الخلاصة الوافية للعواصف الرملية والغبارية

موجزٌ موجَّهٌ لصانعي القرار

اتفاقية الأمم المتحدة
لمكافحة التصحر

اتفاقية الأمم المتحدة
لمكافحة التصحر

اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر هي اتفاقية دولية بشأن الإشراف السليم على الأراضي. تعمل هذه الاتفاقية على مساعدة الأفراد والمجتمعات المحلية والبلدان على خلق الثروة وتنمية الاقتصادات وتأمين ما يكفي من الغذاء والمياه النظيفة والطاقة من خلال ضمان بيئة تمكينية لإدارة الأراضي بصورةٍ مستدامة لمستخدمي الأراضي. ومن خلال الشراكات، أنشأ الأطراف الـ 197 الموقّعون للاتفاقية نُظماً قوية لإدارة الجفاف بسرعةٍ وفاعليّة. وتساعد الإدارة الجيدة للأراضي القائمة على السياسات والعلوم السليمة على دمج التنمية المستدامة والتعجيل بتحقيق أهدافها، وبناء القدرة على مواجهة تغيُّر المناخ، ومنع فقدان التنوع البيولوجي.

الخلاصة الوافية للعواصف الرملية والغبارية (SDS): موجزٌ موجَّهٌ لصانعي القرار، جمعه وشارك في تحريره أوتشانغ كانغ وتشارلز كيلي، والموجز هو مجموعة فرعية من الخلاصة الوافية الكاملة للعواصف الرملية والغبارية: معلومات وإرشادات بشأن تقييم المخاطر ومعالجتها.

الخلاصة الوافية للعواصف الرملية والغبارية هي جهد تعاوني بقيادة أمانة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر بالتعاون مع هيئة التفاعل بين العلوم والسياسات في إطار اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومنظمة الصحة العالمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وهيئة الأمم المتحدة للمرأة، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، والخبراء والشركاء الخارجيين.

الشركاء

الإدارة الوطنية للغابات والأراضي العشبية في جمهورية الصين الشعبية

لقد تم مراجعة ترجمة ملخص باللغة العربية من قبل: الدكتور علي محمد الحمود معهد الكويت للأبحاث العلمية

مصمم الغرافيك: Strategic Agenda
الإخراج والتصميم: Strategic Agenda

جميع الحقوق محفوظة. © اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، 2022
© الخرائط والصور والرسوم التوضيحية على النحو المحدد.
منشور في عام 2022 بموجب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، بون، ألمانيا. أمانة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، ميدان الأمم المتحدة، 53113 بون، ألمانيا
Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Platz der Vereinten Nationen, 53113 Bonn, Germany
هاتف: 2800 228-815 -49+
فاكس: 99/ 2898 815 - 228-49+
www.unccd.int secretariat@unccd.int

الاقتباس الموصى به: اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD). 2022. الخلاصة الوافية للعواصف الرملية والغبارية: موجزٌ مُوجَّه لصانعي القرار. بون، ألمانيا.

الخلاصة الوافية للعواصف الرملية والغبارية

موجزٌ موجَّهٌ لصانعي القرار

إخلاء المسؤولية

إنّ التسميات المستخدمة وعرض المواد الواردة في هذا المنتج المعلوماتي لا تعني التعبير عن أي رأي من جانب اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر في ما يتعلق بالوضع القانوني أو النمائي لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو في ما يتعلق بسلطاتها أو تعيين حدودها أو تخومها. ولا يعني ذِكر شركات أو منتجات معينة من الجهات المصنّعة، سواء كانت هذه الشركات مسجلة براءة اختراع أم لا، أنّ هذه الشركات قد اعتمدتها أو أوصت بها اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر تفضيلاً لها على غيرها مما له طبيعة مماثلة غير مذكورة. والآراء المعرب عنها في هذا المنتج الإعلامي هي آراء المؤلفين أو المساهمين ولا تعكس بالضرورة آراء أو سياسات اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر أو المنظمات التابعة للمؤلفين أو المساهمين.

تُشجِّع اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر على استخدام المواد في هذا المنتج الإعلامي واستنساخها ونشرها. ولا يجوز نسخ المواد وتحميلها وطباعتها إلا لأغراض الدراسة والبحث والتدريس الخاصة، أو لاستخدامها في المنتجات أو الخدمات غير التجارية، ما لم يُذكَر خلاف ذلك، بشرط الإقرار اللائق باتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر بوصفها المصدر وصاحب حقوق التأليف والنشر، ولا يُفترَض ضمنياً تأييد اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر لآراء المستخدمين أو منتجاتهم أو خدماتهم بأي شكل من الأشكال. وترحب اتفاقية مكافحة التصحر بتلقّي نسخة من أي منشور يستخدم هذا المنشور مصدراً له.

لا يجوز استخدام هذا المنشور لإعادة بيعه أو لأي غرض تجاري آخر مهما كان دون إذن خطّي مسبق من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. وينبغي أن توجَّه طلبات الحصول على هذا الإذن، مشفوعة ببيان عن غرض ونطاق عملية الاستنساخ، إلى الأمين التنفيذي، اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، مجمع الأمم المتحدة، 1 ميدان الأمم المتحدة، 53113 بون، ألمانيا.
Executive Secretary, UNCCD, UN Campus Platz der Vereinten Nationen 1, 53113 Bonn, Germany.

القيم النقدية الواردة في هذه الوثيقة لم تُعدَّل على قيم عام 2020 سواءً من حيث التضخم أو الانكماش، ما لم يرِد ذِكر ذلك.

مطبوع على ورق FSC.

صورة الغلاف: صورة مرصد الأرض التابع لناسا بواسطة جوشوا ستيفنز، باستخدام بيانات موديز من نظام بيانات ومعلومات نظام رصد الأرض (إيوسديس) لناسا وGIBSWorldview على ناسا

ISBN 978-92-95118-10-2 (نسخة ورقية)
ISBN 978-92-95118-11-9 (نسخة إلكترونية)

المحتويات

1 — مقدمة 1

2 — طبيعة العواصف الرملية والغبارية 5

3 — فهم العواصف الرملية والغبارية على أنّها من مخاطر الكوارث 7

4 — النوع الاجتماعي والحد من مخاطر الكوارث 9

5 — إطار تقييم مخاطر العواصف الرملية والغبارية 11

6 — تقييمات قابلية التضرُّر من العواصف الرملية والغبارية المستندة إلى نظام المعلومات الجغرافية ورسم خرائطها 13

7 — إطار تقييم الأثر الاقتصادي للعواصف الرملية والغبارية 15

8 — العواصف الرملية والغبارية والصحة 19

9 — رسم خرائط لمصادر العواصف الرملية والغبارية 20

10 — ملاحظة العواصف الرملية والغبارية ورصدها ونمذجتها 20

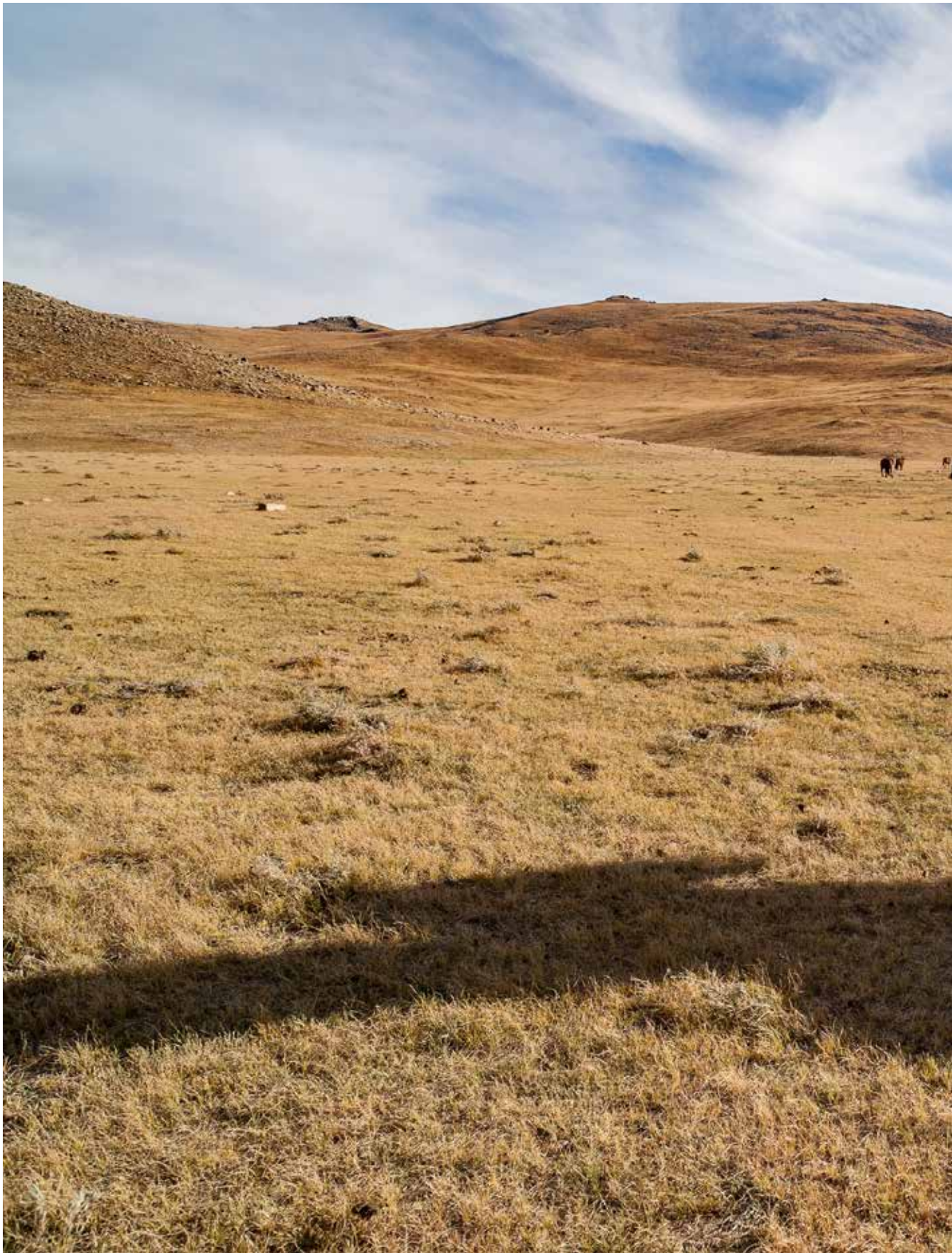
11 — التنبؤ بالعواصف الرملية والغبارية 26

12 — الإنذار المبكر من العواصف الرملية والغبارية 26

13 — إدارة المصادر وتخفيف الآثار 30

14 — التأهب وتخفيف حدة الآثار 34

15 — المراجع 36



الرسائل الرئيسية

تحديات العواصف الرملية والغبارية

يُطلق على العواصف الرملية والغبارية أسماء محلية كثيرة: ومن الأمثلة على ذلك رياح الخماسين، أو الهبوب، أو الغبار الأصفر، أو العواصف البيضاء، أو رياح الهرمتان. وهي ظاهرة طبيعية وموسمية شائعة على الصعيد الإقليمي تتفاقم بسبب سوء إدارة الأراضي والمياه، وحالات الجفاف، وتغيُّر المناخ. يمكن أن تترتب عن الجمع بين الرياح القوية وجسيمات الغبار المعدنية المحمولة جواً آثارٌ كبيرة على صحة البشر والمجتمعات. ويمكن أن تؤدي التقلبات في الكثافة أو الحجم أو المدة إلى عواصف رملية وغبارية خطيرة يصعب التنبؤ بها.

لقد شهدت بعض المناطق زيادةً في العواصف الرملية والغبارية على نحو كبير في السنوات الأخيرة. ويُعتقد أن تغيُّر المناخ بفعل الإنسان، والتصحر، وتدهور الأراضي، والجفاف هي عوامل تلعب جميعها دوراً في هذا الصدد. وفي حين أنّ العواصف الرملية والغبارية بإمكانها تخصيب النظم البيئية البرية والبحرية على حد سواء، إلاّ أنها تشكل أيضاً مجموعة من الأخطار على صحة الإنسان وسُبل العيش والبيئة. ويُلاحظ حدوث آثار في كل من منطقتي المصدر والمناطق البعيدة المتأثرة بصورة مباشرة وغير مباشرة بترسُّبات الغبار السطحية. وتمثّل الأخطار المرتبطة بالعواصف الرملية والغبارية تحدياً هائلاً أمام تحقيق التنمية المستدامة.

لا تؤدي حوادث العواصف الرملية والغبارية عادةً إلى أضرار مادية واسعة النطاق أو كارثية. غير أنّ تراكم الآثار يمكن أن يكون كبيراً. ففي مناطق المصدر، قد تؤدي إلى إتلاف المحاصيل، ونفوق الماشية، وانجراف التربة السطحية. ويمكن أن يتسبب الغبار الجوي في المناطق الترسيبية، خاصةً ما يعاني منها من التلوث الصناعي المحلي، في حدوث مشاكل صحية للإنسان أو تفاقمها مثل أمراض الجهاز التنفسي. ويمكن أيضاً أن تتعطل الاتصالات وتوليد الطاقة والنقل وسلاسل الإمداد بسبب ضعف الرؤية والأعطال الميكانيكية التي يسببها الغبار.

ليست العواصف الرملية والغبارية بظاهرة جديدة - فبعض مناطق العالم لطالما قد تعرضت لأخطار العواصف الرملية والغبارية. تقع حوادث العواصف الرملية والغبارية عادةً في الأراضي الجافة عند دوائر العرض السفلى والمناطق شبه الرطبة حيث يكون الغطاء النباتي متناثراً أو منعدماً. كما يمكن أن تقع في بيئات أخرى، بما في ذلك المناطق الزراعية ومناطق دوائر العرض العليا في المناطق الرطبة، عندما تتزامن مع ذلك ظروف محددة تتعلق بالرياح والظروف الجوية.

يمكن أن تكون لحوادث العواصف الرملية والغبارية آثار كبيرة عابرة للحدود، على مدى آلاف الكيلومترات. وتستدعي الحاجة اتخاذ استجابات عالمية وإقليمية موحدة ومتسقة في مجال السياسات، لا سيما لمعالجة مسألة تخفيف المصادر، ونظم الإنذار المبكر، والرصد.

تُعد تأثيرات العواصف الرملية والغبارية متعددة الأوجه وشاملة لعدة قطاعات وعابرة للحدود الوطنية، وتؤثر بشكل مباشر على أحد عشر هدفاً من أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر، ومع ذلك فإنّ الاعتراف العالمي بالعواصف الرملية والغبارية كخطر منخفض عموماً. ومن العوامل المساهمة في ذلك تعقُّد العواصف الرملية والغبارية وتأثيرها التراكمي الموسمي، إلى جانب محدودية البيانات. إنّ عدم كفاية المعلومات والتقييمات المتعلقة بهذه الآثار يعوق اتخاذ القرارات والتخطيط على نحو فعّال من أجل التصدي بفاعلية لمصادر العواصف الرملية والغبارية وآثارها.

طُرُق التصدّي للعواصف الرملية والغبارية

يتمثل الهدف من سياسة العواصف الرملية والغبارية والتخطيط لها في الحد من قابلية المجتمع للتضرُّر من خلال التخفيف من آثار التعرية الريحية. وتشمل العملية المتعددة القطاعات المعززة بتبادل المعلومات تدخلات قصيرة الأجل وطويلة الأجل، وتشارك فيها جهات متعددة من أصحاب المصلحة، وتنشر التوعية بالعواصف الرملية والغبارية.

تُعدّ أنشطة تخفيف المصادر والآثار جزءاً من نهج شامل لإدارة المخاطر التي تشكلها العواصف الرملية والغبارية، من النطاقات المحلية إلى النطاقات الإقليمية والعالمية. وتتأثر المجتمعات المحلية في مناطق المصدر تأثراً مباشراً وسيتعين عليها أن تتخذ إجراءات مختلفة جداً تجاه تلك المناطق التي تتأثر على بُعد آلاف الكيلومترات. ويكتسي إشراك جميع أصحاب المصلحة ومشاركتهم أهمية بالغة في اتخاذ القرارات والسياسات الفعالة المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية، التي تستند إلى المعرفة العلمية الحديثة.

تخفيف المصدر: إنّ استعادة الأراضي، باستخدام ممارسات إدارة التربة والمياه لحماية التربة وزيادة الغطاء النباتي، يمكن أن يحد بشكل كبير من مدى تعرض مناطق المصدر ومن قابليتها للتضرُّر، وأن يقلل من شدة حوادث العواصف الرملية والغبارية النموذجية. وتتسم مثل هذه التقنيات بأهمية حيوية أيضاً بالنسبة إلى تحييد أثر تدهور الأراضي، وعند إدماجها في التنمية المستدامة وأولويات استخدام الأراضي فإنّها تساهم في تحقيق الأمن الغذائي، والتخفيف من حدة الفقر، والمساواة بين الجنسين، وتماسك المجتمعات المحلية، فضلاً عن أهداف التخفيف من آثار العواصف الرملية والغبارية.

الإنذار المبكر والرصد: يتطلب أي نظام فعَّال للإنذار المبكر من العواصف الرملية والغبارية اتباع نهجٍ مجتمعي شامل. وبالاستفادة من أحدث المعارف المتعلقة بالمخاطر ورصدها والتنبؤ بها، يشارك جميع أصحاب المصلحة (بما في ذلك السُكَّان المُعرَّضون للخطر) لضمان تقديم التحذيرات في الوقت المناسب وبطريقة هادفة، وأن تُتخذ الإجراءات الملائمة للقطاع للحد من الآثار أو تجنبها.

التخفيف من حدّة الآثار: يحد التأهب من قابلية التضرُّر ويزيد من المرونة ويتيح الاستجابة في الأوان المطلوب وبشكل فعَّال لحوادث العواصف الرملية والغبارية. ويشمل الأفراد والمجتمعات والمنظمات وكذلك الصناعة والأعمال. وتشمل استراتيجية التأهب الفعَّالة تدابير للتخفيف وإجراءات وقائية تستند إلى العلوم الرصينة، وتحليلات القابلية للتضرُّر، وتقييمات المخاطر.

التعاون والتكافل والتنسيق: انطلق تحالف الأمم المتحدة لمكافحة العواصف الرملية والغبارية في شهر أيلول/سبتمبر 2019 ويضمّ خمسة أفرقة عاملة تُعنى بـ: التكيف والتخفيف؛ والتنبؤ والإنذار المبكر؛ والصحة والسلامة؛ والسياسة والحوكمة؛ والوساطة والتعاون الإقليمي. ومن شأن ائتلاف الأمم المتحدة أن يساعد على تعزيز الاستجابة العالمية للعواصف الرملية والغبارية من خلال التعاون على المستويين المحلي والعالمي، وجعل المسألة أكثر وضوحاً، وتعزيز تبادل المعارف، وتعبئة الموارد لرفع مستوى الجهود القائمة.

1 — مقدمة

تشكّل العواصف الرملية والغبارية أخطاراً جوية وهيدرولوجية طبيعية ويمكن أن تؤثر على جميع قطاعات المجتمع والبيئة تقريباً (مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث والمجلس الدولي للعلوم 2020). ويُقدَّر بأن 2000 مليون طن من الرمل والغبار يدخل الغلاف الجوي سنوياً. وتنبعث الأغلبية بسبب الظروف الطبيعية، على الرغم من أنّ الأنشطة البشرية تساهم مساهمة كبيرة في العواصف الرملية والغبارية من خلال الإدارة غير المستدامة للأراضي واستخدام المياه.

توثر العواصف الرملية والغبارية على الطقس المحلي والعالمي ودورات المغذيات وإنتاجية الكتلة الحيوية، مع أنّ بعض هذه الآثار تُفهَم على أنّها إيجابية. يمكن أن تؤثر العواصف الرملية والغبارية كذلك تأثيراً سلبياً على نوعية الهواء والمياه، والنظافة الصحية والصرف الصحي، وصحة الإنسان والحيوان، والنقل، والتعليم، والزراعة، والأعمال والصناعية.

وكثيراً ما تكون لهذه العواصف تأثيرات اقتصادية كبيرة: فهي على سبيل المثال تكلف قطاع النفط في الكويت ما يقدر بنحو 190 مليون دولار أمريكي سنوياً، في حين أسفرت حادثة واحدة للعواصف الرملية والغبارية في عام 2009 عن أضرار تُقدَّر بما بين 229 و243 مليون دولار أمريكي في أستراليا.

تؤثر العواصف الرملية والغبارية على الجميع - الرجال والنساء والفتيان والفتيات - ولكنها لا تؤثر على الجميع بنفس الطريقة. وتنبع هذه الاختلافات من الأدوار القائمة على النوع الاجتماعي في المجالات الإنتاجية والاقتصادية والأسرية والاجتماعية. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تشكل العواصف الرملية والغبارية خطراً على حياة الأفراد ممّن يعانون ظروفاً صحية سيئة.

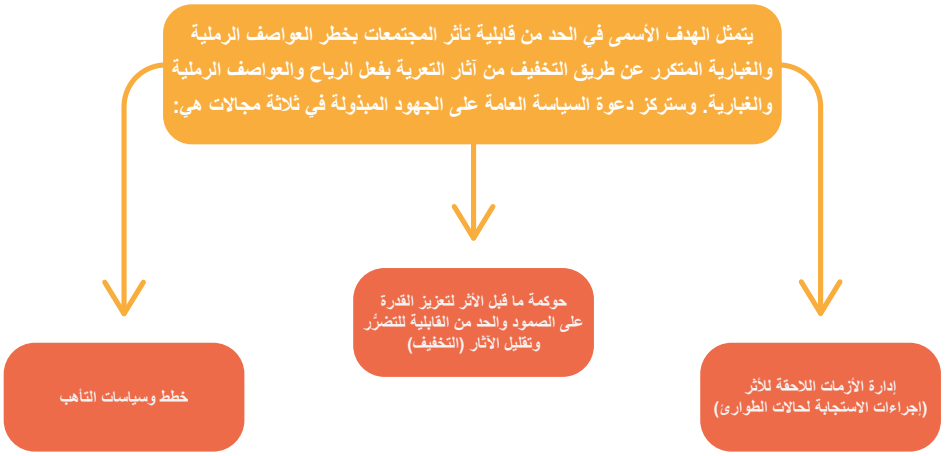
تظهر عدّة تحديات عند معالجة الآثار السلبية للعواصف الرملية والغبارية (**الشكل 1**)، وهي:

- مجموعة واسعة من آثار العواصف الرملية والغبارية، بما في ذلك العواصف الرملية والغبارية الناجمة عن الأنشطة البشرية
- الآثار المتعددة الأوجه والشاملة لعدة قطاعات وعبر الوطنية في كثير من الأحيان للعواصف الرملية والغبارية، مما يتطلب نُهجاً متوافقة شاملة لعدة قطاعات متعددة التخصصات وعابرة للحدود الوطنية، والتعاون بين أصحاب المصلحة على جميع المستويات
- تنوّع القطاعات المعنية، ومستويات التدخل المطلوبة، ونطاق أصحاب المصلحة المعنيين، مع المشاركة الفعّالة للمعلومات المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية ذات الأهمية البالغة للإدارة الناجحة للعواصف الرملية والغبارية
- انخفاض مستوى تصنيف المخاطر الناجمة عن العواصف الرملية والغبارية بشكل عام، مع ضعف مجموعات البيانات المتعلقة بالآثار مما يجعل العواصف الرملية والغبارية لا تتلقّى في كثيرٍ من الأحيان سوى اهتمام محدود في الجهود الرئيسية لإدارة مخاطر الكوارث

الشكل 1- تحديات تواجه التصدي لآثار العواصف الرملية والغبارية

بجمعها بين المعلومات والإرشادات من مجموعة واسعة من المصادر، تُمكّن الخلاصة الوافية مستخدميها من: (1) تحديد نطاق آثار العواصف الرملية والغبارية، و(2) وضع خطط لمعالجة هذه الآثار. من المتوقع أن يشمل المستخدمون مسؤولين معنيين بالحكومات المحلية ودون الوطنية والوطنية، وإدارة حالات الطوارئ، والصحة، وإدارة الموارد الطبيعية، والزراعة، والثروة الحيوانية، والحراجة، والنقل (بما في ذلك الطيران المدني)، وأصحاب المصلحة من المجتمع المحلي والمجتمع المدني. وستعود الخلاصة الوافية بالنفع على صانعي القرار وغيرهم من أصحاب المصلحة على وجه التحديد بمساعدتهم في تحديد السياسات والنهج الرامية إلى التخفيف من آثار ومصادر العواصف الرملية والغبارية.

تهدف الخلاصة الوافية إلى دعم تنفيذ **إطار المناصرة لسياسة اتفاقية مكافحة التصحر لمكافحة العواصف الرملية والغبارية** (اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر [UNCCD]، 2017). ويسعى إطار سياسات المناصرة إلى الحد من قابلية التضرُّر بالعواصف الرملية والغبارية من خلال التركيز على ما يلي: (1) إدارة الأزمات اللاحقة للأثر (إجراءات الاستجابة لحالات الطوارئ)، و(2) حوكمة ما قبل الأثر لتعزيز القدرة على الصمود والحد من القابلية للتضرُّر وتقليل الآثار (التخفيف)، و(3) خطط وسياسات التأهب، بما في ذلك الرصد والتنبؤ والإنذار المبكر (**الشكل 2**).



الشكل 2- إطار المناصرة لسياسات اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر لمجابهة العواصف الرملية الغبارية: الهدف ومجالات العمل

سيساهم استخدام الخلاصة الوافية لمعالجة مسألة التنمية المستدامة في تحقيق ثمانية أهداف من أهداف التنمية المستدامة:
وهي أهداف التنمية المستدامة 1، و2، و3، و6، و11، و13، و15 و17 (**الشكل 3**) تؤيد الخلاصة الوافية إطار سِنداي للحد من مخاطر الكوارث من خلال ما يلي:

- تحسين مستوى الفهم بمخاطر العواصف الرملية والغبارية (أولوية سِنداي 1)
- تعزيز حوكمة مخاطر العواصف الرملية والغبارية (أولوية سِنداي 2)
- زيادة المعرفة بالتدابير الوقائية وخيارات تخفيف الأثر
- تعزيز التأهب لمواجهة الكوارث من أجل الاستجابة الفعَّالة عن طريق تعزيز توقعات العواصف الرملية والغبارية والإنذار المبكر والتأهب والقدرة على الاستجابة (أولوية سنداي 4)

الشكل 3-
الصلات بين العواصف الرملية والغبارية وأهداف التنمية المستدامة

يمكن أن يساعد الحد من تلوث الهواء الناجم عن العواصف الرملية والغبارية الأسَر على أن تصبح أكثر صحة، وأن توفِّر النفقات الطبية وتُحسِّن إنتاجيتها.

يمكن أن تتسبب العواصف الرملية والغبارية في إلحاق الضرر بالمحاصيل، مما يؤثر سلباً على نوعية الأغذية/كميتها والأمن الغذائي. يساعد الحد من التصحر / تدهور الأراضي (بما في ذلك انجراف التربة) في مناطق المنشأ على تعزيز الإنتاجية الزراعية.

يشكل تلوث الهواء الناجم عن العواصف الرملية والغبارية تهديداً خطيراً لصحة الإنسان. وتربط دراسات كثيرة بين التعرُّض للغبار والزيادة في الوفيات ودخول المستشفيات بسبب أمراض الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية.

يمكن لترسب الغبار أن يضر بنوعية المياه لأن الغبار الصحراوي كثيراً ما يكون ملوثاً بالكائنات المجهرية والأملاح و/أو الملوِّثات البشرية المنشأ.

من شأن التخفيف من حدة الكوارث الناجمة عن العواصف الرملية والغبارية أن يخفض بدرجة كبيرة عدد الأشخاص المتضرّرين ومن الخسائر الاقتصادية الناجمة عن ذلك، مما يساهم في إيجاد مستوطنات بشرية أكثر أماناً واستدامة وقدرة على الصمود في مواجهة الكوارث.

يساهم تحسين استخدام الأراضي/المياه وإدارتها في مناطق العواصف الرملية والغبارية في خلق مناظر طبيعية ومجتمعات محلية قادرة على التكيف مع تغير المناخ.

يساهم الحد من التعرية الريحية في مناطق العواصف الرملية والغبارية في أثر تحييد تدهور الأراضي، مما يعزز الاستخدام المستدام للنظم البيئية الأرضية.

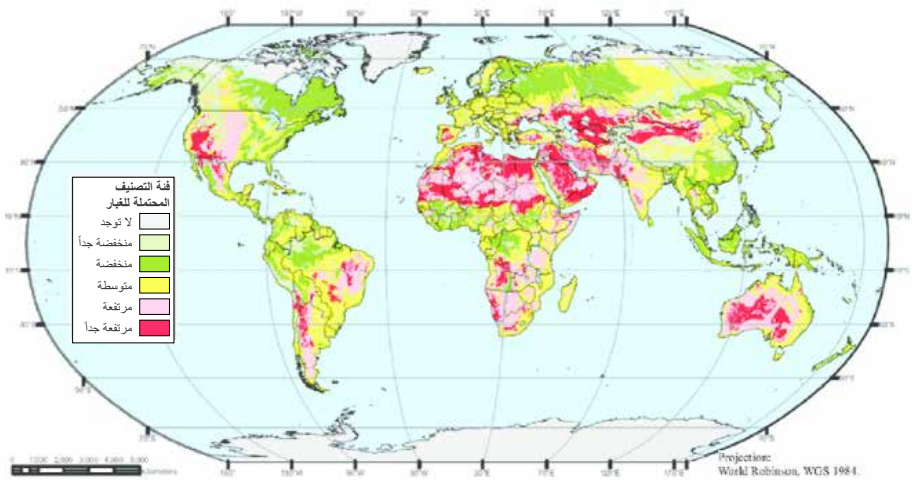
يمكن أن تكون أنشطة العواصف الرملية والغبارية جزءاً من الجهود المبذولة لتعزيز وسائل التنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل التنمية المستدامة.

المصدر: مقتبس من https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300.

إنَّ الخلاصة الوافية هي جهد تعاوني تقوده أمانة اتفاقية مكافحة الأمم المتحدة لمكافحة التصحر بالتعاون مع هيئة التفاعل بين العلوم والسياسات في اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومنظمة الصحة العالمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، ومنظمة الأمم المتحدة للمرأة، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، والشركاء الخارجيين.

واستناداً إلى المدخلات المقدَّمة من مجموعة من المؤلفين والمساهمين، يهدف المشروع إلى توفير أحدث المعلومات في ما بين القطاعات والاختصاصات. ومن المسلَّم به، كما هي الحال مع أي بحث/دراسة علمية جيدة، أنّ هناك مجالاً لإجراء مزيد من الدراسة والتحسينات، مع توافر مزيدٍ من الأدلة والمعلومات ودراسات الحالة وأفضل الممارسات.

الشكل 4- مناطق مصادر العواصف الرملية والغبارية العالمية



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، 2016.

2 — طبيعة العواصف الرملية والغبارية

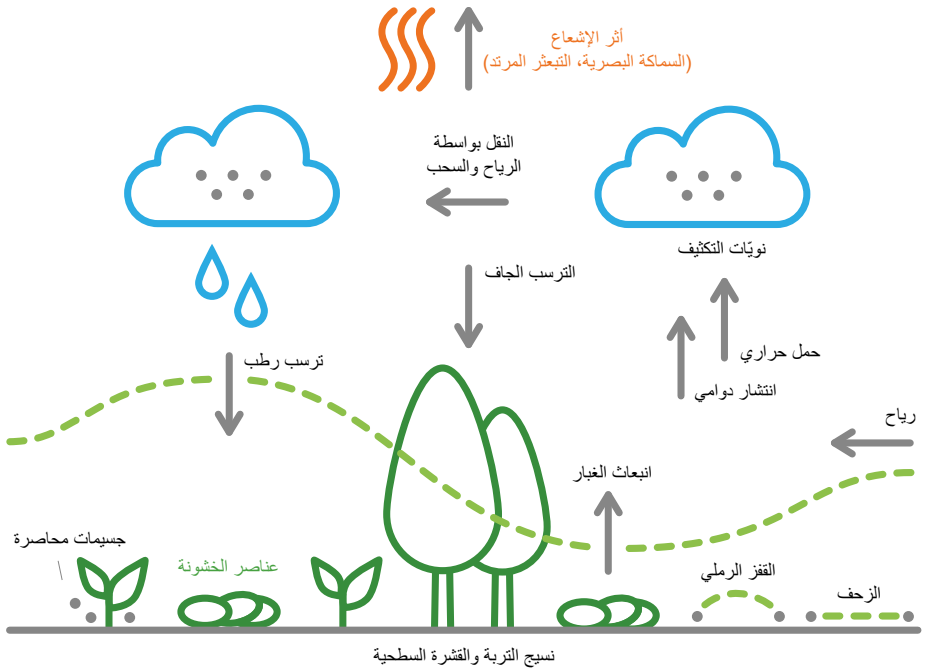
تتألف العواصف الرملية والغبارية من الغبار المعدني المنتقل من سطح الأرض إلى الجو من خلال عملية ميكانيكية تدخل فيها الرياح. ويُنظَر إلى الغبار المعدني، في معظم الحالات، على أنّه طبيعي عند إنتاجه في مناطق قاحلة وشبه قاحلة تتسم بنباتات متفرقة، كما يُعدّ بشري المنشأ عندما تؤدي الأنشطة البشرية مباشرةً إلى انبعاث الغبار.

وتوجد المصادر العالمية الرئيسية للغبار المعدني في نصف الكرة الشمالي عبر منطقة تشمل شمال أفريقيا والشرق الأوسط وشرق آسيا. أمّا في نصف الكرة الجنوبي، تكون مصادر الغبار ذات امتداد مكاني أصغر، وتقع أساساً في أستراليا وأمريكا الجنوبية والجنوب الأفريقي (**الشكل 4**). وعلى الصعيد العالمي، تتكون مناطق مصدر الغبار الكبيرة الرئيسية من بحيرات جفّت، ولكن توجد مصادر محلية في أي موقع يمكن فيه للتربة أن ترتفع في الهواء بواسطة الرياح، بما في ذلك سهول الرواسب الجليدية، ومناطق الرماد البركاني والحقول المحروثة مؤخراً.

تتأثر إمكانية انتقال الرمال أو الغبار إلى الغلاف الجوي برطوبة التربة، وتركيبتها، والقشرة السطحية، وعناصر الخشونة، والغطاء النباتي، وسرعة الرياح. ويمكن أن تتغير الظروف التي تؤدي إلى انبعاث الغبار في أحد المواقع من جزء من السنة إلى آخر ويمكن أن تختلف اختلافاً كبيراً بين السنوات.

تنطوي العواصف الرملية والغبارية على انبعاث الغبار ونقله وترسيبه على نطاق واسع من النطاقات المكانية والزمنية (**الشكل 5**). ويحدث إطلاق الرمال والغبار في الجو من خلال ما يلي:

- القصف الملحي للجسيمات البالغ قطرها بين 60 ميكرومتراً و2 مم
- الانسياب الديناميي الهوائي أو تعلّق الجسيمات التي يكون قطرها أدق من 60 ميكرومتراً
- التفكك الكلي للجسيمات المتدحرجة (أو الزاحفة) التي يكون قطرها أكبر من 2 مم



الشكل 5- موجز العواصف الرملية والغبارية

المصدر: لو وشاو، 2001.

تُنقل جسيمات الغبار الدقيقة عن طريق الانتشار الدوّامي والحَمل الحراري إلى مستويات أعلى في الغلاف الجوي السفلي (بارتفاع يصل إلى بضعة كيلومترات)، وبعد ذلك يمكن أن تنقلها الرياح لمسافات طويلة. ويعتمد عمر جسيمات الغبار في طبقة التروبوسفير على حجم الجسيمات. وعموماً، تستغرق الجسيمات الأصغر حجماً لتترسب مرة أخرى على السطح وقتاً أطول من الجسيمات الأكبر حجماً.

ويمكن أن تؤدي ست حالات إلى إطلاق العواصف الرملية والغبارية حيث يكون الغبار المعدني متوفراً لالتقاط الرياح:

1- تدفقات جوية واسعة النطاق (على سبيل المثال، منطقة هرمتان المرتبطة بمنطقة ضغط عالٍ في الصحراء الكبرى)

2- النظم المناخية الشاملة مثل الأعاصير الحلزونية والزوابع المضادة ومرور جبهتها الباردة، مما يؤدي إلى أحداث غبارية عرضية كثيفة وواسعة.

3- الحَمل الحراري الرطب، الذي يؤدي إلى عواصف ترابية حملية متوسطة الحجم، وغالباً ما يُشار إليها باسم رياح الهبوب.

4- الحَمل الحراري الجاف على نطاق مجهري في الطبقة الحدودية الكوكبية في أثناء النهار فوق الصحارى، مما يخلق دوراناً مضطرباً يؤدي إلى زوابع الغبار وأعمدة الغبار.

5- الآثار الطبوغرافية، مثل الفجوات في سلاسل الجبال، التي يمكن أن توجّه الرياح وتؤدي إلى العواصف الرملية والغبارية المحلية.

6- الدورات النهارية التي يمكنها تعبئة الغبار من خلال إنشاء النفاثات الليلية المنخفضة المستوى وتفككها لاحقاً.

الشكل 6- موجز تفاعل الغبار مع العوامل البيئية

3 — فهم العواصف الرملية والغبارية على أنّها من مخاطر الكوارث

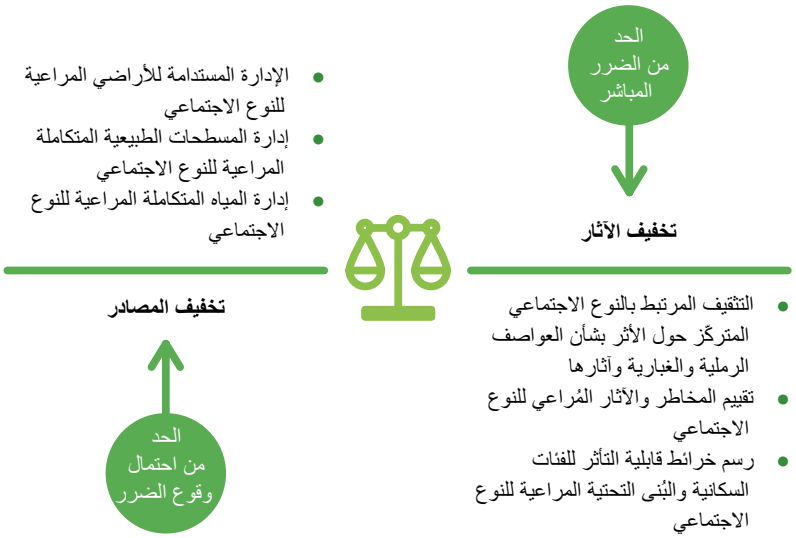
يظهر إدراكٌ واسع بأنّ العواصف الرملية والغبارية هي أحد مخاطر الكوارث في شمال شرق آسيا، وأنحاء من غرب آسيا، وأمريكا الشمالية، لكن هذا الإدراك هو أقل وضوحاً في أماكن أخرى. ومن المرجح أن يرجع انخفاض الاعتراف بالعواصف الرملية والغبارية المستدامة باعتبارها خطراً من مخاطر الكوارث إلى قلة (في كثير من الحالات) أعداد الوفيات أو الإصابات البشرية المباشرة الكبيرة الناجمة عن أحداث العواصف الرملية والغبارية، ومحدودية الوثائق الموحَّدة بشأن آثارها الصحية أو الاقتصادية أو غيرها من الآثار الطويلة الأجل.

تشمل إدارة مخاطر الكوارث التي تُشكلها العواصف الرملية والغبارية ما يلي: (1) تحديد الطبيعة المادية للخطر، وكيف يمكن أن تختلف العوامل المادية له مع مرور الوقت والمكان، و(2) تقييم قابلية التضرُّر الاجتماعي ومستويات التهديدات المرتبطة بهذه المخاطر، و(3) تصميم وتنفيذ تدابير التأهب والتصدي لها والتعافي منها، والأهم من ذلك، الحد بصورة استباقية من خطر العواصف الرملية والغبارية، و(4) رصد آثار العواصف الرملية والغبارية والتدخلات الرامية إلى التخفيف من آثار العواصف الرملية والغبارية.

وهذه عملية شاملة لعدة قطاعات تنطوي على تدخلات قصيرة الأجل وطويلة الأجل، وتضم أصحاب مصلحة متعددين، وتثير الوعي لدى السُكَّان المُعرَّضين لمخاطر العواصف الرملية والغبارية بوصفها تهديدات للمخاطر والكوارث.

وكخطر طبيعي، تحدث العواصف الرملية والغبارية من خلال مجموعة من الظروف الجوية، والوجود الجيوفيزيائي للغبار والرمال المعدنية، وأشكال محددة من الأراضي. إنّ فهم الكيفية التي تهُبّ بها الرياح في الاتجاه الصحيح وتجمع جسيمات الرمال والغبار ذات الحجم المناسب على التكوينات الأرضية المناسبة - من خلال عوامل أخرى في كثير من الأحيان - لتكوين العواصف الرملية والغبارية لهو أمر أساسي لتحديد ومعالجة المخاطر التي تُشكلها هذه العواصف.

واستناداً إلى إطار المناصرة لسياسات **اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر للتصدي للعواصف الرملية والغبارية**، تندرج الإجراءات الرامية إلى الحد من الأضرار الناجمة عن هذه العواصف في فئتين: وهما التخفيف من مصدرها والتخفيف من آثارها. وتوفِّر أنشطة التخفيف من آثار الكوارث، مجتمعة، نهجاً شاملاً لإدارة مخاطر الكوارث المحتملة التي تشكلها العواصف الرملية والغبارية على المستويين المحلي والعالمي، كما هو موضَّح في **الشكل 7**.



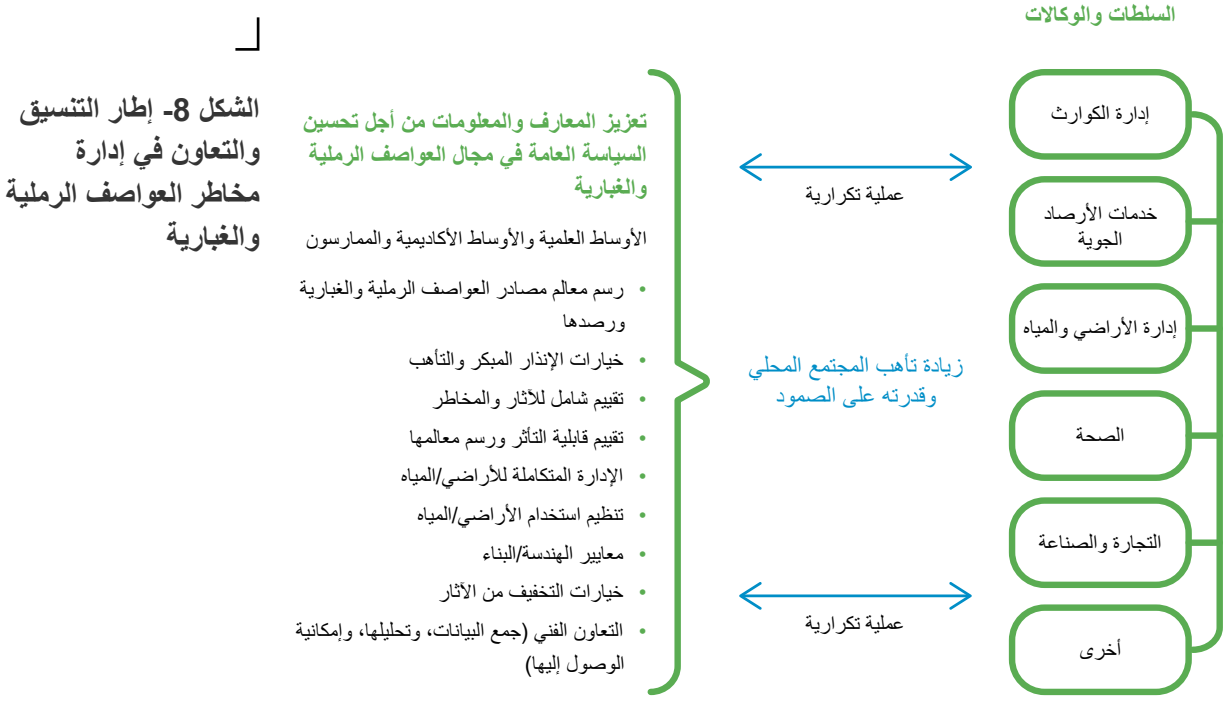
الشكل 7- نهج مزدوج للتخفيف من أخطار العواصف الرملية والغبارية للحد من مخاطر الكوارث

المصدر: مقتبس من ميدلتون وكانغ، 2017.

بالنظر إلى الطبيعة المكانية والزمنية المتنوعة للعواصف الرملية والغبارية، تتطلب إدارة الآثار والمصادر نهجاً موحداً ومنسقاً عبر القطاعات. حسبما هو ملَّخص في **الشكل 8**، يتضمن هذا النهج ثلاث مجموعات رئيسية:

- الوكالات والمؤسسات والسلطات المسؤولة عن وضع سياسات إدارة مخاطر العواصف الرملية والغبارية وتنفيذ الخطط التي تغطي الحد من المخاطر والتأهب والإنذار والتصدي
- البحث العلمي والأوساط الأكاديمية
- المجتمعات المحلية المعرضة للمخاطر المتأثرة بالعواصف الرملية والغبارية التي يجب تمكينها بشكل مباشر للحد من مخاطر العواصف الرملية والغبارية. تشمل هذه المجموعة القطاع الخاص، الذي يمكن أن يشارك في مجموعة من النُهُج والتكنولوجيات والإجراءات الرامية إلى الحد من آثار العواصف الرملية والغبارية.

تُعدّ العملية، كما هو موضَّح في **الشكل 8** ، متكررة، في ظل تبادل مستمر بين المجموعات الثلاث في محاولة للكشف عن سياسات وأنشطة أفضل للحد من آثار العواصف الرملية والغبارية. وتراعي هذه العملية أيضاً النوع الاجتماعي، مع التسليم بأنّ النساء والرجال والفتيات والفتيان يتأثرون بشكل مختلف بالعواصف الرملية والغبارية، وأنّ لديهم طرقاً مختلفة للحد من آثار العواصف الرملية والغبارية بناءً على أدوارهم وتوقعاتهم الاجتماعية أو الثقافية. ويُولَّى اهتمام مماثل لصغار الأطفال وكبار السن وكذلك للأفراد الذين يعانون ظروفاً صحية، وقد يتأثر جميعهم تأثراً شديداً جرَّاء أي حادثة من حوادث العواصف الرملية والغبارية أكثر من عامّة السكان.



الشكل 8- إطار التنسيق والتعاون في إدارة مخاطر العواصف الرملية والغبارية

4 — النوع الاجتماعي والحد من مخاطر الكوارث

وفقاً لإطار سِنداي للحد من مخاطر الكوارث للفترة 2015-2030، "تُمثِّل المرأة ومشاركتها أهمية بالغة في الإدارة الفعَّالة لمخاطر الكوارث وتصميم سياسات وخطط وبرامج الحد من مخاطر الكوارث التي تراعي الفوارق بين الجنسين وتزويدها بالموارد وتنفيذها؛ وينبغي اتخاذ تدابير كافية لبناء القدرات لتمكين المرأة من التأهب فضلاً عن بناء قدرتها على تأمين سبل العيش البديلة في حالات ما بعد الكوارث" (الأمم المتحدة، 2015أ، الفقرة 36 (أ) (ط))

تؤثر الآثار المرتبطة بالكوارث على النساء والفتيات والفتيان والرجال بشكل مختلف. ويمكن أن تحد أوجه عدم المساواة بين الجنسين من تأثير وسيطرة النساء والفتيات على القرارات التي تحكم حياتهن، فضلاً عن حصولهن على الموارد مثل التمويل، والغذاء، والمدخلات الزراعية، والأراضي والممتلكات، والتكنولوجيات، والتعليم، والصحة، والسكن الآمن، والتوظيف. وبالإضافة إلى ذلك، فإنّ التوقعات الاجتماعية للأدوار القائمة على النوع الاجتماعي والعوامل الاقتصادية التي تؤدي إلى تقييد مشاركة النساء والفتيات في صنع القرار والتعليم، ومحدودية فرص حصولهن على الأموال، والقيود المفروضة على الحصول على المعلومات، يمكن أن تجعل النساء والفتيات أكثر عرضة لأحداث العواصف الرملية والغبارية من الرجال والفتيان.

على الرغم من التقدم المُحرَز في وضع تدابير للحد من مخاطر الكوارث المراعية لمنظور النوع الاجتماعي، فإنّ خطط واستراتيجيات التأهب للكوارث، وتقييمات قابلية التضرُّر والمخاطر، ونظم الإنذار المبكر، نادراً ما تتضمن منظورات مراعية للنوع الاجتماعي (الأمم المتحدة، 2015ب). ونتيجة لذلك، لا تُشرك كثيرٌ من المؤسسات والمنظمات - الوطنية والمحلية - العاملة في مجال الحد من مخاطر الكوارث النساءَ والفتيات والفتيان والرجال على قدم المساواة.

والنتيجة هي:

- لا يُعترَف بأثر الأخطار على النساء والفتيات وما يقابل ذلك من مخاطر الكوارث.
- لا تُؤخَذ احتياجات وقدرات النساء والفتيات في الاعتبار في التخطيط، والحد من المخاطر، والاستجابة لحالات الطوارئ، وأنشطة التعافي.

تؤدي هذه النتائج إلى إدامة القوالب النمطية القائمة على النوع الاجتماعي وإلى زيادة قابلية تضرُّر النساء والفتيات. وبالنظر إلى أنّ النساء والفتيات يشكلن نصف السكان تقريباً، فإنّ خطط الحد من المخاطر والتصدي لها التي لا تُراعي النوع الاجتماعي تُعدّ فعالة جزئياً فحسب، في أفضل الأحوال.

تضع القوانين والاتفاقات الدولية المساواة بين الجنسين في صميم الحد من مخاطر الكوارث وبناء القدرة على الصمود. وعلى الصعيد المعياري، التزم المجتمع الدولي بالتركيز على المساواة بين الجنسين وحقوق المرأة في الحد من مخاطر الكوارث. وتستند هذه الالتزامات إلى **اتفاقية القضاء على جميع أشكال التمييز ضد المرأة**[1]، **وإعلان ومنهاج عمل بيجين**[2]، وقرارات لجنة وضع المرأة بشأن المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة في حالات الكوارث الطبيعية، وغيرها من الاتفاقات الدولية.[3]

1 *اتفاقية القضاء على جميع أشكال التمييز ضد المرأة (CEDAW)*، http://www.un.org/womenwatch/daw/cedaw/cedaw.htm.

2 *إعلان ومنهاج عمل بيجين*، https://www.un.org/womenwatch/daw/beijing/pdf/BDPfA%20A.pdf.

3 على سبيل المثال: *إطار عمل هيوغو للفترة 2005–2015: بناء قدرة الأمم والمجتمعات المحلية على الصمود في مواجهة الكوارث*، https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-arabic.pdf؛ قرار لجنة وضع المرأة 2/65 والقرار 2/56 بشأن المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة في حالات الكوارث، https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=E/2012/27&Lang=A

يؤكّد **إطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث للفترة 2015-2030** على أهمية إشراك المرأة في بناء القدرة على الصمود في مواجهة الكوارث (الأمم المتحدة، 2015 أ). فضلاً عن ذلك، يُعد إشراك النساء والفتيات في تعزيز قدرة المجتمعات المحلية على الصمود أمراً أساسياً لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما **الهدف رقم 5 من أهداف التنمية المستدامة- المساواة بين الجنسين وتمكين كل النساء والفتيات**. وتشكل المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة قضايا شاملة وشروطاً مسبقة لتحقيق كثيرٍ من أهداف التنمية المستدامة الأخرى، **بما في ذلك الهدف رقم 1 من أهداف التنمية المستدامة - القضاء على الفقر، والهدف رقم 11 من أهداف التنمية المستدامة - مدن ومجتمعات محلية مستدامة، والهدف رقم 13 من أهداف التنمية المستدامة - العمل المناخي (الشكل 3)**.

إنّ الإجراءات التالية (المقتبسة من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2013) أساسية لضمان اتباع نهج يراعي النوع الاجتماعي على امتداد عملية تخطيط إدارة المخاطر المتكاملة للعواصف الرملية والغبارية:

1- إدماج المنظورات المراعية للنوع الاجتماعي في جهود إدارة مخاطر العواصف الرملية والغبارية على المستويات الوطنية والمحلية والمجتمعية، بما في ذلك في السياسات والاستراتيجيات وخطط العمل والبرامج.
2- زيادة مشاركة المرأة وتمثيلها على جميع مستويات عملية صنع القرار.
3- تحليل البيانات المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية والمناخ من منظور يُراعي النوع الاجتماعي وجمع البيانات المصنّفة حسب نوع الجنس.
4- إجراء تحليل قائم على النوع الاجتماعي كجزء من بيان المخاطر عن طريق توثيق مختلف الأدوار التي يضطلع بها الرجال والنساء في القطاعات ذات الصلة بالعواصف الرملية والغبارية. على سبيل المثال:

أ- كيف تتأثر سبل العيش للنساء والرجال بالعواصف الرملية والغبارية؟
ب- كيف يمكن للاختلافات القائمة على النوع الاجتماعي في سلطة اتخاذ القرار وملكية/ الوصول إلى الأصول أن تؤدي إلى قدرات مختلفة لمواجهة المخاطر؟
ج- ما هي أنواع المعلومات التي تمتلكها المرأة ويتعين عليها إعدادها على نحو أفضل لمواجهة العواصف الرملية والغبارية؟
د- ماذا يعني ذلك من حيث الاختلافات في قابلية التضرُّر والقدرة على التكيف بين المرأة والرجل؟

5- ضمان إشراك المرأة بشكل بارز بوصفها من عوامل التغيير على جميع مستويات التأهب للعواصف الرملية والغبارية، بما في ذلك نظم الإنذار المبكر والتعليم والاتصال والمعلومات وفرص الربط الشبكي.
6- النظر في إعادة تخصيص الموارد من الإجراءات المقررة لتحقيق نتائج المساواة بين الجنسين.
7- اتخاذ خطوات للحد من الآثار السلبية للعواصف الرملية والغبارية على النساء، لا سيّما بما يتعلق بأدوارهن الحاسمة في المناطق الريفية في توفير المياه والغذاء والطاقة عن طريق تقديم الدعم والخدمات الصحية والمعلومات والتكنولوجيا.
8- بناء قدرات الجماعات النسائية الوطنية والمحلية وتوفير منصة مناسبة تعرض احتياجاتهن ووجهات نظرهن.
9- إدراج مؤشرات وبيانات تستند إلى النوع الاجتماعي مصنّفة حسب نوع الجنس والعُمر لرصد وتتبع التقدم المُحرَز في تحقيق أهداف المساواة بين الجنسين.

المربع 1- المفاهيم والتعريفات

النوع الاجتماعي يشير إلى الأدوار والسلوكيات والأنشطة والخصائص التي يراها أي مجتمع مناسبة في وقت معين للرجل والمرأة. وبالإضافة إلى الخصائص والفرص الاجتماعية المرتبطة بالذكور أو الإناث والعلاقات بين النساء والرجال والفتيات والفتيان، يشير النوع الاجتماعي أيضاً إلى العلاقات بين النساء أنفسهن وبين الرجال أنفسهم. وتُبنَى هذه الخصائص والفرص والعلاقات داخل المجتمع ويكتسبها المرء بواسطة عمليات التفاعل الاجتماعي. وهي محددة السياق والزمن ويمكن تغييرها. ويحدد النوع الاجتماعي ما هو متوقع ومسموح به ويُقيّم في المرأة أو الرجل في سياق معين. وفي معظم المجتمعات، توجد اختلافات وأوجه عدم مساواة بين المرأة والرجل من حيث المسؤوليات المسنَدة، والأنشطة المُضطلَع بها، والوصول إلى الموارد والسيطرة عليها، فضلاً عن فرص اتخاذ القرارات. ويشكّل النوع الاجتماعي جزءاً من السياق الاجتماعي والثقافي الأوسع، وكذلك المعايير الهامة الأخرى للتحليل الاجتماعي والثقافي، بما في ذلك الطبقة الاجتماعية، والعرق، ومستوى الفقر، والمجموعة الإثنية، والميول الجنسية، والسن.

المصدر: هيئة الأمم المتحدة للمرأة، بدون تاريخ، تعميم مراعاة منظور النوع الاجتماعي، مكتب المستشارة الخاصة لقضايا النوع الاجتماعي والنهوض بالمرأة - المفاهيم والتعريفات

النهج المراعي لمنظور النوع الاجتماعي يعني الاعتراف بالاحتياجات والأولويات وهياكل السلطة والمركز والعلاقات بين الرجل والمرأة ومعالجتها على نحو ملائم عند تصميم الأنشطة وتنفيذها وتقييمها. ويسعى هذا النهج إلى ضمان إتاحة فرص متساوية للمرأة والرجل للمشاركة في أي تدخل والاستفادة منه، ويُشجّع على اتخاذ تدابير محددة الهدف لمعالجة أوجه عدم المساواة وتعزيز تمكين المرأة.

المصدر: مرفق البيئة العالمية (GEF)، 2017، سياسة مرفق البيئة العالمية بشأن المساواة بين الجنسين

5 — إطار تقييم مخاطر العواصف الرملية والغبارية

يكتسي فهم المخاطر التي تشكلها العواصف الرملية والغبارية أهمية بالغة في إدارة قدرتها الكامنة على التسبب بكوارث. ويمكن لنتائج تقييم المخاطر المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية على أساس التحليل المنهجي والنوع الاجتماعي، أن تحدد شكل الوقاية من العواصف الرملية والغبارية والحد من مخاطرها، والتأهب لها والتحذير منها، والتصدي لها والتعافي منها.

المخاطر هي مزيج من:

- خطر محدد الحجم والحدّة والمدى المكاني والتكرار (حدث خطر)
- تعرّض المجتمع بشكل مباشر أو غير مباشر لهذا الحدث الخطر
- مستوى قابلية التضرُّر الاجتماعي والمادي لهذا الحدث الخطر
- القدرة على التعامل مع أثر هذا الحدث الخطر الذي يخص حالات محددة. وتُعدّ القدرة النقيض العملي لقابلية التضرُّر

يمكن استخدام مجموعة متنوعة من النُهُج لتقييم المخاطر. وتمثل تقييمات المخاطر مفاضلة بين الدقة والتكلفة والنتائج في الأوان المطلوب. تُقدّم الخلاصة الوافية نهجين لتقييم المخاطر: أحدهما يستند إلى دراسة استقصائية للسكان المعرّضين للمخاطر والآخر يستند إلى تقييم منظم من جانب الخبراء للعوامل التي تحدد مخاطر العواصف الرملية والغبارية. ويمكن أن يتطلب التقييم القائم على الدراسة الاستقصائية (**الشكل 9أ**) مدة تتراوح من أسابيع إلى أكثر من شهر، حسب حجم العينة وعدد أفرقة الدراسة الاستقصائية. وفي حين أنّ هذا النوع من التقييم لا يتعيّن إكماله من جانب خبراء العواصف الرملية والغبارية، فإن مشاركتهم يمكن أن تكون مفيدة لفهم النتائج وتحديد تدابير إدارة المخاطر.

الشكل 9أ

الخطوات التسع لعملية التقييم القائمة على الدراسة الاستقصائية

- الخطوة الأولى - تحديد سبب الحاجة إلى التقييم
- الخطوة الثانية - تحديد مجال التقييم
- الخطة الثالثة - جمع البيانات الأساسية
- الخطوة الرابعة - تصميم الدراسة الاستقصائية
- الخطوة الخامسة - إعداد استبيان وتخطيط الدراسة الاستقصائية الميدانية
- الخطوة السادسة - الحصول على إذن بإجراء الدراسة الاستقصائية
- الخطوة السابعة - إجراء الدراسة الاستقصائية
- الخطوة الثامنة - تحليل البيانات ورفع تقريرٍ بها
- الخطوة التاسعة - نشر النتائج والتحقق منها

الشكل 9ب

الخطوات السبع لعملية التقييم القائمة على الخبرة

- الخطوة الأولى - تحديد سبب الحاجة إلى التقييم
- الخطوة الثانية - تحديد مجال التقييم
- الخطوة الثالثة - تصميم ورشة عمل التقييم
- الخطوة الرابعة - جمع البيانات الأساسية
- الخطوة الخامسة - مشاركة المعلومات قبل حلقة العمل
- الخطوة السادسة - إجراء الدراسة الاستقصائية
- الخطوة السابعة - توثيق النتائج ونشرها والتحقق منها

الشكل 9أ، 9ب. خطوات عملية التقييم القائمة على الدراسة الاستقصائية

تنطوي عملية التقييم القائمة على الخبراء (**الشكل 9ب**) على الاستعانة بخبراء في مجال العواصف الرملية والغبارية والمجالات ذات الصلة (على سبيل المثال، علماء الأرصاد الجوية، والجغرافيين، وعلماء الاجتماع، والمزارعين، وخبراء التنمية المجتمعية، وخبراء النوع الاجتماعي والعُمر والإعاقة، والمسؤولين الصحيين (الأطباء فضلاً عن أخصائيي الصحة العامة) والمهندسين المسؤولين عن الهياكل الأساسية المعرضين للخطر من العواصف الرملية والغبارية) من أجل تطوير فهم منظم لخطر العواصف الرملية والغبارية. ويمكن إنجاز تقييم يستند إلى الخبراء في اجتماع واحد لا يتجاوز يوماً واحداً، مع الحاجة إلى عدة أيام إضافية للتحضير للاجتماع وإكمال تقرير ما بعد الاجتماع.

يأخذ النهجان في الاعتبار أنّ البيانات التفصيلية عن طبيعة مخاطر العواصف الرملية والغبارية وقابلية التضرُّر بها قد لا تكون متاحة حيثما يلزم إجراء تقييمات للمخاطر لتقييم المخاطر وتحديد تدابير الحد من المخاطر. وتتضمن الخلاصة الوافية مشروع استبيان وتوجيهات أخرى.

توفِّر كلتا الطريقتين في التقييم نتائج تحدد أهمية المخاطر ويمكن أن توجِّه تدخلات إدارة المخاطر، بما في ذلك من حيث ما يلي:

- سياسة إدارة مخاطر العواصف الرملية والغبارية: استخدام تحديد المخاطر بالاستناد إلى الأدلة لوضع سياسة للحد من مخاطر العواصف الرملية والغبارية.
- التحذير من العواصف الرملية والغبارية: تحديد العوامل المحفِّزة الأكثر صلة بالسُكَّان المُعرَّضين للخطر.
- التصدي للعواصف الرملية والغبارية: تحديد وإبراز خيارات التصدي للعواصف الرملية والغبارية من خلال تحديد المجالات التي يمكن أن تكون فيها طُرق التصدي المحددة أكثر فاعلية في الحد من أثر العواصف الرملية والغبارية، فضلاً عن تحديد استراتيجيات التعايش والتكيف التي يستعين بها السُكَّان المُعرَّضون للخطر.
- الحد من المخاطر: تحديد المجالات التي ينبغي فيها استهداف جهود الحد من المخاطر وتقديم الأدلة التي تبرر تكلفة هذه التدخلات وطبيعتها. ويمكن أن تساهم نتائج تقييم مخاطر العواصف الرملية والغبارية أيضاً في عمليات تقييم واستراتيجيات أوسع نطاقاً تتعلق بأخطار أخرى مثل الفيضانات أو الجفاف.

المربع 2- المصطلحات الرئيسية لتقييم المخاطر

- الكارثة: "اضطراب خطير يعترض سير الحياة في جماعة أو مجتمع على أي نطاق بسبب أحداث خطيرة تتفاعل مع ظروف التعرُّض للمخاطر والضعف والقدرة، بما يؤدي إلى واحدة أو أكثر من الأمور التالية: الخسائر والآثار البشرية والمادية والاقتصادية والبيئية."
- الخطر: حدث "...يمكن أن يتسبب في حدوث خسائر في الأرواح أو إصابات أو آثار صحية أخرى، أو في إتلاف ممتلكات، أو في حدوث اضطرابات اجتماعية واقتصادية أو تدهور بيئي".
- التخفيف: "... هو تقليل أو الحد من الآثار السلبية لحدث خطير".
- القدرة على الصمود: هي "قدرة نظام أو جماعة أو مجتمع معرض للأخطار على مقاومة آثار الأخطار واستيعابها والتكيف معها وتحويلها والتعافي منها في الأوان المطلوب وبطريقة فعالة، بسبل منها حفظ هياكلها الأساسية الضرورية ووظائفها وإصلاحها من خلال إدارة المخاطر."
- مخاطر (وقوع كارثة): "احتمالات حدوث خسائر في الأرواح أو إصابات أو تدمير أو إتلاف ممتلكات في منظومة أو مجتمع أو جماعة في فترة زمنية محددة، تُحدَّد استناداً إلى عناصر التعرُّض للخطر وقابلية التضرُّر والقدرات."
- تقييم مخاطر (وقوع كارثة): "نهج كمي أو نوعي لتحديد طبيعة ومدى مخاطر الكوارث عن طريق تحليل الأخطار المحتملة وتقييم الظروف الحالية للتعرض للخطر وقابلية التضرُّر التي يمكنها مقترنةً معاً أن تُلحق أضراراً بالأشخاص والممتلكات والخدمات وسُبل العيش والبيئة التي يعتمدون عليها."
- إدارة المخاطر: "الخطط [التي] تحدد الغايات وكذلك الأهداف المعيّنة للحد من مخاطر الكوارث، إلى جانب الإجراءات ذات الصلة لتحقيق هذه الأهداف."
- الحد من المخاطر: "الحيلولة دون ظهور مخاطر الكوارث الجديدة والحد من مخاطر الكوارث القائمة وإدارة المخاطر المتبقية، وكل ذلك يساهم في تعزيز القدرة على الصمود وبالتالي في تحقيق التنمية المستدامة."
- قابلية التضرُّر: "هي الشروط التي تحددها العوامل أو العمليات المادية والاجتماعية والاقتصادية والبيئية والتي تزيد من احتمالات تعرض الفرد أو المجتمع المحلي أو الأصول أو النظم لآثار الأخطار".

المصدر: تقرير الفريق العامل الحكومي الدولي المفتوح العضوية المعني بالمؤشرات والمصطلحات المتعلقة بالحد من مخاطر الكوارث https://digitallibrary.un.org/record/852089/files/A_71_644-AR.pdf

6 — تقييمات قابلية التضرُّر من العواصف الرملية والغبارية المستندة إلى نظام المعلومات الجغرافية ورسم خرائطها

يمكن لمعالم قابلية التضرُّر الاجتماعي أن توفّر فهماً مفصلاً لما يلي: (1) من هُم عرضة لقابلية التضرُّر من العواصف الرملية والغبارية (بما في ذلك نوع الجنس، والعمر والإعاقة)، و(2) درجة قابليتهم للتضرُّر، و(3) أسباب قابلية التضرُّر منها. وتُطلِع عملية رسم خرائط للمناطق المعرضة لقابلية التضرُّر هذه صانعي القرار وواضعي السياسات على مدى خطورة وحدّة مخاطر العواصف الرملية والغبارية ومن هم أكثر عرضة لقابلية التضرُّر، وتُقدّم معلومات إلى الحكومات المحلية وموظفي الطوارئ والصحة والرعاية الاجتماعية والمجتمع المدني وغيرهم من أصحاب المصلحة بشأن الأماكن التي ستوجَّه نحوها جهود إدارة مخاطر العواصف الرملية والغبارية.

وتُظهر قابلية التضرُّر الاجتماعي هذا التباين المكاني الزمني الكبير إلى الحد الذي يجعل منصة المعلومات الجغرافية التفاعلية القائمة على نظام المعلومات الجغرافية قادرة على المساعدة في التعامل معه بكفاءة. قابلية التضرُّر ليست خاصية متأصلة في نظامٍ يمكن رصدها أو قياسها بصورة مباشرة. وبدلاً من ذلك، يجب استنتاجها من خلال مجموعة من المتغيرات (المؤشرات) لتقدير التعرُّض والحساسية والقدرة على التأقلم.

المربع 3- المصطلحات الرئيسية المستخدمة في عملية تقييم القابلية للتضرُّر على أساس نظام المعلومات الجغرافية

- **قابلية التضرُّر:** وظيفة تتألف من ثلاثة عناصر تفاعلية: (1) التعرُّض للتغيير، و(2) الحساسيات المرتبطة به، و(3) القدرات على التأقلم ذات الصلة. كلما زاد التعرُّض أو الحساسية، زادت قابلية التضرُّر.
- **التعرُّض:** طبيعة ومدى تعرّض عناصر النظام للمخاطر بسبب أخطار طبيعية أو بشرية.
- **الحساسية:** مدى تعديل النظام أو تأثره بالمحفزات الخطرة.
- **القدرة على التأقلم:** القدرة على مواجهة الآثار السلبية المحتملة وإدارتها والتعافي منها والتكيف معها. وينبغي مراعاة النوع الاجتماعي والعُمر والحالة الصحية عند تحديد القدرة على التأقلم.

من الممارسات الشائعة لتقدير قابلية التضرُّر استخدام تدابير بديلة لعناصر قابلية التضرُّر ومن ثم تجميدها لتحقيق "درجة" قابلية التضرُّر العامة. وتُعدّ المؤشرات المتعلقة بصحة الإنسان، والجوانب الاجتماعية الاقتصادية، والبيئة، والنظام الإيكولوجي الزراعي أساسية لعملية تقييم القابلية للتضرُّر.

عند اختيار مؤشرات محددة، يلزم مراعاة ثلاثة أسئلة:

- السؤال 1: كيف تُساهم المؤشرات المحددة (طبقة بيانات نظام المعلومات الجغرافية) في قابلية التضرُّر بالعواصف الرملية والغبارية؟
- السؤال 2: إلى أي عنصر من عناصر قابلية التضرُّر (التعرُّض، أو الحساسية، أو القدرة على التأقلم) ينتمي المؤشر المحدد؟
- السؤال 3: إلى أي مستوى من التحليل (محلي أو قطاعي أو وطني أو دولي) ينتمي المؤشر المحدد؟

يلزم النظر في عدد من المسائل الفنية في عملية التقييم ورسم الخرائط. وتشمل هذه البيانات مطابقة البيانات في نفس نموذج وهيكل البيانات الهندسية؛ وتحويل مصدر بيانات غير هندسي إلى التمثيل المكاني؛ وتوحيد مقاييس القياس المختلفة المستخدمة في المؤشرات (بما في ذلك التوسع والتوحيد القياسي) وعملية ترجيح البيانات (**الشكل 10**).

الشكل 10- عملية موجزة لرسم خرائط المناطق المعرضة لقابلية التضرُّر المستندة إلى نظام المعلومات الجغرافية

7 — إطار تقييم الأثر الاقتصادي للعواصف الرملية والغبارية

يُعد قياس أثر العواصف الرملية والغبارية أمراً بالغ الأهمية لأنه يسمح لحكومة بلدٍ ما بتحديد ما إذا كان يمكن تعديل تكاليف العواصف الرملية والغبارية من خلال الاستثمار في مشاريع التخفيف. كما ينبغي للحكومات أن تدرج تكاليف العواصف الرملية والغبارية في تقاريرها كجزء من عملية رصد سِنداي.[4]

ومن الضروري أن ندرك أنّ معظم فوائد التخفيف سوف تعود على الأفراد، ولكن معظم التكاليف تتكبدها الحكومة أو الوكالات الحكومية. وبالتالي، فحتى إن كانت هناك فوائد صافية، قد لا يكون لدى وكالة التمويل الأموال الكافية لتمويل برنامج التخفيف.

ويمكن أيضاً الاضطلاع بمشاريع للتخفيف من الغبار في مناطق المصدر خارج الحدود الوطنية للبلد، حيث تبيّن أن جسيمات الغبار المحمولة جواً تقطع مسافات طويلة، مما يعني أنّه يمكن أن تكون هناك مسافة كبيرة بين منطقة المصدر ومنطقة التأثير. ونتيجة لذلك، فإنّ فوائد وتكاليف برنامج التخفيف قد تقع على عاتق البلدان التي لا تعاني من بعض الآثار الرئيسية، أو تتكبدها. ومع ذلك، يتمثل معيار القرار الرئيسي في أنّ الفوائد الصافية للبرنامج (مجموع الفوائد في كل من مناطق التأثير والمصدر) تتجاوز التكاليف.

ينبغي النظر في مجموعة من التكاليف عند تقييم الأثر الاقتصادي. وهي تشمل: (1) التكاليف المباشرة - وهي ما يرتبط بالأثر المباشر للكارثة، و(2) التكاليف غير المباشرة - وهي ما يُفرض على الاقتصاد نتيجة تعطّل الأعمال أو غيرها من الآثار المماثلة الناجمة عن كارثة. كما تُحسَب تكاليف العواصف الرملية والغبارية على أساس ما إذا كان تكبّدها يجري داخل الموقع أم خارجه.

التكاليف في الموقع تكون عادةً في شكل فقدان التربة والرمال، وبالتالي فقدان العناصر الغذائية والمواد العضوية للتربة، بما في ذلك كربون التربة. ويمكن أن تترتب عن ذلك آثار بالغة طويلة الأجل على الإنتاج الزراعي في مناطق مصدر العواصف الرملية والغبارية. ويجري تكبّد مزيدٍ من التكاليف في الموقع في منطقة المصدر بسبب الأضرار التي لحقت بالبنية التحتية مثل شبكات الري أو المياه، وتدمير الأسوار، وفقدان الماشية وأعلافها، والسفع الرملي للمحاصيل وتنظيف الطرق. ويمكن أن يحتوي الغبار أيضاً على كربون التربة، الذي قد يكون له قيمة لمالك الأرض، لا سيما إذا أصبحت أسواق عزل الكربون والكربون أكثر فاعلية في المستقبل.

4 انظر https://sendaimonitor.undrr.org/.

تتوقف التكاليف خارج الموقع (المربع 4) على عوامل كثيرة، أهمها مستوى النشاط الاقتصادي في منطقة التأثير. تشمل مجالات محددة من التكاليف خارج الموقع كلاً من النقل، والصحة، وتنظيف المنازل، والتجارة، والصناعة التحويلية، والزراعة (بما في ذلك فقدان المحاصيل والحيوانات و/أو تدهور نوعيتها).

المربع 4- مجالات محددة من التكاليف خارج الموقع:

- **النقل** – أي حدث يحد من قدرة النقل أو حركة المَركبات يمكن أن يتسبب في خسائر اقتصادية كبيرة. غير أنّه قد يكون من الصعب تقدير أثر العواصف الرملية والغبارية على سرعة السفر وتكاليف النقل.
- **الصحة** – من الصعب قياس الآثار الصحية المترتبة عن العواصف الرملية والغبارية وتحديد تكلفة لها، بسبب الاختلافات في الإبلاغ عبر البلدان أو المناطق والاختلافات في تحليلات البيانات. ومن المشاكل التي تنشأ في كثير من البحوث المتعلقة بالآثار الصحية للغبار مشكلة عزو الأثر. فعلى سبيل المثال، فإنّ نسبة من السُكَّان المُعرَّضين للخطر، لا سيما مَن يعانون من مشاكل سابقة في أمراض القلب والرئة، قد تكون لديهم معدلات وفيات أو اعتلال أعلى في أثناء العاصفة الغبارية بسبب الغبار الجوي الذي يؤدي إلى تفاقم حالتهم السابقة. والسؤال المطروح هو ما إذا كان للغبار آثار مباشرة على الصحة أو ما إذا كان ينبغي اعتباره مُعَدِّلاً غير مباشر للآثار الصحية.
- **تنظيف المنازل** – أظهرت الأبحاث أنّ الأسر المعيشية تواجه أعلى التكاليف المباشرة للعواصف الرملية والغبارية بسبب عمليات التنظيف الداخلية والخارجية، فضلاً عن إصلاح وصيانة المنشآت والمَركبات.
- **التجارة والتصنيع** – إنّ قياس أثر العواصف الرملية والغبارية على القطاع التجاري محفوف بالتحديات. ويجوز أن تُبذل بعض النفقات التي لا تُنفَق في أثناء حدث من أحداث العواصف الرملية والغبارية بعد ذلك، مما يعني أنه لا توجد خسارة في الدخل لبعض المتعهدين التجاريين. وقد لا تُجرى مشتريات تتأثر بعامل الوقت، مثل الأغذية الطازجة، في أثناء الحدث المتعلق بالعواصف الرملية والغبارية، ويعني ذلك أن تجار التجزئة سوف يخسرون العائدات ولابد من التخلّص من المنتج (المنتجات). وعلى نحو مماثل، قد لا تُجرى المشتريات التقديرية، مثل القهوة الجاهزة، مما يقلل مرة أخرى من دخل تجار التجزئة. ويمكن تكبّد تكاليف غير مباشرة أخرى في القطاع التجاري بسبب التأخر في تسليم السلع اللازمة للإنتاج أو في نقل السلع من مرافق الإنتاج.
- **قطاع الصناعة** قد يتأثر بالعواصف الرملية والغبارية إذا دخلت الجسيمات الدقيقة مرفق التصنيع، أو بتأخر المواد اللازمة للإنتاج الجاري العالقة في عملية النقل. وهناك تكلفة أخرى تتمثل في التغيب عن العمل: فقد يتغيب الموظفون لرعاية أطفالهم (إذا كانت المدارس مغلقة في أثناء هبوب عواصف رملية وغبارية) أو لرعاية غيرهم ممن يحتاجون إلى رعاية. وقد ثبت أنّ التغيب يحد من الإنتاجية وبالتالي يجب أن يضاف إلى التكلفة نتيجة لهبوب العواصف الرملية والغبارية.
- **الزراعة** – يمكن للعواصف الرملية والغبارية أن تفرض تكاليف على القطاع الزراعي من خلال:
  1- تدمير المحاصيل أو انخفاض الإنتاجية؛
  2- انخفاض الإنتاج الحيواني بسبب نفوق الحيوانات أو انخفاض إنتاجية الحليب أو اللحوم؛
  3- الضرر اللاحق بالبنية التحتية.

بالنسبة إلى المحاصيل السنوية، ترجع الخسائر إلى انطمار الشتلات أو المحاصيل تحت الرواسب الرملية، وفقدان الأنسجة النباتية وانخفاض نشاط التمثيل الضوئي نتيجة السفع الرملي. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى خسارة كاملة للمحاصيل في منطقة معينة أو إلى انخفاض في الإنتاجية بسبب خسائر جزئية أو انخفاض/تأخير في معدلات النمو. وقد يكون الأثر على المحاصيل الدائمة مماثلاً للمحاصيل السنوية، مما يؤدي إلى فقدان المحاصيل في السنة الحالية أو انخفاض الغلّة. ولكن قد يكون هناك أيضاً تأثير أطول أجلاً على بعض المحاصيل الدائمة بسبب الأضرار التي لحقت بالأشجار أو المحاصيل (مثل تضرُّر البرسيم الحجازي/تيجان الفِصفِصة)، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض الإنتاج في السنوات المقبلة.

كما يمكن أن يتأثر الإنتاج الحيواني بعدة طرق. وقد يكون هناك انخفاض في الحليب المنتج في أثناء هبوب العواصف الرملية والغبارية، مما يؤثر على إيرادات المنتجين دون خفض تعويضي في التكاليف. يمكن أن تُصاب الماشية غير المحمية من العواصف الرملية والغبارية بأذى، وقد يتسبب أي إجهاد من البيئة المادية في التقليل من إنتاجيتها ونموها.

وقد تؤدي العواصف الرملية والغبارية إلى فقدان الحيوانات إما عن طريق نفوقها (ولا سيما من خلال الاختناق في الأحداث الشديدة) أو من خلال عدم تمكن المنتجين من تحديد مكانها بعد فرارها من حادثة العواصف الرملية والغبارية. وقد يُواجه مُربّو الإنتاج الحيواني كذلك مخزوناً من الأعلاف مدمَّراً أو تالفاً (سواء محاصيل المراعي أو العلف)، مما يتطلب منهم شراء علف ما كانت لتشتريه لولا ذلك.

الآثار السلبية الأخرى تشمل الأضرار التي تلحق بالبنية التحتية الزراعية (مثل طمر قنوات الري بالرواسب ومسارات النقل المغطاة)، وانخفاض نوعية المياه في الأنهار والجداول، وانخفاض نوعية الهواء.

تشمل التكاليف الأخرى للعواصف الرملية والغبارية في منطقة التأثير ما يلي: (1) انخفاض نشاط التشييد والتعدين، بسبب مسائل الصحة والسلامة في موقع التشييد أو المناجم، و(2) زيادة أنشطة خدمات الطوارئ بسبب حوادث الطرق أو حوادث المرور أو حركة سيارات الإسعاف التي تنقل المرضى ممّن يعانون من مشاكل صحية ذات صلة بالغبار إلى المستشفى، و(3) الضرر الذي يلحق بالبُنى التحتية للخدمات مثل خطوط أو أبراج نقل الكهرباء. ويمكن أن تؤثر العواصف الرملية والغبارية أيضاً على الأنشطة الثقافية والترفيهية والرياضية، وستتوقف التكلفة التي يتحملها الاقتصاد على نوع الحدث المتأثر.

والطريقة المفضّلة هي الجمع بين محاسبة التكاليف والدراسات الاستقصائية، حيث تستخدم هذه الدراسات لتحديد التكاليف التي قد لا تكون متاحة بسهولة، مثل تكاليف التنظيف المنزلي. وستسمح هذه الطريقة بإجراء مقارنات بين البلدان حيث ستستخدِم جميع البلدان أو المناطق نفس الإطار.

وعادةً ما تطرح حوادث العواصف الرملية والغبارية فوائد فورية قليلة، وهي في العادة فوائد صغيرة نسبياً إذا ما قُورنت بالتكاليف خارج الموقع. وتنشأ فوائد مخزونات التنمية المستدامة من مصدرين رئيسيين - هما ترسب المغذيات في اليابسة، وترسب المعادن والمغذيات في المياه، ولا سيما المسطحات البحرية. وقد يحتوي غبار العواصف الرملية والغبارية على مغذيات التربة مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، فضلاً عن الكربون العضوي. وعند ترسّبها، يمكن أن توفِّر هذه العواصف المواد المغذية للمحاصيل أو المراعي في اتجاه الرياح من منطقة المصدر.

وهناك نُهُج متعددة لقياس الأثر الاقتصادي للعواصف الرملية والغبارية وتكاليف برامج التخفيف وفوائدها (**الجدول 1**). ومع ذلك، بالنظر إلى تنوّع الموارد لجمع وتحليل بيانات الأثر الاقتصادي للعواصف الرملية والغبارية عبر البلدان، يُوصى باتباع نهج بسيط نسبياً.

الجدول 1- موجز المنهجيات ومتطلبات البيانات والمهارات المطلوبة

منهجية تقييم الأثر	متطلبات البيانات	مهارات المحللين	نقاط القوة في الأسلوب	نقاط الضعف في الأسلوب	التطبيقات على تحليل آثار العواصف الرملية والغبارية
التوازن العام القابل للحوسبة (CGE)	مرتفعة جداً، تستلزم وجود مجموعة من البيانات بما في ذلك الاقتصاد بأكمله.	مرتفعة جداً، ينبغي أن تكون قادرة على إنشاء مصفوفة محاسبة اجتماعية.	جيّدة بالنسبة إلى تحليل الحدث الواحد.	تستلزم وجود سنة ضابطة.	لا توجد تطبيقات على العواصف الرملية والغبارية. جرى التطبيق في حالات منفردة للكوارث: روز وليم (2002)، زلزال كاليفورنيا؛ هوريدج ومادن وويتوير (2005)، الجفاف في أستراليا.
المُدخلات - المُخرجات (I-O)	مرتفعة جداً، تستلزم وجود مجموعة من البيانات بما في ذلك الاقتصاد بأكمله.	مرتفعة جداً، ينبغي أن تكون قادرة على إنشاء مصفوفة محاسبة اجتماعية.	جيّدة بالنسبة إلى تحليل الحدث الواحد.	تستلزم وجود سنة ضابطة.	أي وبولنسكي (2008)، أثر العواصف الرملية والغبارية على بيجين.
دراسات استقصائية	متوسطة– تستلزم وجود معدل استجابة جيد للدراسات الاستقصائية.	متوسطة، ولكن مرتفعة عندما تتعلق بتصميم الدراسات الاستقصائية واختيار العينات.	بسيطة؛ سهلة بالنسبة إلى المحللين ذوي المهارات المنخفضة. يمكن استقراء أحداث فردية لأحداث متعددة.	قد يكون من المكلف جمع البيانات الكافية من حيث الجودة والكمية من أجل التحليل الكامل.	هوسار وبايير (1986)، الأثر الذي تخلّفه على نيو مكسيكو حالات هبوب عواصف رملية وغبارية متعددة.
هجينة	متوسطة - مرتفعة.	متوسطة - مرتفعة، تستلزم المهارة لتحديد البيانات والفجوات في البيانات.	بسيطة نسبياً، قادرة على التقاط التأثير الكامل، بشرط عدم وجود فجوات في البيانات. يمكن استقراء أحداث فردية لأحداث متعددة.	في حالة وجود فجوات في البيانات أو قصور في جمع البيانات، فستكون النتائج سيئة جداً.	توزر وليز (2013)، حدث منفرد من أحداث العواصف الرملية والغبارية في أستراليا؛ ميري وآخرون (2009)، أحداث متعددة في محافظة سيستان الإيرانية.

يتمثل أحد التحديات الرئيسية في تحليل التكاليف والفوائد في تقدير التكاليف و/أو الفوائد المترتبة عن الخصائص التي قد تتأثر بالعواصف الرملية والغبارية، ولكن ليس لها أي قيمة سوقية محددة أو طريقة لتحديد قيمتها باستخدام تقنيات قائمة على السوق، مثل الفوائد البيئية، أو خدمات النظم البيئية، أو المنافع المجتمعية، بما في ذلك الصحة والمساواة بين الجنسين.

هناك فئتان من تقنيات التقييم غير السوقية: التفضيلات المكشوفة والتفضيلات المُعلَنة. وهناك عدة أساليب متاحة للتفضيلات التي جرى الكشف عنها، بما في ذلك التسعير على أساس المتعة، ونموذج تكاليف السفر، وأسلوب التقييم الاحتمالي، ونمذجة الاختيار، والتحليل التجريبي **(المربع 5)**.

المربع 5- طرق الكشف عن التفضيلات في تحليل التكلفة والعائد لتقييم الأثر الاقتصادي للعواصف الرملية والغبارية

- **تسعير على أساس المتعة.** لا يعامل تحليل الأسعار على أساس المتعة "المنتج" كمنتج واحد بل كمجموعة من السمات والصفات والخصائص التي يرغب المستهلكون في الحصول عليها ويكونون على استعداد لأن يدفعوا مقابلها. ويعكس السعر الذي يدفعه المستهلكون مقابل منتجٍ ما مقدار "قيمة" كل سمة في هذا المنتج (كوستانيغرو ومكلوسكي، 2011).
- **نموذج تكاليف السفر.** يستعين نموذج تكاليف السفر بسلوك المستهلك لقياس القيمة التي يضعها المستهلكون على "سلع" مثل المواقع ذات الأهمية البيئية أو الثقافية (هانلي وسباش، 1993). ويقيس الأسلوب المبلَغ الذي سيدفعه المستهلكون "للسفر" إلى موقع ما، حيث يشمل الدفع تكاليف السفر (مثل الطيران أو القيادة)، ورسوم الدخول، وتكاليف الإقامة، والمعدات الأساسية (على سبيل المثال معدات التخييم)، والنفقات في الموقع مثل الطعام والشراب. ويمكن بجمع تكاليف السفر لعموم العدد المتوقع من زوار الموقع تقدير "قيمة" الموقع.
- **طريقة التقييم الاحتمالي (CVM).** تستعين هذه الطريقة باستطلاعات الرأي الخاصة بالمستهلكين، وعادةً في شكل من أشكال التجارب الخاضعة للرقابة، ممّن يُسألون عن المبلغ الذي يرغبون في دفعه مقابل منتج أو خدمة معينة بسمات محددة. وفي النظام الإيكولوجي أو التحليل البيئي، يُسأَل "المستهلكون" عن مدى استعدادهم لدفع تكاليف الخدمات التي يوفرها النظام الإيكولوجي أو المنطقة الحساسة بيئياً، أو بدلاً من ذلك، يُسألون عن مقدار استعدادهم لقبول خسارة الخدمات المقدمة (نينان، 2014).
- **نمذجة الخيار.** تتشابه نمذجة الاختيار مع نموذج التحقق من المخاطر، باستثناء أنّه بدلاً من تقييم الخدمة التي يقدمها النظام الإيكولوجي أو المنطقة الحساسة بيئياً، يُطلب من المستهلكين تقييم السمات البيئية المحددة للمنطقة، ثم الاختيار من البدائل التي توفر مستويات مختلفة من السمات (نينان، 2014).
- **التحليل التجريبي.** تُستخدم هذه الطريقة لمعالجة بعض أوجه القصور في أساليب التفضيل المعلَنة، مثل الاختلافات بين ما يقوله الناس في الدراسات الاستقصائية (ذِكر استعدادهم للسداد) وما يقومون به في الواقع (سلوكهم الفعلي)، المشار إليه بـ "التحيز الافتراضي". وفي بعض التحليلات التجريبية، يستخدم المستهلكون أموالاً حقيقية لتحديد استعدادٍ أكثر دقة للدفع. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى إزالة بعض التحيز الافتراضي الذي قد يكون واضحًا في ردود الدراسة الاستقصائية حيث لا توجد عواقب للقرارات المُتخذَّة.

8 — العواصف الرملية والغبارية والصحة

منذ أواخر القرن العشرين خضعت الآثار الصحية التي تخلّفها العواصف الرملية والغبارية لتحقيقٍ متزايد. وعلى وجه الخصوص، جرت دراسة تعديل تلوث الهواء في المناطق المتأثرة بالعواصف الرملية والغبارية لفهم تأثيره على الصحة.

لفهم الآثار الصحية المترتبة عن العواصف الرملية والغبارية، فإنّ أول مسألة ينبغي مراعاتها هي أنّ توصيف تعرُّض الأفراد والسكان يمكن مقاربته بطرق مختلفة. ثانياً، يشكل توافر البيانات الصحية تحدياً في كثيرٍ من المناطق المتضرّرة من العواصف الرملية والغبارية. وقد أُجريت معظم الدراسات حتى الآن في شرق آسيا وأوروبا والشرق الأوسط، بينما يوجد نقصٌ في الدراسات في غرب أفريقيا.

وقد بُحثت كثيرٌ من النتائج الصحية، من حيث الوفيات والاعتلال على حد سواء، في الدراسات الوبائية التي ركزت بشكل رئيسي على الآثار القصيرة الأجل للعواصف الرملية والغبارية، بينما تشير نتائج الاستعراضات المنهجية إلى استنتاجات مختلفة. وتظهر آثار زيادة الخطر في وفيات القلب والأوعية الدموية وفي الاعتلال الناجم عن أسباب تنفسية والربو في مرحلة الطفولة.

لا يزال السبب والنتيجة بين انتشار الرمل والغبار في الجو والنتائج الصحية غير واضح ويتطلب مزيداً من البحث المكثف. ولهذا السبب، إلى جانب الثغرات في البيانات المتعلقة بالأمراض والوفيات المرتبطة بالعواصف الرملية والغبارية، لم تُوضع بعد تقديرات محددة للآثار الصحية لهذه العواصف وأعبائها بصورة كاملة.

9 — رسم خرائط لمصادر العواصف الرملية والغبارية

يمكن تعريف مصدر العواصف الرملية والغبارية بأنه سطح التربة السطحية الجافة غير المحمي نسبياً الذي يخلو من الغطاء النباتي أو الثلج/الجليد أو الماء، وهو غير متجمد ويوجد فيه جسيمات تربة جاهزة للانتشار في ظروف ريحية. وتتأثر قابلية المصدر للتعرية أو ديناميتها بالمناخ، وبالظروف الجوية (على سبيل المثال، سرعة الرياح أو الجفاف)، وبظروف وخصائص سطح التربة، وبالنشاط البشري.

تتصل ديناميات مصادر العواصف الرملية والغبارية بالتغيرات الموسمية في الغطاء النباتي والغطاء الثلجي، ووجود المسطحات المائية أو تغيراتها، وما إذا كانت التربة متجمدة. وتسبب هذه الاختلافات تغيراً ملحوظاً في التوزيع الجغرافي لمصدر العواصف الرملية والغبارية. فسطح التربة الذي يحتوي على جسيمات تربة أصغر حجماً، وعموماً جسيمات بحجم الطين والطمي يصل قطرها إلى حوالي 50-60 ميكرومتراً، يكون أكثر عرضة للتعرية الريحية. ويزيد انتشار الغبار إذا تبعثر هيكل التربة وكانت سائبة.

لا بد من معرفة مصادر العواصف الرملية والغبارية من أجل تقييم مخاطرها وآثارها، والتخطيط للتخفيف منها، والتنبؤ بها، وإنشاء نظم للإنذار المبكر بهذه العواصف. ويتطلب رسم خرائط التوزيع المكاني والزمني لمصادر العواصف الرملية والغبارية فهماً لأسباب هذه المصادر وتكوينها وتنشيطها.

ويمكن تقسيم رسم خرائط مصادر العواصف الرملية والغبارية إلى نهجين. نهج يستند إلى البيانات المتعلقة بحدوث العواصف الرملية والغبارية في الماضي: فكلما طالت الفترة الزمنية التي تغطيها مجموعات البيانات المستخدمة، كان إنتاج الخرائط أفضل. يقدم هذا النهج لمحة عامة جيدة عن مصادر العواصف الرملية والغبارية الرئيسية والمتكررة، بما في ذلك المصادر العالمية والإقليمية التي تهيمن على حدوث العواصف الرملية والغبارية. تشمل نقاط الضعف لهذا النهج: (1) التغطية المكانية والزمنية للملاحظات ليست مستمرة، (2) دقة رسم الخرائط أقل نسبياً من استخدام البارامترات المتعلقة بالتربة، (3) يمكن إهمال أو التقليل من شأن الأحداث والمصادر المحلية والقصيرة الأجل المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية.

يستند النهج الآخر المتّبَع في رسم خرائط المصادر إلى بيانات عن الظروف السطحية، مع التركيز على تقييم قدرة الرياح على التسبب في تعرية سطح التربة. وتشمل البارامترات الهامّة ذات الصلة بالتربة اللازمة لرسم خرائط مصادر العواصف الرملية والغبارية خصائص التربة مثل نسيج التربة، وهيكل التربة، وتوزيع حجم الجسيمات، ورطوبة التربة، ودرجة حرارة التربة، وقوام التربة، والغطاء الأرضي، والتربة المجمَّدة.

تشمل مزايا هذا النهج: (1) إدراجه لمعلومات عن حالة سطح التربة مثل خصائص التربة واستخدام الأراضي، (2) كشفه وترسيمه للمصادر المحلية، (3) تحديده للمصادر الموسمية الخاملة أو غير الهامّة. غير أنّ هذا النهج يتطلب توليفة معقّدة من المعلومات من مصادر مختلفة للبيانات ويمكن عرضها مع عدم وجود معلومات عن خصائص التربة وتحليل التربة.

10 — ملاحظة العواصف الرملية والغبارية ورصدها ونمذجتها

يمكن تقسيم قياسات الغبار إلى مجموعتين: الاستشعار عن بُعد وفي الموقع. وعادةً ما يستخدم أخصائيو الأرصاد الجوية العاملون قياسات المنتجات المتعددة الأطياف الناتجة عن الأجهزة الموجودة على متن الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة إلى الأرض لرصد الغبار والبث الآني. وتُعد الصور المأخوذة من أحدث جيل من الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة إلى الأرض (**الشكل 11**) أداة حيوية لرصد الغلاف الجوي، لأنها تجمع بين مزايا المدارات المتزامنة (التقاط صور متكررة على مساحة شاسعة) بقدرات أجهزة قياس الإشعاع عالية الدقة، ويمكن أن تكون متاحة في المستقبل القريب. غير أنّ المنتجات الساتلية المستخدمة لرصد أحداث الغبار تواجه تحديات تشمل ما يلي: (1) الصعوبات في التحقق من ارتفاع جسيمات الغبار، (2) إمكانية كشف الهباء الجوي المنخفض على الأسطح الساطعة، مثل الصحارى، (3) عدم وجود معلومات عن طبقات الغبار تحت السحب.

الشكل 11- العاصفة الغبارية في صحراء غوبي

ملاحظة: في 8 آذار/مارس 2013، ارتفعت أعمدة الغبار من صحراء غوبي وهبّت على طول الحدود بين الصين ومنغوليا. وأبقت الرياح القوية الغبار عالياً في الجو لعدة أيام. وبحلول 13 آذار/مارس، ظهر الغبار في أقصى اتجاه الشرق في مقاطعة هينان وفي أقصى الجنوب في حوض نهر سيخوان. التقط مقياس طيف التصوير ذو الدقة المتوسطة (MODIS) على القمر الصناعي تيرا التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) هذه الصورة ذات الألوان الحقيقية.
المصدر: فريق الاستجابة السريعة للأراضي التابع للإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا)/مركز غودارد لرحلات الفضاء (GSFC)/جيف شمالتز/مقياس طيف التصوير ذي الدقة المتوسطة (MODIS)، 2013.

يلزم أيضاً جمع معلومات في الموقع عن العواصف الرملية والغبارية من أجل الرصد والتنبؤ الفعّالين. ويشمل ذلك محطات القياس الأرضية وشبكات جودة الهواء وسجلات الطقس وملاحظات الرؤية. ولهذه المقاييس مزايا وعيوب حسب المواقع ومنهجية القياس. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام ملاحظات الرؤية المسجلة في سجلات الأحوال الجوية كوسيلة للتعرف على الأحداث التي وقعت في الماضي، في حين أنه يمكن استخدام بلاغات المحطات الجوية بناءً على الرموز الموحَّدة للطقس الحالي التي وضعتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية لتحديد الرمال والغبار المحمولة جواً.

يمكن الاطلاع على معلومات مفصّلة عن الأساليب المستخدمة في رصد الغبار وتوصيفه (بما في ذلك توزيع الحجم، والتكوين السائب، والخصائص البصرية) في ورقة الاستعراض التي أعدها رودريغيز وآخرون (2012) والمراجع الواردة فيها. ويتوخى برنامج مراقبة الغلاف الجوي العالمي (GAW) التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية المراقبة الشاملة والمتكاملة والمستدامة للهوائيات على نطاق عالمي من خلال مجموعة من شبكات الهباء الجوي البحثية القائمة والتي تكمل شبكات الطائرات والأقمار الصناعية والوكالات البيئية (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2009).

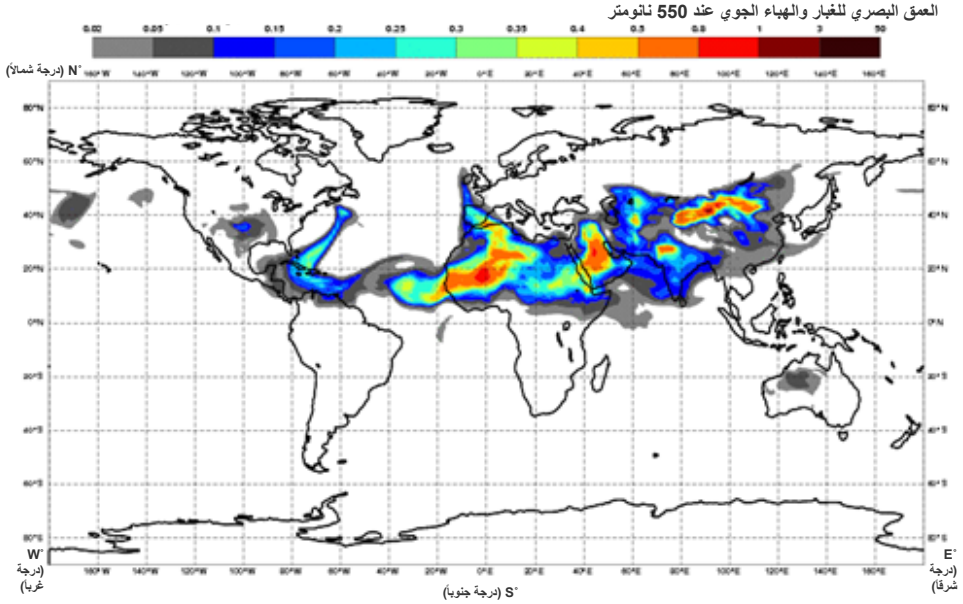
منذ عام 2004، بطلبٍ من أكثر من 40 بلداً، أخذت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية زمام المبادرة في هذا المجال. وأنشأت نظام المشورة والتقييم للتحذير من العواصف الرملية والغبارية (WMO SDS-IS) لتطوير وصقل وتوفير أساس لتوزيع المنتجات على المجتمع العالمي التي يمكن استخدامها للحد من التأثيرات الضارة للعواصف الرملية والغبارية وتقييم آثارها على المجتمعات وعلى البيئة.

المربع 6- برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي: مبادرة أوروبية

منذ عام 2008 ظلّ المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى يقدم تنبؤات جوية يومية (بما في ذلك تنبؤات الغبار) كجزء من المشاريع المتتالية التي يمولها الاتحاد الأوروبي. ويرد وصفٌ مفصّل لنموذج التوقعات والتحليل، بما في ذلك عمليات الهباء الجوي، في موركريت وآخرون (2009) وبينيديتي وآخرون (2009).

لقد مكّنت هذه الجهود من إدراج تنبؤات الغبار في ,برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي' العملياتي، الذي يوفّر تنبؤات الغبار العالمي اليومية حتى خمسة أيام مقدماً، ويساهم في نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO SDS-WAS). تُتاح جميع البيانات للجمهور على الإنترنت من خلال الموقع الشبكي http://www.copernicus-atmosphere.eu وعلى المواقع الشبكية لنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. ويرد أدناه مثال على ذلك. وبالإضافة إلى 'برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي' / المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى، تساهم ستة نماذج جديدة للتنبؤ بالغبار العالمي من مختلف المراكز الوطنية في نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2020)

الخميس 25 أيار/مايو 2017، الساعة 00 بالتوقيت العالمي المنسّق، التنبؤ المُقدَّم من برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي (CAMS)
t+036 VT: الجمعة 26 أيار/مايو 2017، الساعة 12 بالتوقيت العالمي المنسّق
العمق البصري للغبار والهباء الجوي عند 550 نانومتر



الشكل 12- التنبؤ المُقدَّم من برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي، لمدة 36 ساعة للعمق البَصَري للهباء الجوي للغبار، في 26 أيار/مايو 2017 الساعة 12 بالتوقيت العالمي الموحّد

المصدر: برنامج كوبرنيكوس لخدمات مراقبة الغلاف الجوي، 2017: https://atmosphere.copernicus.eu/

وقد طُوّرت قدرات النماذج الرقمية للتنبؤ بالطقس بشكل أكبر من خلال إدراج نماذج انتقال وتحوّل التركيبة الجوية (بما في ذلك الغبار)، وبالتالي فهي قادرة على التنبؤ بتركيزات مكونات الغلاف الجوي مثل الغبار المعدني ومعالجة القيود المفروضة على الرصد في الموقع.

ترتبط هذه النماذج الرقمية ارتباطاً وثيقاً بتوقعات العواصف الرملية والغبارية. وعلى الصعيد العالمي، يعمل نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية منذ عام 2007. وتُنشر الديناميات السنوية للعواصف الرملية والغبارية وأوصاف الأحداث الشديدة للغبار في نشرات الغبار حول الغبار المحمول جواً (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2017-2020).

يعزز هذا النظام من قدرة البلدان على تقديم التنبؤات والملاحظات والمعلومات والمعارف في الوقت المناسب ونوعيةً جيدة للمستخدمين من خلال شراكة دولية بين المجتمعات البحثية والتشغيلية (نيكوفيتش وآخرون، 2015؛ وتيراديلاس وآخرون، 2015؛ وباسارت وآخرون، 2019؛ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، 2020). ومن منطلق العمل كمركز دولي للبحوث ومراكز العمليات والمستخدمين النهائيين، يجري حالياً تنظيم نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/SDS) من خلال ثلاثة فروع إقليمية:

- فرع إقليمي لشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا (NAMEE)، يتولى تنسيق أعماله مركز إقليمي في برشلونة، إسبانيا، وتستضيفه الوكالة الحكومية للأرصاد الجوية في إسبانيا (AEMET) ومركز برشلونة للحوسبة الفائقة (BSC) (**المربع 7**).
- فرع إقليمي لآسيا، يتولى تنسيق أعماله مركز إقليمي في بيجين، الصين، وتستضيفه الإدارة الصينية للأرصاد الجوية (**المربع 8**).
- فرع إقليمي لعموم أمريكا، يتولى تنسيق أعماله مركز إقليمي في بريدجتاون، بربادوس، ويستضيفه المعهد الكاريبي للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (**المربع 9**).

المربع 7- المركز الإقليمي لشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

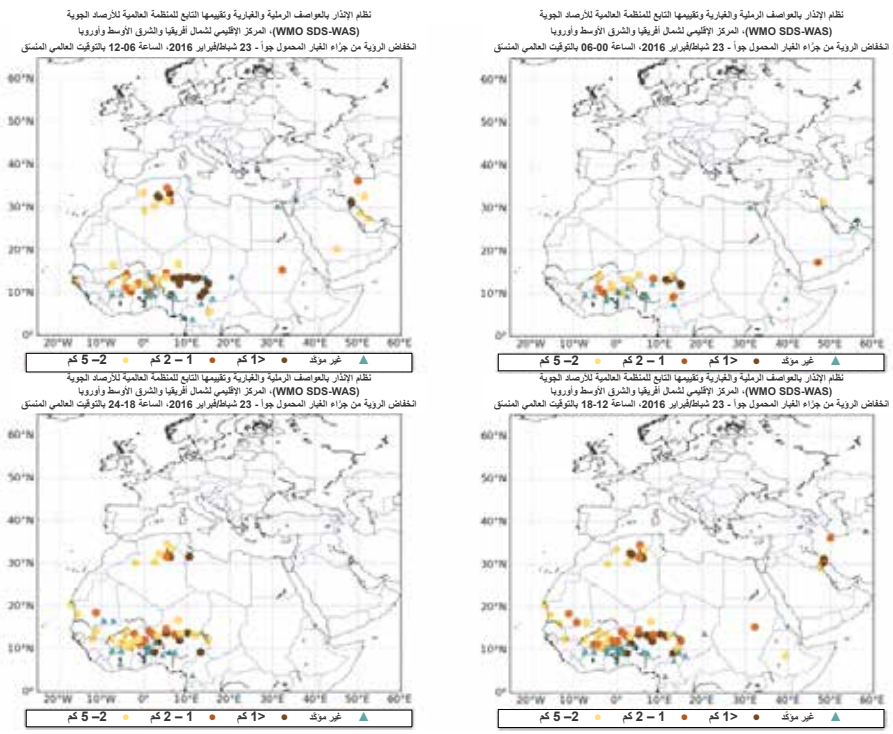
يعكف المركز الإقليمي لشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ومقره في برشلونة على جمع وتوزيع نواتج التنبؤ بناءً على نماذج عددية مختلفة يومياً من خلال صفحته الشبكية (https://dust.aemet.es/). وقد نمت هذه المبادرة بشكل ملحوظ مع إدماج مزيدٍ متلاحق من الشركاء.

في الوقت الراهن، تقدم 12 مجموعة من مجموعات النمذجة تنبؤات كل ثلاث ساعات من تركيز سطح الغبار (DSC) والعمق البَصَري للغبار (DOD) عند 550 نانومتر لمنطقة مرجعية تمتد من 25° درجة غرباً إلى 60° درجة شرقاً في خط الطول ومن 0° درجة إلى 65° درجة شمالاً في دائرة العرض. والغرض من المنطقة المرجعية هو تغطية مناطق المصدر الرئيسية في شمال أفريقيا والشرق الأوسط، فضلاً عن طرق النقل الرئيسية ومناطق الترسيب من خط الاستواء إلى شبه الجزيرة الاسكندنافية. يجري تحديث تنبؤات تصل إلى 72 ساعة كل ثلاث ساعات.

ويُقدِّم المركز الإقليمي في برشلونة يومياً منتجات شاملة متعددة النماذج بعد استيفاء جميع التوقعات بشكل ثنائي إلى شبكة مشتركة تبلغ 0.5° × 0.5° درجة.

منذ تشرين الأول/أكتوبر 2015، يصدر المركز الإقليمي لمنطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، خرائطَ كل ست ساعات تشير إلى محطات الأرصاد الجوية في مجالها الجغرافي، حيث تبلّغ عن انخفاض في مستوى الرؤية إلى ما دون 5 كيلومترات وترتبط بوجود عناصر الرمال والغبار المحمولة جواً (**الشكل 13**).

الشكل 13- خُفِضت الخرائط ذات الرؤية التي تصدر كل 6 ساعات إلى أقل من 5 كيلومترات مرتبطة بعناصر الرمال والغبار المحمولة جواً في 23 شباط/فبراير 2016



المصدر: المركز الإقليمي لشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية، 2016: https://sds-was.aemet.es/forecast-products/dust-observations/visibility

المربع 8- المركز الإقليمي لآسيا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

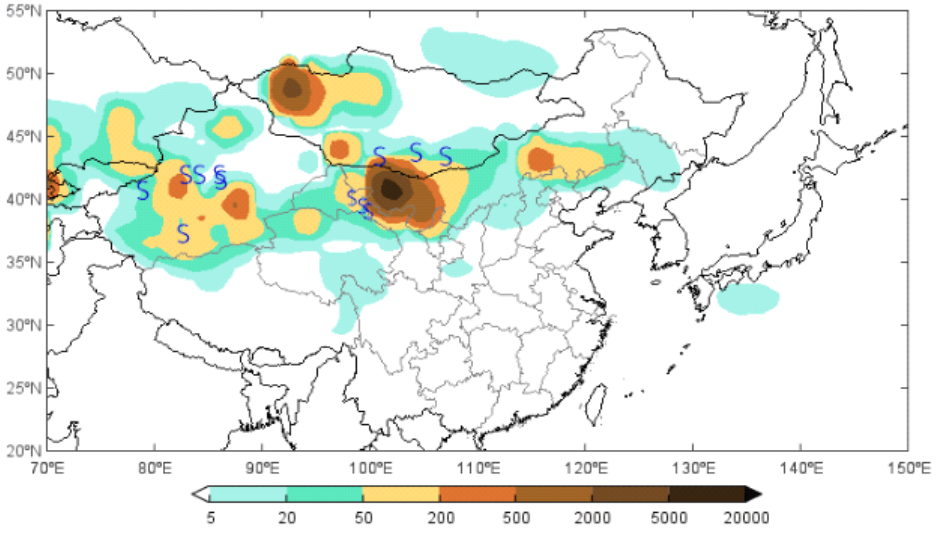
يعمل المركز الإقليمي لآسيا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (http://eng.nmc.cn/sds_was.asian_rc/)، ومقرّه في بيجين، بطريقة مماثلة لمركز برشلونة الإقليمي. وتُجمَع المعلومات عن الرمال والغبار يومياً وتُستخدم في خمسة نماذج رقمية لإعداد تقارير يومية. ويغطي مركز بيجين مصادر الغبار الأولية في آسيا الوسطى وشرق آسيا، وطرق النقل ومناطق الترسب حتى منطقة وسط المحيط الهادئ. وعلى غرار مركز برشلونة الإقليمي، تغطي توقعاته تركيز سطح الغبار (DSC) والعمق البَصَري للغبار (DOD) كل ثلاث ساعات وحتى 72 ساعة مقدماً. وتهدف المبادرة إلى تيسير تطوير تقنيات التنبؤ وتحسين دقة التنبؤ داخل المنطقة.

وتُقيَّم تنبؤات الغبار باستخدام نهج يختلف عن النهج الذي يستخدمه مركز برشلونة. وقد أُدمج في نظام للمعلومات الجغرافية نظام تسجيل أخطار يستند إلى مصادر رصد مختلفة. تتألف مجموعة بيانات الرصد من تقارير الطقس السطحي المنتظمة، وبيانات تركيز كتلة الجسيمات الدقيقة، وعمليات استرجاع العمق البَصَري للهباء الجوي (AOD) من شبكة الاستشعار عن بُعد للهباء الجوي في الصين (CARSNET)، وعمليات الاسترجاع من الأقمار الصناعية في فانغيون (FY) وبيانات نظام ليدار (LiDAR) لكشف المدى وتحديده بالضوء.

وقد وُضعت أربع فئات لحوادث هبوب الغبار:

- غبار معلَّق (الرؤية الأفقية دون 10 كيلومترات وسرعة الرياح منخفضة جداً)
- هبوب غبار (الرؤية بين 1 و10 كيلومترات)
- عاصفة رملية وغبارية (الرؤية دون 1 كيلومتر)
- عاصفة رملية وغبارية شديدة (الرؤية دون 500 م) (وانغ وآخرون، 2008).

نظام الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية وتقييمها التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO SDS-WAS)، مركز آسيا
الإدارة الصينية للأرصاد الجوية (CMA)، نظام التنبؤ البيني الصيني الموحَّد لكيمياء الغلاف الجوي (CUACE)/الغبار
تركيز سطح الغبار (ميكروغرام/م^3)
تاريخ التشغيل: 00 04 مارس/آذار 2013 صالح حتى: 03 05 مارس/آذار 2013(العلو+27)



الشكل 14- التحقق من التنبؤ بالغبار الصادر عن نموذج الإدارة الصينية للأرصاد الجوية الموحَّد لكيمياء الغلاف الجوي (CUACE)/[34] الغبار مع بيانات الرصد السطحي للعواصف الرملية والغبارية من محطات الرصد الجوي

ملاحظة: CUACE يرمز إلى 'نظام التنبؤ البيئي الصيني الموحَّد لكيمياء الغلاف' الجوي المعني بالغبار
المصدر: وانغ وآخرون، 2008.

المربع 9- المركز الإقليمي للبلدان الأمريكية الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

يُجري المركز الإقليمي للبلدان الأمريكية الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (http://sds-was.cimh.edu.bb/) ومقره في بربادوس تمريناً مشابهاً للمركزين الإقليميين الآخرين. غير أنّ مركز بربادوس يُقدِّم، بالإضافة إلى تركيزه الإقليمي، توقعات عالمية بشأن العواصف الرملية والغبارية تستند إلى ثلاثة نماذج عالمية للولايات المتحدة تديرها الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA)، وناسا، وسلاح البحرية في الولايات المتحدة، فضلاً عن مجموعة النماذج التشغيلية العالمية الخاصة بالتعاونية الدولية لتنبؤات الهباء الجوي (ICAP).

ووفقاً لأهداف الاستراتيجية المذكورة، يُعد مركز بربادوس مركزاً للتعاون في عموم الأمريكيتين، ويعمل مع المراكز الأخرى الخاصة بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية من أجل ما يلي:

- وضع وصقل وتوزيع منتجات المجتمع العالمي المفيدة في الحد من الآثار السلبية للعواصف الرملية والغبارية.
- تقييم آثار العواصف الرملية والغبارية على المجتمع والطبيعة.

وتتمثل الأولوية القصوى للمركز في معالجة الآثار الصحية الضارة الناجمة عن الغبار المحمول جواً في المنطقة، والمتمثل في الغبار المحلي المصدر، مثل القادم من صحاري موهافي وسونوران وأتاكاما، والغبار القادم من الأراضي القاحلة في قارات أخرى، مثل القادم من صحارى أفريقيا وآسيا.

11 — التنبؤ بالعواصف الرملية والغبارية

تدمج التنبؤات القائمة على الأثر والتي تُركِّز على الناس معلومات عن أثر الطقس المتوقع على الأفراد الذين قد يتعرّضون له في المعلومات المقدَّمة للجمهور. وبينما تشير التوقعات التقليدية إلى أنّ هناك عاصفة من الغبار في الأيام القليلة المقبلة، سيحدد التنبؤ الذي يركز على الناس الوقت الذي تبدأ فيه عاصفة الغبار، والأثر الذي قد يحدثه الغبار على الأفراد، مثل تقديم المشورة لمن لديهم مشاكل في التنفس لاتخاذ خطوات لحماية أنفسهم من العواصف الرملية والغبارية المتوقعة.

تستند التنبؤات القائمة على الأثر إلى ما يلي:

- فهم جيد جداً في الوقت الآني للظروف الجوية المتطورة، استناداً إلى نماذج الطقس التي تتضمن بيانات دقيقة في الأوان المطلوب عن الطقس من المصادر الأرضية والاستشعار عن بُعد.
- تصنيف واضح للظروف الجوية وما يُقابلها من مستويات التأثير.
- تقييم للمخاطر، بغية استخدامه لتحديد الآثار على مواقع أو مجموعات محددة في هذه المواقع أو المجموعات (مثل الأطفال).

عادةً ما تنشأ المعلومات المتوقعة من خلال نماذج رقمية للتنبؤ بالطقس. وهناك عدد من النماذج المتاحة التي تغطي المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية. ومن بين الأساليب التي يجري العمل عليها لتحسين النتائج المتوقعة التنبؤ الجماعي، ويهدف إلى وصف الحالة المستقبلية للغلاف الجوي من وجهة نظر احتمالية. وتجري عمليات محاكاة متعددة لتفسير عدم اليقين في الحالة الأولية و/أو عدم دقة النماذج والأساليب الرياضية المستخدمة في عملية المحاكاة (بالمر وآخرون، 1993).

إنّ الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه (NMHS) مسؤولة عن صياغة تنبؤات العواصف الرملية والغبارية على المستوى الوطني. وتبعاً لحجم البلد وقدراته بما يتعلق بالهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه (NMHS)، قد تُوضَع التنبؤات على المستوى دون الوطني (على مستوى المقاطعات أو الولايات). يتعيّن ربط هذه التنبؤات والمعلومات التحذيرية المرتبطة بها بسلطات إدارة الكوارث دون الوطنية (الإقليمية أو الحكومية)، فضلاً عن المنظمات والجهات الفاعلة الأخرى المشاركة في التعامل مع العواصف الرملية والغبارية.

ويمكن أن تختلف قدرة الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه على إدارة عملية تحليل بيانات العواصف الرملية والغبارية والتنبؤ بها اختلافاً كبيراً. وفي الحالات التي قد تكون فيها قدرات النمذجة والتنبؤ في إطار الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه محدودة، يمكن لنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية والموقع الشبكي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/SDS) توفير منتجات عالمية أو إقليمية من المنتجات القائمة على نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية لدعم الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه من خلال التنبؤ المحلي. ويمكن استخدام هذه المخرجات، إلى جانب أي نمذجة تقوم بها الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه، في التنبؤ اليومي وعلى المدى القريب (ثلاثة أيام) للعواصف الرملية والغبارية.

ولضمان أن تكون التنبؤات المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية متسقة وأن تكون الإنذارات منها في الأوان المطلوب ودقيقة ومنسَّقة، ينبغي أن تتعاون الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه والمتنبئون التجاريون الذين يعملون في بلد ما من أجل وضع خطة منسَّقة للتنبؤات ونشر الإنذارات. وقد يلزم أن تشمل هذه الخطة أيضاً التنبؤات القادمة من خارج البلاد عندما تُوجَّه الإنذارات عادةً من هذه المصادر، على سبيل المثال من خلال وسائط الإعلام العالمية.

12 — الإنذار المبكر من العواصف الرملية والغبارية

يُحكَم على فعالية نظم وخطط الإنذار المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية بمدى نجاح المتضرّرين من هبوب العواصف الرملية والغبارية في اتخاذ إجراءات لتجنبها أو الحد من آثارها، دون الاقتصار فقط على دقة وتطوّر التنبؤ بالعواصف الرملية والغبارية ونمذجتها. ويتمثل جزء بالغ الأهمية من نظام الإنذار الناجح في ضمان حصول من يعتزمون تلقي إنذار على المعلومات المقدَّمة وفهمها، فضلاً عن الإجراءات المقابلة للحد من الآثار.

ويسلِّم النهج الذي يركز على الناس والقائم على مراعاة منظور النوع الاجتماعي ويستند إلى الآثار بأن الأفراد المعرّضين للخطر يحوّلون الإنذارات إلى إجراءات عملية للحد من آثار العواصف الرملية والغبارية على الأفراد وعلى المجتمع ككل.

يُحدِّد تركيز الأثر الخاص بنظام الإنذار كيف يمكن أن يؤثر حدث من أحداث العواصف الرملية والغبارية على شخصٍ ما معرَّض لخطر العواصف وما يمكن عمله للحد من هذا التهديد.

الشكل 15 يوضِّح العناصر الأربعة لنظام إنذار فعَّال يركز على الناس ويُراعي المنظور القائم على النوع الاجتماعي ويستند إلى الأثر: (1) المعرفة بمخاطر الكوارث، (2) كشف ورصد وتحليل والتنبؤ بالأخطار والتبعات المحتملة، (3) نشر الإنذار والتواصل، (4) قدرات التأهب والتصدي.

يستخدِم نظام فعال للإنذار بالعواصف الرملية والغبارية نهجاً مجتمعياً شاملاً، حيث يُدمَج جميع أصحاب المصلحة - بمن فيهم السُكَّان المُعرَّضين للخطر (**المربع 10**) في نهج أحادي لضمان تقديم الإنذارات في الوقت المناسب وبطريقة هادفة، واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من الأثر أو تجنبه.

الشكل 15- مفهوم التنبؤ المتمحور حول الناس والمستند إلى الأثر

المعرفة بمخاطر الكوارث

- هل حُدِّدت الأخطار الرئيسية والتهديدات ذات الصلة؟
- هل خضع التعرُّض وقابلية التأثر والقدرات والمخاطر للتقييم؟
- هل حُدِّدت أدوار أصحاب المصلحة ومسؤولياتهم؟
- هل جرى توحيد المعلومات المتعلقة بالمخاطر؟

توجيه المخاطر والعواقب المحتملة ورصدها وتحليلها والتنبؤ بها

- هل هناك أنظمة مراقبة قائمة؟
- هل هناك أنظمة للتنبؤ والإنذار قائمة؟
- هل هناك آليات مؤسسية قائمة؟

نشر المعلومات المتعلقة بالإنذار والتواصل

- هل وُضعت عمليات مؤسسية وخاصة بصُنع القرار، وهل هي قيد التشغيل؟
- هل وُضعت أنظمة ومعدات الاتصالات، وهل هي قيد التشغيل؟
- هل تُنقل الإنذارات المبكرة المستندة إلى الأثر على نحو فعَّال لتحفيز المجموعات المستهدفة على اتخاذ الإجراءات؟

قدرات التأهب والاستجابة

- هل وُضِعَت تدابير للتأهب للكوارث ونُفِّذت، بما في ذلك خطط الاستجابة؟
- هل نُظِّمت حملات توعية وتثقيف عامة؟
- هل خضعت التوعية العامة ومستوى الاستجابة للاختبار والتقييم؟

المصدر: تبعاً للاستراتيجية الدولية للحد من الكوارث ووزارة الخارجية الاتحادية، 2006.

يعتمد أحد نظم الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية على خطة إنذار شاملة، تشمل مصادر المعلومات والتحليل، وأساليب النشر وإجراءات التشغيل القياسية لضمان تلقي الإنذارات في الوقت المناسب. وتُستكمل هذه الخطة الشاملة بخطط فرعية لقطاعات محددة (على سبيل المثال، الصحة) ومرافق محددة (مثل العيادات) أو أغراض محددة (مثل التحذيرات المتعلقة بالسفر على الطرق أو تحذيرات الطيران). وعادةً ما تتولى السلطة الوطنية لإدارة الكوارث قيادة عملية التخطيط والتنسيق العام لعملية الإنذار.

وحيث إن عملية الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية يمكن أن تتباين تبايناً كبيراً بين البلدان، فإنّ الأسئلة التالية تحتاج إلى إجابات واضحة يعترف بها جميع أصحاب المصلحة المعنيين:

- من لديه الصلاحية القانونية لإصدار الإنذارات؟
- من يضمن اتخاذ إجراء بشأن الإنذار؟ (على سبيل المثال، قد يختلف الطرف المسؤول عن إصدار إنذار (مثلاً، مكتب الأحوال الجوية المحلي) عن الطرف المسؤول عن ضمان متابعة الإنذارات (مثلاً، رئيس الحكومة المحلية، وموظفي مكتب الكوارث، والشرطة)).
- كيف ولمن تُقدِّم الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه أو المكاتب دون الوطنية معلومات تنبؤية وتحذيرية لضمان إصدار الإنذارات في أوانها المطلوب؟

المربع 10- أصحاب المصلحة المعنيّون بالإنذار المبكر

تضطلع طائفة من أصحاب المصلحة في عملية التنبؤ بأدوار هامّة في إعداد وإرسال واستخدام معلومات الإنذار بالعواصف الرملية والغبارية. وهي تشمل:

- فئات محددة معرضة للخطر يمكن أن تعاني من آثار صحية سلبية كبيرة أو غيرها من الآثار الناجمة عن العواصف الرملية والغبارية.
- مراكز التنبؤات الإقليمية، بما في ذلك المتخصصين في التنبؤ بالعواصف الرملية والغبارية، وواضعي النماذج والباحثين.
- الهيئات الوطنية للأرصاد الجوية والمياه، بما في ذلك المتخصصين في التنبؤ وواضعي النماذج والمتخصصين في التثقيف في مجال الطقس.
- الهيئات الوطنية لإدارة الكوارث (NDMA) والنظراء على الصعيد دون الوطني، بمن فيهم المخططين ومديري نظم الإنذار المبكر ومديري الاستجابة والمدرّبين.
- موظفي الاتصالات السلكية واللاسلكية، بمن فيهم الفنيين الذين يركزون على موثوقية النظم وإدارة الرسائل (بما في ذلك توجيه رسائل إلى مواقع أو جماهير محددة).
- مقدمي الرعاية الصحية، بما في ذلك الأخصائيين الصحيين ومديري المرافق ومديري حالات المرضى ومقدمي الرعاية الصحية في حالات الطوارئ.
- سلطات إدارة نظم النقل (الجوية والبرية والبحرية) ، بما في ذلك المخططين وأطقم الصيانة والشرطة لضمان السلامة في أثناء أحداث العواصف الرملية والغبارية.
- وسائط الإعلام، بما في ذلك الإذاعة والتلفزيون والإنترنت ومَن يعملون من خلال هذه النظم (مثل قرّاء الأخبار والمُقدِّمون والمدوّنون).
- أشخاص يعملون في الزراعة وإنتاج الماشية، بمن فيهم أخصائيين في الزراعة، وأخصائيين في تربية الماشية، ووكلاء الإرشاد الفلاحي ومديري البنية التحتية، من أجل التقليل إلى أدنى حد ممكن من الأضرار والخسائر المتصلة بالعواصف الرملية والغبارية.
- الصناعة، بما في ذلك المرافق التي يمكن أن تتأثر بالحمولات العالية من الرمال أو الغبار في الهواء المحيط، مثل المرافق التي تشارك في الإنتاج العالي الدقة أو المنخفض التلوث.
- مقدِّمو الخدمات التعليمية، بما في ذلك مراكز التدريب، والمعلمين الذين يدرّسون عن العواصف الرملية والغبارية، ومديري المدارس ممّن يتخذون إجراءات لضمان سلامة الطلاب في أثناء هبوب تلك العواصف.
- جماعات الرفاه المجتمعي أو الرعاية المجتمعية، التي تركز على مساعدة مَن يُرجَّح أن يتأثروا بالعواصف الرملية والغبارية.

يمكن أن تتباين كيفية تقديم المعلومات التنبؤية أو التحذيرية إلى الجمهور العام بين البلدان. وفي بعض الحالات، تكون الساعات ذات النص المكتوب والإنذارات هي القاعدة، في حين يمكن استخدام الألوان أو الأرقام في بلدان أخرى للإشارة إلى أهمية الإنذارات. وتشمل الآليات المشتركة لنشر الإنذار وسائط الإعلام المطبوعة، والإذاعة، والتلفزيون، والإنترنت (بما في ذلك البريد الإلكتروني، ووسائط التواصل الاجتماعي، ومواقع الإنذار)، والتراسل عبر الهواتف المحمولة.

تساهم التنبؤات والإنذارات المتعلقة بالعواصف الرملية والغبارية في تحسين التأهب للعواصف الرملية والغبارية بثلاث طرق هي:

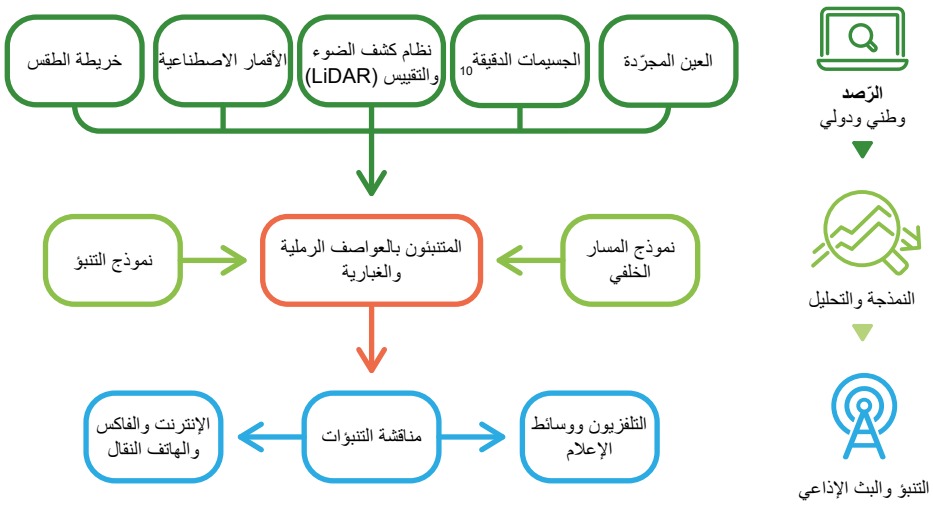
- فهم طبيعة العواصف الرملية والغبارية الذي يهيئ الأساس لفهم هذه العواصف باعتبارها خطراً يلزم التأهب له.
- يمكن للتنبؤات أن تُطلق إنذارات، مما يؤدي بدوره إلى اتخاذ إجراءات أخرى لازمة للحد من أثر حدوث عواصف رملية وغبارية.
- تثقيف المعرّضين للخطر بشأن العواصف الرملية والغبارية بحيث تكون الإنذارات فعَّالة ليس فقط لتحسين القدرات على الاستجابة بمجرد تلقي الإنذار، ولكن لتحسين مستوى الاستعداد الفردي والمجتمعي للعواصف الرملية والغبارية.

المربع 11- نظام رصد الغبار والتنبؤ به في الإدارة الكورية للأرصاد الجوية

ترصد إدارة الأرصاد الجوية الكورية وتتنبأ بالغبار الآسيوي على أربع مراحل:

- أولاً، تستخدِم إدارة الأرصاد الجوية الكورية الملاحظات حول الغبار الآسيوي التي تُرصَد بالعين المجردة، فضلاً عن تركيزات الجسيمات الدقيقة $_{10}$ من شبكة الرصد المشتركة لإدارتيّ الأرصاد الجوية الصينية والكورية للعواصف الرملية والغبارية الموجودة في مناطق مصدر هذه العواصف وعلى طول الطرق المؤدية إلى كوريا.
- ثانياً، تستخدِم إدارة الأرصاد الجوية الكورية أيضاً معلومات الأرصاد الجوية الدولية المستمدة من النظام العالمي للاتصالات (GTS) على فترات مدّتها ثلاث ساعات وصور الأقمار الصناعية المستمدة من الأقمار الصناعية للاتصالات والمحيطات والأرصاد الجوية (COMS)، والإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي والقمر الاصطناعي هيماواري-8 والقمر الاصطناعي أكوا وتيرا/مقياس طيف التصوير ذي الدقة المتوسطة، لتحديد موقع وكثافة الغبار الآسيوي.
- ثالثاً، تُدخل نتائج نموذج غبار الهباء الجوي الآسيوي المُحاكى بالحاسوب العملاق في الشبكة الداخلية لإدارة الأرصاد الجوية الكورية لاستخدامها في التنبؤ بالغبار الآسيوي وفي المركز الآسيوي لنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية لتُدرج في المجموعة الإقليمية.
- وأخيراً، تُستخدم تركيزات $_{10}$ الجسيمات الدقيقة من 29 موقعاً والبيانات المضادة للجسيمات من سبعة مواقع لتحديد مسار وكثافة الغبار الآسيوي.

يستخدم نظام التحذير من الغبار الآسيوي لإدارة الأرصاد الجوية الكورية نتائج نظام الرصد والتنبؤ لإصدار إنذارات عندما يتوقع أن يتجاوز متوسط تركيز (الجسيمات الدقيقة $_{10}$) الغبار في الساعة 800 ميكروغرام/متر ^{3} لأكثر من ساعتين. وعندما تُصدر إدارة الأرصاد الجوية الكورية إنذاراً، تُشارك المعلومات مع العامة وشركات البث على الإنترنت، بما في ذلك عن طريق خدمات الشبكات الاجتماعية.



13 — إدارة المصادر وتخفيف الآثار

تندرج تدابير التخفيف من آثار العواصف الرملية والغبارية في مجموعتين مصممتين للحد من: (1) الانبعاثات من مصادر الرمل والغبار (التدابير الوقائية/إدارة المصادر)، (2) آثار الرمال والغبار في مناطق الترسيب (تدابير الحماية/تخفيف الآثار)

كما يمكن تقسيم تدابير المكافحة الوقائية إلى ثلاث مجموعات: الخاصة منها بالنظم البيئية الطبيعية، والغابات والمراعي؛ والخاصة منها بالأراضي المزروعة؛ والخاصة منها بالأماكن الصناعية، بما في ذلك التعدين. وتغطي التدابير الوقائية الحماية المادية للأصول القيّمة، مثل المدن والبنية الأساسية ومشاريع الري؛ ونظم التنبؤ والإنذار المبكر؛ وإجراءات التأهب والاستجابة لحالات الطوارئ.

وتركّز تدابير الرقابة في النظم البيئية الطبيعية والمراعي والأراضي الزراعية على الحد من سرعة الرياح وقابلية التربة للتعرية. وينظر أيضاً في السيطرة على الرمال المنقولة ريحياً والكثبان الرملية المتحركة، مع أنّ هذه الظواهر يمكن أن تحدث بسرعات رياح أقل من تلك اللازمة لحدوث العواصف الرملية والغبارية.

يُشكّل التدبير المستدام للأراضي (SLM، **المربع 12**) والإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية (ILM، **المربع 13**) مفاهيمَ هامّة لضمان التطبيق المتكامل لهذه التدابير الرقابية. ويلزم إيلاء أكبر قدر من الاهتمام للإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية في مناطق المصادر المحتملة، لأن هذا النهج يجمع بين الإدارة المستدامة لجميع عناصر المسطّحات الطبيعية، بما في ذلك استراتيجية استخدام المياه والحد من الغبار من المواقع الصناعية مثل سدود احتجاز المخلفات أو مناطق التخزين المفتوحة.

وبالنظر إلى العوامل المختلفة التي تؤدي إلى تفاقم التعرية الريحية وحدوث العواصف الرملية والغبارية، فإنّ أكثر استراتيجيات الرقابة فاعلية هي نظم التدبير المستدام للأراضي التي:

- تحد من القضاء على الغطاء النباتي على مساحات شاسعة؛
- تُخفِّض طول المناطق غير النباتية للحد من زخم الرياح؛
- تُزيد من تماسك التربة أو استقرارها في مجاميع التربة ومقاومة سطح التربة لمنع رفع جسيمات التربة بواسطة الرياح؛
- تحد من سرعة الرياح بالقرب من الأرض وتحويل اتجاهها؛
- تسيطر على مصدر مواد بناء الكثبان (بن سالم، بدون تاريخ).

تبعاً للظروف الفيزيائية الحيوية لمنطقة معيّنة، يمكن تنفيذ مجموعة من ممارسات التدبير المستدام للأراضي للحد من تحاتّ التربة بفعل الرياح وتعزيز إدارة المصادر من أجل السيطرة على العواصف الرملية والغبارية.

تلعب الإدارة المستدامة للمراعي أيضاً دوراً رئيسياً في الحد من مناطق مصادر العواصف الرملية والغبارية. وبوجه عام، تتخذ أساليب مكافحة التعرية الريحية وتدهور التربة في المراعي شكل تدابير وقائية مثل إراحة المراعي والرعي بالتناوب أو الخاضع للرقابة، وتخفيض معدلات التخزين، أو صيانة ودعم النظام الرعوي للمستنقعات المؤاتية من الناحية البيئية.

غير أنّ هذا النوع من إدارة المراعي يتطلب تزويد مستخدمي المراعي بحقوق استخدام آمنة، وتقديم الحوافز الكافية ودعم قدراتهم التنظيمية وإجراءاتهم الجماعية، ولا سيما في إطار نظم الرعي المفتوحة. وهناك اعتراف متزايد بضرورة مراعاة العوامل الخاصة بالموقع، والعوامل الحيوية الفيزيائية، والاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية في مجموعة متعددة من النطاقات الزمنية والمكانية من أجل الإدارة المستدامة للمراعي في الأراضي الجافة.

المربع 12- ممارسات التدابير المستدامة للأراضي

تطرح شراكة تيرا أفريكا (http://terrafrica.org/) ثلاثة مبادئ للإدارة المستدامة للأراضي بالإضافة إلى مبادئ لتوسيع نطاق التدابير المستدامة للأراضي (https://www.wocat.net/library/media/26/):

مبدأ التدبير المستدام للأراضي 1: زيادة إنتاجية الأراضي

- زيادة كفاءة استخدام المياه وإنتاجيتها (الحد من الخسائر، وزيادة التخزين، ورفع مستوى الري).
- زيادة خصوبة التربة وتحسين دورات المواد الغذائية والعضوية.
- تحسين إدارة المواد النباتية والنباتات، بما في ذلك الإدارة المتكاملة للآفات.
- تحسين الظروف المناخية الدقيقة.
- المبدأ الأساسي: تحسين غطاء التربة.

مبدأ التدبير المستدام للأراضي 2: تحسين سبل العيش ورفاه الإنسان

- دعم صغار مستخدمي الأراضي باستثمارات أولية، حيث كثيراً ما تكون هناك تكاليف أولية مرتفعة ولا توجد فوائد فورية.
- ضمان الصيانة من خلال المبادرة الذاتية لمستخدمي الأراضي.
- مراعاة القيم والمعايير الثقافية.

مبدأ التدبير المستدام للأراضي 3: تحسين النظم البيئية

- منع تدهور الأراضي وتخفيفه وإعادة تأهيله.
- الحفاظ على التنوع البيولوجي وتحسينه.
- التخفيف من آثار تغير المناخ والتكيف معه (زيادة مخزون الكربون فوق الأرض وتحتها، على سبيل المثال من خلال تحسين الغطاء النباتي والمواد العضوية في التربة).

مبادئ تعزيز التدابير المستدامة للأراضي

1- خلق بيئة تمكينية: الإطار المؤسسي والسياسي والقانوني.
2- ضمان المشاركة المحلية إلى جانب التخطيط الإقليمي.
3- بناء القدرات وتدريب الأفراد.
4- رصد وتقييم ممارسات التدابير المستدامة للأراضي وآثارها.
5- تقديم الدعم في مجال صنع القرار على الصعيدين المحلي والإقليمي إلى:
   - تحديد ممارسات التدابير المستدامة للأراضي وتوثيقها وتقييمها.
   - اختيار ممارسات التدابير المستدامة للأراضي وتكييفها.
   - اختيار المجالات ذات الأولوية للتدخلات.

المربع 13- الإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية

هناك خمسة عناصر أساسية تتسم بها الإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية، وهي جميعها تيّسر عمليات التنمية القائمة على المشاركة. وهي:

1- الأهداف الإدارية المشتركة أو المتفق عليها التي تشمل فوائد متعددة من المسطّحات الطبيعية.
2- الممارسات الميدانية المصممة للمساهمة في تحقيق أهداف متعددة.
3- إدارة التفاعلات البيئية والاجتماعية والاقتصادية من أجل تحقيق التآزر الإيجابي والتخفيف من حدة المفاضلات السلبية.
4- عمليات التخطيط والإدارة والرصد التعاونية التي تشارك فيها المجتمعات المحلية.
5- إعادة تشكيل الأسواق والسياسات العامة لتحقيق أهداف المسطّحات الطبيعية المتنوعة (شير وآخرون، 2102).

يقترح ساير وآخرون (2013) عشرة مبادئ للإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية. يسعى نهج المسطّحات الطبيعية إلى توفير أدوات ومفاهيم لتخصيص الأراضي وإدارتها لتحقيق الأهداف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية في المناطق التي تتنافس فيها الزراعة والتعدين وغيرها من استخدامات الأراضي المنتجة مع أهداف البيئة والتنوع البيولوجي. وتشدد هذه المبادئ على الإدارة التكيفية وإشراك أصحاب المصلحة والأهداف المتعددة:

1- التعلم المستمر والإدارة التكيفية.
2- نقطة الدخول موضع الاهتمام المشترك.
3- مستويات التدخل المتعددة.
4- تعددية الوظائف.
5- أصحاب المصلحة المتعددون.
6- منطق التغيير المتفاوض عليه والشفاف.
7- توضيح الحقوق والمسؤوليات.
8- الرصد التشاركي والسهل الاستعمال.
9- القدرة على الصمود.
10- تعزيز قدرة أصحاب المصلحة.

يمكن نشر سياسات التدابير المستدامة للأراضي وللإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية على أفضل وجه في سياق عملية تحييد أثر تدهور الأراضي لمعالجة مصادر العواصف الرملية والغبارية في المناطق المتأثرة على الصعيد الوطني. وتتيح عملية تحديد أهداف تحييد أثر تدهور الأراضي فرصة للنظر بصورة جماعية في خيارات التخفيف من حدة مصادر العواصف الرملية والغبارية البشرية المنشأ على وجه الخصوص، بما في ذلك عن طريق تقييم اتجاهات تدهور الأراضي وتحديد عوامل تدهور الأراضي، بمشاركة أصحاب المصلحة ذوي الصلة بالموارد الأرضية وموارد المياه. ويمكن أن يشكّل اتباع نهج متكامل وشامل للإدارة المستدامة للأراضي والإدارة المتكاملة للمسطّحات الطبيعية جزءاً لا يتجزأ من -وتعظيم أوجه التآزر بين- مختلف الإجراءات الرامية إلى الحد من انبعاثات الغبار البشرية المنشأ على نطاق أوسع على المدى الطويل.

ويُعدّ تثبيت الكثبان وإعادة التشجير من الممارسات الرئيسية لحماية التربة من التعرية الريحية في الأراضي الجافة والصحارى وتشكّل خطوة أولية هامة نحو استعادة المسطّحات الطبيعية (**الشكل 16**)

وللتعاون الإقليمي أهمية حاسمة في إدارة انبعاثات الغبار البشرية المنشأ على مستوى المسطّحات الطبيعية، بما في ذلك من خلال الاستخدام المستدام للمياه. ولذلك يلزم وجود آليات إقليمية تستند إلى التزام سياسي قوي لتنسيق السياسات بين مناطق المصدر والترسيب.

الشكل 16- تثبيت الكثبان الرملية في صحراء كوبوكي في شمال الصين

ملاحظة: تُظهر الصور استخدام الأسيجة المصنوعة من سيقان القش والشجيرات على نمط شبكي، تليها زراعة شجيرات مقاومة للجفاف مصممة باستخدام تقنية نفث المياه. والنتيجة بعد 25 عاماً هي حزام حماية على طول الطريق السريع. ويمكن رؤية الكثبان الرملية العادية في المنطقة في الخلفية.
المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2015.

14 — التأهب وتخفيف حدة الآثار

يؤدي التأهب والاستجابة في حالات الطوارئ أدواراً حاسمة في إدارة مخاطر الكوارث عن طريق المساعدة على التخفيف من مخاطر الكوارث وتخفيف الآثار. ويمكن أن يحدث التأهب لمواجهة أحداث العواصف الرملية والغبارية والتصدي لها في حالات الطوارئ على المستويات الفردية والمجتمعية والتنظيمية. ويُستخدم تحديد ورسم خرائط للمخاطر المعنية وتحليل القابلية للتضرُّر وتقييم المخاطر التي تراعي اعتبارات النوع الاجتماعي في وضع استراتيجيات التأهب وتحديد تدابير التخفيف من حدة الآثار ووضع إجراءات وقائية. وينبغي تقييم فاعلية كل من هذه التدابير وتبريرات التكلفة من حيث الفائدة على أساس الظروف المحلية.

يُقلّل التأهّب الفعّال من قابلية التأثر ويزيد من مستويات التخفيف ويتيح الاستجابة في الوقت المناسب وبصورة فعّالة لأي حدث كارثي. وتقصّر هذه الإجراءات فترة التعافي من الكارثة، مع زيادة القدرة على الصمود للمجتمعات المحلية في الوقت نفسه. ويتطلب التأهب الفعّال أيضاً فهماً لخصوصيات المجتمعات المحلية، بما في ذلك أوجه عدم المساواة بين الجنسين ذات الصلة بإدارة الكوارث.

وينبغي أن تتبع خطة إدارة كوارث العواصف الرملية والغبارية المتعلقة بموقع أو نشاط محدد (مثل المدينة أو المدرسة أو المصنع) الخطوط العريضة لخطط إدارة مخاطر الكوارث الأخرى لنفس الموقع أو النشاط. وتتمثل الممارسة الجيدة العامة الحالية في وضع خطط للكوارث أو الطوارئ على مستوى الأسرة أو القرية أو البلدة أو المدينة أو المقاطعة أو الإقليم أو الولاية والمستوى الوطني، وكذلك للصناعة والأعمال.

وتتبع هذه الخطط عموماً نموذجاً مماثلاً، حيث تركز خطط الأسر على سبل البقاء الفوري بعد الكارثة (على سبيل المثال، تخزين الغذاء والمياه والأدوية)، وكل مستوى أعلى من الخطط يركز على توفير الدعم للمستوى التالي نزولاً، على سبيل المثال خطط المقاطعات التي تحدد الدعم للمدن والبلدات والقرى؛ وخطط الولايات أو المقاطعات التي تحدد الدعم للمقاطعات داخل الولاية أو الإقليم.

واستناداً إلى الممارسات الجيدة الحالية، يمكن توقع أن تشتمل خطة الكوارث للعواصف الرملية والغبارية فوق مستوى الأسرة على العناصر التالية:

- السلطات المعنية بالخطة (قد تُدرج في الخطة الشاملة لجميع الكوارث).
- استعراض عام للعواصف الرملية والغبارية كخطر في المنطقة المشمولة بالخطة.
- تقييم للمخاطر.
- تحليل النوع الاجتماعي.
- اتخاذ تدابير محددة للتخفيف من حدة المخاطر والتخفيف من آثارها استناداً إلى تقييم المخاطر. قد يتضمن هذا القسم إشارات إلى الخطط الفرعية الخاصة بالقطاعات الفردية، على سبيل المثال لمستشفى أو للنقل البري.
- إجراءات الإنذار ونشر المعلومات والتوعية العامة. يمكن أن تشمل إجراءات الإنذار إجراءات تشغيل موحَّدة لنشر الإنذارات على نحو فعّال استناداً إلى نهج التنبؤ القائم على الأثر.
- العتبات التي تحفّز تفعيل خطة التأهب.
- أمثلة على تدابير التخفيف، حسب الاقتضاء.
- الروابط مع البرامج الأخرى (مثل الحفاظ على التربة) التي يمكن أن تؤدي دوراً في التخفيف من آثار العواصف الرملية والغبارية.
- مصادر المعلومات والاتصالات.

يمكن أن تشتمل مرفقات الخطة على إجراءات محددة للتخفيف من حدة المصادر وآثارها، وبيان الجهة التي تتحمل المسؤولية الرئيسية عن تنفيذ هذه الإجراءات وتقديم الدعم لها.

تميل الخطط الخاصة بالقطاعات إلى تغطية القطاعات الاقتصادية أو الاجتماعية الرئيسية، مثل الزراعة، أو البناء، أو التعليم، أو الكهرباء، أو الصحة، أو النظافة، أو الثروة الحيوانية، أو التصنيع، أو الوعي العام، أو الرياضة والترفيه، أو النقل، أو المياه والصرف الصحي. وكقاعدة عامة، ينبغي أن تتضمن خطط الكوارث الخاصة بالعواصف الرملية والغبارية معلومات كافية تسمح باتخاذ الإجراءات اللازمة، مع ضمان عدم إضافة تفاصيل مفرطة قد تعوق استخدام الخطة.

يمكن اتخاذ مجموعة من التدابير للتخفيف من أثر العواصف الرملية والغبارية. يتعين اتخاذ تدابير محددة للنظر في نوع العواصف الرملية والغبارية التي قد تحدث، ومدى إمكانية الإنذار، وطبيعة الأنشطة التي يجري الاضطلاع بها عند وقوع حدث من أحداث العواصف الرملية والغبارية. وفي جميع الحالات، ينبغي توفير التثقيف بشأن العواصف الرملية والغبارية وتدابير الآثار لأي أشخاص معرّضين للخطر، حتى ولو لفترة قصيرة، ودعمهم بخطط للإنذار والتأهب.

يرد في خطة تخفيف حدة الأخطار الطبيعية لعام 2015 (ولاية أوريغون، 2015) مثال على تخطيط الكوارث الناجمة عن العواصف الرملية والغبارية على مستوى الولاية (المقاطعة). وتتضمن الخطة تقييما للعواصف الرملية والغبارية والأمثلة التاريخية للآثار، والإشارات إلى الإنذارات والآثار، وتدابير تخفيف المصادر.

15 — المراجع

اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (2017). مشروع أطر سياسة المناصرة: النوع الاجتماعي والجفاف والعواصف الرملية والغبارية. مؤتمر الأطراف. ICCD/COP(13)19.

آدم روز ودونغسون ليم (2002). الخسائر الناجمة عن انقطاع الأعمال من جرَّاء الأخطار الطبيعية: القضايا المفاهيمية والمنهجية في حالة زلزال نورثريدج. *الأخطار البيئية*، المجلد 4، ص 1-14. متاح على doi.org/10.3763/ehaz.2002.0401.

الاستراتيجية الدولية للحد من الكوارث (ISDR) ووزارة الخارجية الفيدرالية (2006). *تطوير نظم الإنذار المبكر: قائمة تدقيق أساسية. مشروع العمل*. المؤتمر الدولي الثالث المعني بالإنذار المبكر. من المفهوم إلى العمل، بون. https://www.unisdr.org/2006/ppew/info-resources/ewc3/Checklist-english.pdf.

الأمم المتحدة (2015أ). *إطار سنداي للحد من مخاطر الكوارث للفترة 2015-2030*. متاح على https://www.unisdr.org/files/43291_arabicsendaiframeworkfordisasterris.pdf

الأمم المتحدة (2015ب). *الحد من مخاطر الكوارث على أساس النوع الاجتماعي. مساهمة من الأمم المتحدة في المشاورة المؤدية إلى مؤتمر الأمم المتحدة العالمي الثالث المعني بالحد من مخاطر الكوارث*. الإصدار 2. متاح على https://www.preventionweb.net/files/40425_gender.pdf.

آنجيلا بينيديتي وآخرون (2009). تحليل الهباء الجوي والتنبؤ به في المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى المتكاملة: 2- استيعاب البيانات. *مجلة البحوث الجيوفيزيائية: الأغلفة الجوية*، المجلد 114، رقم D13.

آنجيلا بينيديتي وآخرون (2014). التنبؤ التشغيلي بالغبار. في *الغبار المعدني: لاعب رئيسي في نظام الأرض*، بي كنيبرتز وجيه بي دبليو ستوت (محررون)، دورديخت: سبرينغر، ص 223-265، معرّف الوثائق الرقمي: 10.1007/978-94-017-8978-3_10.

إنريك تيراديلاس، وسلوبودان نيكوفيتش، وخياو-يي تشانغ (2015). الغبار المحمول جواً: خطر على صحة الإنسان والبيئة والمجتمع. *نشرة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية*، *المجلد 64، رقم 2، ص 44-48*.

براهيم بن سالم (بدون تاريخ). منع ومكافحة التعرية الريحية في المناطق القاحلة. متاح على http://www.fao.org/3/u1510e/u1510e07.htm.

برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2013). النوع الاجتماعي والحد من مخاطر الكوارث موجز السياسة 3. متاح على http://www.undp.org/content/dam/undp/library/gender/Gender%20and%20Environment/PB3-AP-Gender-and-disaster-risk-reduction.pdf.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2015). *استعراض مشروع الاستعادة البيئية في كوبوكي: مبادرة رائدة للاقتصاد الأخضر في الصحراء*. نيروبي.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (2016). *التقييم العالمي للعواصف الرملية والغبارية*. برنامج الأمم المتحدة للبيئة، نيروبي.

بول سي هوسار وستيفن إل بايير (1986). تقدير التكاليف خارج الموقع للتعرية الريحية في نيو مكسيكو. *مجلة حفظ التربة والمياه*، المجلد 41، رقم 6، ص 414–416.

بيتر آر توزر وجون إف ليز (2013). العواصف الغبارية - ما هي تكلفتها فعلياً؟ *مجلة رينجلاند*، المجلد 35، ص 131-142.

تي إن بالمر وآخرون (1993). التنبؤ الجماعي. في *مداولات ندوة المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى حول التحقق من صحة النماذج في أوروبا*، المجلد 1، ص 21–66.

جان جاك موركريت وآخرون (2009). تحليل الهباء الجوي والتنبؤ به في المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى المتكاملة: النمذجة التطلعية. *مجلة البحوث الجيوفيزيائية*، المجلد 114، رقم D06206.

الجمعية العامة للأمم المتحدة (2016). تقرير فريق الخبراء العامل الحكومي الدولي المفتوح العضوية المعني بالمؤشرات والمصطلحات المتصلة بالحد من مخاطر الكوارث. 1 كانون الأول/ديسمبر. A/71/644.

جيفري ساير وآخرون (2013). عشرة مبادئ لنهج المسطّحات الطبيعية للتوفيق بين الزراعة والحفظ وغير ذلك من الاستخدامات المتنافسة للأراضي. *مداولات الأكاديمية الوطنية للعلوم*، المجلد 110، رقم 21.

سارا جيه شير، وسيث شيمز، وراشيل فريدمان (2012). من الزراعة الذكية مناخياً إلى المسطّحات الطبيعية الذكية مناخياً. *الزراعة والأمن الغذائي*، المجلد 1.

سارة باسارت وآخرون (2019). *المركز الإقليمي لشمال أفريقيا والشرق الأوسط وأوروبا الخاص بنظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية*. مجلة E3S لشبكة المؤتمرات، عدد 04008 (2019) 99، مُعرّف الوثائق الرقمي: https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199904008.

سلوبودان نيكوفيتش وآخرون (2015). *نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. الخطة العلمية*

والتنفيذية 2015-2020. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية: تقرير البرنامج العالمي لبحوث الطقس 2015-2020. متاح على https://www.researchgate.net/publication/323384367_WMO_Sand_and_Dust_Storm_Warning_Advisory_and_Assessment_System_SDS-WAS_Science_and_Implementation_Plan_2015-2020.

سيرجيو رودريغز، وأندريس ألاستوي، وخافيير كيرول (2012). استعراض لأساليب التحديد الموقعي للخصائص الطويلة الأجل لغبار الهباء الجوي. *البحوث الإيولية*، المجلد 6، ص 55-74.

عباس ميري وآخرون (2009). الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية الناجمة عن العواصف الغبارية في منطقة سيستان، إيران. *المجلة الدولية للدراسات البيئية*، المجلد 66، رقم 3، ص 343–355.

كاراتشبون إن نينان (2014). *تقييم خدمات النظم البيئية: القضايا المنهجية ودراسات الحالة*. شلتنهام: إدوارد إلغار للنشر.

مارك جيه هورريدج، وجون مادن، وغلين ويتوير (2005). أثر الجفاف في الفترة 2002-2003 على أستراليا. *مجلة نمذجة السياسات*، المجلد 27، رقم 3، ص 285-308.

ماركو كوستانيغو وجيل جيه مكلوسكي (2011). تحليل الأسعار على أساس المتعة في أسواق الطعام. في *دليل أكسفورد لاقتصاديات الاستهلاك الغذائي والسياسات الغذائية*. جايسون إل لاسك، وجوتا روسن، وجيسون إف شوغرين، محررون. أكسفورد: مطبعة جامعة أكسفورد.

مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث والمجلس الدولي للعلوم (2020). *تعريف المخاطر واستعراض التصنيف. التقرير الفني*. سويسرا: الأمم المتحدة. https://www.undrr.org/media/47681/download.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2009). *توصيات من أجل إنشاء شبكة هباء جوي مركّبة سطحية*. تقرير برنامج مراقبة الغلاف الجوي العالمي رقم 207. سويسرا. متاح على https://www.wmo-gaw-wcc-aerosol-physics.org/files/gaw-207.pdf.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2017–2020). *نشرات الغبار المحمول جواً رقم 4-1*. جنيف، سويسرا. متاح على https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=19826.

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (2020). *نظام التقييم والاستشارة للتحذير من العواصف الرملية والغبارية التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. تقرير التقدم العلمي*. تحرير البروفيسور ألكسندر باكلانوف (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية) والبروفيسور خياو-يي تشانغ (الإدارة الصينية للأرصاد الجوية). المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، تقرير برنامج مراقبة الغلاف الجوي العالمي رقم 254 وتقرير البرنامج العالمي لبحوث الطقس 2020-4. جنيف، سويسرا، حزيران/يونيو 2020، ص 55. متاح على https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10346

نيك ميدلتون وأوتشانغ كانغ (2017). العواصف الرملية والغبارية: التخفيف من حدة الآثار. *الاستدامة*، المجلد 9، رقم 6: 1053.

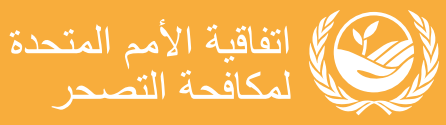
نيك هانلي وكلايف إل سباش (1993). *تحليل التكاليف والفوائد والبيئة*. شلتنهام: إدوارد إلغار للنشر.

نينغ آي وكارين آر بولنسكي (2008). تحليل التأثير الاجتماعي والاقتصادي للعواصف الغبارية الصفراء: نهج ودراسة حالة لبيجين. *بحوث النظم الاقتصادية*، المجلد 20، رقم 2، ص 187-203.

هوا لو ويابينغ شاو (2001). نحو التنبؤ الكمي بالعواصف الترابية: نظام متكامل لعرض نماذج التعرية الريحية وتطبيقاتها، *النمذجة البيئية والبرمجيات*، المجلد 16، رقم 3، ص 233–249.

واي كيو وانغ وآخرون (2008). المراقبة السطحية للعواصف الرملية والغبارية في شرق آسيا وتطبيقاتها في نموذج الإدارة الصينية للأرصاد الجوية الموحَّد لكيمياء الغلاف الجوي (CUACE)/الغبار. *الكيمياء الجوية والفيزياء الجوية*، المجلد 8، رقم 3، ص 545-553.

ولاية أوريغون (2015). خطة التخفيف من الأخطار الطبيعية 2015.



أمانة اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحّر

Platz der Vereinten Nationen 1,
D-53113 Bonn, Germany
هاتف: 2873 815 228 (0) 49+

www.unccd.int