

تفهّم تهديد الغزو البيولوجي Understanding the Threat of Bioinvasions

كريس برايت
Chris Bright

شكّلت جزر غالاباغوس (Galapagos Islands) أفكار داروين عن التطور، أكثر من أي مكان آخر على سطح الأرض. وعندما زارها في عام ١٨٣٥، وجد قطعاناً من السلاحف العملاقة، وطيوراً لم تعتد رؤية الناس فبدت كما لو كانت طيوراً أليفة، والإغوانات (iguanas) التي أطلق عليها اسم «عفاريت الظلام». ويصف داروين وزوّار الجزر فيما بعد حشداً من الكائنات التي لا تعيش في أي مكان آخر: طيور غالاباغوس وذوات الأربع وأربعين والصقور وأسماك القرش وطيور البطريق - بل وحتى بندورة (طماطم) غالاباغوس. ومعرض الوحوش هذا مدين بالفضل في وجوده لا لِسمة خاصة بهذه الجزر نفسها بل بسبب آلاف الكيلومترات من امتداد المحيط الذي يفصل بينها وساحل الإكوادور^(١).

والحواجز من مثل المحيطات أدوات هامة في أيدي التطور. فهي تساعد على وضع شروط للحياة عن طريق احتواء تجمعات خاصة من النباتات والحيوانات - وعن طريق استبعاد الحيوانات المفترسة والأنواع المتنافسة والأمراض التي تتطوّر في الأماكن الأخرى. وبطبيعة الحال فإن هذه العوائق ليست مطلقة. فالكائنات التي تعيش على البرّ الرئيسي تصل إلى جزر غالاباغوس بين الحين والآخر، ولكن حتى عهد قريب، كان جميعها بالفعل قد جاء من مناطق قريبة نسبياً، ولم تستطع سوى أنواع قليلة من المخلوقات إكمال هذه الرحلة. وقد تستطيع الطيور القادمة من البرّ الرئيسي إكمال رحلتها، ولكنّ الشدييات 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 وتطوّر استجابات مناسبة لمناطق معينة من الأرض أو مجاري المياه أو لمجموعة من التيارات المحيطية^(٢).

ولو كان داروين يدرس جزر الغالاباغوس في هذه الأيام لأبدى استغرابه للسبب الذي يجعل العديد من الكائنات تبدو ضعيفة التكيف للتعامل مع بعضها البعض. ففي جزيرة بنزون (Pinzon Island)، تقوم الجرذان السوداء بقتل كل فقيس فعلاً من فقس النوع المحلي من السلحفاة العملاقة؛ وعلى الجزر الأخرى، تقوم الحنازير الوحشية بأكل بيض السلاحف والإغوانات والسلاحف البحرية الخضراء المعرضة للخطر. وعلى بعض الجزر، قضت الماعز على نباتات وأشجار عديدة، وأكلت القطة المنزلية المتوحشة معظم سحالي الحمم البركانية. وعلى جزيرة فلورينا (Floreana Island) تغطي أجسام شجيرات اللانتانا كامارا (Lantana Camara) (الجنبات الملتوية) على مواقع العش الخاصة بطائر النوء (طائر بحري صغير طويل الجناحين يمعن في الطيران بعيداً عن اليابسة) ذي الردف 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 غزاً نظاماً بيئياً آخر هو غريب عنه - أي نظاماً بيئياً لم يتطوّر (هذا الكائن الدخيل) فيه. ونظراً إلى أن كائنات الجزيرة لم تتطوّر 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 الغالاباغوس. ففي بحيرة فيكتوريا، أكبر البحيرات في إفريقيا، أدخلت سمكة كبيرة في نهر النيل لتحسين نوعية الأسماك: وقد أثارت موجة من الانقراض الجماعي في الأسماك الأصلية، وبذلك دمّرت 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 وتسبب في دمار صناعي يقدر بـ ١٠ بلايين الدولارات. وفي استراليا وأمريكا الشمالية، فإن الأعشاب اليوراسية (الأوروبية الآسيوية)

والأفريقية 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 التدهور. وانتشار الحيوانات الدخيلة الذي نجم عن ذلك يعتبر الآن السبب الثاني بعد فقدان المواطن كعنصر من عناصر دمار الأنظمة البيئية، وفق ما يقوله إدوارد ويلسون (Edward Wilson) العالم البيولوجي بجامعة هارفرد، وهو حُجّة في التنوع البيولوجي. أما بالنسبة لـ بروس كوبلنتز (Bruce Coblantz) وهو خبير في الغزو البيولوجي على الجزر، فإن للكائنات الدخيلة القدرة على الاستمرارية الذاتية لا يضاهاها معظم الأشكال الأخرى للتريبي. 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 الكائنات الدخيلة ضارة بالكثير 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 البرية. 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 السلاحف البحرية الخضراء المعرضة للخطر. وتختلف كثيراً نسبة الكائنات الدخيلة التي تسببت في متاعب خطيرة من إقليم لآخر، ويصعب تقديرها تماماً (انظر جدول ٦-١ و جدول ٦-٢). ولكن القاعدة القياسية المتعارف عليها بصورة عامة، والتي جرى تطويرها من خلال الأبحاث التي أجريت 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 والبنية	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 آفست محاصيل خطيرة.
الجدري	حوض البحر الأبيض المتوسط	معظم المناطق المأهولة (وقد قُضي عليه الآن).	ربما مات ثلثا سكان العالم الجدديس 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	اجتاحت 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؛ ونيو زيلندا.	آفة خطيرة تصيب سلسلة كبيرة من المحاصيل؛ وكمنافس للطيور الأخرى، أدى العصفور الانجليزي إلى كبت الكثير من أنواع الطيور الأصلية.
الشوفان البري	أوراسيا	جميع أقاليم زراعة الحبوب فعلاً.	يخفّض 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؛ تسبب في خسائر ملايين الدولارات بتشكيل قشرة على أنابيب المياه والقوارب.
الناموس النمرى الآسيوي- (Asian tiger mosquito)	جنوب شرق آسيا	شرق آسيا، وجزر المحيط الباسفيكي والمحيط الهندي وأستراليا ونيوزيلندا وجنوب أوروبا ونيجيريا ومناطق افريقيا الجنوبية والولايات المتحدة والبرازيل.	قد يساعد على انتشار الحمى الصفراء والحمى الدنجية والتهاب الدماغ.
أعشاب مختلفة	أوراسيا و افريقيا وأمریکا الشمالية	أمريكا الشمالية وجزر المحيط الباسفيكي وأستراليا ونيوزيلندا.	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 البيتوسورم العذبة (Sweet pittosporum)	استراليا	نيوزيلندا، اقيانوسية، أمريكا الوسطى، جزر الكاريبي والأطلسي، وجنوب افريقيا.	كاستعممر كفاء للغاسبات الاستوائية وما دونها في مناخات مختلفة، تقوم هذه الشجيرة بتغطية الشننلات الأصلية وتمنع إعادة 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 تتسبب في أضرار لدرجة لا تصحح مسألة العدد عندها ذات أهمية. وعلى سبيل المثال، فإن الافتراض المباشر - أي عندما يفترس كائن دخيل الكائنات الأصلية، - يؤدي ببساطة - إلى كبت أعداد الفرائس المحلية ويتسبب في انقراض 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 نيوزيلندا. والجرذان الدخيلة - وبخاصة السوداء والبنية منها - قد أحدثت هلاكاً مشابهاً للكثير من طيور الجزر. (فائنان وثمانون بالمائة من جزر العالم الرئيسية تحتوي على أعداد كبيرة من الجرذان الدخيلة). وربما كان أكثر الأمثلة إثارة هو المتعلق بحيئة الأشجار البنية اللون، والتي غزت غوام (Guam) من إقليم بابوا غينيا الجديدة حوالي عام ١٩٥٠ ودفعت بـ ٩ أنواع من الـ ١٨ 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 ماثلة كما تفعل الماعز على جزر آل 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 نيوزيلندا، 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 بمضغ الخضرة في نيوزيلندا بمعدل ٢١ طن كل ليلة^(٨).

والافتراض 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 طوّر 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 وأستراليا. وهذه الأعشاب «المتكيفة مع الحرائق» تحترق بشدة أكبر ومزّت 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، تحطت الشجيرة الاستوائية الجديدة الغازية كرومولينا أدوراتا (*Chromolaena odorata*) هوامش أراضي الغابات، حيث تلتقي الغابات مع حشائش السافانا. وهذه الشجيرة سريعة الاشتعال وتعيد توأدها 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 «كمغنطيس» 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، تتكيف الكثير من النباتات مع مستويات النيتروجين العضوي المنخفضة، النمطية في التربة البركانية الجديدة. ولكن 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 تشكل نوعاً من التهديد للكائنات الأصلية: فقد يتزاوج الكائن الدخيل مع كائن أصلي مرتبط به ارتباطاً وثيقاً، مطلقاً جيناته في حوض جينات الكائن الأصل. فالغزو الجيني يمكن له أن يقضي على التميز أو الاستقرار الذي عليه كائنات أصلية عن طريق إغراقها في الجينات الأجنبية. ولعل أكثر الأمثلة شهرة في هذا الصدد نجم عن إطلاق السلمون المستولد في المفاصق في أنهار منطقة شمال غرب الباسفيك من الولايات المتحدة. ويعمل سلمون المفاصق 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 الإفريقي البري في الجزء الجنوبي من أفريقيا والقط الاسكتلندي البري في سكوتلندا^(١٣).

تعاني البحيرات والأنهار في شرق أمريكا الشمالية من تغييرات أساسية على شبكة الغذاء مع وصول الرخويات المرقطة من إقليم بحر قزوين.

وفي بعض الأحيان، يمكن للترازج 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 alternifolia*) 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 الكروموزومات في ذلك الهجين فيما بعد إلى إنتاج نوع آخر، هو إس أنجليكا (*S. anglica*). ولم تعد العشب الحبلية شائعة في بريطانيا ولكن 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 يكون لها أقارب من الأنواع البرية يتم التزاوج معها، وبخاصة في المناطق الاستوائية، حيث نشأ الكثير من أنواع المحاصيل. وعلى سبيل المثال، فقد أنتج تهجين السلالات بين البطاطس العادية والبرية في أمريكا الجنوبية نوعاً جديداً من العشب: البطاطس البوليفية العشبية (Bolivian Weed Potato)^(١٤).

ويتمثل 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. ولكن إدخال الماشية المصابة إلى إقليم القرن الأفريقي 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 سل الكلاب أصيبت بها كلاب المزلجات في سيبيريا في أواخر الثمانينات، قام الناس الذين يقطنون في سيبيريا الجنوبية برمي جيف الكلاب في بحيرة بايكال (Baikal). ففضى 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 فيمكنه نقل الفيروس إلى الحيوانات التي لم تتعرض له بعد، مثل الجرذان. وقد تكون النتيجة مخزناً أكبر من المرض يمكن عن طريقه نقل العدوى للإنسان.

الآثار الساقطة كالشلال

يمكن لآثار الغزو (الذي تقوم به الكائنات الحيّة الدخيلة) أن تجوس خلال الأنظمة البيئية، محدثة اضطراباً في العلاقات التي تبدو بعيدة كل البعد عن الكائن الغازي نفسه. فلقد غيرت أشجار الحنّاء اليوراسية، على سبيل المثال، النظام الهيدرولوجي (المياه الجوفية) الأساسي لبعض المناطق الضفافية في غربي الولايات المتحدة. وتستطيع شجرة الحنّاء 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، محففة بذلك البرك الصغيرة التي تبقى على الحياة في الكثير من الأراضي الجافة. لذلك فإن النباتات الأصلية تعاني من جراء ذلك، فيقل عدد الأسماك؛ كما يتسبب نقص 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 المرقطة (zebra mussel)، وهي أسماك صدفية صغيرة وفدت من إقليم بحر قزوين (انظر أيضاً الفصل الرابع). وأدخلت الرخويات المرقطة 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 تعرّضت 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 القاعية - وفي هذه الحالة، ستكون المواد التي يتكوّن منها براز

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 تتغذى على القاع مثل الإربيان (الروبيان) والصدود 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 أدخل 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 البرية على الأرض التي أصبحت تعتمد على السلمون - النسر وثلعب الماء والقيثوط (ذئب شمال أمريكي صغير) والدببة. وفي مدغشقر، أدى التوسع في إدخال سمك التلايا (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 المميّزة^(٢١).

وبطبيعة الحال، فإن الكائنات الدخيلة لا تعمل في معزل عما يدور حولها. إذ تساعدنا 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 يغيّر من التربة على جانبي الطريق، مما يسمح للنباتات الدخيلة بالحصول على موطئ قدم. وقد لا يكون واضحاً لماذا يتوجب على الكائنات الدخيلة أن تعمل بصورة أفضل من الكائنات الأصلية على أرض

المواطن المضطربة - ما لم تجر 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 التغيّر 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 تدرّس 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 التزواج الجماعي أو بالالتصاق بعضه ببعض ليكوّن ما يشبه الحصرة الطافية أثناء الفيضانات. وقدرته على التكاثّر مذهلة حتى وفق معايير تكاثّر الحشرات - ويمكن أن تضم مستعمراته مئات المملكات، وتتكون من كشافات 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 التجمّع من الخصائص «العشبية الضارة» - من تفضيل المواطن المضطربة والانتشار الكفؤ والنمو العددي السريع إلى التغدّي الانتهازي - إلى حد ما عند مجموعة متنوعة من الكائنات الدخيلة واسعة الانتشار. فالبرؤمّس (نوع من العشب) والجرذان والرخويات المرقطة كلها كائنات عشبية ضارة^(٢٣).

وسيكون من المستحيل رسم خريطة شاملة للغزو البيولوجي، ولكنّ البيانات المتاحة تظهر مرضاً 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 نيوزيلندا تصل هذه النسبة إلى ٤٧ بالمائة. ويصل هاواي، التي تعاني من وباء غزو الكائنات الدخيلة، شأنها في ذلك شأن الجزر الكثيرة الأخرى، ما لا يقل

عن ٣٥ نوعاً من الحيوانات والنباتات الجديدة كل عام. وتغزو المفصليات (وهي شعبة من الحيوانات اللاقارية مفصلية الأجسام كالعناكب والحشرات وأقاربها) هاواي بأكثر من مليون مرة زيادة عن المعدل الطبيعي^(٢٤).

ومع انتشار «العشبيات الضارة» الدخيلة العدوانية من وسط إلى وسط يليه، مستنزفة المزيد والمزيد من موارد الحياة، فإنها تنزع إلى استنزاف الثروة الجينية المميّزة 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 (المؤثرة) على ٣٠ بالمائة من الكائنات الحيّة الموضوعة على القائمة الرسمية للأنواع المعرضة للخطر والمهددة (Official U.S. Endangered and Threatened List)^(٢٥).

ولكنّ 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 للضغط 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 حبال العمليات الاقتصادية الأساسية في العالم. فقد خلقت التجارة والأسفار، على سبيل المثال، ممرات «الممرات» للكائنات الدخيلة - وهي الوسيلة التي تنتشر الكائنات الحية من خلالها إلى المواطن الجديدة ومع تنامي أنماط

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

أحدثت حركة سير الخاويات ثورة في نقل البضائع وقد تساعد على عمل الشيء ذاته في نقل الكائنات الدخيلة (والخاويات هي الصناديق المعدنية الكبيرة التي تحمّل على السفن، ثم تُفَرِّغ في الشاحنات أو القطارات). وقد ضاعفت سفن الخاويات، 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 مكوّن من حوالي ١٠٠ مليون وحدة سعة ٢٠ قدم في العام. والملاح ذاتها التي تجعل الخاويات جذابة جداً لشركات الشحن هي التي تجعلها أيضاً مثالية لنقل بعض أنواع الكائنات الدخيلة. فالخاويات يمكن أن تظلّ تحمّل في الموانئ طوال أسابيع أو حتى شهور بدون انقطاع - مما يتيح الكثير من الوقت للمُستخفين (المسافرين عن طريق التهريب) كي يصعدوا على ظهرها. وقد لا تُفَرِّغ هذه الخاويات إلا بعد وصولها إلى وجهتها الختامية، مما يعني أنها تستطيع حمل الكائنات الدخيلة حيثما قادتها الطرق أو السكك الحديدية. وقطعت الخاويات الصلات القديمة بين الكائنات الدخيلة المحمولة على السفن وغزوها للموانئ المستمر بأعداد كبيرة: فهذه الخاويات تمثّل قفزة نوعية في احتمالات غزو الكائنات الدخيلة^(٢٧).

والخاويات ممر هام للحشرات وبذور الأعشاب الضارة والبرازقات والحلزونات. والخاويات في الولايات المتحدة مسؤولة عن ١٥ بالمائة على الأقل من النوعين الأخيرين (البرازقات والحلزونات) التي يتم اعتراضها من قبل مفتشي وزارة الزراعة الأمريكية. وجلبت شحنات الخاويات 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 ونيوزيلندا وأستراليا وجنوبي أوروبا. وهذا الممر فعّال جزئياً لأن الخاويات يصعب كثيراً تفتيشها. ففي أواخر السبعينات، على سبيل المثال، وجدت دراسة مسحية مدتها ستة شهور لأحمال الخاويات من الخشب الخام الواصل إلى أوكلاندا، نيوزيلندا، أن البيانات الرسمية تمثّل نصف عدد الحالات تقريباً، ويشبه الموظفون الرسميون أن الأخطاء هذه كانت محاولات مقصودة لتحاكي الحجر الصحي بسبب آفات الغابات^(٢٨).

وأحد ممرات الشحن الذي قد يكون له امكانيات هائلة هو ماء الثقل. فالسفن تحافظ على ثقلها عن طريق ضخ الماء داخل وخارج مجموعة من الخزانات تتناسب مع كمية الحمولة المشحونة على ظهرها. وهناك ٢٨ ألف سفينة تجارية في الأساطيل الرئيسية 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 المتنوعة الأخرى في تشكيل المياه البحرية. كما يتم غالباً شطف الرواسب إلى الداخل كذلك، وهكذا فإن الكائنات التي تعيش في الوحل مثل الديدان تصبح هي الأخرى من جملة «المسافرين» على السفن؛ وليست نقلات مياه الثقل بحرية 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 سجّلت دراسة لأحدى الخلجان في ولاية أوريغون، على سبيل المثال، ٣٦٧ نوعاً من الكائنات التي أطلقت من مياه ثقل السفن القادمة من اليابان خلال فترة أربع سنوات. وتمثل هذه الأنواع جميع أدوار أنظمة البيئة الرئيسية: آكلات اللحوم وآكلات الأعشاب والمرامية والطفيلية وهكذا دواليك. ومن أكثر غزوات مياه الثقل اثاره الرخويات المشطية التي سبقت الإشارة لها (في البحر الأسود وبحر آزوف (Azov))، والرخويات المرقطة (في البحيرات الكبرى). وأطلق المد الأحمر (dinoflagellate "red tide")، وهو نوع من البلانكتون تتفجر أعداده، على فترات، على شكل «أزهار» سامة، على طول الساحل الاسترالي بفعل السفن القادمة من اليابان. ودُمّر 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 أخذ 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 تلقت 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، يعتبر 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 أفريقيا 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 حيّة الأشجار البنية في بعض الأحيان على مدارج الطائرات في مطارات هاواي، حيث تكون سقطت من آبار العجلات وخلصت الشحن في الطائرات القادمة من غوام وتلقى هذه الطائرات عناية خاصة من الموظفين الرسميين في هاواي، الذي يخشون من أن تحتاح 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 تشكّل 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 «ملوثاً بيولوجياً» خطيراً في بعض المناطق. فقد غزت شجرة الزيتون أجزاء من استراليا وانتشرت فاكهة الأفوكادو انتشاراً جنوبياً على جزيرة سانتا كروز في جزر ألغالاباغوس. وتوابل الهيل أصبحت مشكلة في غابات الأراضي المنخفضة الرطبة في سري لانكا والهند الجنوبية، كما غزا الفلفل الأسود أطراف الغابات في ماليزيا. ولشجيرة الكرومولانيا أدورانا (*Chromolaena odorata*) قيمة كبيرة لدى صغار المزارعين في اندونيسيا والكثير من أجزاء أفريقيا كمحصول لإراحة 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).

وتمثل تربية الماشية الورطة التي تعاني منها الزراعة من الكائنات الدخيلة في أقصى

أشكالها. إذ تستطيع الماشية أن تتغير 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 وقلب المروج في غرب الولايات المتحدة. وتأتي الماشية بالأمراض الدخيلة - مثل طاعون الماشية في أفريقيا، ومن المحتمل الحمى المتموجة في أمريكا الشمالية. (وتسبب الحمى المتموجة الإجهاض عند البيسون (الثور الأمريكي) والأيل وكذلك عند الماشية). وبسبب فقدان أنواع الكائنات الأصلية وتردي أراضي الرعي والمناطق الضفافية 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 القائلة بأن «الماشية قد أحدثت دماراً» للتنوع البيولوجي الأصلي في غرب أمريكا الشمالية أكبر من كل ما فعلته سلاسل المناشير وجرافات شق الطرق مجتمعة»^(٣٣).

وتمثل الغابات ورطة ماثلة. وتركز الدراسة النقدية المعيارية في علم الحراجة (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 مونتريري (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 أفريقيا وأستراليا ونيوزيلندا. وأنواع الأوكالبتوس سريع النمو وموطنها الأصلي أستراليا 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 إفريقيا 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 جُمِعت 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 باللاكس السيبيري، وهو من أنواع الأخشاب الرئيسية؛ وأمكن التعرف على ١٧٥ نوعاً من المفصليات والديدان الخيطية والفطريات. وفي أماكن أخرى، تقوم الدودة الخيطية الصنوبرية والتي يجتمل أن يكون موطنها الأصلي جنوب شرق الولايات المتحدة، بقتل أنواع من الصنوبر الأسود في اليابان. ويقوم دبّور الخشب، وموطنه الأصلي أوراسيا وشمال أفريقيا، بنشر نوع من الفطريات يؤدي إلى قتل الأشجار الصنوبرية في نيوزيلندا وأستراليا وجنوب أمريكا الجنوبية. ويجتمل أن يكون زنبور المعطف الأصفر، وهو نوع من الحشرات السامة يشبه الدبّور، 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 واللوس تري، 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 ايفرغلديس (Everglades National Park) حيث تسبب مشكلة إدارة خطيرة. كما لا تجري محاولات الاحتواء دائماً. فقد استقرت الآن إحدى الأعشاب اليابانية الصالحة للأكل مقابل الشاطئ 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 تتلوث 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 متنوعة 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 صديفي) من كاليفورنيا^(٣٧).

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

كما تعمل الزراعة المائية على نشر الكائنات التي تسبب المرض (Pathogens). فقد أخذت زراعة الإريبان (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 الإريبان، فقد أدت موجات انتشار الفيروسات والبكتيريا إلى القضاء المبرم على مزارع الإريبان في الصين، والهند، وأمريكا اللاتينية والولايات المتحدة. إذ أدى نقل مخزونات الإريبان إلى انتشار ستة أنواع على الأقل من فيروسات الإريبان، وبعض هذه الأنواع معروف بأنه شديد العدوى. ولا زالت آثار كل ذلك على الإريبان الطبيعي غير معروفة حتى الآن، ولكن القلق من انتشار العدوى تؤرّق العلماء وصيادي الإريبان 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 متغيرة الجينات أصبحت الآن في مرحلة الفحص الميداني - من بينها الأسماك ونباتات المحاصيل وفيروسات الحشرات. ويرى

نقاد هذه الصناعة عدداً من الأخطار في مثل هذه التطورات. وعلى سبيل المثال، فمن بين ١٣٠٠ محصول متغير الجينات تقريباً تم فحصها ميدانياً حتى الآن في الولايات المتحدة، تم 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 تتمكن 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 تعزز التكنولوجيا البيولوجية الميل إلى انتشار النباتات الدخيلة في قطاعي الغابات والزراعة المائية. وعلى سبيل 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 مرة - 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 لبّ الخشب^(٤٠).

وفي الولايات المتحدة وحدها، تم إجراء أكثر من ٢٧٠٠ اختبار ميداني لكائنات حيّة 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 يسببه 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 تسلق سلسلة المنتجات الاقتصادية من جديد، وتعوض 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 تسببها الآفات، والتي انتشر الكثير منها على مساحات واسعة من المنظر الزراعي الطبيعي، تعتبر قيداً رئيسياً على كفاف 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 الففاريات، 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. ولكن 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 يَخْتَضُّ 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 يسمّى السيفاتوكا 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 المَنَّة تسبب خسائر سنوية تفوق الـ ١٣٠ مليون دولار. وارتفعت 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، ولكن المشكلة هي أكبر من إجمالي هذه الخسائر. فقد أصبحت الزراعة الطريق الموصل الذي تتحرك خلاله آلاف الكائنات الحية - من بلد إلى آخر ومن أراضي محاصيل معينة إلى مناطق أخرى شبه برية 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 يسبب 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 مرة 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 والعنّة، 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 العنّة العجورية (gypsy moth)، المهاجرة من أوراسيا، والتي تمضغ يرقاتها كميات هائلة من أوراق الأشجار. ففي عام ١٩٨١، قامت هذه العنّة بتجريد أشجار ٢, ٥ مليون هكتار في شمال شرق الولايات المتحدة من أوراقها، محدثة ما يقدر 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 الدعائم 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 الاقتصادية المضطربة. وعلى سبيل المثال، قامت تشيلي ببناء صناعة لتصدير الأخشاب قيمتها بليون دولار في العام على مزارع صنوبر وأوكالبتوس مونثيري. والأرباح الناجمة - بالإضافة إلى دعم الحكومي «لإعادة تشجير الغابات» البالغ ٧٥-٩٠ بالمائة من تكاليف زراعة الأشجار - كان لها النتائج المتوقعة المتمثلة في تشجيع ملاك هذه الغابات على قطع أشجارها، وإعادة راعتها بعد ذلك بالأشجار الدخيلة. ووضع الملاك الكبار المزيد والمزيد من الأراضي في هذا البرنامج، وأزاحوا أثناء ذلك الملاك الصغار، الذين تجمعوا في المدن بحثاً عن أعمال من الصعب جداً العثور عليها. كما يقال إن ظروف العمل في مزارع الأشجار سيئة جداً هي لأخرى. وهذا مثال على الغزو البيولوجي الذي ترتب 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 إريبان (روبيان) دخيل أكثر من عدة أيام في تدمير ما قيمته ١١ مليون دولار من الإريبان 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 المرقطة في الغرب الأوسط الأمريكي مؤخراً أعمال تصدير البطلينوس التي تقدر قيمتها بـ ٤, ١ 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 أطلق 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 التردّي. ودعمت التكملة التي أضيفت في الأصل إلى البحيرة المتمثلة في حوالي ٤٠٠ من الأسماك الأصلية مصائد الأسماك التقليدية الموجودة على الشاطئ 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 الشاطئ هذه: لأن صيده يتطلب قوارب كبيرة وُعْدَة 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، تفجرت 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 الإفراط في صيد الأسماك قد بدأ بالفعل قبل ذلك في نصف الاقتصاد التقليدي قبل انهياره؛ وبعد ذلك حدث بسرعة لمصائد الأسماك المقامة على الشاطئ ما حدث للأسماك الأصلية. وأصبح لزاماً على السكان المحليين أن يبحثوا عن الفئات 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 يتفشى في الـ ٣٠ مليون شخص الذين يعيشون في حوض البحيرة. وفي هذه الحالة، ما هو اقتصاد محلي يقوم على الأنواع المحلية أخذ يُستبدل بصناعة «دخيلة» موجهة نحو التصدير، مما أدى إلى تدمير المورد وتجاوز السكان المحليين إلى حد 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 ضخمة، وهو موقع رئيسي لتوالد البعوض، بتكلفة ٣,١ مليون دولار. وبالإضافة إلى الحمى الصفراء والالتهاب الدماغية، فإن هذه البعوضة ناقل لمرض آخر أخذ في الازدياد ثانية على المستوى العالمي: الحمى الدنجية (انظر الفصل السابع)^(٥٢).

وتاماً كما يستطيع الغزو البيولوجي تغيير القواعد الأرضية للنظام البيئي، فإنه يغسّر أحياناً قواعد الاقتصاد كذلك، عن طريق فرض ضغوط جديدة على بعض أجزاء البنية التحتية - 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

والأنابيب - وتسحقها وفي جنوب شرق الولايات المتحدة، ينجذب نمل الحرائق الأحمر إلى التيار الكهربائي؛ ويقضم الكوابل ويتفشى في الأجهزة الكهربائية ويعصر الدوائر الكهربائية، كما إنه في بعض الأحيان يتسبب في اشتعال الحرائق^(٥٣).

يغير الغزو البيولوجي قواعد الاقتصاد عن طريق فرض ضغوط جديدة على بعض أجزاء البنية التحتية.

وأحد أكثر أشكال تدمير البنية التحتية تكلفة هو استعمار الرخويات المرقطة لأنابيب المياه وأجسام القوارب وكل سطح صلب تقريباً في شرقي أمريكا الشمالية. وهذا «العَبَث» يخفف كثيراً قدرة الأنابيب على الاستيعاب، ويسدُّ الصمامات ويبطئ حركة القوارب. وقد قدر أحد الخبراء أن هذا النوع من الرخويات قد يجبر صناعة الكهرباء في الولايات المتحدة على انفاق ٨٠٠ مليون دولار على إعادة التصاميم - بالإضافة إلى ٦٠ مليون دولار سنوياً لأعمال الصيانة. وقد فاقت حتى الآن تكاليف إعادة تحديث أنابيب الاستيعاب حول مدينة شيكاغو مبلغ ١,٧ مليون دولار بحلول عام ١٩٩٢. وتقدر وكالة خدمات الأسماك والحياة البرية في الولايات المتحدة أن العبث الذي تقوم به الرخويات، بالإضافة إلى الخسائر من القوارب والأسماك المرتبطة بها قد يكلف ٥ بلايين دولار في البحيرات العظمى وحدها بحلول عام ٢٠٠٠^(٥٤).

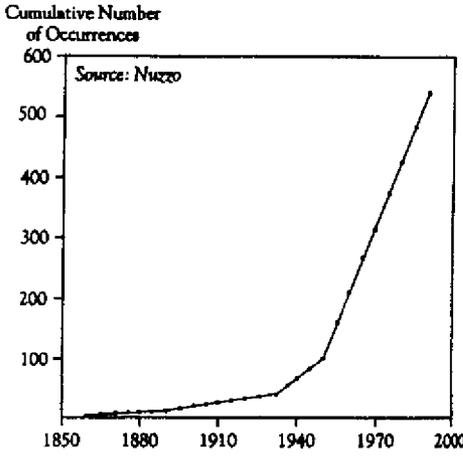
إبطاء وتائر الغزو

لم يجتذب الغزو البيولوجي سوى القليل من الاهتمام بين الجمهور العام وصانعي السياسات. ولاحظ ستانلي تيمبل (Stanley Temple) وهو عالم في الأنظمة البيئية للحياة البرية بجامعة وسكونسون أن الكائنات الدخيلة ليست من بين أولويات الأبحاث حتى بالنسبة لعلماء البيولوجيا المتعلقة بالمحافظة على الطبيعة، إذ يقول: «على الرغم من كل ما هو معروف حول التأثير السلبي للكائنات الدخيلة والفوائد الواضحة المتمثلة في السيطرة عليها، فإن القضاء عليها لا يثير سوى القليل من الحماس بين أكثر المعنيين بالمحافظة، الجمهور أو الحكومات». ومع ذلك فنحن نعرف من قبل، بصورة عامة مختصرة، ما الذي يتوجب علينا عمله للتقليل من تهديد الغزو البيولوجي، ونحن نملك بالفعل الأدوات اللازمة للبدء بهذا العمل. والعمل مطلوب على ثلاث جهات: السيطرة على الكائنات الدخيلة المستقرة أو الغزوية، إغلاق الممرات التي يتم إدخال هذه الكائنات عن طريقها بمحض الصدفة،

ومنع إدخالها عن قصد بشكل غير ضروري^(٥٥).

ويمكن أن تبدأ الخطوة الوثائقية في صياغة سياسات للسيطرة على الكائنات الدخيلة بطرح سؤال «ما هي السرعة المطلوبة لصدّ هجوم غازي جديد؟» فردّ 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 أعداده لا تزال قليلة ومقاومة الوسط الجديد له لا زالت في أعلى درجاتها. كما أن أعداد الكائنات الأصلية المنافسة لا تكون قد وصلت إلى مرحلة التردّي بعد^(٥٦).

ففي عام ١٩٩١، ربما كان رد الفعل السريع لوصول السلالة الآسيوية من العنّة العجورية



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

للموانئ على طول الساحل الغربي للولايات المتحدة وكندا هو الذي أنقذ آلاف الهكتارات من الغابات. وقد كلف هذا البرنامج ٢٥ مليون دولار، ولكنّ أحد التقديرات الرسمية لخسائر المنطقة المحتملة من الغزو المشترك للعنّة العجورية الآسيوية والسلالة القريبة منها المسماة العنّة الراهبة (Nun Moth) يضعها ما بين ٣٥ بليون دولار و٥٨ بليون دولار بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٤٠. وتوضّح هذه الحالة أهمية ثلاث 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).

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 ستتفجّر 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، ولكن 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 حد ما. ولذلك فإن السيطرة على الكائنات الدخيلة له مهام سياسية بمثل ما له من مهام تتعلق بالأنظمة البيئية. فإطلاق النار عليها أو إيقاعها في الشرك، على سبيل المثال، قد تكون الوسيلة الوحيدة ذات الجدوى الاقتصادية في السيطرة على بعض الآفات الفقارية في المحميات، ولكن 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 العُثة العجرية 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 يشكلون «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، غزت العُثة التي تستخدم بصورة عامة للسيطرة على صبار 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 والمعروف بأنها المفترس

الخاص للكائنات المعتدية قد يكون هو أفضل خيار في الكثير من الحالات^(٦٠).

وقد تكمل تكنولوجيا السيطرة الجديدة أو غير المتعارف عليها أو أنها قد تحل محل بعض الطرق الأكثر تقليدية. فالفيرومونات (pheromones) الاصطناعية (أي الكيمائويات 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 إيجاد طرق جديدة. ولكن 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 المكوّن الأساسي في أي برنامج سيكون إقناع الجمهور العام بأهمية السيطرة على الكائنات الدخيلة. وبنبغي أن يصبح الناس على إدراك بأن هذه الاجراءات هي جزء هام من المحافظة على الحياة البرية بنفس القدر كإنقاذ الأنواع المعرضة للخطر - أي أنها بالفعل تقوم بإنقاذ هذه الكائنات المعرضة للخطر. ويمكن للإجماع الشعبي الواسع أن يخفف عبء التعامل مع الجهات التي تبدي معارضة لأنواع من هذه الأساليب.

لا زالت ترسانة الأساليب الحالية لم تستخدم بدرجة كافية إلى حد 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 الغرلة هو نقطة البداية التي لا تخفى. فبرامج التفتيش التي تنفذ على نحو سليم تكون أكثر كفاءة في أثناء العملية، 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 الإلكتروني (electronic mail system)، لإرشاد المفتشين في الموانئ 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 الثوراب من الخارج مما يمكنها من إبطاء انتشار الرخويات المرقطة، على سبيل المثال.

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

ولكن المهمة تتطلب الكثير من الأساليب الجديدة كذلك. ولا بد من تطوير هذه الأساليب كل 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، تُجذب العُثة الغجرية والعُثة الراهبة للإضاءة على سفن الشحن؛ وتشير التقارير أن العُثة لن تسعى للأضواء ذات المرشح (الفلتر) فوق البنفسجي أو الأزرق. غير أن الإجراءات 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 إطلاق مياه الثقل سيتطلب المزيد من الجهود على الجانب الإجرائي والجانب الهندسي على حد سواء^(١٣).

وبطبيعة الحال، فإن إدخال الكائنات الدخيلة بصورة غير مقصودة ليست سوى جزء من الصورة؛ كما أن إدخالها بصورة متعمدة غالباً ما يصل 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 شيء 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 تحمّل المسؤولية القانونية عن أي دمار قد يحدث نتيجة لادخالها لتلك الكائنات^(١٤).

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

التعرّف على أعداد هذه الأنواع، التي يمكن أن تحل محل الأنواع الدخيلة بالنسبة لبعض الاستعمالات أو المناطق. ويتجمع الآن عدد كبير من الأبحاث حول هذا الموضوع، وهذه الأبحاث توضح الإمكانات الكامنة لمثل هذه الطريقة. ففي الولايات المتحدة، تقوم إدارة المحافظة على الطبيعة في إلينوي بحصر نفسها، بصورة تكاد تكون مطلقة، في النباتات الأصلية في الولاية في برامجها لزراعة النباتات. كما أظهرت الأبحاث التي أجريت على أشجار خشب الوقود شائعة الاستعمال في الهند أن الأنواع الأصلية هي خيارات أفضل لذلك الغرض (أي كخشب وقود) من الأشجار الدخيلة. وفي زيمبابوي، حيث يظل الإيكولبتوس هو محط أنظار مشروعات زراعة الأشجار التي يقوم بها المجتمع، تقوم السلطات الآن بتنظيم مشاتل للأشجار الأهلية استجابة للاهتمام المحلي بالأنواع الأصلية والمعرفة المحلية بها^(١٥).

إن الاستراتيجية الجادة للتصدي للكائنات الدخيلة لا بد لها من أن تلبّي التحديات البيولوجية والسياسية. ولم تصل معرفتنا الحالية بالأنظمة البيئية إلى مرحلة متقدمة تكفي لتوجيهنا إلى معرفة إلى أي مدى يمكننا أن نحمل عنده مدّ الكائنات الدخيلة على التراجع في نهاية الأمر، ولكنها (أي معرفتنا الحالية) تخبرنا بكل وضوح أنه يتوجب علينا أن نشرع الآن في هذا الجهد. كما أن فهمنا السياسي - الذي تكوّن نتيجة لعملنا على الجوانب الأخرى في المحافظة على الطبيعة وعلى رفاه البشر - يعلمنا أن بإمكاننا بناء المؤسسات التي ستكون ضرورية للمحاربة في هذه المعركة.

ولما كان الناس عامة يتقبلون الدروع التشريعية والتنظيمية المضادة للملوّثات الكيميائية، فإن بالإمكان إقناعهم بضرورة سد ممرات التلوث البيولوجي. فالصناعات تتقبّل بصورة عامة القيود القانونية الخاصة بأي مواد يمكنها إطلاقها في البيئة، وهكذا فإن الصناعات التي تستخدم الكائنات الغريبة يمكنها تقبّل القيود على الكائنات التي تستطيع أن تطلقها. وتماماً كما تعلّمت السلطات الصحية كيفية اقتفاء أثر تفشي الجراثيم الخطيرة، فإن علماء البيولوجيا بإمكانهم اقتفاء أثر الكائنات الخطرة الأخرى.

ولأن الكائنات الدخيلة تمثّل مثل هذا التهديد الهائل، فإن ذلك تماماً هو الذي يجعلها تقدم مثل هذا القدر الكبير من الأرض المشتركة للعمل. وكما أن الغزوات البيولوجية تؤثر الآن على الحياة على كل مستوى - جيني أو متعلق بالأنظمة البيئية أو اقتصادي - يمكن دراسته فعلاً، كذلك فإن لها تأثيراً على كل دولة من الدول، بغض النظر عن ثروتها أو موقعها في الشؤون العالمية.