عاصفة رملية تحوم فوق بعثة الأمم المتحدة في شمال دارفور، الفاشر، السودان
مصدر الصورة: العملية المختلطة للاتحاد الأفريقي والأمم المتحدة في دارفور/ آدريان دراغني

العواصف الرملية والغبارية: كبحُ جماح ظاهرة عالمية

اجتياح الرمال والغبار

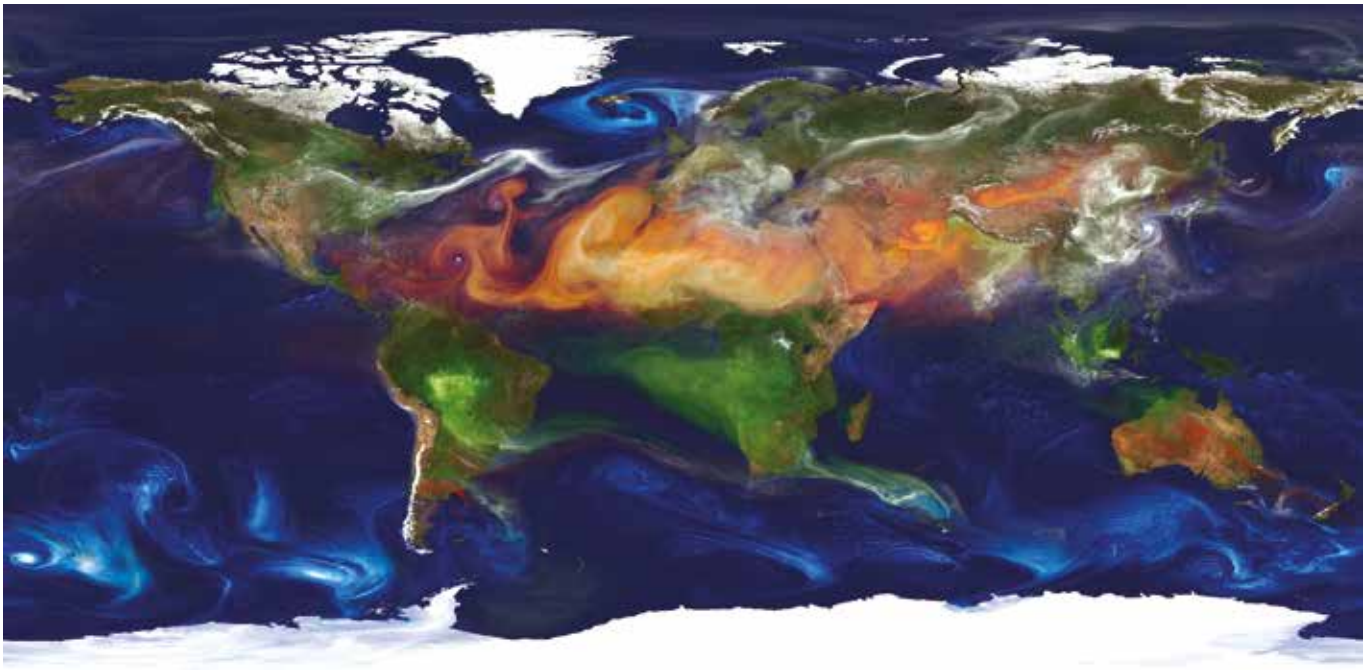
في عام ٢٠١٠ أصدرت السلطات الصينية إنذاراً بالتلوّث من الدرجة الخامسة مع انتقال عاصفة رملية هائلة من منغوليا وشمال الصين باتجاه العاصمة بكّين، إذ كانت تحوم فوق مساحةٍ تبلغ ٨١٠ آلاف كيلومتر مربّع بما يهدد ٢٥٠ مليون نسمة.[١] وفي أيار/مايو ٢٠١٦، اجتاحت سلسلة من العواصف الرملية الهائلة سائر مقاطعة ريغان في جنوب شرق إيران، وطمرت ١٦ قرية وتسببت في خسائر بلغت ٩ ملايين دولار أمريكي.[٢] وبعد بضعة أشهر غلّفت سُحب ثقيلة من الرمل والغبار إمارة أبو ظبي، وانخفض مجال الرؤية في المدينة إلى ٥٠٠ متر مما أدى إلى ارتفاع عدد المرضى بالربو الذين أُدخلوا إلى المستشفيات بنسبة ٢٠ في المائة.[٣-٤] وتُعد هذه بضعة أمثلة فحسب على التهديدات والأضرار الأخيرة التي تسببت فيها العواصف الرملية والغبارية ولحقت بأنحاء كثيرة من العالم. ويزخر التاريخ البشري بأمثلة أخرى.[٥] تنتجُ العواصف الرملية والغبارية حين تعمل رياح هائجة قوية على تآكُل جزيئات الرمل والغرين من الأراضي القاحلة وشبه القاحلة ثم تُطلقها في الهواء. وتنتقل العواصف الرملية على مقربةٍ من الأرض نسبياً ويؤدي كلٌ من حجم الجزيئات وسرعة الرياح إلى تقييد المسافة التي يقطعها كل جزيء. ترفع العواصف الغبارية كميات كبيرة من جزيئات الغرين الدقيقة وجزيئات الصلصال الصغيرة إلى مستوى أعلى في الغلاف الجوي.[٦]

يمكن للعواصف الغبارية أن تنتقل لآلاف من الكيلومترات عبر القارّات والمحيطات، وتجرّ معها ملوّثات أخرى في طريقها وترسّب الجزيئات على مسافةٍ بعيدة عن منشأها. وتنشر الرياح الغبار من الصحراء الكبرى - وهي المصدر الأشد أهمية - غرباً باتجاه الأمريكتين، وشمالاً إلى أوروبا، وشرقاً إلى الصين.[٦] وتهب رياحٌ مصدرها آسيا الوسطى والصين لتصل إلى شبه الجزيرة الكورية، واليابان، وجزر المحيط الهادئ، وأمريكا الشمالية وما وراءها.
تتبّعت دراسة حالة في عام ٢٠٠٣ كميات هائلة من الغبار المتجمّعة في عمود غباري صيني ثار في عام ١٩٩٠ ووصل إلى جبال الألب الأوروبية - منتقلاً شرقاً عبر مسافة تزيد عن ٢٠,٠٠٠ كيلومتر خلال أسبوعين.[٧] ويلعب الغبار دوراً مهمّاً في العمليات الكيميائية الحيوية في سائر النظام الأرضي. ويشكّل مصدراً للمواد التي تتكوّن منها الامتدادات الشاسعة لتربة الطيْس.[٨] وتوفّر ترسيبات الغبار المعدنية موادّ

مُغذّية مثل الحديد وغيرها من العناصر النزرة في النُظم البيئية البرّية والبحرية، وتعزز الإنتاجية الأولية ونموّ العوالق النباتية.[٩] ويُعدّ الغبار من الصحراء الكبرى سماداً طبيعياً لغابة الأمازون المطريّة، ويوفّر الإضافات الفوسفورية التي تُوازن ما تفقده الغابة من خلال تصريف الأنهار.[١٠] وعلى نحو مماثل، تتلقّى الغابات المطريّة في هاواي المواد المغذّية من الغبار القادم من آسيا الوسطى.[١١] وفي الوقت ذاته، قد يُتلف الغبار القادم من أفريقيا وآسيا الشِّعَب المَرجانية في البحر الكاريبي.[١٢]

يمكن للغبار كذلك أن يؤذي الحيوانات والبشر، وخصوصاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. فبالنسبة إلى البشر، يُمكن أن يتسبب استنشاق الجزيئات الدقيقة بالرّبو وبتفاقُمه وبالتهاب القصبات الهوائية والنّفاخ الرئوي والسُّحار السيليسي.[١٣] كما أنّ الغبار الدقيق قادر على نقل مجموعةٍ من الملوّثات والأبواغ والبكتريا والفطريات والمواد المُسبِّبة للحساسية. ومن المشاكل الشائعة الأخرى التهابات العين، وتهيّج الجلد، وحمّى الوادي. وفي بلدان الساحل الأفريقي، ترتبط كميات الغبار المحمولة القادمة من الصحراء الكبرى ارتباطاً قوياً بتفشّي التهاب السحايا.[١٤] فالتعرّض المستمرّ للغبار الدقيق يُساهم بالوفاة المبكّرة نتيجة الأمراض التنفسية والقلبية الوعائية وسرطان الرئة والتهابات الجهاز التنفسي السفلي الحادّة.[١٥]

تتبع العواصفَ الغبارية أضرارٌ اقتصادية واجتماعية أخرى.[١٦،١٩] وتشمل التكاليف على المدى القصير مرض الماشية ونفوقها، وتلف المحاصيل، والإضرار بالمباني وبغيرها من البنى التحتية، وتعطّل وسائل النقل، وإزالة باهظة التكلفة لأطنانٍ من الرواسب. وقد تبلغ تكلفة الخسائر الاقتصادية من عاصفة واحدة مئات الملايين من الدولارات. أما التكاليف على المدى الطويل فتشمل تعرية التربة، وتلوّث النُظم الإيكولوجية، والمشاكل الصحية المُزمنة المُنهكة، والتصحّر.



صورة للهباء الجوي أُنتجت بواسطة المحاكاة بنظام (GEOS-5) بدقّة وضوح تبلغ ١٠ كيلومترات. يظهر الهبوب الغباري باللون البني/الأحمر.

مصدر الصورة: ويليام بوتمان، ناسا/مركز غودارد لرحلات الفضاء

دوافع من الطبيعة، وسوء إدارة الأراضي، والتغيّر المناخي

تتنوّع الأنشطة الغبارية بشكلٍ ملحوظ وفقاً لنطاقات زمنية مختلفة، مثل النطاقات الموسمية والسنوية والعقدية أو المتعددة العقود.[٢٠] وتُظهر دراسة أُجريت في سنة ٢٠١٢ على بيانات الأقمار الاصطناعية بين عامَي ٢٠٠٣ و٢٠٠٩ بالمقارنة بتحليلات مشابهة للبيانات من فترات سابقة حدوث تغييرات كبيرة على مدى العقود الثلاثة الماضية في أستراليا وآسيا الوسطى وفي السهول العليا في الولايات المتحدة؛ بينما ظلّت الأنشطة الغبارية التي تهبّ على شمال أفريقيا والشرق الأوسط وأمريكا الجنوبية عند نفس مستوى نشاطها.[٢١-٢٢] وتُظهر دراسات أخرى أنّ هذه المناطق تتعرّض لكثافة غبارية مرتفعة ومتكررة على شكل عواصف أو سديم غُباري ناتج عن أسباب طبيعية وبشرية المنشأ على حد سواء.[٢١-٢٣]

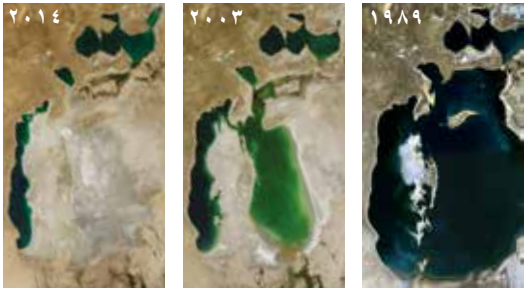
تنتُج الأسباب البشرية المنشأ، المسؤولة عن نحو ٢٥ في المائة من انبعاث الغبار العالمي، من التغيّرات في استخدام الأراضي التي تنطوي على استخراج مفرَط للمياه وتحويل الماء لأغراض الرّي، ممّا يؤدي إلى تجفيف المسطّحات المائية؛ ومن اجتثاث الغابات والممارسات الزراعية غير المُستدامة، وهو ما يعرّض التربة إلى التعرية بفِعل الرّياح. وتُعد هذه الأشكال جميعها من أشكال تدهور الأراضي. وفي الأراضي الجافّة، عندما تُحرث التربة الزراعية لمرّات كثيرة وبعُمق كبير وتُنزع فضلات المحاصيل تُترك التربة مكشوفة. أما إزالة الأسيجة وركام الرياح للسماح بإدخال معدّات أكبر حجماً فيؤدي إلى زيادة التعرية بفِعل الرّياح. ويؤدّي الرّعي الجائر في المراعي إلى فقد غطاء التربة. وحين تفقد التربة غطاءها الأرضي تحمل الرياح أدقّ الجزيئات التي تحتوي على مقدار كبير من المواد المغذّية للتربة والمادّة العضوية لتنقلها بعيداً. ويتبيّنُ من عمليات المُحاكاة النموذجية أن انبعاث الغبار عالمياً قد زاد ما بين ٢٥ إلى ٥٠ في المائة لأسبابٍ مُجتمعة من استخدام الأراضي والتغيّر المناخي منذ عام ١٩٠٠.[٢٤]

في كلّ منطقةٍ معرَّضةٍ للغبار، نجد العلاقة بين الأنشطة البشرية وزيادة الغبار ملحوظةً وأحياناً بشكلٍ ملموس. جفّت بحيرة أوينز (الجافة) التي تشكّل مصدر الغبار في كاليفورنيا بعد أن بدأ تحويل المياه إلى القناة المائية في لوس أنجلوس في عام ١٩١٣.[٢٥] وأصبحت بتاغونيا في النصف الجنوبي من الأرجنتين مصدراً رئيسياً للغبار البشريّ المنشأ من التصحّر الذي تسبَّب به رعي الماشية غير المُستدام.[٢٦] أمّا حوض الغانج الهندي فهو مصدر رئيسي للغبار في جنوب أفريقيا، ناتج عن الأنشطة الزراعية المكثفة.[٢٢] وفي أستراليا، أفضت تهيئة الأراضي والطلب على المياه من أجل الزراعة إلى تعطيل النظام المائي وإلى ارتفاع كبير في منسوب الغبار.[٢٧] وتتعرّض بحيرة بلخاش في كازاخستان إلى جفاف سريع منذ عام ١٩٧٠ بعد اكتمال بناء السد عند منبع نهر إيلي.

وأخيراً، فبعد عقود من التحوّلات الواسعة النطاق - عن نهري المنطقة الرئيسيين سير داريا (سيحون) وآمو داريا (جيحون) إلى مخططات الرّي الشاملة - انخفض تدفق النهرين الذي يصل إلى بحر آرال، مما نتج عنه جفاف وتصحّر في سائر أنحاء المنطقة.[٢٨] وهناك مساحات شاسعة في حوض بحر آرال هي اليوم مصادر نشِطة للغبار المؤذي الملوَّث برواسب دائمة من الأسمدة الاصطناعية ومُبيدات الآفات الزراعية التي حُظِر استخدامها منذ عقود.[٢٩]

انكماش بحر آرال من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠١٣

بعد عقود من تحويل المياه على نطاق واسع، جفّ بحر آرال وأصبح مصدراً نشِطاً للغبار

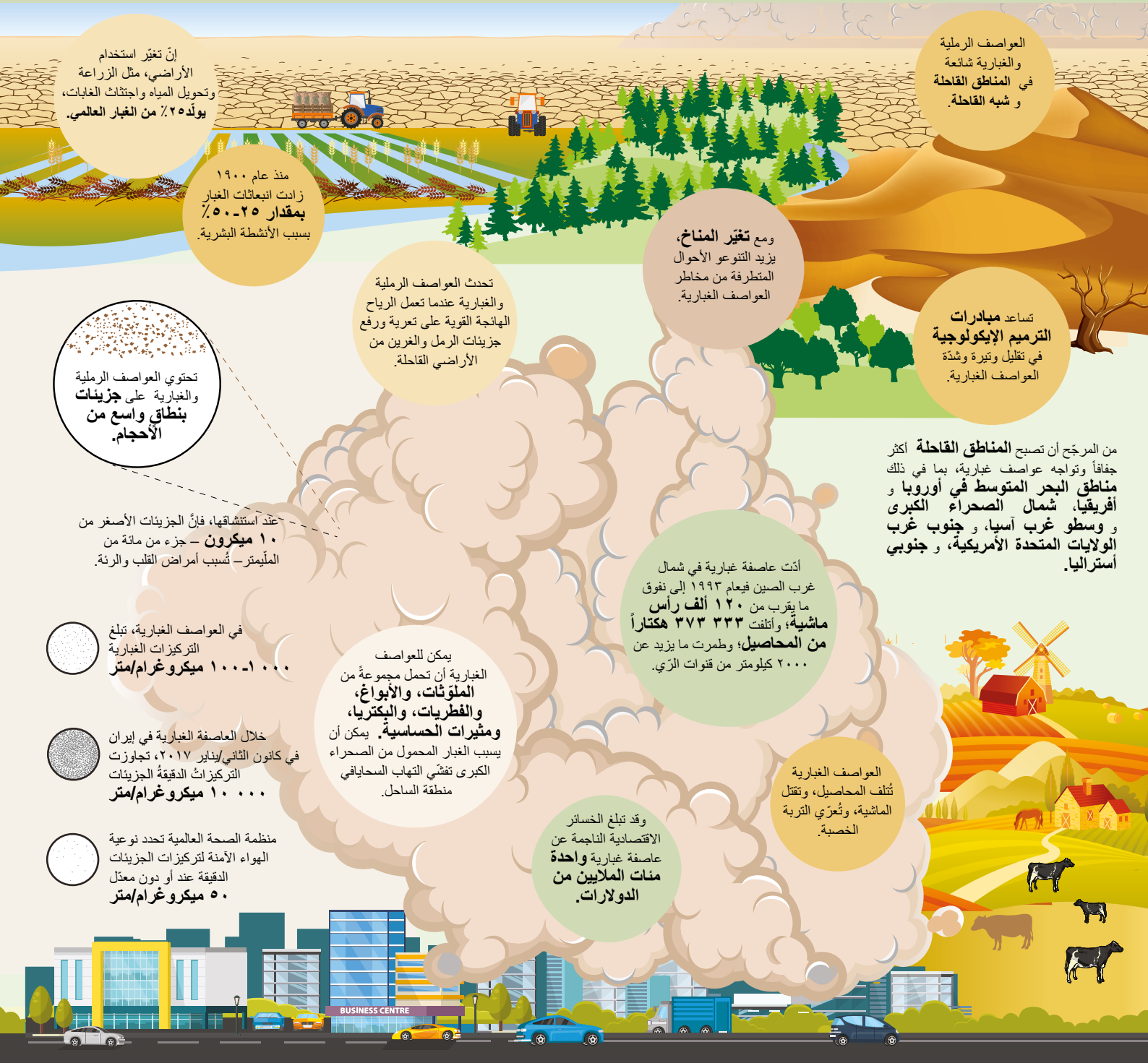


مصدر الصُور:
١٩٨٩ - منشأة الغطاء الأرضي العالمي في جامعة ماريلاند
٢٠٠٣ - جاك ديكلواتر، ناسا/مركز غودارد لرحلات الفضاء
٢٠١٤ - جيسي آلان، مرصد الأرض في ناسا

يُعدّ تغيّر المناخ البشريّ المنشأ عاملاً مهمّاً في توليد الغبار، بالإضافة إلى الغبار الناتج طبيعياً وبفِعل الإدارة غير الحكيمة للأراضي. وسوف تُصبح مناطق كثيرة هي عبارة عن أماكن غبارية حالياً أكثر جفافاً على الأرجح وستُساهم بمزيد من الغبار الجوّي. وتشمل هذه المساحات معظم مناطق البحر المتوسط في أفريقيا وأوروبا وشمال الصحراء الكبرى وغرب آسيا وآسيا الوسطى وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا الجنوبية.[٣٠-٣١] وبدوره، يمكن للغبار المتزايد أن يؤثّر على منظومة المناخ. وقد يؤدي ذلك إلى اضطراب في التوازن الإشعاعي للأرض ويكثّف حدّة الجفاف في المناطق القاحلة.[٣٢] ومن جانب آخر، قد يعزز الغبار هطول الأمطار في بعض المناطق، من خلال استمطار السُحب.[٣٣]

وبالتالي تترابط العواصف الرملية والغبارية بمجموعة من القضايا البيئية والتنموية التي تمتدّ عبر الحدود الوطنية والإقليمية والقارّية. وسيؤدي التغيّر المناخي البشريّ المنشأ إلى تفاقم في سوء الإدارة غير المستدامة للأراضي ومصادر المياه على مدى عقود في مناطق تولّد عواصف رملية وغبارية. غير أنّه بالإمكان تقليص هذا التهديد من خلال العمل السريع والفعّال.

مصادر العواصف الرملية والغبارية وآثارها



تقليل الضرر من خلال التركيز على النطاقات الصغيرة

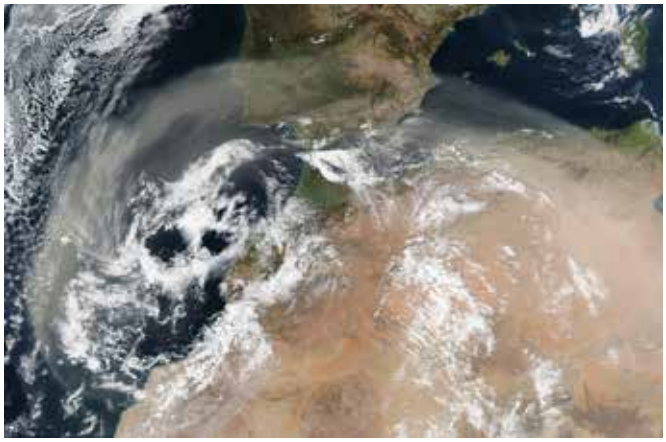
على المدى القصير إلى المتوسط، لا بُدّ أن تنصبّ الجهود الناجحة لتقليل أخطار العواصف الرملية والغبارية على الاستراتيجيات الوقائية.[٣٤] وبطبيعة الحال، تُشكّل نظم الإنذار المبكّر وإجراءات الحدّ من الكوارث عناصرَ أساسية للتأهّب، بينما تشهد البرامج الإقليمية تطوّراً في تحسين هذه الخدمات. وتشمل إجراءات التكيّف الآنيّ مع العواصف الرملية والغبارية الإعلام الإرشادي إلى الخدمات العامة؛ وإغلاق المدارس والمطارات والسكك الحديدية والطرق؛ وخدمات الطوارئ في المستشفيات.

يبدأ التأهب بالتوعية العامة حول مخاطر العواصف الرملية والغبارية من خلال التعليم في المدارس ووسائل الإعلام ووسائل التواصل الاجتماعي ووسائل الاتصالات. ولا بُد أن يشمل التأهب كذلك أساليبَ تُوفِّر وقايةً ماديةً للأصول القيّمة، مثل استزراع أو نَصب حواجز في اتجاه الريح في المناطق المأهولة بالسكان والتي تضمّ البنية التحتية الأساسية بما يدفع إلى ترسّب الغبار خارج تلك المناطق. وتشمل بعض الإجراءات محاذاة الطرق وإزالة الصخور الاتقائية وتوجيه الرياح المهيمنة وحملها بعيداً عن المواقع التي تتطلّب حمايةً.

وعلى المدى المتوسط إلى الطويل، فللحدّ من أخطار العواصف الرملية والغبارية يجب أن ينصبّ الاهتمام على الاستراتيجيات الوقائية التي تعزّز الإدارة المستدامة للأراضي والمياه في سائر البيئات الطبيعية. ويتعامل هذا المستوى من النطاق مع أراضي المحاصيل، والمراعي، والصحارى، والمناطق الحضرية. وعلى مثل هذه الاستراتيجيات أن تتكامل مع تدابير التكيف مع التغيّر المناخي وتلطيف آثاره، إلى جانب حفظ التنوّع الحيوي. وتُعد هذه الاستراتيجيات المتكاملة البالغة الأهمية ناقصةً في كثير من المناطق المعرّضة للخطر.[٣٤]

مقطع فيديو: المبادرة الطموحة لأفريقيا "الجدار الأخضر العظيم"

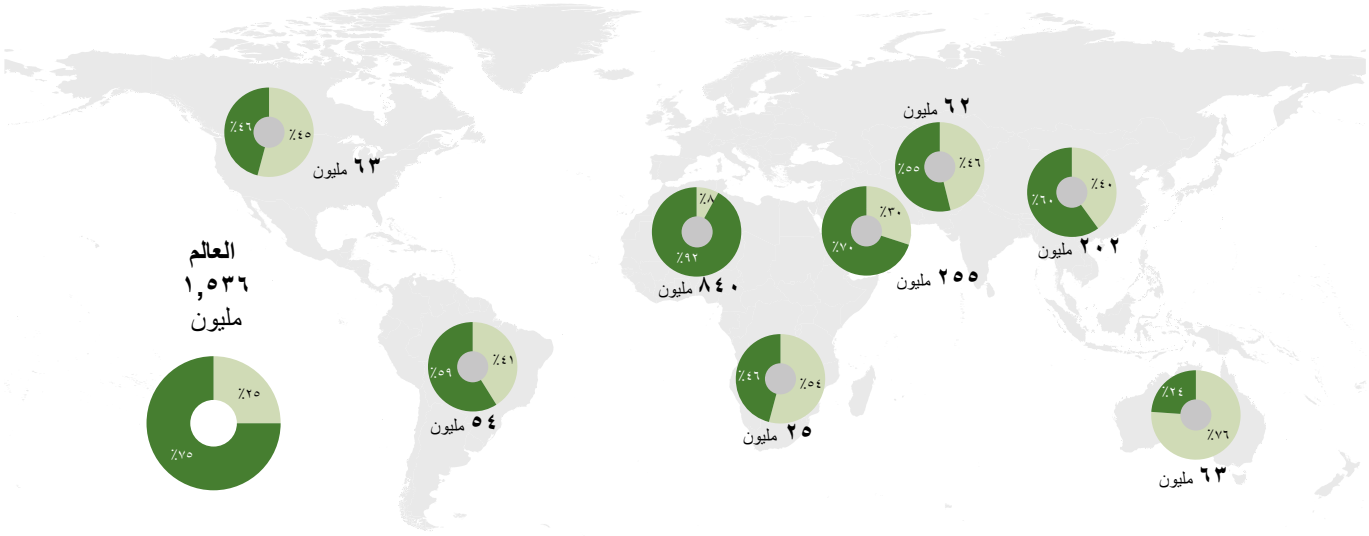
وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=jI_nRHg-0l4
مصدر الصورة: حراثة التربة في السنغال، تصوير المعهد الدولي لبحوث السياسات الغذائية (IFPRI)/ ميلو متشيل، نَسب المُصنَّف - منع الاشتقاق ٢,٠ عامّ
© تايم



عمود غباري يهبّ من شمال أفريقيا باتجاه أوروبا والمحيط الأطلسي، ٢١ شباط/فبراير ٢٠١٧
مصدر الصورة: ناسا، تصوير جيف شمالتز، برنامج الاستجابة السريعة لنظام رصد الغلاف الأرضي والجوي شبه الآنيّ في منظومة رصد الأرض (LANCE) / نظام رصد البيانات والمعلومات لمنظومة رصد الأرض (EOSDIS)

يُطلق أحياناً على برنامج الحزام الوقائي في الشمال الثلاثي في الصين اسم السور العظيم الأخضر، وهو مجهود متكامل بدأ في عام ١٩٧٨ لمعالجة استفحال تعرية التربة، مما فاقم المشاكل القائمة مع الفيضانات والعواصف الغبارية فوق امتدادات شاسعة، بعد عقودٍ من استغلال الموارد الطبيعية بطريقة غير مستدامة. وتوحي نتائج البحوث والدروس المستفادة أنّ تركيز الاهتمام على ما ينجح على المستويين المجتمعيّ والمحلّي، في التكييف المُسبق لأنواع نباتات محلية وفقاً لمواقع معيّنة، يُحقق نجاحاً عند الوصل بينها وتوسيع نطاقها.[٣٥] وتعمل هذه الرؤى الثاقبة على تجديد التركيز على الإجراءات التي تُعزز خدمات النظم الإيكولوجية مثل إنتاج الغذاء، وعزل الكربون، واحتباس التربة والماء، والتخفيف من الفيضان، وتوفير المكان الملائم للتنوع الحيوي بما يحفظ رأس المال الطبيعي، إلى جانب صدّ العواصف الرملية والغبارية.[٣٦] وتُظهر الملاحظات حول السور الأخضر العظيم وجود تحسينات ملحوظة في مؤشر الغطاء النباتي المحيط، وتستنتج أنّ هذه الجهود خفّضت بفاعلية من حدّة العواصف الغبارية، بعد حساب التأثيرات الناتجة عن التغير المناخي والضغوط البشرية.[٣٧-٣٨]

مصادر الانبعاثات الغبارية (أطنان/سنة)



مصدر البيانات: جينو وآخرون (٢٠١٢)[٣٨]

وفي صحراء كوبوجي في منغوليا الداخلية، أدّى استثمار القطاع العام والخاص والمجتمع المحلي في زراعة أنواع محلية من الأشجار والشجيرات والأعشاب على امتداد يزيد عن ٥ آلاف كيلومتر مربع من الأراضي الصحراوية إلى تقليل وتيرة العواصف الغبارية ومقدار الضرر اللاحق بالبيوت والبنية التحتية.[٣٩]

كذلك تلقى مبادرة الجدار الأخضر العظيم في أفريقيا ومبادرة الساحل نجاحاً من خلال العمل على المستويين المحلي والمجتمعي.[٤٠] وكانت المبادرة قد انتقلت من رؤية تتعلق بزراعة الأشجار إلى التركيز على التنمية المستدامة الأوسع نطاقاً: في السنغال بدأت المبادرة بزراعة أكثر من ٢٧٠ كيلومتر مربع من الأشجار الأصلية التي لا تحتاج إلى ريّ. وفيما بعد، عاودت نباتات وحيوانات أخرى الظهور مجدداً لتحافظ على النظام الإيكولوجي. وتزرع المجتمعات المحلية في موريتانيا وتشاد والنيجر وإثيوبيا ونيجيريا أسواقاً زراعية على امتداد حافة الأراضي الجافة بما يتيح للسكان الشباب فرصَ العمل ويقدّم لهم سبباً لرفض الهجرة. ومجدداً فإنّ هذه المشاريع حتى تنجح تختارُ بعناية أنواعاً نباتية جيّدة التكيف مع الظروف المحلية، وبما يتماشى مع توفّر موارد المياه، وتكون مألوفة عند المقيمين المحليين الذين سيتولون المسؤولية عن المحافظة على النباتات والأراضي في نهاية الأمر.[٤١]

خسائر اقتصادية بفِعل العواصف الرملية والغبارية

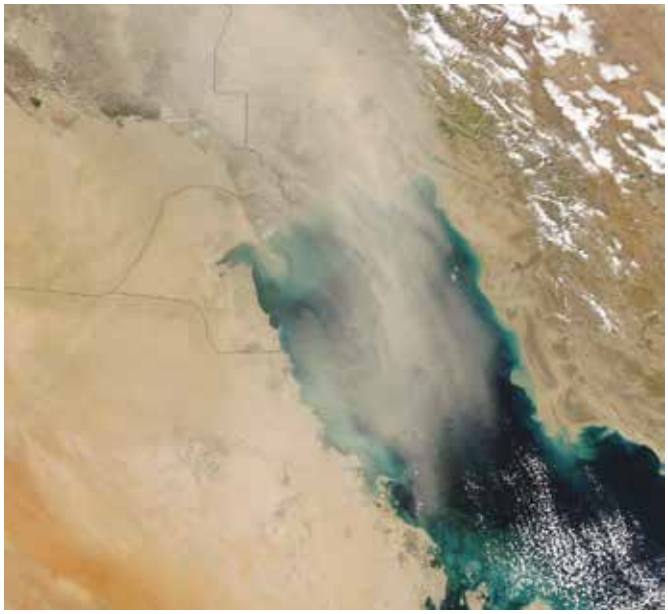
الدعم المتعدد الأطراف للحد من أضرار العواصف الرملية والغبارية

تعكس الاستراتيجيات المتكاملة التي تعالج أخطار العواصف الرملية والغبارية الإجراءات الموصى بها لاحتواء تدهور الأراضي، وفقدان التنوع الحيوي البري، وأخطار التغيّر المناخي بموجب اتفاقيات ريو الثلاثة: اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، واتفاقية الأمم المتحدة للتنوع البيولوجي، اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ، على التوالي. وبدعم من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، وضعت منطقتا غرب آسيا وشمال شرقّ آسيا خطط عمل إقليمية مَعنيّة بالعواصف الرملية والغبارية، فيما يجري العمل بخطة شمال شرق آسيا بصورة كاملة.[٤٢]

وتدعم كل اتفاقية من اتفاقيات ريو المساعي المبذولة في إدارة الأراضي والمياه بالشراكة مع المؤسسات والوكالات المتعددة الأطراف المناسبة. وتنعكس الوحدة الدولية حول هذه القضايا في أهداف التنمية المستدامة - وعلى وجه الخصوص في الأهداف ١ و٢ و٥ و١٣ و١٥ - التي تتناول سلامة موارد الأراضي والمياه وإدارتها، وتحديداً الغاية ١٥-٣: "مكافحة التصحر، وترميم الأراضي والتربة المتدهورة، بما في ذلك الأراضي المتضررة من التصحر والجفاف والفيضانات، والسعي إلى تحقيق عالمٍ خالٍ من ظاهرة تدهور الأراضي، بحلول عام ٢٠٣٠". أما أطر العمل الإقليمية والاتفاقات وخطط العمل، مثل الخطة الرئيسية الإقليمية لمنع ومكافحة العواصف الرملية والغبارية في شمال شرق آسيا وخطط العمل الوطنية، كتلك التي تتطلّبها اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، فتضع أيضاً سياسات للحد من أخطار العواصف الرملية والغبارية.

فيديو: مكافحة التصحّر: رعاة مواشي صينيّون يكرّسون جهودهم في تحويل الصحراء إلى واحة

وصلة الفيديو: https://www.youtube.com/watch?v=giTXPUrYYJ0
مصدر الصورة: مكافحة التصحّر في نينغشيا، الصين، تصوير بيرت فان ديجك، نسب المُصنَّف - غير تجاري - الترخيص بالمثل ٢,٠ عامّ
© CCTV شبكة تلفزيون الصين المركزي - القناة الناطقة بالإنجليزية



عاصفة غبارية فوق الخليج الفارسي، ١٩ شباط/فبراير ٢٠١٧
مصدر الصورة: ناسا، تصوير جيف شمالتز، برنامج الاستجابة السريعة لنظام رصد الغلاف الأرضي والجوي شبه الآنيّ في منظومة رصد الأرض (LANCE) / نظام رصد البيانات والمعلومات لمنظومة رصد الأرض (EOSDIS)

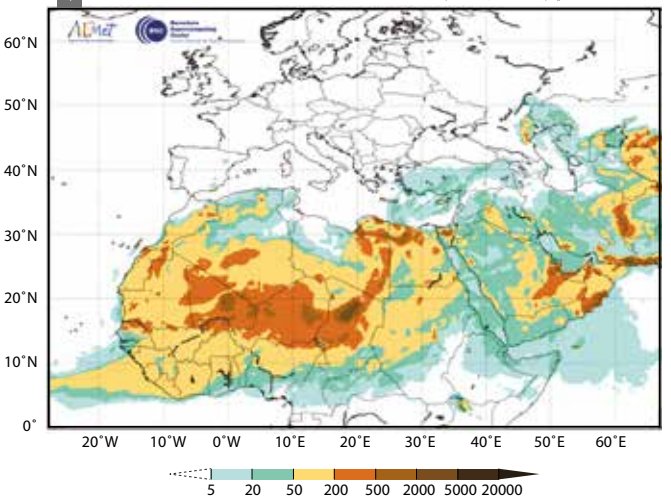
وضعت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية نظاماً استشارياً وتقييماً للإنذار بالعواصف الرملية والغبارية لتعزيز قدرة البلدان على وضع تنبؤات دقيقة ومبكّرة بالعواصف الرملية والغبارية وبرصدها وبتقديم المعلومات والمعارف عنها إلى المستخدمين.[٤٣] ويوفّر هذا النظام تنبؤات عالمية وإقليمية بخطر هبوب الغبار، وقد أنشأ مراكز إقليمية للأمريكتين وآسيا وشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا.[٤٤]

تُحيط الجهود المتكاملة لإدارة الأراضي والمياه بالأنشطة الزراعية، وتعمل منظمة الأغذية والزراعة على تشجيع الزراعة الحافظة للموارد لمواجهة التهديدات في المناطق القاحلة. وفي عام ١٩٩٢، بدأت شبكة تسمى الشبكة العالمية لنُهُج وتكنولوجيات حفظ الموارد (WOCAT) بجمع المعلومات عن الزراعة الحافظة للموارد والممارسات المستدامة في إدارة الأراضي من المتخصصين. وفي عام ٢٠١٤، تحوّلت الشبكة رسمياً إلى اتحادٍ يحظى باعتراف اتفاقية مكافحة التصحر على أنه المصدر الموصى به للبيانات حول أفضل الممارسات. وفي عام ٢٠١٧، بلغ عدد المشاركين في الاتحاد ما يزيد عن ٢٠٠٠ مُستخدِم مسجَّل، وأكثر من ٦٠ مؤسسة مشاركة، ونحو ٣٠ مبادرة وطنية وإقليمية.[٤٥]

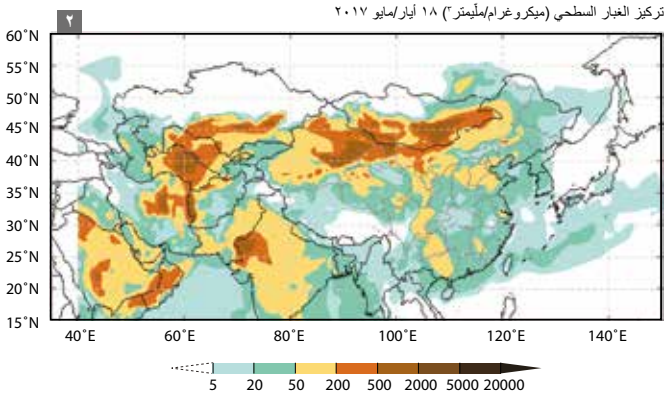
تُعدّ الزراعة مسؤولة عن ٧٠ في المائة تقريباً من جميع عمليات استخراج المياه العذبة.[٤٦] وتشجّع الزراعة الحافظة للموارد كذلك على انتهاج أفضل الممارسات في استخدام المياه التي تحولُ دون شحّ المياه والتصحر وتحد من تشكّل العواصف الرملية والغبارية. وقد جمعت مجموعة موارد المياه لعام ٢٠٣٠ دراسات حالة من جميع أنحاء العالم حول حلول إدارة المياه المتاحة حالياً والقابلة للتكرار والعملية.

توقعات الغبار على الإنترنت بواسطة نظام الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، المراكز الإقليمية الاستشارية والتقييمية

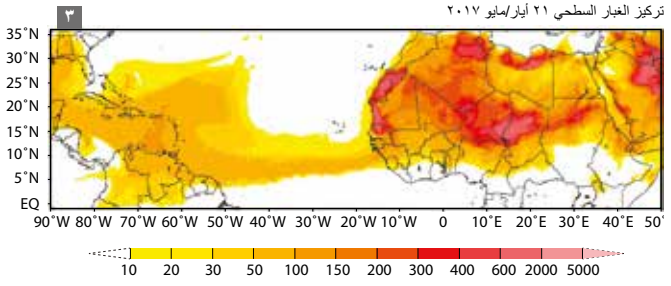
١
تركيز الغبار السطحي (ميكروغرام/ملّيمتر³) ١٨ أيار/مايو ٢٠١٧



٢
تركيز الغبار السطحي (ميكروغرام/ملّيمتر³) ١٨ أيار/مايو ٢٠١٧



٣
تركيز الغبار السطحي ٢١ أيار/مايو ٢٠١٧



وقد جُمعت هذه الحلول في فهرس إلكتروني بعنوان "إدارة استخدام المياه في بيئات شحيحة" بغرض إلهام صنّاع السياسات والقرار في اتخاذ الإجراءات.[٤٧] ولكثيرٍ من الحلول صلةٌ واضحة بالحدّ من العواصف الرملية والغبارية.

وأخيراً، هناك حاجة إلى تحسين التكامل الدولي وتنسيق البحوث للحد من العلاقة الحرجة غير المؤكدة لتفاعل الغبار مع العمليات الكيميائية الحيوية العالمية والمنظومات المناخية؛ وتحسين أساليب الرصد والتنبؤ ونظم الإنذار المبكر؛ وتقييم الآثار والتكاليف الاقتصادية للعواصف الرملية والغبارية والإجراءات التخفيفية ذات الصلة؛ وتحسين فاعلية الإجراءات قبل عمليات التدخل وفي أثنائها وبعدها.

١ مركز شمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا
https://sds-was.aemet.es/

٢ المركز الآسيوي لمنظومة الإرشاد والتقييم الإنذاري بالعواصف الرملية والغبارية (SDS-WAS) في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
http://eng.nmc.cn/sds_was.asian_rc/

٣ المركز الإقليمي للبلدان الأمريكية
http://sds-was.cimh.edu.bb/

المراجع

1. BBC (2010). China sandstorm leaves Beijing shrouded in orange dust. *BBC*, 20 March 2010. http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/8577806.stm
2. Tehran Times (2016). Sand storm buries 16 villages in southeastern Iran. *Tehran Times*, 18 May 2016. http://www.tehrantimes.com/news/402617/Sand-storm-buries-16-villages-in-southeastern-Iran
3. Emirates 7/24 News (2016). NCMS warns of active winds, low visibility. *Emirates 7/24 News*, 4 August 2016. http://www.emirates247.com/news/emirates/ncms-warns-of-active-winds-low-visibility1.637979-04-08-2016-
4. The National (2016). Asthma attacks on the rise in UAE as winds whip up sand and dust. *The National*, 19 July 2016. http://inbusiness.ae/19/07/2016/asthma-attacks-on-the-rise-in-uae-as-winds-whip-up-sand-and-dust
5. McLeman, R., Dupre, J., Berrang Ford, L., Ford, J., Gajewski, K. and Marchildon, G. (2014). What We Learned from the Dust Bowl: Lessons in Science, Policy, and Adaptation. *Population and Environment*, –417 ,35 440. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24829518
6. Goudie, A.S. and Middleton, N.J. (2006). *Desert Dust in the Global System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
7. Grousset, F.E., Ginoux, P. and Bory, A. (2003). Case study of a Chinese dust plume reaching the French Alps. *Geophysical Research Letters*, ,(6)30 1277. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2002/10.1029GL016833/full
8. Pye, K. (1987). *Aeolian dust and dust deposits*. Academic Press, London
9. Wang, F., Zhao, X., Gerlein-Safdi, C., Mu, Y., Wang, D. and Lu, Q. (2017). Global sources, emissions, transport and deposition of dust and sand and their effects on the climate and environment: a review. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 13 ,11. https://link.springer.com/article/10.1007/s-0904-017-11783z
10. Yu, H., Chin, M., Yuan, T., Bian, H., Remer, L.A. Prospero, J.M., Omar, A., Winker, D., Yang, Y., Zhang, Y., Zhang, Z. and Zhao, C. (2015). The fertilizing role of African dust in the Amazon rainforest: A first multiyear assessment based on data from Cloud–Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations. *Geophysical Research Letters*, –1984 ,42 1991. https://www.researchgate.net/publication/272754426_The_Fertilizing_Role_of_African_Dust_in_the_Amazon_Rainforest_A_First_Multiyear_Assessment_Based_on_CALIPSO_Lidar_Observations
11. Chadwick, O.A., Derry, L.A., Vitousek, P.M., Huebert, B.J. and Hedin, L.O. (1999). Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development. *Nature*, 497–491 ,397. https://www.nature.com/nature/journal/v397/n6719/pdf/397491a0.pdf
12. Garrison, V.H., Shinn, E.A., Foreman, W.T., Griffin, D.W., Holmes, C.W., Kellogg, C.A., Majewski, M.S., Richardson, L.L., Ritchie, K.B. and Smith, G.W. (2003). African and Asian dust: from desert soils to coral reefs. BioScience, –469 ,53 480. https://academic.oup.com/bioscience/article/241414/469/5/53/African-and-Asian-Dust-From-Desert-Soils-to-Coral
13. Derbyshire, E. (2007). Natural minerogenic dust and human health. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 77–73 ,36. https://www.wou.edu/las/physci/taylor/g473/med_geo/derbyshire_2007.pdf
14. García-Pando, C.P., Stanton, M.C., Diggle, P.J., Trzaska, S., Miller, R.L., Perlwitz, J.P., Baldasano, J.M., Cuevas, E., Ceccato, P., Yaka, P. and Thomson, M.C. (2014). Soil dust aerosols and wind as predictors of seasonal meningitis incidence in Niger. *Environmental Health Perspectives*, 686–679 ,(7)122. https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/7/122/ehp.1306640.pdf
15. WHO (2013). *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/182432/0020/e-96762final.pdf
16. Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms – what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 142-131 ,35. http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085
17. Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 355-343 ,(3)66. http://www.tandfonline.com/doi/abs/00207230902720170/10.1080?journalCode=genv20
18. Almasi, A., Mousavi, A.R., Bakhshi, S. and Namdari, F. (2014). Dust storms and environmental health impacts. *Journal of Middle East Applied Science and Technology*, 356-353 ,8. https://www.researchgate.net/publication/271211840_Dust_storms_and_environmental_health_impacts
19. Stefanski, R. and Sivakumar, M.V.K. (2009). Impacts of Sand and Dust Storms on Agriculture and Potential Agricultural Applications of a SDSWS. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 012016 ,(1)7. http://iopscience.iop.org/article/012016/1/7/1307-1755/10.1088/pdf
20. Shao, Y., Klose, M. and Wyrwoll, K.H. (2013). Recent global dust trend and connections to climate forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 12–1 ,118. https://www.researchgate.net/publication/263182073_Recent_global_dust_trend_and_connections_to_climate_forcing_GLOBAL_DUST_TREND
21. Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E. and Gill, T.E. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics*, 31–2 ,40. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2000/10.1029RG000095/full
22. Ginoux, P., Prospero, J.M., Gill, T.E., Hsu, N.C. and Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 50. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2012/10.1029RG000388/epdf
23. Stanelle, T., Bey, I., Raddatz, T., Reick, C. and Tegen, I. (2014). Anthropogenically induced changes in twentieth century mineral dust burden and the associated impact on radiative forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 546–526 ,119. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2014/10.1002JD022062/epdf

24. Mahowald, N.M., Kloster, S., Engelstaedter, S., Moore, J.K., Mukhopadhyay, S., McConnell, J.R., Albani, S., Doney, S.C., Bhattacharya, A., Curran, M.A.J. and Flanner, M.G. (2010). Observed 20th century desert dust variability: impact on climate and biogeochemistry. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10893–10875 ,10. https://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/klostersilvia/Mahowald_et_al_ACPD_2010.pdf

25. Gill, T.E. (1996). Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: Human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology*, ,17 228–207. https://www.researchgate.net/publication/222233193_Eolian_sediments_generated_by_anthropogenic_disturbance_of_playas_Human_impacts_on_the_geomorphic_system_and_geomorphic_impacts_on_the_human_system

26. McConnell, J.R., Aristarain, A.J., Banta, J.R., Edwards, P.R. and Simões, J.C. (20 .(2007th-Century doubling in dust archived in an Antarctic Peninsula ice core parallels climate change and desertification in South America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5748-5743 ,(14)104. http://www.pnas.org/content/5743/14/104.full.pdf

27. Marx, S.K., Kamber, B.S., McGowan, H.A. and Denholm, J. (2011). Holocene dust deposition rates in Australia's Murray-Darling Basin record the interplay between aridity and the position of the mid-latitude westerlies. *Quaternary Science Reviews*, 3305-3290 ,(23)30. https://www.researchgate.net/publication/232391398_Holocene_dust_deposition_rates_in_Australia's_Murray-Darling_Basin_record_the_interplay_between_aridity_and_the_position_of_the_mid-latitude_westerlies

28. Groll, M., Opp, C. and Aslanov, I. (2012). Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia – results from a long term monitoring program. *Aeolian Research*, 62-49 ,9. https://www.researchgate.net/publication/257708671_Spatial_and_temporal_distribution_of_the_dust_deposition_in_Central_Asia_-_results_from_a_long_term_monitoring_program

29. Ataniyazova, O.A. (2003). *Health and ecological consequences of the Aral Sea crisis*. In the 3rd World Water Forum, Regional Cooperation in Shared Water Resources in Central Asia, Kyoto, March 2003 18, Panel III: Environmental Issues in the Aral Sea Basin. http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/papers/atanizaova_wwf3.pdf

30. Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. and Whetton, P. (2007). Regional Climate Projections. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar-4wg-1chapter11.pdf

31. IPCC (2013). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_TS_FINAL.pdf

32. Han, Y., Dai, X., Fang, X., Chen, Y. and Kang, F. (2008). Dust aerosols: a possible accelerant for an increasingly arid climate in North China. *Journal of Arid Environments*, 1489–1476 ,(8)72. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196308000372

33. Twohy, C. H., Kreidenweis, S. M., Eidhammer, T., Browell, E. V., Heymsfield, A. J., Bansemer, A. R., Anderson, B. E., Chen, G., Ismail, S., DeMott, P. J. and Van den Heever, S. C. (2009). Saharan dust particles nucleate droplets in eastern Atlantic clouds, *Geophysical Research Letters*, 36, L01807. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/2008/10.1029GL035846/epdf

34. UNEP, WMO and UNCCD (2016). *Global Assessment of Sand and Dust Storms*. United Nations Environment Programme, Nairobi. https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/global_assessment_of_sand_and_dust_storms.pdf

35. Xu, J. (2011). China's new forests aren't as green as they seem: impressive reports of increased forest cover mask a focus on non-native tree crops that could damage the ecosystem. *Nature*, 372-371 ,(7365)477. http://www.nature.com/news/110921/2011/full/477371a.html

36. Ouyang, Z., Zheng, H., Xiao, Y., Polasky, S., Liu, J., Xu, W., Wang, Q., Zhang, L., Xiao, Y., Rao, E. and Jiang, L. (2016). Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. *Science*, 1459-1455 ,(6292)352. http://csis.msu.edu/sites/csis.msu.edu/files/Ecosystems_China_2016.pdf

37. Tan, M. and Li, X. (2015). Does the Green Great Wall effectively decrease dust storm intensity in China? A study based on NOAA NDVI and weather station data. *Land Use Policy*, 47-42 ,43. https://www.researchgate.net/publication/268692474_Does_the_Green_Great_Wall_effectively_decrease_dust_storm_intensity_in_China_A_study_based_on_NOAA_NDVI_and_weather_station_data

38. Viña, A., McConnell, W.J., Yang, H., Xu, Z. and Liu, J. (2016). Effects of conservation policy on China's forest recovery. *Science advances*, 3)2), e1500965. http://advances.sciencemag.org/content/3/2/e1500965.full

39. UNEP (2015). Review of the Kubuqi Ecological Restoration Project: A Desert Green Economy Pilot Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/8652/20.500.11822/-Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project_A_Desert_Green_Economy_Pilot_Initiative-2015Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project..pdf?sequence=2&isAllowed=y

40. UNCCD (2017). Great Green Wall. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. http://www.greatgreenwall.org/great-green-wall/

41. Sacande, M. and Berrahmouni, N. (2016). Community participation and ecological criteria for selecting species and restoring natural capital with native species in the Sahel. *Restoration Ecology*, 488-479 ,(4)24. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12337/abstract

42. UNCCD (2005). *A Master Plan for Regional Cooperation for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms*. The Regional Master Plan for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms in North East Asia Volume 1. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/dustsandstorms_northeastasia.pdf

43. WMO (2015). *Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS–WAS): Science and Implementation Plan 2020–2015*. World Weather Research Programme Report 5-2015. World Meteorological Organization, Geneva. https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/documents/Final_WWRP_5_2015_SDS_IP.pdf

44. WMO (2017). Sand and Dust Storm Warnings website. World Meteorological Organization, Geneva. https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/sand-and-dust-storm/sand-and-dust-storm-warnings

45. WOCAT SLM (2017). The Global Database on Sustainable Land Management of the World Overview of Conservation Approaches and Technologies website. University of Bern, Berne. https://qcat.wocat.net/en/wocat/

46. FAO (2016). AQUASTAT website. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm

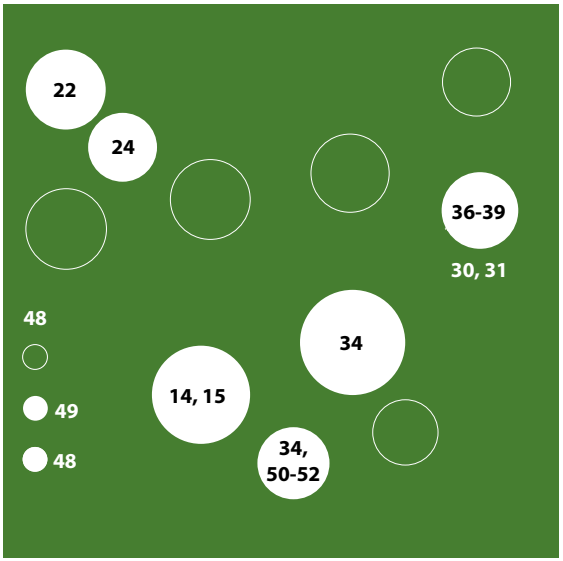
47. 2030 WRG (2015). The 2030 Water Resources Group website. https://www.waterscarcitysolutions.org/#

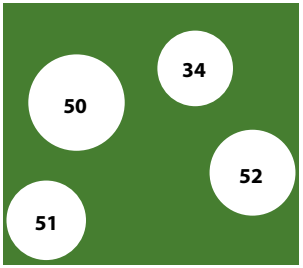
مَراجع الرسوم البيانية

48. WHO (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005*. Summary of risk assessment. World Health Organization, Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/1/69477/10665/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

49. Financial Tribune (2017). Dust Storms Slam Khuzestan Again. *Financial Tribune*, 29 January 2017. https://financialtribune.com/articles/environment/58374/dust-storms-slam-khuzestan-again

50. Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms - what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 142-131 ,35. http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085





51. Jugder, D., Shinoda, M., Sugimoto, N., Matsui, I., Nishikawa, M., Park, S-U., Chun, Y-S. and Park, M-S. (2011). Spatial and temporal variations of dust concentrations in the Gobi Desert of Mongolia. *Global and Planetary Change*, 22-14 ,78. https://www.researchgate.net/publication/241100103_Spatial_and_temporal_variations_of_dust_concentrations_in_the_Gobi_Desert_of_Mongolia

52. Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 355-343 ,66. http://www.tandfonline.com/doi/abs/00207230902720170/10.1080?journalCode=genv20

A dust plume blowing from western Africa towards the Amazon Basin and the Gulf of Mexico, 25 June 2014. At least 40 million tonnes of Saharan dust is delivered to the Amazon Basin each year. Photo credit: Norman Kuring/NASA OceanColor Group