آذار/مارس 2021

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

موجز التبصر

022

الإنـذار المبكر والقضايا الناشـئة والمسـتقبلية

الارتفاعـات المفاجئـة في أعـداد الجراد الصحـراوي: هل هو نذير بالأزمات الناشـئة التي يسـببها تغير المناخ؟

معلومات أساسية

ينشر برنامج الأمم المتحدة للبيئة موجزات التبصر لتسليط الضوء على نقطة ساخنة من نقاط التغير البيئي، أو إبراز موضوع علمي ناشئ، أو مناقشة قضية بيئية معاصرة. وتتاح للجمهور فرصة معرفة ما يحدث لبيئتهم المتغيرة وما يترتب على الخيارات اليومية، والتفكير في الاتجاهات المستقبلية للسياسات. ويسلط الإصدار الثاني والعشرون من موجزات التبصر الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة الضوء على الدور المحتمل لتغير المناخ في غزو الجراد، ويدعو إلى نظم إنذار مبكر جيدة التنظيم تعمل في سياق إدارة متكاملة للآفات وتستخدم استراتيجيات مبتكرة مثل النُهج القائمة على النظم الإيكولوجية.

مقدمة: ما هي القضية؟

كانت هناك تحركات لمجموعات كاملة النمو وأسراب من الجراد الصحراوي في جنوب غرب آسيا وغرب آسيا وشرق أفريقيا في الأشهر العديدة الماضية (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2020a). وفي أوائل عام 2020، دمرت أسوأ أسراب الجراد الصحراوي منذ عقود المحاصيل والمراعي في جميع أنحاء شرق أفريقيا وخارجها، مما هدد الأمن الغذائي للمنطقة الفرعية بأكملها. ويشكل الجراد الصحراوي خطراً غير مسبوق على سبل العيش القائمة على الزراعة والأمن الغذائي في مناطق هشة بالفعل. وقد واجه ما يقرب من 20.2 مليون شخص انعدام الأمن الغذائي الحاد في اقتصادات شرق أفريقيا مثل إثيوبيا وكينيا والصومال وجنوب السودان وأوغندا وتنزانيا (FAO 2020b). ومع استمرار المخاوف إزاء استمرار تشكّل الأسراب غير الناضجة في منطقتي شرق إثيوبيا ووسط الصومال، يهدد غزو الجراد بدفع هذا العدد إلى أعلى.

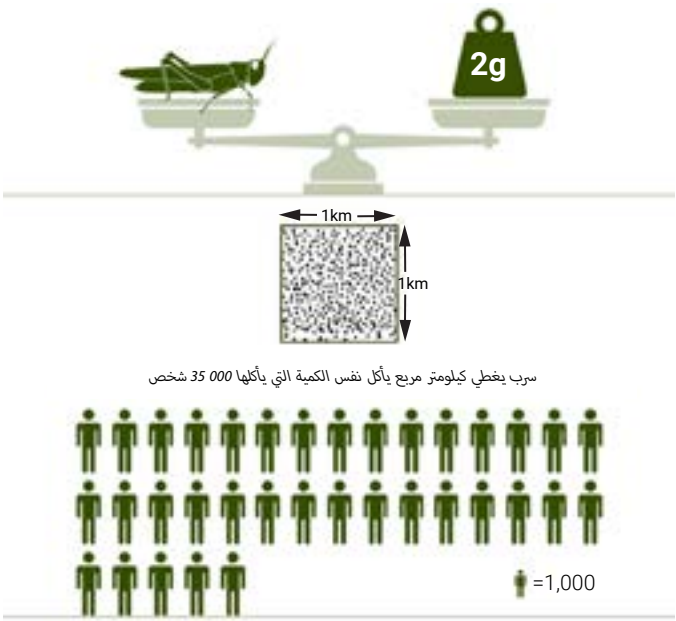
الصورة: ©Kuttelvaserova Stuchelova/Shutterstock.com

Schistocerca gregaria، الجراد الصحراوي

ما هو الجراد الصحراوي؟

الجراد هو أقدم الآفات المهاجرة في العالم (FAO 2020c). وهو ينتمي إلى عائلة النطاط Acrididae، والتي تضم معظم أنواع النطاط قصير قرون الاستشعار. ويختلف الجراد عن النطاط لأن لديه القدرة على تغيير سلوكه ووظائفه ولا سيما هيئته (اللون والشكل)، استجابة للتغيرات في الكثافة، عندما تكون ظروف الأرصاد الجوية مواتية (Steedman 1990).

وغالباً ما يُعتبر الجراد الصحراوي (Schistocerca gregaria)"أهم وأخطر الآفات المهاجرة" في العالم، ولديه القدرة على استهلاك ما يعادل وزنه يومياً (Cressman 2016). وكسرب، يمكن أن يلتهم حقل مزارع ورزقه بأكمله في صباح واحد (Cressman 2016). ويمكن أن يحتوي سرب يغطى حجمه مساحة قدرها كيلومتر مربع واحد على ما يصل إلى 80 مليون من الجراد الكامل النمو، وتكون لديه القدرة على أن يستهلك في يوم واحد نفس كمية الأغذية التي يستهلكها 35 000 شخص (FAO 2020c).



سرب يغطي كيلومتر مربع يأكل نفس الكمية التي يأكلها *35 000* شخص

الشكل 1: يستهلك الجراد ما يعادل وزنه في اليوم الواحد ويمكن أن يستهلك سرب من الجراد يغطي حجمه مساحة قدرها كيلومتر مربع واحد نفس كمية الأغذية التي يستهلكها 35 000 شخص. المصدر: BBC 2020؛ وFAO 2020c

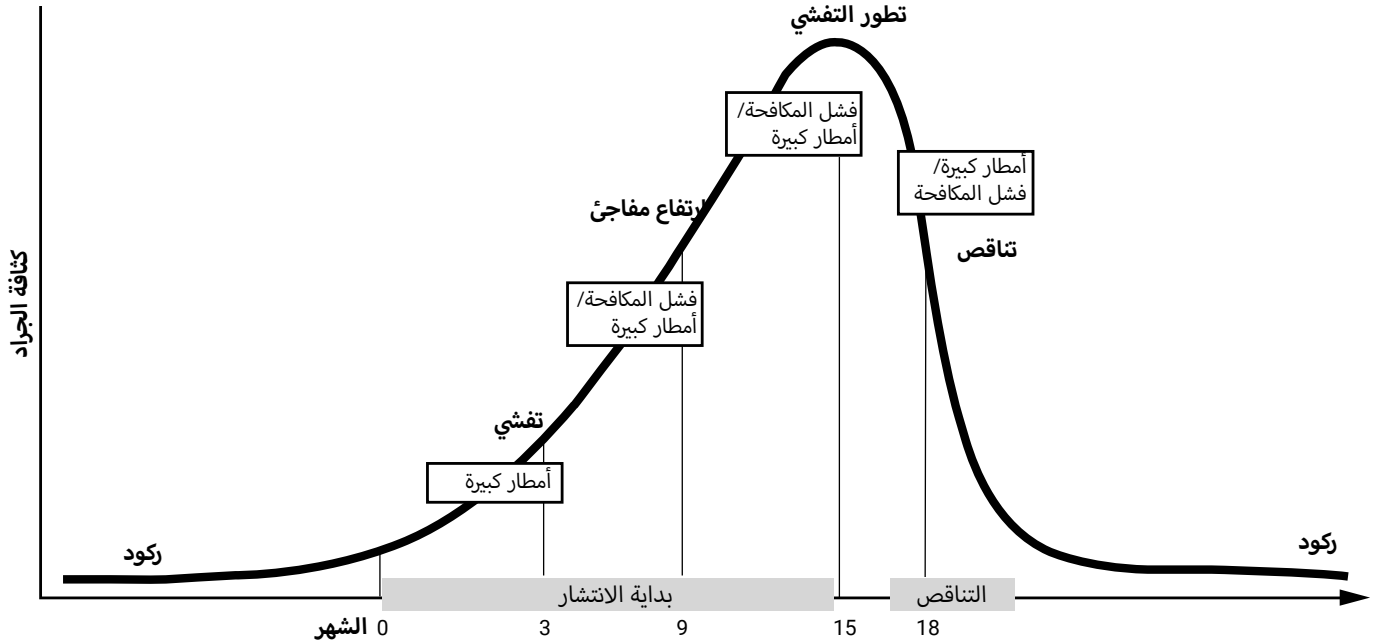
وخلال الظروف العادية (فترات الهدوء المعروفة باسم فترات الركود)، يوجد الجراد الصحراوي 'solitarious' (حشرات انفرادية) بأعداد قليلة منتشرة في جميع أنحاء الصحاري شبه القاحلة والقاحلة في أفريقيا والشرق الأدنى وجنوب غرب آسيا التي تهطل فيها أمطار تقل كميتها عن 200 ملم سنوياً (Cressman 2016؛ وFAO 2020c). وتبلغ مساحة هذه المنطقة حوالي 16 مليون كيلومتر مربع، وتضم حوالي 30 بلداً (FAO 2020c).

ويمكن أن تتشكل أسراب كثيفة وعالية الحركة من الجراد الصحراوي استجابة للمحفزات البيئية. ويتزايد خطر غزواتها في سياق الأحداث الجوية الاستثنائية المرتبطة بتغير المناخ، نتيجة قدرتها العالية جداً على الاستفادة من الظروف الجديدة. ويتضح ذلك من حالة الجراد التي تدهورت مع حالات الجفاف المتكررة منذ بداية القرن الحادي والعشرين (FAO 2020c).

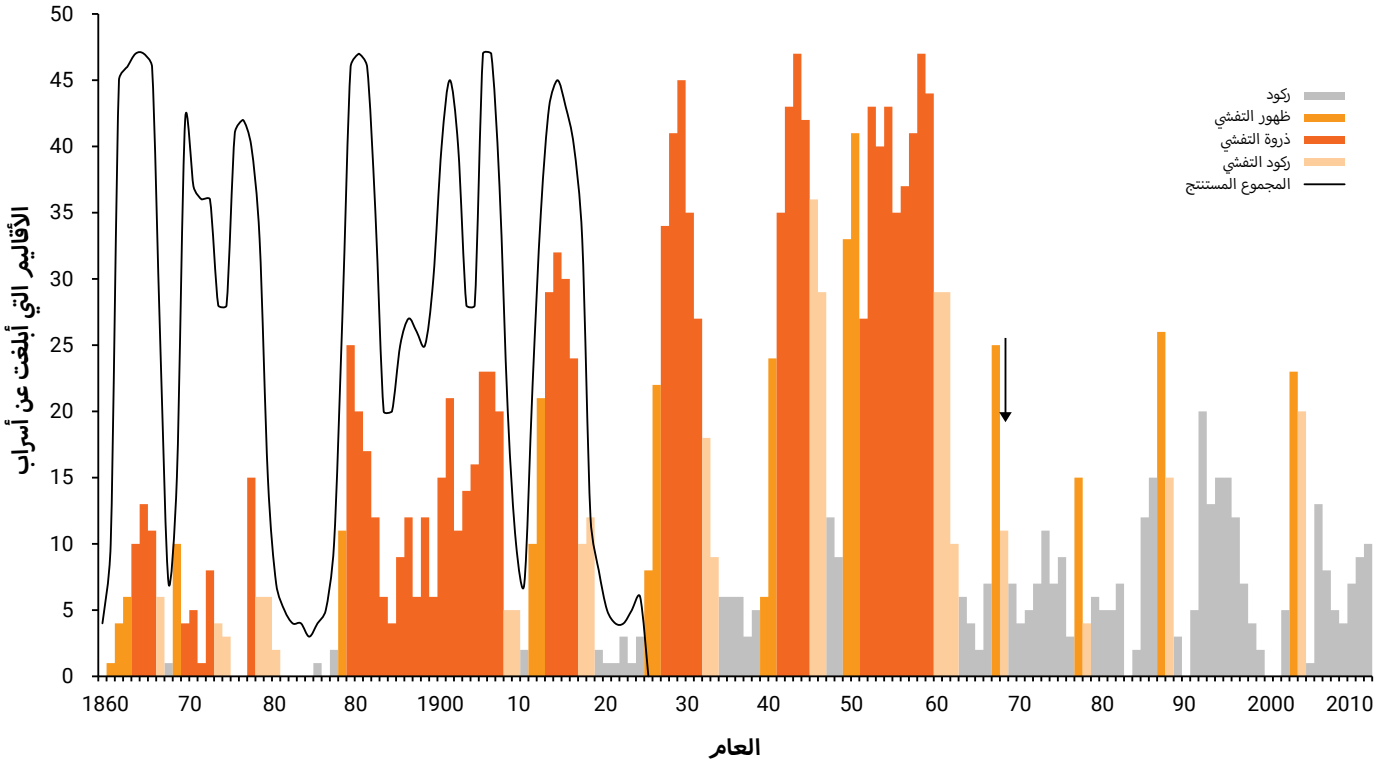
وتقع الموائل المعتادة للجراد الصحراوي في مكان ما في الصحاري بين موريتانيا والهند (FAO 2020c). وإذا سقطت أمطار غزيرة ونما الغطاء النباتي الأخضر، يمكن أن تزداد أعداد الجراد الصحراوي بسرعة ويبدأ يتركز ويتجمع في غضون شهر أو شهرين، مما يمكن أن يؤدي، في حالة عدم مكافحته، إلى تكوين مجموعات صغيرة أو مجموعات من النطاطات بدون أجنحة ومجموعات صغيرة أو أسراب من الحشرات كاملة النمو ذات الأجنحة (FAO 2020c). وفي حالة عدم مكافحتها وكانت الظروف المواتية، يمكن أن تشهد مواسم تكاثر متتالية تؤثر على مناطق بأكملها وحتى عدة مناطق كبيرة في وقت واحد. ولذلك، تكون المراحل الثلاث لتفشيات الجراد هي كما يلي (Cressman 2013):

- **بداية الانتشار:** تتكون تشكيلات صغيرة ومحلية من الأسراب ويمكن أن تؤثر على بلدة صغيرة الحجم وتتألف من أعداد مشتتة. وعادة ما يبدأ التشكيل في منطقة تبلغ مساحتها حوالي 000 5 كيلومتر مربع (100 كيلومتر في 50 كيلومتراً) في جزء واحد من البلد.
- **الارتفاعات المفاجئة:** في حالة حدوث ارتفاع مفاجئ، يكون هناك ارتفاع كبير في أعداد الجراد، عادة ما يكون ذلك بعد موسمين إلى ثلاثة مواسم تكاثر عابرة ومتتالية مما يؤدي إلى تكوين مجموعة من النطاطات وتكوين سرب من حشرات كاملة النمو. ويمكن أن يكون تأثير ذلك على نطاق حجم بلد.
- **التفشي:** التفشيات تعني انتشار مجموعات وأسراب كثيفة من الجراد بعد عام من الأمطار الغزيرة والزيادات المفاجئة التي لا تتم مكافحتها. ويمكن أن تكون هذه داخل منطقة ما ويمكن أن تؤثر على مناطق - بحجم القارة. وتؤثر التفشيات الكبرى على منطقتين أو أكثر في نفس الوقت.

تُتداول أنباء تفشي أسراب الجراد الصحراوي منذ العصور الفرعونية في مصر القديمة. ولا يوجد دليل على أنها تحدث كل عدد محدد من السنوات (الشكل 2). وخلال القرن الماضي، حدثت التفشيات في 1926-1934، و1940-1948، و1949-1963، و1967-1969، و1986-1989 و2003-2005. وتفيد التقارير بحدوث زيادات مفاجئة كبيرة في الآونة الأخيرة في الأعوام 1992-1994، و1996-1998 و2003 Commission for Controlling the Desert Locust in the (Central Region [CRC] n.d)).



الشكل 2: تطور تفشيات الجراد الصحراوي. المصدر: Cressman 2016



الشكل 3: الارتفاعات المفاجئة في أعداد الجراد والتفشيات بين عامي 1860 و2019. \المصدر: *Cressman 2016*

وقد بدأت الارتفاعات المفاجئة الحالية في التطور ببطء خلال فترة العامين التي بدأت بين أيار/مايو وتشرين الأول/أكتوبر 2018 عندما تسبب إعصاران في هطول أمطار غزيرة على الربع الخالي من شبه الجزيرة العربية (FAO 2020c). وأدت هذه الظروف إلى ثلاثة أجيال غير مسبوقة من التكاثر مما تسبب في ارتفاع أعداد الجراد بمقدار 000 8 ضعف خلال 9 أشهر (FAO 2020c). وأدت الطبيعة النائية للموقع إلى صعوبة كبيرة في تنفيذ عمليات المسح والمكافحة.

وعندما بدأ الغطاء النباتي يجف، هاجرت موجات من الأسراب من هذه المنطقة شمالاً داخل منطقة الدول العربية لتغزو جنوب غرب جمهورية إيران الإسلامية، وجنوباً لتغزو شرق اليمن. وعلى الرغم من عمليات المكافحة المكثفة، هاجر العديد من الأسراب التي نشأت في الربيع شرقاً وغزت الصحراء على طول جانبي الحدود الهندية الباكستانية (FAO 2020c). ومرة أخرى، كانت هناك حاجة إلى عمليات مكافحة كبيرة لتقليل أعداد الجراد. وعلى الرغم من ذلك، هاجر بعض أسراب الجراد التي نشأت في الصيف مرة أخرى إلى جمهورية إيران الإسلامية في أواخر عام 2019، بينما بقيت أسراب أخرى في باكستان في أوائل عام 2020. ووجدت الأسراب التي غادرت الربع الخالي في أوائل عام 2019 وانتقلت جنوباً ظروف تكاثر استثنائية في المناطق الداخلية من اليمن نتيجة هطول أمطار غزيرة واسعة النطاق. وسمح هذا بجيل واحد من التكاثر على الأقل ولم يتم اكتشاف معظمه ولم تجر مكافحته أيضاً. وأدى ذلك إلى ظهور أسراب غزت شرق إثيوبيا وشمال الصومال في بداية الصيف في عام 2019. وقد سمحت الأمطار الغزيرة في كلا البلدين بالتكاثر وتكوين أسراب على الرغم من عمليات المكافحة في إثيوبيا (FAO 2020c).

العواقب: ما سبب أهمية هذه القضية؟

كما هو موضح في التقرير العالمي عن الأزمات الغذائية لعام 2020، تم تصنيف ما يقرب من 135 مليون شخص في 55 بلداً أو إقليماً، أي 16 في المائة من إجمالي السكان الذين تناولهم التحليل في عام 2019، على أنهم في ظروف أزمة[1] أو أسوأ (Food Security Information Network [FSIN] 2020) . كما تشهد أربعة بلدان، من بين البلدان العشرة الأكثر تضرراً، حالياً ارتفاعاً مفاجئاً في الجراد الصحراوي (FAO 2020c). وهذه البلدان هي إثيوبيا وجنوب السودان والسودان واليمن.

وتشير تقديرات منظمة الأغذية والزراعة إلى أن حالة التفشي الحالية هي الأكبر منذ 70 عاماً في كينيا، و50 عاماً في جمهورية إيران الإسلامية، و25 عاماً في الصومال وإثيوبيا. ويقول المسؤولون الباكستانيون إن تفشي الجراد في البلد هو الأسوأ منذ 30 عاماً (French Press Agency [AFP] 2020؛ وFAO 2020d؛ و FAO 2020e). وفي إيران، يمكن أن تؤثر غزوات الجراد سلباً على الأمن الغذائي لأكثر من 30 في المائة من السكان، حيث إن المقاطعات المتضررة هي الموقع الأساسي لإنتاج الغذاء في البلد (FAO 2020e).

الجراد الصحراوي Schistocerca gregaria هو نوع من أنواع الجراد، وهو نطاط قصير قرون الاستشعار يتجمع في أسراب دورياً في عائلة Acrididae

الصورة: © *Powerofflowers/Shutterstock.com*

[1] المرحلة 3 وأعلى من التصنيف المتكامل لمراحل الأمن الغذائي.

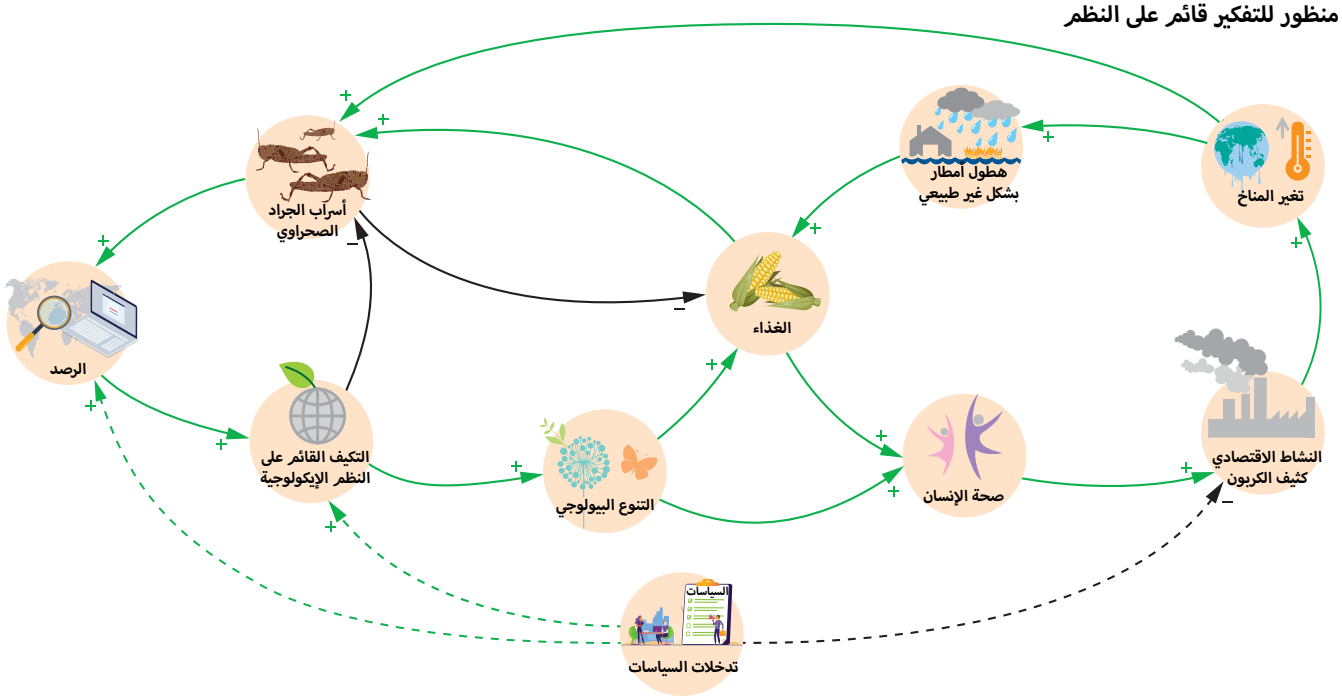
الجراد على حبوب القمح. تلف محصول الحبوب بأكمله.
الصورة: © *WildlifeWorld/Shutterstock.com*

ويشير تقييم مشترك أجرته الحكومة الإثيوبية ومنظمة الأغذية والزراعة ومنظمات الأمم المتحدة الأخرى والمنظمات غير الحكومية إلى أن الجراد الصحراوي في إثيوبيا قد أضر بمئات الآلاف من الهكتارات مما تسبب في تلف المحاصيل والمراعي وأدى إلى مخزونات محدودة من الحبوب لدى الأسر في المنطقة المتضررة. ويمكن تلخيص تأثيرها العام في ثلاث نتائج سلبية رئيسية (UN-SPIDER 2020):

- **سبل العيش/الأمن الغذائي والتغذية:** يهدد الجراد الصحراوي الأمن الغذائي للمناطق المتضررة من خلال تدمير المحاصيل والتأثير على توافر الغذاء للسكان. كما أنه يؤثر على الماشية والحيوانات البرية نظراً لأنه يتغذى على الأعشاب والنباتات البرية الأخرى (Escorihuela et al. 2018).
- **التنمية الاقتصادية:** على الصعيد العالمي، تعاني تجارة السلع الزراعية بشكل كبير من تدمير المحاصيل. وبالإضافة إلى ذلك، هناك تكلفة إضافية للاستجابة لتفشي الجراد وعمليات المكافحة حيث إنها تستهلك ملايين اللترات من مبيدات الآفات، إلى جانب المعدات والعمالة اللازمة. ويتعين على المزارعين والحكومات تحمل عبء اقتصادي ضخم للتعافي من الأثر المدمر لهجمات الجراد (Van der Elstraeten and Pedrick 2016؛ Cressman وEscorihuela et al. 2018؛ وLazar et al. 2016). وعلى سبيل المثال، تبلغ التكلفة السنوية لحالة الطوارئ الناتجة عن الجراد في غرب أفريقيا 3.3 مليون دولار أمريكي؛ ولكن في الفترة 2005-2003، كانت التكلفة 570 مليون دولار أمريكي لمكافحة تفشيات غرب وشمال أفريقيا، أي ما يعادل 170 عاماً من تكاليف الاستجابة للطوارئ في المنطقة (Van der Elstraeten and Pedrick 2016؛ Cressman وEscorihuela et al 2018).
- **البيئة:** قد يكون لعمليات مكافحة الجراد آثار جانبية على البيئة بسبب استخدام كميات كبيرة من المواد الكيميائية ومبيدات الآفات (Lazar et al. 2016). وحتماً، هناك أيضاً أضرار جانبية للنظم البيئية حيث إنه ليس من السهل التمييز بين أسراب الجراد والكائنات والنباتات الأخرى غير الضارة. وبالإضافة إلى الآثار المباشرة على النظام الإيكولوجي المحلي، هناك أيضاً احتمال تسمم الإنسان بالمبيدات الكيماوية المستخدمة (Brader et al. 2006).

سرب الجراد المهاجر. Acrididae. Oedipodinae
الصورة: © *Powerofflowers/Shutterstock.com*

منظور للتفكير قائم على النظم



ويمكن أن تتشكل أسراب الجراد الصحراوي استجابة للمحفزات البيئية في الصحاري شبه القاحلة والقاحلة في أفريقيا والشرق الأدنى وجنوب غرب آسيا. ويوفر المناخ الأكثر سخونة جنباً إلى جنب مع هطول الأمطار غير الطبيعي الناجم عن تغير المناخ الظروف المثلى والمزيد من الغذاء المتاح لتكوين أسراب من الجراد الصحراوي. وتتجه هذه الأسراب بدورها إلى مناطق أخرى للبحث عن المزيد من الغذاء. وتُدمر المحاصيل الغذائية ويؤثر ذلك سلباً على رفاهية الإنسان. ويمكن أن تساعد تدخلات السياسات التي تركز على الرصد المحسّن ونُهج التكيف القائمة على النظم الإيكولوجية، في إدارة الجراد الصحراوي بشكل فعال، فضلاً عن تعزيز التنوع البيولوجي الذي يفيد بدوره صحة الإنسان علامة. وعلامة (+) تعني التأثير في نفس الاتجاه، وعلامة (-) تعني التأثير في الاتجاه المعاكس.

موجز التبصر

ما هي النتائج؟

خلصت الدراسات التي تبحث **ظروف تكوين أسراب الجراد** إلى وجود صلة بين المناخ الأكثر سخونة وأسراب الجراد الأكثر ضرراً (Qiu 2009). كما أن الطقس الرطب يساعد على تكاثر الجراد. ويزدهر الجراد الصحراوي، على الرغم من اسمه، بعد فترات من هطول الأمطار الغزيرة التي تؤدي إلى ازدهار الغطاء النباتي عبر موائلها القاحلة في أفريقيا والشرق الأوسط (Stone 2020). وكان هطول الأمطار على نطاق واسع وبكميات فوق المتوسط فوق القرن الأفريقي من تشرين الأول/أكتوبر إلى كانون الأول/ديسمبر 2019، الذي يرجع جزئياً إلى العديد من الأعاصير النادرة التي ضربت المنطقة في ذلك الوقت، أعلى بنسبة 400 في المائة من كمية الأمطار العادية. ويمكن أن تعزى هذه الأمطار غير العادية إلى ثنائي القطب في المحيط الهندي. وثنائي القطب في المحيط الهندي عبارة عن تدرج في درجة حرارة المحيط كان واضحاً للغاية في الفترة الأخيرة، وظاهرة تفاقمت بسبب تغير المناخ (Stone 2020). ولفهم كيف يرتبط ثنائي القطب في المحيط الهندي والطقس الأكثر دفئاً والأمطار الغزيرة والأعاصير وبداية انتشار الجراد، من المفيد فهم بيولوجيا الجراد الصحراوي.

إن الجراد الصحراوي "ثنائي المراحل" بطبيعته، ويمكن أن يأخذ شكلين مختلفين تماماً. ففي شكله "الانفرادي" (لون بني باهت)، يكون غير ضار إلى حد ما بالمحاصيل (Dunne 2020). وفي المقابل، في ظل ظروف مواتية، يمكن أن تتخذ الحشرات شكل "تجمعات" - تتحول إلى اللون الأصفر الكهربائي وتتصرف بسلوك الأسراب (Dunne 2020). ولا يتحول الجراد الصحراوي إلى شكل التجمعات إلا عندما يصل إلى أعداد كبيرة بما يكفي في منطقة معينة (Dunne 2020). ووصل إعصار لوبان - إلى نفس المنطقة في تشرين الأول/أكتوبر، حيث كان الجراد قد وصل للتو إلى نقطة حرجة وبدأ في التكاثر بسرعة (Dunne 2020).

وفي أيار/مايو 2018، عندما ضرب إعصار ميكونو شبه الجزيرة العربية، وهو أول عاصفة في الموسم، أتاحت الرطوبة نمو الغطاء النباتي الغني في بيئة قاحلة بخلاف ذلك، مما أدى دفع العديد من الجراد الصحراوي إلى الانتقال إلى هذه المنطقة بحثاً عن الغذاء. وبمجرد أن يصل الجراد إلى كثافة معينة، فإنه يبدأ في لمس بعضه البعض كثيراً وهو ما يدفعه إلى تغيير سلوكه (Lehmann 2020). وبحلول وقت وصول العاصفة الثانية - إعصار لوبان - إلى نفس المنطقة في تشرين الأول/أكتوبر، كان الجراد قد وصل للتو إلى نقطة حرجة حيث بدأ في التكاثر بسرعة (Dunne 2020).

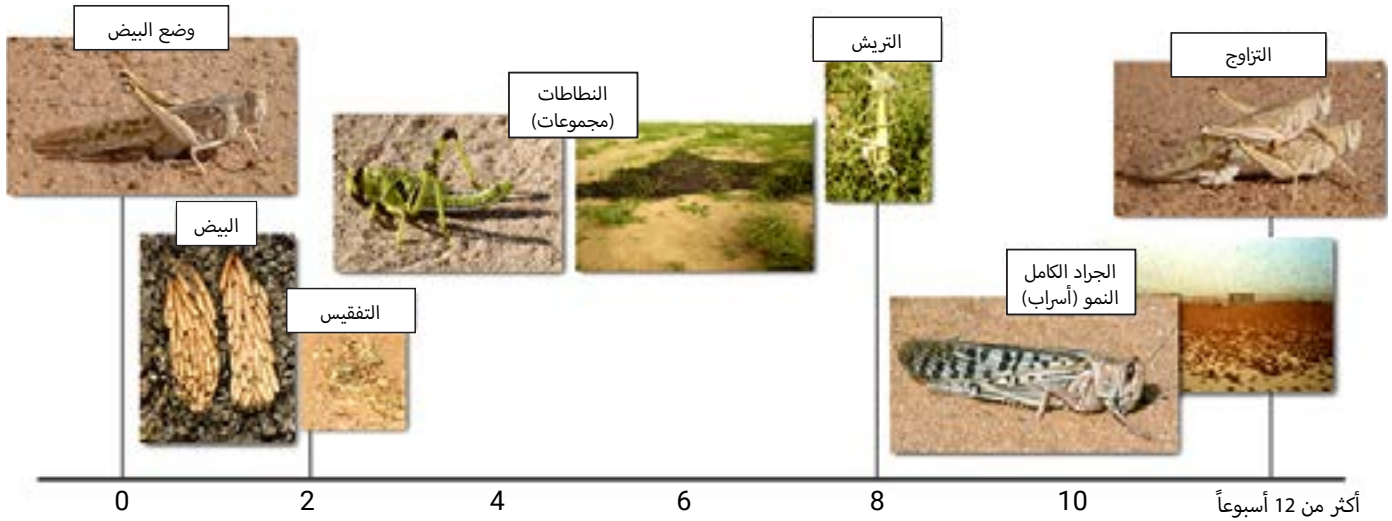
الشكل 4: دورة حياة الجراد الصحراوي. المصدر: *WMO and FAO 2016*

وأعقب هذه الفترة شتاء معتدل للغاية، مما سمح للجراد بالبقاء على قيد الحياة بأعداد كبيرة. ثم بدأت الحشرات تهاجر من شبه الجزيرة العربية إلى القرن الأفريقي في صيف عام 2019. ومع انتقال الحشرات عبر شرق أفريقيا، تعرضت المنطقة لظروف رطبة بشكل غير عادي والمزيد من الأعاصير - مما سمح للأسراب بالنمو بشكل أكبر (Lehmann 2020). وفي جميع أنحاء القرن الأفريقي، كان هطول الأمطار بين تشرين الأول/أكتوبر ومنتصف تشرين الثاني/نوفمبر أعلى من المتوسط بنسبة 300 في المائة. وفي كينيا، كان معدل هطول الأمطار أعلى بنسبة 400 في المائة من المتوسط. وبشكل عام، تعرضت منطقة القرن الأفريقي لثمانية أعاصير في عام 2019، وهو أكبر رقم يُسجل في أي عام منذ عام 1976 (Dunne 2020).

الروابط بتغير المناخ

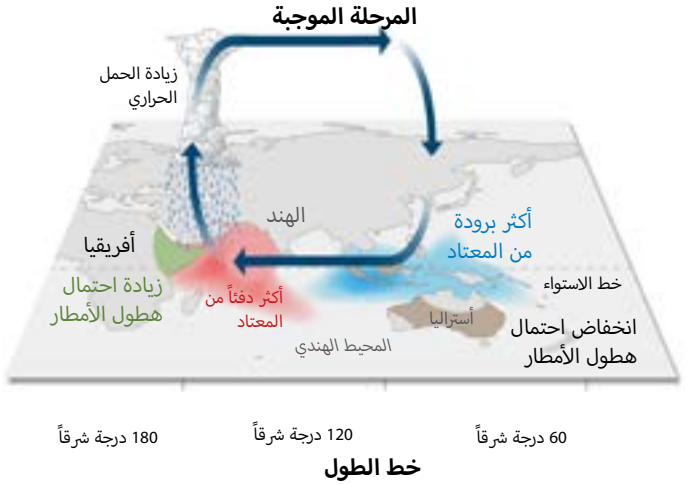
يرتبط الطقس الرطب غير المعتاد في شرق أفريقيا بنظام مناخي أوسع - ثنائي القطب في المحيط الهندي (Saji et al. 1999a؛ و WMO 2020). ويؤثر ثنائي القطب على الطقس على جانبي المحيط، من شرق أفريقيا وشبه الجزيرة العربية إلى إندونيسيا وبابوا غينيا الجديدة وأستراليا.

وينطوي ثنائي القطب على ثلاث مراحل – موجبة وسالبة ومحايدة (Saji et al. 1999a). ففي المرحلة الموجبة، تكون درجات الحرارة أعلى في غرب المحيط الهندي عنها في شرق المحيط الهندي مما يؤدي إلى مؤشر موجب بشكل عام. ونتيجة لذلك، تضعف الرياح الغربية، وفي بعض الأحيان تتشكل رياح شرقية - تسحب المياه الدافئة نحو شبه الجزيرة العربية والقرن الأفريقي. ويؤدي ذلك بدوره دوراً في دفع الأعاصير والأمطار الغزيرة في المنطقة لأن الدفء الإضافي والرطوبة الإضافية الناتجين عن النظام المناخي يعملان كوقود للعواصف الناشئة (Dunne 2020). ويوضح الشكل 6 آثار مرحلة موجبة لثنائي القطب في المحيط الهندي.



الشكل 5: دورة حياة الجراد الصحراوي. المصدر: *Cressman 2016*

ثنائي القطب في المحيط الهندي



الشكل 6: المرحلة الموجبة لثنائي القطب في المحيط الهندي.
المصدر: *Johnson 2020*

وكان ثنائي القطب في المحيط الهندي في مرحلته الموجبة في الفترة من حزيران/يونيو إلى كانون الأول/ديسمبر لكل من عامي 2018 و2019. وفي عام 2019، وصل ثنائي القطب إلى أقصى مستوى موجب له منذ 40 عاماً (الشكل 6). ويوضح الشكل 7 التغييرات في مؤشر وضع ثنائي القطب الشهري من كانون الثاني/يناير 1979 إلى كانون الأول/ديسمبر 2019.

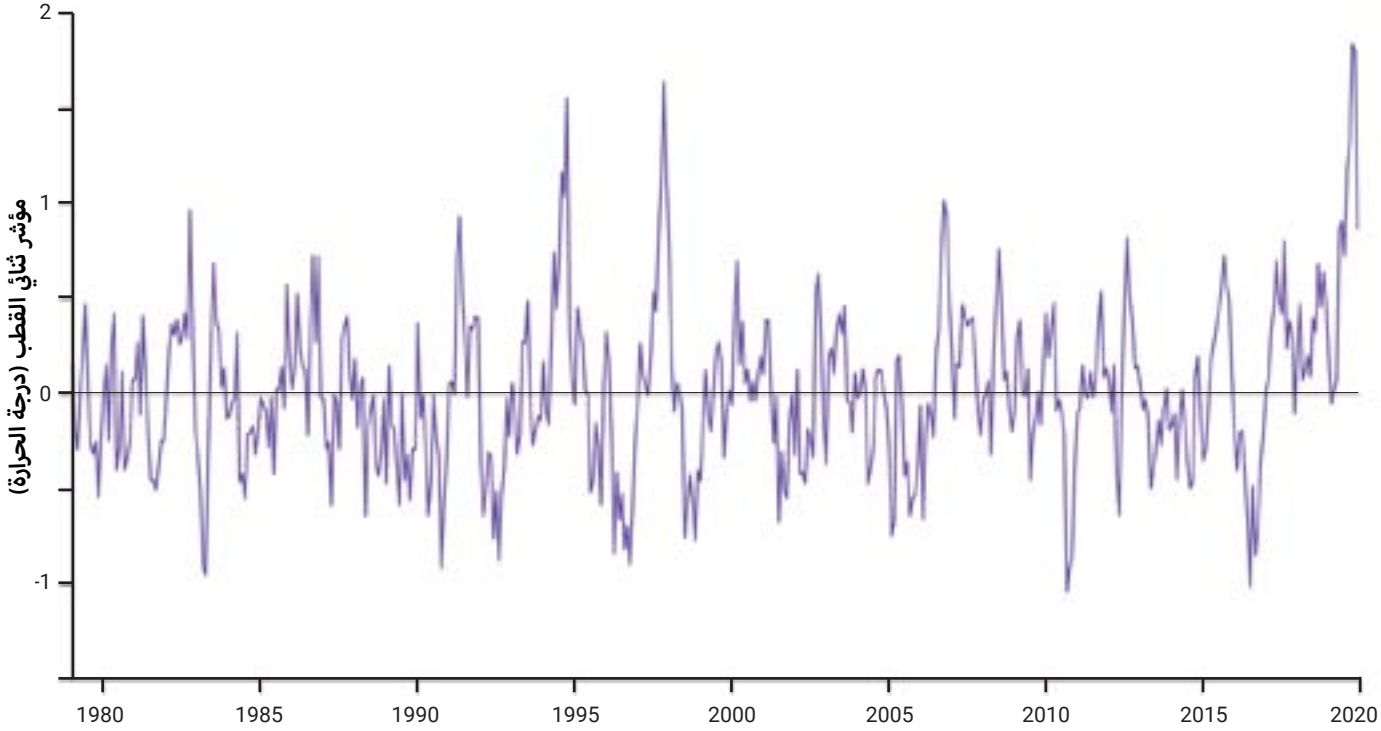
وفي السنوات الأخيرة، كانت هناك زيادة واضحة في وقوع أحداث ثنائي القطب في المحيط الهندي الموجبة. (Cai, Cowan and Sullivan 2009). وزاد تواتر حدوث مرحلة موجبة لثنائي القطب تم قياسه في فترة زمنية تبلغ 30 عاماً من أربع مرات تقريباً في النصف الأول من القرن العشرين إلى عشر مرات في النصف الأخير منه، بين عامي 1979 و2009. (Cai, Cowan and Sullivan 2009).

ويمكن أن يتسبب عدم السيطرة على تغير المناخ في المستقبل في زيادة الأحداث الموجبة لثنائي القطب بمقدار ثلاثة أضعاف بحلول عام 2099، مقارنة بالفترة 1900-1999 (Cai et al. 2014). وحتى لو اقتصر ارتفاع درجة الحرارة العالمية على 1.5 درجة مئوية، فإن عدد الأحداث الموجبة لثنائي القطب يمكن أن يظل ضعف الأرقام التي شهدتها حقبة ما قبل الصناعة (Cai et al. 2018).

وبشكل عام، يتوقع خبراء تغير المناخ طقساً أكثر تطرفاً، بما في ذلك حالات الجفاف والفيضانات والأعاصير. وبينما تنخفض أعداد الجراد أثناء فترات الجفاف، فإن بداية انتشار الجراد غالباً ما يأتي بعد الفيضانات والأعاصير. ويمكن أن تساعد الزيادات المحلية في هطول الأمطار على تهيئة ظروف مواتية لتكاثر الجراد وتحديد حجم مناطق التغذية، مما يؤدي إلى تغييرات في طريقة تطور التفشيات (WMO و2016 FAO).

ويتوقع خبراء تغير المناخ أيضاً أن تواصل درجات الحرارة الارتفاع. وتُنظم درجة الحرارة سرعة نمو الجراد وحركة السرب. وبالتالي، يمكن أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة المرتبط بتغير المناخ إلى تقصير فترتي النضج والحضانة الطويلة خلال الربيع والسماح بجيل إضافي من التكاثر في شمال غرب أفريقيا وشبه الجزيرة العربية وجنوب غرب آسيا. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى ارتفاع عدد أجيال الجراد في عام واحد في هذه المناطق وتفاقم مخاطر التفشيات بشكل عام. ويمكن أن تؤثر التغيرات في أحداث النينيو والنينيا نتيجة تغير المناخ على التكاثر خلال فصل الشتاء في منطقة القرن الأفريقي الكبرى وخلال الصيف في منطقة ساحل غرب أفريقيا. وآثار تغير المناخ على الرياح أقل تأكيداً. ومن المتوقع أن تؤثر أي تغييرات في سرعة الرياح واتجاهها وتدفقات دورانها على هجرة الجراد الصحراوي ويمكن أن تسمح للحشرات كاملة النمو والأسراب بالوصول إلى مناطق جديدة في أوقات مختلفة من العام. وسيعتمد مدى قدرتها على التوطن والبقاء والتكاثر في هذه المناطق الجديدة على الظروف البيئية والموائل والطقس (WMO وFAO 2016).

وهذه هي الطريقة التي تؤدي بها الظروف الجوية غير المتوقعة والأعاصير التي يتسبب فيها تغير المناخ دوراً في تفشي الجراد.



الشكل 7: مؤشر وضع ثنائي القطب الشهري من كانون الثاني/يناير 1979 إلى كانون الأول/ديسمبر 2019. المصدر: جونسون *2020*

ما الذي تم إنجازه حتى الآن؟

الإنذار المبكر والرصد

يعد الاكتشاف المبكر في المرحلة الانفرادية أمراً بالغ الأهمية في إدارة الجراد. وهذا لأن له قدرة عالية على التنقل في مرحلة التجمع، ومن الصعب مكافحة الحشرات المهاجرة في جماعات. وقد أدت التطورات التكنولوجية الجديدة مثل تقنيات السواتل إلى تحول مفاهيمي في الإنذار المبكر بشأن الجراد، من جمع المعلومات لتفسير وتوقع التكاثر والهجرة إلى التنبؤ بتنمية الموائل وتطور بداية الانتشار والارتفاعات المفاجئة والتفشيات (Cressman 2016) بالأساليب التالية (UN-SPIDER 2020):

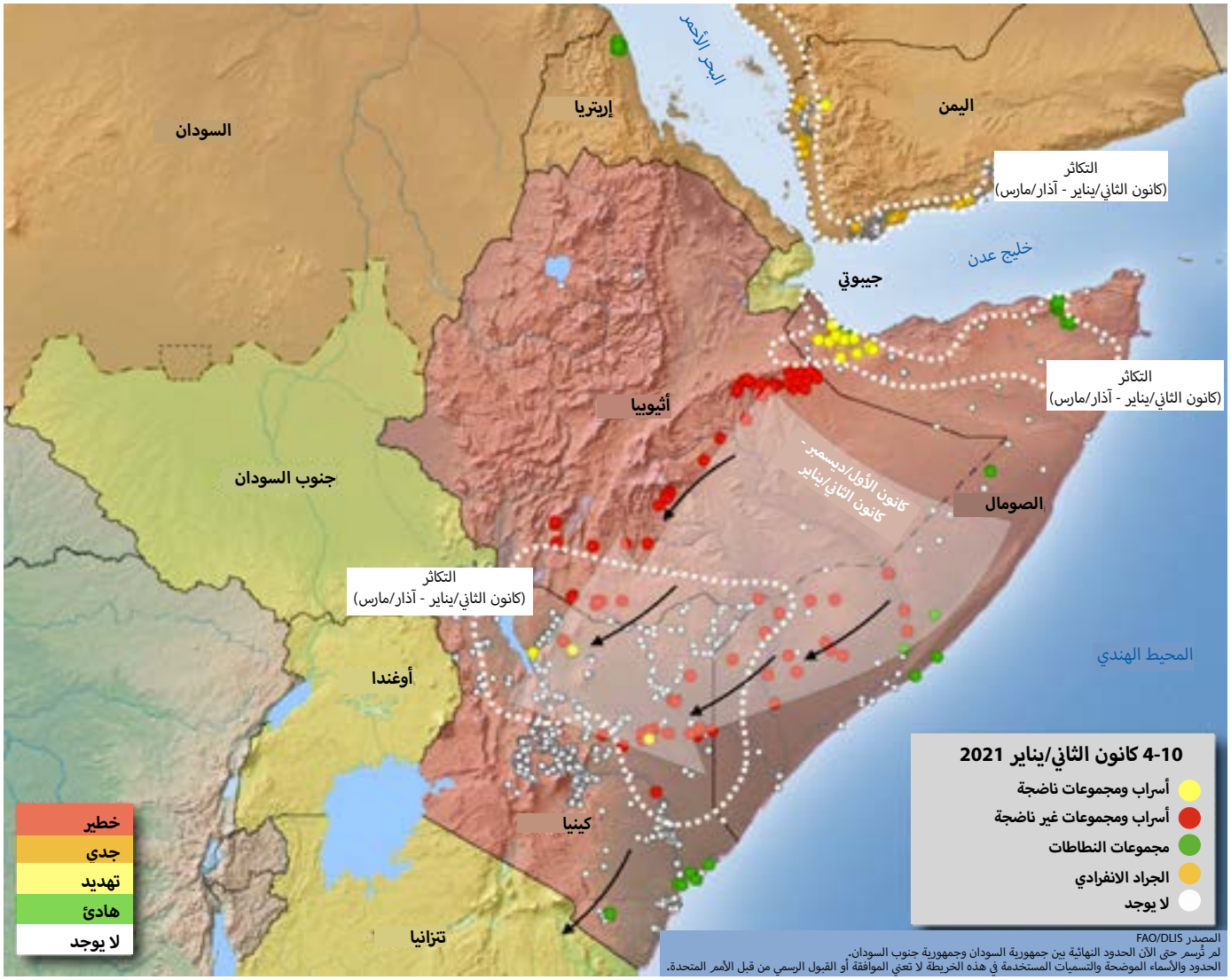
1 رصد هطول الأمطار لرصد مناطق التكاثر وتكوين الأسراب.

2 التنبؤ لمنع الارتفاعات المفاجئة/الغزوات. ويمكن إعداد تنبؤات قصيرة ومتوسطة المدى للمناطق المواتية للجراد بمساعدة التقارير الوطنية عن مسح الجراد والصور الساتلية وبيانات الأرصاد الجوية.

3 رصد الظروف البيئية المؤدية إلى تكاثر/غزو الجراد: أمطار متفرقة للغاية والمحلية، والغطاء النباتي الأخضر وما إلى ذلك.

4 رسم خرائط للتوزيع المكاني للجراد لإرشاد عمليات المكافحة في المناطق المتضررة.

الشكل 8: رسم تخطيطي لعمليات مكافحة الجراد الصحراوي. \المصادر: *BBC 2020*



الشكل 9: التنبؤ بحركة الجراد الصحراوي كما في كانون الأول/ديسمبر 2020. \المصدر: *FAO 2020a*

مكافحة أسراب الجراد وإدارتها

تتمثل طرائق المكافحة الأولية لأسراب الجراد ومجموعات النطاطات، في الوقت الحالي، في استخدام المواد الكيميائية الفوسفاتية العضوية المطبقة في تركيبات "الأحجام شديدة الانخفاض (ULV)"، أي الجرعات الصغيرة المركزة بواسطة أجهزة الرش المركبة على المركبات والطائرات وبدرجة أقل عن طريق أجهزة الرش الموضوعة في حقيبة الظهر والمحمولة باليد (CRC n.d).

وتكون وزارة الزراعة والوحدات الوطنية التابعة لها والمعنية بالجراد في البلدان المتضررة من الجراد هي المسؤولة أساساً. إجراء عمليات مسح الجراد ومكافحته. وبالإضافة إلى ذلك، تساعد العديد من منظمات مكافحة الجراد الإقليمية في هذه العمليات. وتعتبر المساعدة الخارجية من مجتمع الجهات المانحة والمنظمات الدولية ذات قيمة في أوقات تفشي الأمراض والتفشيات. (CRC n.d).

وهناك بحوث خارجية مستمرة بشأن الوسائل البيولوجية وغيرها من وسائل المكافحة غير الكيميائية مع التركيز على مسببات الأمراض وعوامل تنظيم نمو الحشرات. والمكافحة عن طريق الحيوانات المفترسة والطفيليات الطبيعية محدودة حتى الآن لأن الجراد يمكن أن يبتعد بسرعة كبيرة عن معظم الأعداء الطبيعيين. وفي حين أن الناس والطيور كثيراً ما يأكلون الجراد، إلا أن هذا غالباً ما يكون غير كافٍ لتقليل مستويات أعدادها على امتداد مناطق واسعة (CRC n.d.).

التوقعات المستقبلية

في القرن الأفريقي، تواصل الأسراب غير الناضجة الوصول والانتشار في جميع أنحاء شمال ووسط كينيا وإثيوبيا والصومال (FAO 2020a). وعلى الرغم من عمليات المكافحة، يوجد عدد كبير من مجموعات النطاطات وتتجمع لتشكل أسراباً جديدة غير ناضجة (FAO 2020a). ولا يزال هناك خطر وجود جيل آخر من التكاثر خلال موسم الأمطار المقبل. (FAO 2020a). ولا يزال الوضع هادئاً في المناطق الأخرى (FAO 2020a).

ما هي التحديات؟

التنبؤ: من الصعب التنبؤ بالتفاعلات بين مجموعات الجراد وديناميكاتها وإمكانية التنبؤ بهطول الأمطار الموسمية وما إلى ذلك بسبب تعقيدها (Adriaansen et al. 2016). ونتيجة لذلك، قد لا يتم اكتشاف المجموعات لمدة أشهر وخاصة في مناطق الركود التي تبلغ مساحتها 16 مليون كيلومتر مربع (Brader et al. 2006؛ Dinku et al. 2010).

استهداف بداية انتشار الجراد ومكافحته: هناك عدة نُهج يمكن اتباعها في عمليات المكافحة. ويشير البعض إلى أن الانتظار حتى المراحل المتأخرة من التجمع يعتبر فعالاً لأن الأسراب تحتل مساحة أقل من الأرض في هذه المرحلة مقارنة بمرحلة تكوين النطاطات الانفرادية أو مرحلة التجمع المبكرة (UN-SPIDER 2020). ومن ناحية أخرى، قد يكون مثل هذا التأخير في العمل مكلفاً، ولا سيما إذا كانت المنطقة المتأثرة لا تمتلك القدرة على الاستجابة بسرعة على مناطق واسعة من الغزو (Brader et al. 2006).

العوامل الاجتماعية والسياسية: ‘1’) تتطلب الزيادات المفاجئة في أعداد الجراد في عدة بلدان إدارة عبر الحدود. وأدت الاضطرابات السياسية وعدم الاستقرار والنزاعات والحساسيات على الحدود الوطنية وعمليات الاختطاف والألغام والنزاع إلى انعدام الأمن في أجزاء كثيرة من منطقة الركود. ويزيد ذلك من صعوبة وصول أفرقة المسح والمكافحة إلى العديد من المناطق المهمة، حيث قد يتواجد ويتكاثر فيها الجراد الصحراوي؛ ‘2’) يعتبر الجراد أيضاً مفيداً لبعض المجتمعات كمصدر للغذاء والأسمدة والمغذيات (Lockwood 2016).

ما هي الآثار المترتبة بالنسبة للسياسات؟

التصدي للأسباب الكامنة

في حين أن تغير المناخ يعتبر ظاهرة عالمية، فإن أفريقيا والأجزاء المتضررة من الشرق الأوسط وآسيا تبرز بسبب ضعفها الناتج أساساً عن المستويات المنخفضة السائدة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية. ويواجه الأشخاص الذين يعيشون في فقر أوجه ضعف تراكمية أمام آثار تغير المناخ لأنهم يفتقرون إلى الموارد اللازمة للتعافي بسرعة من تأثيراته. وفي هذه الحالات، يدمر الجراد الصحراوي المحاصيل في الحقول قبل حصادها، ويقضي على الماشية وعلف الأحياء البرية، ومعها المدخرات والأصول وسبل العيش.

ويمكن أن يضمن نشر حلول العمل المناخي، مثل تحويل المجففات التي تعمل بالطاقة الشمسية إلى الجهات الفاعلة في سلسلة القيمة الزراعية، أن تحقق هذه الجهات الفاعلة ما يصل إلى 30 مرة دخلها من خلال قدرتها على الحفاظ على حصادها وبيعه خلال غير موسمه، أو منحها المرونة اللازمة للتعويض عن الأحداث غير المتوقعة مثل أسراب الجراد هذه (Munang 2020). ويمكن أن يؤدي ذلك أيضاً إلى خلق فرص للشركات في سلاسل القيمة المساعدة التي تُصنّع هذه المجففات العاملة بالطاقة الشمسية (Munang 2020). وتعتبر تدخلات كهذه ضرورية لزيادة قدرة بعض المجتمعات الأكثر ضعفاً على الصمود أمام المناخ في جميع أنحاء القارة.

التعاون المتعدد الوكالات بين منظمات الأمم المتحدة لتحسين إدارة قضية الجراد

ينبغي أن تظل استجابة الأمم المتحدة لمكافحة هجوم الجراد متعددة الوكالات بطبيعتها. وفي حين أن القطاع المباشر المعرض للخطر هو الأمن الغذائي، فإن المناخ يمكن أن يؤدي دوراً مفاقماً. ويؤدي برنامج الأمم المتحدة للبيئة دوراً مهماً في نشر أحدث العلوم المتعلقة بالاتجاهات المناخية الناشئة لتوجيه السياسات عبر القطاعات وضمان بناء القدرة على الصمود في القطاعات ذات الصلة. وتؤدي المنظمة العالمية للأرصاد الجوية دوراً حاسماً في التنبؤ بالتغيرات المناخية الفورية التي قد تؤدي إلى تفاقم هجمات الجراد.

وفي حين أن الشكل التقليدي للمكافحة هو استخدام مبيدات الآفات، فإنه لا يمكن التغاضي عن أثر هذه المواد الكيميائية على البيئة والنظم الإيكولوجية الهامة الأخرى الأساسية للأمن الغذائي - مثل النحل والحشرات الأخرى، التي لا تقوم فقط بتلقيح ما يصل إلى 70 في المائة من غذائنا ولكن قد يكون لها تأثير أيضاً على صحة الإنسان. ويتمثل دور منظمة الصحة العالمية في تصنيف المخاطر المحتملة للعوامل الكيميائية المختلفة لتمكين الحكومات من الاستثمار في أكثرها أماناً.

ومن اختصاص منظمات الأغذية والزراعة توفير أحدث المعلومات جنباً إلى جنب مع الإنذارات والتنبؤات في الوقت المناسب بشأن الوضع العام للجراد إلى البلدان المعرضة لخطر غزو الجراد. وتدير المنظمة خدمة معلومات مركزية عن الجراد الصحراوي. وبالإضافة إلى ذلك، فإن تمكين المجتمعات المحلية

الجراد الصحراوي Schistocerca gregaria نوع من أنواع الجراد، وهو من النطاطات قصيرة قرون الاستشعار التي تتجمع دورياً في عائلة Acrididae
الصورة: © *Powerofflowers/Shutterstock.com*

بتكنولوجيات لإضافة القيمة - التي تعد أيضاً حلولاً للعمل المناخي – يتيح لها الحفاظ على محاصيلها. ويجعل ذلك من الممكن حصاد المحصول مبكراً في بداية الهجمات لضمان أن تنقذ المجتمعات المحلية معظم محاصيلها.

استخدام نهج التكيف القائم على النظم الإيكولوجية

إلى جانب المزيد من أوجه التآزر والعمل بين وكالات الأمم المتحدة المنفذة ووكالات التنمية الأخرى (على النحو المشار إليه أعلاه)، فإن استخدام نهج التكيف القائم على النظم الإيكولوجية سيوفر بُعداً إضافياً للتصدي لتحدي تغير المناخ. وتتمثل إحدى الأدوات الاستراتيجية في استخدام الإدارة المتكاملة للآفات التي تستخدم أساليب فيزيائية وبيولوجية وكيميائية وميكانيكية وثقافية في مجموعات مختلفة للحفاظ على أعداد آفات الجراد عند مستويات لا تسبب أي ضرر اقتصادي. وقد ثبت بالفعل أن المكافحة الكيميائية تؤثر تأثيراً سلبياً على المسطحات المائية والتنوع البيولوجي (بما في ذلك الملقحات المهمة للزراعة) والحيوانات المستأنسة ورفاهية الإنسان. وهناك حاجة ملحة إلى استكشاف الإمكانات التي توفرها الإدارة المتكاملة للآفات للتصدي لمشكلة الجراد. وعلى سبيل المثال، قد يكون الجمع بين المكافحة البيولوجية (استخدام الأعداء الطبيعيين للجراد) والمبيدات الحيوية (استخدام الميكروبات الحية) ناجحاً في مكافحة الجراد.

وبالتالي، فإن الآثار المترتبة على السياسات تتمثل في تشجيع الأخذ بأدوات التكيف القائم على النظم الإيكولوجية مثل الإدارة المتكاملة للآفات وتوسيع نطاقها. ولضمان تحديد الأولويات، ينبغي أن تكون هذه التقنيات جزءاً لا يتجزأ من سياسات البحث والتدريب والإرشاد. وينبغي أن تتحقق المعاهد البحثية الإقليمية والوطنية من فعالية المبيدات الحيوية في ظل الظروف الوطنية المختلفة لتيسير استخدامها واقتراح الإجراءات الرئيسية المطلوبة بشكل أفضل لإدماجها في الحملات التشغيلية.

السياسات المشتركة بين الوزارات والقطاعات على مستوى الدول القومية

يعتمد نجاح نظام الإنذار المبكر للجراد الصحراوي على وجود مراكز وطنية جيدة التنظيم وممولة لمكافحة الجراد في كل بلد متأثر بالجراد يمكنه مراقبة الظروف الميدانية والاستجابة لغزو الجراد من خلال: (1) إجراء مسوحات أرضية وعمليات المكافحة؛ (2) جمع ونقل بيانات جغرافية مكانية دقيقة بسرعة؛ (3) استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحليل البيانات؛ (4) إبقاء جميع أصحاب المصلحة على اطلاع بشكل منتظم وفي الوقت المناسب من خلال نواتج بسيطة وجيدة التوجيه؛ (5) تبادل التقارير ضمن شبكة معلومات قوية وموثوقة؛ (6) الحفاظ على كادر من الأفراد المدربين تدريباً جيداً والمتفانين (Cressman 2016).

وفي الوقت نفسه، يمكن تعزيز الجهود المشتركة بين القطاعات لبناء القدرة على الصمود بين المزارعين وغيرهم من المشاركين في سبل كسب العيش التي تأثرت مباشرة بتفشي الجراد تحت المظلة الأكبر لأهداف عام 2030. وسيقطع العمل المناخي على المستويين الوطني ودون الوطني شوطاً كبيراً في التصدي للسبب الجذري لمثل هذه الظواهر، التي يمكن أن تكون نذيراً بأحداث أكبر تعكس تدهور نظام المناخ العالمي.

الحاجة إلى نهج مشترك لتنفيذ السياسات

يجري وضع السياسات بشكل متزايد باستخدام نهج تعاوني يشمل مختلف القطاعات وأصحاب المصلحة. غير أن التحدي يأتي مع التنفيذ. وهناك حاجة ملحة إلى اعتماد نهج متعدد القطاعات حيث يجب تقاسم المساءلة عن مكافحة الجراد عبر الحكومات ككل. ويعد العمل المنسق والمشترك بين القطاعات (النهج المشترك) لمكافحة الجراد، بما في ذلك بين الوزارات على المستوى الوطني، وبين مختلف المستويات الحكومية الدنيا ومع أصحاب المصلحة خارج الحكومة، ضرورياً للتصدي لتحدي الجراد.

إن السياسات هي المحرك الأكبر للتغيير. ولكي تكون فعالة للغاية، ستكون هناك حاجة إلى تنفيذ سياسة مشتركة واضحة لتقديم الحوافز التي تشجع وتُكمِل نهجاً مستداماً لمكافحة الجراد وإدارته. وسيتعين الاستفادة من السياسات المتعلقة بالمالية والطاقة والزراعة والتعليم والبيئة لتُكمل وتُشجع بعضها البعض بشكل مناسب. كما ستكون هناك حاجة إلى دعم سياسي لضمان أن يتمتع فريق خبراء السياسات الذين يجتمعون لوضع هذه الحلول المتكاملة ببيئة داعمة للعمل فيها وبالتالي ضمان التنفيذ.

الاستنتاج

تتضح الأهمية الاقتصادية السلبية للجراد من آثاره على سبل العيش والأمن الغذائي والتغذية والتنمية الاقتصادية وعلى البيئة. ويناقش موجز التبصر هذا بعض هذه القضايا ويسلط الضوء على الدور المحتمل لتغير المناخ في غزو الجراد. ولوحظ ما يلي:

- تنفرد أفريقيا والأجزاء المتضررة من الشرق الأوسط وآسيا بأنها عرضة للتأثر بسبب الأثر المتزايد لتقلب المناخ والمستوى السائد للتنمية الاجتماعية والاقتصادية.
- حتى لو اقتصر ارتفاع درجات الحرارة العالمية على 1.5 درجة مئوية، فإن عدد الأحداث الموجَبة لثنائي القطب يمكن أن يضاعف الأرقام التي كانت سائدة في حقبة ما قبل الصناعة، مما قد يزيد من وتيرة الزيادات المفاجئة المماثلة في أعداد الجراد في المستقبل.
- يعتبر التنبؤ ببداية انتشار الجراد ومكافحته من التحديات الرئيسية التي تواجه البلدان.
- هناك حاجة ملحة إلى اعتماد نهج متعدد القطاعات حيث يجب أن تكون المساءلة عن مكافحة الجراد مشتركة بين الحكومات ككل.
- الأهم من ذلك، هناك حاجة ملحة إلى بناء قدرة الاقتصادات التي تواجه تهديداً متزايداً لحالات الانتشار هذه على الصمود مع العمل في الوقت نفسه على التخفيف من الأسباب الكامنة بما في ذلك تغير المناخ.

وعند المضي قدماً، ستكون الشراكات الحكومية الدولية والتعاون الدولي لتعبئة الموارد الكافية، جنباً إلى جنب مع القيادة المتعددة التخصصات بالغة الأهمية لتقليل الأضرار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وضمان التصدي للأسباب الكامنة.

الصورة: © *Kuttelvaserova Stuchelova/Shutterstock.com*

شكر وتقدير

المؤلفون

Jayasurya Kalakkal، معهد النبض البيئي، فيرجينيا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ وAshbindu Singh، معهد النبض البيئي، فيرجينيا، الولايات المتحدة الأمريكية.

القائمون بالاستعراض الخارجيون

James Rowland، المسح الجيولوجي الأمريكي، فيرجينيا، الولايات المتحدة؛ وGideon Galu، المسح الجيولوجي الأمريكي، فيرجينيا، الولايات المتحدة؛ و Betty G. Kironde، معهد النبض البيئي، فيرجينيا، الولايات المتحدة الأمريكية

القائمون بالاستعراض من برنامج الأمم المتحدة للبيئة

Richard Munang، Charles Sebukeera، وAngeline Djampou، وMagda Biesiada، Jane Muriithi، وVirginia Gitari، وSamuel Opiyo.

فريق موجزات التبصر الصدارة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة: Alexandre Caldas، وSandor Frigyik، وAudrey Ringler، وErick Litswa، وPascil Muchesia.

للاتصال

unep-foresight@un.org

إخلاء المسؤولية

التعيينات المستخدمة وطريقة تقديم المواد على أي خريطة لا تعنى ضمناً الإعراب عن أي رأى مهما كان من جانب أمانة الأمم المتحدة فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها أو فيما يتعلق بتحديد تخومها أو حدودها.

© الخرائط والصور والرسوم التوضيحية على النحو المحدد.

المراجع

Adriaansen, C., Woodman, J.D., Deveson, E. and Drake, V.A. (2016). Chapter 4.1 - The Australian Plague Locust—Risk and Response. In *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*. chapter 4.1. 67-86. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394847-2.00005-X

BBC. (2020, May 5). How a single locust becomes a plague -. BBC News. Retrieved May 29, 2020, from https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-84994842-8967-4dfd-9490-10f805de9f68

Brader, L., Djibo, H., Faye, F.G., Ghaout, S., Lazar, M., Luzietoso, P.N. *et al*. (2006). *Towards a More Effective Response to Desert Locusts and their Impacts on Food Security, Livelihoods and Poverty*: *Multilateral Evaluation of the 2003–05 Desert Locust Campaign*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/ag/locusts/common/ecg/1913/en/DesertLocustEvalReportE.pdf

Cai, W., Cowan, T. and Sullivan, A. (2009). Recent unprecedented skewness towards positive Indian Ocean Dipole occurrences and its impact on Australian rainfall. *Geophysical Research Letters* 36(11). https://doi.org/10.1029/2009GL037604

Cai, W., Santoso, A., Wang, G., Weller, E., Wu, L., Ashok, K. et al. (2014). Increased frequency of extreme Indian Ocean Dipole events due to greenhouse warming. *Nature* 510, 254-258. https://doi.org/10.1038/nature13327

Cai, W., Wang, G., Gan, B., Wu, L., Santoso, A., Lin, X. et al. (2018). Stabilised frequency of extreme positive Indian Ocean Dipole under 1.5 °C warming. *Nature Communications* 9. https://doi.org/10.1038/s41467-018-03789-6

Commission for Controlling the Desert Locust in the Central Region (n.d.). *FAQs on Desert Locust*. http://desertlocust-crc.org/Pages/About.aspx?id=127&lang=EN&l=0&DId=0&Cld=0&CMSId=7

Cressman, K. (2013). Climate change and locusts in the WANA region In *Climate Change and Food Security in West Asia and North Africa*. Sivakumar, M., Lal, R., Selvaraju, R. and Hamdan, I. (eds.). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6751-5_7

Cressman, K. (2016). Desert Locust. In *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*. .Shroder, J.F. and Sivanpillai, R. (eds.). Elsevier. 87–105

Cressman, K., Van der Elstraeten, A. and Pedrick, C. (2016). *eLocust3*: *An innovative tool for crop pest control*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i6058e.pdf

Dinku, T., Ceccato, P., Cressman, K. and Connor, S.J. (2010). Evaluating Detection Skills of Satellite Rainfall Estimates over Desert Locust Recession Regions. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 49(6). https://doi. org/10.1175/2010JAMC2281.1

Dunne, D. (2020). Q&A: Are the 2019-20 locust swarms linked to climate change? *CarbonBrief*, 10 March. https://www.carbonbrief.org/qa-are-the-2019-20-locust-swarms-linked-to-climate-change

Escorihuela, M.J., Merlin, O., Stefan, V., Moyano, G., Eweys, O.A., Zribi, M. *et al*. (2018). SMOS based high resolution soil moisture estimates for desert locust preventive management. *Remote Sensing Applications*: *Society and Environment* 11, 140-150. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.06.002

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020a). *Desert Locust Situation Update 4 January 2021*. http://www.fao.org/ag/locusts/en/info/info/index.html (Accessed: 4 February .(2021

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020b). *Great Horn of Africa and Yemen Desert Locust Crisis Appeal (January- December 2020)|Rapid response and sustained Action*. http://www.fao.org/3/ca9257en/CA9257EN.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020c). *Desert Locust Upsurge | Global Response Plan \anuary–December 2020*. http://www.fao.org/ emergencies/resources/documents/resources-detail/en/c/1276739

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020d). *FAO welcomes €17 million contribution from Germany to combat the impact of the Desert Locust upsurge in East Africa* 28 February http://www.fao.org/news/story/en/ item/1264151/icode/

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020e). Southwest Asia: Desert Locust Crisis Appeal May–December 2020: Rapid Response and Scaled-up Action. http://www.fao.org/3/ca9250en/ca9250en.pdf

Food Security Information Network (2020). 2020 Global Report on Food Crises: Joint Analysis for Better Decisions. https://docs.wfp.org/api/documents/WFP0000114546/download/?_ga=2.9549811.737872543.1608285997-1442739429.1608285997

French Press Agency (2020). Pakistan suffers worst locust plague in 3 decades. 4 March. https://www.dailysabah.com/world/asia-pacific/pakistan-suffers-worst-locust-plague-in-3-decades

Johnson, N. (2020). Meet ENSO's neighbor, the Indian Ocean Dipole. NOAA Climate.gov. Retrieved May -30, 2020, from https://www.climate.gov/news

Lazar, M., Piou, C., Doumandji-Mitiche, B. and Lecoq, M. (2016). Importance of solitarious desert locust population dynamics: lessons from historical survey data in Algeria. Entomologia Experimentalis et Applicata 161(3). https://doi.org/10.1111/eea.12505

Lehmann, P. (2020).Q&A: Are the 2019-20 locust swarms linked to climate change? *Carbon Brief*, 10 March. https://www.carbonbrief.org/qa-are-the-2019-20-locust-swarms-linked-to-climate-change

Lockwood, J. (2016). Locusts: An Introduction. In *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters*. 63-66. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394847-2.00004-8

Munang, R. (2020). *Interview on Understanding the locust problem*. United Nations Environment .Programme

Qiu, J. (2009). Global warming may worsen locust swarms. *Nature*, 7 October. https://doi.org/10.1038/news.2009.978

Saji, N.H., Goswami, B.N., Vinayachandran, P.N. and Yamagata, T. (1999a). A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401, 360–363. https://doi.org/10.1038/43854

.Steedman, A. (ed.) (1990). *Locust Handbook*. 3rd edn. Chatham: Natural Resources Institute

Stone, M. (2020). A plague of locusts has descended on East Africa. Climate change may be to blame. .*National Geographic*, 16 February

United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response (2020). *Data application of the month*: *Locust monitoring*. http://www.un-spider.org/links-and-resources/data-sources/daotm-locust- monitoring

World Meteorological Organization (2020). *Heavy rains contribute to desert locust crisis in East Africa* 18 February https://public.wmo.int/en/media/news/heavy-rains- contribute-desert-locust-crisis-east-africa

World Meteorological Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Weather and Desert Locusts*. http://www.fao.org/3/i6152en/i6152en.pdf