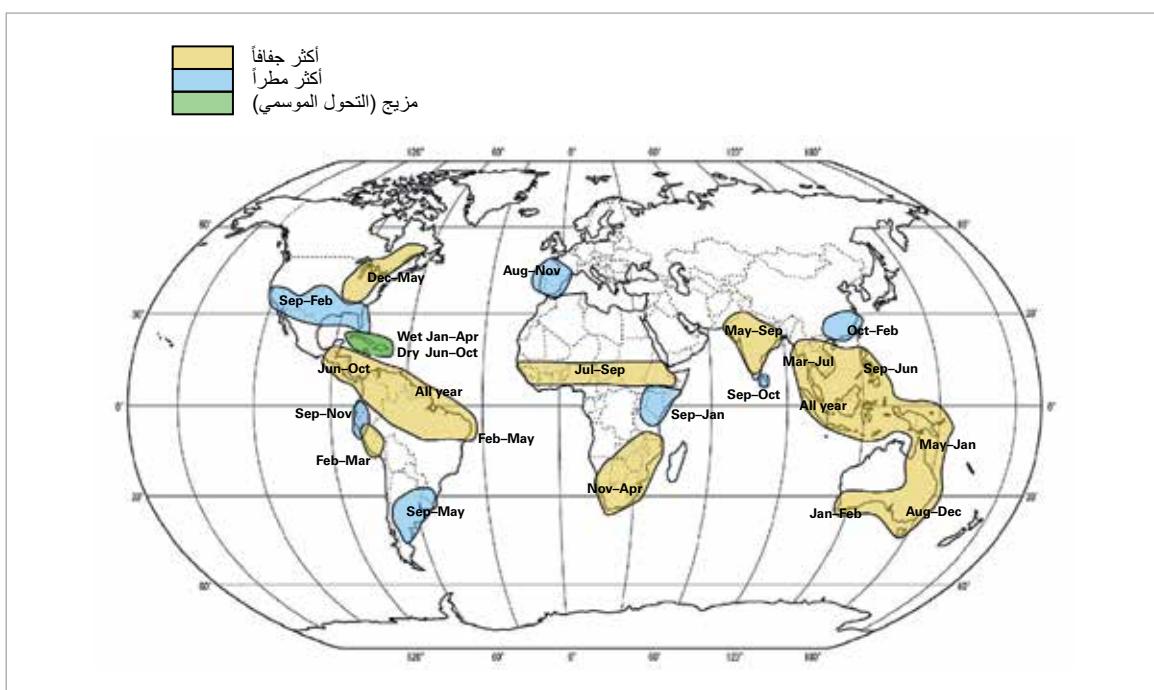


شكل 6 - الشذوذ في المتوسط السنوي العالمي لدرجات الحرارة (الاختلاف عن متوسط الفترة 1961-1990)، استناداً إلى متوسط مجموعات البيانات الثلاث عن درجات حرارة العالم.

### ظاهرة النينيو

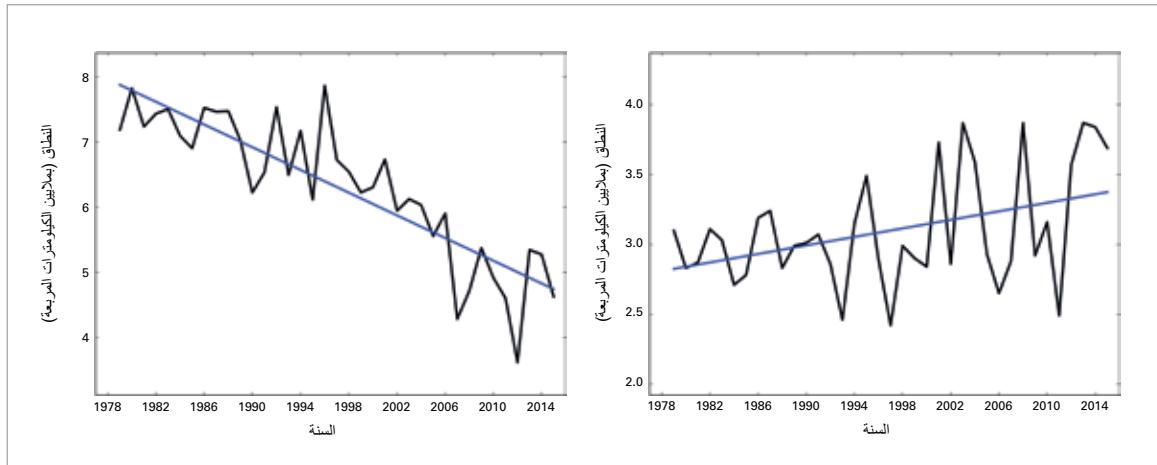
تتألف التقليبات في درجة حرارة المياه السطحية للمحيط الهادئ المداري مع التأثيرات التفاعلية للغلاف الجوي لتتسرب في الطورين المميزين لظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO) وهما: النينيو والذئب. وأثناء النينيو، ترتفع درجات حرارة سطح البحر في شرق المحيط الهادئ المداري عن المتوسط. وهذا يؤدي إلى إضعاف الرياح التجارية السائنة، أو إلى عكس اتجاهها، مما يؤدي إلى تعزيز الاحتياج السطحي. وظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO) هي النمط الرئيسي لقلبية المناخ العالمي

ويشير العمود الثاني باللون الأزرق، والسنوات التي لم يكن فيها التأثير قوياً (المبنية باللون الرمادي). ويشير العمود الثالث باللون الأحمر الباهت إلى عام 2015. (المصدر: مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية، المملكة المتحدة، ووحدة البحث المناخي، جامعة East Anglia، المملكة المتحدة)



شكل 7 - شذوذ المطر الذي تساعده عليه ظاهرة النينيو، استناداً إلى معدلات تاريخية للحدث أثناء ظواهر النينيو السابقة (المصدر: مأخذ بتعديل من مركز هادلي التابع لدائرة الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة)

**الشكل 8 - النطاق الشهري**  
 لرقة الجليد البحري في  
 شباط/فبراير في نصف  
 الكره الأرضية الجنوبي  
 (على اليسار) وفي أيلول/  
 سبتمبر في نصف الكره  
 الأرضية الشمالي (على  
 اليمين) في الفترة 1979-  
 2015 (المصدر: المركز  
 الوطني لبيانات الثلوج  
 والجليد، الإدارة الوطنية  
 للمحيطات والغلاف  
 الجوي، الولايات المتحدة)



إذ بلغ 14.54 مليون كيلومتر مربع، وهو ما يقل بمقدار 1.10 مليون كيلومتر مربع عن المتوسط في الفترة 2010-1981 ويقل بمقدار 0.13 مليون كيلومتر مربع عن الرقم القياسي السابق الذي سُجل في عام 2011. وسُجل أدنى نطاق للجليد البحري في 11 أيلول/سبتمبر، عندما بلغ ذلك نطاق 4.41 مليون كيلومتر مربع. وكان هذا هو رابع أقل نطاق أدنى مسجل في السجلات الساتلية (الشكل 8). وفي 30 كانون الأول/ديسمبر، انتقل هواء حار بشكل غير متعدد في اتجاه الشمال إلى المنطقة القطبية. ونتيجة لذلك، سُجلت درجة حرارة أعلى من مستويات التجمد قدرها  $+0.7^{\circ}$  درجة مئوية، وإن يكن لفترة قصيرة، في 30 كانون الأول/ديسمبر بواسطة محطة أرصاد جوية عائمة بالقرب من القطب الشمالي.

وفي نصف الكره الأرضية الجنوبي، تبلغ الدورة الموسمية لنطاق الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبيّة ذروتها عادة حول شهر أيلول/سبتمبر أو شهر تشرين الأول/أكتوبر وتصل إلى أدنى حد لها في شهر شباط/فبراير أو شهر آذار/مارس. وفي عام 2015، سُجل النطاق

هذا الفارق الزمني أطول في التربوسفير مما هو عند السطح. ومع أن درجات الحرارة السطحية العالمية ربما تكون قد ارتفعت ارتفاعاً طفيفاً بفعل الأحوال القربيّة من النينيو التي سادت في أواخر عام 2014، من المرجح أن يستمر التأثير الكامل لظاهرة النينيو الشديدة التي حدثت في عام 2015 على درجات الحرارة العالمية بعد أن تبلغ ظاهرة النينيو ذروتها.

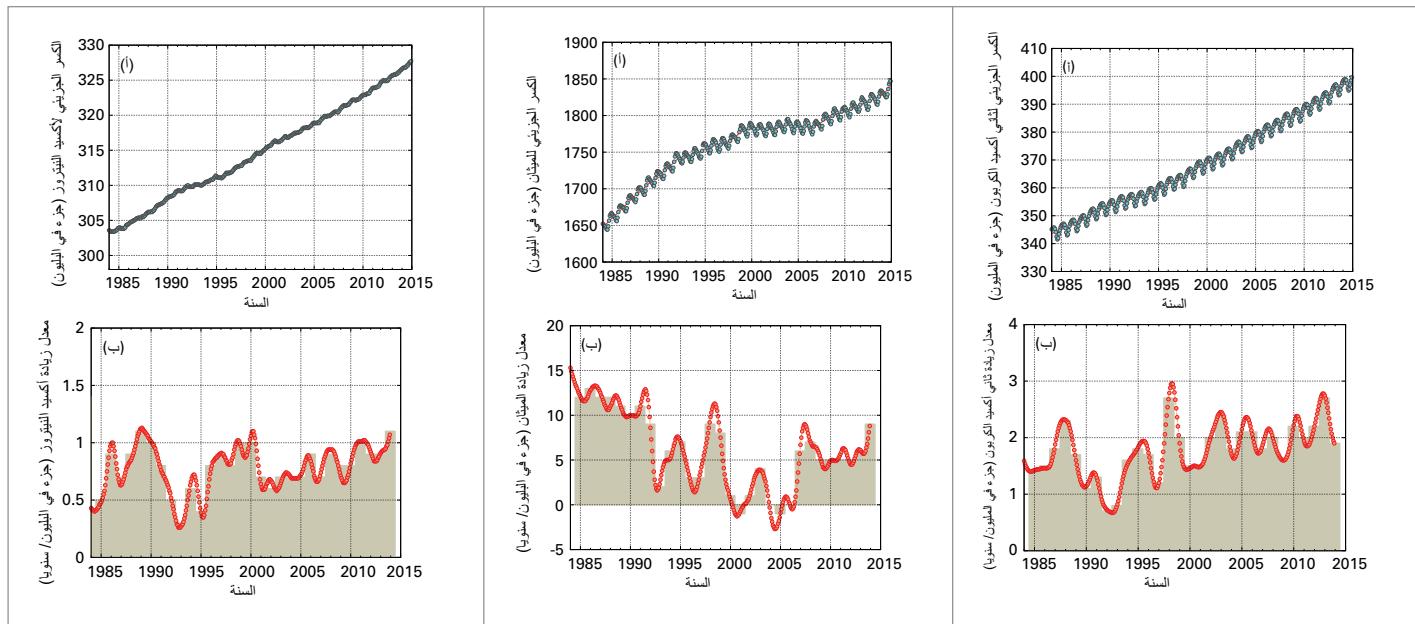
ويرد في (الشكل 7) تصوير تخطيطي لأنماط شذوذ الهطول المعتادة الشائعة أثناء ظاهرة النينيو. وبين (الشكل 3) أوجه شذوذ الهطول المرصودة في عام 2015. وقد رُصدت أوجه عجز في سقوط الأمطار تنفس مع ظاهرة النينيو بدءاً من أمريكا الوسطى إلى شمال البرازيل، وفي الأجزاء الجنوبيّة من أفريقيا، وجنوب شرق آسيا، ومناطق كبيرة من أوقيونوسيا، وشرق استراليا. وكانت الأمطار الموسمية في الهند أقل من المتوسط أيضاً. وكان من بين المناطق التي شهدت هطولاً أعلى من المتوسط جنوب البرازيل/شمال الأرجنتين والمناطق الجنوبيّة من الولايات المتحدة.

وعلاوة على ذلك، تؤثر ظاهرة النينيو على تكون الأعاصير المدارية وتتطورها، بحيث تخدم تكونً أعاصير الهاريكيين في شمال المحيط الأطلسي وتعزز تكونً أعاصير الهاريكيين وأعاصير التيفون في الجزء الشمالي الشرقي من المحيط الهادئ، وذلك يتنسق مع ما رُصد في عام 2015 (انظر الصفحة 19).

## الغلاف الجليدي

في نصف الكره الأرضية الشمالي تبلغ عادةً الدورة الموسمية لنطاق رقة الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية الذروة في آذار/مارس وتصل إلى أدنى حد لها في أيلول/سبتمبر. ومنذ أن بدأت السجلات الساتلية المتتسقة في أواخر سبعينيات القرن الماضي، حدث انحسار عام في نطاق رقة الجليد البحري طيلة الدورة الموسمية. وفي عام 2015، كان النطاق اليومي الأقصى، الذي كان موجوداً في 25 شباط/فبراير 2015، أقل نطاق مسجل،





أغسطس، هو 39.6 درجة مئوية. وفي تشرين الأول/أكتوبر، كان أدنى معدل مسجل لدرجة الحرارة البالغ 55.2° درجة مئوية في 24 تشرين الأول/أكتوبر مماثلاً للمعدل المنخفض القياسي الذي أبلغ عنه في 31 تشرين الأول/أكتوبر 2007.

### غازات الاحتباس الحراري

يبين آخر تحليل لعام 2014 أجراه برنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) التابع للمنظمة (WMO) أن المتوسطات العالمية للكسور الجزيئية لثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) والميثان (CH<sub>4</sub>) وأكسيد النيتروز (N<sub>2</sub>O) قد بلغت مستويات عالية جديدة في عام 2014 (الشكل 9 - يوجد فارق زمني قدره سنة واحدة في الإبلاغ الشامل عن غازات الاحتباس الحراري). فالمتوسط العالمي للكسر الجزيئي الثاني أكسيد الكربون في عام 2014 بلغ  $397.7 \pm 0.1$  ppm، وهو ما يمثل 143 في المائة من المعدل الذي كان سائداً في عصر ما قبل الصناعة. وكانت الزيادة السنوية من عام 2013 إلى عام 2014 تبلغ 1.9 ppm، وهو ما يقرب من متوسط الزيادة السنوية في السنوات العشر الماضية ويزيد عن متوسط معدل النمو في تسعينيات القرن الماضي (زهاء 1.5 ppm سنوياً). وتشير بيانات أولية من الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) إلى أن تزايد ثاني أكسيد الكربون قد استمر بزيادة قياسية قدرها 3.01 ppm سنوياً في عام 2015. وتمثل الزيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الفترة من عام 2003 إلى عام 2013 زهاء 45 في المائة من ثاني أكسيد الكربون المنبعث نتيجة

اليومي الأقصى البالغ 18.83 مليون كيلومتر مربع في 6 تشرين الأول/أكتوبر. وهذا يمثل السادس عشر أعلى نطاق أقصى في السجلات الساتلية ويقل بمقدار 1.33 مليون كيلومتر مربع عن الحد الأقصى المسجل في عام 2014. وبلغ النطاق الأدنى، المسجل في 20 شباط/فبراير، 3.58 مليون كيلومتر مربع، وهو رابع أعلى نطاق أدنى صيفي مسجل، وكان يقل بمقدار 0.17 مليون كيلومتر مربع عن النطاق المسجل في عام 2008. وتعتبر تقليبة النطاق الأدنى للجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية من عام إلى عام كبيرة مقارنة بالاتجاه الطويل الأجل، وقد شهدت الأعوام الخمسة الماضية ثالث أعلى نطاق شهري مسجل (2013) وثالث أقل نطاق مسجل (2011). وكان نطاق الجليد البحري اليومي في المنطقة القطبية الجنوبية عند مستويات قياسية أو شبه قياسية في أوائل العام، ولكن في آب/أغسطس أصبح النطاق أقرب إلى المتوسط الطويل الأجل. وثمة ثقة منخفضة في الفهم العلمي للزيادة المستمرة المرصودة في نطاق الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية منذ عام 1979.

وفي غرينلاند، كان ترتيب المساحة الكلية لنطاق الانصهار الصيفي في عام 2015 هو الحادية عشرة الأكبر المسجلة (منذ عام 1978)، بحيث كانت تتجاوز متوسط الفترة 1981-2010 بحوالي 85,000 كيلومتر مربع. وهذا يفوق المتوسط الطويل الأجل، ولكنه غير معتمد في سياق العقد المنصرم. وكان النطاق الكلي للانصهار الصيفي في عام 2012، وهو أعلى نطاق مسجل، يتجاوز متوسط الفترة 1981-2010 بأكثر من 300,000 كيلومتر مربع. وفي محطة قمة غرينلاند التي يديرها معهد الأرصاد الجوية الدانمركي، كانت درجات الحرارة في الشتاء والربيع والصيف أقل من المتوسط. وُسجل في 28 آب/أغسطس رقم قياسي جديد لأنخفاض درجة الحرارة في شهر آب/

<sup>2</sup> يرمز الاختصار ppm إلى أجزاء في المليون، ويرمز الاختصار ppb إلى أجزاء في البليون.

**الشكل 9 - المتوسطات العالمية للكسور الجزيئية (مقياس الترکیز) لثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) بالأجزاء في المليون (اللوحة اليسرى)، والميثان (CH<sub>4</sub>) بالأجزاء في البليون (اللوحة الوسطى)، وأكسيد النيتروز (N<sub>2</sub>O) بالأجزاء في البليون (اللوحة اليمنى) من عام 1984 إلى عام 2014 مبنية في الصاف العلوي ومعدلات نموها في الصاف السفلي، والمتوسطات السنوية لمعدلات النمو مبنية كأعمدة في الصاف السفلي من الرسمات البيانية**

لأنشطة البشرية، أما النسبة المتبقية فتتصبها المحيطات والغلاف الجوي الأرضي.

وبلغت تركيزات غاز الميثان في الغلاف الجوي رقمًا عالياً جديداً قدره  $1833 \pm 1$  جزء في البليون (ppb) في عام 2014، وهذا يمثل 254 في المائة من مستواها قبل عصر الصناعة، نتيجة لتزايد الانبعاثات البشرية المنشأ. وبلغ المتوسط العالمي للكسر الجزيئي لأكسيد النيتروز  $327.1 \pm 0.1$  جزء في البليون في عام 2014، وهو ما يتجاوز مستوى في عام 2013 بمقدار 1.1 جزء في البليون ويمثل 121 في المائة من مستوى في عصر ما قبل الصناعة (270 جزء في البليون). وكانت الزيادة السنوية التي حدثت خلال الفترة من عام 2013 إلى عام 2014 أكبر من متوسط معدل النمو خلال السنوات العشر الماضية (0.87 جزء في البليون سنوي).

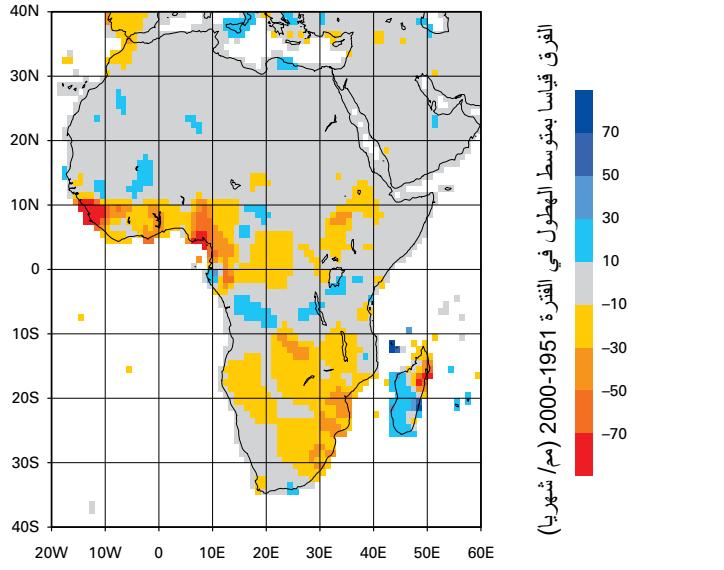
ويبيّن المؤشر السنوي لغازات الاحتباس الحراري الذي تصدره الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) أن القسر الإشعاعي الكلي لغازات الاحتباس الحراري الطويلة العمر قد زاد في الفترة من عام 1990 إلى عام 2014 بنسبة قدرها 36 في المائة، ويمثل ثاني أكسيد الكربون حوالي 80 في المائة من هذه الزيادة. وبلغت الزيادة في القسر الإشعاعي الكلي لكافة غازات الاحتباس الحراري الطويلة العمر منذ عصور ما قبل الصناعة  $2.94 \pm 0.04$  وات/المتر المربع، ويمثل القسر الإشعاعي الكلي الناجم عن جميع غازات الاحتباس الحراري الطويلة العمر كسراً جزيئياً مكافئاً لثاني أكسيد الكربون قدره 481 جزء في المليون.

## الظواهر الإقليمية المتطرفة

سُجلت طواهر متطرفة عديدة على نطاق العالم بسبب بعضها في خسائر في الأرواح والممتلكات (الشكل 11). وبخصوص هذا القسم طواهر الطقس شديد التأثير والظواهر المناخية المسجلة في مناطق مختلفة خلال العام.



REUTERS / Hani Amara



### أفريقيا

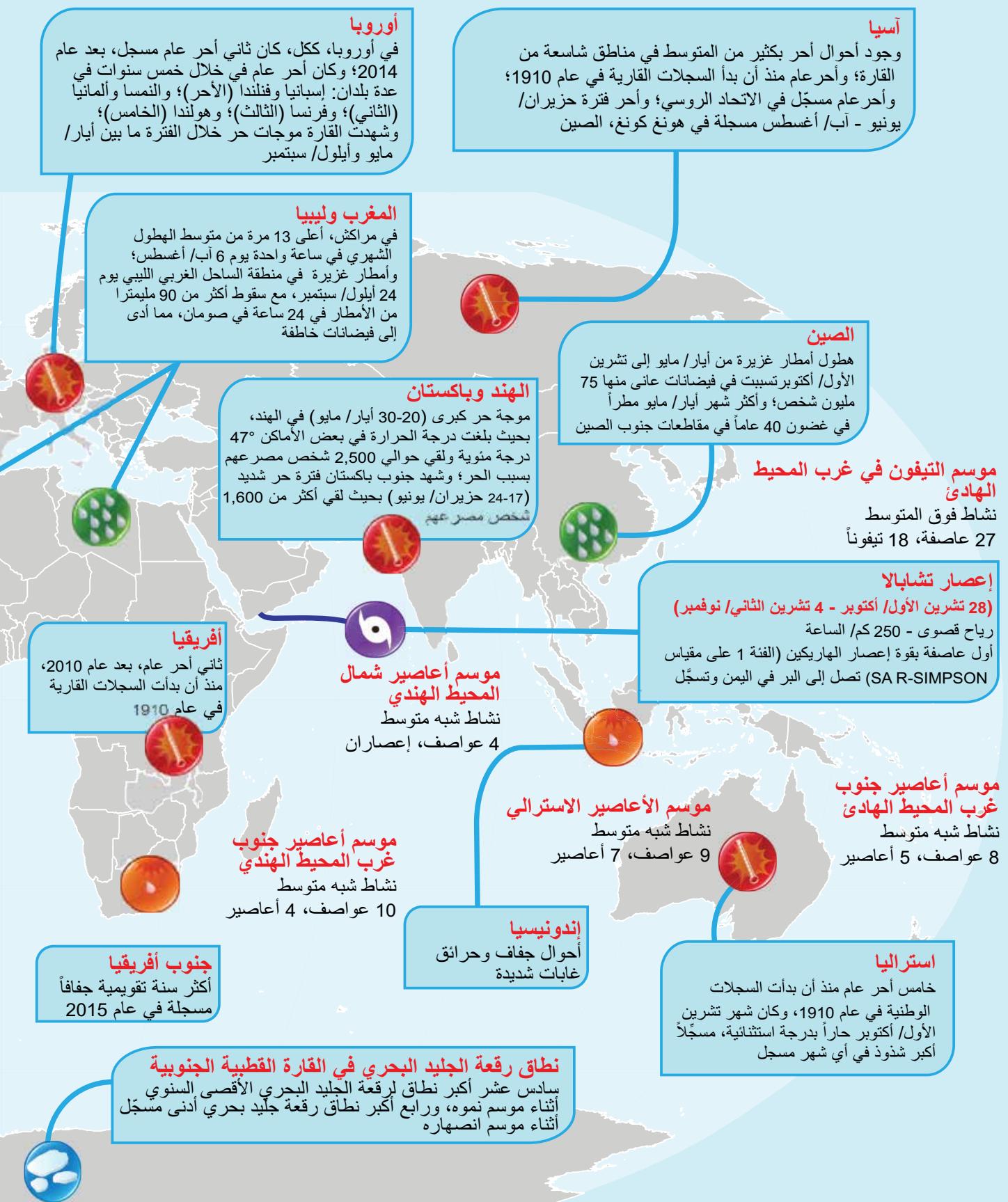
خلال فصل الربيع في عام 2015، شهدت جنوب أفريقيا درجات حرارة مرتفعة تجاوزت الأرقام القياسية بشكل منتظم. وفي 27 تشرين الأول/أكتوبر، سُجلت مدينة فريديندال  $48.4^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية، وكانت تلك هي أعلى درجة حرارة مسجلة في جنوب أفريقيا. وشهد أوائل تشرين الثاني/نوفمبر استمراراً لwave حرّ بحث سُجلت درجة حرارة قدرها  $40.3^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية في بريتوريا ودرجة حرارة قدرها  $36.5^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية في جوهانسبرغ، وكلتاهما تمثل درجة قياسية على وجه الإطلاق في ما يتعلق بهاتين المحطتين.

وعانت أيضًا أماكن كثيرة في شمال أفريقيا ارتفاع درجات الحرارة. في المغرب سُجلت أرقام قياسية جديدة لدرجة الحرارة في أيار/مايو في بعض المحطات وأدى الحر الشديد في تموز/يوليو إلى فقدان نسبة قدرها 50 في المائة تقريباً من إنتاج ثمار الحمضيات. وفي مصر، بلغت درجات الحرارة العظمى في تموز/يوليو  $47.6^{\circ}\text{C}$  درجة مئوية في الأقصر. وفي غرب أفريقيا، كان شهر أيار/مايو حاراً بشكل غير عادي في بوركينا فاسو والنيجر، بحيث كان أعلى من المتوسط في بعض الأماكن بمقدار  $3^{\circ}\text{C}$  درجات مئوية.

وفي شباط/فبراير، تعرضت منطقة شمال أفريقيا لأمطار شديدة. وفي الحسيمة بال المغرب، حيث يبلغ سقوط الأمطار الشهري المعتاد 36 مليمتراً، شهد شهر شباط/فبراير عام 2015 سقوطاً 206 مليمترات، سقط 88 مليمتراً منها في خلال 24 ساعة يوم 18 شباط/فبراير. وسقطت أمطار غزيرة أيضاً على المنطقة الساحلية الغربية من ليبيا في أيلول/سبتمبر بحيث سقط أكثر من 90 مليمتراً من

## الشكل 11: الظواهر المناخية المتطرفة في 2015

(المصدر: الخريطة والمعلومات مقدمة من المركز الوطني (NOAA) التابع لوكالة الوطنية (NCDC) بالولايات المتحدة، (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc>)



## **نطاق رقعة الجليد البحري في القارة القطبية الشمالية**

الولايات المتحدة، ألاسكا

تعادل مع عام 2002 كثاني آخر عام بعد عام 2014 منذ أن بدأت السجلات على نطاق الولاية في عام 1925.

كذا

آخر صيف مسجل في أجزاء من غرب كندا؛  
وحدث جفاف معتدل إلى متطرف عبر المنطقة  
نتيجة لاحترار وجفاف غير عاديين

## أ/ أغسطس حوض شرق المحيط الهادئ الشمالي

في نهاية آب / أغسطس، مثلت ثلاثة عواصف - هي كيلو (KILO) وإناسيو (IGNACIO) وخيمينا (JIMENA) - أول حدوث متزامن لثلاثة أعاصير كبيرة في الحوض منذ أن بدأت السجلات في عام 1949

**المناطق المتلاصقة من الولايات المتحدة**  
ثاني أحر عام (بعد عام 2012) وثالث  
أكثر عام مطراً منذ أن بدأت السجلات  
الوطنية في عام 1895؛ وكان شهر أيار/  
مايو هو أكثر الشهور المسجلة على  
الاطلاق، مطراً

# موسم أعاصير هاريكين المحيط الأطلسي

نماط أقل من المتوسط 68% من طاقة الأعاصير المتراكمة (ACE) عاصفة، 4 أعاصير هارپكين

## موسم أعاصير الهاريkin في شمال شرق المحيط الهادئ

نشاط فوق المتوسط 144% من طاقة الأعاصير المتراكمة 18 عاصفة، 13 إعصار هاريكين

اعصار هاريکین ساندرا  
28-23 تشرین الثاني / نوفمبر  
( 2015 )

الرياح القصوى - 230 كيلومترًا في الساعة أحدث إعصار من أعاصير الهايكلين الكبرى رُصد في حوض شمال شرق الهدائى منذ أن بدأت سجلات موثوقة فى عام 1971

**المكسيك**  
نظم عواصف متعددة جلبت هطولاً غزيراً في  
أذار / مارس مع كون المتوسط الوطني أكبر من  
المتوسط الشهري بأكثر من ثلاثة مرات؛ وكان  
شهر أذار / مارس هو الأكثر مطرًا منذ أن بدأت  
السجلات الوطنية في عام 1941

عصار هاريکين باتريشيا  
24-20 تشرين الأول / أكتوبر 2015

**الرياح القصوى - 320 كيلومترًا في الساعة أقوى إعصار هاريكين مسجل في حوض شمال شرق المحيط الهادئ وحوض شمال المحيط الأطلسي**

**شیلی**  
اکثر شہر کانوں ثانی /  
بنایار حفافاً فی خمسة  
عوقد علـ الافق

أُمّ بِكَ الْحَنْفِيَّةُ

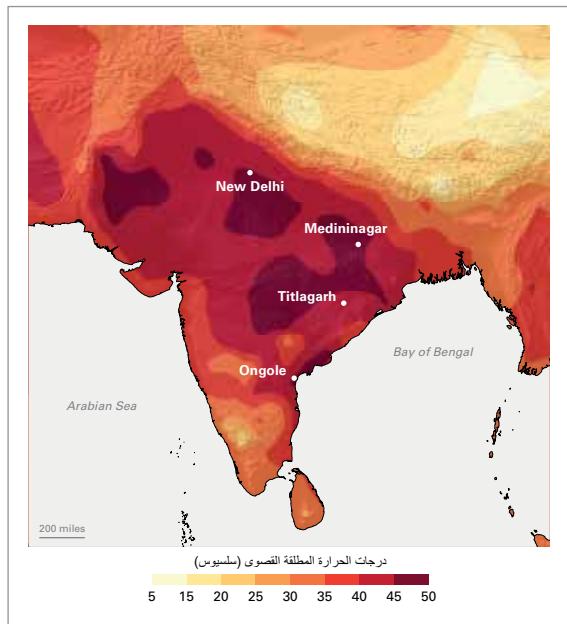
**سجل سقوط أمطار بشكل متطرف في  
باراغواي وشمال الأرجنتين، وجنوب  
البرازيل في الربع الأخير من العام؛  
ونضرر بذلك نحو 180,000 شخص  
وتشريد أكثر من 80,000 شخص**

أمريكا الجنوبيّة

آخر عام منذ أن بدأت السجلات القاردية في عام 1910؛ وفي الأرجنتين، كان العام هو ثانٍ آخر عام، بعد عام 2012، منذ أن بدأت السجلات الوطنية في عام 1961؛ وكان رابع آخر الأعوام المسجلة منذ عام 2012



**الشكل 12 - درجات الحرارة العظمى أثناء الفترة 24-30 أيار / مايو 2015**  
**(المصدر: الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي NOAA، Climate.gov استناداً إلى بيانات استثنائية من محطات أرصاد جوية مقدمة من الإدارة الهندية للأرصاد الجوية)**



الأمطار في غضون 24 ساعة في مدينة صرمان، في حين أن المتوسط الشهري لسقوط الأمطار يبلغ 8 مليمترات، مما أدى إلى فيضانات خاطفة، خلال الفترة من أولولي / سبتمبر إلى نهاية العام عانى المغرب أحوال جفاف شديدة.

وتسببت الأمطار الموسمية في غرب أفريقيا في فيضانات كبيرة. فقد أدت الأمطار الشديدة إلى حدوث فيضانات في تموز / يوليو وأب / أغسطس، مما ألح الضرب بمنطقة تموز في بوركينا فاسو. وفي النiger، رغم أن سقوط الأمطار الكلي خلال العام (الشكل 10) كان قريباً من المتوسط الطويل الأجل، سُجلت في عدد من المواقع أمطار غزيرة، تجاوزت 100 مليمتر يومياً، وأدت إلى فيضانات تسببت في مقتل 25 شخصاً. وعانت غامبيا ومالي أيضاً الأمطار الغزيرة والفيضانات.

وإذا اتجهنا إلى الجنوب بدرجة أكبر، نجد أن تنزانيا عانت من أمطار غزيرة وفيضانات في آذار / مارس وأيار / مايو وتشرين الثاني / نوفمبر. وارتبطت بظواهر متطرفة عديدة في ما يتعلق بسقوط الأمطار، حطمت فيها المجاميع اليومية الأرقام القياسية، وبوفيات أكثر من 50 شخصاً. وعانت موريشيوس، في جنوب غرب المحيط الهندي، من أكثر شهر حزيران / يونيو مطراً فيها منذ عام 1976. فقد كان إجمالي سقوط الأمطار في ذلك الشهر يمثل نسبة قدرها 180 في المائة من المتوسط الطويل الأجل. وأدت الأمطار الغزيرة في كانون الثاني / يناير إلى فيضانات في ملاوي، وموزامبيق، وزمبابوي.

وفي جنوب أفريقيا، كان الموسم الممتد من تموز / يوليو 2014 إلى حزيران / يونيو 2015 هو، في المتوسط، أكثر المواسم جفافاً منذ 1991/1992 وثالث أكثر المواسم جفافاً منذ 1933/1932. وبحلول نهاية الصيف، كانت أحوال الجفاف التي طال أمدها قد أثرت تأثيراً شديداً على محاصيل الذرة وقصب السكر والسراغون. وكان عام 2015 ككل هو أكثر الأعوام التقويمية المسجلة جفافاً.

## آسيا

عانت شبه القارة الهندية من موجات حرّ كبرى في عام 2015. وفي أيار / مايو، أبلغت بعض المحطات في أوديشا

### كراتشي، باكستان

يستخدم الناس الماء المتسرّب من ماسورة لتبريد أجسادهم من الحر.

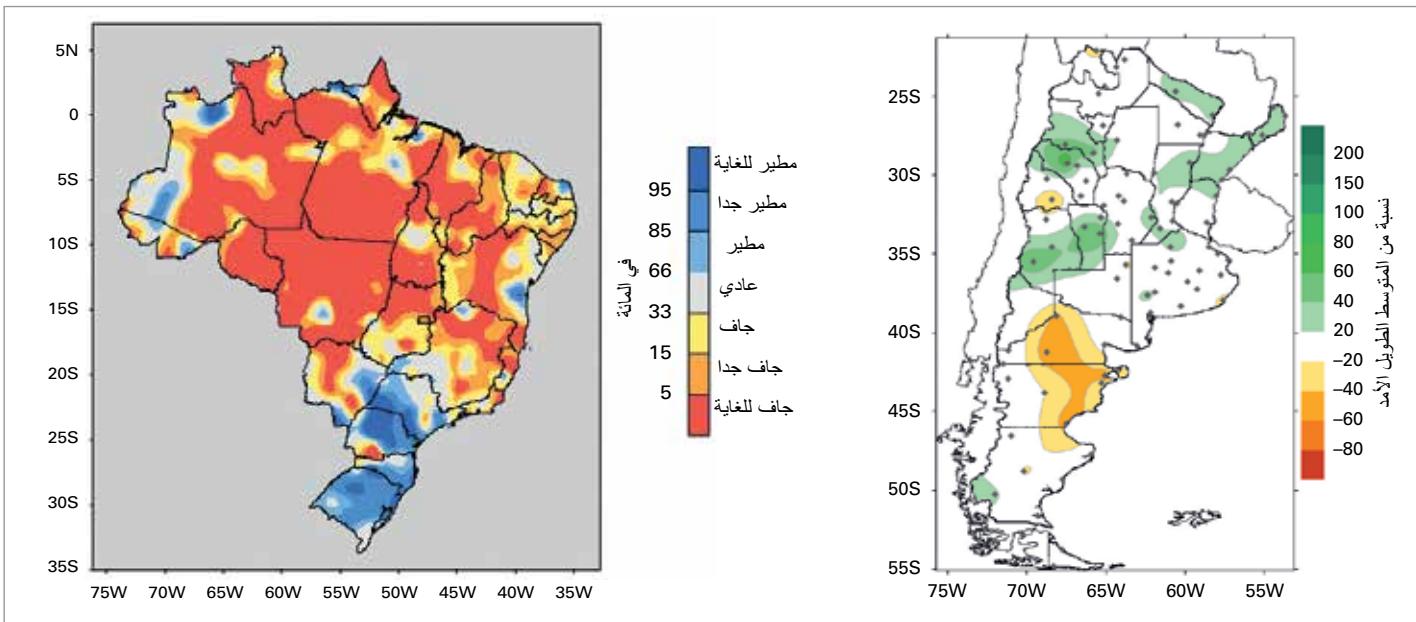


REUTERS / Akhtar Soomro

وتيلانغانا وأندرا براديش الساحلية عن درجات حرارة بلغت حوالي 47.0 ° درجة مئوية خلال الفترة ما بين 23 و 26 أيار / مايو (الشكل 12). وقد توفي حوالي 2,500 شخص بسبب الحر، وحدث أكثر من 2,000 حالة وفاة منها في ولايتي تيلانغانا وأندرا براديش وحدهما بجنوب الهند. وتعرض جنوب باكستان أيضاً لدرجات حرارة متطرفة خلال الفترة من 17 إلى 24 حريراً / يونيور، حيث تجاوزت درجات الحرارة 40 ° درجة مئوية. وتوفي أكثر من 1,400 شخص نتيجة للحر في كراتشي وتوفي حوالي 200 شخص في مناطق أخرى من مقاطعة السند. ومع أن الحر الشديد شائع في موسم ما قبل الأمطار الموسمية في شبه القارة الهندية، امتد الحر في عام 2015 فوق مساحة أكبر من المعتاد، بحيث شمل مناطق من قبيل أندرا براديش في شرق الهند وسواحل باكستان، وكان مصحوباً أيضاً بارتفاع شديد في درجة الرطوبة في بعض الأماكن.

وفي 31 تموز / يوليو، سجلت مدينة بندر ماشهر، وهي مدينة ساحلية في جمهورية إيران الإسلامية، درجة حرارة قدرها 46 ° درجة مئوية كانت مصحوبة بدرجة حرارة نقطة ندى قدرها 32 درجة مئوية. واقتصر اندران درجة الحرارة المرتفعة بدرجة الرطوبة المرتفعة أمر غير عادي. وقد أفاد مرصد هونغ كونغ عن آخر صيف منذ أن بدأت السجلات في عام 1884. وفي 8 آب / أغسطس، بلغت درجة الحرارة في مرصد هونغ كونغ 36.3 ° درجة مئوية، بحيث حطم الرقم القياسي السابق البالغ 36.1 درجة الذي سُجل في عام 1990.

وعانت شبه القارة الهندية في عام 2015 من مزيج أحوال جفاف وفترات سقطت فيها الأمطار بغزارة. وبالنسبة للهند، كان إجمالي سقوط الأمطار المسجل أثناء الأمطار



**الشكل 13 - شنود المطوط**  
السنوي في الأرجنتين (اللوحة اليمنى) معبرا عنه كسبة منوية من المتوسط الطويل الأجل وشنود المطوط الموحد في البرازيل (اللوحة اليسرى) في عام 2015 (المصدران: المرفق الوطني للأرصاد الجوية في الأرجنتين والمعهد الوطني للأرصاد الجوية في البرازيل)

الفيضانات اللاحقة في أضرار لـ 75 مليون شخص بحيث بلغت الخسائر الاقتصادية المقدرة 25 بليون دولار أمريكي. وخلال الفترة ما بين 5 و 31 أيار / مايو، تعرّضت مقاطعة هوانان لسقوط أمطار بلغ مجموعها 150 في المائة من المتوسط الطويل الأجل، وهو ما يتجاوز بدرجة طفيفة معدل سقوط الأمطار فيها خلال عام 2014 ويشمل الأكثر في 40 عاماً تقريباً. ومع ذلك، سادت حالات جفاف شديدة ومتلاحقة في شمال الصين، والجزء الشرقي من شمال غرب الصين، ومقاطعة لياونينغ أثناء الصيف والخريف. وتضررت محاصيل الذرة والبطاطس تضرراً شديداً.

وأدى الجفاف في روسيا الأوروبية أثناء أو اخر الربع والصيف إلى فشل المحاصيل في أكثر من 1.5 مليون هكتار، مع ما ارتبط بذلك من خسائر اقتصادية بلغ مجموعها حوالي 9 بلايين روبل. وقد تضررت المناطق التالية على وجه الخصوص: منطقة فولغوغراد وساراتوف الواقعتان على امتداد نهر الفولغا، وكذلك أورينبورغ الواقعة شرقاً، ولكن تضرر أيضاً الجزء الجنوبي الغربي من روسيا الأوروبية، وجمهورية كاليميكيا، وكذلك جمهورية بيرياتيا؛ وتعرضت المنطقة الأخيرة، الموجودة في جنوب وسط سيبيريا، لحرائق غابات أتت على 700,000 هكتار. وسجل جفاف في روسيا الآسيوية أثناء أو اخر الربع والصيف في جمهورية بيرياتيا. وتعرضت جمهورية بيرياتيا وترانسبايكاليا لحرائق غابات أتت على حوالي 460,000 و 880,000 هكتار، على الترتيب.

### أمريكا الجنوبية

خلال عام 2015، كانت درجات الحرارة أعلى من المعتاد في معظم القارة، مع وجود أوجه شنود فيها تصل إلى درجتين مؤثثتين. وقد سُجلت أعلى درجة حرارة في

الموسمية الصيفية الهندية خلال الفترة ما بين حزيران / يونيو وأيلول / سبتمبر يمثل نسبة قدرها 86 في المائة من متوسطه الطويل الأجل. وتعرّضت الهند أيضاً لسقوط أمطار أقل من المتوسط في عام 2014، وكانت هذه هي رابع مرة يحدث فيها سقوط أمطار أقل من المتوسط في عامين متتاليين في السجل الممتد 115 عاماً. وعلى الجانب الآخر من ظواهر سقوط الأمطار المتطرفة، أدت الأمطار الموسمية الغزيرة أثناء عام 2015 إلى فيضانات تسببت في مقتل أكثر من 200 شخص، معظمهم في غرب البنغال وأسام. وأدت الأمطار الغزيرة بشكل استثنائي التي سقطت فوق تاميل نادو وسواحل أندرا براديش أثناء تشرين الثاني / نوفمبر وأوائل كانون الأول / ديسمبر إلى فيضانات تسببت في مقتل أكثر من 100 شخص.

وفي باكستان، كانت الأمطار الموسمية الصيفية غير منتظمة، وتركزت نسبة قدرها 90 في المائة من المجموع الموسمي خلال النصف الأول من الموسم في مناطق نادراً ما يصل إليها المطر. وسجلت المحطة الكائنة في ميانوالى سقوط 340 مليمتراً من الأمطار في غضون 36 ساعة في يومي 2 و 3 آب / أغسطس؛ ويبلغ المعدل الشهري العادي 115.9 مليمتراً. وشهدت باكستان أيضاً طقسًا غير موسمي أثناء آذار / مارس ونيسان / أبريل، بحيث سقطت فيها أمطار غزيرة وحدث فيها صقبح متاخر مما تسبب في إلحاق أضرار بالمحاصيل. وأصاب إعصار الطورناد وادي بيشاور في 27 نيسان / أبريل، وتسبّب في مقتل 45 شخصاً.

وفي الصين، كانت الوفيات والمناطق المتضررة بسبب الطقس أقل كثيراً مقارنة بالأعوام الخمسة عشر الماضية. وفي خلال الفترة ما بين أيار / مايو وأيلول / سبتمبر، شهدت الصين 35 ظاهرة سقوط أمطار غزيرة عليها. وتسببت

في فيضانات. وفي الأرجنتين حُطّم عدد من المحطات الطويلة الأمد الأرقام القياسية للهطول في شهور شباط/فبراير التي كانت تلك المحطات قد سجلتها من قبل. فقد سُجّل مرصد كوردوبا سقوط 385 ملি�метراً من الأمطار في ذلك الشهر، مما حطم رقماً قياسياً طويلاً للأمد سُجّل في عام 1889 وهو 266 ملি�متراً من الأمطار. وأثناء آذار/مارس، سقطت أمطار غزيرة بشكل غير عادي في شيلي في منطقة أناكاما بالجزء الشمالي من البلد، مما تسبب في فيضانات وانهيارات طينية في مدن مثل كوبابابو وشانتيال، على العكس من أحوال الجفاف التي سادت في المناطق الأبعد في اتجاه الجنوب.

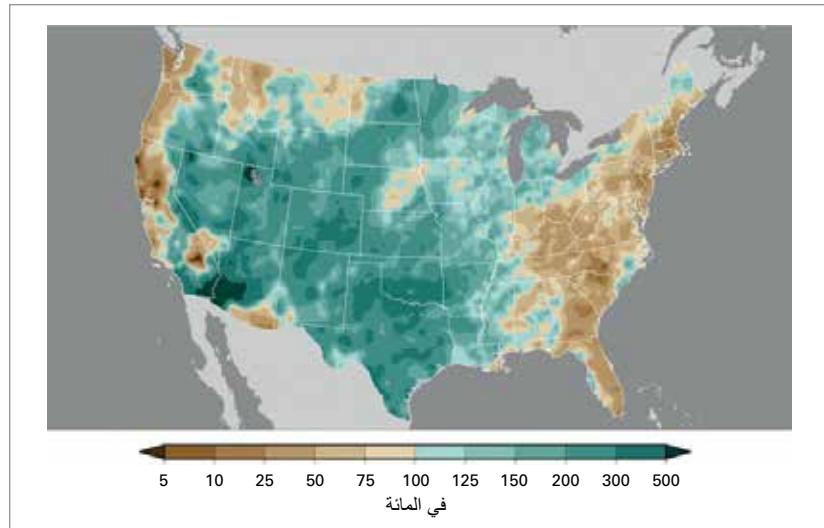
وفي الربع الأخير من عام 2015، سُجّل سقوط أمطار متطرفة في أجزاء عديدة من أمريكا الجنوبية، لا سيما في باراغواي، وشمال الأرجنتين، وجنوب البرازيل. وقد تضرر حوالي 180,000 شخص من جراء الفيضانات وتشرد نتيجة لها أكثر من 80,000 شخص.

### **أمريكا الشمالية، وأمريكا الوسطى، ومنطقة البحر الكاريبي**

كان غرب كندا والولايات المتحدة حاراً بشكل غير عادي. فقد كان عام 2015 ثاني أحرّ عام سُجّل في الأجزاء المتلاصقة من الولايات المتحدة، وكان أحرّ عام مسجل لدى أربع ولايات. وشهدت كندا متواترات درجات الحرارة الشتوية مرتفعة ارتفاعاً قياسياً أبلغ عنها على امتداد ساحل المحيط الهادئ. وكان شهر شباط/فبراير هو ثاني أبرد شهر مسجل لدى بعض الولايات في الولايات المتحدة. وعلى العكس من ذلك، شهد شهر كانون الأول/ديسمبر درجات حرارة مرتفعة قياسية في 29 ولاية.

وكان انخفاض مجاميع سقوط الأمطار في ذلك العام أمراً واسع الانتشار في مختلف أنحاء أمريكا الوسطى ومنطقة البحر الكاريبي، وارتبط ذلك بتغير ظاهرة النينيو. فقد كانت مجاميع سقوط الأمطار في بورتوريكو أقل من المتوسط الطويل الأجل، مما أدى إلى جفاف وإلى تحصيص المياه في بعض المناطق.

وأدت أحوال الجفاف والحرّ التي رُصدت في أنحاء كثيرة من غرب الولايات المتحدة خلال العام إلى اندلاع حرائق الغابات. ففي ألاسكا أدى اندلاع أكثر من 400 حريق إلى تدمير 728,000 هكتار في آيار/مايو، مما حطم الرقم القياسي السابق البالغ 216 حريقاً و 445,000 هكتار. وأبلغ عن ما يزيد على 700 حريق من حرائق الغابات في ألاسكا خلال تموز/يوليو، دمرت ما يقارب مليوني هكتار خلال فصل الصيف. واندلعت حرائق كبيرة في مختلف أنحاء الجزء الشمالي الغربي في آب/أغسطس. وكان حريق مجمع أوكانوغان هو أكبر حريق سُجّل في واشنطن إذ إنه اندلع في 121,000 هكتار.

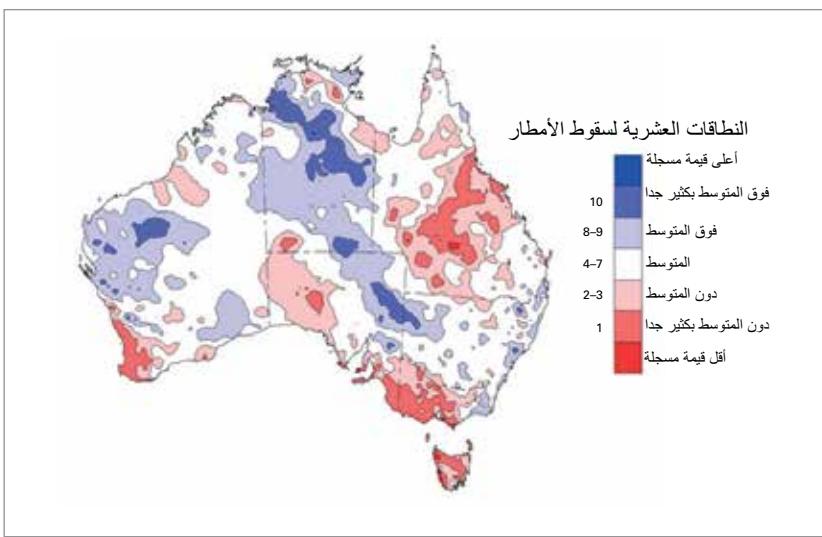


**الشكل 14 - شذوذ الهطول في الولايات المتحدة في أيار/مايو 2015 مقارنة بهطول متوسط القرن العشرين**  
**(المصدر: المراكز الوطنية للمعلومات البيئية التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي، الولايات المتحدة)**

ومن الشائع انخفاض سقوط الأمطار فوق البرازيل والمناطق الشمالية من أمريكا الجنوبية أثناء ظاهرة النينيو. وشهدت البرازيل، التي بدأت العام في ظل جفاف في المناطق الجنوبيّة والشرقية، انتقال بؤرة الجفاف إلى الشمال مع قلة الأمطار خلال فصل الجفاف فوق نهر الأمازون (الشكل 13). ونتيجة لاستمرار أحوال الجفاف في كولومبيا وجمهورية فنزويلا البوليفارية كانت هناك آثار شديدة على الزراعة، وتربية الماشية، وتوليد الطاقة الكهرومائية أثناء الربع الأخير من العام.

وخلال كانون الثاني/يناير، شهدت شيلي جفافاً أعلى من المتوسط في مختلف أنحاء البلد، مع معاناة جنوب البلد من أشد حالات نقص الأمطار. وفي بعض الأماكن كان شهر كانون الثاني/يناير هو أكثر شهور كانون الثاني/يناير جفافاً في 50 عاماً على الأقل. ولم تسجل المطحّتان الموجودةتان في تيموكو وفالديفيا، الواقعتين في منتصف الطريق إلى جنوب البلد، أي سقوط للأمطار أثناء ذلك الشهر. وساعدت درجات الحرارة الأعلى من المعتاد وسقوط الأمطار الأقل من المعتاد في بداية عام 2015 في منطقة باتاغونيا في جنوب الأرجنتين، على توفير الأوضاع المثلث لإندلاع أحد أكبر حرائق الغابات في تاريخ الأرجنتين. فقد استمر ذلك الحريق لمدة شهرين تقريباً وألحق أضراراً بـ 41,000 هكتار من الغابات الأصلية.

وفي شباط/فبراير وأذار/مارس، عانى عدد من الأماكن في أمريكا الجنوبية من هطول الأمطار بغزارة مما تسبّب



الشكل 15 - الهطول السنوي الكلي الاسترالي معبرا عنه كقيم عشرية للتوزعات المرصودة في عام 2015 (المصدر: مكتب الأرصاد الجوية، استراليا)

وشهدت المكسيك أكثر شهر آذار/ مارس مطرًا مسجلاً لديها منذ بدء السجلات في عام 1941. وقد بلغ معدل سقوط الأمطار فيها على الصعيد الوطني 69.6 مليمترًا، وهو ما يتجاوز بكثير المتوسط الطويل الأجل البالغ 14.7 مليمترًا. وشهدت باخا كاليفورنيا وباخا كاليفورنيا الجنوبية أكثر شهر حزيران/ يونيو مطرًا مسجلًا لديها. وشهدت سونورا ثاني أكثر شهر حزيران/ يونيو مطرًا لديها. وفي وسط وشمال البلد، شهدت أغواسكالينتيس وزاكاتيcas الثالث أكثر شهر حزيران/ يونيو مطرًا لديها.

## جنوب غرب المحيط الهادئ

في إندونيسيا، أدى المعدل المنخفض لسقوط الأمطار المرتبط بالنينيو إلى زيادة خطر وحوث حرائق الغابات، مما أدى بدوره إلى سوء نوعية الهواء. وفي النصف الأول من العام، تعرضت 40 مقاطعة في أعلى تايلاند لثاني أدنى معدل إجمالي لسقوط الأمطار فيها خلال 64 عاماً.

وشهدت أستراليا آخر شهر تشرين أول/ أكتوبر مسجلاً لديها. وكان الشذوذ في ما يتعلق بشهر تشرين الأول/ أكتوبر هو أيضاً أعلى شذوذ بالنسبة لأي شهر مسجل. فقد أدت موجة حر في بداية الشهر إلى أرقام قياسية جديدة لحرّ بداية الموسم في جنوب أستراليا. والعام بأكمله كان الخامس آخر عام مسجل لدى أستراليا.

وبوجه عام، كانت أستراليا أكثر جفافاً بنسبة تبلغ حوالي 4 في المائة من المتوسط في عام 2015، مع وجود مناطق سقطت فيها الأمطار بمعدل أعلى بكثير من المتوسط، ومناطق كانت أكثر جفافاً بكثير من المتوسط (الشكل 15). ومن المرجح أن ظاهرة النينيو في عام 2015 قد ساهمت في سقوط الأمطار بمعدل أقل من المتوسط فوق شرق أستراليا (الشكل 7)، وخفف من ذلك حدوث تغيرات في درجة حرارة سطح البحر في المحيط الهندي (كانت القطبية الثانية للمحيط الهندي إيجابية في الفترة ما بين

وشهدت الأجزاء المتلاصقة من الولايات المتحدة أمطاراً قياسية في أيار/ مايو (الشكل 14) وكان ذلك الشهر هو الأكثر مطرا طوال 121 عاماً من السجلات. وكان الهطول قياسياً خلال الشهر في كل من كلورادو وأوكلاهوما وتكساس. وأنهت أمطار شهر أيار/ مايو فعلياً حالة الجفاف التي كانت السهول الجنوبية قد عانت منها منذ عام 2011. ولكن، في المناطق الأبعد في اتجاه الغرب، استمرت أحوال الجفاف الطويل الأجل. وتعتمد الأحواض في المنطقة الغربية على الثلوج كمورد للمياه. وفي نيسان/ أبريل، بلغ مكافئ ماء الثلوج 5 في المائة من المعتاد في الغرب، وهو ما يمثل ادنى معدل منذ بدء القياسات في عام 1950. وكان أقل معدل سابق لمكافئ الماء من الثلوج يمثل 25 في المائة من المعدل المعتاد، وسجل في عامي 1977 و2014.

وفي أوائل تشرين الأول/ أكتوبر، عندما تحرّك إعصار هاريكيين جواكين قبلة الساحل الشرقي، فإنه تفاعل مع نظام ضغط منخفض ليجلب هواءً مدارياً إلى كارولينا الشمالية وكارولينا الجنوبية. وكان من الشائع على نطاق واسع تسجيل مجاميع قياسية لسقوط الأمطار على مدى خمسة أيام تتراوح من 380 مليمتراً إلى 630 مليمتراً، مع حدوث فيضانات كبيرة عبر المنطقة تسببت في مقتل ستة عشر شخصاً. وعانت أجزاء من تكساس أيضاً من سقوط الأمطار بشدة ومن الفيضانات الخاطفة، التي ارتبط بعضها بمخلفات إعصار هاريكيين باتريشيا. وكان شهر كانون الأول/ ديسمبر هو أكثر الأشهر المسجلة مطراً في المناطق المتلاصقة من الولايات المتحدة. وكان أيضاً آخر شهر كانون أول/ ديسمبر مسجلاً لديها.

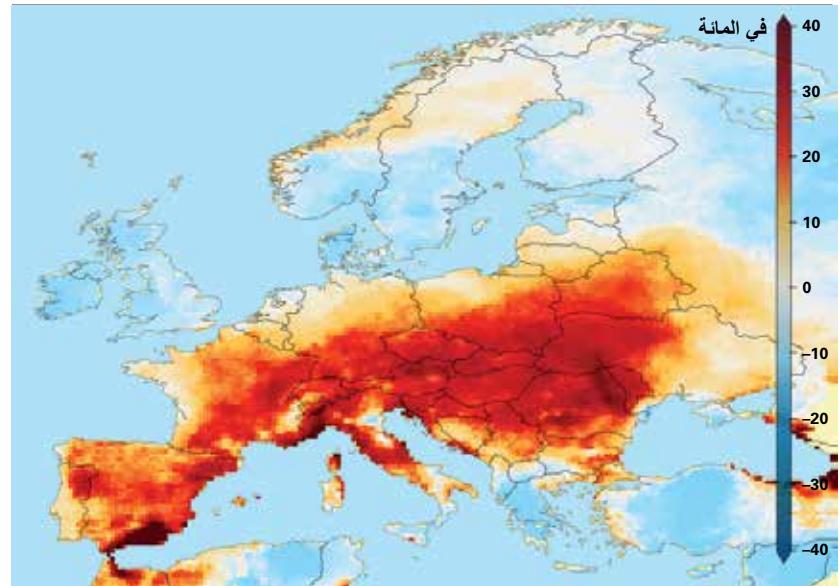


درجة الحرارة الصغرى في 9 أيلول/سبتمبر 36.5 درجة مئوية، وهي أعلى درجة حرارة صغرى يومية سُجلت على الإطلاق في إسرائيل، بحيث حطمت الرقم القياسي السابق البالغ 36.0° درجة مئوية الذي سُجل في طبرية في عام 1936. وإذا اتجهنا إلى أقصى الشرق وصولاً إلى أذربيجان فسنجد أن بعض المحطات قد سجلت أرقاماً قياسية لدرجات الحرارة خلال الفترة ما بين حزيران/يونيو وأيلول/سبتمبر.

وفي بعض الحالات، كانت موجات الحر غير عاديّة من حيث مدتها. ففي أيار/مايو، شهدت بيضا في البرتغال 19 يوماً من درجة حرارة قصوى تجاوزت 30 درجة مئوية لمدة 5 أيام، وفي سلاب في وادي فيباكا في سلوفينيا، كانت درجة الحرارة لمدة 54 يوماً تتجاوز 30 درجة مئوية في الفترة ما بين حزيران/يونيو وأب/أغسطس. وفي إسبانيا، كانت موجة حر امتدت من 27 حزيران/يونيو إلى 22 تموز/يوليو هي أطول بمراحل من أي موجة حر سُجلت على الإطلاق. وخلال الفترة ما بين حزيران/يونيو وأب/أغسطس، شهدت سلوفينيا خمس موجات حر، وأفادت لوبليانا في سلوفينيا عن تعاقب قياسي لـ 21 يوماً تجاوزت فيها درجة الحرارة 30 درجة مئوية. وشهدت هنغاريا 41 يوماً تجاوزت فيها درجة الحرارة 30 درجة مئوية أثناء الصيف، وكانت درجة الحرارة في 22 يوماً منها أعلى من المتوسط.

وكان شهر تشرين الثاني/نوفمبر و كانون الأول/ديسمبر حارّين بشكل غير عاديٍ في أوروبا. فقد كان شهر كانون الأول/ديسمبر حاراً بدرجة قياسية بالنسبة لعدد من البلدان من بينها المملكة المتحدة، وفرنسا، وألمانيا، وهولندا. وكان كانون الأول/ديسمبر، حسب مجموعة البيانات "Central England Temperature series" ، هو آخر شهر كانون أول/ديسمبر منذ عام 1659 على الأقل. وسجلت المملكة المتحدة وفنلندا آخر أيام شهر تشرين الثاني/نوفمبر المسجلة لديهما، بينما شهدت استونيا وفنلندا وجمهورية مولدوفا آخر أيام شهر كانون الأول/ديسمبر المسجلة لديها.

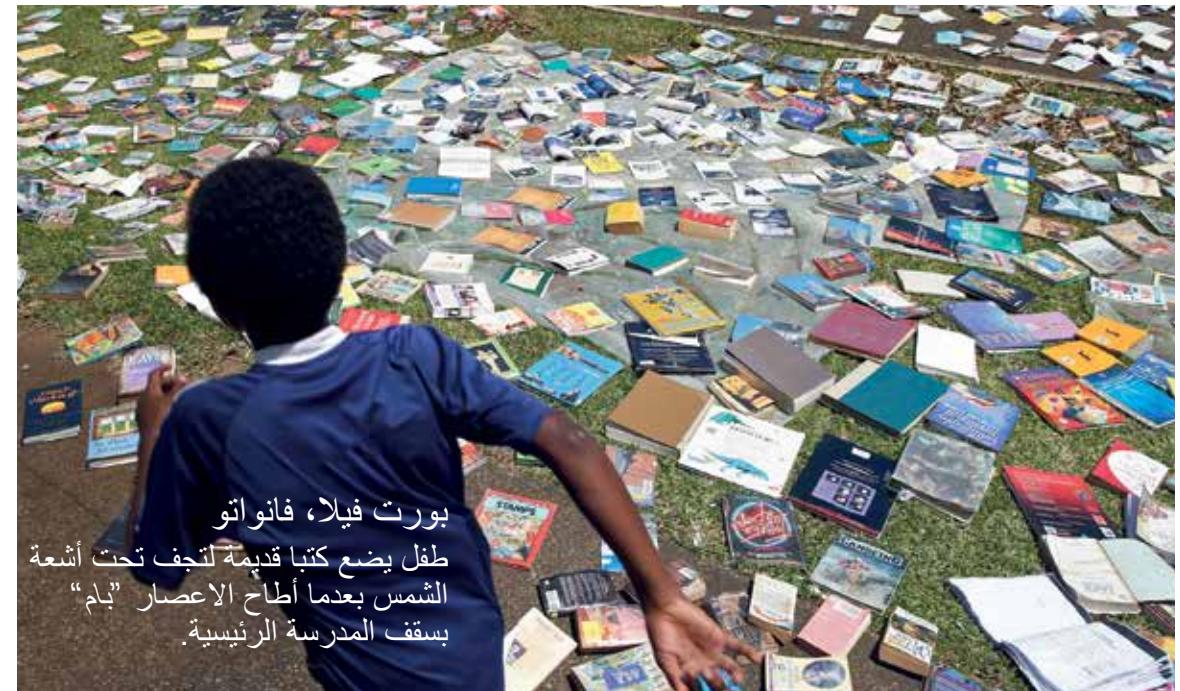
وكان شهر كانون الثاني/يناير شهراً مطيراً في مناطق كبيرة من شمال أوروبا والدول الاسكتلندية. ففي الأجزاء الغربية من فنلندا أفاد الكثير من محطات الأرصاد الجوية عن مجاميع قياسية للهطول المرتفع في ذلك الشهر. وفي السويد، سقط 134.6 ملি�เมตรاً من الأمطار على بيتيا في كانون الثاني/يناير، وكان بذلك هو أكثر شهر كانون ثاني/يناير مطراً منذ عام 1860 على الأقل. وتسبب سقوط الأمطار على نطاق واسع فوق قبرص في حدوث فيضانات وأنهيارات أرضية. وفي شباط/فبراير، تعرضت بلدان في جنوب أوروبا لأمطار غزيرة مصحوبة بفيضانات في أجزاء منألانيا، وجمهورية مقدونيا اليوغوسلافية السابقة، واليونان، وبغاريا.



**الشكل 16 - عدد أيام الحر (التي تتجاوز المئتين التسعين للفترة المرجعية، 1981-2010) بالنسبة إلى المتوسط أثناء الصيف الأوروبي في عام 2015**  
**(المصدر: المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية)**

## أوروبا والشرق الأوسط

عانت أوروبا من موجات حر بدءاً من شهر أيار/مايو حتى شهر أيلول/سبتمبر (الشكل 16). فقد سُجلت أرقام قياسية للمتوسط الشهري للحر في تموز/يوليو في النمسا وإسبانيا. وكان الحر شديدًا في الغالب. وسجلت كيتسينغن في ألمانيا رقماً قياسياً جديداً بالنسبة للبلد هو 40.3° درجة مئوية في 5 تموز/يوليو. وفي أيار/مايو، سُجلت درجة حرارة قدرها 42.6 درجة مئوية في مطار لانزاروتى ومطار فالينسييا في إسبانيا، بحيث تجاوزت درجة الحرارة في كليهما أعلى درجات الحرارة السابقة لديهما بمقدار 6 درجات مئوية. وفي فرنسا وإسبانيا وبولندا حطم عدد من المحطات الأرقام القياسية لأعلى درجات الحرارة لديها. وسجلت المملكة المتحدة رقماً قياسياً جديداً لدرجة الحرارة لديها في تموز/يوليو هو 36.7 درجة مئوية في 1 تموز/يوليو. وخلال الفترة من 1 إلى 4 آب/أغسطس، شهد الأردن درجات حرارة أعلى من المتوسط بما يقارب 8 درجات مئوية، بحيث بلغت درجة الحرارة 47.0 درجة مئوية في وادي الريان. وأفادت سبع محطات في البوسنة والهرسك عن أرقام قياسية جديدة لدرجات الحرارة في أيلول/سبتمبر في الأيام الستة الممتدة من 15 إلى 21 أيلول/سبتمبر. وشهدت مولدوفا وصربيا درجات حرارة يومية قياسية في شهر أيلول/سبتمبر. وفي إسرائيل، في سوم، كانت



REUTERS / Edgar Su

### بورت فيلا، فانواتو

طفل يضع كتابا قدِّمه لتجف تحت أشعة الشمس بعدما أطاح الأعصار "بام" بسقف المدرسة الرئيسية.

المملكة المتحدة أعلى مجموع لسقوط الأمطار فيها على مدى 24 ساعة 341.4 ملليمترًا، عند معبر هونستر في كومبريا في الساعات الأربع والعشرين الممتدة حتى الساعة 1800 بتوقيت غرينتش يوم 5 كانون الأول/ ديسمبر 2015 (وأكثر شهر كانون أول/ ديسمبر مطرًا مسجلًا لديها).

وكانت بعض المناطق جافة بوجه خاص. ففي نيسان/أبريل، أدت أحوال جفاف شديد في النمسا - حيث شهدت مدينة كلاينفورت ثاني أكثر نيسان/أبريل جفافاً منذ عام 1813 - إلى حرائق غابات. وخلال الفترة ما بين أواخر أيار/مايو ومتناصف آب/أغسطس، شهدت بعض الأجزاء الجنوبية من سلوفاكيا مجاميع لسقوط الأمطار كانت هي الأقل منذ عام 1872. وفي تموز/يوليو، شهدت أجزاء من فرنسا هطولاً شهرياً منخفضاً بدرجة قياسية. وشهدت مناطق كبيرة من صربيا جفافاً شديداً في تموز/يوليو. وكان شهر تشرين الأول/أكتوبر أكثر شهر تشرين الأول/أكتوبر حفافاً مشهودة في استونيا منذ عام 1961. وشهدت النمسا ثاني أكثر شهور كانون الأول/ديسمبر جفافاً لديها منذ عام 1858؛ وشهدت هنغاريا ثالث أكثر شهور كانون الأول/ديسمبر جفافاً لديها منذ عام 1901.

### الأعاصير المدارية

هـ ما مجموعه 91 عاصفة مدارية على نطاق العالم خلال عام 2015. وتعرّف العاصفة المسمّاة بأنها عاصفةً مدارية تعادل فيها سرعة الرياح أو تتجاوز 63 كيلومتراً في الساعة. وهذا يتراوح المتوسط السنوي لل فترة 2010-1981 البالغ حوالي 85 عاصفة ويتجاوز بدرجة طفيفة

وفي إسبانيا، خلال الفترة ما بين 20 و 24 آذار/مارس، سقط 300 ملليمتر من الأمطار في بعض مناطق مقاطعة كاستليون. وفي أيار/مايو، شهدت السويد أمطاراً شديدة في معظم أنحاء البلد تقريباً. وحطمت عدة محطات للأرصاد الجوية لديها سجلات لسقوط الأمطار تتجاوز 100 عام أرقامها القياسية الشهرية. وفي استكهولم، كان شهر أيار/مايو هو أكثر شهر أيار/مايو مطراً على مدى 200 عام. وكان ثاني أكثر شهور أيار/مايو مطراً المسجلة في فنلندا والنرويج والدانمارك.

وشهدت فرنسا ثلاثة فترات اتسمت بسقوط الأمطار بزيارة فيها بوجه خاص. وكانت الفترة الأولى هي 23 و 24 آب/أغسطس، التي شهدت سقوط 108.1 ملليمترات من الأمطار في ساعة واحدة على مونبيليه في منطقة لاندوك، وكان هذا هو أعلى مجموع لسقوط الأمطار على مدى ساعة واحدة سُجل في ذلك الموقع. وخلال يومي 12 و 13 أيلول/سبتمبر، سُجل عدد من محطات الأرصاد الجوية مجاميع لسقوط الأمطار تتجاوز 200 ملليمتر. وفي 3 تشرين الأول/أكتوبر، سقط ما يقارب 200 ملليمتر من الأمطار في غضون ساعتين في أجزاء من منطقة جبال الألب البحرية ولقي 20 شخصاً مصرعهم.

وفي أيرلندا، شهدت محطات أرصاد جوية في غالواي ومايو مجاميع قياسية لسقوط الأمطار على مدى 24 ساعة في أيلول/سبتمبر، سُجلت تجاوزت 100 ملليمتر في 11 و 13 أيلول/سبتمبر، وأدت إلى حدوث فيضانات. وفي منتصف تشرين الأول/أكتوبر، أدى سقوط أمطار غزيرة في البوسنة والهرسك إلى حدوث فيضانات في موستار ومدينة ستولاتش. وفي كانون الأول/ديسمبر، شهدت

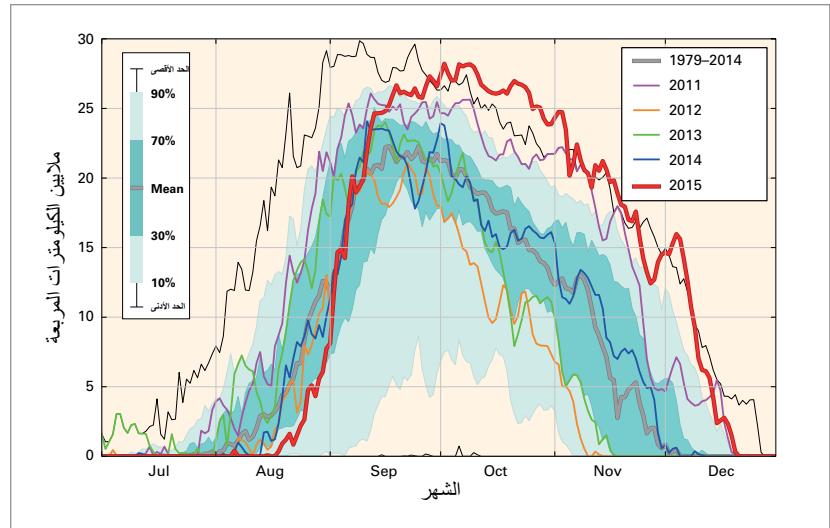
44 في المائة من المتوسط الطويل الأجل، وهو ما يمثل أعلى طاقة في الحوض منذ عام 1993. وشهدت منطقة وسط المحيط الهادئ ما مجموعه سبع عواصف مسمّاة، اكتسبت ثلث منها قوة أعاصير الهايكيين.

وفي حوض غرب المحيط الهادئ الشمالي، سُجلت 27 عاصفة مسمّاة، واكتسبت 18 عاصفة من تلك العواصف قوة التيفون. والمتوسط بالنسبة لعام بأكمله هما 26 عاصفة و17 تيفون. وقد وصل تيفون كوبو، المعروف محلياً باسم لاندو، إلى البر في الفلبين في تشرين الأول/أكتوبر، فعانت منه أشخاص كثيرون وتسبّب في أضرار واسعة النطاق. وبسبب المسارات التي سلكتها العواصف، لم تصدر في هونغ كونغ، الصين، في آب/أغسطس وأيلول/سبتمبر أي إنذارات بالعواصف لأول مرة منذ عام 1946. وقد وصلت ستة أعاصير تيفون إلى البر في الصين، أدت ثلاثة منها - شانهوم، سوديلور وموجيغاي - إلى خسائر اقتصادية قدرت بمبلغ 8 بلايين دولار أمريكي.

وهيّئت أربع عواصف مسمّاة في المحيط الهندي الشمالي، مقارنة بما يبلغ 5 عواصف سنويّاً في المتوسط. وقد هيّئت عاصفة كومين كمنخفض مداري فوق شمال شرق خليج البنغال بالقرب من ساحل بنغلاديش. واشتدت قوتها في البحر قبل أن تصل إلى البر كعاصفة مدارية. وأدى سقوط الأمطار المرتبط بالعواصف والأمطار الموسمية إلى فيضانات شديدة وأنهيازات أرضية في ميانمار. وعانت بنغلاديش أيضاً من فيضانات خاطفة وأنهيازات أرضية. وجاءت العاصفة بعد فترة هطول أمطار شديدة سابقة بدأت من 24 حزيران/يونيو. ووصل إعصار تشابالا المداري إلى البر في اليمن، فأدى إلى فيضانات كبيرة. وكان هذا هو أول إعصار مداري يصل إلى البر في اليمن بقوة إعصار الهايكيين أثناء العصر الساتلي. وتعريض جزيرة سوقطرة لإعصار تشابالا المداري، وأيضاً لإعصار مينغ الذي هب بعد وصول إعصار تشابالا إلى البر بفترة وجيزة. وكان إعصار تشابالا هو عاصفة من الفئة 3 عندما عبر إلى شمال جزيرة سوقطرة، بينما كان إعصار مينغ عاصفة من الفئة 2.

وفي جنوب غرب المحيط الهندي، هيّئت 10 عواصف مسمّاة خلال موسم 2014-2015، وهو ما يتجاوز بدرجة طفيفة المتوسط الطويل الأجل البالغ 9. واكتسب أربع من هذه العواصف قوة الأعاصير المدارية، وأصبحت اثنان منها إعصارين مداريين شديدين. وفي سنة 2015 التقويمية، التي تضم نهاية موسم وبداية موسم آخر، هيّئت 11 عاصفة مسمّاة.

وفي الحوض الاسترالي، شهد موسم 2014/2015 هبوب تسع عواصف مسمّاة. وهيّئت سبع عواصف مسمّاة خلال عام 2015، تضم نهاية موسم وبداية موسم آخر، وهو ما يقل بدرجة طفيفة عن المتوسط الطويل الأجل البالغ 10 عواصف. وكان إعصار مارشيا هو أشد إعصار



**الشكل 17 - المساحة**  
(بملايين الكيلومترات)  
المربيعة التي يقل فيها  
عمود الأوزون الكلي  
عن 220 وحدة دوبسون،  
مع تبيان عام 2015  
باللون الأحمر وتبيان  
الأعوام الأخرى التي  
اتسمت بوجود تقبّب  
أوزون كبيرة لأغراض  
المقارنة. والخط الرمادي  
السميك هو متوسط الفترة  
1979-2014، مع تصوير  
المساحات المظللة باللون  
الأخضر - الأزرق الداكن  
والخفيف للمائتين الثلاثين  
إلى المائتين السبعين والمائتين  
العاشر والمائتين التسعين،  
على الترتيب، ومع تبيان  
الخطوط السوداء الرقيقة  
للقيم العظمى والصغرى  
لكل يوم أثناء الفترة  
1979-2014. وقد

وفي حوض المحيط الأطلسي الشمالي، هيّئت 11 عاصفة مسمّاة، أصبحت أربع منها أعاصير هاريكيين، وصنفت اثنان من هؤلاء (هما داني وجواكين) كإعصارين من الأعاصير الكبيرة. وهذا يقل بدرجة طفيفة عن المتوسط الطويل الأجل البالغ 12 عاصفة، وستة أعاصير هاريكيين، وثلاثة أعاصير كبيرة. ونشاط أعاصير الهايكيين في المحيط الأطلسي الشمالي يخدم عادةً أثناء ظاهرة النينيو. وطاقة الأعاصير المتراكمة (ACE) هي مقياس لقوة ومدة العاصفة المدارية معاً. وفي عام 2015، كانت قوة الأعاصير المتراكمة في ما يتعلّق بحوض المحيط الأطلسي حوالي 68 في المائة من المتوسط الطويل الأجل.

وفي حوض شرق المحيط الهادئ الشمالي، هيّئت 18 عاصفة مسمّاة. وأصبحت 13 من هذه العواصف أعاصير هاريكيين وتطور تسعة منها أكثر من ذلك فأصبح أعاصير هاريكيين كبرى. وتبلغ متوسطات الفترة 1981-2010 لأي سنة 15 عاصفة، وثمانية أعاصير هاريكيين، وأربعة أعاصير كبيرة. وكان إعصار هاريكيين باتريشيا (20-24 تشرين الأول/أكتوبر) هو أقوى إعصار هاريكيين مسجل سواء في حوض المحيط الأطلسي أو في حوض شمال شرق المحيط الهادئ الشمالي، بحيث بلغت سرعات الرياح المستمرة القصوى 346 كم في الساعة. وقد وصل إلى البر على الساحل المكسيكي في 24 تشرين الأول/أكتوبر

برياح بلغت سرعتها 241 كم في الساعة في منطقة فليبة السكان. وساهمت مخلفات إعصار باتريشيا في سقوط الأمطار بغزارة وحدوث فيضانات شديدة في السهول الجنوبيّة بالولايات المتحدة الأمريكية ووادي نهر المسيسيبي السفلي. وكانت طاقة الأعاصير المتراكمة (ACE) في ما يتعلّق بشرق المحيط الهادئ الشمالي أعلى بما يقارب

يصل إلى البر يهب جنوباً على الساحل الشرقي، على الأقل في العصر الساتلي الحديث. وكان توقيت عاصفة راكيل - وهو نهاية حزيران/يونيو - غير عادي. فلم يسبق تسجيل هبوب عاصفة في وقت متأخر هكذا في منطقة شرق أستراليا في العصر الساتلي وكان الإعصار الشتوي الوحيد الذي سبق تسجيله هو الإعصار الذي سُجل في أوائل حزيران/يونيو 1972.

وشهدت منطقة جنوب المحيط الهادئ 11 عاصفة مسماة. ويبعد المتوسط السنوي عادة 6 عواصف. ووصل إعصار بام المداري إلى البر فوق فانواتو كإعصار من الفئة 5 في 13 آذار/مارس، وتسبب في تدمير منازل كثيرة. وأعلنت حكومة توفالو حالة طوارئ في 13 آذار/مارس في أعقاب حدوث عمليات غمر شديدة بال المياه من جراء عرام العواصف وارتفاع أمواج البحار. وأفادت كيربياس عن حدوث أضرار شديدة في جزرها الجنوبية الثلاث. وتضررت أيضاً جزر سليمان. وشهد موسم 2015/2014 ثالثي عواصف مسماة.

## المواد المستنفدة للأوزون

توقف استخدام الهالونات ومركبات الكلوروفلوروكربون نتيجة لنجاح بروتوكول مونتريال المتعلق بالمواد المستنفدة لطبقة الأوزون. ولكن هذه المركبات ستبقى في الغلاف الجوي لمدة عقود كثيرة نتيجة لطول مدة عمرها. ولا تزال توجد في الغلاف الجوي كميات من الكلورين والبرومين تكفي للتنفس في التدمير الكامل للأوزون على ارتفاعات معينة في المنطقة القطبية الجنوبية في الفترة من آب/أغسطس إلى كانون الأول/ديسمبر، ومن ثم فإن حجم ثقب الأوزون تحكمه إلى حد كبير من عام لآخر الأحوال الجوية.

وفي عام 2015، كانت درجات الحرارة في الستراتوسفير أبرد من المتوسط الطويل الأجل (1979-2014) أثناء

الشتاء والربع الجنوبيين. وكانت الدوامة القطبية الجنوبية مستقرة بوجه خاص وتتمرّكز حول القطب الجنوبي. وكانت المنطقة التي تحيط بها الدوامة أكبر من المعتاد وكان المتوسط في ما يتعلق بتشرين الأول/أكتوبر هو أكبر متوسط مسجل وفقاً للبيانات المؤقتة بشأن أنشطة التصدي للطوارئ الخاصة بالمركز الأوروبي للنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF). وبناءً على ذلك، تأخر بدء استنفاد الأوزون.

ومع ذلك، عندما بدأ استنفاد الأوزون في منتصف آب/أغسطس، فإنه استمر بسرعة وبلغت مساحة ثقب الأوزون حداً أقصى بالنسبة للموسم وهو 28.2 مليون كيلومتر مربع في 2 تشرين الأول/أكتوبر، وفقاً لتحليل أجرته الإدارية الوطنية للملائحة الجوية والفضاء (NASA) (الشكل 17). وبين تحليل أجري في المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية (KNMI) أن مساحة ثقب الأوزون في عام 2015 بلغت حداً أقصى قدره 27.1 مليون كيلومتر مربع في 9 تشرين الأول/أكتوبر. ومن ثم فإن ثقب الأوزون كان رابع أو خامس أكبر ثقب مسجل بعد الأعوام 2000 و2003 و2006 في كلا التحاليلين، وكذلك في عام 1998 في تحليل المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية (KNMI).

وإذا أخذنا في الاعتبار الأيام المتعاقبة الستين التي كانت فيها مساحات ثقب الأوزون هي الأكبر فإن متوسط مساحة ثقب الأوزون في عام 2015 كان يبلغ 25.6 مليون كيلومتر مربع استناداً مرة أخرى إلى بيانات من الإدارية الوطنية للملائحة الجوية والفضاء (NASA). وبهذا المقياس كان ثقب الأوزون في عام 2015 هو الأكبر المسجل. ووفقاً لتحليل المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية (KNMI) كانت المساحة المكافئة تبلغ 24.2 مليون كيلومتر مربع، مما يجعل مساحة ثقب الأوزون في عام 2015 هي ثالثي أكبر مساحة مشتركة مع عام 1998، بعد عام 2006.

# زيادة المحتوى الحراري للمحيطات تكشف عن حدوث احترار عالمي لا كابح له

تأخذ عينات فقط من بضعة مئات من الأمتار القليلة العلوية فقط. ونتيجة لذلك، فتقصر تقديرات تاريخية كثيرة للتغير في المحتوى الحراري للمحيطات على نطاق العالم على الأمتار السبععماة أو ما يقارب ذلك العلوية، مع وجود أوجه عدم تيقن كبيرة قبل سبعينيات القرن الماضي، عندما أصبحت أخذ عينات من المحيطات على نطاق واسع أمراً ممكناً من خلال تكنولوجيات رصد ميسورة التكلفة بدرجة أكبر.

وقد شهدت فترة أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين ثورة في قدرتنا على رصد المحتوى الحراري للمحيطات على نطاق العالم ومحتوى المياه العذبة من خلال بدء صفيحة الأوقيونوغرافيا الجيوستروفية في الوقت الحقيقي (Argo) المؤلفة من المحطات العالمية المستقلة لأخذ المقاطع الرأسية. وقد بلغت هذه الصفيحة مرحلة النضج في عام 2006 بحيث كانت هناك قرابة 3,000 محطة عائمة موزعة في مختلف أنحاء العمومرة وتقيس درجة الحرارة والمحتوى الملحي في الكيلومترات العلوية من المحيطات كل 10 أيام. وتؤخذ رصدات صفيحة الأوقيونوغرافيا الجيوستروفية في الوقت الحقيقي (Argo) بعدد جديد من رصد احتلال توازن طاقة الأرض ومتعدد العوامل التي تشكل تطوره بمرور الوقت.

ومع أن درجات حرارة المحيطات على مسافة أدنى من 300 متر (الشكل 18 ب و ج و د) يتبيّن منها حدوث زيادة مطردة نسبياً خلال الفترة 2006-2015، فإن درجات الحرارة السطحية للمحيطات (الشكل 18 أ) تبيّن وجود تقليبة إضافية متعددة السنوات ترجع أساساً إلى التقلب في المحيط الهندي والمحيط الهادئ المداريين وترتبط بظاهرة التينيyo - التذبذب الجنوبي. ومعظم هذه التذبذبات قرب السطح توازنها تغيرات مقابلة أعمق على مسافة تتراوح من 100 إلى 300 متر، ويرتفع المحتوى الحراري للمحيطات بانتظام خلال هذه الفترة على عمق يتراوح من صفر إلى 2000 متر. وتبيّن درجات حرارة سطح اليابسة مزيداً من التقليبة مرة أخرى، مع وجود تقلبات كبيرة بوجه خاص من عام لآخر. وفي ما يتعلق بالتقديرات المبنية في الشكل 18 هـ، تحدث نسبة تتراوح من 75 إلى 99 في المائة من الاحترار في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، بين 30° جنوباً و 50° جنوباً على الأغلب.

وتعني الزيادة المرصودة في المحتوى الحراري للمحيطات أن احتلال توازن طاقة الأرض ثابت تقريباً عند 0.65-0.80 وات في المتر المربع، معبراً عنه كقيمة متوسطة على مدى مساحة سطح الكوكب. وتتأتي نسبة تتراوح من 75 إلى 80 في المائة تقريباً من هذه القيمة من الألفي متر العلوية، كما هو مبين في الشكل 18 ، بينما تأتي النسبة المتبقية التي تتراوح من 20 إلى 25 في المائة من مناطق المحيطات الأعمق من ذلك. واحتلال توازن الطاقة المرصود المستنتاج من التغيير في المحتوى الحراري للمحيطات يتراوح نطاقه من 0.6 إلى 1.0 وات في المتر المربع للفترة 2006-2015 باستخدام النماذج المناخية.

Matthew D. Palmer,<sup>3</sup> Susan Wijffels,<sup>4</sup>

John A. Church<sup>4</sup>

في مناخ مستقر تكون كمية الطاقة التي تتبع من الأرض عائنة إلى الفضاء كأشعة حرارية تحت حرماء موازنة لكمية الطاقة التي يمتصلها نظام الأرض من الشمس. ولكن الزيادات في تركيزات غازات الاحتباس الحراري تسببت في حدوث اختلال في هذا التوازن بخضوعها الإشعاع المنبعث وتبسيبها في تراكم الطاقة في نظام الأرض بمرور الوقت. ومعدل زيادة الطاقة في النظام المناخي - اختلال توازن طاقة الأرض - هو أهم مقياس يحدد معدل تغير المناخ العالمي.

وعلى نطاقات زمنية أطول من حوالي عام، تتجه الغالبية الساحقة (أكثر من 90 في المائة) من اختلال توازن طاقة الأرض إلى تسخين المحيطات. ومن ثم فإن تتبّع درجات حرارة المحيطات وما يرتبط بها من تغيرات في المحتوى الحراري للمحيطات (OHC) يتيح لنا رصد التباينات في اختلال توازن طاقة الأرض بمرور الوقت. وقد كانت عمليات رصد المحتوى الحراري للمحيطات (OHC) محورية لتقدير النماذج المناخية واكتشاف تغير المناجم عن الأنشطة البشرية وتحديد أسبابه. وهذه العمليات كانت أساسية أيضاً لـ "دعم" التقديرات الساتلية للتغيرات في اختلال توازن طاقة الأرض.

وعندما يحدث احترار في المحيطات فإنها تتمدد، مما ينتج عنه ارتفاع مستوى سطح البحر على كل من الصعيد العالمي والإقليمي. وزيادة المحتوى الحراري للمحيطات (OHC) مسؤولة عن حوالي 40 في المائة من الزيادة المرصودة في مستوى سطح البحر على نطاق العالم خلال الأعوام السنتين الماضية، ومن المتوقع أن تكون مساهمتها مماثلة في ارتفاع مستوى سطح البحر مستقبلاً. ومن الممكن أيضاً أن يؤثر احترار مياه المحيطات المتاخمة للصخاف الجليدية على تدفق الجليد في المحيطات، وهو ما يمثل عنصراً رئيسياً آخر من عناصر ارتفاع مستوى سطح البحر. ولذا، فإن رصد المحتوى الحراري للمحيطات على الصعيدين العالمي والإقليمي، إلى جانب مقياس المد والجزر والقياسات الساتلية لمستوى سطح البحر وكتلة المحيطات، أمر أساسي لفهم التغير التاريخي والمستقبلية في مستوى سطح البحر.

وفي الماضي كان أحد التحديات المتعلقة بتقدير معدل التغيير يتمثل في المحتوى الحراري للمحيطات (OHC) في التشتت التاريخي لنظام رصد المحيطات. وقد كانت قياسات درجة الحرارة تحت سطح المحيطات تعتمد في الغالب على أدوات تكون موجودة على السفن وغالباً ما

<sup>3</sup> مركز هادلي التابع لمكتب الأرصاد الجوية، إكستر، المملكة المتحدة

<sup>4</sup> منظمة البحوث العلمية والصناعية التابعة لمنظمة الكمنولت (CSIRO)، هوبارت، أستراليا

توازن طاقة الأرض بادياً على عمق يتزايد باستمرار في محيطات العالم.

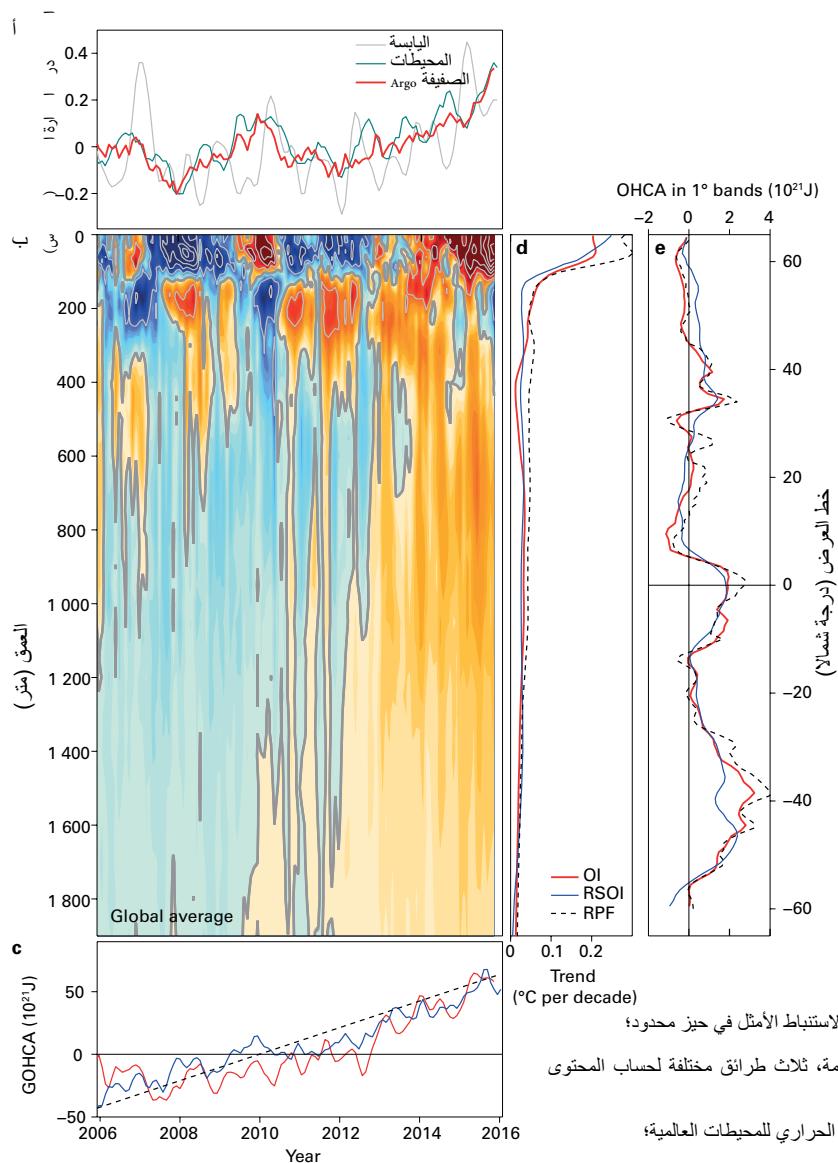
#### المراجع:

Wijffels, S. et al., 2016: Ocean temperatures chronicle the ongoing warming of Earth. *Nature Climate Change*, 6:116–118, doi:10.1038/nclimate2924

von Schuckmann, K. et al., 2016: An imperative to monitor Earth's energy imbalance. *Nature Climate Change*, 6:138–144, doi:10.1038/nclimate2876

ورصد المحتوى الحراري للمحيطات يمكننا من أن ننتبه بشكل أفضل المعدل الأساسي لتغير المناخ على نطاقات زمنية عقبية وأقصر من ذلك وأن نحدد كمياً تحديداً أفضل تأثير العوامل المناخية الأخرى، من قبيل التغيرات في الأهاء الجوية الناجمة عن الأنشطة البشرية وعن البراكين، على اختلال توازن طاقة الأرض. ومع أن رصدات Argo تقتصر حالياً على الآلقي متر العلوية من أعماق المحيطات، توجد الآن التكنولوجيا التي تمكّنا منأخذ مقاطع رأسية لأعماق المحيطات بأكملها تقريباً (ما يصل إلى 6 كيلومترات). وهذه الرصدات الجديدة ستتصبح أساسية لرصد التغير في المناخ وفي مستوى سطح البحر عندما يصبح أثر اختلال

**الشكل 18 - (أ) المتوسط العالمي للتغير في درجة حرارة سطح المحيطات (بالدرجات المئوية)،** من صفيحة Argo (اللون الأحمر)، والإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (اللون الترکوازي)، ومتوسط ستة أشهر متتابعة للمتوسط العالمي لتغير درجة حرارة اليابسة المأخوذ من الإدارية الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (اللون الرمادي)؛ و (ب) المتوسط العالمي لتغيرات درجة حرارة المحيطات من صفيحة Argo (المسافة الكوتورية هي 0.01 للألوان، 0.05 درجة مئوية باللون الرمادي)؛ و (ج) تغير المحتوى الحراري لمحيطات العالم على عمق صفر- 2,000 متر بمرور الوقت؛ و (د) المتوسط العالمي لاتجاه درجات الحرارة المحتملة في الفترة من عام 2006 إلى تشرين الثاني/نوفمبر 2015 (درجة مئوية لكل عقد) مبنية مقابل العمق؛ و (ه) اتجاهات المحتوى الحراري المبنية مقابل خط العرض. والرسومات (ج) و (د) و (ه) تبيّن نتائج ثلاثة تحليلات مستندة إلى صفيحة Argo (OI، RSOI، RPF) تبيّن عدم التيقن. (المصدر: Wijffels et al. (2016) مستخرج من تفاصيل كاملة).



OI: الاستبيان الأمثل؛ RSOI: الاستبيان الأمثل في حيز محدود؛

RPF: الباقة الدارماتية السليمة، ثلاث طرائق مختلفة لحساب المحتوى الحراري للمحيطات.

GOHCA: الشنوة في المحتوى الحراري للمحيطات العالمية؛

OHCA: الشنوة في المحتوى الحراري للمحيطات.





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

**Communications and Public Affairs Office**

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

E-mail: [cpa@wmo.int](mailto:cpa@wmo.int)

[www.wmo.int](http://www.wmo.int)