٦

تفهُّم تهديد الغزو البيولوجي
Understanding the Threat of Bioinvasions

كريس برايـــت
Chris Bright

شكلَّت جـزر غالابـاغوس (Galapagos Islands) أفكار داروين عن التطـور، أكثر من أي مكان آخـر على سطح الأرض. وعندما زارها في عـام ١٨٣٥، وجد قطعانـاً من السلاحف العملاقة، وطيوراً لم تعتد رؤية الناس فبـدت كما لو كانت طيوراً أليفة، والإغوانات (iguanas) التي أطلق عليهـا اسم «عفـاريت الظلام». ويصف داروين وزوّارُ الجزر فيما بعد حشـداً من الكائنات التي لا تعيش في أي مكان آخر: طيـور غالاباغوس وذوات الأربع وأربعين والصقور وأسماك القرش وطيور البطـريق - بل وحتى بندورة (طماطم) غالاباغوس. ومعـرض الوحوش هذا مدين بـالفضل في وجوده لا لِسمة خاصـة بهذه الجزر نفسها بل بسبب آلاف الكيلومترات من امتداد المحيط الذي يفصل بينها وساحل الإكوادور[١].

والحواجز من مثل المحيطات أدوات هامة في أيـدي التطوُّر. فهي تساعد على وضع شروط للحياة عن طـريق احتواء تجمعـات خاصة مـن النباتات والحيـوانات - وعن طـريق استبعاد الحيوانـات المفترسة والأنـواع المتنافسـة والأمراض التي تتطـوَّر في الأماكن الأخـرى. وبطبيعة الحال فإن هذه العوائق ليست مطلقة. فالكـائنات التي تعيش على البرِّ الرئيسي تصل إلى جزر غالاباغوس بين الحين والآخر، ولكن حتى عهدٍ قريب، كـان جميعها بالفعل قد جاء من مناطق قريبـة نسبياً، ولم تستطـع سوى أنواع قليلـة من المخلـوقات إكمال هذه الـرحلة. وقـد تستطيع الطيور القادمة من البرِّ الرئيسي إكمال رحلتها، ولكنَّ الثـدييات الكبرى ليس أمامها أية طريقة

لقطع المياه. بل حتى الثقوب التي توجد في مثل هذه الحواجز تعمل بدورها على إحداث الاستقرار: ذلك لأن أي مخلوق من اقليم مجاور استطاع الوصول إلى تلك الجزر وبقي على قيد الحياة عليها من المحتمل أنه كان قد اكتشف ذلك منذ زمن طويل. وهكذا فقد سمحت مصفوفة محكمة من الحواجز، من جزيرة إلى البر الرئيسي، ومن أفق إلى الأفق الذي يليه، لجماعات الحياة أن تعمل وتطوِّر استجابات مناسبة لمناطق معينة من الأرض أو مجاري المياه أو لمجموعة من التيارات المحيطية[٢].

ولو كان داروين يدرس جزر الـ غالاباغوس في هذه الأيام لأبدى استغرابه للسبب الذي يجعل العديد من الكائنات تبدو ضعيفة التكيُّف للتعامل مع بعضها البعض. ففي جزيرة بنزون (Pinzon Island)، تقوم الجرذان السوداء بقتل كل فقسٍ فعلاً من فقس النوع المحلي من السلحفاة العملاقة؛ وعلى الجزر الأخرى، تقوم الخنازير الوحشية بأكل بيض السلاحف والإغوانات والسلاحف البحرية الخضراء المعرَّضة للخطر. وعلى بعض الجزر، قضت الماعز على نباتات وأشجار عديدة، وأكلت القطط المنزلية المتوحشة معظم سحالي الحمم البركانية. وعلى جزيرة فلورينا (Floreana Island) تطغى أجمات شجيرات اللانتانا كامارا (Lantana Camara) (الجَنْبات الملتوية) على مواقع العش الخاصة بطائر النوء (طائر بحري صغير طويل الجناحين يمعن في الطيران بعيداً عن اليابسة) ذي الرِدف الأسود. وقضى نمل النار الصغير على معظم ما في الجزر من أنواع النمل الأخرى. وفي كل من هذه الحالات، فإن نوعاً «دخيلاً» من أنواع الكائنات الحية يتهدد كائناً آخر من كائنات الجزيرة. والنوع الدخيل هو كائن حي آخر غزا نظاماً بيئياً آخر هو غريب عنه ــ أي نظاماً بيئياً لم يتطوَّر (هذا الكائن الدخيل) فيه. ونظراً إلى أن كائنات الجزيرة لم تتطوَّر مع الجرذان السوداء والجنبات الملتوية (اللانتانا) فإنها (أي كائنات الجزيرة) لا يوجد لديها دفاعات مؤثرة ضدها[٣].

والغزوات البيولوجية مثل هذه لا تكاد تكون فريدة في نوعها ولا تقتصر على جزر الـ غالاباغوس. ففي بحيرة فيكتوريا، أكبر البحيرات في افريقيا، أدخلت سمكة كبيرة في نهر النيل لتحسين نوعية الأسماك: وقد أثارت موجة من الانقراض الجماعي في الأسماك الأصلية، وبذلك دمَّرت مصدر غذاء لـ ٣٠ مليون من الناس. وفي الممرات المائية في شرقي أمريكا الشمالية، أطلقت هناك سمكة صدفية أوروبية صغيرة جداً بطريق الصدفة: وها هي تقوم بإحداث تغيير جذري على سلسلة الغذاء المائية وتتسبَّب في دمار صناعي يقدَّر ببلايين الدولارات. وفي استراليا وأمريكا الشمالية، فإن الأعشاب اليوراسية (الأوروبية الآسيوية)

والافريقية تعمل على ازدياد تكرار حدوث الحرائق في المناطق الطبيعية، وتجبر على تراجع الغابات[٤].

والأنواع الدخيلة تفعل فعلها في كل مكان على سطح الكوكب الأرضي - وقد أُدخل البعض منها عن قصد، بينما البعض الآخر هو ببساطة نتاج جانبي لحركة البضائع والناس المتزايدة على الدوام. وبطبيعة الحال، ظلت هجرة الأنواع إلى المواطن الجديدة على الدوام جزءاً من الطبيعة، ولكن النشاط البشري أدى إلى إحداث تسارع في هذه العملية حتى جعل منها، من وجهة نظر عالمية، ظاهرة جديدة في تاريخ الحياة. وأخذت الحواجز القديمة، أو القوالب التي صيغت فيها الأنظمة البيئية، في التداعي. وانتشار الحيوانات الدخيلة الذي نجم عن ذلك يعتبر الآن السبب الثاني بعد فقدان المواطن كعنصر من عناصر دمار الأنظمة البيئية، وفق ما يقوله ادوارد ويلسون (Edward Wilson) العالم البيولوجي بجامعة هارفرد، وهو حُجَّة في التنوع البيولوجي. أما بالنسبة لـ بروس كوبلنتز (Bruce Coblentz) وهو خبير في الغزو البيولوجي على الجزر، فإن للكائنات الدخيلة القدرة على الاستمرارية الذاتية لا يضاهيها معظم الأشكال الأخرى للتردي البيئي. فالغابات المقطوعة أشجارها قد تعود إلى النمو إذا ما سنحت الفرصة؛ والكثير من أنواع الملوثات يمكن أن تتآكل؛ أما الكائنات الدخيلة إذا تركت لوحدها فإنها، وفق تعبير ويلسون، فإنها ستكون «الفرسان المجانين في الرؤيا البيئية»[٥].

النظام البيئي للغزو

ليست كل أنواع الكائناتِ الدخيلة ضارة فالكثير من - وربما معظم - الكائنات الحية التي تصل إلى المواطن الأجنبية تفشل في تهيئة الاستقرار لنفسها. وبكل بساطة، يؤدي ذلك بها إلى الهلاك. والكثير منها الذي يظل على قيد الحياة لم يثبت أنه ضار، ويقال في بعض الأحيان إن بعض أكثر الأنواع الغازية نجاحاً تكون «مفيدة» - حتى في الأوساط البريَّة. وعلى سبيل المثال، فإن إحدى الأعشاب البحرية التي أُدخلت إلى سواحل هاواي لإنتاج الطحلب البحري المستخدم كطاقة غذائية قد تكون أصبحت الآن جزءاً رئيسياً من غذاء السلحفاة البحرية الخضراء المعرَّضة للخطر. وتختلف كثيراً نسبة الكائنات الدخيلة التي تسببت في متاعب خطيرة من إقليم لآخر، ويصعب تقديرها تماماً (انظر جدول ٦-١ وجدول ٦-٢). ولكن القاعدة القياسية المتعارف عليها بصورة عامة، والتي جرى تطويرها من خلال الأبحاث التي أُجريت في أواخر الثمانينات عن طريق منظمة دولية تعرف باسم اللجنة العلمية الخاصة

جدول ٦-١ : بعض الأمثلة التاريخية المختارة للغزو البيولوجي

اسم الكائن الحي	الموطن الأصلي	مناطق الغزو	بعض الآثار الرئيسية
الجرذان السوداء والبنيّة	شرق وجنوب شرق آسيا	جميع المناطق البرية تقريباً ماعدا الصحراء والمناطق القطبية وبعض مناطق الغابات الكثيفة.	خلال العقد الأول من القرن السادس عشر، قُتل ٣٠ بالمائة من سكان أوروبا الغربية بالطاعون الذي نقلته الجرذان؛ ودفعت الجرذان بصفتها حيوانات مفترسة بأنواع طيور الجزر إلى الانقراض؛ كما أن الجرذان آفات محاصيل خطيرة.
الجُدري	حوض البحر الأبيض المتوسط	معظم المناطق المأهولة (وقد قُضي عليه الآن).	ربما مات ثلثا سكان العالم الجدد الأصليين بهذا المرض وغيره من أمراض العالم القديم في العقد الأول من القرن السادس عشر؛ وكان الجدري يقتل مليونين من الناس كل عام حتى عام ١٩٥٨.
فيروس طاعون الماشية	الهند	افريقيا	اجتاحات الأوبئة، في حوالي عام ١٩٠٠، الماشية والحياة البرية في اقليم شرق افريقيا.
العصفور الانجليزي (English Sparrow)	أوروبا، أواسط وجنوب آسيا، وأجزاء من شمال افريقيا	شمال وأواسط وجنوب أمريكا؛ معظم الجزر؛ الأجزاء الجنوبية من افريقيا؛ استراليا؛ ونيوزيلندة.	آفة خطيرة تصيب سلسلة كبيرة من المحاصيل؛ وكمنافس للطيور الأخرى، أدى العصفور الانجليزي إلى كبت الكثير من أنواع الطيور الأصلية.
الشوفان البري	أُوراسيا	جميع أقاليم زراعة الحبوب فعلاً.	يخفِّض محاصيل الحبوب بما يكفي لإطعام ٥٠ مليون نسمة.

SOURCE: See endnote 6.

جدول ٦-٢: بعض الأمثلة الحالية المختارة للغزو البيولوجي

اسم الكائن الحي	الموطن الأصلي	مناطق الغزو	بعض الآثار الرئيسية
الرخويات المرقطة (Zebra mussel)	بحر قزوين	أوروبا وشرق أمريكا الشمالية	تعيق تكاثر أنواع مائية أصلية كثيرة بالتفوق عليها في المنافسة على البلانكتون؛ تتسبَّب في خسائر ملايين الدولارات بتشكيل قشرة على أنابيب المياه والقوارب.
الناموس النمري الآسيوي (Asian tiger mosquito)	جنوب شرق آسيا	شرق آسيا، وجزر المحيط الباسفيكي والمحيط الهندي واستراليا ونيوزيلندة وجنوب أوروبا ونيجيريا ومناطق افريقيا الجنوبية والولايات المتحدة والبرازيل.	قد يساعد على انتشار الحمى الصفراء والحمى الدنجيَّة والتهاب الدماغ.
أعشاب مختلفة	اوراسيا وافريقيا وأمريكا الشمالية	أمريكا الشمالية وجزر المحيط الباسفيكي واستراليا ونيوزيلندة.	تزيد الأعشاب الدخيلة من فرص حدوث الحرائق وتزيح الخضرة الأصلية عن أماكنها في ملايين الهكتارات.
سمك التيلابيا (Tilapia Fish)	افريقيا	الكثير من البحيرات والأنهار في المناطق الاستوائية والدافئة المعتدلة.	بصفتها منافسة أو مفترسة، فإن هذه الأسماك تقضي على العديد من أنواع الأسماك الأصلية.
شجيرة البيتوسبورم العذبة (Sweet pittosporum)	استراليا	نيوزيلندا، اقيانوسية، أمريكا الوسطى، جزر الكاريبي والأطلسي، وجنوب افريقيا.	كمستعمر كفء للغابات الاستوائية وما دونها في مناخات مختلفة، تقوم هذه الشجيرة بتغطية الشتلات الأصلية وتمنع اعادة إحياء الغابات

SOURCE: See endnote 6.

بمشاكل البيئة (Scientific Committee on Problems in the Environment) هي أن ١٠ بالمائة من الكائنات الدخيلة المستقرة لها آثار رئيسية على النظام البيئي[٦].

ولسوء الحظ، فإن هذه الـ ١٠ بالمائة يمكن أن تتسبَّب في أضرار لدرجة لا تصبح مسألة العدد عندها ذات أهمية. وعلى سبيل المثال، فإن الافتراس المباشر - أي عندما يفترس كائن دخيل الكائنات الأصلية، -يؤدي ببساطة- إلى كبت أعداد الفرائس المحلية ويتسبَّب في انقراضِ أعداد كبيرة منها، وبخاص على الجزر، أو في الأنظمة البيئية التي تشبه الجزر، مثل البحيرات. وفي مثل هذه الأماكن، فإن الأقل احتمالاً أن تكون نباتات المنطقة وحيواناتها قد تطورت في ظل السلسلة الكاملة من الضغوط التي يتوجب عادة على الكائنات الحية القارية أن تتنازع معها. وقد سبق الحديث عن حالة سمك الفرخ (the perch) النيلي في بحيرة فيكتوريا، ولكن هناك حالات أخرى كثيرة، إذ يُظنُّ أن الجرذان المنزلية هي العامل الرئيسي في فقدان أعداد الطيور في نيوزيلندة. والجرذان الدخيلة - وبخاصة السوداء والبنية منها - قد أحدثت هلاكاً مشابهاً للكثير من طيور الجزر. (فاثنان وثمانون بالمائة من جزر العالم الرئيسية تحتوي على أعداد كبيرة من الجرذان الدخيلة). وربما كان أكثر الأمثلة إثارة هو المتعلق بحيَّة الأشجار البنية اللون، والتي غزت غوام (Guam) من اقليم بابوا غينيا الجديدة حوالي عام ١٩٥٠ ودفعت بـ ٩ أنواع من ألـ١٨ نوعاً من الطيور الأصلية في تلك الجزيرة الباسفيكية إلى الانقراض، بجانب عدة أنواع من السحالي وربما ثلاثة أنواع من الخفافيش[٧].

ويمكن للحيوانات العاشبة أن تتسبب في خسارة مماثلة كما تفعل الماعز على جزر ألـ غالاباغوس. فالماعز البري بالنسبة لنباتات الجزر مثل الجرذان لطيور الجزر - كما أن هناك الكثير من الكائنات تسير في صحبة الماعز. فالفأر المنزلي، على سبيل المثال، يلتهم شتلات شجرة هامة للأنظمة البيئية في جزيرة غوف (Gough Island) بجنوب المحيط الأطلسي. وفي نيوزيلندة، قام البوسوم ذو الذيل الفرشاة (brushtail possum)، وهو حيوان استرالي جرابي (كالكنغر) بالقضاء على مجاميع شجرة عيد الميلاد الأصلية التي تصل إلى طول ٣٠ متراً. والبوسوم هذا يأكل قشور الأشجار والبراعم والثمار والأوراق - وحتى أزهار هذه الأشجار؛ وفي الوقت الحاضر يقوم البوسوم بمضغِ الخضرة في نيوزيلندة بمعدل ٢١ طن كل ليلة[٨].

والافتراس الذي تقوم به الكائنات الدخيلة، كغيره من جوانب الغزو البيولوجي لا يمكن التنبؤ به، حتى عندما يكون الكائن المعني معروفاً جيداً وأدخل إلى منطقة ما عن قصد. فقد أطلق السنجاب الأمريكي الرمادي، على سبيل المثال، على أراضي الملكيات الإنجليزية منذ السبعينات من القرن التاسع عشر حتى العشرينات من القرن العشرين. وكان من المتوقع أن

يكتفي بأكل الجوز بصورة رئيسية، كما يفعل في موطنه الأصلي، ولكن عوضاً عن ذلك طوَّر لنفسه تذوق قشر الأشجار الصغيرة المتساقطة، وأصبح آفة خطيرة من آفات الغابات في مختلف أنحاء بريطانيا[٩].

وعندما لا تقوم الكائنات الدخيلة بالفعل بأكل الكائنات الأصلية، فإنها قد تتنافس معها على مورد ما من الموارد الأساسية - مثل الغذاء أو الماء أو، كما في حالة النباتات، على الضوء. وفي بعض البحيرات السكندنافية، جرى القضاء على سمك الشار (Char) بعد إدخال السمك الأبيض (Whitefish) وهو النوع الأقوى افتراساً للبلانكتون الحيواني الذي يعيش عليه النوعان من السمك. أما أشكال المنافسة الأخرى فتكون مباشرة بصورة أقل. وعلى سبيل المثال، فإن نوعاً دخيلاً قد يحدث نوعاً من التغيير على «قواعد امتلاك الأرض» في نظام بيئي معين - غالباً ما يكون لصالحه، ولضرر الكائن الأصلي المنافس[١٠].

وأحد الأشكال الأشد خطورة في هذه العملية هو تغيير نظام الحرائق في منطقة ما بفعل النباتات الغازية. وهناك دورة حرائق من نوع ما لكل مساحات الأراضي الطبيعية تقريباً تتكيف معها النباتات الأصلية في تلك المنطقة. ولكن الأعشاب الدخيلة أخذت تغير من هذه الدورات في المناطق الطبيعية في أمريكا الشمالية، وهاواي واستراليا. وهذه الأعشاب «المتكيفة مع الحرائق» تحترق بشدة أكبر ومرَّات متكررة أكثر من النباتات الأصلية في المنطقة التي تغزوها. كما أنها تتعافى من النيران بسرعة أكبر. وبعد كل حريق، تكسب هذه الأعشاب أرضاً جديدة بينما تتراجع النباتات الأصلية. وفي غربي الولايات المتحدة، تسيطر الأعشاب الأوراسية المتكيفة مع الحرائق والمخادعة الآن على أكثر من ٤٠ مليون هكتار - وهي مساحة أكبر من مساحة ألمانيا. وهذه العملية أقل شيوعاً في الأنظمة البيئية التي أصبحت الآن متكيفة فعلاً مع الحرائق الشديدة، ولكن هناك سابقة لها حتى في تلك الأنظمة. ففي جنوب أفريقيا، تخطَّت الشجيرة الاستوائية الجديدة الغازية **كرومولينا أدوراتا** (Chromolaena adorata) هوامش أراضي الغابات، حيث تلتقي الغابات مع حشائش السافانا. وهذه الشجيرة سريعة الاشتعال وتعيد توالدها بسرعة بعد الحريق؛ وتأتي بحرائق السافانا إلى الغابات، والتي كانت تعمل كموقفٍ للنيران. والنتيجة هي تراجع الغابات[١١].

وحلقات التغذية الراجعة الايجابية كهذه لا تقتصر على دورة الحرائق؛ فهي تحدث في التربة كذلك. ففي كاليفورنيا الساحلية، على سبيل المثال، تعمل عشبة الجليد التي موطنها أفريقيا الغربية «كمغناطيس» للملح في الرطوبة الجوية. فهذه العشبة تُراكم الملح في أنسجتها. ولا يسبب لها هذا أي ضرر، ولكن عندما تموت النبتة، يطلق الملح في التربة، مما يجعلها غير

صالحة لنمو الخضرة الأصلية. وفي مناطق هاواي الطبيعية، تتكيَّف الكثير من النباتات مع مستويات النيتروجين العضوي المنخفضة، النمطية في التربة البركانية الجديدة. ولكنَّ عدداً من النباتات الدخيلة الغازية قادر على تثبيت النيتروجين - أي إدخال النيتروجين الغازي في المركبات العضوية التي يمكن أن تستخدم بعد ذلك في عمليات الأيض النباتية. ويؤدي تثبيت النيتروجين إلى تحسين خصوبة التربة، وذلك يفيد النباتات الدخيلة: إذ تستطيع أن تنمو بسرعة أكبر من النباتات الأصلية، والتي لا تتكيف كي تستفيد من المغذيات الإضافية[١٢].

كما يمكن للكائنات الدخيلة أن تشكِّل نوعاً من التهديد للكائنات الأصلية: فقد يتزاوج الكائن الدخيل مع كائن أصلي مرتبط به ارتباطاً وثيقاً، مطلقاً جيناته في حوض جينات الكائن الأصيل. فالغزو الجيني يمكن له أن يقضي على التميُّز أو الاستقرار الذي عليه كائنات أصلية عن طريق إغراقها في الجينات الأجنبية. ولعلَّ أكثر الأمثلة شهرة في هذا الصدد نجم عن إطلاق السلمون المستولد في المفاقس في أنهار منطقة شمال غرب الباسفيك من الولايات المتحدة. ويعمل سلمون المفاقس على تجانس أعداد السلمون البري - وبذلك قضى على التنوعات التي كانت طريق السلمون للملاءمة مع الأنهار المختلفة (انظر أيضاً الفصل الرابع). وتعمل الآلية نفسها في أي مكان آخر. وعلى سبيل المثال، فإن القط الأليف قد يقضي على التكامل الجيني لدى القط الافريقي البري في الجزء الجنوبي من افريقيا والقط الاسكتلندي البري في سكوتلندا[١٣].

تعاني البحيرات والأنهار في شرق أمريكا الشمالية من تغيرات أساسية على شبكة الغذاء مع وصول الرخويات المرقَّطة من اقليم بحر قزوين.

وفي بعض الأحيان، يمكن للتزاوج بين سلالتين أن ينتج نوعاً هجيناً جديداً قد يكون غازياً بطرق لم يكن أسلافه عليها. ففي أوائل القرن الماضي، أدخلت نبتة من أمريكا الشمالية تعيش في المستنقعات المالحة وتسمى العشب الحبلي، (وباللاتينية سبارتينا ألترنيفوليا، (Spartina allternifolia) بطريق الصدفة إلى بريطانيا، حيث جرى تهجينها مع سلالة أوروبية قريبة منها هي إس ماريتيما (S. maritima) لإنتاج نوع ثالث هو إس إكس تاونسندي (S.x townsendii) وأدت مضاعفة الكروموزمات في ذلك الهجين فيما بعد إلى إنتاج نوع آخر، هو إس أنجليكا (S. anglica). ولم تعد العشبة الحبلية شائعة في بريطانيا ولكنَّ الاس أنجليكا استعمرت خط الساحل ومصبات الأنهار في الجزر البريطانية بصورة

واسعة (ويعود ذلك في جزء منه إلى زرعها هناك عن عمد)، رغم أن نوعاً من العدوى الفطرية دفعتها إلى التراجع. والعملية نفسها يمكن أن تحصل على نباتات المحاصيل، والتي غالباً ما يكونُ لها أقارب من الأنواع البريَّة يتم التزاوج معها، وبخاصة في المناطق الاستوائية، حيث نشأ الكثير من أنواع المحاصيل. وعلى سبيل المثال، فقد أنتج تهجينُ السلالات بين البطاطس العاديَّة والبرية في أمريكا الجنوبية نوعاً جديداً من العشب: البطاطس البوليفية العشبية (Bolivian Weed Potato)[١٤].

ويتمثّل نوع آخر من التهديد الداخلي في إرسال الأمراض. وتنطوي إحدى أكبر غزوات الحياة البرية في التاريخ على الباثوجينات: أي فيروس الماشية الذي يسمى طاعون الماشية، السلف المحتمل لمرض الحصبة الذي يصيب الإنسان. وطاعون الماشية مستوطن في الهند، حيث يسبب عدوى خفيفة نسبياً بين الماشية. ولكنَّ إدخال الماشية المصابة إلى إقليم القرن الافريقي في التسعينات من القرن التاسع عشر أدى إلى انتشار الفيروس إلى ذوات الحافر الأفريقية، بما فيها سلالات من الماشية أكثر عرضة للفيروس بكثير، وكذلك إلى عدد كبير من الأنواع الأصلية – البقر الوحشي والجاموس والزراف والكثير من الأنواع الأخرى. ولم يكن لهذه الحيوانات سوى مناعة قليلة، ويظن أن نسبة الهلاك بين بعض الأنواع قد وصلت إلى ٩٠ بالمائة. وفي نهاية الأمر استطاعت برامج تطعيم الماشية رفع قبضة الفيروس عنها، ولكن لا زالت تحدث نوبات محلية خطيرة، ووفقاً لأحد المصادر الموثوقة، قد تكون النوبات السابقة ساعدت على «نحت» التوزيع الحالي للعديد من أعداد ذوات الحافر الوحشية[١٥].

وبالإضافة إلى طاعون الماشية، وقعت أنواع من الحياة البرية مؤخراً فريسة لعدد من الفيروسات الموربيلية (morbilliviruses)، كما تسمى مجموعة الفيروسات الخاصة بالحصبة. وعلى سبيل المثال، ففي أثناء موجة من سُلِّ الكلاب أصيبت بها كلاب المزلاجات في سيبيريا في أواخر الثمانينات، قام الناس الذين يقطنون في سيبيريا الجنوبية برمي جِيَف الكلاب في بحيرة بايكال (Baikal). فقضى سل الكلاب على ٧٠ بالمائة من حيوان الفقمة في البحيرة. كما تورطت الفيروسات الموربيلية في عدد من موجات هلاك الثدييات البحرية في إقليم الأطلسي في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات[١٦].

وفي بعض الأحيان توقع الكائنات الدخيلة كلاً من الناس والحياة البرية في شراك نفس الدورة من الأمراض. ففي منتصف الثمانينات على سبيل المثال، غزا البعوض النمر الآسيوي الولايات المتحدة من اليابان. ومن بين الأمراض التي يمكنه نقلها عدة أشكال من مرض الدماغ المستوطن إلى أمريكا الشمالية (انظر أيضاً الفصل السابع). وأحد هذه الأنواع، وهو لا كروس إنسيفاليتيس (La Crosse encephalitis) يصيب بعض الحيوانات البرية بالعدوى

- وبخاصة السنجاب المخطط والسنجاب العادي. (وحتى هذا التاريخ فإن ناقل العدوى للإنسان هو نوع آخر وهو البعوض الأصلي). ويشتمل البعوض النمر الآسيوي على سلسلة من أكبر حشود البعوض في العالم؛ وهو يلاحق بالفعل أي نوع من الكائنات يجري الدم في عروقه - من الثدييات إلى الطيور وحتى السلاحف والأفاعي. وفي الولايات المتحدة أصبح هذا البعوض بالفعل ناقلاً لمرض لاكروس إنسيفاليتيس، ولذلك فبإمكانه نقل الفيروس إلى الحيوانات التي لم تتعرض له بعد، مثل الجرذان. وقد تكون النتيجة مخزوناً أكبر من المرض يمكن عن طريقه نقل العدوى للإنسان.

الآثار الساقطة كالشلال

يمكن لآثار الغزو (الذي تقوم به الكائنات الحيَّة الدخيلة) أن تجوس خلال الأنظمة البيئية، محدثة اضطراباً في العلاقات التي تبدو بعيدةً كل البعد عن الكائن الغازي نفسه. فلقد غيَّرت أشجار الحنَّاء اليوراسية، على سبيل المثال، النظام الهيدرولوجي (المياه الجوفية) الأساسي لبعض المناطق الضفافية في غربي الولايات المتحدة. وتستطيع شجرة الحناء أن تستكشف المياه الجوفية على عمق يصل إلى ستة أمتار تحت سطح الأرض، كما أن رشحها السريع للرطوبة يمكن أن يؤدي إلى هبوط طبقات المياه بسرعة، مجففة بذلك البرك الصغيرة التي تبقي على الحياة في الكثير من الأراضي الجافة. لذلك فإن النباتات الأصلية تعاني من جراء ذلك، فيقل عدد الأسماك؛ كما يتسبَّب نقصُ المياه في تردي حالة الأغنام الصحراوية الأصلية ذات القرون الكبيرة[١٨].

كما يمكن أن يكون للكائنات الدخيلة أثر مماثل على شبكة الغذاء - وهي شبكة أنظمة بيئية من العلاقات بين الكائنات المفترسة وفرائسها. وتعاني البحيرات والأنهار في شرق أمريكا الشمالية من تغييرات أساسية في شبكة الغذاء مع وصول الرخويات المرقَّطة (zebra mussel)، وهي أسماك صدفية صغيرة وفدت من إقليم بحر قزوين (انظر أيضاً الفصل الرابع). وأُدخلت الرخويات المرقَّطة بطريق الصدفة إلى البحيرات الكبرى في أواسط الثمانينات وانتشرت على نطاق واسع منذ ذلك الوقت، عن طريق إلصاق نفسها بسطح القوارب الخارجي. ولما كانت هذه الأسماك تستهلك البلانكتون بكفاءة عالية جداً فقد أدت إلى سحق أعداد البلانكتون في الممرات المائية التي تعرَّضت لغزوها. ومن الناحية الفعلية، فإنها تقوم بتغيير نظام البحار المفتوحة، التي يكون الغذاء الأساسي فيها في عمود الماء إلى أنظمة قاع المحيطات، والتي تعتمد على الرسوبيات القاعيَّة - وفي هذه الحالة، ستكون المواد التي يتكوَّن منها براز

الرخويات[١٩].

والخاسرون المحتملون في هذه العملية هي الكائنات الحية الأخرى التي تتغذى على البلانكتون - وهي الرخويات الأصلية والفرخ الأصفر (yellow perch) وأنواع أخرى كثيرة من أنواع الأسماك في مراحلها اليرقانية. ومن المحتمل أن تستفيد الكائنات الحية التي تتغذَّى على القاع مثل الإربيان (الروبيان) والدود وذئب البحر من ذلك. وبطبيعة الحال، يمكن للرخويات أن تمنح مزايا هائلة إلى أي نوع من الكائنات يجد فيها فريسة جذابة. ويقال إن بعض أنواع البط يتغذى عليها، وكذلك تفعل أنواع الأسماك الدخيلة. فهناك نوعان من قوبي (سمك شائك الزعانف) بحر قزوين يعيشان على الرخويات في البحيرات الكبرى؛ وما كان بإمكانها أن تنجح في الاستقرار هناك لولا الرخويات[٢٠].

والتغيرات في شبكة الغذاء يمكن أن تذهب إلى أبعد من ذلك بكثير. فقد أُدخل إربيان البسوم إلى نهر فلاتهد (Flathead River) في مونتانا بالولايات المتحدة، لتقديم فريسة إضافية إلى سمك السلمون الموجود في النهر - والذي هو نفسه نوع من أسماك المتعة (Sportfish) الدخيلة. ولكنَّ الإربيان التهم البلانكتون الحيواني الذي تعتمد عليه صغار السلمون. فانهارت فجأة أعداد السلمون، وانهار معها جزء كبير من الحياة البريَّة على الأرض التي أصبحت تعتمد على السلمون - النسر وثعلب الماء والقيُّوط (ذئب شمال أمريكي صغير) والدببة. وفي مدغشقر، أدى التوسع في إدخال سمك التلابيا (tilapia)، وهو نوع من الأسماك الاستوائية الغذائية الشعبية إلى زيادة انتشار طائر الغطاس الصغير (the little grebe) الذي يعيش على افتراس الأسماك. ورغم أن الغطاس الصغير طائر أصلي على الجزيرة، إلا أنه لم يحدث في السابق أي تداخل بينه وبين غطاس الألوترا (Alaotra grebe) القريب منه. وأدى ازدياد الاتصال بين النوعين إلى التزاوج بينهما، ومن الواضح أن ذلك جعل مصير النوع الثاني منهما هو الانقراض كنوع من الطيور المميَّزة[٢١].

وبطبيعة الحال، فإن الكائنات الدخيلة لا تعمل في معزل عما يدور حولها. إذ تساعدها الأشكال الأخرى من اضطرابات الأنظمة البيئية على الانتشار أو على تفاقم الدمار الذي تحدثه. فقطع أشجار مساحة صغيرة في غابة قد يحدث فتحة للأعشاب البرية الغازية؛ والإفراط في صيد أسماك بحيرة قد يقلل من أعداد الأسماك المفترسة والمنافسة التي يتوجب على الكائن الدخيل مواجهتها بدون ذلك؛ وبناء طريق عبر أحد المروج قد يغيِّر من التربة على جانبي الطريق، مما يسمح للنباتات الدخيلة بالحصول على موطىء قدم. وقد لا يكون واضحاً لماذا يتوجب على الكائنات الدخيلة أن تعمل بصورة أفضل من الكائنات الأصلية على أرض

المواطن المضطربة - ما لم تجرِ محاولة فهم الأمر من زاوية هذه الكائنات الدخيلة ذاتها. ففي كثير من الحالات، تكون القدرة على الازدهار في المواطن المضطربة هي التي تجعل من كائن ما دخيلاً في المقام الأول. فالنباتات والحيوانات التي تطورت كي تستفيد من شكل من أشكال التغيُّر المتواصل، على سبيل المثال تعاقب الخضرة من الحقول إلى الغابات، هي تستفيد بأكثر ما يكون من الوجود البشري[٢٢].

والكائنات الدخيلة غالباً ما تقضي على الأنظمة البيئية الأصلية قبل أن تقضي على أنواع الكائنات الأصلية بوقت طويل.

وإحدى الحالات التي تدرَّس في الكتب المقررة من هذا النوع من الانتهازية هي نمل الحرائق الأحمر (red fire ant)، وهو نمل قارص عدواني ضاري من البرازيل أصبح الآن واسع الانتشار في جنوب شرق الولايات المتحدة. ويزدهر نمل الحرائق هذا في الأماكن المضطربة، مثل الحقول المحروثة. وينتشر بصورة واسعة عن طريق التزاوج الجماعي أو بالالتصاق بعضه ببعض ليكوِّن ما يشبه الحصيرة الطافية أثناء الفيضانات. وقدرته على التكاثر مذهلة حتى وفق معايير تكاثر الحشرات - ويمكن أن تضم مستعمراته مئات الملَكَات، وتتكون من كثافات تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ما يقرب من ٦٠٠٠ كومة في الهكتار الواحد. ونمل الحرائق مستعد لأكل أي شيء. وفي بعض المناطق، قتل ما يقرب من ٤٠ بالمائة من جميع أنواع الحشرات الأصلية. ويظهر هذا التجمُّع من الخصائص «العشبية الضارة» - من تفضيل المواطن المضطربة والانتشار الكفؤ والنمو العددي السريع إلى التغذِّي الانتهازي - إلى حدٍ ما عند مجموعة منوعة من الكائنات الدخيلة واسعة الانتشار. فالبرُوُمُس (نوع من العشب) والجرذان والرخويات المرقطة كلها كائنات عشبية ضارة[٢٣].

وسيكون من المستحيل رسم خريطة شاملة للغزو البيولوجي، ولكنَّ البيانات المتاحة تظهر مَرَضاً أصبح الآن في مرحلة متقدمة. إذ تشترك الآن أماكن متباعدة، من جنوب استراليا والساحل الغربي في الولايات المتحدة وتشيلي إلى جنوب افريقيا، والتي لم يكن بينها في الماضي سوى القليل، إن لم يكن لا شيء على الاطلاق، من النباتات المشتركة، في مئات من العشبيات الضارة ذات القدرة الهائلة على الغزو ، جاءت بصورة رئيسية من اقليم البحر الأبيض المتوسط. ففي كندا، فإن ٢٨ بالمائة من النباتات Flora (أي من إجمالي العدد الموجود في أي بلد) هي نباتات دخيلة؛ وفي نيوزيلندة تصل هذه النسبة إلى ٤٧ بالمائة. ويصل هاواي، التي تعاني من وباء غزو الكائنات الدخيلة، شأنها في ذلك شأن الجزر الكثيرة الأخرى، مالا يقل

عن ٣٥ نوعاً من الحيوانات والنباتات الجديدة كلَّ عام. وتغزو المفصليات (وهي شعبة من الحيوانات اللافقارية مفصلية الأجسام كالعناكب والحشرات وأقاربها) هاواي بأكثر من مليون مرة زيادة عن المعدَّل الطبيعي[٢٤].

ومع انتشار «العشبيات الضارة» الدخيلة العدوانية من وسط إلى وسطٍ يليه، مستنزفة المزيد والمزيد من موارد الحياة، فإنها تنزع إلى استنزاف الثروة الجينية المميِّزة لتلك المجتمعات. وبالتالي تتضاءل الأنواع الأصلية وقد ينتهي بها الأمر إلى الهلاك في نهاية الأمر. ووفقاً لما تقوله مؤسسة خدمات الأسماك والحياة البرية (Fish and Wildlife Service) في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، فإن الكائنات الدخيلة هي أحد العوامل (المؤثِّرة) على ٣٠ بالمائة من الكائنات الحيَّة الموضوعة على القائمة الرسمية للأنواع المعرضة للخطر والمهددة (Official U.S. Endangered and Threatened List)[٢٥].

ولكنَّ الكائنات الدخيلة غالباً ما تقضي على الأنظمة البيئية الأصلية قبل أن تقضي على الكائنات الأصلية بوقت طويل. فقد يطغى كائن غازٍ ناجح على السلسلة الجديدة من الأنواع التي ينتمي إليها بكتلته الحيوية (biomass) وحدها، ويدفع بالأعداد الأصلية إلى نقطة تصبح عندها تافهة في نظامها البيئي. وعلى سبيل المثال، يشكل نوع من قناديل البحر المشطية (comb jellyfish) ما يصل إلى ٩٥ بالمائة من وزن الكتلة الحيوية الرطبة في البحر الأسود. وفي استراليا، أزاحت الميموسا بيغرا (Mimosa pigra)، وهي شجرة قصيرة صغيرة من فصيلة الاستوائيات الجديدة، بالفعل، جميع أنواع الخضرة من حوالي ٤٥ ألف هكتار من الأراضي الرطبة. ورغم أنه تتردد في بعض الأحيان تقارير تقول إن نوعاً من الاستقرار الجديد يتم تحقيقه، فليس هناك سوى القليل من الشواهد التي توحي بأن مثل هذه النتيجة نتيجة حتمية - أو أنها حتى شائعة. وعوضاً عن ذلك، ومع فقدان الأنظمة البيئية لتنوعها، فأنها تميل لتصبح أكثر هشاشة، وأكثر عرضة للضغوط بصورة عامة. وهكذا فإن ما يساوي ملايين السنين من التنوع المحلي (الأصلي) المتشابك يفسح الطريق أمام المنظر الطبيعي (الجديد) المتجانس ولكن المسلوب القوة والخصب[٢٦].

ممرات الغزو

تقع الغزوات البيولوجية، بشكل كبير جداً، في حبائل العمليات الاقتصادية الأساسية في العالم. فقد خلقت التجارة والأسفار، على سبيل المثال، مئات «الممرات» للكائنات الدخيلة - وهي الوسيلة التي تنتشر الكائنات الحية من خلالها إلى المواطن الجديدة ومع تنامي أنماط

التجارة وتغيُّرها، فإن الممرات الجديدة تأخذ في الظهور والممرات المستقرة تأخذ في الاتساع أو الانكماش أو تنقل محاليقها (جمع محلاق: جزء لولبي رفيع من النبتة المعترشة يساعدها على التعلق بسنادها) من مكان إلى آخر - وهذه شبكة شعريَّة عالمية تقوم باستمرار بحلٍّ وإعادة بناء ذاتها. وهذه العملية أكبر تعقيداً من إمكانية رسم خريطتها، ولكنَّ إمعان النظر في عدة ممرات رئيسية فيها يظهر كيفية عملها.

أحدثت حركة سير الحاويات ثورة في نقل البضائع وقد تساعد على عمل الشيء ذاته في نقل الكائنات الدخيلة (والحاويات هي الصناديق المعدنية الكبيرة التي تحمَّل على السفن، ثم تفرَّغ في الشاحنات أو القطارات). وقد ضاعفت سفن الحاويات، ما بين عام ١٩٨٠ و١٩٩٣ أكثر من ثلاث مرات من نسبتها من كمية أطنان الشحن العالمية، من ٦ , ١ بالمائة إلى ٩ , ٤ بالمائة بحجم إجمالي مكوَّن من حوالي ١٠٠ مليون وحدة سِعة ٢٠ قدم في العام. والملامح ذاتها التي تجعل الحاويات جذابة جداً لشركات الشحن هي التي تجعلها أيضاً مثالية لنقل بعض أنواع الكائنات الدخيلة. فالحاويات يمكن أن تظل تُحمَّل في الموانىء طوال أسابيع أو حتى شهور بدون انقطاع - مما يتيح الكثير من الوقت للمُسْتَخفين (المسافرين عن طريق التهريب) كي يصعدوا على ظهرها. وقد لا تُفرَّغ هذه الحاويات إلا بعد وصولها إلى وجهتها الختامية، مما يعني أنها تستطيع حمل الكائنات الدخيلة حيثما قادتها الطرق أو السكك الحديدية. وقطعت الحاويات الصلات القديمة بين الكائنات الدخيلة المحمولة على السفن وغزوها للموانىء المستمر بأعداد كبيرة: فهذه الحاويات تمثِّل قفزة نوعية في احتمالات غزو الكائنات الدخيلة[٢٧].

والحاويات ممر هام للحشرات وبذور الأعشاب الضارة والبزاقات والحلزون. والحاويات في الولايات المتحدة مسؤولة عن ١٥ بالمائة على الأقل من النوعين الأخيرين (البزاقات والحلزون) التي يتم اعتراضها من قبل مفتشي وزارة الزراعة الأمريكية. وجَلَبَت شحنات الحاويات من إطارات السيارات المستعملة من اليابان معها البعوض النمري الآسيوي إلى الولايات المتحدة؛ ومن الواضح أن الممر نفسه مسؤول عن وصوله (البعوض) إلى جنوب أفريقيا ونيوزيلندة واستراليا وجنوبي أوروبا. وهذا الممر فعَّال جزئياً لأن الحاويات يصعب كثيراً تفتيشها. ففي أواخر السبعينات، على سبيل المثال، وجدت دراسة مسحية مدتها ستة شهور لأحمال الحاويات من الخشب الخام الواصل إلى أوكلاند، نيوزيلندة، أن البيانات الرسمية تُمثِّل نصف عدد الحالات تقريباً، ويشتبه الموظفون الرسميون أن الأخطاء هذه كانت محاولات مقصودة لتحاشي الحجر الصحي بسبب آفات الغابات[٢٨].

وأحد ممرات الشحن الذي قد يكون له امكانيات هائلة هو ماء الثِقَل. فالسفن تحافظ على ثَقَلِها عن طريق ضخ الماء داخل وخارج مجموعة من الخزانات تتناسب مع كمية الحمولة المشحونة على ظهرها. وهناك ٢٨ ألف سفينة تجارية في الأساطيل الرئيسيَّة في العالم، والبعض منها يستخدم كميات هائلة من مياه الثقل - إذ يمكن أن تصل السعة الاستيعابية من مياه الثقل لدى ناقلة ضخمة إلى حوالي ٥٠ مليون غالون. ولكن حتى لو كانت مجموعة الخزانات هذه «فارغة»، فإنها تظل تحتوي على عدة مئات من الغالونات من الماء، وهي كمية تكفي كي تظل نشطة بيولوجياً. ويؤدي هذا النمط الكبير الخفي من المزيج البيولوجي إلى إحداث تغيرات هائلة على توزيع جميع أنواع الكائنات المائية. إذ يؤدي إدخال مياه الثقل في الخزانات إلى «شفط» يرقات الأسماك والأسماك الصدفية والبلانكتون والطحالب والكائنات المنوعة الأخرى في تشكيل المياه البحرية. كما يتم غالباً شفط الرواسب إلى الداخل كذلك، وهكذا فإن الكائنات التي تعيش في الوحل مثل الديدان تصبح هي الأخرى من جملة «المسافرين» على السفن؛ وليست نقليات مياه الثقل بَحْريَّة تماماً؛ إذ يمكن لكائنات المياه العذبة أن تدخل هذا الممر كذلك، نظراً إلى أن السفن غالباً ما تسير إلى أعالي الأنهار كذلك[٢٩].

وأصبحت مياه الثقل شبكة اصطناعية للتيارات التي تحمل جحافل المخلوقات إلى جميع أنحاء العالم. فقد سجَّلت دراسة لأحدى الخلجان في ولاية أوريغون، على سبيل المثال، ٣٦٧ نوعاً من الكائنات التي أُطلقت من مياه ثقل السفن القادمة من اليابان خلال فترة أربع سنوات. وتمثل هذه الأنواع جميع أدوار أنظمة البيئة الرئيسية: آكلات اللحوم وآكلات الأعشاب والرمرامية والطفيلية وهكذا دواليك. ومن أكثر غزوات مياه الثقل اثارة الرخويات المشطيةُ التي سبقت الاشارة لها (في البحر الأسود وبحر آزوف (Azov))، والرخويات المرقطة (في البحيرات الكبرى). وأطلق المدُّ الأحمر ("red tide" dinoflagellate)، وهو نوع من البلانكتون تتفجَّر أعداده، على فترات، على شكل «أزهار» سامة، على طول الساحل الاسترالي بفعل السفن القادمة من اليابان. ودمَّر المد الأحمر مصائد الأسماك الاسترالية خلال عقد الثمانينات[٣٠].

ويقال إن البعوض تمكن من البقاء على قيد الحياة بعد الطيران من افريقيا إلى بريطانيا داخل حجرات المسافرين على الطائرات.

وحركة الملاحة الجوية هي ممر آخر آخذ في التوسع السريع. فقد حملت حركة الطيران التجاري ١٦٣ مليون مسافر في عام ١٩٨٠؛ وبعد ذلك بعقد من الزمان، بلغ هذا العدد

٢٨٠ مليون. وفي عام ١٩٨٩، لم يكن هناك سوى ثلاثة مطارات تلقَّت أكثر من مليون طن من الشحن؛ وفي عام ١٩٩٣ وصل العدد إلى سبعة مطارات. ويعتبر دوين غوبلر (Duane Gubler)، مدير قسم الأمراض المعدية المحمولة عن طريق ناقلات الجراثيم في مراكز السيطرة على الأمراض ومنعها في الولايات المتحدة، يعتبرُ الطائرات وسيلة «مثالية» لنقل الفيروسات (انظر الفصل السابع). وكما يقول: فإن المسافرين جواً المصابين «ينقلون الفيروسات إلى جميع أنحاء العالم بصورة منتظمة». ويقال إن البعوض تمكن من البقاء على قيد الحياة بعد الطيران من افريقيا إلى بريطانيا داخل حجرات المسافرين على الطائرات. (وحتى إذا لم يستطع هذا البعوض إقامة مستعمرات، فإنه يستطيع نقل المرض على الأقل). كذلك تنقل الطائرات مخلوقات أكبر حجماً. وتوجد حيَّة الأشجار البنيَّة في بعض الأحيان على مدارج الطائرات في مطارات هاواي، حيث تكون سقطت من آبار العجلات وخلجان الشحن في الطائرات القادمة من غوام وتلقى هذه الطائراتُ عناية خاصة من الموظفين الرسميين في هاواي، الذي يخشون من أن تجتاح الأفاعي هاواي، مما يترتب عليه عواقب وخيمة على طيور الجزيرة[٣١].

ومع ذلك، فهذه الفكرة الضيقة حول الممرات لا تكاد تصل حتى إلى بداية فهم أبعاد المشكلة بأكملها. فالكائنات الغازية البيولوجية ليست ببساطة نوعاً من المنتجات الاقتصادية الجانبية؛ ففي بعض الصناعات، تعتبر الكائنات الدخيلة وسيلة الإنتاج. وهذا أوضح ما يكون في الزراعة، التي تشكِّل مناظر طبيعية بأكملها لتناسب حاجات المحاصيل الدخيلة. حقيقة إن الكثير من أنواع المحاصيل تعتمد اعتماداً وثيقاً على البشر بحيث لا يمكن اعتبارها غازية، غير أن هناك ما يكفي من الاستثناءات لهذه القاعدة لجعل الزراعة «ملوِّثاً بيولوجياً» خطيراً في بعض المناطق. فقد غزت شجرة الزيتون أجزاء من استراليا وانتشرت فاكهة الأفوكادو انتشاراً جنونياً على جزيرة سانتا كروز في جزر ألـ غالاباغوس. وتوابل الهيل أصبحت مشكلة في غابات الأراضي المنخفضة الرطبة في سري لانكا والهند الجنوبية، كما غزا الفلفل الأسود أطراف الغابات في ماليزيا. ولشجيرة الكروملانيا أُدوراتا (Chromolaena odorata) قيمة كبيرة لدى صغار المزارعين في اندونيسيا والكثير من أجزاء افريقيا كمحصول لإراحةِ الأرض، ولكنها آفة خطيرة لدى ١٣ محصولاً رئيسياً على الأقل من المحاصيل الاستوائية، مثل المطاط وزيت النخيل وجوز الهند - وكما يرى البعض فإنها النوع الوحيد الأكثر غزواً في المحميات الطبيعية الاستوائية[٣٢].

وتمثِّل تربية الماشية الورطة التي تعاني منها الزراعة من الكائنات الدخيلة في أقسى

أشكالها. إذ تستطيع الماشية أن تغيِّر بصورة جذرية المجتمعات النباتية عن طريق الرعي، وهي عملية تتسارع في كثير من الأحيان نتيجة لإدخال نباتات أعلاف دخيلة غازية تتواءم مع ضغوط الرعي بصورة أفضل من النباتات الأصلية. وتتنافس الماشية مع الحيوانات البرية الأصلية على الأعلاف والماء. وغالباً ما تكون هذه الأنواع المتنافسة وأية أنواع مفترسة مستهدفة للانقراض، بمثل ما حصل للذئب وكلب المروج في غرب الولايات المتحدة. وتأتي الماشية بالأمراض الدخيلة - مثل طاعون الماشية في أفريقيا، ومن المحتمل الحمَّى المتموِّجة في أمريكا الشمالية. (وتسبب الحمَّى المتموِّجة الإجهاض عند البيسون (الثور الأمريكي) والأيل وكذلك عند الماشية). وبسبب فقدان أنواع الكائنات الأصلية وتردي أراضي الرعي والمناطق الضفافيَّة واستنزاف إمدادات المياه وانتشار الأمراض والآفات - فإنه لا عجب أن لاحظ ريد نوس (Reed Noss)، محرر مجلة بيولوجيا المحافظة على الطبيعة (Conservation Biology)، مؤخراً وجهة النظر واسعة الانتشار بين علماء المحافظة على الطبيعة القائلةَ بأن «الماشية قد أحدثت دماراً» للتنوع البيولوجي الأصلي في غرب أمريكا الشمالية أكبر من كل ما فعلته سلاسل المناشير وجرافات شق الطرق مجتمعة»[٣٣].

وتمثِّل الغابات ورطةً مماثلة. وتركز الدراسة النقدية المعيارية في علم الحِراجة (الغابات) على قطع الأشجار الأصلية «الطبيعية» غير المستديم. وينظر إلى الاستخدام الأكثر اتساعاً للخشب المأخوذ من مزارع الأشجار بصورة عامة على أنه نوع من تخفيف الضغط عن الغابات الأصلية. ولكن مزارع الأشجار غالباً ما تزرع بالأنواع الدخيلة، وأثبت بعضها أنها من الأنواع الغازية. فمزارع أشجار مونتيري (Monterey) الصنوبرية، وهي من الأشجار الأصلية في ساحل الولايات المتحدة الغربي، متناثرة في جميع الأقاليم الدافئة المعتدلة في العالم، وتغطي ما مجموعه مليون هكتار؛ وغزا هذا النوع المناطق الطبيعية في جنوب افريقيا واستراليا ونيوزيلندة. وأنواع الأوكالبتوس سريع النمو وموطنها الأصلي استراليا كثيرة الاستعمال في مزارع الأشجار الخاصة لإنتاج لب الخشب وخشب الوقود في الأقاليم الاستوائية والدافئة المعتدلة. وقد تكون هذه الأنواع غازية في بعض الأحيان، ولكن الخطر الرئيسي من أشجار الأوكالبتوس كونه نوعاً من «الغزو الواقع تحت الإدارة». وبدلاً من استعماله كبديل عن الغابات الأصلية، فإن خشب الأنواع الدخيلة من الأشجار مثل الأوكالبتوس غالباً ما يؤخذ سبباً لقطع أشجار هذه المناطق. ففي جنوب شرقي البرازيل، يجري قطع أشجار الغابات الأصلية لزراعة الأوكالبتوس والذي يزرع لتزويد مصانع الفولاذ بالطاقة النارية. ويبدو أن زراعة الأوكالبتوس للحصول على خشب الوقود ولب الخشب وخشب الألواح هي أيضاً من

بين الأسباب التي تؤدي إلى قطع أشجار الغابات الأصلية في افريقيا وغابات البرازيل الأطلسية، وهي من بين أندر أنواع الغابات وأكثرها تنوعاً[٣٤].

ومتى تم قطع الأخشاب وشحنها، تبدأ دورة غزو جديدة إذا كانت أية آفات قد حُمِلت على الأخشاب. ففي أمريكا الشمالية، فإن واردات الأخشاب بأي شكل من الأشكال هي ممر رئيسي لآفات الغابات، كما أن من المحتمل أن تؤدي زيادة الطلب إلى توسعة ذلك الممر. وقد حفزت توقعات واردات أخشاب سيبيريا، على سبيل المثال، مؤسسة خدمات الغابات في الولايات المتحدة لعمل تصنيف للكائنات الحية المرتبطة باللاركس السيبيري، وهو من أنواع الأخشاب الرئيسية: وأمكن التعرفُ على ١٧٥ نوعاً من المفصليات والديدان الخيطيَّة والفطريات. وفي أماكن أخرى، تقوم الدودة الخيطيَّة الصنوبرية والتي يحتملُ أن يكون موطنها الأصلي جنوب شرق الولايات المتحدة، بقتل أنواع من الصنوبر الأسود في اليابان. ويقوم دبُّور الخشب، وموطنه الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا، بنشر نوع من الفطريات يؤدي إلى قتل الأشجار الصنوبرية في نيوزيلندة واستراليا وجنوب أمريكا الجنوبية. ويحتمل أن يكون زنبور المعطف الأصفر، وهو نوع من الحشرات السامة يشبه الدبُّور، قد غزا هاواي في شحنات أشجار عيد الميلاد[٣٥].

والزراعة المائية هي نمط آخر من صناعات الكائنات الدخيلة. فزراعة الأسماك وتربية الكائنات المائية الأخرى الصالحة للأكل - السمك الصدفي واللوبستري، وحتى الأعشاب البحرية - هي عنصر آخذ في الاتساع في عالم إنتاج الغذاء. ووصل المحصول العالمي من الزراعة المائية في العالم، في المياه العذبة والبحرية، إلى حوالي ١٢ مليون طن في عام ١٩٩٠، ومن المتوقع أن يصل إلى ٢٢ مليون طن، أو حوالي ربع إجمالي محصول الأحياء المائية بحلول عام ٢٠٠٠ . وفي الكثير من الدول النامية، أصبحت زراعة الأسماك بالفعل مصدراً رئيسياً للبروتين، ويجري تنميتها بكل ضراوة من قبل الحكومات ووكالات التنمية الدولية. والكائنات الدخيلة - الأنواع الدخيلة والسلالات الصناعية من الأنواع الأصلية - هي مكون هام في هذه الوصفة الغذائية. وفي أجزاء كثيرة من العالم الثالث، فإنه يجري إلقاء الأسماك في المياه الطبيعية، نظراً لعدم وجود سوى تسهيلات تخزين قليلة. ونتيجة لذلك، أصبح الكثير من أنواع أسماك الزراعة المائية المعيارية واسع الانتشار جداً. فقد أصبحت أسماك تيلابيا (tilapia) من موزامبيق مستقرة الآن في كل بلد استوائي وشبه استوائي تقريباً. وفي أمريكا الجنوبية والوسطى، تسيطر الأنواع الدخيلة الآن على الكثير من مصائد أسماك المياه العذبة[٣٦].

وتواجه الدول الصناعية نفس المشكلة (انظر أيضاً الفصل الرابع). فوسائل الاحتواء غير

المناسبة لا زالت هي القاعدة وليس الاستثناء. ففي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، هربت أسماك التيلابيا الزرقاء الأفريقية من مزارع الأسماك في فلوريدا واستعمرت مياه المنتزه القومي في ايفرغليدس (Everglades National Park) حيث تسبِّب مشكلةَ إدارة خطيرة. كما لا تجري محاولات الاحتواء دائماً. فقد استقرت الآن إحدى الأعشاب اليابانية الصالحة للأكل مقابل الشاطىء الشمالي لفرنسا، ويعود الفضل في ذلك إلى تجربة زراعية تجارية - لاثبات أنه لا يوجد هناك شيء يسمى الإطلاق «التجريبي» للكائنات الدخيلة. كما يمكن لشحنات الزراعة المائية أن تتلوَّث بالعديد من الكائنات الحية بجانب الأنواع المشحونة لذاتها عن قصد. وعلى سبيل المثال، فقد وجد أحد الباحثين في هاواي ١٨ نوعاً من الطحالب و٧ أنواع من البروتوزونات (وحيدة الخلية) مع مجموعة منوعة من مجذافيات الأرجل (من رتبة صغار القشريات)، والدولابيات (طائفة حيوانات مجهرية مائية)، والخيطيات (الديدان الأسطوانية)، ومتساويات الأرجل (حيوانات قشرية) في المياه الموجودة في شحنات المحار والبطلينوس (سمك صدفي) من كاليفورنيا[٣٧].

وبنقل الجينات بين الكائنات الحية التي ليس بالإمكان التوالد المتبادل بينها، فقد تكون التكنولوجيا البيولوجيَّة قد كسرت الحاجز البيولوجي النهائي.

كما تعمل الزراعة المائية على نشر الكائنات التي تسبِّب المرض (Pathogens). فقد أخذت زراعة الإربيان (الروبيان) تصبح أكثر شيوعاً في أمريكا اللاتينية وجنوب آسيا، حيث أدت إلى تدمير مجموعات أشجار المانغروف وغيرها من الأنواع الهامة من المواطن الساحلية. ومع استمرار ازدهار تجارة الإربيان، فقد أدت موجات انتشار الفيروسات والبكتيريا إلى القضاء المبرم على مزارع الإربيان في الصين، والهند، وأمريكا اللاتينية والولايات المتحدة. إذ أدى نقل مخزونات الإربيان إلى انتشار ستة أنواع على الأقل من فيروسات الإربيان، وبعض هذه الأنواع معروف بأنه شديد العدوى. ولا زالت آثار كل ذلك على الإربيان الطبيعي غير معروفة حتى الآن، ولكن القلق من انتشار العدوى تؤرِّق العلماء وصيادي الإربيان الذين يعتمدون على الأنواع البرية الطبيعية منه[٣٨].

وقد تفتح التكنولوجيا البيولوجية ممرات جديدة ذات أبعاد جديدة تماماً. وبنقل الجينات بين الكائنات التي ليس بالإمكان التوالد المتبادل بينها، فقد تكون التكنولوجيا البيولوجية قد كسرت الحاجز البيولوجي النهائي. والكثير من الكائنات متغيِّرة الجينات أصبحت الآن في مرحلة الفحص الميداني - من بينها الأسماك ونباتات المحاصيل وفيروسات الحشرات. ويرى

نقّاد هذه الصناعة عدداً من الأخطار في مثل هذه التطورات. وعلى سبيل المثال، فمن بين ١٣٠٠ محصول متغيِّر الجينات تقريباً تَمَّ فحصها ميدانياً حتى الآن في الولايات المتحدة، تمَّ هندسة أكثر من ثلاثة أرباعها كي تتحمل المزيد من مبيدات الأعشاب أو تكون لها مقاومة أكبر للأمراض أو الآفات. والكثير من المحاصيل تتوالد مع المحاصيل البرية التي تنتمي إلى نفس سلالتها، ومن المحتمل أن هذه الجينات «الدخيلة» قد تتمكّن من الهرب إلى أعداد النباتات البرية - أو قد تتمكن المحاصيل نفسها من الهرب. ومن الواضح أن ظهور النباتات البرية التي تتحمل مبيدات الأعشاب وتقاوم الأمراض يمكن أن يؤدي إلى اضطرابات أنظمة بيئية وزراعية خطيرة[٣٩].

وكإضافة إلى أساليب الاستنبات التقليدية، فقد تعزِّز التكنولوجيا البيولوجية الميل إلى انتشار النباتات الدخيلة في قطاعي الغابات والزراعة المائية. وعلى سبيلِ المثال، قامت جماعة من العلماء من كندا والولايات المتحدة وسنغافورة بإنتاج أسماك سلمون الباسفيكي متغيرة الجينات التي تنمو بوزن يفوق في المتوسط في سنتها الأولى وزن أنواع الأسماك التي تنتمي إلى نوعها بمقدار ١١ مرَّة - وهذا ما يجعلها النوع الأكثر جاذبية من أنواع أسماك الزراعة المائية. وبالمثل يقوم اتحاد (كونسورتيوم) من الشركات الأوروبية وشركة يابانية بإجراء اختبارات ميدانية على نوع من الأوكالبتوس له شبكة نواة منخفضة، مما يجعل من السهل على هذه الأشجار إنتاج لبِّ الخشب[٤٠].

وفي الولايات المتحدة وحدها، تمَّ إجراء أكثر من ٢٧٠٠ اختبار ميداني لكائنات حيَّة جرت هندستها جينياً. وحتى الآن، ظل الاختبار الميداني في الولايات المتحدة وأوروبا يجري على نطاق ضيق إلى حد ما. أما في الصين، من ناحية أخرى، فقد أصبح الاختبار الميداني من المشاريع الهائلة: ويقال إن المحاصيل متغيرة الجينات تجري الآن زراعتها على آلاف الهكتارات[٤١].

ومع قيام هذه الممرات والمئات الأخرى غيرها بإضعاف الحواجز الجينية وتلك المتعلقة بالأنظمة البيئية للعالم الطبيعي، فإنها تكشف عن نوع جديد من الاختلاف الوظيفي الاجتماعي - أي درجة جديدة من درجات عدم القدرة على الاستدامة. فالاقتصاد الاستهلاكي العالمي يعمل على تردي البيئة لا من خلال مجرد شهيته المفتوحة على الموارد أو من خلال التلوث الذي يسبِّبه فحسب. ذلك لأن هذا الاقتصاد غير قادر على الاستدامة لسبب آخر كذلك: وكغيرها من المشاكل البيئية فإن أنواع الكائنات النباتية والحيوانية الدخيلة قد تعود إلى تسلُّق سلسلة المنتوجات الاقتصادية من جديد، وتعضُّ اليد التي صنعتها.

إصابة الاقتصاد بالعدوى

مع انتشار آثار الكائنات الدخيلة على الأنظمة البيئية، فمن المحتم أن تبدأ في إحداث الاضطراب في الاقتصاد في العالم كذلك. وهذه العملية متقدمة بأكبر ما يكون في الزراعة، حيث الخسائر التي تسبِّبها الآفات، والتي انتشر الكثير منها على مساحات واسعة من المنظر الزراعي الطبيعي، تعتبر قيداً رئيسياً على كفاح البشر من أجل إطعام أنفسهم. ووفقاً لإحدى التقديرات الحديثة، أصبحت أراضي المحاصيل موطناً لـ ٥٠ ألفاً من جراثيم النبات و٩ آلاف نوع من الحشرات العُث (السوس)، وحوالي ٨ آلاف نوع من الأعشاب الضارة. ونسبة أنواع الكائنات الدخيلة من هذه الأنواع تتفاوت بدرجة كبيرة من إقليم - ومن محصول - إلى آخر، ولكنها (أي النسبة) قد تكون في مكان ما بين ٢٠ و٧٠ بالمائة. وبعض الآفات أوسع انتشاراً كما هي الحال بالنسبة للمحاصيل الرئيسية في العالم. وهناك ٢٤ نوعاً من الأعشاب الضارة توجد في كل مكان تقريباً؛ كذلك هي الحال بالنسبة إلى ما يقرب من ٤٠ بالمائة من الـ ١٥٥ نوع من أنواع جراثيم المحاصيل الرئيسية في العالم. وبالإضافة إلى هذه الآفات، أصبح عدد قليل من الفقاريات، مثل الجرذان (وبخاصة الجرذ البني) ناجحاً جداً كغازٍ لأراضي المحاصيل[٤٢].

إن أقل من ٥ بالمائة من الكائنات التي تقيم على أراضي المحاصيل هي آفات اقتصادية خطيرة. ولكنَّ تلك الآفات التي تقيم على هذه الأراضي فعلاً تستطيع إحداث خسائر فادحة. فالعشب الأوراسي الذي يسمى الشوفان البري (wild oats)، على سبيل المثال، هو آفة لأكثر من ٢٠ نوعاً من المحاصيل في ٥٥ بلداً، تمتد من أيسلندا إلى المرتفعات الاستوائية. وقد قُدِّر أن الشوفان البري يخفِّض الإنتاج السنوي للقمح والشعير بـ ١٣ مليون طن - أي ما يكفي لإطعام ٥٠ مليون من الناس الذين يعيشون عند حدِّ الكفاف[٤٣].

كما أن الغزوات الإقليمية تحدث هي الأخرى خسائر باهظة. ففي منتصف الثمانينات، ظهر مرض جديد من أمراض الموز يسمَّى السيغاتوكا الأسود (black sigatoka) في أمريكا الوسطى. وفي سنة واحدة فقط، خسرت هندوراس ١٠ ملايين دولار بسبب هذا المرض. وبحلول عام ١٩٨٨، بعد مجرد عامين من وصول مَنَّة القمح الروسي (حشرة تمتص عصارات النبات) إلى الولايات المتحدة، كانت هذه المنَّة تسبِّب خسائر سنوية تفوق ألـ ١٣٠ مليون دولار. وارتفعتِ الخسائر التي أحدثتها ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط في كاليفورنيا إلى مبلغ عالٍ وصل ٨٩٧ مليون دولار في العام. (هناك ٢٣٥ نوعاً دخيلاً على الأقل لها آثار اقتصادية هامة على الزراعة في الولايات المتحدة؛ ونصف الأعشاب الضارة في الولايات

المتحدة دخيلة، وكذلك ٣٩ بالمائة على الأقل من آفات الحشرات الخطيرة)[٤٤].

ويمكن أن تطول هذه القائمة إلى ما لا نهاية، ولكنَّ المشكلة هي أكبر من إجمالي هذه الخسائر. فقد أصبحت الزراعة الطريق الموصل الذي تتحرَّك خلاله آلاف الكائنات الحيَّة - من بلد إلى آخر ومن أراضي محاصيل معينَّة إلى مناطق أخرى شبه بريَّة وبالعكس. ونحن نلاحق بعض هذه المخلوقات بمضادات الآفات وبتغيير أساليب الزراعة، ولكن هذه العملية أشبه ما يكون بمحاولة لعب الشطرنج دون معرفة أكثر من نصف أصول اللعبة. ومن الواضح فإن أي تقدم متماسك قد يستدعي رداً ماحقاً. ففي أمريكا الجنوبية، يبدو أن الازدهار في المحاصيل التصديرية غير التقليدية يسبِّب تفجراً في انتشار الفيروسات: وقد قُدِّر مؤخراً أنه جرى هجر مليون هيكتار من أراضي المحاصيل في القارة بسبب تفشي الفيروسات[٤٥].

وغالباً ما يبدو أن هذه اللعبة تسمح للطرف المقابل بالقيام بعدة تحركات مرَّة واحدة. فقد أحدثت آفات المحاصيل واسعة الانتشار مؤخراً دماراً خطيراً على محصول القطن في الصين (دودة القطن والذرة وغيرها)، وعلى محصول القطن في باكستان (الفيروس الذي ينقله الذباب الأبيض)، وعلى محصول البطاطس في الأمريكيتين (ومن الواضح، أن ذلك نوع جديد من آفات البطاطس). وقد يؤدي تطوير مقاومة مبيدات الآفات عند آفات المحاصيل إلى تسارع انتشار مثل هذه التفشيات. فقد اكتشفت مقاومة المبيدات عند أكثر من ٥٠٠ نوع من الحشرات والعُثَّة، وحوالي ١٥٠ جرثومة نباتات، وأكثر من ٢٧٠ من أنواع الأعشاب الضارة (انظر الفصل الخامس)[٤٦].

وزراعة الغابات هي الأخرى معرضة كذلك للغزو البيولوجي. وإحدى أسوأ آفات الغابات في شرقي أمريكا الشمالية هي العُثَّة الغجرية (gypsy moth)، المهاجرة من أوراسيا، والتي تمضغ يرقاناتها كميات هائلة من أوراق الأشجار. ففي عام ١٩٨١، قامت هذه العُثَّة بتجريد أشجار ٢,٥ مليون هكتار في شمال شرق الولايات المتحدة من أوراقها، محدثة ما يقدَّر بـ ٧٦٤ مليون دولار من الخسائر. ولعل أكبر خسارة لحقت بالغابات الشرقية كان هلاك شجرة الكستناء الأمريكية. فهذه الشجرة التي تفشى فيها مرض دخيل في وقت سابق من هذا القرن كانت من الدعامات الرئيسية لكل من الأنظمة البيئية واقتصاد الغابات. (وقد اكتشفت مؤسسة خدمات الغابات في الولايات المتحدة أكثر من ٣٠٠ آفة دخيلة في أراضي الغابات الكبرى الباقية على قيد الحياة والتي تحظى بأكبر قدر من الدراسة)[٤٧].

وكما هي الحال في الزراعة، يمكن للكائنات الدخيلة أن تخلق نوعاً من المشاكل لاقتصادية المضطردة. وعلى سبيل المثال، قامت تشيلي ببناءِ صناعة لتصدير الأخشاب قيمتها بيون دولار في العام على مزارع صنوبر وأوكالبتوس مونتيري. والأرباحُ الناجمة - بالإضافة إلى لدعم الحكومي «لإعادة تشجير الغابات» البالغ ٧٥-٩٠ بالمائة من تكاليف زراعة الأشجار - كان لها النتائج المتوقعة المتمثلة في تشجيع ملاَّك هذه الغابات على قطع أشجارها، وإعادة راعتها بعد ذلك بالأشجار الدخيلة. ووضع الملاَّك الكبار المزيد والمزيد من الأراضي في هذا لبرنامج، وأزاحوا أثناء ذلك الملاَّك الصغار، الذين تجمعوا في المدن بحثاً عن أعمال من لصعب جداً العثور عليها. كما يقال إن ظروف العمل في مزارع الأشجار سيئة جداً هي لأخرى. وهذا مثال على الغزو البيولوجي الذي ترتَّب عليه آثار اجتماعية واضحة: إذ ليست لأشجار المحلية وحدها التي يجري إزاحتها عن أرضها، بل السكان المحليون كذلك[٤٨].

كذلك الحال في مصائد الأسماك حيث تُحدث الكائنات الدخيلة خسائر فادحة. ففي شهر أيار (مايو) ١٩٩٥، على سبيل المثال، لم يستغرق فيروس إربيان (روبيان) دخيل أكثر من عدة أيام في تدمير ما قيمته ١١ مليون دولار من الإربيان المستولد صناعياً في جنوب تكساس. كما أغلق غزو قنديل البحر المشطي مصائد الأسماك في بحر آزوف (Azov Sea)، وقُدِّر بأنَّ كلفة مصائد البحر الأسود هي ٢٥٠ مليون دولار في العام. وأجبر انتشار الرخويات المرقَّطة في الغرب الأوسط الأمريكي مؤخراً أعمال تصدير البطلينوس التي تقدر قيمتها بـ ١,٤ مليون دولار على الإغلاق. (فالرخويات تستعمر أصداف البطلينوس، وتمنعه من التفتح)[٤٩].

وفي هذا المجال أيضاً، فإن الكائنات الدخيلة في بعض الأحيان تحدث الاضطراب في النظام عند مستواه الأساسي، كما فعل فرخ النيل في مصائد الأسماك التقليدية في بحيرة فيكتوريا بافريقيا (انظر أيضاً الفصل الرابع). فقد أُطلق الفرخ، وهو من الأسماك المفترسة الشرهة التي يمكن أن يصل طولها إلى مترين، في البحيرة في الخمسينات لتحسين مخزونات الأسماك الأصلية التي كانت أخذت في التردي. ودعمت التكملة التي أضيفت في الأصل إلى البحيرة المتمثلة في حوالي ٤٠٠ من الأسماك الأصلية مصائد الأسماك التقليدية الموجودة على الشاطىء في الدول الواقعة على جوانب البحيرة - كينيا وأوغندا وتنزانيا. وكان الناس يصطادون للاستهلاك الخاص بهم أو للأسواق المحلية. ولم يكن الفرخ، وهو حيوان كبير ينتمي إلى المياه المفتوحة، متاحاً إلى مصائد الأسماك المقامة على الشاطىء هذه: لأن صيده يتطلب قوارب كبيرة وعُدَّة صيد باهظة التكلفة. ولذلك فإن عمليات الصيد التي اقيمت على الفرخ كانت، نتيجة لذلك، عمليات تجارية رئيسية، وتستهدف أرباحاً على نطاق واسع،

وبالتالي، أسواقاً تصديرية لإنتاجها[٥٠].

وفي أوائل الثمانينات، تفجرَّت أعداد أسماك الفرخ وانهارت أعداد الأسماك الأصلية. وانقرض ما يقرب من نصف الأنواع الأصلية، وذلك، بصورة تكاد تكون مؤكدة، نتيجة لافتراسها مباشرة على يد أسماك الفرخ. ومن المحتمل أن يكون الافراط في صيد الأسماك قد بدأ بالفعل قبل ذلك في نسف الاقتصاد التقليدي قبل انهياره؛ وبعد ذلك حدث بسرعة لمصائد الأسماك المقامة عل الشاطىء ما حدث للأسماك الأصلية. وأصبح لزاماً على السكان المحليين أن يبحثوا عن الفتات المتبقية من مصائد الفرخ، والتي يتوجب عليهم شراؤها، كي يعوضوا ما يفوتهم من الغذاء. وقد يكون شبح سوء التغذية الناجم عن نقص البروتين قد أخذ الآن يتفشَّى في الـ ٣٠ مليون شخص الذين يعيشون في حوض البحيرة. وفي هذه الحالة، ها هو اقتصاد محلي يقوم على الأنواع المحلية أخذ يُسْتَبدل بصناعة «دخيلة» موجهة نحو التصدير، مما أدى إلى تدمير المورد وتجاوز السكان المحليين إلى حدٍ كبير. بل إن مصير سمك الفرخ نفسه أصبح الآن في وضع مشكوك فيه: إذ يبدو أنه أخذ يأكل بعضه بعضاً، وأخذ حجم الناتج في الهبوط[٥١].

كما يمكن للكائنات الدخيلة التي تنقل الأمراض البشرية أن يكون لها آثار اقتصادية مؤلمة – نتيجة لفقد الإنتاجية بسبب المرض أو الوفاة، والتكاليف الطبية، وفي كلفة السيطرة على الآفات. فقد يكون بعوض النمر الآسيوي عاملاً في وباء الحمى الصفراء الذي اجتاح مدينة ريودي جانيرو عام ١٩٨٦ . فقد أصيب بالعدوى حوالي مليون شخص. وفي عام ١٩٩١، اكتشفت هذه البعوضة خلال انتشار نوبة من الحمى الصفراء في نيجيريا. وفي الولايات المتحدة، أصيبت فلوريدا بعدة أوبئة التهابات دماغية في أوائل التسعينات، وكانت هذه البعوضة إحدى نواقل الأوبئة المشتبه فيها. فقد أمرت الولاية بتدمير مستودع إطارات ضخم، وهو موقع رئيسي لتوالد البعوض، بتكلفة ٣ , ١ مليون دولار. وبالإضافة إلى الحمى الصفراء والالتهاب الدماغي، فإن هذه البعوضة ناقل لمرض آخر آخذ في الازدياد ثانية على المستوى العالمي: الحمى الدنجيَّة (انظر الفصل السابع)[٥٢].

وتماماً كما يستطيع الغزو البيولوجي تغيير القواعد الأرضية للنظام البيئي، فإنه يغيّر أحياناً قواعد الاقتصاد كذلك، عن طريق فرض ضغوط جديدة على بعض أجزاء البنية التحتيَّة – ضغوط لم تكن البنية التحتية قد صممت لمقاومتها. وعلى سبيل المثال، فإن زنبقة الماء (Water Hyacinth)، وهي عشبة مائية منتشرة في المناطق الاستوائية أصلها من أمريكا الجنوبية، هي من أسرع النباتات نمواً في العالم. وفي زيمبابوي تكسو أحياناً الجسور والسدود

والأنـابيب - وتسحقها وفي جنـوب شرق الولايـات المتحدة، ينجـذب نمل الحرائق الأحمر إلى التيـار الكهـربـائي؛ ويقضم الكـوابل ويتفشـى في الأجهـزة الكهـربـائيـة ويعصِّر الـدوائر الكهربائية، كما إنه في بعض الأحيان يتسبب في اشتعال الحرائق[٥٣].

يغيِّر الغزو البيولوجي قـواعد الاقتصاد عن طريق فرض ضغوط جـديدة على بعض أجزاء البنية التحتية.

وأحد أكثـر أشكال تدمير البنيـة التحتية تكلفة هو استعمار الـرخويات المرقطـة لأنابيب الميـاه وأجسام القـوارب وكل سطح صلب تقريبـاً في شرقي أمريكـا الشمالية. وهـذا «العَبَث» يخفِّض كثيراً قدرة الأنـابيب على الاستيعاب، ويسدُّ الصمامـات ويبطىء حركة القـوارب. وقد قدَّر أحدالخبراء أن هذا النوع من الرخويات قد يجبر صناعة الكهرباء في الولايات المتحدة على انفاق ٨٠٠ مليـون دولار على إعادة التصاميم - بـالإضافة إلى ٦٠ مليون دولار سنـوياً لأعمال الصيانة. وقد فاقت حتى الآن تكاليف اعادة تحديث أنـابيب الاستيعاب حول مدينة شيكاغو مبلغ ١,٧ مليون دولار بحلول عـام ١٩٩٢ . وتقدر وكالة خدمـات الأسماك والحياة البرية في الولايـات المتحدة أن العبث الـذي تقوم بـه الرخويـات، بالإضـافة إلى الخسـائر من القوارب والأسماك المرتبطـة بها قـد يكلف ٥ بـلايين دولار في البحيرات العظمى وحدهـا بحلـول عـام ٢٠٠٠[٥٤].

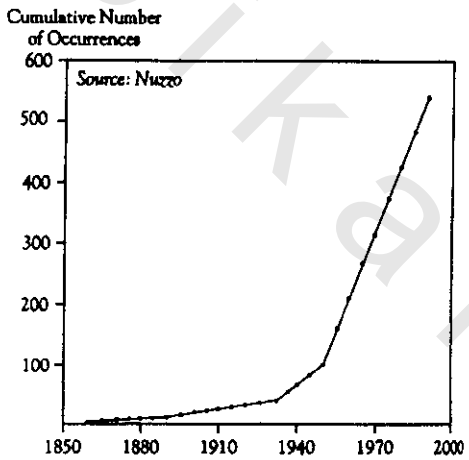
إبطاء وتائر الغزو

لم يجتـذب الغـزو البيـولـوجي سـوى القليـل من الاهتمام بين الجمهـور العـام وصـانعي السياسـات. ولاحظ ستانلي تيمبل (Stanley Temple) وهو عـالم في الأنظمة البيئيـة للحياة البرية بجـامعة وسكـونسون أن الكـائنات الـدخيلة ليست من بين أولـويات الأبحـاث حتى بالنسبة لعلماء البيولـوجيا المتعلقة بالمحافظة على الطبيعة، إذ يقـول: «على الرغم من كل ما هو معروف حول التأثير السلبي للكائنات الدخيلـة والفوائد الواضحة المتمثلة في السيطرة عليها، فإن القضاء عليهـا لا يثير سوى القليل من الحماس بين أكثـر المعنيين بالمحافظـة، الجمهور أو الحكومـات». ومع ذلك فنحن نعرف من قبل، بصـورة عامة مختصرة، مـا الذي يتـوجب علينا عمله للتقليل من تهديـد الغزو البيـولوجي، ونحن نملك بـالفعل الأدوات اللازمـة للبدء بهذا العمل. والعمل مطلـوب على ثلاث جبهـات: السيطـرة على الكائنـات الـدخيلة المستقـرة أو القضاء عليها، إغلاق الممرات التي يتم إدخال هذه الكـائنات عن طريقها بمحض الصدفة،

ومنع إدخالها عن قصد بشكل غير ضروري[٥٥].

ويمكن أن تبدأ الخطوة الواثقة في صياغة سياسات للسيطرة على الكائنات الدخلية بطرح سؤال «ما هي السرعة المطلوبة لصدِّ هجوم غازي جديد؟» فردُّ الفعل السريع على أي غازٍ هو بصورة عامة أفضل شيء معقول، سواء من الناحية الاقتصادية أو من ناحية الأنظمة البيئية. والسيطرة المبكرة هي الاستجابة الأقل تكلفة ممكنة، ويمكن أن تؤدي إلى أفضل النتائج: أي القضاء التام عليها. ويكون الكائن الغازي أكثر ما يكون عرضة للسيطرة بعد وصوله مباشرة، إذ من المحتمل أن تكون اعداده لا تزال قليلة ومقاومة الوسط الجديد له لا زالت في أعلى درجاتها. كما أن أعداد الكائنات الأصلية المنافسة لا تكون قد وصلت إلى مرحلة التردي بعد[٥٦].

ففي عام ١٩٩١، ربما كان رد الفعل السريع لوصول السلالة الآسيوية من العُثَّة الغجرية للموانىء على طول الساحل الغربي للولايات المتحدة وكندا هو الذي أنقذ آلاف الهكتارات من الغابات. وقد كلّف هذا البرنامج ٢٥ مليون دولار، ولكنَّ أحد التقديرات الرسمية لخسائر المنطقة المحتملة من الغزو المشترك للعُثَّة الغجرية الآسيوية والسلالة القريبة منها المسماة العُثَّة الراهبة (Nun Moth) يضعها ما بين ٣٥ بليون دولار و٥٨ بليون دولار بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٤٠ . وتوضِّح هذه الحالة أهمية ثلاثِ نقاط أساسية في مثل هذا الإجراء: ينبغي أن يكون لدى الوكالات المعنية بالسيطرة على الكائنات الدخيلة ميزانية مرنة، واستعداد للاستجابة للتقديرات العلمية للأخطار وبرتوكولات بالخطوات اللازمة للرد السريع[٥٧].



شكل (٦-١): انتشار الخردل الأوروبي في شرقي كندا والولايات المتحدة ١٨٦٠-١٩٩٠ .

إن من الأمور المغرية هو تجنب دفع النفقات اللازمة لمقاومة الكائنات الدخيلة عندما تبدو هذه الكائنات حميدة لا ضرر منها، على الأقل، عندما تكون مستويات أعدادها لا تزال منخفضة. ولكن لا توجد هناك أية طريقة لمعرفة متى ستتفَجَّر أعداد كائن دخيل. وعلى سبيل المثال، لم يكن الخردل الأوروبي الذي غزا أمريكا الشمالية في القرن الماضي يعتبر مشكلة، إلا ما ندر، حتى عهد قريب كأواسط الثمانينات. واليوم فقد أصبح تهديداً خطيراً على خضرة أراضي الأخشاب على مساحة واسعة في شرقي الولايات المتحدة وكندا (انظر شكل ٦-١)[٥٨].

ومن غير المحتمل أن تؤدي السيطرة على كائن دخيل استغرق وقتاً طويلاً في الاستقرار إلى القضاء عليه قضاءً تاماً، إلا أنه يمكن في كثير من الأحيان إخضاع أعداده إلى مستوى غير مؤثر على الأنظمة البيئية. وهناك عدة أساليب للقيام بهذا العمل، ولكنَّ برامج السيطرة طويلة المدى وحملات الإبادة الواسعة من المحتمل أن يكون لها آثار جانبية خطيرة: وفي الحقيقة فإن جميع إجراءات السيطرة لها جوانب لا زالت موضع جدل إلى حدٍ ما. ولذلك فإن السيطرة على الكائنات الدخيلة له مهام سياسية بمثل ما له من مهام تتعلق بالأنظمة البيئية. فإطلاق النار عليها أو إيقاعها في الشراك، على سبيل المثال، قد تكون الوسيلة الوحيدة ذات الجدوى الاقتصادية في السيطرة على بعض الآفات الفقارية في المحميات، ولكنَّ مثل هذه البرامج تسيء إلى الكثيرين من الناس المناصرين بشدة إلى المحافظة على الطبيعة بصورة عامة. كما أن استعمال مضادات الآفات الزراعية موضع جدل دائم أيضاً (انظر الفصل الخامس). ولكن قد تكون هذه المبيدات أفضل خيار بل حتى الخيار الوحيد. فقد أوقف انتشار العُثَّة الغجرية الآسيوية عن طريق رش المضادات البيولوجية للآفات بي تي (The Bacterium Bacillus Thuringiensis). وفي هذا الشأن كذلك، فإن الناس الذين قد يعترضون بأكثر ما يكون هم الذين يشكِّلون «أصحاب المصلحة الطبيعيين» في المحافظة على الطبيعة[٥٩].

وهناك أسلوب هام آخر، وهو السيطرة البيولوجية، الذي له أيضاً ما يبعده عن الطريق الصحيح كذلك. ففي شكلها المعياري، فإن السيطرة البيولوجية تحاول إخضاع الكائنات الدخيلة عن طريق إطلاق الكائنات المفترسة والأمراض لمهاجمتها. وتستعمل السيطرة البيولوجية الحديثة بصورة عامة الكائنات المفترسة الأصلية لمهاجمة سلسلة الكائنات الدخيلة المحلية، وبالتالي تحاول استعادة «التوازن» الإيكولوجي الذي من المفترض أن تكون الكائنات الدخيلة المعتدية قد أقامته مع أعدائها الطبيعيين. ومن الممكن أن يستمر كل من الكائنات المستهدفة والكائن الذي يقوم بالسيطرة البيولوجية في الموطن الجديد، ولكن عند مستويات منخفضة؛ وأية زيادة في أعداد الآفات من شأنه أن يثير زيادة مماثلة في أعداد الكائن الذي يقوم بالسيطرة البيولوجية. وهذا هو الوضع المثالي، ولكن، وكما يرى العلماء المناهضون للسيطرة البيولوجية، فإن هذا الأسلوب لا يحقق السيطرة على الآفات دائماً. وفي بعض الأحيان أدى إلى ظهور مشاكل جديدة. وعلى سبيل المثال، غَزَت العُثَّة التي تستخدم بصورة عامة للسيطرة على صبَّار الثمار الشوكية فلوريدا من منطقة الكاريبي وقد تكون تهدد الآن الثمار الشوكية في الولايات المتحدة. ومع ذلك، فإن إطلاق الكائنات التي تقوم بالسيطرة، المختارة بعناية والمعروفُ بأنها المفترس

الخاص للكائنات المعتدية قد يكون هو أفضل خيار في الكثير من الحالات[٦٠].

وقد تكمل تكنولوجيات السيطرة الجديدة أو غير المتعارف عليها أو أنها قد تحل محلّ بعض الطرق الأكثر تقليدية. فالفيرومونات (pheromones) الاصطناعية (أي الكيماويات التي تفرزها بعض الأنواع وتكون بمثابة رسل من كائن إلى آخر) تستخدم في بعض الأحيان لإرباك انعكاسات التزاوج اللاإرادية في بعض الحشرات، على سبيل المثال. كما جرى تطوير التطعيم بواسطة الفم الذي يسبب العقم في الثدييات. وقد تؤدي المزيد من الأبحاث إلى ايجاد طرق جديدة. ولكنَّ ترسانة الأساليب الحالية لا زالت لم تستخدم بدرجة كافية إلى حد كبير، مع أن الحاجة للسيطرة كبيرة، إلى درجة أنه ليس هناك حاجة للانتظار لمزيد من الأبحاث قبل الشروع في العمل[٦١].

وبغض النظر عن الأساليب المستعملة، فإن المكوِّن الأساسي في أي برنامج سيكون إقناع الجمهور العام بأهمية السيطرة على الكائنات الدخيلة. وينبغي أن يصبح الناس على إدراك بأن هذه الاجراءات هي جزء هام من المحافظة على الحياة البريَّة بنفس القَدَر كإنقاذ الأنواع المعرَّضة للخطر - أي أنها بالفعل تقوم بإنقاذ هذه الكائنات المعرَّضة للخطر. ويمكن للإجماع الشعبي الواسع أن يخفِّف عبء التعامل مع الجهات التي تبدي معارضة لأنواع من هذه الأساليب.

لا زالت ترسانة الأساليب الحالية لم تستخدم بدرجة كافية إلى حدٍ كبير، رغم أن الحاجة للسيطرة كبيرة، إلى درجة أنه ليس هناك حاجة للانتظار لمزيد من الأبحاث قبل العمل.

وقد تكون السيطرة على الكائنات الدخيلة عديمة الجدوى، وإذا لم نجد، بالإضافة لها، أساليب لسد الطريق على ممرات الغزو. والتوسع في إجراءات الغربلة هو نقطة البداية التي لا تخفى. فبرامج التفتيش التي تنفذ على نحو سليم تكون أكثر كفاءة في أثناء العمليَّة، في الوقت الذي يجري فيه اختبار المعلومات حول الممرات. ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال، عندما يكتشف مفتشو خدمات التفتيش الصحي على الحيوانات والنباتات مشكلة في ميناء معين، فإنه يمكنهم إصدار «تحذير اكتشاف» على نظام البريد الالكتروني (electronic mail system)، لإرشاد المفتشين في الموانىء الأخرى. وفي هذا الأمر كذلك، فإن تثقيف الجمهور له دور هام. وعندما يعي الناس أهمية تهديد ما، ويعرفون ما الذي يمكنهم عمله لإيقافه، فإن بعض ممرات (الكائنات الدخيلة) ستضيق بصورة ذاتية. وهناك طرق سهلة لتنظيف القوارب من الخارج مما يمكنها من إبطاء انتشار الرخويات المرَّقطة، على سبيل المثل.

إن الاستراتيجية الجادة في التصدي للكائنات الدخيلة لا بد لها من أن تلبي التحديات البيولوجية والسياسية.

ولكن المهمة تتطلب الكثير من الأساليب الجديدة كذلك. ولا بد من تطوير هذه الأساليب كلّ حسب الغرض المخصص له إلى حد كبير، عندما تظهر الحاجة لذلك وبما يسمح به ذكاء الإنسان. وفي بعض الأحيان قد يظهر هناك حل سهل وغير باهظ التكلفة نسبياً. ففي شرق آسيا، على سبيل المثال، تُجتَذب العُثَّة الغجرية والعثَّة الراهبة للإضاءة على سفن الشحن؛ وتشير التقارير أن العُثَّة لن تسعى للأضواء ذات المرشِّح (الفلتر) فوق البنفسجي أو الأزرق. غير أن الاجراءات الأكثر تعقيداً ستكون مطلوبة لتضييق الممرات مثل أنظمة مياه الثقل. وقد انتجت كندا والولايات المتحدة إرشادات تشغيلية اختيارية لمياه الثقل للسفن في البحيرات الكبرى. ويوجد لدى استراليا إرشادات مماثلة لمياهها الساحلية بصورة عامة. كما يجري تطوير تصميمات جديدة لمعدات الثقل. ومع ذلك فإبطاء معدلات إطلاقات مياه الثقل سيتطلب المزيد من الجهود على الجانب الإجرائي والجانب الهندسي على حدٍ سواء[٦٣].

وبطبيعة الحال، فإن إدخال الكائنات الدخيلة بصورة غير مقصودة ليست سوى جزء من الصورة؛ كما أن إدخالها بصورة متعمَّدة غالباً ما يصلُّ طريقه كذلك. ومن الأمور الحاسمة لتضييق هذه الممرات هو إجراء مراجعة واضحة وعلى أساس علمي ومعزول بقدر الإمكان عن المصالح السياسية والتجارية التي تصادق على الإدخال. وقد تكون الطريقة التي تقوم على «القائمة النظيفة» (clean list) هي مفتاح التقدم في هذا المجال، والقائمة النظيفة هي قائمة بأسماء الكائنات التي ظهر أنها سليمة نسبياً: وينبغي على الكائن أن يجد طريقه إلى هذه القائمة حتى يصبح مؤهلاً لإطلاقها في المنطقة أو لاستيرادها. والطريقة البديلة والأكثر شيوعاً هي «القائمة القذرة» (dirty list) والتي تمنع الكائنات التي يُعرف عنها أنها خطيرة، ولكنها (أي القائمة) لا تفعل أي شيءٍ لمنع الأنواع غير المسجلة فيها. ويمكن للقائمة النظيفة أن تبدأ العملية الهامة المتمثلة في نقل عبء تقديم الدليل من على عاتق أولئك الذين ينتقدون إدخال الكائنات إلى عاتق أولئك الذين يخالفونهم الرأي. وستكون النهاية المنطقية لتلك العملية صدور تشريع يتطلب من الجهات التي تستورد الكائنات الدخيلة تحمُّل المسؤولية القانونية عن أي دمار قد يحدث نتيجة لادخالها لتلك الكائنات[٦٤].

كما يمكن للقوائم النظيفة كذلك المساعدة في توجيه استراتيجيات الأبحاث - ليس نحو ايجاد الأنواع الدخيلة «السليمة» فحسب، بل نحو التعرُّف على الأنواع الأصلية، ويفضل

التعـرَّف على أعـداد هذه الأنـواع، التي يمكن أن تحلَّ محل الأنـواع الـدخيلة بـالنسبـة لبعض الاستعمالات أو المنـاطق. ويتجمع الآن عـدد كبير من الأبحـاث حـول هذا الموضـوع، وهـذه الأبحاث تـوضح الإمكانيات الكـامنة لمثل هذه الطريقـة. ففي الولايات المتحـدة، تقوم ادارة المحـافظة على الطبيعـة في إلينـوي بحصر نفسهـا، بصورة تكـاد تكـون مطلقـة، في النباتـات الأصلية في الولاية في بـرامجها لزراعة النباتات. كما أظهـرت الأبحاث التي أجريت على أشجار خشب الوقود شائعة الاستعمال في الهند أن الأنـواع الأصلية هي خيارات أفضل لذلك الغرض (أي كخشب وقود) من الأشجار الـدخيلة. وفي زيمبابوي، حيث يظل الإيكـولبتوس هو محط أنظار مشروعـات زراعة الأشجار التي يقـوم بها المجتمع، تقوم السلطـات الآن بتنظيم مشاتل للأشجار الأهلية استجابة للاهتمام المحلي بالأنواع الأصلية والمعرفة المحلية بها[٦٥].

إن الاستراتيجيـة الجادة للتصدي للكـائنات الـدخيلة لا بـد لها من أن تلبي التحديـات البيولـوجية والسيـاسية. ولم تصل معـرفتنا الحاليـة بالأنظمـة البيئية إلى مـرحلة متقدمـة تكفي لتوجيهنا إلى معرفـة إلى أي مدى يمكننا أن نحمل عنده مدَّ الكائنـات الدخيلة على التراجع في نهاية الأمر، ولكنهـا (أي معرفتنا الحالية) تخبرنا بكل وضوح أنـه يتوجب علينا أن نشرع الآن في هـذا الجهـد. كما أن فهمنـا السيـاسي - الذي تكـوَّن نتيجـة لعملنـا على الجوانب الأخـرى في المحـافظة على الطبيعـة وعلى رفـاه البشر - يعلِّمنا أن بإمكـاننـا بنـاء المؤسسات التي ستكـون ضرورية للمحاربة في هذه المعركة.

ولما كان النـاس بصورة عـامة يتقبلون الـدروع التشريعية والتنظيميـة المضادة للملـوِّثات الكيماوية، فإن بـالإمكان إقناعهم بضرورة سد ممرات التلـوث البيولوجي. فالصنـاعات تتقبَّل بصـورة عـامة القيـود القـانـونية الخاصـة بأي مـواد يمكنهـا إطـلاقها في البيئـة، وهكـذا فإن الصناعات التي تستخدم الكائنات الغريبة يمكنها تقبُّل القيود على الكائنات التي تستطيع أن تطلقهـا. وتماماً كما تعلَّمت السلطـات الصحيـة كيفية اقتفـاء أثـر تفشي الجراثيم الخطيرة، فإن علماء البيولوجيا بإمكانهم اقتفاء أثر الكائنات الخطرة الأخرى.

ولأن الكائنـات الدخيلة تمثِّل مثل هـذا التهديـد الهائل، فإن ذلك تماماً هو الـذي يجعلها تقدم مثل هذا القدر الكبير من الأرض المشتركة للعمل. وكما أن الغـزوات البيولوجية تؤثر الآن على الحياة على كل مستـوى - جيني أو متعلق بالأنظمـة البيئية أو اقتصـادي - يمكن دراسته فعـلاً، كـذلك فإن لها تأثيراً على كل دولـة من الـدول، بغض النظـر عن ثرواتها أو مـوقعهـا في الشؤون العالمية.