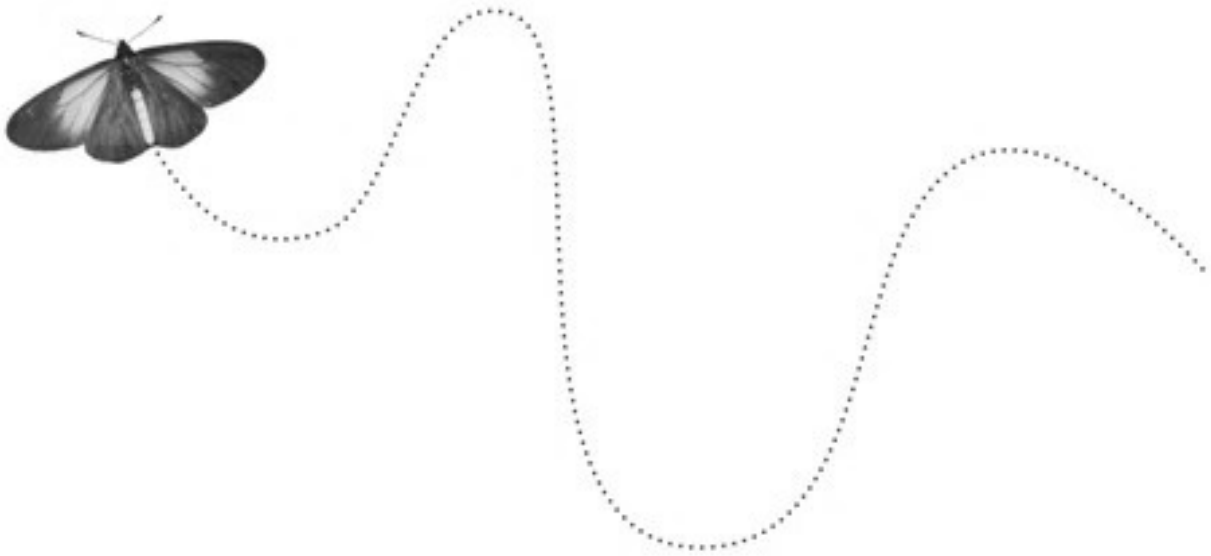
مكتبة
TELEGRAM NETWORK
2020

سكوت ريتشارد شو

كوكب الحشرات

نشوء الحشرات وصعودها

ترجمة
ابتسام بن خضراء



كوكب الحشرات

نشوء الحشرات وصعودها

سكوت ريتشارد شو

كوكب الحشرات

نشوء الحشرات وصعودها

ترجمة: ابتسام بن خضراء

مراجعة: أحمد خريس

© دائرة الثقافة والسياحة - أبوظبي، مشروع «كلمة»

بيانات الفهرسة أثناء النشر

QL468.7 .S53125 2019

-Shaw, Scott Richard, 1955

كوكب الحشرات: نشوء الحشرات وصعودها / تأليف سكوت ريتشارد شو ؛ ترجمة ابتسام بن خضراء ؛ مراجعة أحمد خريس. - ط. 1. - أبوظبي : دائرة الثقافة والسياحة، كلمة، 2019.

382 ص. ؛ 22 سم.

ترجمة كتاب: Planet of the Bugs: Evolution and the Rise of Insects

تدمك: 978-9948-38-019-1

1- الحشرات - تاريخ. 2- الحشرات - تطور. أ- بن خضراء، ابتسام.

ب- خريس، أحمد. ج- العنوان.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الإنجليزي:

Scott Richard Shaw

Planet of the Bugs: Evolution and the Rise of Insects

.Licensed by The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, U.S.A

by the University of Chicago. All rights reserved 2014 ©

www.kalima.ae

ص.ب: 94000 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، Info@kalima.ae هاتف: 579 5995 2 971+

إن دائرة الثقافة والسياحة - مشروع «كلمة» غير مسؤولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وتعبر وجهات النظر الواردة في هذا الكتاب عن آراء المؤلف وليس بالضرورة عن رأي الدائرة.

حقوق الترجمة العربية محفوظة لمشروع «كلمة»

يمنع نسخ أو استعمال أي جزء من هذا الكتاب بأي وسيلة تصويرية أو إلكترونية أو ميكانيكية بما فيه التسجيل الفوتوغرافي والتسجيل على أشرطة أو أقراص مقروءة أو بأي وسيلة نشر أخرى بما فيه حفظ المعلومات واسترجاعها من دون إذن خطي من الناشر.

إهداء

أهدي هذا الكتاب إلى زوجتي مارلين،

لصبرها، ومساندتها،

وأكثرَ من أي شيء: لتفهمها.

وأشكرها لأنها أتاحت لي الاحتفاظ بالحشرات في الثلاجة.

ما كنت لأقوم بما قمت به دونَكِ.

المحتويات

تمهيد: رحلة في الزمن مع الحشرات 9

الفصل الأول: الكوكب الحَشَريُّ 21

الفصل الثاني: صعود المفصليات 47

العصر الكامبري؛ قبل 541 إلى 485 مليون سنة، والعصر الأردوفيشي،

قبل 485 إلى 444 مليون سنة

الفصل الثالث: الوصول إلى اليابسة في العصر السيلوري 77

العصر السيلوري؛ قبل 444 إلى 419 مليون سنة

الفصل الرابع: تحت الحَزَازِيَّات بست أقدام 101

العصر الديفوني؛ قبل 419 إلى 359 مليون سنة

الفصل الخامس: الرقص في الهواء 129

العصر الكربوني؛ قبل 359 إلى 299 مليون سنة

الفصل السادس: محرقة الدهر القديم 161

العصر البيرمي؛ قبل 299 إلى 252 مليون سنة

الفصل السابع: ربيع العصر الترياسي 205

العصر الترياسي؛ قبل 252 إلى 201 مليون سنة

الفصل الثامن: نزهة في حديقة العصر الجوراسي 229

العصر الجوراسي؛ قبل 201 إلى 145 مليون سنة

الفصل التاسع: العصر الكريتاسي، إزهار وفناء 263

العصر الكريتاسي؛ قبل 145 إلى 66 مليون سنة

الفصل العاشر: تأملات في الدهر الحديث 289

الدهر الحديث؛ قبل 66 مليون سنة حتى أيامنا هذه

ملحق الكتاب: فرضية الكون الحشري 317

شكر وتقدير 329

مطالعات إضافية 337

الحواشي 345

مسرد المصطلحات 361

خنفساء من الخنافس طويلة القرون (تنتمي إلى عائلة القرنبيات)، تجثم فوق ورقة لشجيرة الفم الأسود[1]، عقب نزول المطر على غابة سان رامون في كوستاريكا.

تمهيد:

رحلة في الزمن مع الحشرات

الوقت يطير كالسهم. وذباب الفاكهة يطير إلى الموز[2]

غروتشو ماركس

كنتُ أمشي، في وقت متأخر من عصر أحد أيام شهر أكتوبر، عبر دربٍ داخل غابة مطرية، في المحمية البيولوجية بسان رامون (كوستاريكا)، متأملًا في طبيعة الزمن، ومتمنيًا وجود آلة للانتقال عبره. لا تُظهر الغابات الاستوائية الرطبة فصول [السنة] بوضوح، لذا فأنت عاجزٌ أبدًا عن تخمين اليوم أو الشهر أو السنة بمجرد النظر إلى ما يحيط بك من نباتات حَزَازِيَّة، فهي تطلق حولَها هالة خضراء سرمدية القِدَم، تُسهِّل على المرء تخيل السفر إلى ماضي الزمان، لآلاف السنين، أو مئات آلاف السنين، أو حتى ملايين السنين. إن عبق النباتات المتفسخة والفطريات يتغلغل في الهواء الرطب، وتعج الغابة بدبيب الحشرات، بالمعنييْن: المجازي والحقيقي. فَحَوْل قدميَّ يحوم فيضٌ من صغار الذباب والحشرات الأخرى، مستمتعًا بهدية من الثمار الفاسدة، الساقطة على أرض الغابة. ولقد خطرت ببالي حينئذٍ «عبارة لاذعة» قديمة قالها غروتشو في فيلم حساء البط[3]، هي: «ذباب الفاكهة يطير إلى الموز».

ويُخوِّض حذائي في ذلك الدرب، مع تعالي أصوات الضفادع، والجنادب الأمريكية، والجداجد [صَرَّارات الليل]، وحشرات الزيز [المنبعثة] من الغابة. فمثلما هو المعتاد في سان رامون، يهطل المطر طوال اليوم، لذا أصبح دربي موحلًا، أملسَ غادرًا، كله طين زلق؛ فالماء في كل مكان من الغابة. وعلى مِظَلَّات فطر عيش الغراب النامي من الخشب المتفسخ على جانب الطريق، تتدحرج قطرات فضية إلى حافة تلك المظلات؛ تتماسك قليلًا وتتلألأ، ثم تسقط على أرض الغابة. لقد ملأت أصوات الأمواه المكان، فبقبقة الماء وخريره يُسمَعان من فوق الصخور الحزازية في النهر، هادرًا في جداول وغُدران مهملة. وبينما يهبط الضباب الخفيف شيئًا فشيئًا، تتساقط قطرات المطر البراقة من النباتات الزمردية، المرقشة بمئات من تدرجات اللون الأخضر. أما أشجار سان رامون، فهي مغطاة بالحزازيات، والأشنيات، والسرخسيات، التي امتصت الماء كأنها

إسفنجة، ليتحرر منها الماء بعد ذلك رويدًا رويدًا بعد توقف المطر بوقت طويل. وفي الأعلى عند ظُلَّة الغابة، جمعت البروميليات[4] ماء المطر في قعور قواعد أوراقها، مشكلةً بركًا مصغرة لكثير من ضفادع الشجر، والسَّمادر[5]، ومئات الأصناف من الحشرات المائية. ويتقاطر الماء ويتقاطر في كل مكان.

وعلى الرغم من أنني أمضيت وقتًا طويلًا أمشي في الوحل الزلق، وأخطو كل خطوة من خطواتي بحذر، فلعل الأحرى بي [حينها] ألا أستغرق في أحلام اليقظة. ومع أن غابة سان رامون تحوي آلاف أنواع الحشرات، وكثير منها مكتشف حديثًا، أو غير مكتشف، فإنها تحوي كذلك -لسوء الحظ- الكثيرَ من الأفاعي الكريهة، وبعضها قاتل أيضًا؛ فأنا أكره الأفاعي، شأني في ذلك شأن صاحب الشخصية السينمائية: إنديانا جونز[6]. ومع ذلك، كنت مستمتعًا للغاية وأنا أكتشف نباتات وحشرات آسرةً؛ في كل ما حولي. وفجأة، وبعد انحناءة مني تحت منحدر خفيف قرب جدول صغير يخرخر، صادفت شجيرة صغيرة من شجيرات الفم الأسود. وفوق ورقة كبيرة من أوراقها، وعلى ارتفاع نحو أربع أقدام [1.2 مترٍ] عن الأرض، وجدتُ الآلة التي أريدها للانتقال بالزمن. كانت تلك الآلة بطول ثلاث بوصات [7.6 سنتيمترات] تقريبًا، وبلونٍ بنيٍّ مُحمرٍّ غامق، ولها قرنا استشعار طويلان ملتويان، تزينهما قطرات الطَّلِّ الباقية بعد هطول المطر. لقد وقَفَت ساكنةً على الورقة دون حراك، ترتاح في أمان، مستندةً إلى ست أرجل متعددة المفاصل، تشكل معًا حاملًا مثاليًّا لها. لقد كانت آلتي للانتقال بالزمن خنفساء طويلة القرون.

وبدأت قُطيرات جديدة من الماء تقطر من جسم الخنفساء، عندما أخذ المطر يهطل بغزارة أكبر في سان رامون، فدرعها الخارجي القاسي يحول دون اختراق ماء المطر جسمَها. وتصميم جسم الخنفساء يختلف كثيرًا عن تصميم أجسامنا؛ فجسمها ذو هيكل خارجي صلب، بخلاف هيكلنا الداخلي. ويبعث هذا الهيكل الخارجي لنا، بالإضافة إلى أرجل الخنفساء متعددة المفاصل، رسالةً من البحار الضحلة في العصر الكامبري[7]، قبل نحو 541 مليون سنة، حيث ارتفعت مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي آنذاك، وتسارع الاستقلاب عند الحيوانات، وأضحت مفترسات البحار أسرع وأعظم شرًّا. ونتيجة لذلك، نشأت عند أسلاف مفصليات الأرجل[8] (الحشرات والكائنات وثيقة القرابة بها) هياكل خارجية، زودتها بالحماية من الظروف البيئية، وَوَقَتْها شر الكائنات المفترسة، وكانت مكانًا تتعلق به العضلات فتزيد في قدرتها على التنقل. كذلك نشأت لديها أرجل مفصلية، أفادتها غاية الإفادة، في اتقاء المفترسات، وفي جمع الطعام، والتزاوج، والانتشار، كذلك. وكلتا الخاصيتين [الدرع والأرجل] بقيتا تلازمانها منذ ذلك الحين.

وظلت الخنفساء ساكنة بلا حَراك على ورقة شجيرة الفم الأسود، لكنني عندما أمعنت النظر، لاحظت أن أجزاء جسمها البطنية تتقلص وتتمدد برفق؛ لقد كانت الخنفساء تتنفس. فعلى جانبي جسمها، فتحات دقيقة (فتحات تنفسية أو مُنْتَفَسَات) تمكن جزيئات الهواء من الدخول إليه. ولو أن لنا أن نتقلص بأجسامنا إلى حجم بضعة ميكرونات[9]، فربما أمكننا تتبع جزيئات الهواء هذه في

رحلتها داخل تلك الفتحات التنفسية، عبر جملة من الأنابيب الضخمة (القصبات الهوائية أو الرُّغامى)، حتى تصل أخيرًا إلى جملة من الأنابيب الصغيرة (القُصَيبات الهوائية) المتشعبة في كل الاتجاهات، وتدِقُّ هذه الأنابيب أكثر فأكثر إلى أن تصل إلى الخلايا الحية في جسم الحشرة. وحقيقة تنفس الخنفساء الهواء، تدلنا على سكن أسلاف المفصليات في العصر السيلوري؛ أي قبل زهاء 444 مليون سنة، اليابسةَ أول الأمر، ونشأت لديها أجهزة تنفس هوائي بالقصبات، وانتقل ذلك إلى الحشرات الحديثة جميعها، حتى تلك التي تعيش في المياه العذبة، وتتنفس عن طريق الغلاصم. لقد مكن هذا الجهاز التنفسي البديع مفصليات العصر السيلوري من الحياة خارج البحار، فتجنبت المفترسات البحرية، وجمعت غذاءها من أطراف الشطآن، واتخذت من الشطآن الخاوية مكانًا آمنًا تأوي إليه للتزاوج ووضع البيوض. كما أنها سبقت المفصليات، فكانت أول مجموعة حيوانية تنجح بالانتشار بين مجتمعات النباتات القزمة المبكرة، التي نشأت أواخر العصر السيلوري.

وتفحصتُ شكل الخنفساء مقتربًا منها أكثر، فكان جسمها مقسمًا إلى ثلاث مناطق وظيفية: جبهة رأسية، يخرج منها قرنا الاستشعار اللذان يمتدان على جانبيها، وفي هذه الجبهة عينان صغيرتان ذاتا وُجَيهات متعددة؛ تنظران إلى الخلف باتجاهي؛ وجَوْشَن [صدر] متوسط، ترتبط به أقدامها؛ وأخيرًا، بطن متعدد الحلقات، وتلك هي الملامح التي تصف أي حشرة. لقد نشأت الحشرات في زمنٍ ما، أواخر العصر السيلوري أو أوائل العصر الديفوني، قبل نحو 419 مليون سنة. وفي ذلك الزمان، كانت مجتمعات النباتات تغدو أطول وأكثر تنوعًا، فنشأت الحشرات الأولى في التربة الحزازية عند قواعد الأشجار القديمة الأولى، وكانت بأرجلها الست تجد نفسها طليقة الحركة، ومستقرة في مشيها ووقوفها، وفي استمرارها على هذا الكوكب؛ فقد مكنت هذه الأرجل الحشرات من أن تكون قَمَّامَات ناجحة جدًّا. وفي أواخر العصر الديفوني، قبل 360 مليون سنة، كانت ثمة وفرة من قافزات الذنَب[10]، وهُلْبيات الذيل القافزة[11]، والسَّمَكات الفضية[12]، تعيش بين النفايات المتراكمة للمواد النباتية المتحللة. وأدت أنشطة الاقْتِيَات عند هذه القَمَّامات إلى ظهور الأتربة العضوية الهوائية، التي مهدت لظهور غابات الأرض وتوسعها، بدءًا من الشواطئ باتجاه الأراضي الداخلية. وبخطوات صغيرة، حالفها الظَّفَر، زحفت الحشرات الدقيقة إلى الأراضي الداخلية، مع توسع مناطق المجتمعات النباتية في القارات المختلفة.

وكانت ثمة دَرْزَة من خطٍّ شَعْرِيٍّ دقيق على طول الجانب الخلفي للخنفساء، في موضع الأجنحة عند ذوات الأجنحة: وهو أثر باقٍ من الجد المشترك [المفترَض] لجميع الحشرات الطائرة، التي كان أول نشوئها في العصر الكربوني، قبل نحو 354 مليون سنة. وعندما نشأت الأجنحة للحشرات، لم تكن ثمة حيوانات أخرى تطير -فلا طيور، أو خفافيش، أو ديناصورات مجنحة[13]، أو سناجب طائرة- فتحكمت هي بالأجواء بصورة كاملة أكثرَ من 150 مليون سنة قبل أن تنشأ الحيوانات الأخرى القادرة على الطيران، أو تتمكن من مطاردتها في الجو. ولا شك في أن ميزة الطيران كانت أحد العوامل الرئيسة التي أسهمت في التكاثر السريع والهائل لأنواع الحشرات على هذا الكوكب. لكن دور الأجنحة لم يقتصر على تمكين الحشرات من الانتشار وسكنى مواطن بعيدة

جديدة، وإنما كانت للأجنحة كذلك أدوار مهمة في المغازلة والتزاوج، والإفلات من المفترسات، والحصول عن الطعام، وعملية التنظيم الحراري لأجسامها. وفي أواخر العصر الكربوني، انتشرت الغابات السامقة في قارات الأرض. فكانت تلك أرض الأحلام البراقة بالنسبة إلى الحشرات الطائرة الغريبة: من شبكيات الجناح القديمة؛ وذباب الغرفين[14] الشبيه باليعسوب؛ واليعسوبيات البدائية؛ وأسلاف بنات يوم[15]؛ وكذلك الأمر لأشكال متنوعة من الصراصير الطائرة التي كانت ترف وتطير بين أعالي الشجر.

وإذا أرادت الخنفساء الاستعداد للطيران، فإنها تمد جناحيها الأماميين الصلبين، اللذين يشبهان الدرع؛ نحو الخارج، وتفتح جناحيها الخلفيين الغشائيين. والحقُّ أن هذا الطراز من الأجنحة طراز بديع يخص الخنافس، نشأ لديها منذ نحو 260 مليون سنة في العصر البيرمي. فالجناحان الخلفيان يمدان الخنفساء بقدرتها على الطيران، أما الجناحان الأماميان، [أو] الدرع المحوَّر، فيمكِّنان الجناحين الخلفيين المرهفين من الاستراحة عندما لا تستخدمهما الخنفساء؛ مخبَّأيْن ومحميَّيْن. والجناحان الأماميان القاسيان، الموجودان فقط في الخنفساء، يحميانها أيضًا عندما لا تطير، ويعطيان جسمها مظهرًا انسيابيًّا؛ يمكِّنها من الزحف في الصدوع والشقوق، وتحت لحاء الشجر الرخو، وفي نفايات الأوراق[16]، وبين حطام الأشجار. ومع أن الخنفساء تبدو أنها تطير متثاقلة بجناحيها الخلفيين المفتوحين، فإنهما يكفيانها كي تتمكن من الانتشار على نطاق واسع، سعيًا وراء التزاوج، وبحثًا عن الطعام، وسكنى مواطن جديدة.

وقد نشأ عند بعض أسلافها من خنافس العصر البيرمي، أسلوب اِقْتِيَاتٍ مفيد، مازالت الخنفساء طويلة القرون ناقبة الخشب تستخدمه حتى اليوم. ففي طور ما قبل البلوغ، عندما تكون الخنفساء يرقة، تنشأ لديها عادة الحفر عميقًا في الجذوع الخشبية للأشجار الميتة، لتقتات بالناميات الفطرية والأنسجة النباتية المتحللة. ويقيها هذا الأمر شر المفترسات ذوات الدم الدافئ، التي ازدادت مهارة شيئًا فشيئًا في العصر البيرمي، وكذلك الأمر أيامَ الديناصورات في الدهر الوسيط، من العصر الترياسي حتى العصر الكريتاسي. ولعل ذلك قد ساعد أيضًا في عزلها عن التغيرات البيئية. ففي نهاية العصر البيرمي؛ أي قبل نحو 252 مليون سنة، تصادمت القارات القديمة لتشكل قارة بانجِيا العظيمة. وعمت الفوضى الكبيرة مواطن السكنى الشاطئية والبحرية، وربما أدى ذلك إلى انقراض جماعي للأنواع الحية، أكثر من أي وقت مضى. أما مواطن السكنى على اليابسة، فارتفعت درجة حرارتها عن ذي قبل، وأصبحت أكثر جفافًا، لكن ذلك ما مهد لانتشار عائلات الخنافس فيما يبدو. ومع أن أواخر العصر البيرمي لم تحوِ سوى خمس عائلات من الحشرات البدائية الشبيهة بالخنافس، فإن نحو 20 عائلة من الخنافس الحقيقية نشأت أواخر العصر الترياسي (أي قبل نحو 220 مليون سنة)، وضمت 250 نوعًا منها. ومع تقدم سنوات العصر الجوراسي اللاحق، وعلى الرغم من حياة الخنافس مع الديناصورات الجائعة، فإن أعداد الخنافس ارتفعت بسرعة بالغة، إذ عُرف منها ما لا يقل عن 600 نوع، ضمَّتها 35 عائلة، وذلك في أحفوريات أواسط الدهر الوسيط.

ولنعد إلى الدرب الذي مَشَيْتُهُ في سان رامون؛ فقد عمدت الخنفساء إلى ثني أجنحتها مرة أخرى، وطارت بسرعة إلى زهرة صفراء قريبة. وبعد بضع دقائق، بدأت تقضم، ببطء وتراخٍ

وتكاسل، وجبةً من غبار الطلع غنية بالبروتينات. إن منظر الحشرات وهي تقتات بالأزهار[17] يعدُّ أمرًا مألوفًا جدًّا في عالمنا الحديث، لدرجة أنْ يغلب علينا نسيان ما كان عليه الأمر من غرابة حقًّا، وفق وجهة النظر الجيولوجية. فالخنافس البدائية القديمة في العصر البيرمي لم تكن تقصد الأزهار؛ لأن الأزهار لم تكن موجودة آنذاك، أو لم تكن موجودة -على الأقل- مثلما نعرفها اليوم. فالنباتات المزهرة التي تسود معالم اليابسة اليوم، ويدعوها علماء النبات اليوم كاسيات البذور، لم تكن قد نشأت بعد في أوائل العصر الكريتاسي؛ أي قبل نحو 126 مليون سنة. وربما في وقت ما في ذلك العصر، بدأت الخنافس القديمة بقصد الأزهار للمرة الأولى، [متوارية] ربما بظل التيرانوصور[18] أو الديناصور ثلاثي القرون[19]، فوجدت في غبار الطلع طعمًا لذيذًا. وعند أواخر العصر الكريتاسي، وبالتزامن -هذه المرة- مع التنوع المبكر للنباتات المزهرة، ازدادت وفرة أنواع الخنافس بسرعة بالغة مرة أخرى، خاصة في جماعات الخنافس التي تقتات بالنبات التي استمرت بالحياة بعد ذلك العصر، وتسود اليوم عالمنا الحديث، مثل: خنافس الأوراق، والسُّوس، والجِعْلان[20]، والخنافس الطقطاقة[21]، والخنافس الزاهية[22]، وبصورة خاصة الخنافس طويلة القرون، وهي العائلة التي تنتمي إليها خنفساء آلة الزمن التي أحدثكم عنها.

وبينما كانت بعض خنافس العصر الكريتاسي تتغذى نَهِمةً بغبار الطلع في أزهار شجرة الماغنوليا القديمة، ربما قبل 66 مليون سنة، جاء صوتٌ مدوٍّ من السماء، فنظر تيرانوصور قريب نظرة خاطفة إلى الأعلى، وإذ به يرى كويكبًا ضخمًا يندفع سريعًا إلى الأرض؛ إنها الكارثة التي أنهت عهد الديناصورات العملاقة، وسجلت نهاية العصر الكريتاسي. وحلَّ شتاءٌ شمل العالم حينًا من الدهر، ولم تفنَ الديناصورات وحدها، بل قضي ربما على كثير من أصناف الكائنات البحرية الصغيرة أيضًا. لكن يرقات كثيرة من الخنافس، في أعماق جذع شجرة متفسخ، وفي أماكن أخرى، نجت بحياتها، وأتمت تحولات أطوارها، وبرزت إلى الوجود بشجاعة، في عالم خلا من الديناصورات العملاقة. وعلى مر ملايين السنين التالية، استمرت قِلةُ من هذه الأنواع بالحياة، ونشأت لها قريبات جديدات، وتنوعت حتى غدت المجموعة الحيوانية الأغنى بأنواعها في عالم اليوم.

وطارت خنفسائي إلى أجمة خضرة مرقشة في الغابة البدائية، ولعلها سعت إلى أخريات من جنسها، لتكرر جيناتها الكثيرة الباقية من الماضي. وضاع طنينها الناعم بين أصوات الماء المتقاطر والمطر المشتد، فمضت هذه الخنفساء الآن، لكن أخريات كثيرات باقيات في الغابة. وليس في استطاعتنا إلا تقدير أعدادها. إذ تشير الدراسات التي أجراها عالم الحشرات تيري إيروين، من معهد سميث سونيان، إلى أن ثمة الملايين، وربما عشرات الملايين، من أصناف الخنافس المختلفة في غاباتنا الاستوائية، وأكثرها لا نعلم له اسمًا بعد. وما الخنافس إلا صِنْفٌ رئيسٌ واحد من أصناف الحشرات. والكثير من الأصناف الأخرى من الحشرات فائقُ التنوع أيضًا، مثل: العث، والفراش، والذباب الحقيقي، والزنابير، والبق الحقيقي. إن هذا التنوع الفائق لهو إرث تاريخي غني باقٍ من الدهر القديم. وعلى مدى 66 مليون سنة خلت، ومع استمرار تنوع الحشرات بتنوع النباتات المزهرة، أصبحت الغابات المطرية الاستوائية، من الناحية البيولوجية، أعقد المنظومات البيئية وأكثرها تنوعًا في تاريخ الأرض. فلماذا ثمة أصناف كثيرة من الحشرات، ولماذا تسود الحشراتُ

المنظوماتِ البيئية على اليابسة. لقد حل العلم عددًا كبيرًا من الألغاز، وقصةَ صعود الحشرات يمكن أن تُقرأ اليوم قصةً لمئات ملايين السنين من تاريخ الأرض. فقد سُجلت الآثار الباقية من تلك السنين؛ في الصخور، والغابات، والحشرات، لمن أراد أن يقرأها.

الفصل الأول:

الكوكب الحَشَريُّ

يذهلني من الحقائق: أنه على الرغم من اكتشاف السطح الفيزيائي للأرض بصورة كاملة، إلى درجة أن كل قمة مرتفع، وكل نهر رافد، وكل جبل تحت البحر، قد جرى وضعه عمليًّا على الخريطة وتسميته، فإن العالَم الحي ظلَّ مجهولًا إلى حدٍّ كبير. فما لا يزيد على 10% من أنواع الحشرات والحيوانات اللافقارية الأخرى جرى اكتشافها، وإعطاؤها أسماءً علمية.

إدوارد ويلسون، The High Frontier [الحدود المرتفعة]

كل شيء له أساس وقمة

كل حدث له نهاية وبداية

من ذا الذي يفهم فهمًا صائبًا

ما الذي يأتي أولًا وما الذي يعقبه

فيقتربَ من حكمة القدَر[23]

باري هاغارت، Bridge of Birds [جسر الطيور]

الأرض كوكب تملؤه الحشرات بكثرة، فحتى اليوم اكتُشف من أصناف الحشرات المختلفة نحو مليون نوع مستقل، وأعطيت أسماءها. فإذا ذكرنا شيئًا من ذلك على عدد الحروف الأبجدية [الإنكليزية]، فسندهش لكثرة تنوعها، إذ نجد مثلًا[24]: النمل، وفراشات جناح الطير، والصراصير، وجعلان الروث، وحشرات أبي مقص، والذباب، والجنادب، وقمل الرأس، والديدان القيَّاسة[25]، والخنافس الخضراء[26]، والجنادب الأمريكية، والدعاسيق، والسراعيف، والبرغش شبكي الجناح، وذباب البومة، وزيز الفصول، والأَرَضة الملكة، وقُراد النخل الملكي، والذباب المِنْشَاري، والتِّرْبِس (قمل النبات)، وعثث الأجنحة الخبيئة، وبراغيث الشطآن المخملية، وناسجات الشبك، والذباب

المنشاري الخنجري[27]، والزنابير طُفيلانيات الأرَضة[28]. إلا أن كل ذلك ليس إلا نزرًا يسيرًا منها، فهو ليس سوى المدخل إلى بيت النحل [مجازًا]. كما أن معظم أنواع الحشرات لم تُعطَ اسمًا بعد، فيقدر العلماء أن عدد الأصناف المختلفة من الحشرات التي تحيا في الغابات الاستوائية ربما كان في حدود عشرات الملايين[29]. وسواء كنت من محبي الحشرات أو من كارهيها، فإن مما يثير إعجابنا بها تنوعُها ونجاحها في مختلف البيئات.

فالحشرات كثيرة النسل جدًّا، لدرجة أنْ ليس من شديد المبالغة القول إنها تحكُم كوكبنا؛ بما في الكلمة من معنًى. فغرورنا هو ما يجعلنا نظن في أنفسنا نحن البشر أننا من يحكُم الأرض؛ بما لنا من مدن، وحضارات وتكنولوجيا. لكن ما نقوم به يبدو أقرب إلى تدمير الكوكب منه إلى إصلاحه؛ إننا أشبه بنوع حي غَشُوم يندفع بتهور على الأرض. ولو أن البشر انقرضوا فجأة، لتحسنت ظروف الحياة لمعظم الكائنات تحسنًا عظيمًا، مع قليل من الاستثناءات، من قبيل حشرات قمل الجسم وقمل العانة. ومن جهة أخرى، فلو أن الحشرات كلها انقرضت، مثلما يقول إدوارد ويلسون؛ عالِم الحشرات الشهير من جامعة هارفارد: «ستتهاوى بيئة الأرض لتصبح فوضًى عارمة»[30]. لم تتطور حضارات الإنسان إلا مؤخرًا؛ أي في بضعة آلاف السنين السابقة. أما الحشرات، فقد نشأت مع نشوء المنظومات البيئية على اليابسة، على مدى أربعمئة مليون سنة. هي كائنات أساسية من الناحية البيئية، فمنها القَمَّامَات، ومنها القائمات بإعادة التدوير الغذائي، ومنها العاملات على إنتاج التربة؛ إنها تتغذى عمليًّا وتنتفع بكل صنف يمكن تصوُّره من المادة العضوية. فآكلات المخلَّفات ذات الأرجل الست تقتات بالنباتات الميتة، والحيوانات الميتة، وروث الحيوانات، فتزيد بصورة كبيرة معدلات التحلل العضوي لهذه المواد. والحشرات كذلك، سواء منها المفترسات والطفيليات، كائنات أساسية تقتات بأصناف أخرى من الحشرات؛ من المقتاتات بالنبات والقمَّامات؛ فتُنقِص في أعدادها. إن الحشرات أسوأ أعداء أنفسها: فمعظم أصناف الحشرات تتقيد أعدادها بالأنشطة الغذائية للحشرات الأخرى.

لقد نشأت الحشرات وتنوعت، على مرِّ مئة وعشرين مليون سنة خلت، جيلًا بعد جيل، إلى جانب النباتات المزهرة - وهما الشكلان المهيمنان على التنوع الحيوي في كوكبنا؛ في المنظومات البيئية الحديثة. فالحشرات لها دور أساسي في عمليات التأبير[31] ونثر البذور لمعظم النباتات المزهرة، التي كانت ستتناقص إلى حدٍّ كبير لو قضي على الحشرات التي تصاحب النباتات. وكثيرًا ما يغلبنا الظن أن الحشرات التي تقتات بالنبات هي آفات بصورة عامة، لكنني أود أن أنبه إلى أن جزءًا ضئيلًا جدًّا (يقل عن 1%) من إجمالي أنواع الحشرات هي آفات خطيرة فعلًا. والحق أن معظم حشرات كوكبنا التي تقتات بالنبات ينبغي لنا أن نرى فيها حشرات نافعة لسببين. أولهما أنها تقلل مردود التكاثر لنباتات معينة بإجهادها تلك النباتات. ويبدو ذلك أمرًا سيئًا إذا كان النبات محصولًا زراعيًّا. لكن ذلك الاقْتِيات بالنبات يكون، في البيئة الطبيعية كما في الغابات الاستوائية أو مروج الجبال، ذا نتيجة إيجابية جدًّا. إذ يمنع أنواع نباتات معينة من التكاثر المفرط والضار، فتتمكن أنواع أكثر من التعايش في مساحات صغيرة. إن الحشرات المُقْتَاتة بالنبات لهي قوة دافعة في نشوء

وفرة من أنواع مجتمعات النباتات. ولذلك فإن التنوع النباتي الهائل في المواطن الاستوائية يعود في جزء كبير منه إلى تنوع الحشرات؛ فلولا تنوع الحشرات لما تنوعت النباتات. والسبب الثاني، الذي لا يقل أهمية عن السابق، أن غالبية الحشرات التي تقتات بالنبات هي نفسها غذاء لأصناف أخرى من الحيوانات. فالكثير من الحشرات هي مصدر طعام أساسي ومغذٍّ لمعظم أصناف الكائنات الحية الفقارية، بما في ذلك السمك، والبرمائيات، والزواحف، والطيور، ومعظم الثدييات؛ ومنها الحيوانات الرئيسة؛ وكذلك البشر. ولا تعتمد كثير من الكائنات بالكامل على البشر في استمرار بقائها، لكن قسمًا كبيرًا من النباتات الحية وحيوانات اليابسة تعتمد جزئيًّا أو كليًّا على الحشرات في استمرار بقائها.

وسواءٌ كانت الحشرات تحكُم كوكبنا أو لم تكن، فإنها بلا شك تغمره إلى حدٍّ كبير. ففي الواقع يمكن أن نجدها بوفرة في كل أصناف مواطن اليابسة: من الغابات الاستوائية المطرية، إلى الصحاري والقفار، ومن مروج الجبال إلى سفوح البراري، ومن شطآن البحار إلى السهول القطبية والجبال الثلجية. ولا تتوطن الحشرات المائية جداول الماء الجبلية، والأنهار، والشلالات، والرشوحات المائية، والبحيرات، والبرك، والمستنقعات، والسبخات المالحة، فحسب؛ وإنما تسكن كذلك البرك الموحلة، وبرك القاذورات، وحُفَر الصخور، وثقوب الأشجار، وتعيش في أوراق نباتات الإبريق، وقواعد أوراق البروميليات على ارتفاع أكثر من 30 مترًا فوق أرض الغابة. وتستغل الحشرات شبه المائية قوة التوتر السطحي [على الماء] لتنزلق فوق البرك والبحيرات الساكنة، أما ماسحات الماء البحرية، من جنس ماسحات البحر[32]، فقد شوهدت تمشي على سطح المحيط قاطعة مئات الكيلومترات في البحر. كما تطير سحب من ملايين الجراد الإفريقي المهاجر عبر المحيط الأطلسي بأكمله لتحط في جزر الكاريبي. والمجتمعات الكبيرة للحشرات، مثل مجتمعات النمل والأَرَضة [النمل الأبيض]، هي ناقلات التراب الأساسية في حوض الأمازون، إذ تفوق كتلتها الحيوية[33] الكتلة الحيوية للفقاريات. بيد أن الوفرة الهائلة للحشرات ليست ظاهرة استوائية وحسب، فقرب المنطقة القطبية الشمالية أيضًا، يزيد مجموع كتلة الذباب العضَّاض والبرغش على كتلة الثدييات هناك.

لقد نشأت الحشرات وقريباتها في بعض أشد الظروف قسوةً في هذا الكوكب، وتكيفت معها. إذ سُجِّل وجود حشرات ذباب الحَجَر على ارتفاع 5600 متر في جبال الهيملايا. أما أنواع ما تحت الأرض من الخنافس، والجداجِد، والصراصير، فقد تكيفت على الحياة في كهوف أعماق الأرض. وبعض خنافس الجداول المائية تتنفس عبر سطح الماء بوساطة فقاعة هواء، وبإمكانها البقاء تحت الماء إلى أجل غير محدود. وذباب المياه المالحة، وذباب الشواطئ، وذباب طحالب البحر، وذباب الغزلان، نمت عندها جميعًا قدرة احتمال كبيرة للمستويات العالية من الملح؛ وهي تعيش في السبخات المالحة، والمسطحات الملحية، وعلى طول شواطئ البحار. أما قافزات الذنب، فلديها مركَّبات لمنع التجمد تجري في دمها، وبعضها من الكائنات الأوفر في الجزر التابعة للقارة القطبية الجنوبية.

وعلى الارتفاعات العالية في أصقاع الأرض، نرى أنواع بق الجليد، وقافزات الذنب، وذباب العقرب الثلجي، وذباب الكُرْكِيِّ عديم الجناح؛ نراها تنشط على الأسطح المتجمدة في المناطق الثلجية حيث الجليد المتجمد. ولقد استُخرجت يرقات حية للبرغش الهاموش[34] من أعماق بحيرة بايكال في روسيا؛ حيث تكيفت مع بيئة قليلة الأكسجين، ونشأت فيها أصبغة دموية تشبه الهيموغلوبين. كذلك، فإن قدرة البق المائي المجدافي على التكيف جديرة بالملاحظة: فبعض هذه الحشرات يسكن المياه المالحة تحت مستوى البحر في وادي الموت في كاليفورنيا، وتعيش أخريات منها في الأعالي في جبال الهيملايا. ويسبح بعضها في مياه باردة تحت الجليد، ويعيش بعضها الآخر في الينابيع الحارة، عند درجات حرارة تصل إلى 35 درجة مئوية. أما الذباب القلوي في ينابيع يَلُوستون الحارة [في الولايات المتحدة الأمريكية]، فيعيش

الشكل 1-1: قافزات الذنب (من رتبة غرويات الأنبوب البطني Collembola)، هي المقيم الشائع في نفايات الأوراق. وتحتمل الكثير من الظروف البيئية الصعبة. (الصورة من كنجي نيشيدا)

قرب حواف برك الماء الساخن الحارقة، في درجات حرارة تصل إلى 50 درجة مئوية. ويُعْرَفُ عن يرقات ذباب أخرى في برك القطب الشمالي أنها تبقى على قيد الحياة في الشتاء البارد، عند درجات حرارة تصل إلى 30 درجة مئوية تحت الصفر. ومن أكثر الكائنات المثيرة للإعجاب

ذباب البرغش الهاموش في جنوب إفريقيا، أو الهاموش النائم[35]، فقد تكيف هذا النوع من البرغش مع ظروف التصحر الشديدة، فنشأت لديه حالة التماوت؛ وهي حالة تتوقف فيها الحشرة عن نشاطها الحياتي، وتجف فيها اليرقات، فتحتمل أصعب الظروف وأقساها. وقد جرى توثيق قدرة التحمل عند يرقات الذباب المجففة هذه عند التغطيس في الماء المغلي، كما أن بمقدورها تحمل الغمس في الهيليوم السائل [بدرجات حرارة شديدة البرودة قريبة من الصفر المطلق].

إن معظم أنواع الحشرات ليست على هذه الدرجة تقريبًا من قدرة التحمل، والواقع أن الكثير من حشرات الجداول المائية العذبة تملك مجالَ احتمالٍ ضيقًا للظروف المقبولة؛ من درجة حرارة الماء، ومستوى الأكسجين، وهي الظروف الثمينة جدًّا بالنسبة لنا، لأنها مؤشرات بيولوجية للنوعية الجيدة للماء. ومن ناحية أخرى، ثمة مئات الآلاف من الحشرات الاستوائية التي تقتات بالنبات، نشأت لديها وظائف للأعضاء تمكنها من الحصول على غذائها واستقلابه من نباتات تعدُّ شديدة السمية بالنسبة إلى الثدييات ومعظم الحيوانات الأخرى. فالكثير من اليساريع الاستوائية تستطيع أن تقتات بنباتات سامة تحوي مئاتٍ من المركَّبات الكيميائية التي تقتل البشر. ومن اللافت أن ثمة حشرات أخرى تتحمل التعرض للمعادن الثقيلة، كما أنها تتحمل المواد الكيميائية السامة التي صنعت خصيصًا لمحاولة قتلها. وقد جرى توثيق نشوء مقاوَمة لمبيدات الحشرات عند المئات من أنواع الحشرات. وعلى الرغم من أفضل المحاولات التي بذلناها للقضاء على أنواع مؤذية معينة على مدى القرن المنصرم، فإننا لم نستطع إبادة أي نوع منها إلى درجة الإفناء. ومما يدعو إلى السخرية، أننا لا نستطيع -فيما يبدو- القضاء على أي نوع من أنواع الحشرات التي نرغب حقًّا في التخلص منها، مثل بعوض الملاريا، وقمل جسم الإنسان، وبرغوث الجرذان، والذباب المنزلي. وفي الوقت نفسه، ثمة الملايين من أنواع الحشرات الاستوائية التي لا نسعى إلى استئصالها، والتي يهددها ربما خطر الانقراض قريبًا، وذلك نتيجة سلوكنا المؤسف في تدمير مواطنها بالكامل.

ولعل من الرائع القول إن ثمة أكثر من مليون حشرة، أو نحو ذلك. بيد أن معظمنا ليس لديه مليونٌ من أي شيء كان، فقليلًا ما نحصي عمليًّا ذلك الرقم الكبير. لكن ما يجعل تنوع أنواع الحشرات أمرًا لافتًا حقًّا ليس هذا العدد الكبير الضخم جدًّا، بل حقيقة أننا نتحدث عن كيانات فريدة مختلفة. ولِنعيَ مدى روعة تنوع أنواع الحشرات فعلًا، يحتاج الواحد منا إلى البدء بفهم واضح لما يعنيه النوع الحي.

«أيًّا كان الاسم الذي أطلقه الإنسان على كل كائن حي،

فذلك هو اسمه»

النوع، في علم الأحياء، هو التصنيف الرئيس في تحديد أصناف الأشياء الحية. وبما أن ثمة ملايين من الأصناف المختلفة للكائنات الحية، فلعل من غير المفاجئ أنْ تعلم أنَّ علماء الأحياء يمرون بأوقات عصيبة في التوصل إلى تعريف وحيد للنوع. فما يصح في تعريف نوع الفراشات والخنافس ربما لا يصح بالدرجة نفسها في تعريف أنواع الأزهار، والفطريات، والحيوانات الأولية،

والبكتيريا. ومن بين المفاهيم الشائعة في تعريف النوع مفهوم النوع الأحيائي، ومفهوم النوع النشوئي، ومفهوم النوع البيئي، ومفهوم النوع الشكلي[36].

فمفهوم النوع الأحيائي [أو الحيوي] يعرِّف النوع أنه مجتمع من أفراد يمكنهم التزاوج، فينجبون نسلًا يستطيع الحياة، ويكون تناسله معزولًا عن مجتمعات الأفراد الأخرى. وبعبارة أخرى، يتكون النوع الحي من مجموعات أفراد يتزاوج بعضهم بالآخر، لكنهم لا يتزاوجون في الظروف الطبيعية مع الأنواع الحية الأخرى. ويصح هذا المفهوم تمامًا على معظم مجتمعات الحشرات المتكاثرة جنسيًّا، مثل الفراشات والنحل. ونذكر مثالًا مألوفًا: فراشة المِلِك، وهي نوع من الحشرات ذائع الصيت ومعروف على نطاق واسع. وفراشة نائب الملك هي النوع المحاكي لفراشة الملك، إذ تبدو ظاهريًّا مشابهة لتلك في أنماط ألوانها، إلا أنها نوع مستقل ومنفصل عنها. وإذا كنت تتحلى بالصبر، وعالمًا بالطبيعة شديد الانتباه، فستلاحظ أن ذكور فراشات الملك تغازل إناث فراشات الملك وتتزوج بها، كما سترى أن ذكور فراشات نائب الملك تغازل إناث فراشات نائب الملك وتتزوج بها. غير أنك لن تجد فراشات الملك وفراشات نائب الملك وقد تزاوج بعضها بالآخر أو بأي نوع آخر، بسبب اختلاف النوع. إن هدف مفهوم النوع الأحيائي تمييز الجماعات الرئيسة التي تعزل الكائناتُ نفسها فيها بصورة طبيعية وتسميتها. وفي هذا الصدد، نجد تصنيف النوع يستحوذ على انتباهنا، لأنه يحاول تمييز الجماعات غير المعرَّفة اعتباطيًّا، التي لها واقع حقيقي في الطبيعة.

لكن المشكلة الرئيسة في مفهوم النوع الأحيائي هي أنه لا يصح تمامًا على الأنواع التي تتكاثر بصورة لاجنسية، مثل كثير من النباتات، والفطريات، والبكتيريا، والحيوانات الأولية، وكذلك بعض أصناف الحشرات. فعلى سبيل المثال، يتكاثر الكثير من أنواع المنِّ سريعًا عندما تقوم ذرارٍ متعددة من الإناث بالتكاثر بصورة لاجنسية لتُنجب إناثًا أخريات بلا تزاوج. وثمة أنواع كثيرة معروفة من الزنابير الطفيلية تنجب فيها الإناث إناثًا أخريات بتكاثر لاجنسي؛ ولا تُعرَف الذكور في تلك الأنواع مطلقًا.

أما مفهوم النوع النشوئي، فيحاول حل هذه المشكلة بتعريفه النوع الحي أنه نسل أحيائي مستقل له تاريخ نشوئي فريد مشترك بين أفراده، وهو متميز من الناحية الجينية [الوراثية]. ومن الناحية النظرية، نرى أن هذا المفهوم ينطبق على نطاق أوسع على كل جماعات الكائنات، لكنه صعب التطبيق من الناحية العملية. فإذا رأينا الذكر والأنثى من فراشة الملك يتزاوجان، فذلك برهان قاطع على أننا نراقب فردين من النوع الأحيائي نفسه. لكن إذا أخذنا عيِّنتيْن من الحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين [الدَّنا DNA] من هاتين الفراشتين لنقدِّر أنهما تنتميان إلى النوع النشوئي نفسه؛ فتلك مهمة تكنولوجية صعبة ومكلفة. وفي الوقت الذي تستمر فيه التكنولوجيا بالتقدم في هذا الاتجاه، نكشف «بصمات» الدَّنا لجزء صغير من أنواع الحشرات.

ويعرِّف مفهوم النوع البيئي النوع الحيَّ بالاعتماد على العُشِّ البيئي، وهو التجمع الفريد الذي يجمع بين الموطن، والغذاء، ونوعية البيئة، والحاجات السلوكية. ومع أن فراشة الملك وشبيهتها فراشة نائب الملك تشغلان أحيانًا المواطن نفسها في كندا، فإن يسروع فراشة الملك يتغذى على الصِّقلاب[37]، أما يسروع نظيرتها فراشة نائب الملك فيتغذى على الصفصاف، وهو غذاء لا

تتناوله يساريع فراشة الملك مطلقًا. كما يختلف النوعان في درجة تحملهما البرد، وهما يتجنبان البرد بطريقتين مختلفتين: ففراشة الملك تهاجر باتجاه الجنوب إلى المكسيك. أما فراشة نائب الملك، فتمضي فصل الشتاء محتملةً البرد، وتكون في طور اليسروع غير مكتمل النمو. إذًا فالنوعان يشغلان مواطن مختلفة في أوقات متباينة، ويلجآن إلى موارد مختلفة في تدبير معيشتيهما. إن الجزء المهم في مفهوم النوع البيئي هو أنه لا يمكن لنوعين من الأحياء أن يشغلا العش البيئي نفسه، لأن الأنواع الحية تتنافس فيما بينها على مكان المعيشة وموارد العيش؛ فالأنواع الحية ميالة إلى تباعد بعضها عن بعض، وتستطيع التكيف مع العالم من حولها بطرق شتى. ومع أن هذا يبدو تعريفًا مُرْضِيًا، بإظهاره كيف تختلف فراشة الملك عن شبيهتها فراشة نائب الملك، فإن مفهوم النوع البيئي كذلك يشوبه عيب عملي أساسي: فنحن لا نعلم الأعشاش البيئية لكثير من الأنواع الحية المكتشفة.

ومعظم أنواع الحشرات التي لها أسماء، إنما أعطيت أسماءَها بالاعتماد على المظهر الشكلي للنماذج المجموعة، وحجمها، وأنماطها اللونية، وشكل جسمها، وخصائص تشريحية مميزة أخرى. وهذا ما يأخذنا إلى التعريف الأقدم، ولعله التعريف الأساسي للنوع الحي: إنه مفهوم النوع الشكلي، الذي يعطي خصائص النوع الشكلية بالاعتماد على المظهر التشريحي. وقد يبدو ذلك مفهومًا مضى زمنه، أو لعله بطريقة ما أقل إقناعًا من مفاهيم النوع الحي الأخرى، لكنه في معظم الحالات تعريف عملي إلى أبعد الحدود. فليس علينا مراقبة سلوك التزاوج، ولا جمع بيّنة «الدَّنا»، ولا مراقبة ما تقتاته اليرقة من طعام من النباتات، لنعرف الاختلاف بين فراشة الملك وفراشة نائب الملك، بل علينا فقط أن نضع عينة منهما أمامنا، أو نكتفي حتى بصورة فوتوغرافية لهما، لنعرف حق المعرفة نوع كل منهما، بالاعتماد فقط على المظهر الشكلي. فلكلٍّ من هذين النوعين أنماط في الجناحين فريدة ومميزة، وقد نجح الناس في التمييز بينهما منذ أكثر من مئتي سنة. إلا أننا لا ننكر أن ثمة بعض المسائل الشائكة في مفهوم النوع الشكلي، فلا بد من تقدير أطوار التقلب وفهمها؛ من قبيل الاختلافات بين الجنسين، والتقلب بين مرحلة ما قبل البلوغ ومرحلة البلوغ. كذلك نحن ندرك أنه في بعض الحالات ثمة مسائل من قبيل الأنواع المبهمة، التي تظهَر متطابقة من الناحية الشكلية، لكن يمكن التفريق فيما بينها بالبيّنة السلوكية أو الجينية. ومع ذلك فالغالبية العظمى من الأنواع الحية يمكن تحديدها بالاعتماد على مظهرها الشكلي. كذلك، فمن الناحية العملية يمكن تحديد أنواع معظم الكائنات الأحفورية [المستحاثة] بالاعتماد على المظهر الشكلي وحده فقط. وقد دفع هذا التعريف العملي ذات مرةٍ عالِمَ الأحافير ديفيد روب إلى إبداء رأيه، في سخرية لطيفة، بالقول: «النوع يكون نوعًا إذا قال عالم كفء في تصنيف الأحياء بأنه كذلك»[38].

ومع أنَّ من المهم وضع مفهوم لماهية النوع الأحيائي نظريًّا، فمن المهم لنا أيضًا أن ندرك ماهيته عمليًّا. فعلى مدى 250 سنة مضت، أو نحو ذلك، عكف علماء الأحياء على إعطاء أسماء للأنواع الجديدة. ومنذ سنة 1961، جرى ذلك وفقًا لقواعد مختلفة نشرت في القانون الدولي لتسمية الحيوان. وللقيام بوصف نوع حشرات جديد وتسميته، لا تفرض عليك تلك القواعد الحصول على عينات «الدَّنا»، أو معرفة العش البيئي، أو التاريخ النشوئي، أو مراقبة بيولوجيا التزاوج. بيد أن القانون يفرض أن يكون لديك نموذج، أو جزء من نموذج، يمكن مراقبته ووصفه وتوثيقه، لتجعل

منه مرجعًا تضعه في مجموعات المتاحف. والطريقة العملية في تسمية نوع حشرات جديد تتضمن: وصف الخصائص الشكلية للنوع الجديد المقترح، وإعطاءه اسمًا، ونشر هذه المعلومات في مجلة علمية؛ وتاريخ النشر هو الأمر الذي يجعل الاسم اسمًا رسميًّا للنوع الجديد. ويستخدِم نظام تسمية الأنواع الحية دائمًا اسمًا ثنائيًّا يقتضي وضع كلمتين لصوغ الاسم العلمي الكامل لنوع ما، والكلمة الأولى هي اسم الجنس، والثانية هي اسم النوع أو اللقب. وتشكل هاتان الكلمتان تركيبًا فريدًا، وبذلك يكون اسم النوع لكل نوع حي فريدًا ومميزًا. وتُجعل أسماء الأنواع الحية باللغة اللاتينية دائمًا، لكن ينبغي لها ألا تكون معقدة أو صعبة الحفظ (فمثلًا اسم النوع البشري باللاتينية: هومو سابينز [الإنسان العاقل]). ويُحفظ النموذج في مجموعات المتاحف للرجوع إليه مستقبلًا؛ لكنَّ النوع غالبًا ما يغدو معروفًا بما ينشر عنه في المنشورات العلمية. وهكذا، ففي مفهوم النوع المصنف علميًّا، والمستخدم عالميًّا في تسمية ودراسة الحشرات، يعرَّف النوع أولًا أنه مجموعة من الكائنات التي لها جملة معينة واضحة من الخصائص المشتركة.

وأنا أفضل تسمية [كلّ] نوع جديد بوضع فرضية له، فعندما نعرف نوعًا بالاعتماد على شكله، فإننا نفترض جوهريًّا أن النوع نفسه من النواحي الأحيائية، والنشوئية، والبيئية، موجود بشكله ذاك. ويجري اختبار فرضية النوع مع كل إضافة لمعلومات جديدة. ونحن نأمل، ونتوقع، أننا سنصبح -في مقبل الأيام- عارفين بالعلم الأحيائي، والتاريخ النشوئي، والعش البيئي، لكل نوع ذي اسم، وبذلك نثبت ما افترضناه من النوع الشكلي. وباكتشافنا أنواعًا جديدة، نحصل على معلومات جديدة عن التقلبات، ويمكننا تعديل مفهوم التصنيف العلمي لكائن ما، وتوسيعه، ليشمل هذه المعلومات الجديدة. وإذا كان اكتشاف معلومات جديدة يشير إلى أن حيوانًا أو نباتًا له اسم ليس إلا مجتمعًا من نوع ما آخر، فيجري الاحتفاظ بالاسم القديم و«تنزل رتبة» الاسم الجديد ليصبح مرادفًا تابعًا للاسم القديم الصحيح. وإذا وجد أن المجتمع يتألف من أنواع مبهمة متعددة، فيمكن حينئذ إضافة أسماء جديدة لتمييز الأنواع الأحيائية المكتشفة حديثًا. وتسمية كائن جديد ليست إلا خطوة أولى في عملية علمية طويلة من بناء فهم أكثر اكتمالًا للكائن، لكن تلك العملية لا بد لها أن تبدأ بإعطاء وصف شكلي لمظهر ذلك الكائن. وما ذكرناه من أن العلماء حاولوا القيام بذلك على مدى 250 سنة مضت، ربما يبدو أمرًا معقولًا، فقد اقتربنا من الانتهاء من اكتشاف الأنواع ووصفها. لكن عليك أن تفطن إلى أنه نظرًا إلى السرعات الحالية في الجديد من الاكتشافات، والتوصيف، والنشر؛ فلربما استغرقنا 500 سنة أخرى في إعطاء أسماء وأوصاف شكلية لأنواع الحشرات المتبقية.

وكيفما عرَّفتَ الأنواع الحية، فثمة على الأقل بضعة ملايين من أنواع الحشرات على هذا الكوكب، وجميعها لها خاصية أساسية مشتركة؛ إنها مجتمعات فريدة. وليس الأمر مشابهًا لأن يكون لديك ملايين من الشيء نفسه. لكن في بعض الحالات، تكون الوفرة العظيمة في أحد أنواع الحشرات مذهلة بذاتها. ومن المثير أن نعلم أن القرى العظيمة للنمل [وهي قرًى ضخمة جدًّا تضم أنواعًا متعددة من النمل، لا يعادي بعضها بعضًا، وربما وصلت مساحتها إلى ما يزيد على الكيلومتر المربع الواحد] يمكن أن تضم ملايين من النملات العاملات المتطابقة تقريبًا. بيد أن ما يجفل دونه العقل، إدراك أن هذا الكوكب فيه ملايين من مجتمعات أنواع الحشرات المتميزة، وكل منها له ما يتفرد به من بيولوجيا التكاثر، واحتياجات العش البيئي، والتاريخ الجيني والنشوئي، والكيمياء البيولوجية، والتشريح، والسلوك. ومن الصعب علينا أن نضع مفهومًا يشمل على الأقل الحشرات التي لها أسماء، التي تبلغ المليون أو نحو ذلك. وبغية تصوُّر الكثرة التي هي عليها حقًّا، فلعلنا ننظر

إليها من هذه الوجهة: بما أن كل اسم نوع يتألف من كلمتين، فإننا سنحتاج إلى طباعة مليوني كلمة لنذكر وحسب أسماء أنواع الحشرات المعروفة، وسأحتاج إلى تأليف عشرين كتابًا من حجم هذا الكتاب لسرد أسماء كل الحشرات مطبوعةً متسلسلة. وذلك ليس إلا أنواع الحشرات الحديثة الحية، لا المنقرضة منها مما عرفناه من الأحافير، أو الملايين من الحشرات غير المسماة، التي تعيش على ارتفاعات عالية في ظُلَل الغابات الاستوائية. ولا يسعفني الأمل في إخبارك في هذا الكتاب بشيء مثير وغير معتاد عن كل نوع من أنواع الحشرات، مع أن كل نوع منها لديه حتمًا قصة آسرة يحكيها لنا. وهكذا، فيلزمنا نظام لتجميع الأنواع معًا في تصنيفات هادفة بغرض دراستها.

طيور من ريش، وفراشات من قشور: تصنيف الحشرات

التصنيف هو الأداة التي ابتكرها الإنسان لتجميع التنوع الحي في مجموعات تراتبية. فالأنواع تجتمع مع أنواع أخرى ترتبط بها في الجنس. فعلى سبيل المثال، إذا كنت تعيش في المناطق الشرقية من أمريكا الشمالية فلعلك تعرف نحلة بنسلفانيا الطنانة، أو طنانة بنسلفانيا[39]. أما المناطق الجبلية التي أعيش فيها في ويومينغ، فالنحلة الكبيرة الشائعة هناك هي نحلة هانت الطنانة حمراء الذنب، أو طنانة هانت. فهذان نوعان مستقلان من أنواع النحل، يختلفان في أماكن توزعهما، وعاداتهما الغذائية، وطريقتهما في بناء بيوتهما. ويقوم معظم الناس بالتعميم، فيذكرون أن النوعين هما النحلة الطنانة؛ والنحلة الطنانة فرد من جنس النحل الطنان، أو الطنانات. لكن حتى في مثالنا البسيط هذا، فإنَّ الوضع أعقد مما بدا بكثير. فلدينا في ويومينغ زهاء عشرة أنواع من النحل الطنان، وفي أمريكا الشمالية ثمة أكثر من ثلاثين نوعًا، وفي أنحاء العالم ثمة أكثر بكثير من ذلك.

وتصنف مجموعات الأنواع والأجناس المتشابهة في مجموعات العائلات. فالنحل الطنان، ونحل العسل، والنحل النجَّار، وأجناس أخرى تجتمع في عائلة النحل: النحليات، وهي تضم مئات الأنواع المنتشرة في أنحاء العالم. وبين الحشرات، يمكن أن تختلف مجموعات العائلات اختلافًا كبيرًا في حجمها وتنوعها. فمن أكبرها، عائلة الزنابير الطفيلية: النِّمْسِيَّات[40]، ويقدَّر أنها تضم ما بين خمسين ألف نوع إلى ستين ألفًا، وهو عدد يفوق عدد أصناف الأنواع الحية الفقارية مجتمعةً. وثمة عائلات أخرى من الحشرات ذات تنوع فائق مماثل، من قبيل السوسيات الحقيقية (السوس)، والخنفسيات الأرضية[41] (خنافس الأرض)، والليليات (عث الليل)، والكُركيات (ذباب الكركي). إن تخصصي في البحث لهو في عائلة الزنابير الطفيلية: البراكونيات[42]؛ وليس لها اسم شائع مقبول بصورة عامة، لكنها تتألف من أكثر من خمسة عشر ألف نوع ذي اسم، ويقدَّر أنها تضم إجماليًّا أكثر من خمسين ألف نوع. ومن ناحية أخرى، يمكن للعائلة أن تكون صغيرة جدًّا: فعائلة زنابير البجعيات[43] تضم نوعًا واحدًا فقط ينتشر في نطاق كبير يمتد من كندا إلى الأرجنتين.

إن جماعات العائلات القريبة بعضها من بعض، بصرف النظر عن تنوع الأنواع، يجري تجميعها في جماعات أكبر تدعى: الرتب. ورتب الحشرات الكبيرة والشائعة معروفة إلى حدٍّ بعيد، حتى لو كنت لا تعلم أسماءها العلمية. فثمة أربع رتب للحشرات هي رتب فائقة التنوع، فكل منها

يحوي الآلاف من الأنواع المسماة؛ وربما ملايين الأنواع مما ليس له اسم. وهذه الرتب الكبيرة الأربع هي غمديات الجناح[44] (الخنافس)، وغشائيات الجناح[45] (الزنابير)، وذوات الجناحين[46] (الذباب)، وقشريات الجناح[47] (العث والفراش). وثمة الكثير من رتب الحشرات الأخرى أصغر نسبيًّا من تلك، لكنها مع ذلك كبيرة جدًّا، قد تضم مئات الأنواع أو الآلاف، ولعلك تعرف كثيرًا منها، مثل: اليعسوب، والجُنْدُب، والجُدْجُد، والأَرَضة، والصرصور، والقمل، والبق الحقيقي. وإذا كنت من هواة الصيد، فلا بد أنك تعرف بنات يوم، وذباب القَمَص[48]. وثمة الكثير من الحشرات الأخرى المهمة لكنها نادرة، وهي تصنف في رتب صغيرة ومغمورة لا يصادفها أكثر الناس، من قبيل: ناسجات الشبك، وبق الجليد، وعديمات الجناح المحضة[49]، وملتويات الجناح الطفيلية. والرتبة الأصغر في الحشرات وأحدثها اكتشافًا هي رتبة السرعوفيات العصوية[50]، التي تعرف كذلك باسم دَبيبات الصخور الإفريقية والحشرات المصارعة، وفيها نوعان حيَّان أعطيا اسميهما سنة 2002. كما أن ثمة رتبًا من الحشرات منقرضة اليوم، لكنها كانت منتشرة جدًّا في الدهر القديم، قبل مئات ملايين السنين.

وتجتمع رتب الحشرات هذه كلها في مجموعة كبيرة تدعى الطائفة الحَشَرية (الحشرات). وبصورة عامة، فالحشرات هي الكائنات الصغيرة التي تدعى أحيانًا «الهوامَّ»؛ وهي كائنات بست أرجل، ويتكون جسمها من ثلاثة أجزاء: الرأس، والجوشن، والبطن. والحشرات بدورها تصنف في مجموعة أكبر تدعى مفصليات الأرجل (المفصليات). وهي لا تقتصر على الحشرات وحدها وإنما تضم كذلك قريباتها من ذوات الهياكل الخارجية القاسية والأرجل المفصلية، وهي كائنات معروفة من قبيل: العناكب، والقِرْدان[51]، والحَمْنان[52]، والديدان الألفية[53]، وأُمَّات أربع وأربعين[54]، والعقارب، ومنها كذلك كائنات غير مشهورة مثل ثلاثيات الفصوص القديمة المنقرضة. وأخيرًا تصنف المفصليات داخل مجموعة أكبر هي المملكة الحيوانية (الحيوانات).

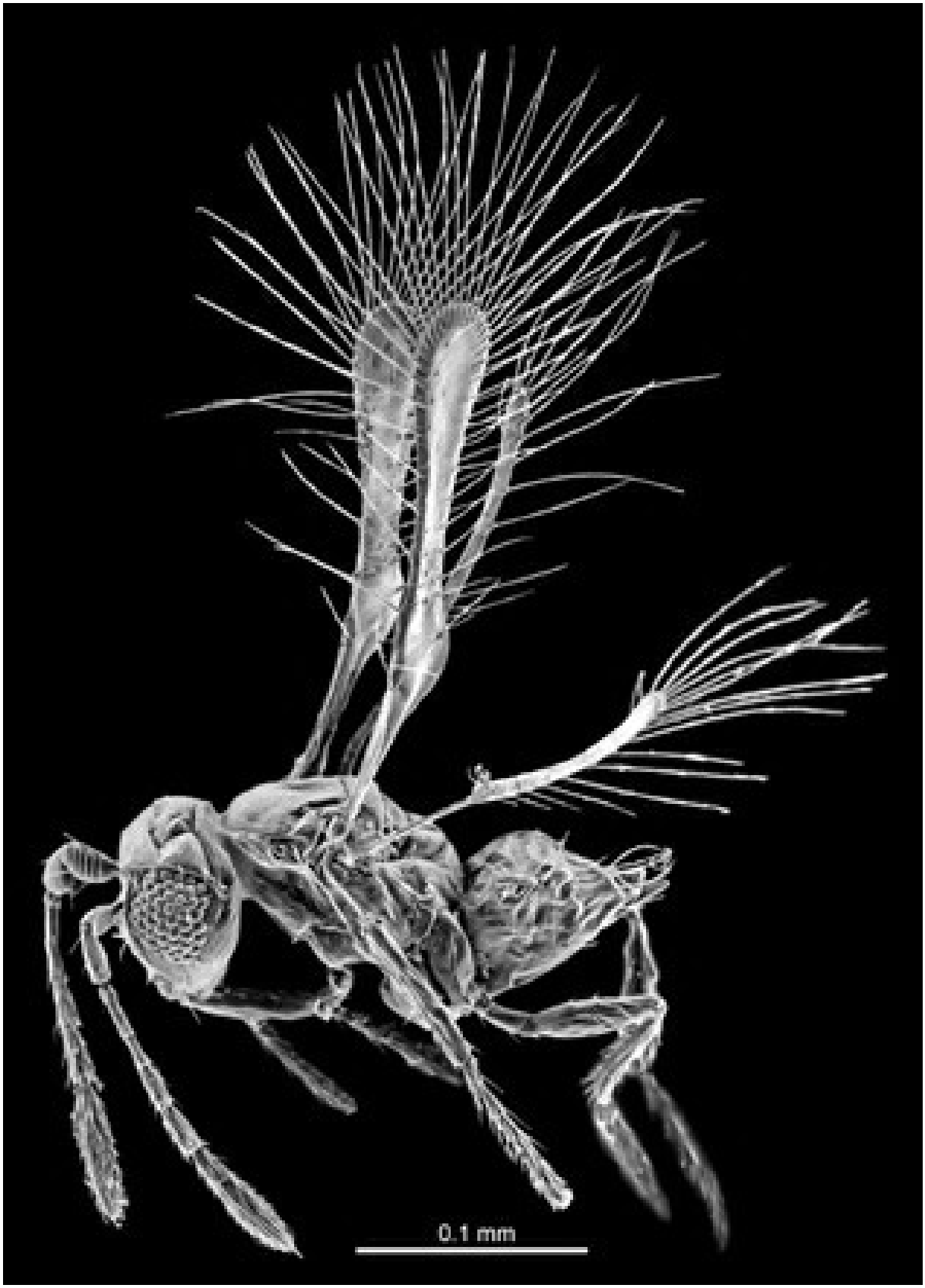
حيوانات بستِّ أرجل: فهم التنوع الحَشَري

لماذا أصبحت مجموعة من الحيوانات بهذا التنوع الهائل بالمقارنة مع الأصناف الأخرى من الحيوانات؟ وكيف يتسنى لنا فهم النجاح البيئي للحشرات بصفة خاصة؟ نقول أولًا: إن الحشرات نشأت وأجسامها ذات حجم صغير، فكانت قاصرة في بنيتها، ووظائف أعضائها، وتآثرها في بيئتها مع الكائنات الأخرى.

لقد عزز صغر الحجم في تنوع أنواع الحشرات، وذلك بتمكينه الحشرات من تقسيم العالم إلى أعشاش بالغة الصغر. فعلى سبيل المثال، ربما تعمد الحشرات التي تتغذى بالنبات إلى تقسيم نبتة واحدة إلى أعشاش كثيرة مختلفة. فستجد أصنافًا مختلفة من الحشرات تتغذى بأوراق النباتات، أو تحفر سوقها، أو تستخرج قوتها من تحت أسطح أوراقها، أو تقضم براعم أزهارها أو قرون بذورها، أو تعيش تحت لحائها، أو تحفر عميقًا حتى تصل إلى لبها، أو تحفر تحت الأرض لتصل إلى جذورها. فقد تمضي صغيرة الخنفساء مرحلة ما قبل البلوغ كلها تعيش وتتغذى داخل بذرة نبات

صغيرة واحدة، أما البالغة منها فيمكن أن تعيش في عش مختلف كل الاختلاف عن ذاك. ومع أن الكثير من الحشرات الشائعة، مثل فراشة الملك، لها انتشار واسع وعشٌّ رحب تمامًا، فإن حجم الغالبية العظمى من أنواع الحشرات بالغ الصغر، ولها أعشاش ضئيلة تتوضع غالبًا في مكان محدد. فأصغر الحشرات، وهي زنابير «ذباب الجن»[55] المجهرية والأصغر من أن ترى بلا مكبر، تنمو داخل بيضة حشرة أخرى.

كذلك تثير انتباهنا على نحو خاص الأعشاش الضيقة المتخصصة للحشرات الطفيلية. فثمة قمل طيور لا يعيش إلا في جيوب مناقير البجع، وثمة قمل ثدييات لا يعيش إلا في فراء أُسُود البحر ومناخرها. والحق أن معظم أصناف الطيور والثدييات المختلفة لها أنواع متخصصة من القمل تعيش على أجسامها، باستثناء الخفاش. ومما يلفت النظر أن ثمة ذبابًا طفيليًّا مصاصًا للدماء يعيش في فراء الخفاش، وهكذا فعندما يكون خفاشٌ مصاصٌ للدماء يغتذي بدمك، فإن ثمة من يغتذي بدمه هو في الوقت نفسه.


0.1 mm

الشكل 1-2: زنابير ذباب الجن (من عائلة اللّطْخِيَّات Mymaridae) هي طفيلانيات تضع بيوضها داخل بيوض حشرات أخرى، فتقطن يرقاتها أعشاشًا بيئية دقيقة. وحشرة طنة ورنة [وهي نوع منها] هي إحدى أصغر الحشرات الطائرة المعروفة. (الصورة من جينيفر ريد).

وثمة أنواع من الخنافس الطفيلية عديمة الجناح، في ويومينغ وأجزاء أخرى من شمالي أمريكا الشمالية، مثل خنفساء القنادس الطفيلية[56]، التي لا تعيش إلا

الشكل 1-3: ذباب الخفاش (من عائلة العقفاوات) طفيليات شديدة التخصص، تقتات بدم الخفافيش. وتعيش الحشرة التي في الصورة على الخفافيش مصاصة الدماء في حديقة بالوفيردي في كوستاريكا.

في فراء القنادس الحية. أما الزنابير السرعوفية الطُّفَيلانية، وهي حشرة اكتشفتُها في ويومينغ، فهي زنابير صغيرة جدًّا تنمو متطفلة داخل بطن أحد أنواع النمل باني التلال، وهو نمل الخشب[57]. وعندما وجدتها أولَ مرة سنة 1990، كانت تطير مرتبطةً بثلاث قرًى بعينها للنمل. وعلى مدى العقدين الماضيين هبطت أعداد قاطني قريتين منها، واختفت الطفيليات منهما. وبذلك أصبحت في السنوات الأخيرة أجد هذه الزنابير الصغيرة جدًّا في الجبال القريبة مني [في ويومينغ]، أثناء شهر يونيو، في عش واحد بعينه من أعشاش النمل.

وثمة سبب ثانٍ للتنوع الهائل للحشرات وهو طيرانها، الذي مكن الحشرات الطائرة من توسيع أعشاشها إلى الجو. فعلى مر 150 مليون سنة، كانت الحشرات هي الحيوانات الوحيدة القادرة على الطيران، وذلك ما أعطاها الأفضلية من ناحية القدرة على الإفلات من المفترسات، والانتشار في مناطق جديدة، واتخاذها مواطن لها. وما نشأ بعد ذلك من الديناصورات المجنحة، والطيور، والخفافيش، لم يؤدِّ إلى خروج الحشرات من الأجواء. بل الواضح أنه أدى إلى تنوع وتخصص إضافيين لها. كما أن الأجنحة ذات فائدة عظيمة أيضًا في أمور غير الطيران، فالحشرات حيوانات من ذوات الدم البارد، وبما أن الدم يجري في عروق أجنحتها، فإن أجنحة الحشرات تعمل عملًا عظيمًا بكونها ألواحًا شمسية صغيرة تدفئها في أوقات الصباح الباردة. كذلك ترتسم على أجنحة الحشرات ألوان ورَقَشات شتى لها دور مهم في سلوك الحشرة، خاصة في المغازلة والتزاوج، وهي تيسر تعرف الزوجين أحدهما إلى الآخر في أوساط يكثر فيها التنوع والتعقيد. كما يمكن لألوان الأجنحة أن تحسن من قدرتها على البقاء حيةً؛ إما بالتلبيس[58] (التمويه)، أو الامتقاع[59] (التلوُّن بألوان فاقعة بغرض التحذير).

والسبب الثالث لتنوع الحشرات، لكنه ليس الأخير حتمًا، نشوء طرائق نمو معقدة لديها، منها الاستحالة[60] المعقدة في أطوار النمو عند صغار الحشرات (اليرقات) المختلفة بصورة مدهشة عن تلك التي عند الحشرة البالغة. وذلك أمر بديع رائع، فبذلك تمكنت الحشرات البالغة من تفادي التنافس مع ذراريها على الطعام. ذلك أن يرقة صغار الحشرات، مثل يسروع الفراشة، تغدو آلة للاقتيات، مركزةً أنشطتها في تناول الطعام والنمو، وغالبًا ما يحدث ذلك في وسَطٍ مستترٍ أو محاطٍ بالحماية. وعلى خلاف ذلك، فإن الحشرات البالغة ذات الاستحالة الكاملة بإمكانها أن تركز أنشطتها على المغازلة، والتزاوج، ووضع البيض. والكثير منها يتغذى من موارد مختلفة كل الاختلاف عن موارد صغار الحشرات، وقد لا تتغذى على الإطلاق. وما نراه من اكتمال الاستحالة لدى أكثر من 75% من أنواع الحشرات الحديثة يشهد على فائدة هذا الأسلوب ونجاحه.

ولعل طالبًا مجدًّا في علوم الحشرات سيسعى إلى أجوبة أعقد في دراسته نشوء الحشرات على مر أربعمئة مليون سنة خلت. فالحلقة الدراسية المتقدمة في هذا الموضوع تشمل ربما دراسة تاريخ الحشرات بالاعتماد على البقايا الأحفورية، والعلاقات التي تفضي إليها دراسات البنية التشريحية، والسيرة السلوكية، والأصول الوراثية، والسلاسل الجزيئية. ولعل أحدنا يعلم أن أقدم الحشرات نشأت على اليابسة برفقة أقدم نباتات اليابسة، أواخرَ العصر السيلوري أو أوائلَ العصر الديفوني. وفي العصر الكربوني أتى زمن المستنقعات العظيمة التي تشكل فيها الفحم، ونشأت الحشرات ذوات الأجنحة. وقد مكن ظهور الطيران من الانتشار الكبير الأول لأنواع الحشرات، وكان منها حشرات ضخمة تشبه اليعسوب وأنواع كثيرة أخرى قديمة لم تعد موجودة اليوم. وفي العصر البيرمي ازداد تنوع الحشرات وظهرت أشكال حديثة منها، وكان منها ما عرفنا أنها أنواع من البق، وأسد المنِّ، والخنافس. وربما كان تقدم الاستحالة الكاملة للحشرات في العصر البيرمي أمرًا جديدًا، فظهر تنوع كثير من الحشرات، وتكاثرت في عالم متغير كثير التقلب. إلا أن حشرات أخرى، وكائنات أخرى كثيرة، كان قدَرُها الفناء.

لقد شهد عالمنا أحداث انقراض عظيمة في نهاية العصر البيرمي. فاختفت في المحيطات منذ ذلك الحين كثير من أشكال الحياة القديمة، كان منها ثلاثيات الفصوص. وانقرضت على اليابسة أشكال أخرى من الحياة كذلك، كان منها الحشرات القديمة التي ازدهرت ملايين السنين قبل ذلك. إلا أن أخريات نجت من الانقراض وظهرت لها أنواع جديدة، خاصة الحشرات ذات الاستحالة المعقدة. وهكذا عاشت في الدهر الوسيط إلى جانب الديناصورات الكبيرة. وفي وقت ما من أوائل العصر الكريتاسي نشأت النباتات المزهرة، وسرعان ما تكيفت الحشرات معها، ونشأت منها أنواع جديدة متنوعة. فظهرت إلى جانب الأزهار رفيقاتها من الحشرات: من الفراشات، والنحل، والنمل، والزنابير الاجتماعية. وانتهى عهد الديناصورات الكبيرة في حادثة انقراض عظيمة أخرى؛ لعلها كانت نتيجة اصطدام كويكب هائل بالأرض قبل 65 مليون سنة. ونجت الطيور من تلك الحادثة وازدهرت حياتها، وكذلك كان شأن كثير من النباتات المزهرة وجماعات الحشرات. وهكذا، مضى الدهر الحديث: نشوء النباتات المزهرة إلى جانب الحشرات، مما أدى إلى تنوع وتعقيد مذهلين في عالم الأحياء في المنظومات البيئية للغابات الاستوائية.

إن قصة نشوء الحشرات، مثلما تحكيها لنا الأحفوريات التاريخية الكثيرة، ومع أنها جلية واضحة، لكنها غير مقنعة تمامًا. فلعلنا مازلنا نتساءل عن أصول الحشرة الأولى. لقد بدأتُ هذا الفصل باقتباس أخذته من باري هاغارت، الذي أشار إلى أن «الأحداث كلها لها بداية ونهاية». وفي السعي إلى اكتساب فهم شيء معقد من قبيل تنوع الحشرات على الأرض فهمًا كاملًا، لا بد لنا أن «نفهم على الوجه الصحيح الأحداث التي جرت أولًا والأحداث التي تلتها». حتى إن علينا أن ننقب عميقًا في تاريخ ما قبل الحشرات، في الزمن الذي يسبق غلبة كثيرات الأرجل من العصر السيلوري على اليابسة، بهياكلها الخارجية وأرجلها الكثيرة. لقد تماثلت هذه السمات لكثيرات الأرجل مع سمات مفصليات الأرجل المقيمة في البحر من العصر الكامبري؛ التي نما عليها أولًا درع لجسمها، ونمت لديها القدرة على التنقل، مع ارتفاع مستويات الأكسجين، وازدياد نشاط المفترسات في المحيطات. لذا فإن قصتنا عن الحشرات لا بد لها أن تبدأ هناك في محيطات الأرض القديمة، قبل أكثر من نصف مليار سنة.

الفصل الثاني:

صعود المفصليات

قبل نحو 600 مليون سنة... بدأت الفوضى تعم النشوء العضوي.

ديفيد روب، Extinction: Bad Genes or Bad Luck

[الانقراض: أهو من المورِّثات الفاسدة أم من الأقدار السيئة]

أحيانًا تكون الغاية أقل أهمية من الوسيلة.

كريستينا أبلغيت، Up All Night [في اليقظة طوال الليل]

إذا أردت معايشة الأزمان الجيولوجية لحياة الحيوان على الأرض، فأنصحك برحلة ملأى بمشاهد الطبيعة في ويومينغ، من بلدة شوشوني حتى بلدة ثيرموبوليس، عبر وادي ويند ريفر. فالصخور المكشوفة هي نافذة على الماضي فتحها التكوين الجيولوجي لجبال روكي. ومع اندفاع القشرة الأرضية إلى الأعلى مالت على جانبها، فحلت الصخور الأقدم في أعلى الوادي. لذا فإن الرحلة من شوشوني تتبع مبدئيًّا مسارًا لصخور ما قبل العصر الكامبري الخالية من أحفوريات الحيوانات. وثمة علامة طريق قرب مدخل الوادي تحدد بداية صخور العصر الكامبري، عندما بدأت الحياة تدب خارج المخاط البكتيري، ونشأت أولى الحيوانات ذوات الهياكل. لقد كان ذلك زمن أولى المفصليات، واشتهر على وجه الخصوص بالتنوع السريع لما شاعت تسميته بثلاثيات الفصوص. إن المشهد هناك مذهل، فذاك هو الطريق السريع الوحيد، الذي فيه علامات لتحديد أزمان حياة الحيوانات، من كل ما رأيته في حياتي.

إنك ترى نفسك تقود سيارتك عبر العصور الجيولوجية كلها في نصف ساعة أو نحو ذلك. فبعد أن تمر بالعصر الكامبري؛ «عصر اللافقاريات»، تدخل العصر الأردوفيشي؛ «عصر الأسماك»، ثم سرعان ما تدخل العصر السيلوري؛ عصر أولى نباتات اليابسة، ثم تنتقل إلى العصر الديفوني، الذي يدعى: عصر البرمائيات. وقد لحق بطبقات الأحجار الكلسية للعصرين السيلوري والديفوني تآكل كبير في هذه المنطقة من ويومينغ، لذا فإن هذه الطبقات تمر بك في طرفة عين. وتليها صخور العصر الكربوني؛ عصر مستنقعات تشكُّل الفحم. تدخل بعد ذلك العصر البيرمي،

وعندما تصل إلى سفح الجبل وتخرج من الوادي، فإنك تغادر الدهر القديم لتدخل في الدهر الوسيط: «عصر الزواحف»، أو ما ندعوه اليوم: «عصر الديناصورات». وستمضي برهة قصيرة تأسى فيها على ثلاثيات الفصوص البائدة. لكنك في الوقت نفسه، ستسعد بظهور الديناصورات. حيث يُحتفى بها في نهاية الرحلة في مركز الديناصورات المتميز في بلدة ثيرموبوليس. وينبغي أن تحرص على تمضية وقت تنقع فيه نفسك في الينابيع الكبريتية الحارة التي تعج بالبكتيريا، وتزور كذلك المتحف المثير للإعجاب هناك. وأخيرًا ومع استواء الطريق أكثر فأكثر، وانفتاح الوادي على مروج من الشجيرات، فإنك تدخل العصر الثلاثي، وهي السنوات الأولى من الدهر الحديث، ومستهل «عصر الثدييات». وإذا أردت أن تأسى على الديناصورات الكبيرة البائدة، فذلك شأنك. لكن عليك أن تسعد لرحيلها كذلك، فبعده أصبح بمقدور الثدييات الازدهار على هذا الكوكب.

ويتضح لك الآن الانحياز الضمني إلى مركزية الإنسان [الميل إلى أن الإنسان أهم مخلوقات الكون] في جزء من ذلك التاريخ الذي سردتُه للتو. فعند نظرنا في عهود تكاثر الثدييات، والزواحف، والبرمائيات، والأسماك، لا نلاحظ إلا بعض التاريخ العابر للأحداث التي تفضي بنا إلى أصل النوع البشري. فكم يبدو أننا أبعدنا النجعة إلى حد السخرية في وجودنا هنا أصلًا، وكم أَلْهَتنا هذه العلامات الطرقية للعصور الجيولوجية عن النمط الحقيقي لتنوع الحياة. وسأفصل في نقد أسطورة مركزية الإنسان[61] هذه شيئًا فشيئًا في كتابي. أما الآن، فيكفينا سبر معالم العصر الكامبري.

يُدعى عصر الكامبري بوجه عام «عصر اللافقاريات». ولا يقصد من ذلك طبعًا تمجيد الأحياء اللافقارية القديمة، بل الدلالة على أننا لم نجد مبدئيًّا أي أحياء فقارية في أحفوريات الطبقات الصخرية للعصر الكامبري. ولاحظ أننا لم نسمه «عصر المفصليات» ولا «عصر ثلاثيات الفصوص»، مع أن كلا الاسمين ملائم له. لكننا بتسميته «عصر اللافقاريات» أشبه بأن نقول عنه إنه «عصر بلا بشر». فبطريقة ساخرة حاذقة يُظهر ذلك الاسم نجاح المفصليات [يقصد البشر] بالتنبيه إلى غياب الفقاريات بدلًا من الحديث عن نشوء الهياكل الخارجية للحيوانات. لكن بعد ذلك، اكتشفنا ما يرجح أنه كائن حي قديم فقاري من العهود الكامبرية، وكان ذلك حدثًا محرجًا. فقد اكتُشف كائن صغير، يدعى «بيكايا»، في أحفوريات عمرها 515 مليون سنة من أحفوريات طُفَال [الطين الصَّفحي] بورغيس في كندا. ولم يكن يزيد طول البيكايا على بوصة ونصف [3.8 سنتيمترات]، وهو كائن يشبه الدود أقام داخل جحور في الرسوبيات السفلية. وكان طري الجسم، لكن له بنية داخلية تحمله: إنه قُرْدُود[62] بدائي، وهو البنية القديمة للعمود الفقري. ويعد البيكايا اليوم بصورة راجحة الجد المشترك للأسماك، والبرمائيات، والزواحف، والديناصورات، والطيور، والثدييات. بيد أنه كائن وضيع؛ فلم يطالب أحد بتغيير اسم العصر الكامبري إلى «عصر البيكايا».

ويبدو هذا التاريخ مختلفًا عما عرفناه عند النظر إلى تاريخ الحياة من بُعد زمني كبير، وبعينٍ غير عين الإنسان. فمن الواضح بلا شك أنْ ليس ثمة ارتقاء محتوم أو سريع من كائنات قديمة إلى الإنسان. وقد يكتب مسافر في الفضاء من غير البشر تاريخنا البيولوجي ببراعة أفضل بكثير مما لدينا. وربما تدعى مليارات السنين الثلاثة الأولى أو نحوها ببساطة باسم «عصر البكتيريا». والعصر من الكامبري حتى اليوم (نصف مليار سنة الأخيرة أو نحو ذلك)؛ عصر حياة الحيوانات

متعددة الخلايا، يمكن أن يدعى ببساطة باسم «عصر المفصليات». ومع بداية التعقيد في الحيوانات، كانت المفصليات الجماعة الوحيدة الناجحة، سواء في تنوعها أو كثرتها. وكان صعود تنوع الحشرات قديمًا لدرجة مكَّنت نعت الثلاثمئة مليون سنة الأخيرة باسم «عصر الحشرات». وآخر عشرة آلاف سنة، أي الزمن الذي ظهرت فيه حضارات الإنسان، ليست سوى نقطة صغيرة جدًّا وغير ذات بال مقارنةً بالأزمان الشاسعة التي امتدت فيها البكتيريا الأولى، وبعدها المفصليات، ثم الحشرات على نحو خاص، فهيمنت على معالم اليابسة في هذا الكوكب.

وثمة أمر آخر يلفت الانتباه هو أن العصر الكامبري ببساطة هو العصر الذي بدأت فيه الحيوانات الفقارية بالظهور. فكانت حيوانات البيكايا القديمة شبيهة الدود، تحفر في الرسوبيات السفلى. وهي كائن نادر جدًّا في أحفوريات العصر الكامبري، ولعله لم يكن موجودًا بوفرة كبيرة قَط، حتى في تلك الأيام. وفي المياه فوقه، كانت ثمة حيوانات بحرية مثل القريدس الشاذ[63]، بطول ثلاثة أقدام [0.9 من المتر]، وهو مفترس رهيب من المفصليات، وله زائدتان شوكيتان طويلتان يتغذى بوساطتهما. لقد كان القريدس الشاذ يجدف في بحار العصر الكامبري، ويلتقط كل ما أمكنه من الحيوانات الصغيرة، ولا شك في أنه التهم ولائم حوت الكثير من ثلاثيات الفصوص. وبين الفينة والأخرى، لا ريب في أن القريدس الشاذ كان ينقض إلى الأسفل كي يلتقط حيوانات البيكايا الهشة جاعلًا منها عشاءً له. وكانت معظم مفصليات العصر الكامبري الوافرة، من ثلاثيات الفصوص، تتغذى أيضًا في الرسوبيات السفلى إلى جانب البيكايا باطمئنان، غير أن ثمة بينة على أن بعض ثلاثيات الفصوص من العصر الكامبري ربما كانت مفترسة. فهناك أحفوريات لآثار سيرِ ثلاثيات الفصوص تتقاطع مع جحور الديدان وأماكن استراحتها، وهو ما يشير إلى أن بعض ثلاثيات الفصوص ربما اقتاتت بالديدان الطرية في الرسوبيات. فلا ريب في أن أشكال أجسام ثلاثيات الفصوص وهيئات أجزائها الفموية تتعدد تعددًا يدلنا على نشوء عادات غذائية متنوعة لديها. ومع ذلك، فلو كانت ثلاثيات الفصوص من العصر الكامبري قد أصبحت مفترسة، على نحو واسع، لكان من غير المرجح غالبًا أن نعرف بوجود البيكايا.

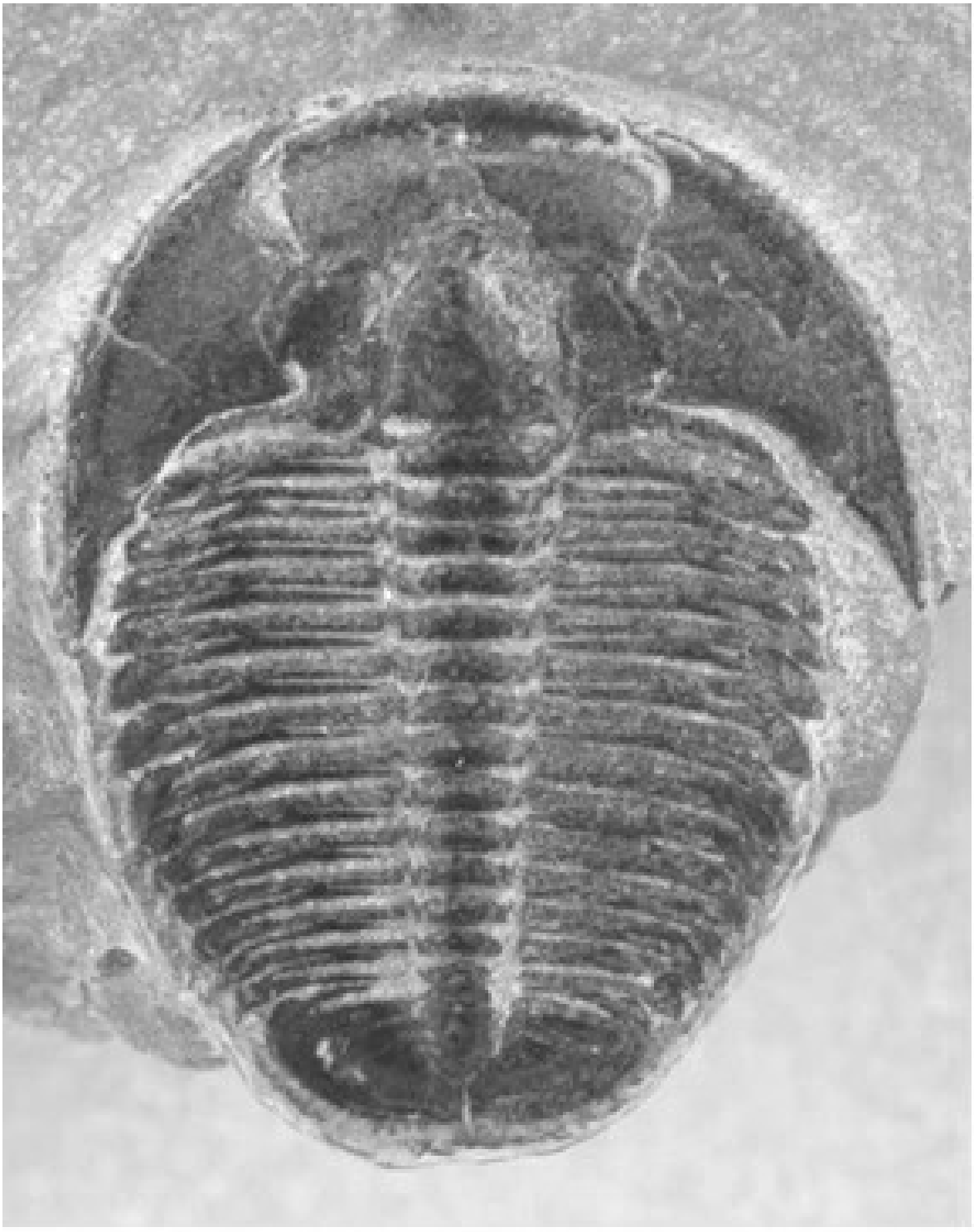
نفحة الحياة: تفجُّر العصر الكامبري

لقد كان العصر الكامبري، أي قبل 541 إلى 485 مليون سنة تقريبًا، عصرًا حاسمًا في نمو الحياة على الأرض. فبعد ثلاثة مليارات سنة من التاريخ الميكروبي، ظهرت الحيوانات متعددة الخلايا، إذ اجتمعت لديها الخلايا في مجموعات وظيفية. ومضى بعض الوقت، من الناحية الجيولوجية، حتى نشأت للحيوانات بنية داعمة وإهاب واقٍ: فظهرت البَشَرة، والهياكل، والأصداف، في زمن لا يتجاوز 5 ملايين سنة. ودفع هذا النشوء للحيوانات الأولى، الذي يبدو سريعًا، علماءَ الأحفوريات إلى نعت تلك الأحداث باسم «تفجُّر العصر الكامبري»؛ أي تفجُّره بالحياة، فلقد انماز ذلك العصر بالنشوء السريع لشُعَبِ الأحياء المتنوعة، بما فيها سلالات الأحياء التي مازالت شائعة في كوكبنا. وأكثرها اتصالًا بحكايتنا الظهور الأول لشعبة مفصليات الأرجل، وهي السلالة المصفحة بالدروع، التي سبقت ظهور الحشرات.

وقد تغيرت جيولوجيا الأرض تغيرات لا رجعة فيها مع نشوء الأجزاء القاسية في الحيوانات، فتلك الأجزاء القاسية محفوظة في الأحفوريات بصورة جيدة. وفي حين كانت أحفوريات العصر ما قبل الكامبري طرية الأجسام نادرة، تركت لنا بقايا الكائنات ذات الأجسام الصلبة في العصر الكامبري أحفوريات وافرة نسبيًّا. لذا، ومنذ العصر الكامبري وما تلاه، احتفظت لنا طبقات الأرض الصخرية فعليًّا بعلامات للحياة الماضية في لقطات مكثفة.

وجرى تسجيل زمن هذه الطبقات الصخرية بدقة عبر استخدام توزعات النظائر المشعة، كما أمكن تحديد عمر الطبقات الصخرية للعصر الكامبري وما تلاه بسهولة، من أصناف الأحفوريات التي وجدت فيها. ولا شك أن مجموعة الأحفوريات التي تطبع ذلك العصر بخاتمها هي ثلاثيات الفصوص. ولهذه الكائنات الصغيرة هيكل قاسٍ مجزأ في ثلاثة فصوص، مثلما يدل عليها اسمها: ثلاثيات الفصوص. إن ثلاثيات الفصوص من الأمثلة الأولى الشائعة لجماعة الحيوانات الكبرى، التي تضم فيما تضم، الحشرات أيضًا: وهي المفصليات. فالحشرات، والعناكب، وجراد البحر، والقريدس، والديدان الألفية، وأُمَّات أربع وأربعين، والعقارب، وثلاثيات الفصوص، تشترك كلها في المميزات التشريحية الأساسية للمفصليات: فهي ذات هيكل خارجي قاسٍ ومجزأ مع أرجل متعددة ذات مفاصل، وسنعرف المزيد عن ذلك فيما بعد. أما الآن، فكل ما أريده أن نعرف أن هذه الهياكل، ولأنها أجزاء بنيوية قاسية، حُفظت على هيئة أحفوريات حفظًا جيدًا جدًّا. وكانت ثلاثيات الفصوص متوافرة جدًّا في البحار الضحلة القديمة، وكثيرًا ما غطت هياكلها الرسوبيات. وبوسعك المشي، اليومَ، في مروج حوض نهر بيغهورن في ويومينغ لترى معالم الأرض الصخرية مرصعة بأحافير ثلاثيات الفصوص. إنها علامة أكيدة على أن المنطقة كانت ذات مرة مغمورة تحت ماء المحيط، وأن الصخور تعود إلى عصور الدهر القديم. لكنك لن تجد أحافير ثلاثيات الفصوص ولا غيرها من الحيوانات في الصخور التي عمرها 3 مليارات سنة. كما أنها انقرضت قبل نحو 252 مليون سنة، لذلك لن تجدها في الطبقات الصخرية من أواسط الدهر الوسيط، مختلطةً بعظام الديناصورات. وحتمًا لن تجد ثلاثيات الفصوص في أماكن من قبيل هاواي، وسان رامون، وكوستاريكا، لأن هذه المعالم الأرضية تشكلت بالنشاط البركاني على مدى بضعة ملايين من السنين الماضية، وليس فيها صخور يعود زمنها إلى الدهر القديم.

لكن ثمة الكثير من الصخور التي تعود إلى العصر الكامبري في محاجر المناطق القارية [الأراضي الداخلية] من الولايات المتحدة الأمريكية، وتكثر فيها ثلاثيات الفصوص على نحو واضح. ولا يلزمك أن تكون عالم أحافير لترى إحداها، بل ادخل أي متجر صخور في أمريكا الشمالية، لتجد فيه ربما سلة ملأى بأحافير ثلاثيات الفصوص، وستلفي عليها على الأرجح علامة تبين أنها أحافير أقدم الحيوانات. فثلاثيات الفصوص شائعة جدًّا لدرجة أن بإمكانك شراء أحفورة ثلاثيات الفصوص ببضعة دولارات، والاحتفاظ بها في جيبك إن شئت. وفي ولايات أوهايو، وبنسيلفانيا، وويسكونسين، تعد أحافير ثلاثيات الفصوص أحافير رسمية للولاية.



الشكل 2-1: الهيكل الخارجي المنسلخ المتأحفر لثلاثيات فصوص من العصر الكامبري، واسمها: ملك إلراث Elrathia Kingii، وهي نوع شائع في تكوينات ويلر الصخرية في مقاطعة ميلارد، بولاية يوتا الأمريكية.

قفزات في السجل الأحفوري

إن من الأهمية بمكان أن نزداد علمًا بدراسة الأحافير، لكن من المهم أيضًا أن نتذكر أنها نادرًا ما تروي لنا القصة كاملة، فالسجل الأحفوري ليس سجلًّا تامًّا بالقدر الذي نتمناه. فلا تتأحفر الأشياء إلا في مجموعة شروط معينة. إن المجتمعات البحرية الضحلة التي تغلب عليها الرسوبيات تهبنا أحافير على هيئة جيدة، وبذلك نرى أن سجل حيوانات العصر الكامبري ليس سيئًا للغاية. أما المجتمعات الحشرية الحديثة، فشديدة التنوع في الغابات الاستوائية، غير أن السجل الأحفوري لا يلتقط إلا القليل من ذلك التنوع. فكثير من الكائنات تُستهلَك بالكامل أو تتحلل بسرعة بعد موتها، لذا فقد لا يكون ثمة سجل أحفوري على الإطلاق لجماعات مهمة من الكائنات. وذلك يشبه بعض الشيء ألبوم صور العائلة. فلعل والديك اشتريا عند ولادتك آلة تصوير والتقطا لك الكثير من الصور، لكنهما أصبحا -مع مرور السنوات- يلتقطانها لك بصورة متقطعة، وينشغلان أحيانًا فينسيان التقاط الصور كليةً. فأقل القليل منا لديه سجل من الصور لحياته كلها، والأحافير لها شأن مشابه. وقد تحصل أحيانًا على صور صافية جدًّا للماضي، وقد تكون ثمة فجوات كبيرة في فترات أخرى، وعليك أن تدرك بنفسك ما كانت عليه. ويفي أحد الأمثلة من العصر الكامبري بشرح هذه النقطة. فثمة أحفورة مجهرية لبطيء الخُطَا [خنزير الطحالب]، وهو حيوان صغير ظريف يبدو كأنه دمية مصغرة من دمى الدببة الصغيرة، وجدت في رسوبيات العصر الكامبري في السويد. ويعرف بطيء الخطا أيضًا باسم دب الماء، ومازال موجودًا حتى اليوم - فقد وجد في عينات مائية من خزانات المياه في النباتات البروميلية في غابات الإكوادور - لكن لم توجد هناك أحافير له. وحقيقة وجوده في مكانين، في المجتمعات البحرية الضحلة من العصر الكامبري والغابات الرطبة في عالمنا الحديث، لا تعني أن دب الماء قد نشأ مرتين، وإنما يوضح هذا لنا أن تلك الحيوانات قد نشأت في زمان مبكر من العصر الكامبري، واستمرت منذ ذاك الحين، رغم غياب السجل الأحفوري الذي يوضح ذلك.

فلا تظهر الصخور -على مر الزمن- سجلًّا للتغييرات التدريجية المنتظمة، وهي بلا شك لا تظهر أي تقدم سريع للحياة. فما تبديه الطبقات الصخرية هو سجل لأزمنة متميزة ظهرت فيها مجتمعات الحياة، وبقيت مستقرة ملايين السنين أو عشرات الملايين منها. وليس السبب الذي جعلنا نقسم أحقاب الحياة إلى هذه العصور المختلفة أننا نريد تقسيمها فحسب، وإنما لأن الطبقات نفسها تبين لنا مجتمعات متميزة للحياة، وتظهر وجوه الطبقات لنا تغيرًا سريعًا مفاجئًا، غالبًا ما يحدث بعد عشرات ملايين السنين من الركود. ولا تنشأ الحياة، في الأزمان الرغيدة، لمجرد أن لديها قابلية للتغير. فما يحصل في أزمنة الرخاء أن الأنواع الحية ومجتمعات الحياة تميل إلى وضع متوازن، متكيفةً على نحو جيدٍ مع الظروف البيئية المحيطة الموجودة، ومستمرةً بارتياح عبر فترات طويلة من الزمن. بيد أن حوادث مثيرة تقطع سجل الحياة، بين الحين والآخر، مشكلةً صدمة حقيقية للحياة، من قبيل: الأنهار الجليدية، والانجرافات القارية، والمذنبات، والكويكبات، وما أشبه ذلك. وتمر مجتمعات الحياة أحيانًا بكارثة انقراض جماعي. لكن سرعان ما تنشأ أنواع حية جديدة تحل محل تلك البائدة في كل مرة يحدث فيها تغيير، حتى يتوطد توازن جديد في الحياة. وهذا ما يدعوه الجيولوجيون: «التوازن المتقطع»، وهو مصطلح وضعه عالما الأحافير نايلز إلدريدج وستيفن جاي غولد.

التهيئة لظهور المفصليات: ما الذي أثار تفجر العصر الكامبري؟

من الملاحظات المدهشة في تاريخ الحياة، الحقيقةَ البارزة [المتمثلة] في أن الحياة على هذا الكوكب ظلت حياةً لوحيدات الخلايا لنحو ثلاثة مليارات سنة. فلماذا تأخر نشوء الحيوانات متعددة الخلايا كل هذا الأمد الطويل؟ وقد جرى افتراض جواب بسيط لذلك: إنه الأكسجين.

فقد كانت البكتيريا القديمة على مدى ثلاثة مليارات سنة، تصدر الفقاعات، فتصنع الأكسجين، وتربط ثاني أكسيد الكربون بكربونات الكالسيوم والرسوبياتِ ذات الأساس الكربوني. ومع أنها كانت تطلق الأكسجين، فلقد مر زمن طويل لم يتغير فيه محتوى الغلاف الجوي من الأكسجين تغيرًا كبيرًا. وقبل أن يتراكم الأكسجين في الهواء، تفاعل الأكسجين الحر مع الحديد ومواد أخرى في قشرة الأرض والمحيطات. فكان محتجزًا في الصخور الرسوبية، والتكوينات الجيولوجية الحديدية الشريطية، والمعادن، لملايين السنين ومليارتها. ومن جهة أخرى، سُحِبت كميات هائلة من الكربون من فائض ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وحُبِست في الرواسب الكلسية. وأثناء تلك الفترة من التكوين الجيولوجي المعدني، حل توازنٌ بالصدفة بين الشمس والأرض! فقد كانت الشمس القديمة أقل حرارة مما هي عليه اليوم، غير أن الغلاف الجوي السميك الغني بثاني أكسيد الكربون في الأرض القديمة كان بمنزلة دثار دافئ له تأثير كتأثير بيوت الاستنبات البلاستيكية. وبمرور الزمن، ومع انسحاب الفائض في ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي للأرض نتيجة العمليات الأحيائية، كانت الشمس تزداد حرارة، وبذلك بقيت الأرض مكانًا مريحًا للحياة. لكن مستوى ثاني أكسيد الكربون انخفض في نهاية المطاف، وقبل نحو 2.3 مليار سنة، انخفاضًا شديدًا، ودخلت الأرض كارثة عصر جليدي، فمرت الحياة بأول الأحداث الفاصلة الكثيرة التي ستعترضها.

وطغت الأنهار الجليدية الشاملة على المحيطات، بعد مليارات السنين من طفو تلك الأنهار الجليدية في المحيطات الهادئة الملأى بالأحماض الأمينية، ومن المحتمل أن معظم الحياة البكتيرية على الأرض القديمة قد بادت. ولعل ما نجا منها كان البكتيريا ذات الحظ الوافر، التي تعيش عند سطوح فاصلة مريحة لها، تلتقي فيها الفتحات البركانية بالماء البارد وتمتزج به. وفي أيامنا هذه، تزدهر تلك الأصناف من البكتيريا في القارة القطبية الجنوبية، والفتحات البركانية البخارية في يَلوستون، والينابيع الكبريتية الحارة. لقد كانت تلك بلا شك حالة صعبة مرت بها الحياة، لكنها حالةٌ عزلت الخلايا في بيئات دقيقة فريدة، وباعدت بين سلاسل مورِّثاتها؛ وتكفَّل الانتقاء الطبيعي [المفترض] بأن تكون الخلايا الباقية هي الخلايا الناجية بالفعل.

تدل على العصر الجليدي الشامل، الذي ربما استمر ملايين السنين، صخور الأرض في الطبقات الحديدية الشريطية، فقد تكونت هذه الطبقات عندما تراكم الحديد في المحيطات، ثم ترسب في الرسوبيات. وتلك الصخور تعلوها طبقة من كربونات الكالسيوم، مما يدل على أن العصر الجليدي انتهى فجأة بفترة من الاحتباس الحراري الشامل، عندما سحبت المعادن القارية إلى البحار، فأثارت النمو الخصب للبكتيريا في أرجاء الأرض، واندفع الأكسجين من جديد إلى الغلاف الجوي، وامتلأ العالم بالخلايا حقيقية النواة مرة أخرى.

ولعلنا نفترض أن هذه المعاناة الموشكة على الموت الزؤام كانت الصدمة اللازمة لجعل الحياة تسير في مسار أعقد، لكن الأمر لا يبدو هكذا. فقد عادت الخلايا البكتيرية إلى نمطها القديم في

العوم هنا وهناك على مدى عشرات ملايين السنين. وبعد ذلك، قبل نحو 850 مليون سنة، أدى الانجراف القاري إلى وضع كتل عظيمة من اليابسة في توزع غير مؤاتٍ قرب خط الاستواء. ومرت الأرض، مرة أخرى، بمرحلة تجمدٍ عميق لفَّها. ووصل جليد الأنهار الجليدية إلى خط الاستواء، ودام البرد الشديد ملايين السنين. وفي نهاية الأمر، تكسر الجليد، وتمتعت الحياة باستراحة قصيرة. لكن في هذه المرة تأسست دورة من العصور الجليدية، فبين 850 إلى 590 مليون سنة ماضية لم تمر الأرض بعصر جليدي واحد فحسب، وإنما عمَّها ما لا يقل عن أربعة عصور جليدية. وكان آخرها عصر فارانغر الجليدي الكبير [العصر البارد]، الذي دام 20 مليون سنة، قبل 610 إلى 590 مليون سنة، ونعته علماء الجيولوجيا بأنه عصر «كرة الأرض الثلجية».

ثم تجمعت الحياة في عناقيد متعددة الخلايا مع انتهاء كرة الأرض الثلجية الأخيرة، وتراجع الأنهار الجليدية في الأرض إلى القطبين. وظهرت سريعًا، بعد ذلك، وفرةٌ من الحيوانات الأولى في «تفجر العصر الكامبري». لكن، ما الذي حفز في النهاية حدوثَ تغييرات مثيرة في أشكال الحياة، بعد مليارات السنين من هيمنة حياة وحيدات الخلية؟ إن أبرز ما حدث أن مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي قد ارتفعت أخيرًا إلى مستويات قريبة من مستوياتها في غلافنا الجوي الحديث. والسمِّية المحتملة للأكسجين جعلت الخلايا تجتمع في عناقيد للمحافظة على سلامتها، لكن جهازًا حيويًا يحرك حياة الحيوانات ظهر في الوقت نفسه: إنه التنفس الهوائي. فلقد أصبحت الحيوانات تعيش حياة أعقد وأكثر حيوية من البكتيريا، لأن الأكسجين ألزمها بذلك، ومكَّنها منه [وهو ما نفترضه]. وقد جرت دراسة هذه العملية، من تأثير مستويات الأكسجين على نشوء الحياة، وتاريخ تغيرات مستويات الأكسجين، والبيِّنة الجيولوجية على كل ذلك، دراسةً شاملة في الكتاب الرائج الممتع لنيك لين: Oxygen. The Molecule That Made the World [الأكسجين: الجزيء الذي صنع العالَم]. لذا فلا حاجة بي إلى تكرار ما جاء فيه هنا.

ووقعت حادثة أخرى غاية في الأهمية بعد عصر كرة الأرض الثلجية الأخير: فقد تسارع الانجراف القاري، وجرت إعادة تنظيم قارات ما قبل عصر الكامبري بصورة مثيرة. ويتوقع أن معدل الانجراف القاري في العصر الكامبري كان أسرع بنحو عشر مرات من المعدل الوسطي بعد ذلك الحين. واكتسب ذلك الحدث أهميته لسببين. أولهما: أنه جعل كتل اليابسة القارية تعود إلى جوار القطبين بطريقة سريعة مفاجئة. وقد أدى ذلك إلى استقرار الكوكب بإعادة قيام دورة المناخ التي أبقت العصور الجليدية أكثر اعتدالًا. وأصبحت بعض كتل اليابسة قريبة من القطب، بطريقة أو أخرى، منذ ذلك الحين، فحفظت الأرض الحديثة من الدخول في مرحلة «الكرة الثلجية» المريعة. وثانيهما: أن ذلك كان، بالنسبة إلى حيوانات العصر الكامبري، بادرة ازدهار ورخاء؛ فمن جرَّاء ارتفاع مستويات البحار، والانجراف السريع للقارات، ظهر الكثير من الشطآن، وظهر كثير من المجتمعات البحرية الضحلة إلى جانب وفرة من الرسوبيات المعدنية. ودارت الأرض بسرعة أكبر في العصر الكامبري، وكان القمر أقرب إليها، فأدت قوى المد المؤثرة في المجتمعات البحرية الضحلة إلى دفقات سريعة من التيارات المغذية؛ لقد كان ذلك العصر مؤاتيًا للنشوء السريع لحياة الحيوانات.

الهياكل في حجرة العصر الكامبري

لقد حدث بعض أوائل أنشطة الحيوانات في الرسوبيات البحرية الضحلة. فبين أقدم أحافير العصر الكامبري ثمة «أحافير الأثر» التي لا تظهر لنا الحيوان نفسه، بل تظهر لنا آثار مسيره. وهي جحور أحفورية وافرة، يفترض أن ديدانًا بحرية قديمة قد صنعتها. وأقدم حيوان من العصر الكاريبي جرت تسميته هو ذو القدم منحنية الأثر[64]، وذلك بالاعتماد الكامل على الجحور الأحفورية، وقد سبق ظهور أي أحافير لذوات الأصداف القاسية. وبما أننا لم نعرف عن ذي القدم منحنية الأثر إلا ما تركه من أنفاق، فلا ندري على وجه اليقين إنْ كان نوعًا واحدًا من أنواع الحيوانات، أم كان أنواعًا متعددة لها عادات متماثلة. وعلى كل حال، فبإمكاننا استنتاج الشيء الكثير عن تلك الحيوانات. وبما أنها عاشت في الرسوبيات السفلى، فإننا نفترض أنها تغذت بالرسوبيات العضوية المتراكمة من حياة البكتيريا. وكانت أنفاقها طويلة، وضيقة، وذات اتجاه ظاهر، وبذلك نعلم أنها تمكنت من الحفر في الرسوبيات. ويقتضي هذا أن لها طرفًا أماميًّا وآخر خلفيًّا؛ فمًا ودُبُرًا، وجهازًا هضميًا. وبما أنها تحركت وصنعت الأنفاق، فلا بد أن لها عضلات، لذا فإن لها بَشَرة هشة تغطيها، ودورة دموية على نحو ما، بالإضافة طبعًا إلى جهاز للتنفس. والأقرب أن جسم ذي القدم منحنية الأثر كان مقسمًا إلى حلقات كالدودة، كما في الديدان العلَقية، ويفترض أن الحشرات ورثت تقسيم أجسامها إلى حلقات من أسلاف كهذه.

والطبقة التالية من صخور العصر الكامبري هي أولى الطبقات التي تحوي بقايا من أجزاء صلبة للحيوانات: أصداف صغيرة، وسيساءات، وأجزاء صلبة صغيرة يمكن أن تكون آثارًا للهياكل الخارجية الأولى، ومن الصعب إرجاعها إلى مجموعات حيوانية أحدث زمنًا على وجه اليقين. وتدعى هذه الطبقة ببساطة: «الأحافير الصَّدَفية الصغيرة» أو: «الأحافير الصَّدَفية الأولى». ومع أنه لا يعرف الكثير عن هذه الحيوانات القديمة، فإنها تعلمنا أمرًا مهمًّا. ولعلك تعلم أن البكتيريا الزرقاء [الزَّرَاقِم] تفرز كربونات الكالسيوم لتتكون صخور الأستروماتوليت. وقد نشأت الأصداف الخارجية بعملية مشابهة، فالحيوانات الصَّدَفية الأولى بنت لنفسها ببساطة أجزاء قاسية يسهل نقلها، بإفرازها فضلاتٍ تصلبت بعد ذلك. ومع نشوء عادات الافتراس عند الحيوانات، كانت الأصداف ذات منافع مباشرة. ففضلًا عن أنها غطاء يقي الحيوانات، شكلت الأجزاء الصلبة الأساسَ للأجهزة الهيكلية، فتزودت الأجزاء الهشة بجهاز عضلي. وبذلك كان نشوء الأصداف خطوة سبقت نشوء الهياكل والأجهزة العضلية المعقدة، مما أدى في النهاية إلى زيادة سرعة الانتقال من مكان إلى آخر.

وفي الطبقات التالية من صخور العصر الكامبري؛ الطبقات التي عمرها 529 مليون سنة أو أقل، تظهر لنا أحافير ما يدعى باسم: ماكروفونا[65] العصر الكامبري. وهذه الأحافير هي أولى الأحافير لحيوانات ذات هياكل كاملة وأطراف متميزة، وهي أحافير غدت وافرة بعد انتهاء العصر الكامبري. وهي بصورة عامة أحافير لثلاثيات الفصوص، ومفصليات أخرى. كما توجد نماذج لمجموعات (أو شُعَب حيوانية) أخرى يمكن تمييزها، مثل الإسفنج، والمرجان، والرخويات، والعلَق. كما أن ثمة جملة من الحيوانات الغريبة والعجيبة، لا تشبه أي شيء في وقتنا الحاضر، عاشت برهة من الزمن ثم اختفت.

وتسمع كثيرًا أن معظم شُعَبِ الحيوانات الحديثة ظهرت في العصر الكامبري. ولا يعني هذا إلا أننا نرى النماذج الأولى للمفصليات، والعلقيات، والرخويات، والشوكيات[66] [مثل نجم البحر وقنفذ البحر]، والحَبْلِيَّات [ذوات الحبل الظهري]، التي هي أسلاف ذراريها المحتملة، من المجموعات الحيوانية الحديثة. ولا يعني هذا بالضرورة أن المجموعات الحيوانية برزت فجأة إلى الوجود بتنوع يشبه من قريب أو بعيد تنوع الأنواع الحيوانية الموجود في الشُّعَب الحيوانية الحديثة. أي أن الأمر يعني ببساطة: ظهور أولى المفصليات، وأولى الرخويات، وأولى الشوكيات، وأولى العلقيات، وأولى الحبليات، في العصر الكامبري، وأن كلًّا من هذه المجموعات نما فيه تصميم أساسي لجسمه ميز شُعَبَ الحيوانات التي نراها اليوم.

النجوم اللامعة في بحار العصر الكامبري

إن المفصليات لهي قصة النجاح الحقيقي للتنوع الحيواني، مثلما تمثلها ثلاثيات الفصوص من العصر الكامبري. لقد وجدت ثلاثيات الفصوص في أقدم الطبقات الصخرية للعصر الكامبري، التي حوت أولى الماكروفونات، وعاشت في المحيطات حتى نهاية الدهر القديم، منتشرة بأنواعها على امتداد زهاء ثلاثمئة مليون سنة. لقد اكتشفنا نحو عشرين ألف نوع من ثلاثيات الفصوص، ومعظمها عاش في العصر الكامبري وأوائل العصر الأردوفيشي. ففي أواخر العصر الكامبري، بلغ تنوع ثلاثيات الفصوص ذروته بوجود نحو ستة آلاف نوع، صنفت في ثمانمئة جنس وسبعين عائلة. ومعظم ثلاثيات الفصوص أقامت على الرسوبيات السفلى الضحلة أو حفرت مساكنها فيها. ويبدو أن بعض الأنواع الكبيرة الساكنة في الأعماق كانت لها أشكال غير بالغة، فبدت على شكل عوالق بحرية. بيد أن بعض ثلاثيات الفصوص استطاعت السباحة، وبدت بعض الأنواع الصغيرة الأخرى كأنها عوالق تتحرك هنا وهناك، مع التيارات البحرية وحركة المد والجزر. ولعل عهد ثلاثيات الفصوص قد انقضى منذ زمن بعيد، إلا أن كل المفصليات الحديثة لها مظاهر مشابهة لها في شكل جسمها، وبخاصة الهيكل الخارجي المقسى، والأرجل الكثيرة متعددة المفاصل.

ولننظر في نشوء الهياكل، فمن الظاهر أن تفجر العصر الكامبري، الذي حوى زيادة سريعة في الأجزاء الصلبة، حوى ازديادًا سريعًا في تنوع الهياكل أيضًا. إن أكثر ما قيل عن حيوانات العصر الكامبري في الصحافة الشعبية ركز على غرابة أشكال هياكل هذه الحيوانات. فقد احتوى معرض وحوش العصر الكامبري كائنات غريبة مثل الهالوسيجينيا [الخابلات غريبات الشكل]، التي كانت كثيرة الأشواك والأرجل لدرجة أننا لم نعرف -لسنين كثيرة- أعلاها من أسفلها، ولا رأسها من ذيلها. لكن دعونا لا ننصرف إلى غرابة التغيرات اللاحقة. فعندما نشأت الهياكل أول ما نشأت، لم توجد إلا طريقتان ممكنتان. فإما أن يُبنى الهيكل خارج الحيوان، ليحمل الخلايا الطرية النامية في الداخل، ويحميها. أو يبنى الهيكل داخل الحيوان، ليحمل الحيوان وحسب. فبصورة أساسية يمكن أن يكون ثمة الهيكل الخارجي (على نمط ثلاثيات الفصوص) أو الهيكل الداخلي (على نمط الأسماك). ويمكن أن تجد بعض الحيوانات ذوات الهياكل الداخلية وقد حاكت أيضًا بنية المفصليات، حاملةً نوعًا من درع الجسم الخارجي، مثل: الأسماك المدرعة، والديناصورات المصفحة، وحيوانات المدرع الحديثة. لكن الهياكل تكون مبدئيًّا على نوعين: خارجي، وداخلي.

وكلا نوعي الهياكل يقدم الدعم البنيوي اللازم لاتصال العضلات والقدرة على التنقل، وهو مظهر أساسي تتسم به الحيوانات.

إن ميزة وجود هيكل خارجي ميزة واضحة، فهي تعطي الحيوان الحماية بالإضافة إلى حملها إياه. وهو السبب نفسه الذي يجعلنا ننتعل الأحذية. أما عيب الهيكل الخارجي فهو أقل وضوحًا: فالهيكل الخارجي يفرض شيئًا من القيود على الأجهزة الحسية، كما أنه يقيد النمو. ولعل المفصليات لم يكن لها جلد خارجي يجعلها تحس بالأشياء، لكن ما يعوض عن ذلك سيساء حسية تغطي الهيكل الخارجي. والنمو هو الأمر الأصعب بالنسبة إلى المفصليات، فمن الصعب عليها الاستمرار بالنمو وهي تعيش في بزة الدرع. لذا فقد نشأت عند المفصليات طرق استقلاب تمكنها بصورة دورية من طرح هيكلها القديم لينمو مكانه هيكل جديد. وهو حل مناسب، لكنه يعني أن أوقاتًا تمر عليها جميعًا تكون فيها طرية الأجسام ومعرضة للخطر مؤقتًا، حالها كحال سرطان البحر طري القشرة. ولا شك أنها في تلك المرحلة اللينة تكون أكثر عرضة لخطر المفترسات. أما الفقاريات التي لها هياكل داخلية رتيبة، فليس لها إلا ميزة حقيقية واحدة تفضلها على المفصليات. فلا حاجة بالفقاريات إلى طرح هياكلها وانتظار نمو هياكل جديدة. فمدة نمو الفقاريات مستمرة لا انقطاع فيها. وبالطبع ثمة عيب خطير لدى الفقاريات في أن سطحها الخارجي معرض باستمرار للمفترسات والعوامل البيئية، لذا تحمي الفقاريات أجسامها المكشوفة وتعوض الهيكل الخارجي بالقشور، والمخاط، وصفائح الدروع، والريش، والفرو [لأصناف الحيوانات]، وبنطال الجينز [للإنسان]. إننا نحمي أنفسنا اليوم في أصدافٍ معدنية قاسية؛ سياراتٍ تحرق الكثير من الوقود الأحفوري.

ودعني أقدم لك افتراضًا بسيطًا بالنسبة إلى شكل الحيوان: إن الهيكل الخارجي لهو الأفضل له. ولا شك أنَّ من المرجح نموه أولًا، فمن الأفضل تحويل النواتج الثانوية السامة المفرغة إلى الخارج بدلًا من حفظها في الداخل، ومن الواضح أن الراجح جدًّا نجاح ذلك لما يجلبه من المزايا الدفاعية المباشرة. وما عليك إلا أن تنظر في التنوع الواسع لأنواع ثلاثيات الفصوص التي عاشت في نهاية العصر الكامبري، وتقارنها بالبيكايا المختبئ في الرسوبيات، ثم انظر في عالمنا الحديث، حيث لا تؤلف جميع أنواع الفقاريات بمجموعها إلا نسبة صغيرة من تنوع المفصليات الهائل الواضح. ويمكن قياس النجاح بطرق مختلفة، فدائمًا ما نفتخر بأدمغتنا المتأمِّلة الكبيرة، لكن علينا أن نتأمل بهذه الأدمغة في اللااحتمالية المطلقة لوجودنا، وتعرضنا الدائم للخطر عبر العصور. أما الحشرات المتواضعة فلا يمكنها التأمل في مقياسها الخاص للنجاح، وهو: الهيمنة العددية لأنواع المفصليات عبر كل عصور حياة الحيوان. ولو حدث ذلك على كوكب آخر، فيبدو لي من غير المحتمل إلى حدٍّ بعيد أن تنمو فيه أولًا كائنات طرية الأجسام ذات هيكل داخلي، أو تنجح بالحياة على المدى الطويل. أما الكائنات ذات الغطاء القاسي والهيكل الخارجي، فالغالب بكل تأكيد أن تكون لها الأفضلية على مر الزمن، في معظم المنافسات بينها وبين الكائنات طرية القشور.

وإذا عدنا لننظر في أوائل أحافير الأثر [الآثار غير العضوية التي تركتها الحيوانات] من العصر الكامبري، وهي جحور الديدان، فسنعلم أن حتى هذه الحيوانات البسيطة يمكنها حفر الأنفاق في الرسوبيات. ونحن لا نفترض أن لها أرجلًا بعدُ، لأننا لم نجد أحافير لآثار أقدامها. فكيف كانت تتحرك إذًا؟ علينا أن نفترض أن لها عضلات منتظمة في حلقات جسمها، مكنتها من تقليص جسمها

وهزه، مثلما تفعل ديدان الأرض اليوم. إن تقسُّم الجسم إلى حلقات شكل شائع من أشكال الأجسام، بيد أنه شكل قديم كذلك. وكل الحشرات الحديثة هي حيوانات مقسَّمة إلى حلقات، ومن هنا جاء اسم «حشرة» بالإنكليزية الذي يعني باللاتينية «حيوان مقسم إلى حلقات»[67]. غير أن هذه الخاصية لا تتفرد بها الحشرات، فهي سمة وجدت عند كائنات قديمة. فقد كانت جميع المفصليات، ومنها ثلاثيات الفصوص، كائنات مقسمة إلى حلقات، وكذلك الكائنات الأبسط منها، مثل الديدان العلقية. ولعل ذلك الكائن الناقب القديم ذا القدم ملتوية الأثر كان -كذلك- مقسمًا إلى حلقات، وذلك بالتحديد لأنه تمكن من حفر الأنفاق، دون أن تكون له أرجل ظاهرة.

إن أصول التقسُّم إلى حلقات موجودة بصورة واضحة في الحيوانات متعددة الخلايا الأولى. فبينما أصبحت الخلايا الوحيدة مجموعاتٍ متعددة الخلايا ببناء خلايا مماثلة لها، غدت الكائنات متعددة الخلايا الأولى مقسمة إلى حلقات، ببناء ترتيبات خلوية مماثلة لها، والارتباط معها بسلسلة. والتقسُّم إلى حلقات سمة ممتازة للحيوانات، لا لأن مكوناتها تكون سهلة البناء والارتباط فيما بينها، وإنما لأن صدمتها خفيفة عند فقدانها جزءًا من جسمها بعد حادث ما كذلك. وإذا كنت قد شاهدت فيلم الخيال العلمي The Core [النواة؛ وهو يحكي رحلة إلى باطن الأرض لصنع تفجيرات نووية تحث نواة الأرض على الدوران من جديد]، فلعلك تتذكر منه المثال التالي: استخدم المستكشفون مركبة متعددة الأقسام للسفر إلى أعماق الأرض، وفقدوا أجزاء منها في طريقهم، لكن النجاة كانت من نصيبهم. وثلاثيات الفصوص، والحشراتُ عامةً، يمكنها أن تفقد أجزاء من جسمها وتنجو بحياتها بصورة أسهل مما نستطيعه نحن.

ولا شك في أن الأجزاء الهيكلية الأولى كانت على السطح الخارجي لأجسام الحيوانات. وكما ذكرتُ لتوي، فيبدو أن من المنطقي تحويل الفضلات إلى الخارج بدلًا من مراكمتها في الداخل. وإذا نشأ كائن قديم يشبه الدودة بهيكل خارجي قاسٍ، فليس من المنطقي إلا أن يتشكل ذلك الهيكل في صفائح مقسَّمة، مثلما هي حال المفصليات جميعًا، فقد كانت لها حلقات مقسَّمة مع العضلات. ولا يمكن الوصول إلى مرونة الجسم إلا بأن تبقى الأجزاء المقسَّمة مرنة، مع أغشية عند حوافها. ولو كان لها هيكل خارجي قاسٍ بالكامل لكان ذلك بلا فائدة، وكان تكيفًا مَعِيبًا، لأن الكائن ذا الهيكل القاسي بالكامل، لن يستطيع التنقل البتة.

والخاصية الفريدة الأخرى للمفصليات، أو الأساس الآخر لنجاحها، هي أرجلها متعددة المفاصل. ولنتخيل للحظة طبقًا شهيًّا من أرجل سرطان ألاسكا الملك[68]؛ إنها الأرجل المفصلية في الأصداف القاسية، والخاصية التي تحدد المفصليات وتميزها، وهي ما نراه في حشرات اليوم. فنحن نعني بالمفصليات: مفصليات الأرجل.

وثمة دلائل متعددة بين أحافير العصر الكامبري على أصل الأرجل. فبعض الديدان العلقية الأولى من العصر الكامبري، مثل دودة بورغيس الشعرية[69]، لها شَفْعٌ من النتوءات القصيرة على كل حلقة من حلقاتها. وليست هذه الزوائد متصلة بمفاصل، بل هي زوائد ذات شعيرات طويلة. ومن

الواضح أنها لم تكن أرجلًا لتلك الدودة، لكنها مع ذلك مفيدة لها في تنقلها. وحتى في أبسط الديدان، فإن أصغر شَفْعٍ من النتوءات المقطعة لا بد أنه يحسن من أمر الاحتكاك بالطبقة التي تتحرك عليها الدودة، كما أن تلك النتوءات تفيدها في عمليات النقب التي تقوم بها. وقد ظهرت الزوائد مزدوجة اثنتين اثنتين، شَفْعٌ لكل حلقة، وذلك ببساطة لأن معظم حيوانات العصر الكامبري كان لها تناظر ثنائي الجانب. فإذا قطعنا إحداها على طولها فسنحصل على نصفين متشابهين، كأن أحدهما صورة المرآة للآخر.

ولا تظهر الأرجل المفصلية في ثلاثيات الفصوص فحسب، وإنما هي موجودة كذلك في مجموعة من مفصليات العصر الكامبري الأخرى، التي مازال بعضها بلا اسم حتى الآن. فكانت هناك الكائنات متعددات الحلقات متعددات الأرجل؛ التي تماثل الدودة الألفية أو أمات أربع وأربعين؛ لكنها عاشت في المحيطات. وكانت ثمة مفصليات صغيرة الأصداف يبدو أنها قشريات مبكرة، سبقت جراد البحر والقريدس. كذلك كان ثمة السرطان الناسك[70] بطول أربع بوصات [10.16 سنتيمترات]، وله درع مصفحة، وهو كائن مائي ربما انحدرت منه العقارب والعناكب. إلا أنه لم تكن ثمة

الشكل 2-2: دودة ألفية بيضاء الأرجل، تُظهر بعض خصائص المفصليات: هيكل خارجي، والتقسم إلى حلقات، وأزواج من الأرجل المتمفصلة. (الصورة من كيفين مورفي).

حشرات بعدُ. لكن كيف كان لأي من هذه الكائنات أرجل مفصلية؟ من المحتمل أن ذلك جرى بالطريقة نفسها التي حصلت بها الحيوانات الطويلة الهزيلة على حلقاتها. فالرجل الطويلة بلا مفاصل هي رجل غير مرنة وفائدتها محدودة. وأي نظام لمفاصل الأرجل سيكون مفيدًا جدًّا، فهو يعطيها المرونة، والقدرة على معالجة الأشياء التي يمكن أن تكون طعامًا لها. ومثلما يبين لنا تاريخ المفصليات، فيمكن لهذا الشكل البسيط للأرجل أن يتحوَّر بسهولة إلى مجموعة مذهلة من الأشكال والوظائف. فالحشرات تستخدم أرجلها للمشي، والجري، والوثب، والقتال، وجمع الطعام، وتذوقه، والعناية بأجسامها، والسباحة، والحفر، وغزل الحرير، والتزاوج، وإصدار الأصوات، وحتى في سماع الأصوات. فالجنادب الأمريكية لها آذان على أرجلها.

صعود آل ثلاثيات الفصوص واندثارها

إذا كانت المفصليات بتلك العظمة، فما الذي حصل لثلاثيات الفصوص؟ إن فهمنا مصير ثلاثيات الفصوص لن يشرح لنا فحسب سبب صعود عالم ثلاثيات الفصوص واندثاره، وإنما سيكشف لنا أيضًا أمرًا على قدر أساسي من الأهمية بشأن بيولوجيا المفصليات، سيعيننا لاحقًا في تفسير صعود الحشرات ونجاحها، وهي على كل حال القريبات البعيدات لثلاثيات الفصوص. لم تأت الحشرات مباشرةً من الأسلاف ثلاثيات الفصوص، بل هي أشبه بقريباتها البعيدات. فكما سنرى، يعود نجاح الحشرات في جزء منه إلى أنها لم تكابد بعض المشكلات التي كان من الصعب على ثلاثيات الفصوص تجاوزها.

وقد ذكرت سابقًا أن تنوع أنواع ثلاثيات الفصوص ازداد باطراد في العصر الكامبري، وبلغ أوجه في نهاية ذلك العصر. ومع مستهل العصر الأردوفيشي، بدأ تنوع ثلاثيات الفصوص بالانحدار، واستمر بالهبوط حتى العصر السيلوري. وبنهاية العصر البيرمي كانت قد انقرضت جميعًا. فما الذي أدى إلى سقوط ثلاثيات الفصوص؟

لم تكن علامة بدء العصر الأردوفيشي أحداثًا بيئية كارثية، بل التغيرات البارزة في مجتمعات الكائنات الحية. فقد ظهرت أصناف جديدة ومختلفة من الكائنات في البحار الضحلة، واختفت الكثير من حيوانات الكامبري شديدة الغرابة، مثل الهالوسيجينيا، التي اختفت إلى الأبد. ومن وجهة نظرنا، يحدد العصر الأردوفيشي زمن ظهور تنوع الأسماك وبدايته، والأسماك هي أولى الفقاريات على كوكبنا ولها خصائص هيكلية شاملة، لذا فإن العصر الأردوفيشي غالبًا ما يذكر بأنه عصر الأسماك الأولى.

ونعود هنا إلى تفكيك شيء من أسطورة مركزية الإنسان، فنحن لم نذكر الأسماك الأولى لأنها هيمنت على مجتمعات الحيوانات، وإنما نذكرها لأنها من أسلافنا الفقارية القديمة، ونفترض أن ظهورها لا بد أن يكون حدثًا تاريخيًّا من وجهة نظر الإنسان. فحقيقة الأمر أن الأسماك لم تسبب تغييرات كثيرة جدًّا أو سريعة جدًّا، كما أن الأسماك لم تكن المجموعة الحيوانية الأكثر تنوعًا، أو

المجموعة المهيمنة، في العصر الأردوفيشي. ومع أن ثلاثيات الفصوص أخذ تنوعها بالانحدار في العصر الأردوفيشي، فإنها ظلت تفوق الأسماك بأعداد ضخمة في هذه الـ 62 مليون سنة. وفي منتصف العصر الأردوفيشي هبط تنوع ثلاثيات الفصوص إلى نحو خمس وثلاثين عائلة، ولم تكن ثمة إلا خمس عائلات للأسماك. وفي الوقت نفسه، كان ثمة نحوُ خمسين عائلة من رأسيات الأرجل [شبيهات الأخطبوط]، وهي حبَّاريَّات مفترسة كبيرة ذات صدفات ملتفة. وجدير بنا أن نضم العصر الأردوفيشي إلى العصر الكامبري، وندعو مجموعهما: «عصر ثلاثيات الفصوص». أو إذا أردنا أن نظهر التغيرات الحاصلة في مجتمعات الأحياء، فعلينا أن ندعوه: «عصر رأسيات الأرجل». بيد أن لفت الانتباه إلى ظهور الأسماك الأولى ليس إلا إظهارًا لغرورنا[71]، ولو أننا نظرنا في مجتمعات العصر الأردوفيشي الأولى، لرأينا بعدُ الكثير والكثير من ثلاثيات الفصوص، لكننا لن نرى الكثير من الأسماك.

وما حدث بالفعل بعد ذلك، أن بعض سلالات البيكايا الصغير نبتت لها غلاصم وزعانف، وأخذت تسبح. لقد مرت ملايين السنين بين أحافير البيكايا الأولى وظهور الأسماك، لذا لا بد لنا أن نفترض أنه على الرغم من الهشاشة التي كان عليها ذلك الكائن الصغير الوضيع، فقد أسس طريقة في الحياة مكنته من النجاة ملايين السنين بين مجتمعات مفصليات أواخر العصر الكامبري. وبعد ذلك، عند بداية العصر الأردوفيشي، ومع ظهور الأسماك، لم يعد ثمة أي أثر للبيكايا الصغير، ولم نعد نرى ديدانًا صغيرة طرية ذات قُرْدود أو فقار. فلعل ذرية البيكايا تحولت بأكملها إلى أسماك! أو لعل سلالاتها التي أصبحت أسماكًا انقلبت انقلابًا كاملًا فالتهمت آخر البيكايا في هذا الكوكب!

وبما أن بدء انحدار ثلاثيات الفصوص تزامن مع ظهور الأسماك، يأخذنا الظن إلى أن الأسماك كان لها دور مهم في زوال ثلاثيات الفصوص، ولعلها كانت عاملًا مساهمًا في زوالها، لكن من الواضح أن التغير لم يحدث بسرعة كبيرة، فقد بدأ تنوع ثلاثيات الفصوص بالانحدار بعد العصر الكامبري، بيد أنها لم تنقرض تمامًا حتى نهاية العصر البيرمي؛ أي بعد نحو 250 مليون سنة. وكان تنوع الأسماك يزداد ببطء. وفي البداية، كانت الأسماك بلا فكين، ولا شك في أنها كانت ترتشف طعامها في الرسوبيات. وبعد عشرة ملايين سنة كانت للأسماك أسنان ساحقة للعظم تحطم بها الأصداف. واحتفظت ثلاثيات الفصوص بميزتها في الهياكل الخارجية القاسية، فلم تكن تتعرض لخطر المفترسات إلا في أثناء طور العوالق الصغيرة الذي كانت تمر به، وفي أثناء طور الانسلاخ حين تكون صدفتها الجديدة طرية. [وانتقالًا] من العصر الأردوفيشي إلى العصر البيرمي كذلك، حينما كانت ثلاثيات الفصوص في سقوطها التدريجي، اطَّرد تنوع عائلات الحبَّاريَّات رأسيات الأرجل أكثرَ بكثير من تنوع الأسماك، وكانت القشريات البحرية في مرحلة صعود. كما وُجد مفترس آخر من مجموعة المفصليات ظهر أولَ مرة في أواخر العصر الكامبري؛ إنها عقارب البحر عريضة الجانب [أو اختصارًا: عقارب البحر]. وكانت لتلك المخلوقات العدائية مخالب كبيرة تسحق الدروع، فلعلها استهلكت ثلاثيات الفصوص الكبيرة بكفاءة أكبر بكثير من الأسماك ورأسيات الأرجل، التي ربما استهلكت كميات أكبر من عوالق ثلاثيات الفصوص. وفي النهاية، ربما أسهمت ثلاثيات الفصوص نفسها في زوال أنواعها عندما خرج منها نوع مفترس. ففي العصر الأردوفيشي،

ظهر مفترس ضخم هو ثلاثي الفصوص متماثل الطرفين[72]، تراوح طوله بين 16 بوصة و28 بوصة [بين 40.64 سنتيمترًا و71.12 سنتيمترًا]. وقد جرى نعت هذا الوحش الضاري بأنه «تيرانوصور العصر الأردوفيشي»، وأعلن رسميًّا أنه أحفورة الولاية في أوهايو. وهكذا، ومع أن ازدياد وطأة الافتراس ربما[73] كان عاملًا في سقوط ثلاثيات الفصوص، فمن الواضح أن الأسماك لم تكن السبب الرئيس في انهيارها، ولعل الأسماك لم تكن المفترس الغالب لثلاثيات الفصوص.

ولِنفهمَ بحق السبب الذي أدى إلى تلاشي ثلاثيات الفصوص، علينا أن ننظر فيما هو أبعد من المفترسات، فنسبر بعض الجوانب البيولوجية في ثلاثيات الفصوص. وقد درست دانيتا برانت، وهي اختصاصية في بيولوجيا ثلاثيات الفصوص من جامعة ولاية ميتشيغان، عملياتِ الانسلاخ لدى ثلاثيات الفصوص، ولعلها كشفت عن دليل مهم فيما يخص اضمحلالها. وبخلاف ما يبدو من أن أساس النجاح الأولي لثلاثيات الفصوص كان في درعها الخارجي، فإن درعها الخارجي حمل ربما سر أفولها، وتلك من المفارقات. وعلى الرغم من أن ثلاثيات الفصوص كانت من أوائل الكائنات التي نما لها هيكل مفصليات، فيبدو أن معيشتها فيه لم تبلغ مبلغ الإتقان.

درست دانيتا كذلك أحافير ثلاثيات الفصوص غير البالغة، التي ماتت في أثناء عملية الانسلاخ، فوجدت أن ثلاثيات الفصوص ليست لديها طريقة منتظمة، أو فعالة على نحو جيد، في سلخ هيكلها. وبالمقابل فإن المفصليات الحديثة، مثل الحشرات، متمكنة في فن التخلص من هياكلها، بما نشأ عندها من غرزات الانسلاخ: وهي خط واهن على امتداد الجانب العلوي؛ يمكِّنها من «فتح سحَّاب» الهيكل القديم. ولا ينسلخ هيكل الحشرات إلا بعد أن يكون لدى الحشرة مواد أعيد تدويرها على نحو واسع من الهيكل القديم، ويجري بناءالهيكل الجديد المرن تحته. وسرعان ما يقسو الهيكل الخارجي، عند الحشرات، مما يمكنها من استعادة وظائفها الطبيعية في غضون بضع ساعات. وبخلاف ذلك، فإن ثلاثيات الفصوص تفتقد إلى هذين الابتكارين. وعملية كسر الهيكل القديم والخروج منه بدت عملية غير منتظمة، حتى إنها حدثت في بعض الأنواع بطرق مختلفة، وكانت ثمة حوادث موت كثيرة في أثناء هذه العملية. ومما زاد المشقة على ثلاثيات الفصوص المدة الطويلة من التعرض إلى الخطر بعد الانسلاخ. ويبدو أنها افتقرت إلى طريقة فعالة لإعادة تدوير المواد الهيكلية، فكانت بحاجة إلى انتظار نمو هيكل قاسٍ جديد بعد كل انسلاخ. وربما دامت مدة الضَّعف هذه أيامًا بعد الانسلاخ، أو حتى أسابيع.

كما درست دانيتا معدل نجاة ثلاثيات الفصوص بحياتها حسب أساليب التقسُّم في حلقاتها وأشكال حبالها الشوكية. فوجدت أن ثلاثيات الفصوص ذوات الحلقات الأقل والحبال الشوكية الأقل تعقيدًا كانت أنجح في الانسلاخ، والبقاء على قيد الحياة عمرًا أطول من غيرها. ولم تساعد دراسة دانيتا في تفسير سقوط ثلاثيات الفصوص فحسب، وإنما فسرت كذلك النجاح العظيم الذي وصلته مجموعات مفصلية أخرى، من قبيل القشريات والحشرات. فللمفصليات كلها درجات مختلفة من اندماج حلقات أجسامها، وتدعى عملية نشوء الحلقات: المقاسَمة[74]. والنمط العام الذي يشاهد في مجموعة المفصليات كلها هو أن أسلاف متعددات الحلقات اندمجت حلقات من أجسامها لتكوين أقسام وظيفية، أو أَقْسِمَاء[75]، والمفصليات التي لها أشكال أقل تعقيدًا في جسمها كانت أنجح في

الانسلاخ، ولذلك استمرت بالحياة عبر العصور الجيولوجية. وعلى الرغم من أن تنوع ثلاثيات الفصوص صعد في أوائل العصر الكامبري عندما نشأت لدى جميع الحيوانات أشكال من الهياكل لأول مرة، فقد بدأت ثلاثيات الفصوص بالانحدار في نهاية العصر الكامبري، حينما أخذت مفصليات أخرى من قبيل القشريات وكثيرات الأرجل ذوات الأرجل المتعددة تنمو لديها أساليب أكفأ في الانسلاخ، وحينما ظهرت المجموعات المفترسة الجديدة آنذاك؛ من الأسماك، والرخويات، وعقارب البحر، في مياه البحار.

أصبحت لديك الآن صورة عن الحياة في البحار الضحلة القديمة، حتى ما يقرب من 444 مليون سنة خلت. لقد كانت المفصليات، خاصة الأشكال المختلفة من ثلاثيات الفصوص، تتحرك هنا وهناك في الرسوبيات، أو تجدف داخل الماء الهادئ، أو تطفو على سطحه. واستمر تنوع حيوانات الحباريات ذوات الأصداف، والأسماك، وعقارب البحر، والقشريات، أكثرَ فأكثرَ في تناول الأطايب من ثلاثيات الفصوص في مراحل انسلاخها الضعيفة. وتقدمت الحياة، بعد ذلك، وفي العصر السيلوري، تقدمًا لم يسبق لها أن وصلته من قبل، لأكثر من 3 مليارات سنة من تاريخ الأرض، فقد وصلت الحيوانات أخيرًا إلى اليابسة. ونمت النباتات متطلعةً إلى الشمس. وتوطدت المنظومات البيئية. فما الذي أدى إلى هذا التغيير المثير؟

الفصل الثالث:

الوصول إلى اليابسة في العصر السيلوري

الجمال موجود في كل الأشياء، لكن لا يستطيع كل الناس رؤيته.

مجهول (حكمة اليوم)

لو كانت القوة والحجم أهم الأشياء، ما خاف الأسد من العقرب.

(حكمة أخرى)

يذكر الناس الذين في عمري جيدًا ما حدث في شهر يوليو سنة 1969، عندما مشى الإنسان أولَ مرة على سطح القمر. فقد كنا نرى في ذلك الحدث حدثًا تاريخيًّا مهمًّا، ولذلك ما يبرره. فلأول مرة فيما يقرب من أربعة مليارات سنة، وضع أفراد من نوع حي من الأرض أقدامهم في مكان مختلف كليةً؛ مكانٍ بعيد جدًّا وغير ملائم للحياة بسهولة، إذ كانت صعوبات البقاء فيه على قيد الحياة عظيمة، حتى في تلك الزيارة القصيرة. وكانت حالي كحال كثيرين من أبناء جيلي وقتذاك، فأنا أذكر جلوسي أمام تلفازنا ذي الحبيبات بالأبيض والأسود، منتظرًا أن ينزل نيل أرمسترونغ من سُلَّمه ليطأ سطح القمر الرمادي المغبر. وبالنسبة إلى القارئ الذي لا يعرف معنى مصطلح «تلفاز بالأبيض والأسود»، فإن من الجدير بالملاحظة أيضًا أننا أنجزنا هذا العمل البطولي [في الصعود إلى القمر] في وقت كان معظم المشاهدين على الأرض يشاهدونه بشاشات دون ألوان. لقد كانت آثار حذاء أرمسترونغ راسخة جدًّا في روح ثقافتنا، وأراهن أن باستطاعتك رسم صورة تلك الآثار. فقد رأيناها مرة بعد مرة، في الكتب، والمجلات، والملصقات الإعلانية، والتلفاز.

وأنا أفترض أن ثمة يومًا آخر في تاريخنا، قد ضاع في غياهب الزمن، عندما كانت مجموعة أخرى من آثار الأقدام، التاريخية على حد سواء، تصوغ شكلها. غير أننا قليلًا ما نحتفي بذلك اليوم أو نسمع به في نشرات الأخبار. وقد حدث ذلك قبل 443 مليون سنة أو أكثر، وكان، كمثل الانفجار العظيم أو انفجار مُستعِرٍ أعظم، حدثًا استثنائيًّا؛ إنها اللحظة التي خطا فيها كائن حي، أو حيوان، أولَ مرة على سطح اليابسة.

لقد كانت تلك الخطوات على اليابسة أعظم بكثير من الذهاب إلى القمر، فلأول مرة تخرج الحيوانات من المحيطات وتتحرك باتجاه اليابسة! وكانت اليابسة الجافة قاسية ووعرة. احتاجت تلك الحيوانات إلى بنية كالمركبة تمكِّنها من القيام بهذه الرحلة، أي: جهاز هيكلي قادر على احتمال إجهاد بيئة اليابسة، وجهاز تنقل قادر على حملها إلى هناك والعودة بها. كما أنها احتاجت إلى أجهزة دعم الحياة، الضرورية لبقائها حية، أي: وقاية سطح أجسامها من الإشعاع الشمسي، بالإضافة إلى وقايتها من ارتفاع درجات الحرارة الشديد أو انخفاضها الشديد، وحمايتها من نقص الارتواء بالماء، و[وجود] جهاز تنفسي قادر على العمل في البيئة الغازية وكذلك السائلة. وأخيرًا، احتاجت إلى سبب يدفعها إلى الذهاب إلى هناك، فقد كانت الحياة مريحة جدًّا لها في المحيطات لزمن طويل جدًّا. فما العوامل التي دفعت الحيوانات إلى التحرك إلى ما يبدو أنه مكان لا يلائم حياتها البتة؟

خطوة صغيرة واحدة للمفصليات

عادة ما يُنظر إلى قصة توطُّن الأرض أنها قصة العصر السيلوري، قبل 444 إلى 419 مليون سنة. وثمة بيِّنة على أن بعض الأشياء الحية ربما كانت على اليابسة في ذلك الحين. حتى إن ثمة جدلًا بشأن ما يعنيه قولنا: على «اليابسة»، وسنعود إلى تلك النقطة. ويكفي القول إن العصر السيلوري كان أول عصور الحياة التي وجدنا فيها بينة أحفورية وافرة لكل من حيوانات اليابسة ونباتاتها. وفي نهاية هذا العصر، شكلت تلك المجموعاتُ المنظوماتِ البيئية على اليابسة، أو أراضي الأهوار الرطبة على تخوم اليابسة في أقل تقدير. ومع ذلك كانت تلك المنظومات البيئية البسيطة -بلا شك- سبب صعود كل مجتمعات الحياة المعتمدة على اليابسة فيما بعد.

ويفاجئني كم يساوي الناس بين كلمتيْ: «حيوان» و«فقاريات»، فلقد قرأت مؤخرًا وبالمصادفة مقالة ادَّعت أنها عن «أول حيوانات اليابسة»، لكنها كانت مقالة عن السمكة الرئوية [السمندر]. ولنوضح نقطة معينة غاية في الوضوح: المفصليات حيوانات، وكانت أولى ما رفعت أرجلها الصغيرة وخطت على اليابسة، وذلك في أوائل العصر السيلوري على أقل تقدير. وكانت المفصليات مجهزة أحسن التجهيز للقيام بتلك الرحلة، فلديها الترس الواقي (الهيكل الخارجي) اللازم لها، ولديها جهاز الانتقال (الأرجل ذوات المفاصل) منذ سنوات العصر الكامبري. أما أسلافنا من الأسماك الرئوية الكسولة، البليدة، المتثاقلة، الغروية، فلم تتدبر أمرها في الزحف إلى اليابسة حتى وقت ما في العصر الديفوني، أي بعد 40 مليون سنة كاملة من صعود المفصليات إلى اليابسة. وحقيقة أنها كانت قادرة على ذلك أصلًا هي حادثة لها شروط، تتطلب تصادف أن سمكةً ما قد نمت عندها بنية عظمية وافية في غلاصمها، لتتمكن من حمل وزنها الكبير على اليابسة؛ إنها مصادفة أخرى في التاريخ! ولولاها لما كان أحد من فقاريات اليابسة على سطحها. ومرة أخرى نقول: إن محض وجودنا في هذه القصة ما هو إلا أمر معجز.

لكننا أحفاد الأسماك الرئوية الذين يكتبون كتب التاريخ، مثلما أشار الرسام الساخر لاري غونيك ببراعة. ومن الضروري، مرة أخرى، الإشارة إلى الانحياز الدقيق إلى مركزية الإنسان التي صنعناها في تاريخ الحياة، وذلك ببساطة عبر تذكر أن العصر السيلوري كان «عصر توطُّن اليابسة». فنحن نصرف النظر، عفويًّا وبلا مبالاة، عن الحقيقة الباهرة في أن الفقاريات لم يكن لها دور في هذه المسرحية. فلعشرات ملايين السنين استمر أسلافنا في السباحة في مياه البحار، والآن

تأتينا الجرأة التي تجزم القول بأن المسرح إنما أعد لنا بطريقة أو أخرى. لقد سارت الحياة أفضل السير على اليابسة، عشرات ملايين السنين، دوننا، ولعلها تبقى كذلك بيسر وسهولة إلى الأبد.

وعندما ندعو العصر السيلوري عصر توطن اليابسة، فنحن نصرف الانتباه على نحو دقيق، كذلك، عن المنظومة البيئية الرئيسة الأخرى: البحار. إننا نمجد توطن اليابسة ببساطة لأنها خطوة ضرورية في العملية المفضية إلى نشوء البشر. إلا أن الأخبار الصحيحة القادمة من العصر السيلوري تقول إن التنوع المجيد للحياة إنما كان في البحار، فالعصر السيلوري يحدد زمن أولى الشعاب المرجانية. ولم تكن تلك الشعاب تتألف من المرجان كحالها اليوم، بل كانت تتألف من الأنواع المرجانية القديمة المغضَّنة والمسطحة، التي انقرضت فيما بعد. كما أن ثلاثيات الفصوص لم تنقرض بعد، فمازال ثمة الكثير منها آنذاك، إلى جانب أعداد الآمونيَّات[76] من الحبَّاريات ذوات الأصداف، وعضديات الأرجل[77]، وأنواع من الأسماك. وكانت هذه الأسماك غالبًا بلا فكين، إلا أن العصر السيلوري حوى كذلك أولى الأسماك ذوات الفكين، وكانت فيه أولى الأسماك مصفحة الدروع التي تدعى «ذوات الصفائح»[78] - بطول يصل إلى نحو ثلاثين قدمًا [9.14 أمتار]، ووجدت فيه أولى أسماك المياه العذبة، التي كانت بلا فكين أيضًا. وقبل أن نعود إلى اليابسة، علينا أن نقر بأن الذروة الحقيقية للنظم البيولوجية في ذلك العصر – أي ذروة تنوع العصر السيلوري وتعقيد المنظومات البيئية - بقيت هناك في البحار. وربما توجب علينا أن ندعو العصر السيلوري باسم: «عصر أولى الشعاب المرجانية».

وعلى الرغم من أن كثرة أنواع ثلاثيات الفصوص كانت في هبوط، فإن بعض أنواعها الباقية بدت شائعة جدًّا في المنظومات البيئية للشعاب المرجانية في العصر السيلوري. ومن ثلاثيات الفصوص التي توافرت خاصة كان ذو الأهلَّة[79]، الذي يُحتفى به اليوم أنه أحفورة الولاية في ويسكونسن. وفي العصر السيلوري، كان ما نعرفه اليوم باسم ولاية ويسكونسن موجودًا جنوبيَّ خط الاستواء، ومغطىً كليةً بالبحار الضحلة الزاخرة بثلاثيات الفصوص. وبسبب تلك البحار الدافئة القديمة، فإن التكوينات الكلسية لجنوبي ويسكونسن تتخللها طبقات من ثلاثيات فصوص العصر السيلوري، والرخويات، وعضديات الأرجل، والمرجان. بيد أن ثلاثيات الفصوص ذوات الأهلة في ويسكونسن كانت تقتات في الأعماق، وامتلكت القدرة على الالتفاف في شكل كرة، لتحمي نفسها من المفترسات؛ وهو سلوك دفاعي ربما أسهم في استمرار بقائها.

وليست ولاية ويسكونسن الوحيدة التي تكرم حيوانًا من العصر السيلوري، فقد أعلنت ولاية نيويورك أن أحد عقارب البحر، ونعني عريضَ المجداف، هو الأحفورة الرسمية لها. وقد عاشت عقارب البحر من العصر الكامبري حتى العصر البيرمي، مدةً وصلت إلى 250 مليون سنة. وعلى الرغم من أنها بدأت في البحار، فإن بعضها سكن مواطن المياه قليلة الملح والمياه العذبة. ويعرف عن عقارب البحر أنها ربما كانت أكبر المفصليات التي عاشت على الإطلاق. وبعض أنواعها الكبيرة نمت فوصل طول جسمها الضخم إلى سبع أقدام أو ثمانٍ [2.13 م أو 2.44 م]. ولم تكن هذه الحيوانات عقارب حقيقية بل أشبه بنموذج مفترس من سرطان حدوة الحصان [سرطان المِجَنّ]

الحديث، فقد نما لها ذيل طويل حاد يشبه الشوكة - ومنه جاء اسمها «عقارب البحر» - لكن لا دليل على أنها كانت تلدغ. وكانت لها أرجل شوكية طويلة تمسك بها فرائسها، وبعضها له مخالب كالكمَّاشات. وبذلك، فلعلها أولى المفترسات التي استطاعت أن تتغذى بكفاءة بقاسيات الأصداف من ثلاثيات الفصوص وعضديات الأرجل.

وقد اكتشف أكثر من 300 نوع من أنواع العقارب البحرية في جميع أنحاء العالم، غير أن أحافير ولاية نيويورك تبقى ذات أهمية خاصة. فأول ما اكتشف من عقارب البحر اكتشف سنةَ 1818 في الطبقات الصخرية من العصر السيلوري في تلك الولاية. فقبل نحو 420 مليون سنة، كانت المنطقة الممتدة بين مدينتي بوكيبسي وبوفالو [في ولاية نيويورك] مغمورة كلها بالبحار الضحلة من العصر السيلوري، ولذلك فإن التكوينات الصخرية فيها ممتلئة للغاية ببقايا عقارب البحر، حتى دعي ذلك الإقليم باسم: «مقبرة عقارب البحر». ولا شك في أن هذه الكائنات كانت من أكثر القاطنين إثارة في الشعاب المرجانية للعصر السيلوري.

وكانت عضديات الأرجل أقل من ذلك إثارةً، لكنها أوفر وأشد تنوعًا بكثير، فقد نشأ منها نحو ثلاثين ألف نوع في المحيطات القديمة. واسمها الشائع - أصداف القنديل - إنما جاء من أن صدفات بعض عضديات الأرجل تشبه القنديل الروماني القديم، كما أنها تشبه محار الزلفيات، إلا أن التشابه سطحي وحسب، فصدفتا الزلفيات متماثلتان في الحجم، أما عضديات الأرجل فصدفتها العلوية أصغر من صدفتها السفلية. ووصلت أصداف القنديل إلى ذروة تنوعها في العصر الأردوفيشي، غير أنها امتلكت وفرة من الأنواع في العصر السيلوري. وكان لبعض عضديات الأرجل مِلاط يلصق صدفتها بالسطوح لتثبيتها في مكانها، وبذلك كانت لها أهميتها في تشييد بنية شعاب العصر السيلوري. لقد توافرت أصداف القنديل في بحار الدهر القديم، وربما غدت اليوم أشيع الأحافير في وسط شرقي الولايات المتحدة الأمريكية. وكانت أول أحفورة اكتشفتها وأنا صبي صغير -صُدفةً- صَدَفة قنديل من عضديات الأرجل، وجدتها ناتئة من صخرة على ضفاف نهر المسيسيبي. وقد أعلنت ولاية كنتاكي أن عضديات الأرجل هي أحافيرها الرسمية، دون أن تسمي جنسًا أو نوعًا منها، فثمة الكثير منها.

وثبة عملاقة لأصناف المفصليات

ربما كانت المنظومات البيئية للشعاب المرجانية هي الذروة البيولوجية للعصر السيلوري، لكن بما أن الحشرات هي من حيوانات اليابسة مبدئيًّا، فإننا سنستمر في رواية قصة توطن اليابسة، مع شيء من الانحياز إلى المفصليات. ولعل الأمر استغرق عشرات ملايين السنين، حتى تجاوزت في النهاية وفرة الأنواع الحية على اليابسة الأنواع الحية في البحار بكثير؛ فتعقيد المنظومات البيئية في غاباتنا الاستوائية تجاوز بكثير أي تعقيد كان في شعاب البحار. ذلك أن التعاقب السريع لأصوات دبيب هذه المفصليات الصغيرة يتردد صداه عاليًا عبر العصور، وله آثار عميقة في صوغ تنوع الحياة فيما بعد.

وقد افترض كثير من البيولوجيين لأمد طويل حاجةَ النباتات إلى أن تتوطن اليابسة أولًا، وتنشئ منظومات بيئية لتقطنها الحيوانات. لكن الواقع قد لا يكون كذلك، مثلما تدل عليه بينة قوية.

وأعني بذلك أن ثمة أحافير لآثار أقدام المفصليات، ومسارات لها متأحفرة، تعود إلى زمن الرسوبيات في أواخر العصر الأردوفيشي. وحتى لو كانت نباتات اليابسة موجودة آنذاك، فمن الواضح من آثار الأقدام أن المفصليات مشت على تربة رطبة مكشوفة، منفصلة تمامًا عن النباتات، في أول زمان لها على سطح اليابسة.

لقد جابت المفصليات الشطآن قبل أكثر من 443 مليون سنة، فما الذي فعلته هناك؟ لعلها كانت تتفادى مفترسات أعماق البحار. علينا أن نفترض أن أول الحيوانات مشيًا على اليابسة كان المفصليات، التي عاشت في أضحل المياه؛ أي الأماكن التي يصلها المد على الشاطئ. فرفقتنا الطويلة للقمر كان لها دور مهم في نشوء الحياة، بظهور البرك، وأمواج المد والجزر التي صاغت لها شكلها. وعندما تحركت أمواج المد مدًّا وجزرًا، كان أي كائن من المفصليات يحيا على الشطآن الندية سيستفيد -مع حركة الجَزْر- غايةَ الاستفادة، عبر تفاديه -ببساطة- المفترسات الكبيرة. ومع تقدم العصر السيلوري، أصبحت الشعاب المرجانية بيئة مُجافية [غير ملائمة للحياة] أكثر فأكثر. وعندما تأتي أمواج المد، تسبح المفترسات التي تتنفس بالغلاصم، مثل: عقارب البحر، ورأسيات القدم، والأسماك، وكذلك ثلاثيات الفصوص الكبيرة، إلى المياه العميقة. أما المفصليات الصغيرة، التي بقيت على الشطآن، فلعلها استمتعت بملاذ آمن.

ويبدو أن مجموعتين من المفصليات توطنتا الشطآن في الوقت نفسه تقريبًا: هما العنكبوتيات وكثيرات الأرجل. وكانت العنكبوتيات هي العقارب، والمجموعة التي انحدرت منها العناكب، والحَمْنان، وقريباتها. أما كثيرات

الشكل 3-1: الدودة الألفية الملتفة مثال جوهري لكثيرات الأرجل: مفصلية طويلة متعددة الحلقات ذات أرجل كثيرة. والكائنات قريبة الشبه بهذه إلى حد ما، كانت من أوائل الحيوانات التي سكنت اليابسة. (الصورة من كنجي نشيدا).

الأرجل، فكانت كائنات طويلة، متعددة الحلقات والأرجل، وهي المجموعة التي نشأت منها الديدان الألفية، وأُمَّات أربع وأربعين، والحشرات. ولننظر في كل من هذه الحيوانات على حدة، ولنتأمل في كيفية هجرتها من الشطآن، والسبب الذي دفعها إلى ذلك.

عصر لدغات الشاطئ

إن من أقدم أحافير حيوانات اليابسة العقارب الأولى، التي تعود إلى أواخر العصر السيلوري. ولعلنا ندعو عقارب العصر السيلوري باسم «عقارب اليابسة»، فمن الواضح أنها تحركت وتغذت خارج الماء على امتداد الشطآن، بيد أن الرأي الغالب أنها كائنات شبه مائية. إذ كانت تتنفس بصفائح تنفسية مسطحة وافرة، متوضعة في طبقات تشبه صفحات الكتاب، وتدعى «الغلاصم الكتابية». ولا بد لهذه الصفائح التنفسية أن تبقى رطبة لتعمل، لذا فأكيد أن عقارب العصر السيلوري كانت تتحرك جيئة وذهابًا إلى الماء لتحافظ على غلاصمها ندية. ولم يمض وقت طويل، في العصر الديفوني، حتى نمت للعنكبوتيات «رئات كتابية» تشبهها، لكنها بطنية، وأصبحت كائناتٍ من اليابسة تمامًا. وكحال كثير من الكائنات شبه المائية الحديثة، فإن عقارب العصر السيلوري ربما تجرأت على الخروج إلى الشواطئ مدة طويلة، ما دامت غلاصمها رطبة.

ويمكننا أن نعرف الكثير عن مستعمِرات اليابسة الأولى هذه لا بالنظر إلى أحافير عقارب العصر السيلوري فحسب، وإنما إلى العقارب الحية الحديثة كذلك. وذلك لأن العالم الحي يحوي تركيبًا من الكائنات التي نشأت في أوقات مختلفة من التاريخ، فالأنواع الحية المختلفة لها سرعات نشوء مختلفة، ويعتمد ذلك على كيفية تأثرها مع بيئاتها. وقد لا تتغير الكائنات حسنة التكيف بصورة كبيرة لفترات طويلة من الزمن، لذا تعرف الكائنات التي نشأت أول ما نشأت منذ وقت طويل، مثل سرطان حدوة الحصان والعقرب، باسم: «الأحافير الحية». ولا يعني ذلك أن العقارب لم تنشأ وتتغير مرة تلو أخرى، فلقد مرت بمراحل النشوء والتغير مرات ومرات. ففي مرحلة معينة من أوائل العصر السيلوري لم يوجد إلا نوع واحد من أنواع العقارب، وكان نوعًا مائيًّا. أما العالم الحديث، ففيه أكثر من 1100 نوع منها، وكلٌّ له خصائصه الفريدة. وجميعها من حيوانات اليابسة، وتكيف بعضها مع الحياة في أكثر الظروف جفافًا؛ أي الصحاري. غير أن بعضها الآخر مازال في حاجة إلى ظروف نَدِيَّة للحياة، ويفضل الغابات المطرية الاستوائية على سطح اليابسة. فأنت إذا نظرت إلى عقرب، فسترى شكل الجسم الذي يعود أصله إلى كائنات أوائل العصر السيلوري، التي كانت من أوائل القاطنين على سطح اليابسة.

والعقارب حيوانات ليلية، فهي تختبئ نهارًا في الشقوق والصدوع، وتحت الصخور، وتحت أشياء أخرى. ولو نشطت العقارب الأولى في الليل أيضًا، فلربما خطت خطواتها الأولى على ظهر اليابسة تحت ضوء القمر، لتتجنب الأشعة فوق البنفسجية الكثيفة للشمس في النهار. ولا تنسَ أن العقارب القديمة كانت تتنفس بغلاصم كتابية، متجرئةً على الخروج من الماء فقط مادامت غلاصمها رطبة.

والعقارب حيوانات مفترسة، فهي لا تتغذى مطلقًا بالنباتات، لذا كان بإمكان هذه المفصليات، على الأقل، توطن اليابسة توطنًا كاملًا قبل أن تتوطنها النباتات. وأكثر غذاء العقارب الحديثة من الحشرات، التي لم تكن موجودة في العصر السيلوري. فماذا كانت تأكل؟ لو قطنت كثيرات الأرجل الشواطئ في الوقت نفسه الذي كانت فيه العقارب الأولى، فلربما أكلت العقارب الكثير منها. لكنها إن لم تفعل، فثمة -رغم ذلك- وفرة من خيارات الطعام في منطقة المد الصخرية. فعند انحسار المد، يعلق كثير من الحيوانات الصغيرة في برك المد الضحلة، مثلما الأمر اليوم تمامًا. فالحيوانات طرية الأجسام كالديدان العلقية، والأسماك الصغيرة، وثلاثيات الفصوص المنسلخة، كانت لقيات سهلة للعقارب، التي تتغذى باستخدام أجزاء فموية من كلابات تشبه المخالب، تمزق بها فرائسها، وتقطعها إلى فتات. كما أن للعقرب مخلبين يشبهان الكماشة يُدعيان: الزُّبَانِيَيْن[80]، وهي قادرة على معالجة الفريسة، ونزع الأنسجة الطرية من الأصداف القاسية، ولها لدغة سامة تستطيع بها إيقاع الشلل بالحيوانات الصغيرة. وبما أن عضديات الأرجل توافرت ربما في مناطق المد إبان العصر السيلوري، فمن الجائز أنها كانت بين فرائس العقارب القديمة كذلك. ولو تمكنت عقرب من إصابة الأجزاء الطرية لعضديات الأرجل بلدغتها، فستستخدم حينئذ كماشتها لتسحب جسم الحيوان من صدفته.

ولا نخفي سرًّا إذ نقول: إن العقارب تعاني مشكلة كبيرة في العلاقات العامة. فنحن نبغضها، على مستوى العالم تقريبًا، وربما كان لبغضنا إياها ما يبرره فعلًا. فلدى جميع العقارب سم ناقع تستخدمه لشل ضحيتها وإسكاتها. وفي أضعف الأحوال، تكون لدغتها مؤلمة جدًّا للإنسان، وفي أسوئها تكون مميتة أحيانًا. وذلك، بالإضافة إلى أن عادتها في التنقل في الظلام فقط حين لا يمكننا رؤيتها، تجعلنا لا نسر بوجودها حولنا. وإذا سافرت في المناطق الاستوائية، فلا بد لك حتمًا أن تنفض حذاءك في الصباح، لأن العقارب تحب الاختباء في الأحذية.

وقد أشار بعض العلماء إلى أن البشر لديهم خوف غريزي من بعض الحيوانات الخطرة كالأفاعي والعناكب. ويجدر بنا أن نضيف إليها العقارب، لأن مجرد النظر إليها يصيب الكثيرين منا بالهلع. فلعلنا نحتفظ بخوف بدائي من هذه الكائنات، مبرمج في جيناتنا. ولننظر في وضع أسلافنا من الأسماك في العصر السيلوري. ففي أعماق المياه، وعند الشعاب المرجانية، كان عليها أن تجاهد أمثال عقارب البحر الضخمة، وفي المياه الضحلة الهادئة، كان عليها أن تجاهد أمثال العقارب اللادغة. فالعصر السيلوري لم يكن عصرًا بهيجًا لأسلافنا من الفقاريات. ومرة أخرى أقول: لقد كنا محظوظين إذ نجونا منه!

وبعد أن ذكرت كل تلك الأشياء البغيضة عن العقارب، سأعطيك سببًا كي تحبها. فأمهاتها لطيفات فعلًا. والحق أنها تمثل ربما أقدم حالات رعاية الأبويْن. فبخلاف معظم إناث المفصليات، تحمل إناث العقارب بيوضها

الشكل 3-2: أم العقرب تحمل صغارها على ظهرها. (الصورة من بيوتر ناسكريكي).

الملقحة على أجسامها، وتستغرق البيوض أشهرًا كثيرة لتنمو، وتخرج من البيوض صغار العقرب الصغيرة جدًّا في النهاية، ويكون عددها من ست إلى تسعين عقربًا. وهي تبدو نسخًا مصغرة عن أمها، وتزحف على مؤخرتها، متجولة هنا وهناك مدة أسبوع أو أكثر، ثم تغادر لتطوف في مغامراتها الخاصة بها.

وإذا ما كانت إناث العقارب أمهات لطيفات، فلا يعني ذلك أنها زوجات لطيفات. فبالإضافة إلى أنها خطرة، يغلب عليها أن تكون أكبر حجمًا من ذكور العقارب، التي تظهر قدْرًا كافيًا من الحذر والاحترام عندما تحاول التزاوج بالإناث. وفي أثناء طقس المغازلة الدقيق، يواجه الذكر والأنثى أحدهما الآخر، ويرفع كل منهما ذيله، ويتحركان في دوائر لمدة ساعات، أو حتى أيام. ويحدث التزاوج في نهاية الأمر بصورة غير مباشرة، إذ يخرج ذكر العقرب محفظة منوية، أي: حزمة من الخلايا المنوية يلفها غشاء. وعندما يرى الذكر أن الوقت بات مناسبًا، وبدلًا من مسافدة الأنثى ونقل خلاياه المنوية إليها مباشرة، فإنه يضع محفظته المنوية على الأرض، ثم يحاول أن يقود الأنثى لتعبر فوقها. ولا يبدو هذا السلوك القديم فعالًا جدًّا، لكنه كاف تمامًا بالنسبة إلى العقارب، ونراه لايزال موجودًا في بعض الحشرات البدائية الحية حتى اليوم.

ولعل السلوك التناسلي عند العقارب يرشدنا إلى سبب بلوغها اليابسة في العصر السيلوري. فغشاء المحفظة المنوية يساعد في تأخير جفافها، غير أن من المتوجب أن يبقى نديًّا وإلا جفت

الخلايا المنوية وماتت. وبما أن أشعة الشمس قد تتلف هذه الخلايا، فإن نقل المحفظة المنوية يمكن أن يجري بصورة آمنة تحت غطاء الظلام. ويشير هذا إلى أن العقارب ربما لم تتوطن الشواطئ مبدئيًّا سعيًا وراء الغذاء فحسب، وإنما لتتزاوج كذلك على الشواطئ الشاعرية المقمرة في العصر السيلوري. غير أن حقيقة احتفاظ إناث العقارب بالبيوض النامية في أجسامها لتخرُج الصغارُ بحماية أمها، تشير إلى أن سواحل العصر السيلوري كانت لاتزال خطرة. ولعلها كانت آمَن بالمقارنة مع المياه العميقة، لكن وجدت مع ذلك كائنات مفترسة، من قبيل أمات أربع وأربعين، والعقارب الأخرى، وحتى الأفراد الأكبر من النوع نفسه، التي قد تأكل بيوض العقارب أو صغارها.

ذات أرجل...

وُجدت كثيرات الأرجل، وهي متعددات الأرجل القريبة للحشرات، في الساحة الخلفية لحكايتنا، لكننا لم نأت كثيرًا على ذكرها. ولعلك تذكر، بالعودة إلى بحار أوائل العصر الكامبري، وحيوانات أحافير طُفَال بورغيس [طبقات الطين الصفائحي في بورغيس في كندا]، أنَّ قليلًا من هذه الحيوانات ذوات الأقدام كانت تتحرك في الرسوبيات السفلى، وكان تصميم جسمها بسيطًا للغاية: جبهة رأسية لها شَفْعٌ من الهوائيات، تتلوها حلقات كثيرة، ولكل حلقة منها شَفْعٌ من الأرجل؛ إنه أبسط تصميم لجسم حيوان نشأ منه ببساطة طيف واسع من أشكال المفصليات، بوساطة عملية ذكرناها قبل قليل عند ثلاثيات الفصوص، وهي: عملية المقاسمة. فباندماج الحلقات، يمكن أن تتشكل أجزاء الجسم الوظيفية. وبتحوُّر الأرجل، يمكن أن تنمو كذلك مجموعة من الزوائد للاقتيات أو التزاوج. لقد أصبحت كثيرات الأرجل الآن، بجسمها متعدد البراعات، شخصية أساسية في قصتنا، لأنها أسلاف الحشرات الحديثة.

وثمة ثلاث مجموعات من كثيرات الأرجل يجدر بنا الإشارة إليها هنا. والأوليان منها معروفتان تمامًا: أمات أربع وأربعين، والديدان الألفية. أما الثالثة، فهي مجموعة استوائية نادرة؛ إنها المؤتلفات[81]. وجميعها تتنفس بالقصبات الهوائية [الرغامى]، حيث ينتقل الهواء عبر قصبات داخلية. ويشير هذا إلى أن التنفس بالقصبات الهوائية كان من بدائع كثيرات الأرجل الأولى، التي تكيفت مع الحياة على اليابسة، ويشير إلى أنه انتقل من كثيرات الأرجل إلى الحشرات. وعلى الرغم من أن أمات أربع وأربعين والديدان الألفية تخبرنا الكثير عن بواكير توطن اليابسة، فإن كلًّا منهما انمازت بطرقها الخاصة ونشأت منها طوائف متميزة من الحشرات. ومن ناحية أخرى، فإن تصميم جسم المؤتلفات الاستوائية أبسط، ويشبه كثيرًا البنية التشريحية للأسلاف، التي جاءت منها الحشرات.

وربما كانت أمات أربع وأربعين أشهر مجموعات كثيرات الأرجل. فثمة أكثر من ثلاثة آلاف نوع منها، وغالبيتها استوائية، وهي أكثر ما تنشط ليلًا. ولأمات أربع وأربعين ثلاثون رجلًا أو أكثر، رجلان في كل حلقة من حلقاتها، وهي ماهرة جدًّا باستخدامها؛ فمعظم أنواعها يستطيع الانسلال بها سريعًا. وبخلاف الحشرات، ليس لدى أمات أربع وأربعين بشرة شمعية تحول دون فقدانها الماء. لذا فمن السهل أن تجف تمامًا، وهكذا نراها ميالة إلى البقاء في مواطن ندية قرب التراب، متفاديةً أشعة الشمس المباشرة. وجميع أمات أربع وأربعين حيوانات مفترسة، وهي تلتقط

الحيوانات الصغيرة بأرجلها الأمامية، التي تشبه معقص الحية، وفيها غدد سامة. ويقتات معظمها بمفصليات أخرى صغيرة، إلا أن بعض الأنواع الاستوائية الكبيرة، التي تصل في طولها إلى عشر بوصات [25.4 سنتيمترًا]، قادرة على قتل الفقاريات الصغيرة. وعلى نحو مماثل للعقارب المفترسة، فإن أمات أربع وأربعين كانت بلا شك قادرة على البقاء على قيد الحياة في مناطق المد الصخرية، تقتات بحيوانات صغيرة أخرى مختلفة، قبل أن تتوطن النباتاتُ اليابسة بكثير.

وتدعى الديدان الألفية، وهي أكثر المفصليات أرجلًا، باسم «ثنائيات الأرجل»، لأن نمطًا فريدًا نشأ لجسمها، ففي كل حلقة من حلقاته شفعان من الأرجل [أي أربع أرجل، اثنتين اثنتين] بدلًا من شفع واحد، ولها شفعان من الحزم العصبية والصَّمَّامات القلبية. ويبين هذا أن حلقاتها تشكلت عندما اندمج فصان بدائيان منها، ولكل منهما شفع من الأرجل. وثمة أكثر من 7500 نوع من أنواع الديدان الألفية، وعلى الرغم من أنها تعيش أكثر ما تعيش في المناطق الاستوائية، فيمكن أن توجد في مختلف أنحاء العالم.

والديدان الألفية ألطف بكثير من أمات أربع وأربعين. وإذا رغبت في اقتناء حيوان منزلي من العصر السيلوري، فأنا أنصحك بشدة أن تقتني دودة ألفية[82]، فهي وَدُودةٌ، وليس لها سُمٌّ، ولا تلدغ البشر، وليس مستغربًا كثيرًا في هذه الأيام أن تجد بعض الأنواع الإفريقية العملاقة منها تباع في متاجر الحيوانات الأليفة. إلا أنها كحال أمات أربع وأربعين، تفضل البقاء بعيدة عن ضوء الشمس، لذا فهي تختبئ في الحزازيات، أو تحفر أنفاقًا في التراب، أو تحت الصخور المتخلخلة، أو تعيش في الكهوف. ويعرف عن بعض أنواعها أنها تفترس مفصليات أخرى طرية الأجسام، كما أنها تأكل الديدان، إلا أن معظمها قَمَّامَات تأكل النباتات المتفسخة، وتأكل التراكمات الفطرية أو البكتيرية. ويبدو أن الديدان الألفية هي أيضًا مجموعة أخرى من المفصليات التي كانت قادرة بإتقان على توطن الشطآن بصورة جيدة قبل نشوء نباتات اليابسة، وربما استطاعت هذه القمَّامات الاقتيات بكثير من المواد العضوية غير نباتية الأساس، من قبيل حصائر الطحالب الخضراء المتحللة، والفطريات، والتجمعات البكتيرية في التراب الميكروبي في العصر السيلوري.

أما المؤتلفات فقد أخطأتها عناية أكثر العلماء، إلا أنها مهمة جدًّا في حكايتنا عن الحشرات، لأنها تشبه كثيرًا صنف أسلاف كثيرات الأرجل، الذي نشأت منه الحشرات، وأعني هذه الكائنات القصيرة ذات الحلقات الأقل عددًا من الديدان الألفية وأمات أربع وأربعين، وليس للواحدة منها إلا رجلان غير محوَّرتين في كل حلقة من حلقات جسمها. فالمؤتلفات صغيرة جدًّا، يتراوح طولها بين 2 و10 ميليمترات فقط (أقل من نصف بوصة). وثمة نحو 120 نوعًا معروفًا منها، وغالب سكناها في المناطق الاستوائية. وكحال الديدان الألفية، تعيش المؤتلفات مختفية في التراب، والحزازيات، والنباتات المتحللة، وتتفادى ضوء الشمس. وأكثر غذاء المؤتلفات الحديثة من النباتات المتحللة، كحال الديدان الألفية، وقد كانت قادرة على العيش تقتات بالمواد العضوية في التراب الميكروبي قبل أن تظهر النباتات.

ولهذه الكائنات المستترة المقيمة في الحزازيات طريقة غريبة جدًّا في التناسل، إذ تُخرج ذكور المؤتلفات محافظ منوية، وتتركها على قمة سُوق نباتات طويلة.

الشكل 3-3: دودة ألفية بيضاء (من رتبة كثيرات العُقَد Polydesmida) تظهر خاصية فريدة لكثيرات الأرجل هذه: فكل حلقة منها مجهزة بأربع أرجل. ورتبة كثيرات العقد هي أكبر رتب الدودة الألفية، ففيها أكثر من 2700 نوع معروف. (الصورة من كنجي نيشيدا).

وعلى الإناث أن تتجول هنا وهناك حتى تجدها. وعندما تجد أنثى المؤتلفات محفظة منوية، تقضمها، لكنها بدلًا من هضمها نجدها تخزن الخلايا المنوية في جانبيْ فمها في جيبات خاصة. وعندما تضع بيضة، تنعطف إليها لتلتقطها بأجزائها الفموية، وتخصبها، ثم تشرع في تغرية البيضة لتلصقها بقطعة من الحزازيات.

المد الأخضر: النباتات تتوطن الشطآن

انضمت نباتات جديدة طويلة قبل نهاية العصر السيلوري إلى كثيرات الأرجل، لتغير معالم اليابسة لذلك العصر. وثمة حَدَّان من البَيِّنَة يعطياننا فكرة واضحة عن شكل تلك النباتات. فالأحافير المحفوظة من رسوبيات أواخر العصر السيلوري، البالغة من العمر 420 مليون سنة تقريبًا، تحوي النباتات الراينية[83] العتيقة، التي جاء اسمها من جنس الراينيات في أوائل العصر الديفوني، وكانت قد اكتشفت في بلدة راييني في اسكتلندا. أما أقدم النباتات، وهي الكوكسونيات[84]، فكانت أولى النباتات

الوعائية، ونمت بطول بضع بوصات وحسب. لقد كانت نباتات بسيطة جدًّا وشبه مائية، فالنباتات الراينية عاشت في مواطن حدية [بين البر والبحر] وكانت لها أجزاء يمكن أن تخرج من الماء، ولم يكن لها أوراق، أو أزهار، أو جذور عميقة، كما أن الأنواع المتقدمة منها في أوائل العصر الديفوني كانت قصيرة نسبيًّا - طولها نحو 50 أو 60 سنتيمترًا (أي غالبًا أقل من قدمين طولًا). وكانت للنباتات الراينية سُوق زاحفة تنمو بصورة جانبية على طول الشاطئ، داسَّةً شعرات جذرية صغيرة جدًّا في التراب، ومخرجةً براعمها إلى الأعلى من نقاط متعددة في قمتها. وكل برعم عمودي يخرج منه فرع أو اثنان، لتشكل بنية للتكاثر تدعى «الأكياس البوغية» عند أطرافها العليا. وتمكِّن السوق الجانبية النباتات الراينية من الانتشار الكثيف على الشطآن الندية، وذلك لاحتوائها على أنسجة وعائية لنقل السوائل.

والحد الثاني من البيِّنة يأتينا من دَنَا[85] النبات. فقد عززت الدراسات الجزيئية الافتراض القديم أن نباتات اليابسة نشأت من الطحالب الخضراء ذات التمثيل الضوئي، وأن النباتات اللاوعائية -من حشائش الكبد والحزازيات- نشأت أولًا، في العصر السيلوري تقريبًا، وتلتها في وقت لاحق النباتات الوعائية البدائية، مثل السراخس. وتحتاج حشائش الكبد والحزازيات إلى الكثير من النداوة لتعيش وتتحلل بسرعة عندما تموت، لذا فهي لم تتأحفر بصورة جيدة، بيد أنَّ بإمكاننا أنْ نكون متيقنين من أن شطآن أواخر العصر السيلوري كانت ملأى بها، إلى جانب النباتات الراينية ومجموعة متنوعة من فطريات التربة[86].

وإذا كنت لم أتحدث كثيرًا في شأن النباتات حتى الآن، فذلك لأن مفصليات اليابسة كانت قادرة على الازدهار لملايين السنين، قبل أن تأتي النباتات وتنمو إلى حد القدرة على البقاء. فالمفصليات لها قدم السبق، لأن أجزاءها البنيوية القاسية نمت قبل ذلك بكثير. والأهم من ذلك، ولأنها قادرة على التنقل، كان بوسع هذه الحيوانات أن تختار الوقت المناسب لحملاتها على اليابسة. وبما أن المفصليات كانت تنشط ليلًا، وتستطيع بسهولة تفادي أشعة الشمس المؤذية، لذلك لم يتوجب عليها الانتظار حتى تتشكل طبقة الأوزون، قبل أن تتخذ اليابسةَ موطنًا لها، فقد كان يكفيها أن تتوطنها تحت جناح الظلمة.

ومن ناحية أخرى، احتاجت النباتات إلى ضياء الشمس. ولم يكن لها أن تختار الخروج من الماء إلى بر الشاطئ في الليل والاختباء في النهار. ويعني هذا أن النباتات لم تكن قادرة على الحياة على اليابسة حتى يقع أمران: فعليها أن تنتظر حتى تتشكل طبقة الأوزون بصورة جيدة لتتمكن من البقاء آمنة وهي مكشوفة طوال النهار، وبعد ذلك لا بد أن تنمو لها آليَّاتٌ بُنْيَوِيَّةٌ تحملها. وفي أواخر العصر السيلوري، حلت مشكلة الحامل البنيوي بنشوء جزيئات معقدة من الليغنين والسيلولوز، وانتظام المواد المتينة بقوة لنقل السوائل. ويفترض بعض العلماء ضرورةَ أن تعمر النباتات اليابسة أولًا، لأنها تولِّد الأكسجين الذي تحتاجه حيوانات اليابسة، إلا أن البكتيريا الزرقاء والطحالب الخضراء كانت تنتج هذا الغاز لمليارات السنين قبل أن تأتي النباتات إلى الأراضي الداخلية. وعلى العكس من ذلك، احتاجت النباتات -لا الحيوانات- إلى مستويات مرتفعة من الأكسجين، لتعزيز تأثير طبقة الأوزون في الحد من الأشعة فوق البنفسجية، وبناء الليغنين والسيلولوز.

وتأسرني مقارنة النباتات بالحشرات ومضاهاتها بها؛ من ناحية كيفية مواجهتها صعوبات الحياة على اليابسة. فكلتاهما واجهتا مشكلات جدية في احتمال فقد الماء، وهكذا نشأت لديهما بشرة تمنع انسياب الماء منهما. وبما أن ثمة بشرة كثيفة كتيمة في وجه الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، فقد نشأت للنباتات مسامات تنفسية، تدعى الأفغام، تنفتح فتدع الغاز يمر، أو تنغلق فتمنع تجفيف النبات. وهي مشابهة تمامًا لمُنْتَفَسات الحشرات[87]. وكان لا بد للنباتات من أن تنمو فيها آلية لنقل الماء داخلها، فقست جدران خلاياها بالليغنين غير النَّفوذ للماء، وبنيت فيها أنابيب داخلية هي القصيبات. ويشبه هذا جهاز الدوران المفتوح لدى الحشرات، وهو نظام بسيط تنغمر فيه الأعضاء الداخلية بالسوائل. وكما حصل للحشرات التي نما فيها جهاز هيكلي يحمل بنيتها، فقد نمت للنباتات أنسجة خشبية خالطها الليغنين، وتقست جدران خلاياها بالسيلولوز. لكن، بما أن النباتات لم يكن لها الخيار في تجنب ضوء الشمس، فقد نشأت فيها جزيئات معقدة، وهي مركبات الفلافونوئيد، التي تعمل كأنها واقٍ شمسي، فتحمي الخلايا الحية من شطط الأشعة فوق البنفسجية. ولحماية الأبواغ، التي تكون مكشوفة في أعلى موضع من النبات، فقد نشأ لها كذلك نوع آخر من الواقي الشمسي، وهو طَلْعِين الأبواغ.

وقد أثرت بعض هذه التكيفات للنباتات في نشوء الحشرات. فبما أن الليغنين والسيلولوز قاسيان وعسيرا الهضم للغاية، فقد حميا سوق النباتات الأولى من الحيوانات العواشب المحتملة. وقد مرت ملايين السنين قبل أن تتوصل الحشرات إلى طرق لاستهلاك الأنسجة الخشبية بمقادير كبيرة. وربما ردعت الواقيات الشمسية من الفلافونوئيد العواشبَ كذلك. وفي نهاية المطاف، نمت للحشرات آليات هضمية للتغلب على هذه المركَّبات، كما أصبحت هذه المركبات من دفاعات جسم الحشرات الخاصة بها، غير أن ذلك استغرق مرة أخرى عشرات ملايين السنين. وكانت أبواغ النباتات الأولى وحدها مصدرًا غذائيًّا جاهزًا ومغذيًا للحيوانات، إلا أن النباتات كانت تدافع عن أنفسها بوضع البنيات المشكلة للأبواغ عاليًا في قمتها، بعيدًا عن الديدان الألفية وما أشبهها مما يختبئ في طبقة التراب. كما أنها استخدمت سياسة غمر العواشب، فكانت تنتج أبواغًا تفيض وتغمر محيطها بما يتجاوز قدرة المفصليات المقتاتة بالنبات على أكله. وربما حرضت هذه الأبواغ المغذية، بعد ملايين السنين في العصر الديفوني، نشوءَ الأجنحة ومزاولة الطيران، مغريةً الحشرات القديمة بالارتفاع إلى الأعلى بعيدًا عن سطح الأرض ومعطيةً إياها سببًا للصعود إلى هناك.

لكن النباتات وحيوانات اليابسة الأولى تعايشتا لزمن طويل مع بعضهما بأمان. فلم تكن أيٌّ من مفصليات اليابسة الأولى عواشب حقيقية، بل كانت من المفترسات، مثلما هي حال العقارب وأمات أربع وأربعين، أو كانت من القمَّامات التي تأكل من أكوام المواد العضوية في الأتربة الميكروبية، وربما من بعض أبواغ النباتات الراينية، مثلما هي حال الديدان الألفية والمؤتلفات. وتحب الديدان الألفية والمؤتلفات الحديثة النقب في الطحالب، لذا فلا شك في أن حيوانات اليابسة القديمة انتقلت إلى الطحالب حال وصولها. لكن ليس ثمة بينةٌ تشير إلى أنها كانت تأكل نباتات بأكملها. وربما يحتدُّ زملائي من علماء النبات إذا علموا بما ذكرته، لكنني أحب أن أقول: «إن النباتات كانت طبقة ركيزة[88] عاشت عليها المفصليات». فقد كانت الطحالب مكانًا ممتعًا لكثيرات

الأرجل تعيش فوقها وتحتمي بها من الشمس. وكانت المنفعة متبادلة؛ ففي عملية النقب والاقتيات، كانت كثيرات الأرجل تخلخل التربة وتقلبها، وتدوِّر المواد المغذية خلالها، وتهوِّيها، لمنفعة النباتات المتوطنة فيها. وبخلاف المعرفة المعهودة لدينا، فلعل الحيوانات انتقلت إلى بر الشواطئ قبل النباتات بزمن بعيد، وبغية انتقال النباتات إلى اليابسة فإنها كانت بحاجة إلى المجتمعات الحيوانية لتهيئ لها التربة.

لقد قامت أولى المنظومات البيئية على اليابسة في أواخر العصر السيلوري، قبل 419 مليون سنة. ولم يبدُ فيها الكثير بالنسبة إلينا: فقد كانت مناطق الأراضي الداخلية لاتزال مناطق تذروها الرياح، ويلفها الجفاف، وتخلو منها الحياة، فيما عدا الميكروبات التي في التراب. أما على الشواطئ، فكانت ثمة حصائر من الطحالب الخضراء وبسط من الحزازيات وحشائش الكبد، تتخللها سوق النباتات الراينية التي تصل إلى ارتفاع بضع أقدام [نحو متر أو أكثر قليلًا]. ومع ذلك، وعلى الرغم من أن أهوار النباتات الراينية في العصر السيلوري لم تكن كثيفة بالمقاييس التي نعرفها، فقد كانت أدغالًا واقعية مصغرة بالنسبة للعقارب، وأمات أربع وأربعين، والديدان الألفية، والمؤتلفات، والمفصليات الأخرى التي تسكنها. لكن بعد نحو 26 مليون سنة، شارف العصر السيلوري على نهايته، وبدأ العصر الديفوني، جالبًا معه التغيير. ففي نهاية المطاف، اكتسحت النباتات أراضي اليابسة، وارتفعت إلى أطوال سامقة، وقامت أولى الغابات. لقد ازدهى الكوكب باللون الأخضر، وظهرت أولى مجتمعات الحشرات. وفي النهاية، بعد عشرات ملايين السنين من ذلك، خَطَت مفصليات جريئة على أرض اليابسة، كانت أسلافنا الكسالى؛ إنها الأسماك الرئوية رباعية الأطراف، بعد أن قست زعانفها، وأخذت نفسًا عميقًا وهي تخرِج رأسها من الماء متسائلةً: «ما الذي يجري هناك في الأعلى؟».

الفصل الرابع:

تحت الحَزَازِيَّات بست أقدام

إننا نعيش في عالم من الحشرات.

استيفن مارشال، Insects: Their Natural History and Diversity

[الحشرات: تاريخها الطبيعي وتنوعها]

لقد مضت سنوات وأنا أقيم في ولاية ميتشيغان، بيد أني مازلت عاجزًا عن النظر في راحة اليد اليمنى لرباعي الأطراف، [يقصد نفسه]، دون أن أذكر تلك الولاية، وأذكر أوقات الأصيل المشمسة الممتعة التي قضيتها متكاسلًا مسترخيًا فوق شواطئها الرملية على ضفاف «البحيرات الكبرى». وكما يقول أي مقيم في ولاية ميتشيغان: إن يدك اليمنى؛ أي الزعنفة المعدَّلة للسمكة الرئوية من العصر الديفوني، ترسم لك خريطة تتفق مع الجزء السفلي من الولاية. والحق أن ولاية ميتشيغان واحدة من الولايات القليلة التي لها شكل مميز، وتتسنى رؤية حدودها بسهولة من الفضاء الخارجي. لكن الأمر لم يكن دائمًا على هذه الحال، فالشكل الذي يشبه القفاز لشبه الجزيرة السفلى في ولاية ميتشيغان، نحتته الأنهار الجليدية على مدى 1.6 مليون سنة أو نحو ذلك. فمع نمو تلك الصفائح الجليدية وتراجعها، لم تكتف الصفائح بشق أحواض البحيرات الكبرى، وإنما حفرت كذلك في طريقها عميقًا، حتى وصلت إلى الطبقات الرسوبية، ومنها تكوينات جيولوجية يعود تاريخها إلى العصر الديفوني؛ قبل 419 إلى 359 مليون سنة. وتمزقت تلك الصخور بعضها عن بعض، وسحبت الأنهار الجليدية معها قطعًا صغيرة منها. وتآكلت الأحجار الطرية، وصقلتها الرمال الخشنة والناعمة في الجليد. وعندما ذاب الجليد وتراجعت الأنهار الجليدية، سقطت القطع الصخرية -في تلك الأثناء- وأخذت طريقها إلى المياه الباردة للبحيرات الكبرى. وعلى مدى ألف سنة، بعد ذلك، صقلت الأمواج مستعينةً بالرمال تلك الصخور القديمة على امتداد الشواطئ. وكانت النتيجة أن غالبيتها غدت صقيلةً ملساء مستديرة، وممتزجة بالشواطئ، كي يخطو عليها الإنسان خطوًا ناعمًا لطيفًا.

تأملات في صخور مدينة بيتوسكي...

انتقل والداي للعيش في شمالي ميتشيغان السفلى في سبعينيات القرن الماضي، فحظيتُ بفرص كثيرة لزيارة الشواطئ القريبة من مدن: بوين، وتشارليفُوي، وبيتوسكي. وهي مدن تكثر الزيارة إليها لجمال مياهها، وخِلابة شطآنها، ورمالها الناعمة. بيد أن هذه الشواطئ المتميزة تشتهر لسبب آخر: فهي المصادر الرئيسة لحجارة بيتوسكي، [وتعني] حجارة الولاية في ميتشيغان. وليست حجارة بيتوسكي فعليًّا سوى أحافير، فهي قطع صغيرة من الفحم القديم، تكسرت وتأحفرت من الشعاب المرجانية القديمة، التي هيمنت ذات يوم على البحار الضحلة، التي غطت ولاية ميتشيغان في أواخر العصر الديفوني؛ قبل نحو 360 مليون سنة. وقد قدِّر لها أن تكون أحافير العصر الديفوني المفضلة عند أي إنسان نشأ وترعرع في ولاية ميتشيغان.

إن شيوع حجارة بيتوسكي يبين لنا بعض الشيء ما كان عليه اتساع المنظومات البيئية للشعاب المرجانية في العصر الديفوني. وأكبر الحجارة التي وجدت حتى الآن، في الحديقة الوطنية [المسماة] «كثبان الدببة النائمة» غربي ميتشيغان، يزن أكثر من طن. وغالبية الحجارة أصغر من ذلك بكثير. وإذا مشيت في زبد الموج على الشاطئ قرب تشارليفُوي، فبإمكانك أن تراها بسهولة في الماء. وعندما تكون الأحجار رطبة، يظهر عليها الشكل المميز للشعاب بوضوح [فهي حجارة صلدة يغلب على ألوانها البني والرمادي، مقسمة إلى خلايا سداسية تفصل بينها خطوط بيضاء مرهفة، كأنها فسيسفساء من لون واحد]. والمرجان الحي نفسه أعطي الاسم العلمي: السداسيات، الذي يبين شكلها سداسي الأضلاع. ويبدو المقطع العرضي الرطب من الحجارة كأنه قطعة مذابة من قرص عسل النحل. وإذا التقطت حجرًا رطبًا منها، فستجد سطحه أملس بالكامل. والصخور طرية جدًّا بما يجعلها تتآكل بسهولة في موج الشاطئ الرملي، وإذا استخدمت شيئًا من ورق الصنفرة وقماشًا ناعمًا فإن بوسعك أن تصقلها وتجعلها أملس، فتتوضح لك التصميمات المعقدة لبنيانها المرجاني سداسي الأضلاع. وإنك لتحس حجر بيتوسكي المصقول دهني الملمس بعض الشيء. ويروق لي حملها أحيانًا، وفرك سطحها العاكس، محاولًا استحضار صور من العصر الديفوني الضائع.

ولا بد أن تذكرنا مرجانيات بيتوسكي بالأهمية المستمرة للمنظومات البيئية في الشعاب المرجانية من العصر الديفوني، إلا أن دراسات ذلك العصر تستحضر غالبًا صورًا أخرى. فعندما يروي علماء أحافير الفقاريات قصة الحياة، ينعتون العصر الديفوني بطريقة أنانية بعض الشيء فيقولون إنه: «عصر البرمائيات»؛ إنه العصر الذي كان أسلافنا من الأسماك الرئوية رباعية الزعانف البرمائية تخرج فيه متثاقلة من الماء. وإذا دافعت عنهم فإنني أقول: إن علماء أحافير الفقاريات والجيولوجيين، الذين خلصوا إلى هذا الاسم، حاولوا استبدال الإطار العقدي لخلق الله، فأحلوا محله منظومة النشوء والتطور. ومما اضطروا إليه، أنهم وثقوا تحول أشكال الفقاريات عبر العصور الجيولوجية، لكنهم أقاموا -بلا قصد منهم- عقيدة تاريخية جديدة تدور حول مركزية الفقاريات، وتصرف الانتباه عن كثير من الأحداث المهمة في تاريخ الحياة على الأرض. وقد يخبرك غيرهم من علماء الأحياء بالقصة مشددًا على أمور مختلفة. فعلماء النبات سيتحدثون بفخر عن انتشار نباتات اليابسة، وأصول العصر الديفوني للنباتات الأولى: ذوات الجذور، واللحاء، والأوراق، والبذور. فقد كان زمن أولى الغابات واخضرار اليابسة؛ على الأقل على امتداد المجاري المائية. أما علماء البكتيريا وعلماء الفطريات، فلا شك أنهم سيحكون لنا قصة تكاثر الأتربة البكتيرية، وتنامي عمليات الأتربة البكتيرية والفطرية، التي أفضت إلى إمكانية ظهور الغابات. أما

أنا عالم الحشرات، فسأحدثكم عن كائنات صغيرة مستترة -إنها أول الحشرات طَرًّا- ودورها في تلك العمليات.

لقد بقيت ذروة توافر أنواع العصر الديفوني في المحيطات، بين الشعاب المرجانية، على الرغم من تكاثر الحياة على اليابسة - وهو أمر سأعود إليه بعد قليل. وفي ذلك الزمان، نمت الغابات القصيرة أولًا على امتداد الشطآن، كما نمت المنظومات البيئية المجاورة لها في الشعاب المرجانية، حتى وصلت إلى مستويات عالية من التنوع والتعقيد البنيوي. فقد بنيت شعاب العصر الديفوني من المرجان الصفائحي والمرجان البوقي، بخلاف المرجان الحي اليوم، وفوقه كانت أصداف القنديل عضديات الأرجل وافرة الأنواع تقوم بإلصاق أشكالها. وخلال العصر السيلوري حتى العصر الديفوني، كان معرض الحيوانات الخاص بالمفصليات القشرية، وهي القريبات القديمات للقريدس وسرطان البحر، يتخطى تنوع ثلاثيات الفصوص. وأصبحت الأعشاش البيئية، التي سكنتها ثلاثيات الفصوص في السابق، ممتلئة كذلك بأصناف مفصليات أحدث، من قبيل عقارب البحر عريضة المجداف الضخمة، التي واصلت دورها مفترساتٍ رئيسة في الشعاب البحرية في العصر الديفوني. ولأول مرة يتخطى تنوع الأسماك تنوع ثلاثيات الفصوص، إلا أن المفترسات رأسيات الأرجل «الحبَّاريَّات»، كانت لاتزال أكثر تنوعًا من الأسماك، واستمرت متخطيةً عدد أنواعها في الدهر القديم كله.

ويبدو أن أعداد ثلاثيات الفصوص أسست لتوازن جديد في بحار أواسط الدهر القديم، على الرغم من أن تنوعها هبط إلى نحو 25% من الذروة التي وصل إليها أواخرَ العصر الكامبري. وكانت فعليًّا قد ثبتت عند مستوياتها لملايين السنين في العصرين السيلوري والديفوني. وهبطت، في نهاية العصر الديفوني، مرةً أخرى وبصورة مثيرة. وعلى الرغم من هبوط أعداد أنواع ثلاثيات الفصوص بشكل مثير منذ العصر الكامبري، فينبغي ألا تراودك فكرة أنها لم تكن مهمة في المنظومات البيئية للشعاب البحرية في العصر الديفوني. ذلك أن أنواع ثلاثيات الفصوص التي استمرت كانت وافرة في أعداد أفرادها، وكانت قد تكيفت أحسن التكيف مع الحياة في ذلك العصر. ومن الأمثلة الجيدة لثلاثيات الفصوص الناجحة في الشعاب البحرية من العصر الديفوني: ثلاثيات الفصوص: «ذوات عين الضفدع»[89]، وهي من الكائنات التي كانت موجودة بوفرة بالغة في البحار الضحلة، التي غطت ذات يوم شرقي أمريكا الشمالية، ولذلك جُعلت أحفورة الولاية في ولاية بنسيلفانيا. ولثلاثيات الفصوص هذه -دون سواها- عينان كبيرتان على نحو استثنائي، جاحظتان على الجانبين، مثلما يدل على ذلك اسمها الشائع. ومن المحتمل أن هاتين العينين كانتا تكيفًا ساعدها على البقاء في البحار الوافرة بالمفترسات. وكحال غيرها من ثلاثيات الفصوص الباقية، كانت لذوات عين الضفدع مقدرة دفاعية في لفِّ جسمها على شكل كرة إذا رابها شيء، وكانت الأشياء التي تريبها تزداد أكثر فأكثر مع تقدم العصر الديفوني وازدياد تنوع الأسماك. وفي أواخر العصر الديفوني، انتشرت في المجاري المائية الأسماك المفترسة بطول اثنتي عشر قدمًا [3.66 أمتار] من قبيل سمك الهَينريات[90]. لذلك، عندما أخرجت الأسماك الرئوية رباعية الأرجل الأولى عيونها من الماء، فلعلها تساءلت عما يقبع هناك على الشاطئ، وبإمكانك أن تراهن على أنها امتلكت فكرة جيدة

جدًّا عما قبع وراءها في المياه العميقة. ومرة أخرى، عاش أقاربنا بين أسوأ أعدائنا؛ فلعل ضراوة افتراس الأسماك الكبيرة هي ما قاد الأسماك الرئوية إلى الشواطئ.

تفجير البالون: تحطيم الغرور بالفقاريات

صادف مؤخرًا أنني قرأت مقالة في عدد مجلة ناشنال جيوغرافيك الصادر في شهر مايو 1999. وعلى غلاف المجلة كانت ثمة قائمة بمقالات العدد، وكان منها مقالة بعنوان: «صعود الحياة على الأرض». ودار في ظني أن هذا العنوان واضح الدلالة تمامًا، ففتحت الصفحة 114 من المجلة، وكلي ثقة أني سأجد قصة ممتازة عن نشوء الحياة البكتيرية على مدى 3 مليارات سنة في العصر ما قبل الكامبري. لكن، لك أن تتخيل دهشتي عندما قرأت العنوان الكامل: «صعود الحياة على الأرض: من الزعانف إلى الأقدام»؛ لقد كانت تلك المقالة عن ظهور أولى البرمائيات قبل نحو 365 مليون سنة. ولأن البرمائيات أولى الفقاريات التي مشت في الطين[91]، علينا ألا نتفاجأ من تلك المقالة في ظني. فنحن الفقاريات، على كل حال، من يسرد هذه القصص. وعليك التسليم بهذا. فها نحن هنا، في بداية القرن الحادي والعشرين، لا نلبث نفكر في عصور الدهر القديم من ناحية درجة نمو الفقاريات. فحتى في عصور التنوير والنهضة عندنا، كانت الحياة في نظرنا تعدل أحيانًا حياة الحيوانات؛ الحيوانات الفقارية، وتعدل الأرض اليابسة الجافة.

ويمتد «عصر الأسماك» أحيانًا من العصر الأردوفيشي إلى العصر الديفوني، عندما تنوعت الأسماك بصورة كبيرة. كما يمتد أحيانًا «عصر البرمائيات» من العصر الديفوني، عندما خرجت البرمائيات أولَ مرة من الماء، إلى العصر الكربوني، حين انتشرت انتشارًا كبيرًا في مستنقعات الفحم القديمة. وليس بأمر ذي بال أن ندعو العصر الديفوني «عصر الأسماك»، أو ندعوه «عصر البرمائيات الأولى». ففي الحالتين ليس ذاك إلا انحيازًا إلى مركزية الإنسان، سعيًا إلى وضع أسلافنا الفقارية في مكانة مرموقة بنحو أو آخر. وهو أمر أبعد ما يكون عن الحقيقة. ففي العصر الديفوني، كحال كل العصور منذ العصر الكامبري، فاق تنوع أنواع المفصليات عددًا تنوع أنواع الفقاريات؛ سواء تلك التي في المحيطات، أو في المنظومات البيئية الناشئة على اليابسة. ولم تكن مجتمعات مفصليات اليابسة في حاجة إلى خروج البرمائيات من الماء، بل على النقيض من ذلك، احتاجت البرمائيات الأولى إلى مفصليات اليابسة للبقاء والنجاح. وربما اقتاتت البرمائيات الكبيرة بالسمك جيدًا، وربما اقتات كل منهما بالآخر، إلا أن البرمائيات غير البالغة والصغيرة، في ذلك الحين وفي أيامنا، اعتمدت بلا شك على المفصليات الصغيرة، من قبيل الديدان الألفية الوافرة في الشطآن الموحلة، التي كانت مصدرًا مهمًّا لغذائها.

وإذا كانت البرمائيات قادرة على الاقتيات بالمفصليات، فلا يعني ذلك أنها هيمنت بطريقة ما على مجتمعات المفصليات. ذلك أن الكثير من المفصليات المفترسة قديمة العهد كانت قادرة تمامًا على الاقتيات بالبرمائيات. فالأنواع الصغيرة من البرمائيات، وصغار البرمائيات النامية، وبيوض البرمائيات، كانت كلها أهدافًا سهلة بالنسبة إلى العقارب المائية وشبه المائية. وفي مجتمعات الشطآن الموحلة، لم تكن تعيش العقارب هناك فحسب، وإنما كان ثمة أمات أربع وأربعين السامة الكبيرة كذلك، وتماثل اليوم المفصلياتُ المفترسة الناشئة حديثًا العناكب البدائية. فلم تكن الشطآن الموحلة في

العصر الديفوني جنة بالنسبة إلى البرمائيات الأولى. ومرة أخرى، علينا أن نشعر بالامتنان الكبير، وهذه المرة بسبب شيء من الحظ، لأن العقارب وأمات أربع وأربعين لم تتدبر أمرها -إبان العصر الديفوني- في اصطياد البرمائيات الأولى إلى حد إفنائها عن بكرة أبيها.

ولو كان لنا أن نسافر في الزمن إلى الماضي، لنتجول على شواطئ العصر الديفوني، فلا أظن أن بإمكاني منع نفسي من التقاط حفنة مرجانيات من الشاطئ. وأنا واثق من أن أي قارئ مغرم بالخيال العلمي سيقول لي إن عملي هذا ليس من الرشد في شيء، لكن، لو قدر لي أن أرى أي سمكة رئوية أو كائن برمائي يختلس النظر إلى خارج الماء، لما استطعت منع نفسي من رمي بعض القطع المرجانية باتجاهها، وفي كل رمية يصدُر صوت الاصطدام بالماء، إلى أن تذهب تلك الكائنات بعيدًا. ولنُمض لحظة نغمض فيها أعيننا، ونتخيل ذلك المشهد، ولنقذف ببعض القطع المتكسرة من المرجان باتجاه هذه البرمائيات المزعجة، ولنروع جميع الأسماك الرئوية حتى تعود إلى الماء. فلا أريد منها أن تتدخل في سائر قصتنا.

إلى الغابات

إن القصة الأهم الأخرى في العصر الديفوني لهي نمو مجتمعات نباتات اليابسة. ولنذكر أن أولى نباتات اليابسة لم تكن لها جذور ممتدة، وأنها احتاجت إلى وسط شديد النداوة لتتكاثر. وهكذا، ارتفعت مجتمعات نباتات «اليابسة» على طول الشطآن، في الأهوار والأخوار[92]، وعلى ضفاف البحيرات والأنهار، وفي المناطق المنخفضة الأخرى التي تحتفظ بالماء، وفطريات التربة، والرسوبيات. أما الأراضي الداخلية والمنحدرات الصاعدة ومعظم المعالم القارية، فبقيت مناطق صخرية، وجافة، ومعرضة لأشعة الشمس الحارة، وتذروها الرياح، ومجدبة من الحياة، فيما عدا الأتربة الميكروبية.

وبإمكاننا معرفة الكثير عن مجتمعات النباتات في العصر الديفوني بالنظر إلى بضعة أصناف من أحافير النباتات الباقية من ذلك الزمان. ومن المناسب أن نبدأ من أحفورة ولاية ماين؛ النبتة طويلة العود الرباعية[93] (وهي من نباتات اليابسة في أوائل العصر الديفوني). وهذه الأحفورة نادرة ومتميزة، إذا ما قورنت بالأحافير التي سبق لنا أن ذكرناها. فقبل نحو 390 مليون سنة، ثار بركان، أدى إلى انهمار وابل من الرماد طمر تجمعًا كبيرًا من النباتات طويلة العود، فتأحفرت عينة من «غابة» طويلات العود في طبقات الرماد البركاني، حتى اكتشفت في وادي تراوت قرب جبل كاتادن، في ولاية ماين. إن طويلات العود في ولاية ماين تماثل من وجوه متعددة نسخًا أكبر حجمًا من نظيراتها في أواخر العصر السيلوري، وكانت تلك أولى النباتات الوعائية: الكوكسونيات. وكحال الكوكسونيات، كانت طويلات العود بلا أوراق، أو أزهار، أو جذور عميقة، غير أن لها أغصانًا أكثر تفرعًا، وهي أكثر طولًا، فقد كانت عملاقة في ذلك الزمان، ويصل ارتفاعها إلى تسع أقدام [2.74 م] أو أكثر، وبخلاف النباتات الحديثة، لم يكن لها أي أوراق أو أزهار، بل مجرد الكثير من الأغصان والسوق المتشعبة. ويجري بها التمثيل الضوئي في الخلايا الخضراء المكشوفة من الطبقات الخارجية للسوق العليا، وتنتهي أطراف الأخيرة بأكياس بوغية للتكاثر. ويبدو أن السياسة

الرئيسة التي اتبعتها هذه المجتمعات النباتية الأولى كانت زيادة فروعها إلى الأعلى لتكشف المزيد من خلاياها للشمس، وتضع أجزاء التكاثر لديها في أعلى موضع منها، لتنثرها الرياح نثرًا جيدًا. ومن المنطقي تمامًا أن تكون الكائنات ذات التمثيل الضوئي قد نشأت لتصبح أطول.

وبما أن النباتات التي ليس لها مرتكزات من السهل أن تذروها رياح العواصف، فينبغي ألا نفاجأ حين نرى الجولة التالية من ابتكارات النبات، التي تتضمن نشوء الجذور. ففي غابة أحافير جلبوع[94] شرقي نيويورك، ثمة الكثير من الأفكار التي نستقيها فيما يخص نباتات أواسط العصر الديفوني. إذ تتألف شطآن جلبوع من مجتمع نباتي معقد، يضم نباتاتٍ دنيا تغطي الأرض، ونباتات صغيرة الشجيرات، ونباتات تشبه الأشجار تتراوح أحجامها بين الصغير والمتوسط، تمتد أطوالها بين 15 و25 قدمًا [بين 4.57 و7.62 أمتار]، ولها أوراق، ولحاء، وجذور. ومع ذلك، فإن الغطاء النباتي في جلبوع كان بسيطًا من ناحيتين، إذ إن النباتات ذات جذور سطحية، تضطرها للنمو في الأهوار قرب الماء، كما أن ترتيبات أوراقها مبعثرة في طبقات رقيقة، ولا ينتج ذلك غابة كثيفة بل منطقة مشمسة مفتوحة للهواء الطلق. وأخيرًا، فإن بنية أوراقها المتناثرة تشير إلى أن إنتاج نفايات الأوراق كان في حده الأدنى، لذا تراكمت المواد العضوية بصورة أبطأ منها في الغابات اللاحقة.

ونمت الغابات طويلة الأشجار في أواخر العصر الديفوني. ولعل أشهرها كانت غابات أشجار السرخس العتيق الاستوائية، التي وجدت في القارات جميعًا، وتسامقت إلى أطوال تتراوح بين 50 و60 قدمًا [بين 15.24 و30.48 مترًا] ولها آجام كثيفة من الأوراق، فنتج من ذلك غابات ذات ظل داكن، وتراكم سميك من نفايات الأوراق. كما أن لها جذورًا متغلغلة عميقة، لذلك كانت قادرة على الانتشار على نحو واسع في الأراضي المنخفضة الاستوائية في العصر الديفوني. وفي نهاية ذلك العصر، نشأت غابات الموطن البيئي الحقيقية.

ولدى سماعنا القصة التي سردتها للتو، من السهل علينا تخيل أن النباتات غزت اليابسة غزوًا سريعًا. ولعلك تتصور الأشجار الغامضة السحرية تمزق الصخور بجذورها وتدخل الأراضي الداخلية مزهوة بانتصارها. إلا أن الحال لم تكن كذلك، فلا تنس أن مرحلة انتقال المجتمعات النباتية التي ذكرناها للتو حدثت على مدى العصر الديفوني بأكمله، وهي فترة تزيد على 60 مليون سنة. كما يجدر أن تدرك أن مجتمعات النبات المتقدمة لم تتواصل بجذورها لتسحق الصخور، بل كانت بحاجة إلى طبقة ركيزة من الأتربة الميكروبية، التي لم تتول صنعها المادة العضوية النباتية وحسب عن طريق التمثيل الضوئي، وإنما صنعتها كذلك الفطريات الجذرية المتعايشة[95]، التي نمت في ارتباط وثيق مع جذور نباتات اليابسة الوعائية، وبذلك زادت من قدرة النبات على امتصاص المغذيات من التراب، وكذلك فعلت تهوية المفصليات الصغيرة للتربة. وهذه الفطريات الجذرية المتعايشة فككت المواد العضوية وحولتها إلى أشكال مناسبة لجُذَيْرَات النبات لتمتصها. فالمجتمعات المعقدة للمفصليات الصغيرة المقيمة في التراب، من قبيل الديدان الألفية، تقتات بالفطريات فتحلل المواد العضوية، وتفكك مادة النبات المتحللة، وتهوّي التربة، وتنقل المغذيات عن طريق شق ممرات عبر طبقات التربة. ورغم تحرك الحيوانات الأخرى، مثل الديدان العلقية طرية الأجسام،

إلى الطبقات الركيزة النامية، فإن المفصليات كانت العامل الحاسم في العمليات الأولية في صنع هذه التربة. وفي ظل أولى الأشجار، وتحت غطاء من أولى نفايات الأوراق، وفي ازدحام الأتربة الميكروبية المعقدة بالحياة، كانت ثمة أحداث أخرى تجري؛ فقد نشأت أولى الحشرات هناك.

النملة الأولى؟

إن أحد الأسئلة التقليدية في علم الأحياء هو: «لماذا لا توجد حشرات في المحيطات؟». يتراءى السؤال للوهلة الأولى محيرًا، لأن مجموعة الكائنات السائدة، والأكثر تنوعًا، على اليابسة، تبدو غائبة عن المحيطات. لقد توطن كثير من الحشرات في الماء العذب، ويمتلك بعضها -مثل ذباب المياه المالحة- درجات بالغة في احتمال الملح. وقليل من الحشرات وحسب، مثل ماسحات الماء، توطنت البحار المفتوحة. لكن ليس ثمة حشرات في المنظومات البيئية للشعاب المرجانية، أو في المناطق الأخرى من المحيطات، باستثناء ما يكون على أطراف سطح البحر أو الساحل. فَلماذا؟ إننا ميالون كل الميل إلى التفكير في أن الحياة نشأت في المحيطات، إلى درجة أننا ننسى غالبًا أن بعض المجموعات الحيوانية المهمة -مثل الحشرات- نشأت متأخرة بعد ذلك، على اليابسة. ففي زمن نشوء الحشرات، امتلأت أعشاش المنظومات البيئية البحرية بكائنات أخرى. وأهلكت عملياتُ انقراضٍ ضخمةٍ المجتمعاتِ البحريةَ، لكن ليس بالكامل قطعًا، فلم تتأخر الكائنات البحرية الباقية في العودة إلى مواطنها ريثما تتكيف الحشرات لدخول البحر، كما لم يتوجب على الحشرات الانتقال إلى بيئة البحر التي كانت تشتعل فيها حمى التنافس، فنجاحها نجم ببساطة عن أنها أول من توطن الأعشاش الجديدة غير المسكونة على اليابسة.

فكيف نشأت أولى الحشرات المقيمة في التراب؟ إن تراب العصر الديفوني الممتلئ بالبكتيريا، والفطريات، والمفصليات التي تستهلكه، لم يكن ليساعد كثيرًا على عملية التأحفر. ومع أن ثمة بعض الأحافير المهمة جدًّا من العصر الديفوني، التي سآتي على ذكرها بعد قليل، فإننا سنبدأ الآن بالبحث في أنواع الحشرات الحية، لنقارن بنيتها التشريحية بأنواع الحشرات المنقرضة. فجميع الحشرات، الحية منها والمنقرضة، تشترك في شكل الجسم العام. ففي عملية المقاسمة، اندمجت حلقات الجسم البدائية في ثلاث مناطق متميزة من الجسم، أو أَقْسِماء: قَسِيم الرأس، وقَسِيم الجوشن، وقَسِيم البطن. فرأس الحشرة فيه الدماغ، الذي يتحكم بالمدخلات الحسية، وفيه عينان مركبتان للرؤية، بالإضافة إلى عيون بسيطة لكشف الضوء ومراقبة التغييرات الحاصلة في طول النهار، وفيه شَفْعٌ من الهوائيات التي تعمل مِجَسَّات وتمكِّن الحشرة من الكشف عن المواد الكيميائية والإحساس بالرائحة، وفيه الأجزاء الفموية. وتتكون الأجزاء الفموية للحشرة من أربع حلقات بدائية تحملها أرجلها، وتتغير بصورة كبيرة بين مجموعات الحشرات المختلفة وذلك بتنوع وظائف التغذية عندها. فلدى أقدم الحشرات أجزاء فموية ماضغة بفكين، لا تختلف اختلافًا كبيرًا عن كثيرات الأرجل القمَّامة.

والجزء الأوسط من جسم الحشرة، وهو الجوشن، الذي يتألف من ثلاث حلقات تتحوَّر بحسب طريقة الحشرة في تنقلها. وكل الحشرات لها ست أرجل على جوشنها: شَفْعٌ من الأرجل على كل حلقة من حلقات الجوشن. وأجنحة الحشرات الحديثة مثبتة في الجوشن. ولا ننسى أن الحشرات الأولى لم تكن لها أجنحة، فقد جاءها ذلك الابتكار لاحقًا، في العصر الكربوني. إن تخصص جوشن

الحشرة في التنقل يتطلب منه أن يكون مكتنزًا بالعضلات. وهذا الأمر صحيح بالنسبة إلى الحشرات ذوات الأجنحة، التي تحتاج إلى المزيد من العضلات للطيران. ونتيجة لذلك فليس ثمة متسع كبير لأشياء أخرى في تلك المنطقة من الجسم، لذا فإن معظم أجهزة الأعضاء الأخرى يحملها عَجُز الحشرة.

والمنطقة الثالثة من جسم الحشرة هي البطن العجُزي متعدد الحلقات. وليس فيها من الخارج الكثير مما يلفت النظر، لكنها معقدة من الداخل جدًّا ومهمة كثيرًا. فالأجزاء الوظيفية لأجهزة الهضم، والإطراح، والدوران والتنفس، والتناسل، والأعصاب، جميعها في تلك المنطقة. ذلك أن صمَّامات القلب موجودة في بطن الحشرة، وتقسيم بطنها يمكِّنها من القيام بانقباضات لزيادة ضغط الدم في الجسم كله. ومعظم الفتحات التنفسية، التي تدعى مُنْتَفَسَات، موجودة على طول جانبي البطن، الذي تجبر انقباضاته الهواء على المرور عبر جهاز القصبات الهوائية [الرُّغَامى]. ولذلك أهميته على نحو خاص عند انسلاخ الحشرات، فهو يمكنها من ملء شكل جسمها الجديد بالهواء. وأجهزة البطن، ومنها الأعضاء التناسلية، تتحكم بها حزم عصبية ناجِيَّة [تابعة لناحية البطن]، وهكذا فحتى لو قُطع بطن الحشرة، فإنه يبقى أحيانًا حيًّا بما يكفي ليُتم عملية التناسل. ويُعتقد أن الأعضاء التناسلية الخارجية للحشرة قد نشأت من أجزاء الأرجل البدائية.

رجلان لا تكفيان، ستٌّ تكفي

لقد نشأت بنية الأرجل الست في العصر الديفوني، وبقيت الحشرات على ذلك التصميم منذ ذلك الحين: فجميع عشرات الملايين من أنواع الحشرات اليوم سداسية الأرجل[96]. وثمة استثناءات ثانوية سنذكرها، فقد تفقد الحشرة رجلًا أو اثنتين في حادثة ما وتظل قادرة على المشي. وتمشي بعض الحشرات على أربع أرجل فقط، فعلى سبيل المثال: تقلصت الرجلان الأماميتان للفراشات شعرية الأقدام وفقدتا وظيفة المشي، وبنيتهما شعرية تشبه الفرشاة، وهي تستخدم أرجلها الخلفية الأربع للوقوف والمشي، إلا أنها تمضي معظم أوقاتها في الطيران. كما تحورت الرجلان الأماميتان للسرعوف الراهب[97] للقبض على الفرائس وهو يمشي على أرجله الخلفية الأربع، بيد أنه من المفترسات المتربصة، فلا حاجة له بالمشي أو الركض بسرعة عالية. وثمة حشرات أخرى، وغالبًا ما تكون في طور ما قبل البلوغ مثل النَّغَف[98]، فقدت أرجلها كلها، إلا أنها تعيش داخل طعامها، ولا حاجة لها في الحركة كثيرًا، وتنمو في النهاية إلى طور البلوغ، فتكون لها ست أرجل. ولقد فقدت بعض الحشرات البالغة التي لا تتحرك البتة، مثل الحشرات القشرية، كلَّ أرجلها. كما أن الكثير من الحشرات غير البالغة، مثل اليساريع، نشأت لها «أرجل معاونة»[99] بطنية إضافية، تستخدمها للتعلق بإحكام بنباتات طعامها، فضلًا عما عندها من أرجل الجوشن الست. وكذلك ليس ثمة حشرات تمشي على رجلين، مثلما نمشي نحن، إلا إذا أخذت في حسبانك اللحظة القصيرة لوقوف حشرة واثبة على رجلين، مثلما تفعل الجنادب والجداجد، عندما تندفع بجسمها إلى الهواء. ولعل الحشرات الوحيدة التي تمشي على قدمين هي الحشرات الخيالية في الرسوم المتحركة، فقد عمد رسامو الرسوم المتحركة إلى إسباغ صفات الإنسان على هذه الكائنات فأعطوها سمات كثيرة من سمات البشر،

ومن أكثرها وضوحًا وضعية المشي على رجلين. وقد وضعت ذات مرة قائمة بسمات بعض شخصيات الفيلم الكرتوني A Bug's Life [حياة حشرة]، واكتشفت أن بعضها لديه من خصائص البشر أكثر من خصائص الحشرات.

إن حقيقة عدم وجود حشرات برجلين قد تكشف لنا شيئًا مهمًّا عن أسباب سير الحشرات على ست أرجل. فعلى المستوى المبدئي، تحفظ بذلك توازنها واستقرارها. لقد رأيت مرةً إعلانًا تجاريًّا لحِفاظ الأطفال يصور طفلًا يسقط على مؤخرته، مسرورًا بما يسنده من حفاظ مريح. ويقول المعلق في الإعلان: «عليك أن تسقط نحو مئتي مرة قبل أن تتعلم المشي». ولست واثقًا من وجود أي بيانات تؤكد ما قيل في الإعلان، إلا أن الإعلان أوضح نقطة مهمة، هي: أن السير على رجلين هو سير غير مستقر في أصله، وليس من السهل تعلم الوصول إلى التوازن فيه. أما حورية الحشرة عندما تفقس عنها البيضة، فتستطيع المشي والجري مباشرة تقريبًا. بيد أن وضعية الأرجل الست ليست مجرد وضعية أفضل للتوازن، وإنما يبدو أنها كانت الوضعية المثلى ربما. فالكل يعلم كم أنَّ الاستقرار متأصل في المِنصَب ثلاثي القوائم، والحشرات تمشي بصورة أساسية باستبدال ثلاث أرجل بأخرى، فهي تحرك ثلاث أرجل مع تثبيت الأرجل الثلاث الأخرى[100]. كذلك فإن وضعية الأرجل الست مناسبة للجري. وما عليك إلى أن تنظر إلى بعض المجموعات الشائعة من الحشرات البدائية، من قبيل السمكات الفضية، وهلبيات الذيل، والصراصير. وكلها سريعة جدًّا بالجري على أرجلها، وذلك بالمقارنة بالديدان الألفية العادية، التي يلزمها أن تنسق الحركة بين مئات الأرجل.

وهكذا، فإن عملية نشوء الأجسام بست أرجل تبدو مسعًى لجعل التوازن والاستقرار بأفضل حال مع إمكانية الحركة السريعة. أما السير على رجلين، فهو غير مستقر للغاية ويصعب التمكن منه، لذا يبدو بعيد الاحتمال، ولا فائدة منه تقريبًا. لقد جربت الحشرات الأرجل مدة 360 مليون سنة، إلا أن أيًّا منها لم تلقِ بالًا إلى اكتساب وضعية السير على رجلين، أو وضعية السير على أربع أرجل، التي تعطيها استقرارًا كافيًا، لكن احتمال السرعة فيها أقل. ورباعيات القوائم ذات الأرجل الأربع كانت جميعًا واهنة بطيئة إلى أن نما عندها استقلاب الدم الحار. فنموذج الأرجل الست هو النموذج الأسمى. ولعل من الصعب لخمسين مليون نوع من الحشرات أن تكون قد أخطأت في اختيارها! كما أن نموذج الأرجل الثماني ليس سيئًا أيضًا. وما عليك إلا أن تنظر إلى العناكب، التي لها آلاف الأنواع. لكن، لا يبدو، في المجمل، أن ثمة أي فائدة حقيقية من الأرجل الثماني، فهي مفيدة بالدرجة نفسها للأرجل الست، وكذلك الأمر في الأرجل العشر، والأرجل الاثنتي عشرة، والأكثر من ذلك. فزيادة عدد الأرجل ليست لها إلا أن تعقد مسألة تنسيق الحركات، دون إعطاء فائدة حقيقية في السرعة أو التوازن. كذلك لنتذكر سقوط ثلاثيات الفصوص، فكلما زاد عدد حلقات الجسم وزوائده تعقدت عملية الانسلاخ لدى المفصليات.

وأغلب الظن أن المقاسمة كانت عاملًا محركًا في نشوء الأرجل الست. ويبدو من المرجح، مثلما حصل مع ثلاثيات الفصوص، أن سداسيات الأرجل ستكون أنجح من أحد الوجوه، نتيجة أن وجود عدد أقل من الحلقات والزوائد سيبسِّط عملية الانسلاخ. ولا شك في أن التمرس بعملية الانسلاخ، ونمو نموذج جسم بسيط، كانا عاملين أساسيين في النجاح المبكر للحشرات، لكن لا يمكن

لذلك الأمر أن يكون بهذه البساطة. فالواقع أن بعض كثيرات الأرجل تمرست بعملية الانسلاخ على الرغم من صعوبات وجود عدد كبير من الزوائد في جسمها. ولننظر وحسب في النجاح طويل الأمد للديدان الألفية، التي يمكن أن تكون لها مئات الأرجل، إلا أنها بقيت حية مئات ملايين السنين، كما أن بعض أمات أربع وأربعين سريعة الجري بأرجلها كذلك. إذًا، على الرغم من أن تحسين كفاءة عملية الانسلاخ بتقليل عدد حلقات الجسم وعدد الأرجل يمكن أن يكون عاملًا مهمًّا في أصل نموذج الحشرات، فلا يمكن أن يكون العامل الوحيد. كما أنَّ من المهم الأخذ بالحسبان أن نشوء نموذج الأرجل الست والسرعة، ترافقا في الوقت نفسه مع نشوء حجم الجسم الصغير جدًّا. فبعض كثيرات الأرجل من العصرين السيلوري والديفوني كانت كبيرة تمامًا (بعض الديدان الألفية وصلت إلى طول 50 سنتيمترًا). وبالمقابل فإن أقدم سداسيات الأرجل كان طولها بضعة ميليمترات فقط. وعلى امتداد العصر الديفوني، مرت أحجام أجسام المفصليات بفترة تصغير للجسم بدرجة كبيرة جدًّا.

إن أسباب هذا التوجه في تصغير حجم المفصليات ينبغي أن تكون واضحة تمامًا. فقد واجهت كثيرات الأرجل القديمة بعض المفترسات الخطيرة جدًّا، مِن العقارب، وأمات أربع وأربعين، والعناكب. والانتقاء الطبيعي من قبل هذه المفترسات من المفصليات الكبيرة ربما ينتخب المفصليات الأصغر والأسرع ذات الأرجل الأقل، وذلك لأن المفترسات تجنح إلى تفضيل افتراس الفريسة الأكبر، مختارة إياها من الوسط المحيط بها. إلا أن للحجم الصغير جدًّا ميزات أخرى، فلقد مكن هذا الحجم الصغير الحشرات من النزول إلى أماكن أعمق في الحزازيات وصولًا إلى التراب، حيث الأوساط الندية التي يمكنها الاختباء بها، وإتمام عمليات انسلاخها بأمان أكبر. وعلاوة على ذلك، يعطي حجم الجسم الصغير ميزة للتنفس. فلدى الحيوانات الصغيرة مساحة سطحية أكبر، نسبةً إلى حجم الخلايا في الجسم. لذا فإن الحشرات الصغيرة جدًّا قادرةٌ على التنفس مباشرة عبر بشرتها، لأنها ضئيلة الحجم، وتعيش حياتها في وسط شديد النداوة، حيث لا حاجة هناك للهيكل القاسي. إلا أن الميزة الأكبر لحجم الجسم الصغير جدًّا هي أنه يحتاج إلى موارد أقل للبقاء على قيد الحياة. كما يمكن للحيوانات الصغيرة أن تنمو وتتكاثر بسرعة أكبر من الحيوانات الكبيرة، لذلك فإنها تنشأ بصورة أسرع، ويمكنها أن تشغَل أعشاشًا بيئية أصغر بكثير.

وربما كانت ثمة ميزة أخرى لنشوء حجم الجسم الصغير والانتقال عميقًا داخل أغطية عازلة من التراب الندي. فقد شهد العصر الديفوني، مع نشوء النباتات ذات الأوراق، الأكوامَ الأولى من نفايات الأوراق، التي أعقبت أولى الحرائق الطبيعية. فرواسب الفحم من العصر الديفوني توثِّق ظهور الحرائق مع أولى مجتمعات الغابات. وفي كل حريق تحترق الطبقات الجافة من الأوراق، وتغير مجتمعات المفصليات الكبيرة أماكن سكناها. أما المفصليات الصغيرة التي تعيش في التربة الندية العميقة، فتكون معزولة عن هذه الكوارث المحلية وأمثالها.

قافزات الذنب تقفز إلى عَلياء العصر الديفوني

لعل أهم طبقات الأحافير من أحافير سداسيات الأرجل في العصر الديفوني هي ظِرَار[101] قرية رايني في مقاطعة أبردين شاير، في اسكتلندا. فقد تشكلت الأحافير في رايني قبل 396 إلى 407 مليون سنة، عندما كانت اسكتلندا التي نعرفها اليوم سبخة منخفضة قريبة من الماء تتوضع في

المدار الاستوائي. ونشاط الينابيع الحارة في سبخة رايني هو ما صنع الكوارتز البلوري الذي يدعى «الظُّرَر»، وهو الذي حفظ لنا بعض الكائنات الصغيرة جدًّا بوضوح لافت للنظر. فعلى سبيل المثال، حُفظت أحافير النباتات في تلك المنطقة بتفاصيل خلاياها. وثمة أيضًا ظِرار أقدم الأحافير المعروفة عن الفطريات الجذرية المتعايشة، إلا أن قرية رايني تشتهر لسبب آخر: فبين أحافيرها توجد أقدم النماذج لسداسيات الأرجل المحفوظة بعناية، وهي لحيوان أطلق عليه اسم راينيلا الأسبق[102]. كذلك فإن راينيلا هو أقدم النماذج لسداسيات الأرجل الترابية التي مازالت تعيش في عالمنا الحديث: وهي رتبة قافزات الذنب، أو غرويات الأنبوب البطني.

لقد نجحت أولى مجموعات سداسيات الأرجل بصورة واضحة في توطن أفضل الأعشاش المتوافرة في الأتربة الميكروبية. وكانت قافزات الذنب قد حصلت على اسمها الشائع من حقيقة أن لها بنية مشعَّبة غريبة تشبه الذنب على بطنها، تمكِّنها من القفز عاليًا إلى مسافة عشرين ضعف طول جسمها، وهي تقفز طلبًا للأمان إذا رابها شيء ما. وقافزات الذنب صغيرة إلى حدٍّ كبير، إذ يتراوح طولها بين ميليمتر واحد إلى عشرة ميليمترات فقط، ويمكن أن تكون هائلة العدد: فأعدادها تصل عادةً إلى الآلاف في المتر المربع الواحد من سطح التراب. وثمة سجلات توثق ما يصل إلى مئة ألف من قافزات الذنب في المتر المربع الواحد من سطح التراب في بعض شطآن الجزر البعيدة، فلعل هناك مفترسات تقتات بها. وتفترس بعض قافزات الذنب البكتيريا، والديدان الأسطوانية، وبطيئات الخطا، والدولابيات، والأَوالِيَّات[103]، إلا أن معظم قافزات الذنب تقتات بالمواد العضوية النباتية. وعلى الرغم من صغر حجمها، فإنها تعد ذات مستويات عالية في الكتلة الحيوية للمفصليات. وبما أن قافزات الذنب هي من أكثر المفصليات الصغيرة شيوعًا ومصاحبةً للمواد العضوية المتفسخة، فلا ريب أن تسهم بطريقة بالغة الأهمية في معالجة أتربة العصر الديفوني. فاقتياتها يسرع من إعادة تدوير المغذيات من النباتات المتحللة، وأنشطتها تحسن الخصائص الفيزيائية للتربة، فيتحسن تدفق المغذيات وتصريفها.

وتشترك قافزات الذنب في طرق التناسل غير المباشرة مع أسلافها من كثيرات الأرجل -إذ ينتج ذكر قافزات الذنب محافظ منوية، يضعها على سوق النباتات في بيئتها المحيطة الندية الحزازية- وقد تبدو تقاليد تزاوجها مضحكة

الشكل 4-1: قافزات الذنب (من رتبة غرويات الأنبوب البطني) هي الأكثر تنوعًا بين المفصليات سداسيات الأرجل، التي تسكن في تربة الغابات ونفايات الأوراق. وعلى الرغم من حجمها الصغير جدًّا، فغالبًا ما يكون لها دور مهم في التدوير الغذائي بأعدادها الكبيرة جدًّا، وأحيانًا تكون شديدة الجمال. (الصورة من كنجي نيشيدا).

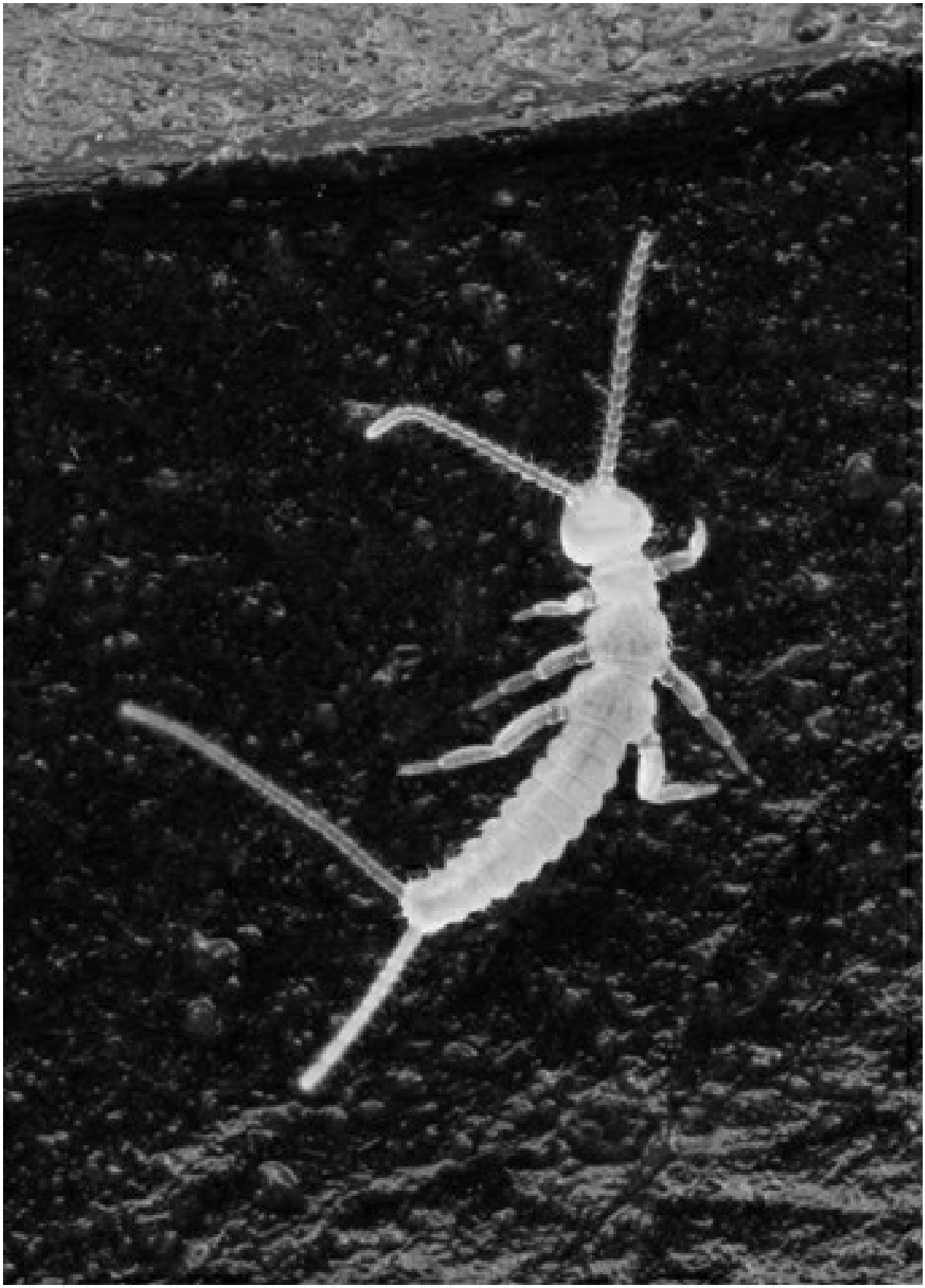
في نظرنا. فبعض الذكور تمضي أوقاتًا طويلة في وضع المحافظ المنوية على سوق النباتات في دائرة تحيط بالأنثى؛ يحدوها أمل كبير في أن تلتقط الأنثى إحداها على الأقل، وإذا بنا نراها وقد قفزت عاليًا بعيدًا، خارج دائرة الحب. وثمة ذكور أخرى نشأ عندها قرن عناق يمكنها من الإمساك بالأنثى والدوران معها، أملًا في أن تصبح أكثر تقبلًا لها. ويبدو أن هذه الطرق البدائية في التزاوج تقيد قافزات الذنب بالأوساط الندية، إلا أن قافزات الذنب الحديثة نشأت بطرق تمنحها البقاء في بعض أقسى الظروف على نحو مذهل. فبعضها لديه مانع تجمد من الغليكول في دمه، وهو سداسيات الأرجل الوحيدة المعروفة التي تعيش على شطآن الجزر القطبية. ومن ناحية أخرى، نشأت بعضها لتحيا في الصحاري القاحلة، وقد تجف بأكملها لكنها تعود فتَتَمَيَّه [تستعيد سوائلها] عندما يهطل المطر.

وبما أن قافزات الذنب، بالإضافة إلى أصناف أخرى من سداسيات الأرجل القديمة عديمة الجناح، بما أنها بالغة الصغر، فنادرًا ما يلاحظها الناس. وإذا أردت أن تجدها بنفسك، فثمة في الواقع طريقة بسيطة جدًّا في أخذ عينات منها، تُدعى طريقة قُمْع بارليز، التي تستغل كرهها للظروف الجافة. فبإمكانك بسهولة وتكلفة رخيصة أن تشكل هذا القمع في منزلك. وكل ما ستحتاجه

قمع بلاستيكي كبير (كالقمع الذي قد تستخدمه لإضافة مانع التجمد إلى المشع الحراري في منزلك)، ومنخل النوافذ، ومرطبان، وبعض الكحول، ومصباح مكتبي أو مصباح عام [متعدد الاستعمالات].
اقطع قطعة مستديرة من المنخل وضعها في أسفل القمع. ضع القمع فوق مرطبان كبير فيه بعض الكحول، ثم أضف إلى القمع عينة من الحزازيات، أو نفايات الأوراق، أو التراب، من أي مادة يرجح أن تحتوي مفصليات بالغة الصغر. وغالبًا ما يفي بالغرض ملء مغرفة من أي مادة في أرض الغابة. ضع المصباح فوق الطرف العريض للقمع، وقرّبه بما يكفي لتوجيه شيء من الحرارة والضوء إلى العينة، لكن لا تقرّبه إلى حد إشعال حريق. وعندما تأخذ الحزازيات والتراب بالجفاف، تهاجر المفصليات الصغيرة جدًّا باتجاه الأسفل إلى قعر العينة. وعندما تصل إلى المنخل تسقط من خلاله (إذا لم تكن شبكة المنخل صغيرة جدًّا)، لتصل إلى المرطبان الذي فيه بعض الكحول. وهذه الطريقة البسيطة هي من أسهل الطرق لرؤية تنوع أنواع قافزات الذنب، ولعلها ستكون الطريقة الوحيدة لغالبيتكم لتروا بها الأصناف الأخرى من سداسيات الأرجل النادرة التي سنأتي عليها فيما بقي من هذا الفصل.

قصة الذنَب

انتمت الأصناف الأخرى المتبقية من سداسيات الأرجل البدائية، إلى رتبة ثنائيات الذنب. والاسم يعني «ذوات الذنَبين»؛ فهو يشير إلى أُشْرَتين[104] ناتئتين تشبهان الذنب تمتدان من نهاية بطون هذه المفصليات. وتعد ثنائيات الذنب ذات قرابة قريبة بقافزات الذنب (فلهما بنية فموية متميزة - فُكُوكُهما متراجعة إلى جيبة في الرأس)، إلا أنها شحيحة، ونادرًا ما يصادفها المرء، بخلاف قافزات الذنب. والمكان الوحيد الذي عادة ما أرى فيه ثنائيات الذنب الحية هو الغابات الضبابية الندية شرقي الإكوادور، حيث تقطن، مع الكثير من قافزات الذنب، في الحزازيات الكثيفة وطبقات التربة التي تغطي جذوع الأشجار وأغصانها الكبيرة، وغالبًا ما تكون عالية فوق الأرض. وفضلًا عن ذلك، فإن السجل الأحفوري لثنائيات الذنب ضئيل جدًّا، وهو أمر لا يفاجئنا كثيرًا، فهي طرية الأجسام، ولا تعيش إلا في مواطن بالغة الصغر، شديدة النداوة، تملؤها الفطريات. ومع ذلك فإننا نعلم قدرًا جيدًا من بنيتها التشريحية وبيولوجيتها بالاعتماد على دراسات أجريت على أنواع حية متعددة. وشكل جسمها، الأقل تخصصًا منه في قافزات الذنب، هو ببساطة شكل المفصليات سداسيات الأرجل تقريبًا، أيْ رأس: بقَرْنٍ متعدد الأقسام، وفَكَّين، لكن بلا عيون، وجوشن: بست أرجل، لكن لا أثر لنمو الأجنحة، وبطن: مستطيل متعدد الحلقات، ينتهي بأُشْرَتين. ولثنائيات الذنب شكلان، وذلك وفقًا لشكل الأُشْرة الطَّرَفية. فبعضها له أُشَر متعددة الأقسام تبدو كأنها قرن يخرج من نهاية الذنب، وتستخدمها «مِجَسَّاتٍ» خلفية. ويبدو أن هذه الأنواع كلها



الشكل 4-2: ثنائيات الذنب ذات الذنبين (من رتبة ثنائيات الذنب، وعائلة القمابيد Campodeidae) هي سداسيات أرجل انعزالية تعيش في الحزازيات ونفايات الأوراق، ونادرًا ما يشاهدها الناس. (الصورة من كنجي نيشيدا).

تقتات بالطمي العضوي، والفطريات الموجودة في التربة، والحزازيات. أما الأصناف الأخرى من ثنائيات الذنب فلها أُشَرٌ اندمجت أقسامها في كماشة تشبه الملقط. والكثير من هذه الأنواع تبدو مفترسة، ويُعرف عن بعضها إمساكه بالفرائس الصغيرة، من قافزات الذنب والحشرات الصغيرة، بوساطة ما لها من «أذناب» تشبه الكماشة. وكحال الأصناف الأخرى لسداسيات الأرجل البدائية جدًّا، فقد تابعت ثنائيات الذنب البالغة عمليات انسلاخ هياكلها الخارجية بعد وصولها إلى مرحلة النضج الجنسي والبلوغ، ويعرف عن بعض الأنواع أنها تقوم بعملية الانسلاخ بما يصل إلى 30 مرة في حياتها.

ويُظَن أن من بين الحيوانات سداسية الأرجل البدائية التي نشأت في أواخر العصر الديفوني، هُلْبِيَّات الذيل القافزة، أو هلبيات الذيل فقط. ومثلما يدل اسمها الشائع، فلها ذيل هُلْبي [شعري غليظ] طويل، ويمكنها القفز بتقويس جسمها. أما اسمها العلمي: رتبة عتيقات الفك[105]، فيعني «الفم القديم» ويشير إلى فكها البسيط، الذي يتمفصل على نقطة واحدة ضعيفة، أسفل الرأس. ويدعى هذا الفك أحيانًا فك الطحن، ربما لأنها لا تستطيع سحق الطعام به إلا برقة فحسب. وقد وجدت بقايا لهُلبيات الذيل في غابة غيلبوا من العصر الديفوني في ولاية نيويورك، بيد أن أنواعًا متعددة من سداسيات الأرجل القديمة هذه بقيت حتى في أتربة الغابات الندية، وعلى امتداد الشطآن قرب المحيطات. وبخلاف معظم الحشرات الحديثة، فهي تشذ عنها في أن لها زوائد بطنية تدعى قُلَيْمات، لعلها بواقٍ من أجزاء لأرجل قديمة. ولهذه الأحافير الحية بضع حيل تتميز بها. فهي تستخدم برازها لإلصاق جسمها بالأرض وقت الانسلاخ، ويبدو أن ذلك يمكِّنها من سحب أجسامها من هيكلها القديم بسهولة أكبر في العملية تلك، لكن إنْ لم يعمل اللاصق جيدًا، فلن تستطيع الخروج من هيكلها القديم، وستموت. وفي هذا دلالة على أن الحشرات الأولى كانت بحاجة إلى نشوء طرق فعالة في الانسلاخ.

ويقسم علماء الحشرات اليوم سداسيات الأرجل إلى مجموعتين اعتمادًا على شكل أجزائها الفموية، فهي إما تكون متراجعة إلى جيبة في الرأس،

الشكل 4-3: هلبيات الذيل القافزة (من رتبة عتيقات الفك) هي من أكثر الحشرات الحية بدائيةً. فبخلاف معظم الحشرات، لها زوائد (قُلَيْمَات Styli) على حلقاتها البطنية. (الصورة من كيفين مورفي).

كما في قافزات الذنب وثنائيات الذنب، أو تكون مكشوفة بوضوح، كما في سائر سداسيات الأرجل. ووفقًا لهذا المعيار، تكون الحشرات الحقيقية هي فقط سداسيات الأرجل ذات الأجزاء الفموية الفكية المكشوفة: هلبيات الذيل، وقريباتها، وجميع سلالاتها. ولعل أقدم الأحافير التي لا جدال فيها للحشرات الحقيقية هي أحافير سوس الفكيات الراينية[106]، التي وجدت في تكوينات ظِرار راييني؛ وعمرها من 396 إلى 407 مليون سنة. وعلى الرغم من ضآلة أحافيرها، فهذا الكائن يثير الانتباه بوجه خاص، وذلك بسبب فكه الأسفل ذي الرزتين المعلق على مفصلين يدعيان لقمتي الفك، كحال معظم أنواع الحشرات الحديثة. ويمكن أن يعود هذا الصنف من الفكوك إلى حشرة عديمة الجناح، مثل السمكات الفضية وبنات النار[107]، من رتبة الآصِرَات[108] (أو سابقًا هدبيات الذيل[109]). غير أن جميع أنواع الحشرات الطائرة نشأت من ذوات فكٍّ برزَّتين تعد أسلافًا لها. وهذا ما جعل بعض العلماء، مثل مايكل إنجل، يفترض أن طيران الحشرات ربما ظهر في وقت يسبق بكثير ما كان مفترضًا في السابق، فربما بدأ في العصر الديفوني. وعلى الرغم من عدم وجود أحافير أجنحة تثبت هذا الادعاء، فإنه احتمال مقبول. وعلاوة على ذلك، لو أن الحشرات قد ظهرت فعلًا بهذا التصميم المتقدم لأجسامها في أواخر العصر الديفوني، فإن ذلك سيقودنا إلى افتراض آخر بأن شكل الجسم سداسي الأرجل ربما نشأ كذلك في وقت سبق الوقت الذي نفترضه له عادة، وأن الحشرات

ربما عاشت أول ما عاشت في أواخر العصر السيلوري. لكن، على هذه الأفكار أن تدور في مدار التخمين الآن، إلى أن تُكتشف أحافير جديدة قد تدفع بزمن ظهور الحشرة الأولى إلى زمن سابق أبعد. وما نحن على ثقة منه أن الحشرات الحقيقية نشأت في العصر الديفوني، وأن المنظومات البيئية على اليابسة التي ظهرت فيها تلك الحشرات وُجِدت منذ العصر السيلوري على الأقل.

لقد ظهرت مجتمعات الغابات المعقدة للنباتات الشبيهة بالأشجار في أواخر العصر الديفوني، قبل 360 مليون سنة، وانتشرت في الأراضي المنخفضة الاستوائية الندية. وعاشت مجتمعات وافرة من المفصليات القمَّامة سداسية الأرجل في الأتربة القاتمة جدًّا، أسفلَ طبقات سميكة من أكوام الأوراق، كانت منها قافزات الذنب، وهلبيات الذيل القافزة، والسمكات الفضية. وأصبح الكوكب عاجًا بالحشرات. وبدا أن هذه الكائنات الزاحفة قانعة بالإقامة في الراحة والأمان اللذين تجدهما في التراب، ونفايات الأوراق، والمَواطن الحزازية الرطبة الأخرى. لكن العالم تغير مرة أخرى، في نهاية العصر الديفوني وصولًا إلى العصر الكربوني، بصورة مثيرة. ففي نهاية العصر الديفوني تبرد الكوكب بعض الشيء، وتشكلت الأنهار الجليدية، وانخفضت مستويات البحار، وعانى مجتمع الشعاب البحرية أحداث انقراض جماعي. وعلى اليابسة، تغير تركيب المجتمعات النباتية بصورة هائلة إلى شكله في أوائل العصر الكربوني. لكن التغيير الأكثر إثارة ربما، هو الظهور الأول للحشرات الطائرة في الجزء الأخير من أوائل العصر الكربوني. وفي النصف الثاني من العصر الكربوني، قبل نحو 320 مليون سنة، تغيرت غابات الأرض تغيرًا أبديًّا؛ لتصبح جناتٍ للأجنحة البراقة والرفرافة. والجزء القادم من قصتنا: حكاية أصل الطيران عند الحشرات، هو واحد من أهم المنعطفات في تاريخ الحياة. فمن أين أتت الأجنحة حقًّا؟

الفصل الخامس:

الرقص في الهواء

لم يطرأ منذ 600 مليون سنة أو يزيد على نشوء الحيوانات، إلا القليل من السمات الجديدة،

ومنها أجنحة الحشرات، التي لا تبدو في معارفنا الضحلة سوى مجرد تحويرات جرت لشيء آخر سبقها.

دوغلاس فيوتيما، Science on Trial [العلم في امتحان]

يتملكني هاجس الأجنحة والأشياء الطائرة على الدوام، فقليلة هي المشاهد التي تجذبني أكثر من مشاهدة حشرة تطير، وقليلة هي الأعمال التي أجد فيها تحديًا أكبر مما أجده في ملاحقتها. وعلى قدر ما أذكر، فإن ما يأسرني بوجه خاص هو الكائنات الطائرة كثيرة الألوان، كالفَراش والعث، لكنني لا أظن أني الوحيد المغرم بها. فيبدو، من الرواج المتزايد لبيوت الفراشات وحدائق حيوانات الحشرات، أن أكثر الناس يبتهجون لمشاهدة فراشات تطير، حتى من يمقت منهم سائر أصناف الحشرات. ففي الفراشات شيء ساحر؛ شيء من أرض الخيال. فهل يعود ذلك إلى كثرة ما شاهدناه من أفلام الرسوم المتحركة، التي تصور جنيات صغيرات مرهفات لهن أجنحة حشرات؟ أم أن صانعي تلك الرسوم إنما يرسمون الجنيات بأجنحة حشرات، لأن اليعاسيب والفراشات لها مكان سحري في نفوسنا؟ إنني أشك في أن يستمتع أحد بمشاهدة تلك الجنيات، لو أنها رسمت بأجنحة خفافيش أو زعانف أسماك.

لقد مضت عليَّ خمسون سنة وأنا أراقب الحشرات، لكنني شهدت مؤخرًا، في شهر يونيو، حادثةً ساحرة بحق، لم أر لها مثيلًا من قبل. فقد زرت أنا وأسرتي أقرباء لنا في مزرعة لهم عند بحيرة سنت كلير بكندا، وكنا نستمتع بحفلة شواء بمناسبة عيد الأب، وتصادف أنَّ أعدادًا هائلة من ذباب بنات يوم [ذباب مايو]، من جنس بنات سبعة[110]، كانت قد خرجت من البحيرة ليلًا، وغطت جميع الأشجار والأجمات والمزارع. لقد رأيت هذه الظاهرة مرات متعددة قبل ذلك، عندما كنت طفلًا أقصد ضفاف البحيرات شمالي ولاية ميتشيغان. لكن، لم يكن أيٌّ منها بهذا الحجم. وعند المساء، وشمسُ الأصيل تلون البحيرة باللونين البرتقالي والأحمر، ارتفعت، وتلألأت، بالآلاف، بل بالملايين، واشتركت في رقصة غزل مجنونة. وحلقت سُحُب واسعة من بنات يوم على شطآن البحيرة على

امتداد البصر، مبسوطة فوق الأرض بقدر 10 أقدام إلى 50 قدمًا [3.05 إلى 15.24 مترًا]، وبارتفاع يصل إلى نحو 50 قدمًا فوق البحيرة. لقد كانت كثافة تلك الحشرات عظيمة جدًّا، بحيث إنني كنت لا أكاد أرى السماء، وأنا أقف تحت ذلك السرب وأنظر إلى الأعلى. ففي مجال رؤيتي فقط، كانت ملايين من بنات يوم، وأكثرها من الذكور، ترقص في ضوء الشفق، محلقةً إلى الأعلى ببطء، ثم تنجرف عائدة إلى الأسفل في أمواج مائرة. إن الاجتماع في سرب لهو نهج ذكوري، ومَشهَدة تجتذب عذارى الإناث من بعيد[111].

الرقص حتى الموت

إن «بنات يوم» الحديثة كائنات قصيرة الأجل بحق. وبما أن حورياتها تتنفس باستخدام غلاصم رغامية تشبه الصفائح، فهي بحاجة إلى ماء عذب نظيف جدًّا وبارد لتبقى حية. ونتيجة ما أحدثه الإنسان مؤخرًا من تلويث المسيلات المائية، فإن تواتر حالات الظهور الهائل لأنواع جمَّة يقل أكثر فأكثر. ومع ذلك، فإن حوريات بنات يوم المائية، التي تدعى أيضًا الغَدِيريات[112]، تمضي معظم حياتها مختبئة أسفل الرسوبيات في بحيرات الماء العذب، والأهوار، ومجاري الماء، حيث تقتات بالطحالب والطمي العضوي، وتنمو شيئًا فشيئًا. وفي كل سنة تخرج من الماء، غالبًا متواقتةً، لتقوم بعملية الانسلاخ، وتنمو لها أجنحة من براعم الأجنحة التي كانت فيها وهي حورية. وتعيش الحشرة البالغة منها -بعد ذلك- عمرًا قصيرًا جدًّا، فكثير منها يُعمَّر أقلَّ من يوم واحد.

ونجد بنات يوم من أقدم نماذج الحشرات قديمات الجناح الباقية، فلها أقدم نموذج من تصاميم الأجنحة. وإذا واتتك الفرصة لرؤية بنات يوم، فانظر إليها عن قرب، وستلاحظ كائنًا باقيًا من الزمن القديم نما عنده الطيران قبل نحو 330 مليون سنة في العصر الكربوني. ولبنات يوم أربعة أجنحة، كحال معظم الحشرات: شَفْعٌ أمامي وشَفْعٌ خلفي؛ في الحلقتين الوسطى والأخيرة من الجوشن. والجناحان الأماميان أكبر من الجناحين الخلفيين، ولهما الدور الأكبر في الارتفاع عند الطيران. والأجنحة الأربعة بسيطة كلها، ولأن بنات يوم لا تقدر على الحركة إلا إلى أعلى وأسفل، فإنها لا تستطيع ثنيَ أجنحتها عند القاعدة ولَيَّها، بخلاف حال معظم الحشرات الحديثة. وجناحُ بنت يوم غشاءٌ مرهف يغشي شبكة حاملة معقدة فيها الكثير من العروق الدقيقة. وتشترك مع بنات يوم في هذا العدد الكبير من العروق أولى الحشرات الطائرة المعروفة

الشكل 5-1: بنت يوم صغيرة، من زرقاوات الجناح الكبيرة (رتبة زائلات الجناح Ephemeroptera). وتعد بنات يوم أكثر الأمثلة الحية بدائيةً في الحشرات الطائرة. (الصورة من ديفيد ريس).

من النصف الثاني من العصر الكربوني (الحقبة البنسلفانية [الحقبة الثانية من العصر الكربوني؛ قبل 323.2 إلى 298.9 مليون سنة]). ولها خصيصة غريبة أخرى تعد بها بدائية جدًّا: فبعد خروجها من الماء ونمو أجنحتها، لا تطير مباشرة. وبدلًا من ذلك، تمر بنات يوم بمرحلة انسلاخ

قبل البلوغ، تكون لها فيها أجنحة وظيفية. وبعد مضي يوم واحد تنسلخ من جديد، لتصل إلى مرحلة البلوغ. وهي الحشرات الحية الوحيدة التي تنسلخ بعد نمو أجنحتها، فإذا رأيت حشرة ذات أجنحة من غير بنات يوم فاعلم أنك تنظر إلى حشرة بالغة.

وعندما تطير بنات يوم فإنها تطير وهمُّها الأول التكاثر. غير أنها حين تتواقت في أسرابها، لا تجتذب أزواجها وتجتمع بها فحسب، وإنما تغمر مفترسيها [كأنها فَيَضان] كذلك. فبنات يوم ليست بالحشرات القوية أو الخبيرة بالطيران. فهي لا تكاد تُجاوز القدرة على رفرفة أجنحتها، والانجراف والانزلاق في الهواء بأنماط سهلة. فليس ثمة أسهل من أن تلتقطها الطيور في الهواء، وتأكلها الأسماك إذا حطت على سطح الماء. ومع هذا، فجميع المفترسات المجاورة لها عاجزة عن فتح ثغرة في سرب من بنات يوم. وحين تطير عذراء إلى السحابة الراقصة، سرعان ما يمسك بها ذكر تواق طويل الأرجل، فينقل إليها محفظة منوية. وبعد التزاوج مباشرة، تطير الأنثى عائدة إلى البحيرة، ثم تحط على سطح الماء، وتطفو فوقه. وإذا حالفها الحظ، ولم يأكلها السمك، فسرعان ما تلقي هذه الأم بيوضها في الماء وهي تموت. وتغرق البيوض إلى القاع، وتتكرر دورة الموت والولادة من جديد، مثلما جرت على مدى 320 مليون سنة خلت[113].

عندما طارت بنات يوم أولَ مرة فوق الأهوار القديمة، كانت حدود السماء أمامها مفتوحة: فليس ثمة طيور أو فقاريات أخرى تطاردها في الهواء[114]. بيد أن المياه العذبة في العصر الكربوني كانت موطن كثير من أنواع الأسماك عديمة الفك والبرمائيات. ولو عادت بنات يوم إلى البرك ومجاري الماء لتضع بيوضها، فلعل كثيرًا منها كان سيؤكل، لذا حتى آنذاك فإن الانتقاء الطبيعي [المفترض] قد فضَّل الخروج المتواقت من الماء، ليكون ذلك خطة لها غايتان: غمر المفترسات، واجتذاب الأزواج. ويطيب لي أن أتخيل أن بنات يوم رقصت في سحابات كبيرة هادفة إلى التكاثر حتى في العصر الكربوني.

وعلى الرغم من أن الطيران مكَّن بنات يوم من الارتفاع في الهواء، والطيران في أنماط سهلة، والتناسل في أمان نسبي، فإن أجنحتها امتلكت وظيفة نافعة أخرى: إذ ساعدت بنات يوم على الانتشار. فالحوريات التي نمت في مجاري الماء تميل إلى الانجراف مع تيار الماء في أثناء تغذيها ونموها، وبمرور الزمن تخرج إلى مرحلة البلوغ، وهي بعيدة قليلًا عن مواضع وضع البيض. وباستخدام الأجنحة، تمكنت بنات يوم الأولى من الانتقال بسهولة عكس اتجاه التيار، لتضع البيض، وتتوطن بحيرات وبركًا داخلية، فيها أسماك أقل عددًا من تلك التي في المياه العميقة.

رحلة في بلاد الفحم

عندما خرجت بنات يوم الأولى إلى الأجواء قبل نحو 320 مليون سنة، كانت تتلألأ وترقص فوق أراضٍ منخفضة فسيحة من الأهوار، والمستنقعات، وفوق الغابات الرطبة الاستوائية المغطاة بنباتات الكنباث [أو ذيل الخيل] العملاق، ورجل الذئب، والسراخس، وأشجار السراخس ذوات البذور المنقرضة اليوم، والكورديات[115] [من عاريات البذور المنقرضة]، والصنوبريات القديمة[116]. وكانت

تلك الغابات مختلفة عن كل الغابات الموجودة اليوم، ومع هذا، فنحن على معرفة جيدة بها لما خلفته وراءها من نباتات أحفورية وافرة. فأكوام هذه المواد النباتية - الأخصب في تاريخ الحياة - أصبحت تشكل معظم ما لدينا من غاز طبيعي، وقطران، ونفط، خاصة ما عندنا من الفحم، وهي بقايا الأشجار التي نمت إلى ارتفاعات وصلت إلى 30 قدمًا [9.14 أمتار] وأكثر، وانتصبت منها غابات كثيفة رطبة. وفي أثناء العواصف سقطت هذه الأشجار الضخمة في التربة الكربونية الندية والمستنقعات. وغمرت المياه بقاياها، فدفنت تحت الرسوبيات، وتراكمت، لتشكل طبقات عميقة من الطمي العضوي الغني بالكربون. وبمرور الزمن حوَّل الضغط الناجم من النشاط الجيولوجي تلك الطبقات إلى فحم. إن جامعتي تولد الكهرباء باستخدام مرفق لحرق الفحم؛ لذا فإنني أستخدم -وأنا أكتب هذه الكلمات- الطاقةَ التي ينتجها شيء من آخر بقايا الحياة النباتية في العصر الكربوني. وعندما تقود سيارتك متوجهًا إلى السوق، فلعلك تستخدم شيئًا من ذلك أيضًا.

لكن لماذا يعود معظم ما عندنا من فحم ونفط إلى العصر الكربوني؟ النظرة التقليدية تقول ببساطة إن مستنقعات العصر الكربوني هيأت الظروف المثالية لتشكل الوقود الأحفوري. وبعد ذلك الزمن، ازداد الجفاف في العالم، ولم تعد الظروف مواتية كالسابق. لكن، هل هذا هو كل ما في الأمر؟ فالواقع أن الغابات لم تختف بعد العصر الكربوني، وكانت ثمة أشجار أكثر بعده، تنمو بصورة أوسع وعلى ارتفاعات أعلى من ذي قبل، كما أن أطوالها كانت أكبر في الدهرين الأوسط والحديث. وقد تكون الأراضي الداخلية في القارات قد جفت بعد العصر الكربوني، لكن تلك القارات تبقت فيها مجاري الماء، والأنهار، والأراضي الرطبة الساحلية. وكان من السهل انجراف أشجار المناطق المرتفعة الجافة إلى الأنهار لتصنع أكوامًا في أهوار الأراضي المنخفضة، فلا بد أن شيئًا ما قد حدث خلال تغير الحالة الجوية.

ولننظر في سؤال آخر: ما الذي يحدث لشجرة حين تموت في غاباتنا الحديثة؟ ستملؤها تجاويف من عمل الطيور، كنقار الخشب، والقرقف، وخازن البندق. وعندما تخرج هذه الطيور من الشجرة ستدخلها الكثير من الثدييات الصغيرة، وتحفر فيها كذلك لتزيد مساحة التجاويف. وستحفر الحيوانات الأصغر أنفاقًا في الخشب الميت: فعلى سبيل المثال، تقوم النحلات والزنابير بذلك؛ لا بحثًا عن الطعام، بل لبناء مواقع لأعشاشها ببساطة. أما لحاء الشجرة، فتهاجمه وتتوطنه حشرات مختلفة، مثل خنفساء اللحاء، والخنفساء ناقبة الخشب مسطحة الرأس، وقمل اللحاء القارض. ونشاط هذه الحشرات في حفر الأنفاق يهلهل اللحاء، فتتمكن الفطريات من الانتشار تحت سطحه. ويسرِّع نمو الطحالب في تفسخ الشجرة، ويهيئ مصدر طعام مغذيًا للحشرات، أكثر من الخشب ذاته. وتضع الأنواع الكبيرة من الخنفساء ناقبة الخشب بيوضَها في الشجرة، وتحفر يرقاتها التي تشبه السُّرفة[117] [مثل الدويدة] عميقًا في لب الشجرة. وفي تلك الأثناء، وفي الأسفل، تحلل البكتيريا والناميات الفطرية جذور الشجرة، التي تقضمها مفصليات التربة الصغيرة. وفي نهاية الأمر، تضعف الجذور، فتهوي الشجرة في العواصف. وهذا سيغير بالكامل الظروف البيئية المحلية، فمعظم الشجرة الآن غدا ممددًا فوق التربة الندية، وأصبحت الآن معرضة أكثر للفطريات ومفصليات التربة الصغيرة. وفي المناطق الاستوائية، تأتيها الأرضة فتمزق خشبها شر ممزَّق. فالأَرَضة، إلى جانب صرصور الخشب، من الحيوانات القليلة القادرة على هضم الخشب، بسبب الكائنات الدقيقة [الميكروبات] المتعايشة التي

تسكن في أمعائها. أما المناطق المعتدلة، كما في المناطق الاستوائية، فمن المرجح أن يتخذ النمل النجَّار فيها الشجرةَ بيتًا له. فلا يأكل النمل النجار الخشبَ، بل يحفر الأنفاق في الخشب ببساطة، ويعيش فيها، بيد أنه يحطم في نهاية المطاف الشجرة الضخمة إلى مِزَق صغيرة، وغبار خشبي. وتختلط القطع الممزقة بالتربة، وتصغر بعد ذلك بفعل فطريات التراب والمفصليات الدقيقة. وفي الغابات الحديثة، لا يبقى من الشجرة الشيء الكثير، مما يمكن أن يبقى على حاله، أو مما يمكن أن يتأحفر فيتحول إلى فحم أو نفط، فمعظم الشجرة يعاد تدويره ليعود إلى منظومات الحياة في الغابة.

وفي أوائل العصر الكربوني، كانت غالبية مستهلكات الخشب الميت من الكبار والصغار لم تنشأ بعد[118]. فلم تكن ثمة طيور، أو ثدييات، أو نحل، أو زنابير، أو خنافس لحاء، أو خنافس ناقبة للخشب، أو قمل لحاء، أو أرضة، أو نمل. وفضلًا عن ذلك، أصبحت النباتات -في العصرين الديفوني والكربوني- أطول بإنتاجها السيلولوز والليغنين، مما جعلها صعبة الهضم جدًّا على الحيوانات. كما لم تكن أيٌّ من الحشرات الأولى قادرة على هضم الخشب الخام. وكانت أشجار الكنباث العملاقة في العصر الكربوني، كما في عصرنا الحديث، قد تقسَّت أنسجتها الوعائية بكميات كبيرة من السليكا، فجعلتها عمليًّا عسيرة الهضم. لذا فقد كانت أواخر العصر الديفوني -فضلًا عن [جميع فترات] العصر الكربوني- مميَّزةً حقًا بالإنتاج الفائض من المواد النباتية، لا بسبب ما يسهِّل نمو النبات من المناخ الندي، والمستويات المرتفعة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي فحسب، وإنما لأن النباتات كانت قادرة -كذلك- على إنتاج كتلة حيوية أكبر مما يمكن للحيوانات العاشبة أن تستهلكه في ملايين السنين. وأول الحشرات المهمة التي تستهلك الخشب -وهي صراصير الخشب- لم تظهر إلا في أواخر العصر الكربوني. وتبعها ظهور قمل اللحاء، والتنوع في الخنافس ناقبة الخشب في العصر البيرمي[119]. وبمرور الزمن، نشأت بصورة متزايدة مجتمعات أعقد تستهلك الخشب، ولم يتكرر قط إنتاج الأرض المجمَل من المواد النباتية، الذي حصل في العصر الكربوني[120].

طيران العذارى

إن أكثر ما يلفت الانتباه في الأصناف الجديدة من المفترسات الفقارية، التي ظهرت أوائلَ العصر الكربوني، تلك المدعوَّة باسم برمائيات ثقب المفتاح، بسبب محاجر عيونها الغريبة، التي تشبه ثقوب مفاتيح، فقد كانت أول الفقاريات رباعية الأرجل التي تنشأ لها آذان. فما الأصوات التي استمعت إليها هذه البرمائيات؟ لقد قرأت فيما قرأت أن القدرة على إنتاج الأصوات ربما تكون قد نمت لديها، وأنها استخدمت الغناء لاجتذاب الأزواج، أو تحديد تخوم مناطقها. قد يكون ذلك ما قد حصل، بيد أن التزاوج ليس إلا جانبًا واحدًا من جوانب سلوك الحيوانات الفقارية البالغة. ولعل الآذان كانت مفيدة جدًّا في جوانب رتيبة من الحياة اليومية، كالبحث عن طعامها من المفصليات مثلًا. ولعل البرمائيات الكبيرة قد التهمت الأسماك والبرمائيات الأخرى، غير أن البرمائيات الصغيرة التهمت حتمًا طيفًا واسعًا من المفصليات والحشرات. وكان بمقدورها، باستخدام آذانها، أن تسمع الحركات الناتجة عن تحرك المفصليات في نفايات الأوراق، وأصوات المضغ التي تصدرها الديدان الألفية والحشرات وهي تسحق طعامها، وحركات الرفرفة عند الحشرات الخارجة حديثًا من طور اليرقة وهي تستعد للطيران. ولعل الأمر لم يكن من باب المصادفة أن تنمو آذان للفقاريات في الوقت الذي بدأت فيه

المفصليات بإصدار الكثير من جلبة الطنين والرفرفة في الغابة. وعندما تستمع إلى ألحانك المفضلة بعد الآن، فلعلك تقتطع لحظة تقدِّر فيها حقيقة حب أسلافنا في العصر الكربوني أكل الحشرات.

لقد أنجبت غابات العصر الكربوني ما يفوق الآذان وإمدادات الفحم. فقد آوت الحقبة البنسلفانية (النصف الثاني من العصر الكربوني، قبل زهاء 320 مليون سنة)، أولى الحشرات الطائرة. وخطوتنا الأولى في فهم أصول طيران الحشرات هي النظر في أسلافها من الكائنات التي نشأت منها معدات الطيران. ففي العصر الكربوني ظهرت رتبة بسيطة من الحشرات دعيت باسم الآصِرات، ومنها ما نعرفه باسم السمَكات الفضية وبنات النار[121]. وتعد الآصرات القريبة الأقرب إلى الحشرات الطائرة، ومثلما تدل أسماؤها الشائعة، فبعضها يملك قشورًا فضية، مثل السمك، وينجذب بعضها الآخر إلى الأماكن الدافئة (يستوطن المخابز ويعيش قرب الأفران). ومثلما الأمر في الحشرات الحديثة: فلها رأس، وجوشن بست أرجل، ومنطقة بطنية طويلة، وبصورة مشابهة لهُلبيات الذيل، نجد الآصرات [هدبيات الذيل] لها ثلاث زوائد خيطية طويلة تجرها من أسفل جسمها. وليس لها أجنحة، أو براعم أجنحة، إلا أن الأجزاء العلوية من كل حلقة في الجوشن مسطحة، وتمتد قليلًا إلى الجانبين. ولعل الآصرات القديمة تسلقت النباتات الظاهرة لتقوم بعملية الانسلاخ هناك، كما يعتقد أنها ربما كانت تقفز من أماكنها العالية، مثلما تفعل السمكات الفضية اليوم.

وتشترك الآصرات ببعض الخصائص الفريدة مع الحشرات الطائرة، فمنها الفك المعلق على لقمتين، والأُشْرتان، والتفاف الجدار الجانبي للجوشن -الجنب- الذي ينتِج الغرزات الجنبية. وهذه سمة أساسية لنمو الأجنحة، لأنها تنتِج منطقة جوشن أقوى من الناحية البنيوية، وتهيئ مساحة داخلية أوسع لارتباط العضلات. بيد أن التشابه مع الحشرات الطائرة ينتهي عند هذا القدر، فحوريات الآصرات تشبه نسخًا مصغرة من البالغة منها، ولا يبدو فيها كذلك أي أثر لنمو الأجنحة. لكن السمكات الفضية من العصر الكربوني كان لها فصان يمتدان بعض الشيء على طول جانبي حلقات الجوشن، وهو أمر فسره بعض علماء أحافير الحشرات أنه كان أجنحة بدائية. فهي حتمًا لم تمتلك أجنحة، ولعلها استطاعت الطيران القصير بالانزلاق في الهواء بعد القفز، أو السقوط من الأماكن العالية من فوق النباتات المرتفعة[122].

ولبعض الحشرات المتأحفرة من العصر الكاربيي ناميات منبسطة تشبه الصفائح على طول جانبي الجوشن، تدعى الفصوص الجنبية[123]. وهذه الفصوص أكبر من مثيلاتها عند الآصرات، لكن يعتقد أنها تحويرات للبنى نفسها. وفي بعض الحالات، توجد الفصوص الجنبية على الحلقة الأولى من الجوشن، أما الأجنحة مكتملة التشكل فتوجد في الحلقتين الوسطى والأخيرة من الجوشن[124]. ويفترض أن الأجنحة نمت من هذه الفصوص، التي اختفت بعد ذلك لأسباب وظيفية. وليس ثمة حشرات حديثة لها أجنحة أو جنيحات أو فصوص على الحلقة الأولى من الجوشن، فأجنحتها محمولة على الحلقتين الوسطى والأخيرة من الجوشن. ولعل الجنيحات اختفت من الطرف الأمامي للجوشن، لأن مركز ثقالة الحشرة أقرب إلى عجزها، كما أن الحلقة الأولى من الجوشن صغيرة جدًّا ولا تكفي لحمل الجهاز العضلي الممتد.

وبما أن الأجنحة ظهرت في الوقت نفسه الذي انتشرت فيه الغابات، فإن بعض علماء الحشرات يعتقد أن طيران الحشرات نشأ بتسلقها النباتات الطويلة، والقفز من فوقها، والانزلاق في الهواء بصفائحها المنبسطة، وهي فكرة عرفت باسم فرضية الفصوص الجنبية. لكن، لماذا أزعجت حشرات التربة نفسها بالتسلق إلى أعلى النبات، وقد كانت آمنة تمامًا وسعيدة في نفايات الأوراق؟ عادة ما يفترض علماء الحشرات أنها اقتاتت بما ينمو من الأبواغ، والبذور، وأنسجة التمثيل الضوئي الهشة. ولا تروق لي هذه الفكرة لسببين. أولهما: أن السمكات الفضية لا تقتات بهذه الطريقة، وثانيهما: أن الأبواغ والبذور ستسقط على الأرض على كل حال، فلماذا أجهدت نفسها بالتسلق؟ ويمكنني أن أفكر بأسبابٍ تفضُلُ ما سبق، دفعت الحشرات إلى تسلق النباتات، حتى وإن لم تكن تقتات هناك.

فالحشرات حيوانات من ذوات الدم البارد. وحين تكون درجات الحرارة في الليل منخفضة، فإن أجسامها ستبرد، ولن تستطيع الحركة من جديد إلى أن تعود فتدفأ. وغالبًا ما تحل الحشرات الحديثة هذه المشكلة بتسلقها النباتات، والجثوم في أشعة الشمس، واستخدام أجنحتها كأنها ألواح شمسية. فالأوعية البنيوية الكبيرة في الأجنحة مجوفة، وبذلك يجري فيها الدم، فينقل الحرارة إلى سائر الجسم. وحتى الأجنحة البدائية الصغيرة ربما نقلت قدرًا جيدًا من الحرارة، قبل أن تستخدم الألواح في الطيران. فالحشرات جميعًا بحاجة إلى تدفئة نفسها قبل أن تستطيع السير، أو جمع الطعام، أو البحث عن زوج، أو تفادي المفترسات؛ فمن يبدأ بالحركة أولًا يكن له قصب السبق. ولعل فرضية الألواح الشمسية هذه لطيران الحشرات مقنعة، خاصة إذا أخذنا بالحسبان المناخ السائد في العصر الكربوني. فنحن نعلم أن العصر الديفوني انتهي بفترة تبرَّدت فيها الأرض، وتشكلت الأنهار الجليدية فوق معظم القارات الجنوبية في العصر الكربوني. وبقيت المناطق الاستوائية معتدلة وخالية من الجليد، غير أن المناخ العام أصبح أبرد عما كان عليه في العصر الديفوني. ولا بد أن تعليل تَرْك الحشرات المقيمة في التراب طبقةَ التراب المريحة والآمنة، بسعيها وراء ضوء الشمس والحرارة، يمكن أن يكون مقبولًا.

أو لعلها سعت وراء التزاوج. فبعض ذكور الحشرات تنتظر الإناث في مواضع الغذاء (الطعام مع الرقص؛ خطة الملهى الراقص)، وتنتظر ذكور أخرى الإناث الصغيرات العذارى قرب مواضع خروجها من اليرقات (خطة لوليتا المغوية). وعندما لا تنجح هاتان الخطتان، يذهب كثير من الذكور إلى معلم أرضي بارز (خطة زقاق الحب عند قمة الجبل). فعديد الحشرات الحديثة تنتقل إلى أعلى شجرة، أو أعلى صخرة، أو أعلى مرتفع في المنطقة، ومن المحتمل أن حشرات العصر الكربوني التقت أزواجَها بالتسلق إلى أعالي أطول النباتات.

وحين وصلت تلك الحشرات إلى أعالي النباتات، ربما كان للأجنحة البدائية الصغيرة دور في المغازلة والتزاوج. فنحن نعلم أن بعض الحشرات الحديثة تولِّد اهتزازات بأجنحتها، وتستخدم هذه الأصوات إشاراتٍ للمغازلة، وأن حشرات أخرى تستخدم أجنحتها لتنثر بنشاط روائح كيميائية تدعى الفرمونات، وهي تعطي إشارة للأزواج وتجتذبها، وحتى الجناح البدائي الصغير يمكن أن يستخدم في كل ذلك. وعلاوة على ما سبق، تشير آثار الأحافير إلى أن بعض حشرات العصر الكربوني امتلكت أنماط تلوُّن على أجنحتها. وفي بعض الحالات، كان من هذه الأنماط بقع مرئية باتجاه المؤخرة، وأشرطة متمايزة، ربما عملت على التحذير من المفترسات. ولا يمكننا أن نكون على ثقة بالوظيفة

الفعلية لهذه الأنماط، لكنَّ من المنطقي افتراض أن الحشرات المجنحة القديمة، كحال الحديثة في أيامنا، استخدمت أجنحتها كذلك لاجتذاب الأزواج المحتملين من مسافات بعيدة.

ومهما كانت الأسباب التي حدت بالحشرات القديمة إلى تسلق النباتات، فإنها عندما وصلت إلى أعلاها، احتاجت إلى النزول من جديد، والطريقة الأبسط هي القفز. فبعض الضفادع الاستوائية تتسلق الأشجار في المساء لتقتات في ظُلة الغابة، ثم تعود إلى الأرض عند الفجر بالقفز والانزلاق في الهواء. فإذا كانت الضفادع تستطيع الانزلاق في الهواء بأمان من أعالي الأشجار، فلم لا تكون للحشرات القدرة ذاتها، وهي الكائنات الصغيرة جدًّا التي تستطيع في معظمها السقوط من ارتفاعات عالية دون أن يمسها الأذى؟ لقد افترض بعض العلماء أن بوسع الحشرات تعلم الطيران بسهولة في العصر الكربوني، نتيجة كثافة الغلاف الجوي بالأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وافترض آخرون أن فصوص الجوشن الصغيرة جدًّا عند هلبيات الذيل ربما زودتها بقدرة طيران بسيطة عند الانزلاق في الهواء.

وعلى الجانب الآخر، افترض بعض العلماء أن الحشرات لم تكن في حاجة إلى تسلق النباتات لتتعلم الطيران: وعوضًا عن ذلك، فلعل الأجنحة نشأت من الغلاصم وكان لها دور في التنفس. وهذه فكرة قديمة راجت قبل قرن من الزمان. والحق أن علماء الحشرات قدموا فرضية الفصوص الجنبية اعتراضًا عليها، وشرحوا كيف أن الأجنحة ربما نشأت دون أن يكون لها دور في الجهاز التنفسي، وذلك لأن أجنحة الحشرات الحديثة ليس لها أي وظيفة تنفسية. لكن فرضية الغلاصم للأجنحة نالت في العقود الأخيرة أصوات بعض المؤيدين، وحفظت لنفسها موقعًا في المعارضة. فلننظر في ميزاتها وعيوبها. إن في الأوعية المجوفة الكبيرة لأجنحة الحشرات الحديثة أنابيب رغامية، لذا فبإمكان الغاز -مثله كمثل الدم- أن ينساب فيها. وتُبين لنا بناتُ يوم، بالإضافة إلى أجنحة الحشرات المتأحفرة من العصر الكربوني، أن معظم الحشرات الطائرة القديمة امتلكت أعدادًا هائلة من عروق الأجنحة، ومن المحتمل أنها حازت قصبات رغامى أكثر بكثير من الحشرات الحديثة. ونحن نعلم كذلك أن المجموعتين الباقيتين الأكثر بدائية من الحشرات المجنحة القديمة، من بنات يوم ويعاسيب، كانت لهما مراحل مائية قبل النضج تتنفس فيها بالغلاصم، التي تعمل بتمكين الهواء من المرور عبر البشرة الندية الرقيقة. وبعض مفصليات التربة، من قبيل قافزات الذنب، يمكنها التنفس عبر بشرتها، لأنها رقيقة للغاية كذلك، ولعل الحشرات القديمة قد تنفست أيضًا عبر بشرة رقيقة من جُنيحاتها. وبما أن مستنقعات العصر الكربوني كانت شديدة النداوة، وكان مستوى الأكسجين في الهواء عاليًا بصورة استثنائية، فيبدو من الممكن أن الأجنحة البدائية للحشرات القديمة عملت عمل الغلاصم قبل أن تنشأ لها أجنحة.

وقد اقترح جيم ماردن من جامعة ولاية بنسلفانيا، مع زملائه، سنةَ 1994، فكرة غريبة -هي فرضية التزلق على الماء- معتمدًا على مشاهدة بعض ذباب الحجَر (مطويات الجناح[125]) البالغة تستخدم أجنحتها في الإبحار في الماء. وقد افترض مع زملائه أن الحشرات المائية القديمة ربما استخدمت الأجنحة البدائية والغلاصم أولَ أمرها في التزلق على الماء، ونشأت لها بعد ذلك القدرة على الطيران القوي، عن طريق الرفرفة إلى الأعلى انطلاقًا من سطح الماء. ومع ذلك، فإن فرضية الغلاصم تحوي بعض المشكلات الحقيقية. وأكثر ما يلفت الانتباه فيها، أن الحشرات الحديثة لديها قصبات هوائية [رغامى] في أجنحتها، وعلى الرغم من ذلك، فلم يُعرف عن أيٍّ منها أنها تتنفس بها

فعليًّا. وبدلًا من ذلك، فإن الحشرات حين تمر بعملية الانسلاخ لتصل إلى طور البلوغ، ينساب الهواء إلى القصبات الهوائية، ويساعد على نفخ الأجنحة لتصل إلى حجمها الكامل. كما أن ثمة مشكلات أخرى. فمع أن الانزلاق على الماء قد شوهد لدى ذباب الحجَر، فإنه لم يشاهد عند الحشرات المائية من بنات يوم واليعاسيب، التي توجد غلاصمها على بطنها لا على جوشنها. والسمكات الفضية، وهي الأسلاف التي نرجح أن الحشرات المجنحة نشأت منها، تقيم في نفايات الأوراق والتربة. وكذلك، فإن إحدى أنجح مجموعات الحشرات الطائرة في العصر الكربوني، [وأعني بها] شبكيات الجناح القديمة المنقرضة اليوم، كانت لها حوريات على اليابسة[126].

وأنا أرتاح شخصيًّا إلى فرضية الفصوص الجنبية، بيد أن الجدل قد لا ينتهي بإرضاء الجميع. فثمة فجوة في السجل الأحفوري بين سداسيات الأرجل الأولى المقيمة على اليابسة أواخرَ العصر الديفوني، والحشرات الطائرة من أواخر العصر الكربوني. وتجعل هذه الفجوة البحث في أصول الأجنحة من الأمور الأغمض. فمن ناحية أولى، علينا أن نأخذ بالحسبان احتمال أن تكون ظروف العصر الكربوني قد مكنت أجنحة الحشرات الأولى من التنفس، إلا أنها فقدت هذه القدرة بعد أن نمت في الحشرات أجنحة حديثة. أما الناحية الأخرى، فمن الواضح أن أجنحة الحشرات نمت ربما بسهولة لأسباب وجيهة ومتعددة أخرى، وهي أسباب تملك استقلاليتها: كالانزلاق في الهواء، ونقل الحرارة، وعروض التزاوج.

وينبغي ألا تَصرِف الفرضيات المختلفة لأصل الأجنحة انتباهنا عن الصورة الكبيرة: وهي نشوء الأجنحة في نهاية الحقبة المسيسيبية في العصر الكربوني (قبل نحو 327 مليون سنة)، فحين ظهرت أصبحت فجأة شائعة تمامًا في المصطلحات الجيولوجية. وعلى مدى ملايين متعددة من السنين، انطلقت الحشرات الطائرة إلى الأجواء بتنوع فاق تفجر العصر الكامبري. فقد سادت المنظومات البيئية على اليابسة منذ ذلك الحين، وبذلك كانت الأجنحة واحدة من الابتكارات النشوئية العظيمة التي حصلت للحشرات، فأسست لنجاح لا يضاهى في العالم الحي. وتَذَكَّرْ دائمًا أنها كانت صاحبة الكلمة في الأجواء لأكثر من مئة مليون سنة على الأقل[127]. فلم تكن ثمة طيور بعد، وكان أفضل ما بوسع المفترسات الفقارية أن تتربص بها على سطح الأرض، وتنقض عليها سريعًا. وكان توطن الحشرات الممرات الجوية قد أمدها بفرص جديدة باهرة في الانتشار، والفرار، والمغازلة، واستغلال مواضع الغذاء. بصورة مبدئية، لم يكن عليها أن تكون بارعة في طيرانها، فقد قرضت الحشرات الأولى المقتاتة بالنبات الأبواغَ في أعالي الأشجار الطويلة، وكفتها رفرفة طيران قصيرة لتتمكن من التنقل بسهولة من نبات إلى آخر. ففي التنقل من نبات إلى آخر، يتوجب على الحشرة الزاحفة أن تسير الطريق كله لتعود إلى الأرض، وتجد ساقًا أخرى، وتتسلق من جديد. أما الحشرة الطائرة، فبإمكانها اختصار الكثير من الوقت والجهد، وستصادف مفترسات أقل عددًا في عملية التنقل تلك. وحتى الطيران اللطيف، فإنه يمكِّن الحشرة من توطن الأجواء، والقيام برقصة تزاوج بأمان، أو الانتقال إلى موطن جديد، إذا جفت المستنقعات، أو اشتعلت في مناطقها الحرائق الطبيعية.

أزياء تقليدية لا تبلى

كان أقدم طراز للأجنحة -وهو لوح مسطح من مادة هيكلية موضوعة في منطقة غشائية عند أعلى الجوشن- طرازًا بسيطًا للغاية، لكنه فعال جدًّا، ومازالت بعض الحشرات الحديثة مثل بنات يوم واليعاسيب تزهو به. ويتوازن وسطُ الجناح على مرتكَز تشكَّل من الجنب. ويعمل الجناح نفسه كأنه عتلة رافعة، فيتحرك بسرعة إلى الأعلى والأسفل؛ لأنه لا يتوازن إلا في الموضعيْن الأعلى والأدنى. وتقوم العضلات بحركته الصاعدة بصورة غير مباشرة، وهي [أي العضلات] تربط أعلى الجوشن والجدران السفلية، لكنها لا تتصل بالجناح. وعندما تتقلص عضلات الطيران الظهرية البطنية هذه، ينبسط الجوشن ويتشوه شكله، مما يجعل الجناح يقفز إلى الوضع العمودي. وفي الحشرات قديمة الجناح، تُنْجَز الحركة إلى أسفل بوساطة العضلات المتصلة بصفائح صغيرة تحت الجناح، قرب المقدمة والمؤخرة تمامًا. وتدعى هذه العضلات أحيانًا عضلات الطيران المباشرة، لأنها تتصل مباشرة بالجناح، وهي لا تعطي القوة للحركة نحو الأسفل وحسب، وإنما تستطيع باستخدام تقلصات متفاوتة تمكين الجناح كذلك من الانحراف بزوايا مختلفة في أثناء الطيران، وبذلك تمكِّن الحشرة من القيام بالملاحة الموجَّهة.

عندما نشأت هذه الآلية كانت أحدث ابتكار لتنقُّل الحيوانات وأعظمه، على الرغم من أن بنات يوم واليعاسيب هي الحشرات الوحيدة الباقية بهذه الآلية القديمة للطيران. وبخلو المنافسة من الطيور، والخفافيش، والديناصورات الطائرة، خرجت الحشرات ذات الأجنحة القديمة إلى الأجواء بأعداد وافرة. وفي أواخر العصر الكربوني، امتلأت غابات الأرض الاستوائية الرطبة بتشكيلة مذهلة من أنواع الحشرات الطائرة، وقد انقرضت جميعها اليوم تقريبًا. وأحد الأمثلة البارزة لها رتبةُ شبكيات الجناح القديمة. ومثلما هو واضح من اسمها، كانت لهذه الحشرات عروق غزيرة تشبه الشبكة، على امتداد أجنحتها قديمةِ الطراز، وهي تتصل بجانبيها، ولم تكن قادرة على طيها إلى الوراء فوق جسمها. بيد أن الأجنحة الشبكية القديمة غزت الأجواء بغزارةٍ تفُوق معظم الحشرات الأخرى في ذلك الزمن. وفي أواخر العصر الكربوني، وامتدادًا إلى العصر البيرمي، ظهرت سلالة من الحشرات شبكيات الجناح القديمة، كان منها ما لا يقل عن 71 جنسًا، مصنفًا في 21 عائلة. وكانت بعض هذه الأنواع ضخمة فعلًا، فعرْض جناحيْ أكبرها 56 سنتيمترًا (نحو 20 بوصة). لقد كانت ضخمة دون ريب مقارنةً بأسلافها من الحشرات العاجزة عن الطيران، مما يدل بوضوح على أن الأجنحة الشبكية القديمة نجحت في تدبر الإفلات من المفترسات الأرضية على أرض الغابات، والإقامة في الأشجار، مما يجعلها بدرجة ما: أولى الحشرات الشجرية. وفيما جاء بعد ذلك من أزمان، نشأت معظم أنواع الحشرات لتسكن في ظُلَل الغابات المطرية.

ويعود نجاح الأجنحة الشبكية القديمة في جزء منه إلى ابتكار تلك الحشرات طرازًا فريدًا للجزء الفموي. فأقدم الأنواع العاشبة الحقيقية المعروفة، كانت أولى الحشرات الطائرة التي نشأت لها أجزاء فموية ثاقبة ماصة (مناقير) قادرة على الاقتيات بالسوائل، والنقر على أجزاء نباتية مغذية، بطرق لم تفعلها أي مجموعة حيوانية من قبل. وتمكنت الأنواع ذوات المناقير الطويلة، وحورياتها، من الاقتيات بالأنسجة والسوائل النباتية بثقبها أوراق النباتات الطرية، أو الاستفادة مباشرة من النسيج الخشبي[128] والنسيج اللحائي[129]. أما الأنواع الأخرى من شبكيات الجناح القديمة، التي لها مناقير أقصر وأعرض، فكانت تقتات بثقب المخاريط التناسلية النامية للنباتات القديمة، ومص ما فيها من السوائل، والأبواغ، والبويضات النباتية.

ونحن نعلم أن الحشرات شبكيات الجناح القديمة اقتاتت بنباتات مختلفة، منها السرخسيات البذرية[130]، والخيطيات، والذئبيات، والصنوبريات؛ فقد وجدنا أحافير لشبكيات الجناح القديمة وفيها أبواغ وأطلع في أجزائها الفموية وأمعائها. كما وجدنا بقايا نباتية أحفورية تُبين ما أصابها من ثقب ومص بالاقتيات، فلا شك أن ذلك من صنع شبكيات الجناح القديمة، فقد كانت الحشراتِ الوحيدة في تلك البيئة التي لها التجهيزات المناسبة القادرة على إحداث تلك العلامات[131]. وتعود أولى عفصات النباتات[132]، وهي أحافير لنمو نباتي مشوه من النوع الذي يسببه عادةً اقتيات المفصليات، تعود أيضًا إلى أواخر العصر الكربوني. وليس بمقدورنا التأكد من الحشرات التي سببت هذه العفصات -فقد تكون تشكلت بالحَمْنان- لكنها كانت البيِّنة الأولى ربما على الحشرات التي تخفي نفسها وهي تقتات داخل النبات. كذلك لدينا أحافير برازية، وهي قذارة حشرات متأحفرة، وفيها أبواغ نباتية[133].

حاز الكثيرُ من الحشرات شبكيات الجناح القديمة أنماطَ تلوُّن في أجنحته، وحفظت هذه الأنواع بتفاصيلها في بعض أحافير الرسوبيات الناعمة المضغوطة. وعلى الرغم من أننا لا نعرف ألوان الأجنحة، فنحن نعرف أنها كانت ذات أشرطة أو بقع متباينة بوضوح غالبًا. فما الذي عنته هذه العلامات؟ إن التفسير الأرجح لها أنها أعطت إشارات مرئية لتمييز الزوج، مثلما هي الحال في عصرنا عند اليعاسيب، والجنادب، والفراشات. غير أن الألوان نشأت عند الحشرات لأسباب متعددة، فمن الممكن أن بعض أصباغها كانت مُلبِسة. ومن الصعب معرفة أنواع علامات الأوراق أو الدرجات اللونية التي سادت ربما أوراقَ ظلل الغابات المطرية في العصر الكربوني. لكن، إذا اصطبغت أجنحة شبكيات الجناح القديمة بألوان الأخضر، والأسمر، والأصفر، فلعل تلك الحشرات كانت تتموه كل التمويه عندما ترتاح على جذوع الأشجار أو بين الأوراق. ومن الممكن أنها أفلحت بالفرار تمامًا من البرمائيات التي تمشي على الأرض، وربما توجب عليها كذلك أن تناجز ما يتسلق على الأشجار من عقارب، وعناكب، وأمات أربع وأربعين. وثمة احتمال آخر هو الامتقاع بلون تحذيري إشارةً إلى الخطر، فالكثير من الحشرات الحديثة اكتسبت دفاعاتها السمية باقتيات النباتات السامة، وإظهار ألوان تحذيرية في أجنحتها إعلامًا لأعدائها بذلك. ونظرًا لعدم وجود أي طيور، فإن الاحتمال يقل في ظهور هذه الألوان. ولعل شبكيات الأجنحة القديمة،

الشكل 5-2: فصوص جنبية متأحفرة مع أجنحة أمامية مزركشة لحشرة منقرضة من قديمات الجناح من العصر الكربوني الأعلى (رتبة شبكيات الجناح القديمة). (الصورة من أوليفير بيثوكس).

مع ذلك، قد واجهت بها برمائيات عارضة عند النباتات المنخفضة، أو جذوع الأشجار، أو الأغصان الحزازية. لذا ربما كان ثمة ضغط انتقائي أدى إلى ظهور الألوان التحذيرية الفاقعة[134]. وثمة احتمال آخر هو استقلاب إفراغ المخزون: فبعض الحشرات تخرج الفضلات الآزوتية خارج أنسجة الجسم بحَزْمها في أصبغة الجناح (وأفضل مثال معروف لذلك هو الفراشات الصفراء). ولعل شبكيات الجناح القديمة امتلكت بالفعل ألوانًا صفراء أو برتقالية فاقعة في أجنحتها، حتى عند غياب السمِّيات النباتية والمفترسات الفقارية. والنقطة التي أريد إيضاحها ببساطة هي: أن العصر الكربوني كانت فيه زركشات، وألوان، وجمال. وتغفل عمليات إعادة البناء التقليدية المحافظة لذلك العصر القديم عن هذا الأمر. فقد رأيت مشاهد معدة في متاحف متعددة لمستنقعات عصر الفحم، وهي تصور

العالم ضبابيًّا، باهتًا، باللونين الأخضر والبني، على الدوام، وعادةً ما يكون في المشهد عنكبوت، ويعسوب ضخم، وربما صرصور، ولا تظهر لك الحشرات شبكيات الجناح القديمة أبدًا. وما أفضل تخيلَه أن فوق تلك المستنقعات حلقت أرض ساحرة متلألئة تملؤها حشرات متعددة الألوان، وسنعد كثيرًا منها جميل المنظر لو شاهدناه.

وَيْ! يا لهذه الأجنحة الكبيرة

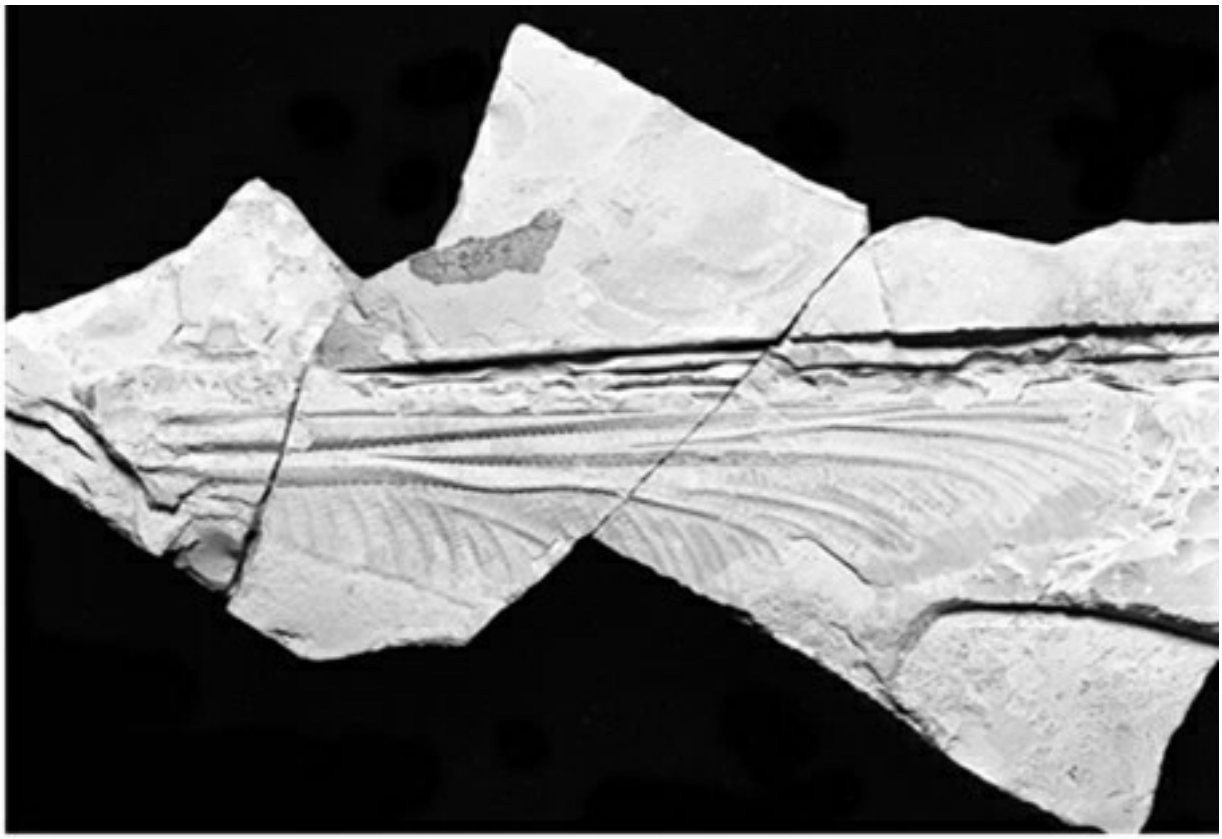
لعل الحشرات شبكيات الجناح القديمة قد نجحت على نحو مذهل في الفرار من معظم مفترسات اليابسة تحت ظُلَلِ الغابات، لكنها اضطرت إلى أن تناجز مفترسات الحشرات المحمولة جوًّا، من قبيل ما يُدعى اليعاسيب العملاقة، أو ذباب الغرفين؛ من رتبة حشرات اليعسوبيات البدائية. فمن بين الحيوانات المذهلة في أواخر العصر الكاريبي، لم يكن ذباب الغرفين يعاسيب حقيقية بالفعل، بل مجموعة حيوانية تشبهها. ويعد أفراد عائلات ذباب الغرفين -من العائلة الاستوائية: العصبونيات الكِبَار[135]- أكبر الحشرات التي عاشت في أي زمان كان. ففي العصر البيرمي وصل عرض الأجنحة للعصبونيات الكبار إلى 71 سنتيمترًا (متراوحًا بين قدمين وثلاث أقدام)، أما معظم الأنواع النمطية الأخرى للعصبونيات الكبيرة فكانت أجنحتها بعرض 4 بوصات إلى 13 بوصة [10.16 إلى 33.02 سنتيمترًا]. لقد كانت تنِّينات الجو هذه ذات فك سفلي قوي وحاد، ولها أرجل أمامية شوكية تمسك بها فرائسها. ولعلها لم تكن سريعة فعلًا أو ماهرة في الطيران، لكنها استطاعت بسهولة الإمساك بشبكيات الجناح القديمة المرفرفة، وبنات يوم المجتمعة في أسراب، والحشرات الطائرة الأخرى في الهواء. ولعلها كانت تلتقط أيضًا حوريات شبكيات الجناح القديمة، والبالغ منها كذلك، مما يقتات بالسوق الناتئة في ظلل الغابات. وفي غياب الطيور، والخفافيش، والديناصورات المجنحة، والفقاريات الطائرة الأخرى، كانت تلك العملاقات من ذباب الغرفين في الدهر القديم المفترساتِ السائدة في السماء، وشكلت على الأرجح المصدر الرئيس لضغط انتقاء المفترسات، الذي يصوغ نشوء أنماط الأجنحة وألوانها في حشرات العصرين الكربوني والبيرمي.

وقد نبه بعض الباحثين على أن ظهور الحشرات الطائرة العملاقة ارتبط ببلوغ الأكسجين ذروته في الغلاف الجوي. فقد بقيت مستويات الأكسجين بحدود 15% من العصر الكامبري حتى العصر الديفوني، ثم ارتفعت ارتفاعًا كبيرًا في أواخر العصر الكربوني لتصل إلى نحو 35%، ثم انخفضت من جديد إلى نحو 15% في نهاية العصر البيرمي. وبما أن العصر الذي ارتفع فيه الأكسجين إلى ذروته يتزامن مع عصر الحشرات الطائرة العملاقة، فمن المغوي الربط بين الحدثين. وقد افترض العلماء أن تلك الحشرات الضخمة احتاجت إلى مستويات عالية من الأكسجين لتشغيل عضلات الطيران الضخمة لديها، وثمة شيء من البيِّنة على أنها امتلكت أجهزة رغامية كبيرة. كذلك ارتفعت مستويات ثاني أكسيد الكربون في بداية العصر الكربوني، إلا أنها انخفضت على نحو مثير في العصر البيرمي لتقترب من مستوياتها اليوم. لذلك فقد افتُرِض أيضًا أن الهواء آنذاك كان أكثف وأكثر لزوجة، مما جعل الطيران أسهل إلى حدٍّ ما.

ولعل في هذه الحجج الفيزيولوجية بعض المشكلات. فبما أن الأكسجين يصل إلى خلايا الحشرة بالانتشار من شبكتها الرغامية، مثلما يفترضون، فستكون ثمة صعوبة تنفسية لدى الحشرات

الكبيرة. لكن من المهم لنا الانتباه إلى أنَّ بوسع الحشرات أن تجبر الهواء على الدخول إلى جهازها الرغامي، وضخه إلى الخلايا العميقة في جسمها، عن طريق تقلص حلقاتها البطنية. كذلك فنحن لا نعلم حقًّا ما كانت عليه احتياجات الاستقلاب عند ذباب الغرفين العملاق. لقد كانت تلك الحشرات المفترساتِ العليا، ولم يطاردها أي آخر. ولعل الفرائس من قبيل بنات يوم وشبكيات الجناح القديمة رفرفت ببطء في طيرانها، فليس ثمة ما يدعو إلى افتراض أن العصبونيات الكبار العملاقة كانت تطير بسرعة كبيرة. وإذا كانت ذات نمط بطيء ومتكاسل في الطيران، فربما احتاجت إلى الأكسجين بكميات أقل من بعض الحشرات الكبيرة في عصرنا، مثل عث الصقر. وثمة أمر آخر ينبغي أخذه بالحسبان هو أن اليعاسيب الحديثة خفيفة الوزن جدًّا، ولعل العصبونيات الكبار العملاقة كانت كذلك. فأكثر جسم اليعسوب هزيل جدًّا، ولديه الكثير من القصبات الهوائية المملوءة بالغاز، التي تساعد الحشرة في الطفو على الماء عندما تضع بيضها، وتعينها على الطيران بسهولة. وعلاوة على ذلك، لا توجد حشرات حديثة بعرض أجنحة كبير إلى هذه الدرجة، إلا أن ثمة بعض الحشرات الضخمة. فأثقل الحشرات البالغة، وهي خنفساء جالوت الإفريقية، يمكن أن يصل وزنها إلى 100 غرام، ولها جوشن أثخن من جوشن يعسوب عملاق، ولعل الواحدة منها تزن أكثر مما يزن تنين الأجواء من العصبونيات الكبار. كما تقدر خنفساء جالوت على الطيران بصورة جيدة جدًّا، على الرغم من أن مستوى الأكسجين في الغلاف الجوي الحديث في حدود 21%.

ربما كان الأكسجين عاملًا محفزًا لنشوء الأحجام الكبيرة لتنينات الجو، لكنه لم يكن السبب الوحيد في الغالب. فمن المهم أن نذكر أن الحشرات تنمو بعمليات الانسلاخ الدورية لهيكلها الخارجي. لذلك، وكي تنمو أي حشرة لتصل إلى حجم ذباب الغرفين، لا بد لها من أن تمر في سلسلة من عمليات الانسلاخ المتدرجة، وفي كل عملية منها ستكون عرضة لخطر كبير من المفترسات. وهكذا، يتطلب نمو أي حشرة عملاقة أن تعيش الحشرة غير البالغة في بيئة خالية من المفترسات إلى حدٍّ كبير. إذًا أين كبرت حشرات ذباب الغرفين العملاقة غير البالغة؟ يغلب على الظن أن الأشكال غير البالغة كانت حوريات مائية في المياه العذبة، تتنفس بالغلاصم (كحال حوريات اليعاسيب اليوم)، وكانت تلك الحوريات مفترساتٍ تقتات في الأهوار والبرك[136]؛ حيث تجد طعامًا وافرًا من حوريات بنات يوم والحشرات التي تسقط على سطح الماء. وكحال حوريات اليعسوب الحديثة، فلعلها اقتاتت أيضًا ببيوض السمك، وبيوض البرمائيات، وصغار السمك، وشراغيف البرمائيات. ولننظر في حال العصر الكربوني: أسماك المياه العذبة عديمة الفك تنتشر في بحيرات وبرك الأراضي الداخلية، لكن تنينات الجو لها الأفضلية، فبإمكانها الطيران، واستطاعت إناثها الحركة في الأراضي الداخلية بسهولة أكبر من الأسماك، وكانت تحتل البرك والأهوار المؤقتة التي لا تستطيع الأسماك



الشكل 5-3: جناح أحفوري عملاق للعصبونيات الكبار البيرمية (من رتبة اليعسوبيات البدائية)، من صخور العصر البيرمي الأدنى في أوكلاهوما، بعمر يناهز280 مليون سنة. ويبلغ طول هذا الجناح نحو 13 بوصة [33 سنتيمترًا]. (الصورة من فرانك كاربنتر. متحف حياة الحيوان المقارن، جامعة هارفارد).

توطُّنها بسهولة. كما أن ذباب الغرفين استطاع الطيران في الأراضي الداخلية إلى برك شاغرة، مستبقًا الأسماك، التي ستحاول -عندما تصل في النهاية- أن تضع بيضها في برك ملأتها مسبقًا حوريات العصبونيات الكبار الضارية. فالحوريات الكبيرة للكثير من اليعاسيب الحديثة قادرة على تغطية نفسها بالرسوبيات والطمي، ولعل العصبونيات الكبار ارتدت القناع نفسه. ومن الجائز أنها كلما كبرت أكثر فأكثر، كانت تنقب في الرسوبيات السفلية الطرية لتتم عمليات الانسلاخ. وإذا ما عاشت في البرك، فإن الوسط السائل سييسر لها عمليات التحول المتعددة. ولن تخرج من هناك حتى عملية الانسلاخ الأخيرة، التي تخرج بعدها بالغةً مكتملة الأجنحة؛ وبعد ذلك يمكنها أن تطير إلى حيث الأمان النسبي في ظلل الغابات، وحيث أعداؤها الأبرز أفرادٌ من بني جلدتها.

انعطافة حديثة في الطراز القديم

أخذ ذباب الغرفين العملاق أواخرَ العصر الكربوني، يطارد صنفًا جديدًا لذيذ الطعم من الحشرات، لكن الإمساك به بدا أصعب من إمساك شبكيات الجناح القديمة. وكانت حديثات الجناح، أسرع ما يطير، وامتلكت حيلة بديعة تمكنت منها بفضل الصفائح الهيكلية الرابطة الدقيقة، التي تدعى المتصلبات الإبطية، [تقع] في الغشاء القريب من قاعدة أجنحتها. فمكنت هذه المتصلبات الإبطية تلك

الحشرات من حركات الأجنحة التوجيهية، التي لم تكن متاحة من قبل لدى قديمات الجناح. وعندما كانت الحشرات حديثات الجناح تحط على نبات، وتنتهي من طيرانها، كان بإمكانها عطف أجنحتها عند القاعدة، وطيها إلى الوراء فوق جسمها، لتنحيها جانبًا، مما جعل حديثات الجناح أصغر بكثير من الحشرات الأقدم منها، التي احتفظت بأجنحتها ممدودة باستمرار، كحال الطائرة اليوم. وأتاحت هذه الانعطافة البارعة إمكانيات وافرة جديدة لنشوء حشرات المستقبل، بتمكينها الأجنحة الأمامية والخلفية من التخصص بصورة منفصلة، فقد أدت إلى إمكانية النشوء المقبل لذباب الحجَر، والجنادب، والبق، والخنافس، وأسد المن، والفراشات، والنحل، والذباب، ومعظم الحشرات الحديثة.

وبعض حديثات الجناح كانت سريعة الخطو كذلك. فسريعًا بعد هبوطها، تطوي أجنحتها بمهارة وتجري تحت ورقة أو في شق أو صدع، لتجعل من

الشكل 5-4: أجنحة أمامية أحفورية مطوية مع علامات تشبه بقعًا عينية لحشرة من حديثات الجناح المنقرضة تعود إلى العصر الكربوني الأعلى، وهي من مطويات الجناح البدائية. (الصورة من أوليفير بيثوكس).

أنفسها أهدافًا صعبة الوصول على تنينات الجو. وغدا ذلك تكيفًا ناجحًا، فقبل أن تتمكن من نطق كلمة: «صراصير»[137]، كان العالم الاستوائي قد غُصَّ بها. وثمة مجموعات متعددة من الحشرات حديثات الجناح ظهرت في العصر الكربوني، إلا أن الصراصير (من رتبة الصرصوريات) بدت إلى حد كبير الأنجح والأكثر تناسلًا في ذلك العصر. وفي أواخر العصر الكربوني كان ثمة أكثر من 800 نوع منها، وألَّفت ما يقرب من 60% من الحشرات المعروفة في العصر الكربوني. واختلفت قليلًا عن الأنواع الحديثة: فقد كان بوسعها الطيران بفاعلية، وامتلكت أنثاها جَهِيزة لوضع البيض، وهي المَسْرَأ. ومن ناحية تنوع الأنواع، فلعل بمقدورنا أن ندعو العصر الكربوني باسم «عصر الصراصير»[138].

بيد أن للصراصير سمعة سيئة، وأكثر ما أتاها ذلك من بعض ذراريها السيئة، وهي: بضعة أنواع من الهوام المقرفة تجتاح منازلنا وبيوتنا. لكن، أرجو منك ألا تعتمد في انطباعك الإجمالي عنها على هذه القلة القليلة. ففي الغابات الاستوائية الحديثة الآلاف من أنواع الصراصير، ولها طبائع كثيرة الاختلاف. ويعيش أغلبها على الأرض في نفايات الأوراق أو تحت جذوع الأشجار، غير أن كثيرًا منها يعيش فوق جذوع الأشجار أو في ظُلَل الغابات. بعضها أعمًى يعيش في الكهوف، وبعضها شبه مائي يعيش إلى جانب المجاري المائية أو في خزانات الماء لدى النباتات البروميلية المرتفعة عند أعالي الشجر. وأغلبها حشرات ليلية، إلا أن بعضها ينشط نهارًا، حتى إنه يفضل ضوء الشمس الساطع. والأنواع الليلية تنشط في أوقات مختلفة: فبعضها ينشط أولَ المساء، وبعضها عند منتصف الليل تقريبًا، وبعضها قبل الفجر. والصراصير الحديثة حشرات قارتة[139] باعتدال، ولها دور مهم في التحلل والتدوير الغذائي لنفايات الأوراق والمواد العضوية في أرض الغابات الاستوائية. ويعرف عن بعض الأنواع الحية من الصراصير أنها تؤبر النباتات الاستوائية أيضًا.

واعتُقِد أن الكثير من الصراصير الأولى تفترس الحشرات طرية الأجسام، أو تقمُّ أجسام الحشرات الميتة، التي كانت ربما أجسام تنينات الجو العملاقة الساقطة. ونظرًا لوفرة أحافير فضلات برازها، فإن كثيرًا من أنواعها الأخرى معروف عنها أنها اعتاشت على الحُتات [جسيمات المواد العضوية]، وكانت مثل الصراصير الحديثة: يعتقد أن لها دورًا مهمًّا في التحلل السريع لنفايات الأوراق. وقد نشأت لدى صراصير الخشب علاقة تعايش مع الكائنات الدقيقة في أمعائها، فأصبحت أولى المستهلكات الكبيرة للخشب الميت. وغدت الصراصير بدورها مصدر الطعام الأوفر لدى مجموعة من المفترسات، منها: العقارب، والعناكب، وأمات أربع وأربعين، والأسماك، والبرمائيات، والزواحف، وتنينات الجو الطائرة. وهكذا، ومع مطلع ظهور الصراصير، حدثت انعطافة مهمة في تدوير الجزيئات العضوية. فخرجت كتلة حيوية أكبر -نجمت عن المواد النباتية- من الدورة الجيولوجية التي ترسب الرسوبيات وتكون الصخور، وعادت لتدور في العالم الحي بجهود الحيوانات الصغيرة. لقد كان العصر الكربوني الجليل يقترب من نهايته.

عند أواخر العصر الكربوني، أي قبل نحو 299 مليون سنة، أشرقت الشمس على الغابات المطرية في الأراضي المنخفضة الندية، وفيها الكنباث العملاق، والسراخس ذوات البذور، والصنوبريات القديمة. ومع ارتفاع سوق النباتات من الأهوار، كانت الصراصير المسرعة تطوي أجنحتها وتأوي إلى نفايات الأوراق. وفي ظلة الغابة، كانت تتشمس أجنحة شبكية قديمة ملونة في أشعة شمس الصباح؛ تمتص منها الحرارة، ثم ترفرف في الهواء. وتقلع تنينات الجو نحاسية الجناح المتلألئة العملاقة لتلاحق طرائدها. وفي الأسفل، عند الشطآن دائمة الظل، ألقت البرمائيات نظرة توق سريعة على أعالي الأشجار، وهمُّها وجبتها التالية. وعلى طول الشطآن، ومتشمسًا كذلك في أشعة الشمس الصباحية، كان ثمة حيوان آخر، لم ألحظه حتى اليوم. ففي العصر الكربوني، نشأت فقاريات تشبه العظايا [السحالي]، وفي نهاية ذلك العصر ظهرت أنواع زاحفة كبيرة تأكل اللحم؛ لحم السمك والبرمائيات غالبًا. إلا أنَّ بإمكانك الوثوق بحب الأنواع الصغيرة منها أكلَ الحشرات متى أمكنها ذلك. كما يمكنك الوثوق بأن أي خروج هائل لبنات يوم، سيجعل جميع البرمائيات والزواحف، حين يحدث، منهمكةً في لعق ما ملأ منها النباتات المنخفضة.

وحينما جالت الزواحف الجائعة على حدود مستنقعات الفحم، كان العصر الكربوني يعيش رمقه الأخير، فالعالم كان آخذًا في الجفاف. وفي الوقت الذي تناقصت فيه أراضي مستنقعات الفحم، نشأت الصنوبريات وتبدلت المعالم الأرضية على اليابسة. ونشأت للحشرات بعض سماتها بالغة الأهمية -وهي الأجنحة والقدرة على ثنيها بطريقة معقدة- أما الآن فالعصر البيرمي قد وصل، وبعض الابتكارات الأكثر إذهالًا من تلك كانت في طور النمو. ففي العصر البيرمي سادت الشطآنَ الزواحفُ العملاقة زعنفية الظهر، وازدادت الحشراتُ الطائرة تنوعًا بصورة لم يسبق لها مثيل، وجابت معظم الحشرات الضخمة الممرات الجوية أكثر من أي وقت مضى، وانتشرت الاستحالة [عمليات الانسلاخ] المعقدة بين الحشرات. بيد أن العصر البيرمي كان حاسمًا في تاريخ الحياة على كوكب الأرض، لا بسبب ابتكارات النشوء فيه فحسب، وإنما لأنَّ نهاية العصر البيرمي سجلت أكبر تغير مر على الحياة؛ إنه انقراض جماعي كارثي أعظم من كل ما سبق ذلك الزمان، وما أتى بعده. وفهمنا لذلك الحدث، وسبب نجاة كثير من الحشرات منه، يثبت لنا -ربما- التفسير الأهم لسيطرة الحشرات على كوكبنا.

الفصل السادس:

محرقة الدهر القديم

لقد كان للانقراض الجماعي في نهاية العصر البيرمي أعظم الأثر على تاريخ الحياة؛ أعظم من أي حدث سبقه منذ ظهور الحيوانات المعقدة.

دوغلاس إيروين، The Mother of Mass Extinctions

[أصل الانقراضات الجماعية]

ما الذي سبب، إذًا، أعظم انقراض جماعي في 600 مليون سنة خلت، ولعله الأعظم في تاريخ الحياة؟

إن الجواب المقتضب عن هذا السؤال لهو جواب لا نعرفه، أو على الأقل: أنا لا أعرفه... فعقب فرضية تأثير ألفاريز، يبدو أن كثيرين منا يفضلون وجود سبب مثير واحد لتفسير هذه الأحداث. ولا تهبنا معرفتنا بالتاريخ المسجل إلا ببعض الدعم -رغم أهميته- لهذا الرأي، وإنني لا أرى مسبقًا سببًا وجيهًا لافتراض جواب أنيق وحاسم عن هذا اللغز.

دوغلاس إيروين، Extinction [الانقراض]

هدف العلم السعي إلى أبسط تفسير للحقائق المعقدة، ونحن عرضة للوقوع في الخطأ عندما نظن أن الحقائق بسيطة، لأن البساطة هي الهدف الذي نسعى إليه. إن الشعار الذي يوجه حياة كل فيلسوف في الطبيعة ينبغي أن يكون: اطلب البساطة ولا تثق بها.

ألفريد نورث وايتهيد، The Concept of Nature [مفهوم الطبيعة]

ثمة ضربان من أفلام الطفولة يذكرانني بالعصر البيرمي، أولهما الأفلام المثيرة عن المفصليات العملاقة، ولم يعد هذا الضرب من الأفلام شائعًا مثلما كان، لكنك ربما شاهدت منه فيلمًا أو اثنين. والمثال التقليدي لها هو فيلم الإثارة: Them [هُمْ] من سنة 1955، الذي تحكي قصته حكاية نملات عملاقة أصابتها طفرة بالإشعاعات النووية. وكان ذلك أول فيلم إثارة عن المفصليات

الضخمة، وأفضل فيلم في رأيي. وظهرت أفلام كثيرة من ذلك الضرب بعد ذلك، وبإمكانك أن تختار منها ما شئت. فمن ذلك أفلام الرتيلاء الضخمة، التي ترعب اليافعين في أثناء قيادة السيارة[140]، وفيلم The Deadly Mantis [السرعوف القاتل]، وفيه سراعيف مفترسة كبيرة إلى حد أن بإمكانها أكل دبابات الجيش، وفيلم Mothra [العثة العملاقة] وفيه كائن من العث، تبعث خفقات جناحيه رياحًا قوية تكفي لإزالة مباني المكاتب في اليابان. كذلك كان ثمة فيلم The Fly [الذبابة] طبعًا، المفضل دائمًا، وهو يحكي قصة مخترع بائس، بلغ من حظه التعس أن اختلطت أجزاء حشرية بأجزاء جسمه، عندما دخل مركبة الانتقال [المكاني اللحظي] التي اخترعها. ولعل هذا الفيلم هو المثال الوحيد، لفيلم إثارة حول المفصليات العملاقة، الذي أولته سينما هوليود اهتمامها، فكرَّمته بنسخة جديدة محدثة [النسخة القديمة كانت سنة 1958، والنسخة الجديدة كانت سنة 1986]. وأخيرًا ثمة الأفلام الأحدث والأكثر رواجًا، وهي سلسلة أفلام Alien [كائن فضائي]. ولا تكن مذعورًا من ملاحظة أنَّ الكائن الفضائي [في الفيلم] له جميع الخصائص الرئيسة لكائن من المفصليات: هيكل خارجي صلب، وجسم مقسَّم إلى حلقات، وزوائد متمفصلة، ونمو متحول مع عملية انسلاخ، وكذلك أجزاء فموية يمكنها الامتداد، تماثل ما نراه لدى اليعسوب قبل البلوغ.

والضرب الثاني من الأفلام كان أفلام جرائم القتل الغامضة، التي شاعت جدًّا عندما كنت طفلًا. وكانت منها الروايات الكلاسيكية لأغاثا كريستي وتعديلاتها السينمائية، مثل فيلم Murder on the Orient Express [جريمة قتل في قطار الشرق السريع]، وفيلم Ten Little Indians [عشرة هنود صغار]. ومن له أن ينسى فيلم ألفريد هيتشكوك Psycho and Rear Window [المختل عقليًّا والنافذة الخلفية]؟ كما كان العرض التلفزيوني الأسبوعي Perry Mason [بيري ماسون] من العروض المفضلة لديَّ، وبالنظر إلى العروض الرائجة مثل CSI: Miami [مكتب تحقيقات ميامي] وLaw and Order [القانون والنظام]، يبدو أن ولع الأمريكيين بقصص جرائم القتل الغامضة لا ينتهي.

ومن حسن حظنا عدم وجود حشرات كبيرة كحشرات فيلم «هُمْ»، وفيلم «السرعوف القاتل»، كما أن البشر شاكرون لعدم وجود متطفلات خفية ضخمة كما في فيلم «كائن فضائي». غير أنَّ الحشرات وصلت في العصر البيرمي، قبل نحو 299 مليون سنة، إلى أحجام ضخمة - لكن ليست بضخامة الأحجام التي تصورها تلك الأفلام- ومع هذا فهي أكبر بصورة مذهلة من أي حشرات في عصرنا. وحقيقة وجود هذه الحشرات الضخمة تطرح أسئلة مثيرة عن السبب وراءه، والسبب وراء عدم نشوء حشرات أكبر منها. كذلك فإن العصر البيرمي يقدم لنا عددًا من قصص جرائم القتل الغامضة التي لم نجد لها حلًّا. فالحشرات الضخمة ماتت في ذلك العصر، واختفت إلى الأبد، كما شهد العصر البيرمي صعود الزواحف الضخمة زعنفية الظهر وأفولها، وشهد موت آخر ثلاثيات الفصوص. بيد أن هذه الكائنات كلها لم تكن الوحيدة التي انتهى أمرها، فقد سجلت نهاية العصر البيرمي أعظم انقراض جماعي في تاريخ الحياة، عندما كانت معظم الكائنات الحية حتى ذلك الزمن قد ماتت. وهذا الحدث هو أكبر لغز غامض، على امتداد الأزمان، حول جريمة قتل.

مراقبة مسرح الجريمة وتخمين ساعة القتل

لقد كان الانتقال إلى العصر البيرمي في سنواته الأولى انتقالًا لطيفًا، فالكثير من نباتات العصر الكربوني وحيواناته استمر في الازدهار، وسادت الزواحف الضخمة زعنفية الظهر حتى أواسط العصر البيرمي. وكان منها الديناصور أروق الأسنان[141] الضخم، الذي اقتات أكثر ما اقتات بالسمك والبرمائيات، ولعل ذلك الوحش كان يأكل الحشرات أيضًا، خاصة وهو صغير. فحتى هذا الأروق الضخم، بزنة مئة رطل [45 كيلوغرامًا]، كان يتوقف لتناول وجبة تقدمها له حورية تنين الجو، التي تزحف لتوها خارجةً حديثًا من الماء، ولا تستطيع الطيران بعد. لقد سادت الزواحف الضخمة زعنفية الظهر الشطآن في أوائل العصر البيرمي، لكنها أزيحت عن محلها في بيئتها، في أواخر ذلك العصر، بظهور أصناف جديدة من الفقاريات الضخمة، ومنها أولى حيوانات الدم الدافئ -الثدييات الأولية القازانية- والزواحف قِرَابية الأسنان[142]، وهي الزمرة التي خرجت منها الديناصورات لاحقًا في الدهر الأوسط.

وتنوعت الثدييات الأولية على نحو سريع ومفاجئ على مر بضعة ملايين من السنين وحسب، فكانت مجموعةً من الحيوانات كثيرةَ الصخب. وكان بإمكانها الجري، والقفز، والنهش، والعض؛ على نحو بارع للغاية. وفي البداية كانت الثدييات الأولية مفترساتٍ تستطلع التلال بجسمها النحيل السريع، الذي حجمه بحجم الكلب، لكنها تنوعت بعد برهة قصيرة لتشغَل كل أصناف الأدوار البيئية على اليابسة. وكانت المفترساتُ الكبيرة السائدة، وهي الثدييات الأولية القازانية ذات الرأس المقبَّب، ذات جمجمة عظمية، وبإمكانها أن تزمجر، وتتناطح برؤوسها في عروض أرضية مخيفة. كما وُجِدت العشرات من الأنواع الصغيرة، التي تقتات بالحشرات؛ لقد بدأت المطاردة الحامية للمفصليات. وهكذا، في المروج العالية، وفي الوقت الذي ارتشفت فيه الحشرات الأولى من نسغ النباتات، وقضمت الخنافس جذوع الأشجار لأول مرة، عاشت الفقاريات عالمًا جديدًا رائعًا. فلم يسبق قط أن شهدت مواطن اليابسة ذلك التنوع من الكائنات العظمية. لكن القازانيات تنحت بعد عشرة ملايين من السنين أو نحو ذلك، وروَّعت موجةٌ جديدةٌ تمامًا من الثدييات الأولية غابات العصر البيرمي: إنها سلالة الثدييات الأولية التترية. فقد مضت مقببات الرأس القديمة، وحلت محلها الضواري ذوات النابين. ومرة أخرى ملأت مجموعة من ذوات الدم الدافئ الأعشاش الحيوانية الكبيرة في مروج وغابات العصر البيرمي، ومرة أخرى كان ثمة الكثير من الحيوانات الصغيرة التي ربما اقتاتت بالحشرات، ثم سقطت الثدييات الأولية التترية كذلك، بعد بضعة ملايين أخرى من السنين وحسب، وكان سقوطها ضمن أحداث الانقراض الجماعي آخرَ العصر البيرمي[143]. وبالإجمال، فقد ضاع نحو 70% من العائلات الفقارية آنذاك.

كما شهد العصر البيرمي تنوعًا مذهلًا لأنواع الحشرات؛ تنوعًا فاق تفجر العصر الكامبري المشهور في وفرة الأنواع، بالإضافة إلى اختبار نماذج بنيوية. لقد كانت تلك الفترة الجيولوجية فترةً ذات تنوع عظيم في مستوى الرتب الحيوانية -فقد وُجِد ما لا يقل عن 22 رتبة من الحشرات، وهو عدد يزيد عما هي عليه اليوم- ووصلت الحشرات القديمة ذوات الأجنحة إلى ذروة التنوع، على نحوٍ

غير مسبوق، وربما لم يطرأ عليها تغيُّرٌ البتة منذ ذلك الزمن[144]. كما شهد العصر البيرمي ظهور أولى الحشرات مفصليات الجناح [أشباه مستقيمات الجناح]، من الجداجد البدائية والجنادب الأمريكية البدائية، وأولى الحشرات أشباه نصفيات الجناح، من البق الحقيقي ذي الأجزاء الفموية المَثْعَبية [السيفونية] المعقدة، وأولى الحشرات ذات الاستحالة الكاملة، من الخنافس، وأسد المن، وذباب العقرب، وذباب القَمَص. وعلى كل حال، فقد مرت الحشرات بانقراض كبير لا نظير له في التاريخ. فثمة 11 رتبة من 22 رتبة كانت في العصر البيرمي هي اليوم منقرضة: إذ يبدو أن 8 منها اختفت تمامًا في نهاية ذلك العصر، و3 منها مرت بمرحلة سقوط خطيرة، واختفت في العصر الترياسي المبكر.

أما النباتات فلم تكن أفضل حالًا، فقد تلاشت نباتات العصرين الكربوني والبيرمي، كما اختفت السراخس البذرية، والكنباث العملاق، والذئبيات الشبيهة بالأشجار، وسقطت السراخس الطويلة سقوطًا عظيمًا في ارتفاعها وتنوعها. والنباتات التي كانت من قبل نادرةً، انتقلت لتسود مرتفعات الدهر الأوسط الجافة، وكان منها: الصنوبريات الطويلة، والسيكاديات الوافرة، وأشجار الجنكة، وصنف جديد من السراخس القصيرة في الأجمات.

لقد بدت التغييرات الحاصلة في مجتمعات اليابسة، على الرغم مما تبدو عليه من إثارة في نظرنا اليوم، تغييراتٍ تدريجية بطيئة بالمقارنة مع مثيلاتها، التي جرت في المجتمعات البحرية. والحق أن ما كان نسبيًّا انقراضًا عظيمًا مفاجئًا أواخرَ العصر البيرمي، هو ما لحق بساكني الشعاب البحرية. وتأتي البيِّنة على ذلك من المجتمعات المحفوظة جيدًا من العصرين البيرمي والترياسي في أحافير الرسوبيات البحرية، إذ تبين لنا هذه الأحافير أن أكثر من 90% من الأنواع المقيمة في البحر قد انقرضت، بما فيها آخر ثلاثيات الفصوص[145]. وبعض المجموعات البحرية، وأبرزها ثلاثيات الفصوص، كانت قد بدأت بالسقوط قبل زمن طويل من نهاية العصر البيرمي، إلا أن أحداث نهاية العصر البيرمي دقَّت المسمار الأخير في نعشها. وبعد ملايين السنين، حتى أواسط العصر الترياسي، استعادت الشعاب البحرية المستويات التي كانت عليها؛ من وفرة الأنواع والتعقيد البيئي. وبعد أن استعادت عافيتها، كانت مجتمعات الشعاب البحرية الجديدة في الدهر الأوسط أكثر شبهًا بالمنظومات البيئية الحديثة في البحر. لقد مضت ثلاثيات الفصوص بلا رجعة، وكذلك انتهت شعاب بيتوسكي، وعقارب البحر العملاقة، أما تنوع أصداف القنديل عضديات الأرجل، وزنابق البحر، فقد انخفض انخفاضًا حادًّا.

لقد كانت عمليات الانقراض في العصر البيرمي الجريمة الملغزة المطلقة: فقد مرت 252 مليون سنة قبل أن يلاحظ أحد أن شيئًا غريبًا قد حصل ليبدأ بالبحث في الأمر. فمن وجهة نظرنا، تبدو الاختلافات بين مجتمعات العصر البيرمي ومجتمعات العصر الترياسي مثيرة ومفاجئة، حتى لو استغرقت ملايين السنين لتكتمل تفاصيلها، مثلما اعتُقد سابقًا. ومازلنا ندرس كيف ظهرت هذه التغيرات سريعًا، إلا أن ثمة إجماعًا متزايدًا على أن الانقراض الذي حصل في نهاية العصر البيرمي لم يكن وحيد دهره أو حدثًا خاطفًا، بل عملية متطاولة على فترة طويلة من الزمن، ربما زهاء 50000 سنة أو حتى 100000 سنة، وقد أثر خاصة على المحيطات. وسواء كان الانقراض

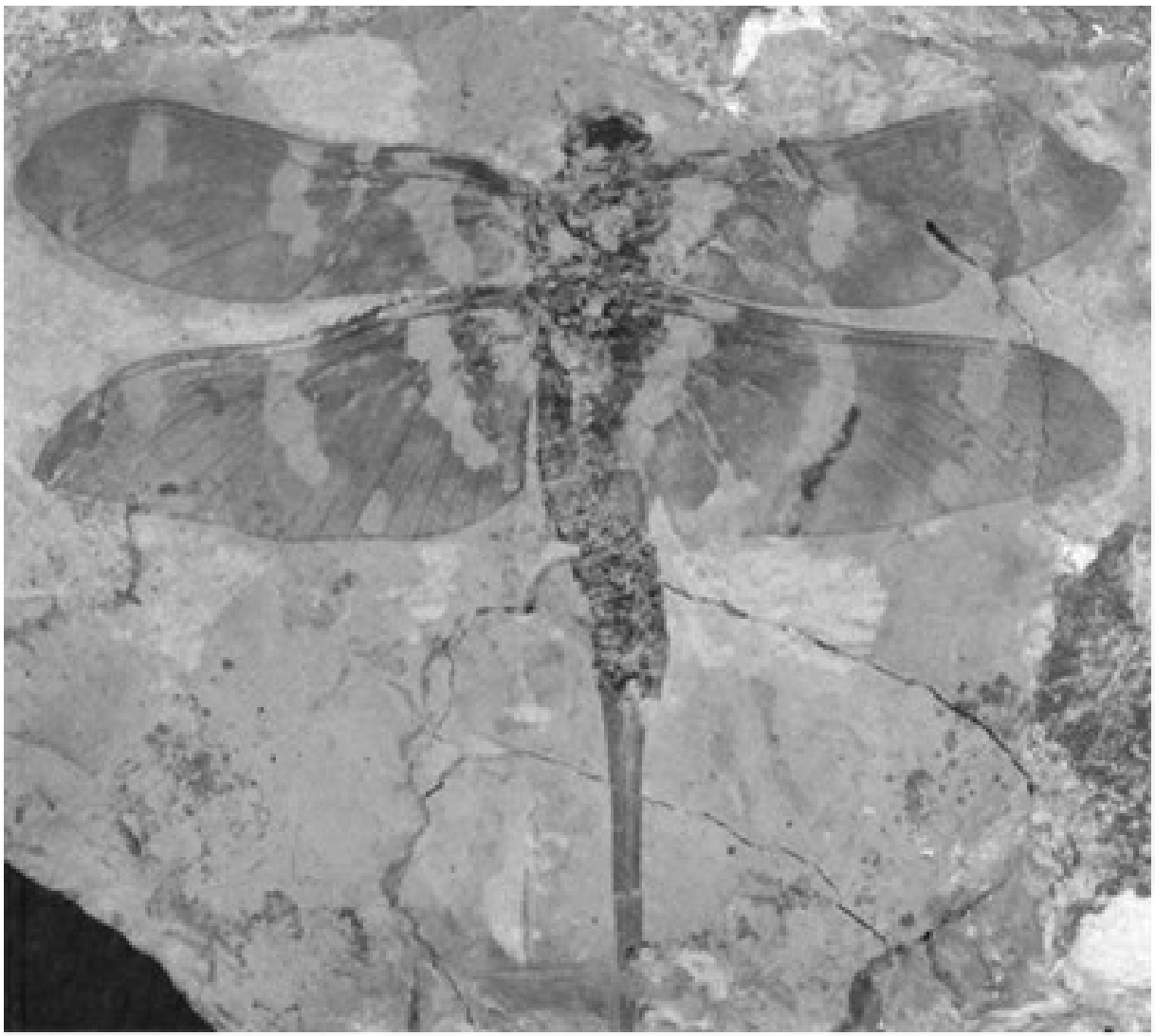
سريعًا أو بطيئًا، فلا شك في أن أواخر العصر البيرمي شهدت موتًا عنيفًا واسع الانتشار، وتحولًا لافتًا إلى الحياة الجديدة. فأحداث الانقراض والتغيرات الحاصلة في المجتمعات الحيوانية والنباتية، خروجًا من العصر البيرمي ودخولًا في العصر الترياسي، هي أمور استثنائية للغاية، لدرجة أن الجيولوجيين الذين يعطون تسميات لطبقات الأرض قرروا أن يخطُّوا خطًّا بارزًا عند هذه المرحلة من الزمن، ويقسموا العصور الجيولوجية في دهورٍ للحياة. فكل ما مر بنا من عصور حتى الآن -من العصر الكامبري، والعصر الأردوفيشي، والعصر السيلوري، والعصر الديفوني، والعصر الكربوني، والعصر البيرمي- مضموم جميعًا في دهر واحد دُعي باسم الدهر القديم، أو «زمن الحياة القديمة». أما الدهر الثاني، وهو الدهر الأوسط، فيضم العصور: الترياسي، والجوراسي، والكريتاسي، وذاك الدهر هو زمن الديناصورات.

المُشْتَبه بها

إليك قائمة سريعة ببعض الفرضيات المختلفة بشأن الانقراض في نهاية العصر البيرمي. نشأت أصناف جديدة من الحيوانات، فحلت محل حيوانات سبقتها، مما لم تستطع التنافس معها بفاعلية على الموارد. وظهرت نباتات جديدة، فكانت أحسن تكيفًا مع المناخ الجاف. وانقرضت الحشرات المقتاتة بالنبات بانقراض مضيفيها من الدهر القديم، ولم تستطع التكيف مع الاقتيات بالنباتات الجديدة. وثمة حدثٌ هائل، لعله ثورات بركانية ضخمة أو اصطدام كويكب بالأرض، هو ما قتل العوالق البحرية، وأزال على نحو كارثي قاعدة شبكة الغذاء البحرية[146]. وافترض بعض العلماء أن ثورة البراكين واسعة الانتشار، واصطدام كويكب ضخم، أمران حدثا في الوقت نفسه. وعمد آخرون إلى اتهام تغير مواضع القارات، فقد بدلت الصفائح التكتونية مواضع القارات، ومستويات البحار، وقللت من أعداد ساكني الشطآن، وأحدثت مناخًا جافًّا في الأراضي الداخلية. وجمع الانجراف القاري مناطق اليابسة، فالتأمت مجتمعات من الكائنات لم تكن لتوجد معًا لولاه، ثم وُجدت الأنهار الجليدية، فقد افترض بعض العلماء أن توسع الصفائح الجليدية كان السبب في الخلط العنيف لمياه البحار، فارتفعت المواد السامة إلى سطح البحر آتيةً من الأعماق. وألقى آخرون بالتهمة على تغير مستويات الغازات في الغلاف الجوي؛ سواء زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون، أو نقصان مستويات الأكسجين، أو كلا الأمرين معًا. كما افترض آخرون أن الصخور الحمراء المميزة للعصر الترياسي تدل على أن الغلاف الجوي قد استُنزف من الأكسجين. ويقول بيتر وارد في كتابه Gorgon [الغورغون[147]]، أن سعاليَ ضخمة [حيوانات بشعة كأنها السَّعَالي] من الثدييات الأولية في جنوب إفريقيا ماتت بالاختناق، في الوقت الذي نجت فيه ذراري الديناصورات بفضل رئاتها الأكفأ. ويقال إن انخفاض مستويات الأكسجين رقق طبقة الجو، مما جعل من الصعب على الحشرات العملاقة أن تطير، وربما أصبح من المستحيل عليها أداء وظائفها بمعدلات استقلاب عالية.

وقد كتب عالم الأحافير دوغلاس إروين، من معهد سميث سونيان، كتابين ومقالات متعددة في موضوع انقراض نهاية العصر البيرمي. وقد نبه على أنَّ ثمة من اعتقد أنه يعلم السبب الذي أدى إلى حوادث الانقراض، ولأن بعض الأجوبة المقترحة «ينقض بعضها بعضًا»، فلا يمكن أن تكون

أجوبة صحيحة. ويفترض إروين فرضية وصفها بأنها «شبكة معقدة لا عملية وحيدة»، وهي فرضية من نوع رواية (جريمة قتل في قطار الشرق السريع)، التي تشير إلى عدم وجود جواب بسيط واحد، بل إن أفضل حل ربما يكون بجمع أسبابٍ مفترضة متعددة. وهو يقول: يبدو انقراض نهاية العصر البيرمي وكأنه حدث على ثلاث مراحل. ففي المرحلة الأولى: كان ثمة تجفيف واسع الانتشار لأحواض البحار الضحلة، إلى جانب تقلبات هائلة في الظروف المناخية. وفي المرحلة الثانية: حدثت التغيرات الكيميائية في البحار، بالإضافة إلى ثورات البراكين واسعة الانتشار، التي أسهمت في زيادة سريعة لمستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وهذا ما عجل الاحتباس الحراري،



الشكل 6-1: أحفورة مزركشة على نحو جميل لحشرة من رتبة شبكيات الجناح القديمة، من صخور العصر البيرمي في ولاية كنساس. ورتبة قديمات الجناح هذه كانت مما أفناه انقراض نهاية العصر البيرمي. (الصورة من فرانك كاربنتر. متحف حياة الحيوان المقارن، جامعة هارفارد).

والهبوط المفاجئ في مستويات الأكسجين البحرية -وهي حالة تعرف باسم عوز الأكسجين- كانت لها عواقب مدمرة على الحياة البحرية. وفي المرحلة الثالثة: حدث انقراض واسع الانتشار في مجتمعات اليابسة الساحلية والقريبة من الشواطئ.

وفي كتاب إروين Extinction [الانقراض]، الصادر سنة 2006، قال بكل صراحة: «أنا لا أعلم». وذلك تصريح مذهل فعلًا، يأتي من عالمٍ درس حوادث الانقراض في نهاية العصر البيرمي بتعمق أكبر من أي شخص حي، ولعله بيان يفيدنا في إيضاح التعقيد المستمر لتلك المشكلة. لكنْ لحسن الحظ، أنه ينتقل إلى إعطائنا أفضل ما عرفه من تخمينات حول الحل الممكن، مكررًا أفكاره السابقة: لعل براكين «فيض البازلت» السيبيرية قد أفضت إلى الانقراض الجماعي، بإطلاقها كميات ضخمة من ضبائب الكبريتيك وثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي، التي لعلها ولَّدت الاحتباس الحراري. وربما أدى الاحتباس الحراري إلى عوز الأكسجين، والانقراض الجماعي السريع للحياة البحرية. ويشرح هذا السرد بصورة لطيفة الاختفاء الكارثي السريع للحياة في البحار المالحة، بيد أن الأحداث التي حصلت على اليابسة لحشرات اليابسة، وفي الماء العذب للحشرات المائية، بقيت أحداثًا غامضة.

مقابلة الناجين

إن إحدى السمات البارزة لانقراض الحشرات في أواخر العصر البيرمي أن قديمات الجناح تأثرت بشدة بالغة، فمعظمها لم يتمكن من النجاة. وانقرضت أربع رتب منها انقراضًا كاملًا: شبكيات الجناح القديمة، ومزدوجات الجناح الكبار[148]، وشافَّات الجناح، وعاطفات الجناحين. وجميع هذه الحشرات لها منقار ماص، وحورياتها غير البالغة كانت على اليابسة. وبالمقابل، فإن مجموعات قديمات الجناح الناجية من انقراض العصر البيرمي لها جميعًا حوريات مائية تعيش عند الماء العذب؛ ولها غلاصم نمت لها في البرك، والمجاري المائية، والأهوار. فرتبة زائلات الجناح، بنات يوم، غدت ذات تنوع كبير في العصر البيرمي، فكان لها ما لا يقل عن 5 عائلات، ونجت حتى أيامنا هذه. كما كان ثمة ما لا يقل عن 6 عائلات من الرَّعَّاشات[149] (من رتبة اليعسوبيات)، وهي كائنات مرهفة لها قرابةٌ بيعاسيب اليوم، وأصبحت شديدة التنوع في الدهر الأوسط؛ عصر الديناصورات. وثمة رتبة اليعسوبيات البدائية، وهي تنينات الجو العملاقة. لقد انقرضت معظم الأنواع العملاقة في أواسط العصر البيرمي، إلا أن الأنواع الصغيرة نجا كثير منها ليصل إلى الدهر الأوسط، ويطير فوق أولى الديناصورات.

وتشير هذه التفاصيل إلى أن انقراض نهاية العصر البيرمي أفنى الحياة في المحيطات، ورغم ذلك فيبدو أن الحشرات التي تعيش في برك المياه العذبة والمجاري المائية قد وجدت لنفسها الملجأ. وتؤيد ذلك أيضًا ملاحظة نجاة مجموعتين متخصصتين أخريين من الحشرات المائية في المياه العذبة: وهما ذباب الحجَر (رتبة مطويات الجناح)، وذباب القَمَص (رتبة شعريات الجناح). لذا فإن أي نموذج لتصوير انقراض العصر البيرمي ينبغي له أن يفسر الأحداث التي أثرت في منظومات المياه المالحة ولم تؤثر في منظومات المياه العذبة. والتصورات التي تسرد ما جرى تذكر

انخفاض مستويات البحار، وضياع المواطن البحرية الساحلية، والترسيب، والخروج السريع للمواد السامة من أعماق البحار، ونضوب مستويات الأكسجين في ماء البحر، وكلها أحداث منطقية. ومن ناحية أخرى، فإن التصورات التي تذكر اصطدام مذنب أو كويكب لا تبدو منطقية جدًّا، لأن الاصطدامات كانت ستؤثر بشدة بالغة على مواطن الحياة في المياه العذبة. وهذا الأمر صحيح خاصة، لأن الصغيرات [غير البالغة] المائية من بنات يوم، وذباب الحجر، وذباب القمَص، معروفة بحساسيتها للتغيرات البيئية. وتشير نجاتُها بوضوح إلى أن بعض مواطن المياه العذبة لم يمسها مكروه تقريبًا.

وإذا كانت الحياة أسهل بعض الشيء على الحشرات المائية في العصر البيرمي، فإن عاقبة ذلك أن الحياة كانت أصعب عليها خارج الماء؛ في الموطن البيئي الغابيِّ على اليابسة. وواجهت قديمات الجناح منافسة متزايدة من حشرات غير مألوفة لها مطلقًا، وكان أبرزها الحشرات المجنحة الجديدة التي تتكاثر تكاثرًا عظيمًا؛ إنها الصراصير، أو رتبة الصرصوريات، التي عرفناها سابقًا من العصر الكربوني. وقد انحدرت إلى حدٍّ ما في العصر البيرمي، غير أنها لاتزال من أكثر الأحافير الشائعة الباقية من ذلك العصر. وكانت رتبة مستقيمات الجناح البدائية -وهي مجموعة كثيرة التنوع من حشرات تشبه الجداجد ولها أجزاء فموية ماضغة وتصميم جديد للأجنحة- كانت رتبةً ناجحة بصورة هائلة، فضمت ما لا يقل عن 40 عائلة، ومنذ أواسط العصر البيرمي حتى أواخره كانت الأكثر تنوعًا في أنواعها، والأوفر عددًا. وقد وصلت رتبة مستقيمات الجناح، وهي فرقة من الحشرات تختص بالقضم والمضغ، ولها فكان قويان، وفيها أسلاف الجداجد والجنادب الأمريكية؛ وصلت إلى نوبة نشاط مستعر جديدة في العصر البيرمي، فصعِدت إلى مصاف رتب الحشرات الأكثر تنوعًا.

وإذا وجدت ذات مرة صراصير أو جداجد في منزلك، فستجدها حشرات مشاكسة إلى حدٍّ ما، كما ستلاحظ أنها حشرات قارتة، فهي تمضغ جميع أصناف المواد العضوية. وأغلب الظن أن الجنادب والجنادب الأمريكية حشرات عاشبة، بيد أن كثيرًا منها لاحم كذلك بصورة نشطة؛ فبمقدورها الإمساك بحشرات أخرى، ويعرف عن بعضها الآخر أنه يقتات من لحم الإنسان. لذا يمكنك أن تثق بأن ما في العصر البيرمي من الجداجد البدائية، والصراصير، والجداجد الأمريكية البدائية، كانت كلها تمضغ حوريات الحشرات قديمات الجناح متى أمكنها الإمساك بها، وكان الإمساك بها سهلًا ميسرًا. فحوريات شبكيات الجناح القديمة بدت بطيئة الحركة، إذ كانت تتسلق إلى الأعلى لتصل إلى النباتات البارزة وتدخل مناقيرها في الأكياس البوغية الناضجة كي تمتص الغذاء من الأبواغ المغذية، وبذا غدت تلك الحوريات أهدافًا يسهل على الحشرات المفترسة من مفصليات الجناح اقتناصها. كما أن مفصليات الجناح تنافست كذلك على الطعام نفسه تنافسًا حاميًا. ففي الوقت الذي اقتصرت فيه حوريات قديمات الجناح على امتصاص الأبواغ في الأكياس البوغية الناضجة، كانت مفصليات الجناح تمضغ وتستهلك الأكياس البوغية كاملةً؛ حتى قبل أن تنضج النضج الكافي لتقتات منها حوريات قديمات الجناح. وفي النهاية، فإن الحوريات التي لم تصل إلى مرحلة البلوغ سيكون وضعها بالغ السوء في عالم تزداد فيه هيمنة حديثات الجناح. وبما أن قديمات الجناح لا تستطيع طي أجنحتها والاختباء في أماكن ضيقة، أو الطيران بسرعة طيران حديثات الجناح، فقد أصابتها وفَيَات كثيرة، لأنها كانت ببساطة أهدافًا كبيرة وبطيئة في نظر المفترسات من الأصناف كلها.

وثمة قصة أخرى مدهشة من قصص النجاح في العصر البيرمي؛ إنها بق الجليد. وهي تعرف أيضًا باسم دبيبات الصخور[150]، وتؤلف هذه الكائنات رتبة صغيرة موجودة تدعى الصراصير الجدجدية، وهو اسم يدل على التشابه بينها وبين بني عمها من الجداجد والصراصير. إلا أن حشرات بق الجليد أقامت لنفسها نمط حياة خاصًّا بها بالغَ التفرد. ففي وقت ما من العصر البيرمي، يحتمل أن أسلاف دَبِيبات الصخور قد تحركت على طول قيعان المجاري المائية إلى ارتفاعات أعلى فأعلى، حتى تكيفت آخر الأمر مع الحياة عند الارتفاعات العليا قرب حقول الثلج والجليد الدائمين. ففي البيئة الجبلية الشاهقة تجلب الأجنحة لصاحبها الضرر والأذى -فالأجزاء المنبسطة فيها

الشكل 6-2: هذا الجدجد الملبِس غاية التلبيس، من الإكوادور، هو مثال حديث لرتبة مستقيمات الجناح ذات النجاح الكبير، التي بدأت بالصعود في العصر البيرمي. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

التي بإمكانها جمع الحرارة، يمكنها فقد الحرارة كذلك- لذلك فإن حشرات بق الجليد، بالإضافة إلى حشرات أخرى عند الارتفاعات العالية، قد تكيفت فنشأ لها شكل جسم بلا أجنحة[151]. والحشرات الثانوية عديمة الجناح شائعةٌ اليوم -مثل القمل، والبراغيث، والنملات العاملة- إلا أن حشرات بق الجليد كانت من أوائل الحشرات التي تخلت عن أجنحتها. وبغية الاحتفاظ بالدفء، نمت

لها أصبغة سوداء تمتص بها الإشعاع الشمسي، كما اكتسبت سلوكات مفيدة، من قبيل الاختباء تحت الصخور المنبسطة التي تواجه الشمس. وهي أيضًا بطيئة جدًّا في نموها. فقد تستغرق بقة الجليد سنوات متعددة حتى تنضج وتصل إلى مرحلة البلوغ، وذلك لأنها في حالة تبرُّد، وتمضي وقتًا في الخمول أطول مما تقضيه في النشاط. وعندما يعتدل الجو في الجبال الشاهقة تصبح بقة الجليد في حالة نشاط، فتخرج من مخابئها الدافئة، وتقمِّم الطعام من على سطح الأنهار الجليدية وحقول الثلج. وربما تظن أنْ ليس لديها الكثير مما تأكله من أعالي الأنهار الجليدية، إلا أن الحشرات الطائرة لا ينتهي بها المطاف حيث تريد. فالعديد منها تحبسه العواصف، وكثيرًا ما عصفت الرياح بسُحُب من الحشرات لمسافات بعيدة، ووصل بعضها إلى ارتفاعات شاهقة، حيث تتجمد وتسقط على الأرض. وتقمم الصراصير الجدجدية بعد ذلك، وفي الجو المعتدل، الجثث ذات اللحم المتجمد.

ولم يتنوع بق الجليد كثيرًا على مر السنين، بيد أنه يبين لنا أن كثرة الأنواع ليست شرطًا للنجاة من الكوارث العالمية. ونحن نعلم من الأحافير الروسية للعصر البيرمي أن مجموعة الصراصير الجدجدية العصوية قد نشأت قبل أكثر من 252 مليون سنة، وأن بق الجليد القديم قد نجا بطريقة ما من انقراض نهاية العصر البيرمي، ومن انقراض نهاية العصر الكريتاسي، دون أن يلحقه أذىً، وبقي حيًا منذ ذلك الزمان.

حياة الامتصاص: المقتاتات بالسوائل ترتقي سلَّم النجاح

إن من أعظم ابتكارات العصر البيرمي تصميم الجزء الفموي الثاقب الماص للحشرات متجانسات الجناح. ويتألف هذا التكيف من أنابيب اقتيات مجوفة تشبه الإبرة تدعى: مَراوِد[152]، وهي التي جعلت متجانسات الجناح[153] واحدة من أنجح زمر الحشرات التي تقتات بالنبات، ومتجانسات الجناح هي أسلاف الحشرات الحديثة من الزيز، ونَقَّازات النبات[154]، ونقَّازات الأوراق[155] [النطَّاطات]، والمزبِدات[156]، ونقَّازات الشجر[157]، والمن، والحشرات القشرية، وقريباتها [وجميعها من الآفات الزراعية]. فمَراود متجانسات الجناح المصقولة جدًّا تمكنها من الثقب عميقًا داخل أنسجة النبات، فتحقن إنزيماتها اللعابية عبر مجموعة من الأنابيب، لتقوم بالهضم المسبق للأنسجة والسوائل، ثم تستخلص السوائل المهضومة بمجموعة أخرى من الأنابيب، وغالبًا ما يجري ذلك مباشرة من جهاز النقل الوعائي للنبات، أيْ: النسيج اللحائي. وبعد أن أخذ الجفاف يلقي بظله على مناخ العصر البيرمي، ابتكرت هذه الحشرات طريقة للاقتيات بالطعام السائل المغذي للغاية. وهي أيضًا طريقة مبتكرة في تجنب دفاعات النبات. فليس على متجانسات الجناح أن تقلق بشأن الجزيئات عسيرة الهضم جدًّا، مثل الليغنين والسيلولوز، لأنها تتجنب أكلها البتة. وفي الوقت نفسه، فإن هذه الحشرات قادرة على تجنب الفلافونوئيد والمواد الكيميائية الدفاعية الثانوية الأخرى، التي يمكن أن تتراكم في أنسجة التمثيل الضوئي في الأوراق.

وقد يبدو أن لدى الحشرات متجانسات الجناح جهاز اقتيات مثاليًّا، إلا أن فيه مشكلة واحدة: فثمة إفراط ينقلب ضررًا، ذلك أن الطعام السائل مشبع بالماء. وينبغي لجزيئات الطعام المنحلة أن

تكون مركزة وتتجاوز مقدار الماء المحلولة فيه. وقد حُلّت هذه المشكلة عند متجانسات الجناح بطريقة رائعة: فقد نشأت لديها حجيرة ترشيح في قناتها الهضمية، تقوم بتركيز الطعام وتصريف الماء الفائض بسرعة. وتعمل حجيرة الترشيح كالتالي: القناة الهضمية لمتجانسات الجناح طويلة جدًّا، والجزء الخلفي منها يتحلق حول القسم الأمامي من الحشرة. فثمة غشاء يلف المكان الذي يتراكب فيه القسم الخلفي مع القسم الأمامي، ويقوم هذا الغشاء بأمرين: تحويل ماء السائل الفائض مباشرة إلى المِعَى الخلفي لطرحه سريعًا، وتركيز جزيئات الطعام لتأخذ طريقها إلى المِعَى الأوسط، حيث يمتصها الجسم. وليست عملية الهضم عملية تامة، مما يجعل متجانسات الجناح تقوم بصورة متواصلة بطرح كميات كبيرة من الماء مع آثار من مواد سكرية. وإذا كان الوقت صيفًا، وصادف أن أوقفت سيارتك تحت شجرة غزاها المن، فسترى هذه الظاهرة، ذلك أن القطرات الدبقة على زجاج السيارة هي قذارة المن. وفي المناخ الجاف، فإن الغالب على هذه المواد أن تتبلور في قطع صلبة فوق أغصان الأشجار، وتقع بعد ذلك على الأرض، وهذا هو أصل القول: «جاء المن من السماء»[158]، بحسب تصوري.

وتنوعت متجانسات الجناح تنوعًا كبيرًا على مر سنوات العصر البيرمي، ونجت من نهاية العصر البيرمي دون أن يلحقها أي أذًى ظاهر، وتكاثرت بسرعة في فترة الدهر الأوسط. وحدث كل ذلك قبل نشوء النباتات المزهرة برحيقها وفاكهتها الحلوة، ولو حدث أن تاقت الديناصورات الأولى إلى وجبة سكرية، فإن غذاء المن الحشري هو الطعام الحلو الوحيد فيما حولها. ويدلنا تكاثر متجانسات الجناح مرة أخرى على أن انقراض نهاية العصر البيرمي لم يكن على الأرجح كارثة واحدة مفردة، بل إن نجاح هذه الحشرات كان متسقًا مع فرضية التغير المناخي العالمي. وربما كان المناخ على اليابسة يشتد حرارة ويزداد جفافًا، إلا أن متجانسات الجناح نجحت في اكتساب الوجبات السائلة، وضبط امتصاص السوائل. ولعل المجتمعات النباتية تغيرت على نحو لم تعد الحشرات القديمة قادرة على التعامل معه، غير أن متجانسات الجناح نجحت بالانتقال مباشرة إلى العصائر المغذية وغير المحمية في أعماق أنابيب النقل الوعائية النباتية.

ونشأ عند رتبة هدبيات الجناح، المعروفة باسم التِّرِبْسات [قمل النبات]، نهجٌ للاقتيات بالسوائل في الوقت نفسه تقريبًا. ويشير اسمها: هدبيات الجناح، إلى أن لها أجنحة ضيقة جدًّا، تحيط بها أشعار طويلة. إلا أن هذه السمة ليست خاصة بها. فالخنافس ريشية الجناح، والزنابير الدقيقة المعروفة باسم ذباب الجن، لها أيضًا أجنحة هدبية. لكنَّ الشيء غير العادي فعلًا في التربسات هو فمها اللامتناظر: فلا فك لها على الجانب الأيمن، بل هو على الجانب الأيسر فقط؛ أي أن لها سنًّا يساريًّا واحدًا، وليس له ما يقابله. وتستخدم التربسات ذلك السن بطريقة بديعة: فهي تلوي رأسها عندما تقتات، وتستخدم سنها لخدش الأسطح الخلوية في الأجزاء الرقيقة من النبات. وحالما يتضرر النبات تنزُّ من سطحه سوائل مغذية، فتستخدم التربسات حينئذ أجزاءها الفموية الأخرى، التي لها شكل منقار قصير لمص السوائل، كي ترتشف من تلك السوائل. وهكذا، نشأت لدى التربسات طريقة للانتفاع بالعصائر النباتية اللذيذة، دون استنفاد الأنابيب الوعائية، مما مكنها من تجنب مشكلة الضغط العالي للسوائل التي تواجه متجانسات الجناح. بيد أن أسلوبها في الاقتيات جعلها تنشأ بأجسام صغيرة الحجم دقيقة؛ فمعظم أنواعها بطول بضعة ميليمترات فقط أو أقل من ذلك. وهذا الجمع بين

الاقتيات بالسوائل والحجم الدقيق للجسم جعل التربسات في وضع ممتاز؛ جعلها مثلما يبدو تجتاز انقراض نهاية العصر البيرمي بلا مشكلات خطيرة، كما ظهر منها تنوع معتدل من الأنواع على مر 250 مليون سنة خلت. حتى أصبح هناك ما لا يقل عن 5500 من أنواعها الحية اليوم.

المتحولات: صعود الاستحالة الكاملة

إن تكاثر مفصليات الجناح، وهي تمضغ وتقضم فِرَقًا من الجداجد البدائية، بالإضافة إلى ضبط الاقتيات بالسوائل عند متجانسات الجناح، يبدوان ربما أهم إنجازات الحشرات في العصر البيرمي، إلا أن ثمة في نهاية المطاف عملًا فذًّا آخر للحشرات جعل هذه الأمور بسيطة مقارنةً به، إنه: تنوع الاستحالات المعقدة، التي تحدث عند الحشرات التي تعيش طور اليرقة. ومن الممكن أن يقال عن هذا الابتكار إنه العامل المنفرد الأهم في نجاح الحشرات طويل الأمد، فأكثر من 90% من الأنواع الحديثة تنتمي إلى مجموعات ذات استحالة معقدة، أو استحالة كاملة[159].

وعاد نجاح الاستحالة المعقدة في أصله إلى تشريح الجناح؛ عند المستوى المبدئي. فالحشرات حديثات الجناح بأجنحتها المرنة، لها أفضلية كبيرة على الحشرات قديمات الجناح. بيد أن لديها لاتزال نقيصة: فالأجنحة تنمو في حورياتها الصغار من براعم مكشوفة على جانبي الجوشن، ومع استحالتها شيئًا فشيئًا، فإنها تجازف بالإضرار بأجنحتها النامية. وقد حلت الحشرات كاملة الانسلاخ هذه المشكلة عن طريق استبطان نمو أجنحتها، التي تخرج، مع سمات البلوغ الأخرى، من عناقيد خلايا تدعى الأقراص التخيلية. وتمكن هذه الأقراص كاملات الانسلاخ الصغيرة من أن تعيش حياة نشطة أو حتى عدوانية، وتتجنب الإضرار بالأجزاء النامية من أجنحتها. إلا أن النمو الداخلي للأجنحة له دلالات مهمة أخرى. فيرقات الحشرات كاملة الانسلاخ يمكنها أن تنقب في أنسجة النباتات، والفطريات، والحيوانات الميتة، أو في أي طبقة ركيزة أخرى، دون أن تلحق الضرر بأجنحتها النامية. وتغدو مقتاتاتٍ عالية الكفاءة، إلى حد أن الكثير من الحشرات البالغة منها لا تحتاج إلى الطعام (فهي تعتمد ببساطة على مخزونات الطعام المحفوظة في أجسامها من طور اليرقة)؛ وهذا التخصص في الاقتيات مكن اليرقات من تناول أطعمة متباينة تمامًا، وجعل الحشرات البالغة خارج المنافسة مع الحشرات غير البالغة إلى حدٍّ بعيد، سواء المنافسة على الطعام أو محل السكنى. فأصبحت الحشرات البالغة من جانبها، أكثر تخصصًا في مهمات البلوغ من: مغازلة، وتزاوج، ووضع بيض، وانتشار.

وينشأ في الحشرة طور تحولي لتيسير التغير من حشرة يرقة مقتاتة إلى حشرة بالغة متناسلة، هو: طور الخادرة. ويعتقد كثير من الناس أن طور الخادرة هو طور راحة للحشرة، وذلك بعيد عن الحقيقة. وربما مكَّنها هذا الطور من السبات في أشهر الشتاء الباردة أو المواسم الجافة المتطاولة، إلا أن غايته أهم بكثير من ذلك. فثمة تغيرات خلوية مذهلة تحدث داخل الخادرة، فيعاد بناء الأجهزة العضلية، وتُبنى عضلات الجوشن القوية المستخدمة في الطيران، كما تبنى الأجنحة، والأعضاء التناسلية، والأجهزة الحسية البالغة. وربما يتغير الجهاز الهضمي على نحو كبير ويعاد تنظيمه، خاصة لأن ما تأكله اليرقات يختلف كثيرًا عما تأكله البالغات. ومن الأمثلة الجيدة لذلك: التحول من اليسروع، الذي يقتات بالمواد النباتية الصلبة، إلى الفراشة البالغة التي تقتات بالرحيق

السائل للنباتات. وهكذا، نرى أن منافع الاستحالة المعقدة كثيرة، فهي: تمكن الأجنحة المرهفة من النمو الداخلي بصورة آمنة، وتعطي الحشرة إمكانيات جديدة للاقتيات، كما تعطيها التخصص والفصل بين سلوكات البلوغ وما قبل البلوغ، بالإضافة إلى نمو مراحل راحة شتى للخلاص من الظروف البيئية الصعبة.

فما الحشرات التي كانت كاملة الانسلاخ في العصر البيرمي؟ وما الذي بوسعها أن تخبرنا به عن أحداث ذلك العصر؟ لقد كان بعض تلك الحشرات غامضًا، من قبيل رتبة بالغات الجناح[160]، التي عرفت من أحافير قِطَعِ أجنحةٍ صعبة التفسير، مما جعل بعض علماء الأحافير لا يوافقون حتى على انتمائها إلى كاملات الانسلاخ. غير أن كثيرات غيرها تبدو مألوفة لنا، لأنها نجت من انقراض نهاية العصر البيرمي، واستمرت في الازدهار إلى اليوم. ومن تلك: ذباب العقرب، وأسد المن، والخنافس، والذباب، والعث، وذباب القَمَص.

قَتَلَةٌ بوُجُوهٌ طويلة وكثيرٍ من الجرأة

لا تربط ذباب العقرب، وهي حشرات من رتبة طويلات الجناح[161]، صلة قرابة حميمة بالعقارب الحقيقية مطلقًا، كما أنها لا تلدغ. فلقد جاء اسمها من أن ذكور بعض أنواعها لها أعضاء تناسلية بصلية كبيرة تشبه إبرة العقرب. ويميزها عن سائر الحشرات الجزء الأسفل المستطيل جدًّا من رأسها، وهو ما يعطيها مظهرًا يشبه رأس الحصان. وتفترس غالبية ذباب العقرب فعليًّا الحشرات الأخرى الأصغر منه، أو يقمم جثث الحشرات الميتة. وعند طرف خطمها الضيق نمت لها أجزاء فموية تامة، تمكنها من الوصول إلى الأماكن الضيقة ومضغ الفرائس الصغيرة. وفي العصر البيرمي، كان ذباب العقرب الحشرات ذات الاستحالة الكاملة الأوفر والأكثر تنوعًا، بعد أن نشأت بسرعة في أوائل العصر البيرمي[162]، وفي أواخر العصر البيرمي ازدادت أنواعه حتى وصلت إلى 11 نوعًا، وهذا العدد هو تقريبًا ضعف عدد أنواعه اليوم. والحق أن تنوع ذباب العقرب في العصر البيرمي كان أكبر من أي وقت تلاه[163]، ولا بد أنه في نهاية ذلك العصر امتلك تأثيرًا كبيرًا على أعداد الحشرات الأخرى في الموطن البيئي بالغابة؛ فقد كان ذباب العقرب يفترس الحشرات بطيئة الحركة عادةً، ويأكل بيوض الحشرات الأخرى.

كما يظهر أسد المن وأقاربه، من رتبة عصبيات الجناح، في أوائل العصر البيرمي، وأواخر العصر البيرمي، وتألفت هذه الزمرة المفترسة مما لا يقل عن 6 عائلات. ويشير اسمها «عصبيات الجناح» إلى وفرة عروق الجناح الناعمة جدًّا [أما اسم أسد المن فيرجع إلى أنها كثيرًا ما تقتات بحشرات المن]. وتنشط عصبيات الجناح في افتراس الحشرات الصغيرة الأخرى. والحشرات البالغة منها لها أجزاء فموية ماضغة، أما يرقاتها فتستطيع أن تثقب الحشرات بفكيها الحادين، وكل منهما يشبه المنجل، ثم تمتص دمها بوساطة أقنية ضيقة في فكيها. ومعظم عصبيات الجناح يعيش على اليابسة، إلا أن قدرته البديعة في الاقتيات بالسوائل مكنت بعضه من غزو مواطن الماء العذب. كما نشأت في يرقات أسد المن حيلة أخرى غريبة ومفيدة. فمعظم الحشرات لها أعضاء لجهاز

الإطراح تدعى نُبَيْبَات مالبيغي[164]؛ تستخرج الفضلات الآزوتية من الدم، وتطرحها في المِعَى الخلفي لإخراجها، إلا أن يرقات عصبيات الجناح نشأت عندها القدرة على تحويل نفاياتها إلى منتج ذي فائدة، إنه: الحرير، الذي تغزل منه شرانق واقية تستعملها في طور الخادرة. وعلى كل حال، لتخرج الحرير من أجسامها، لا بد لها أن تطرحه. ويرقات عصبيات الجناح هي الحيوانات الوحيدة التي تغزل الحرير من شرجها.

غازِل الحرير، والمعمار، والجيولوجي

ثمة على الأقل رتبة حشرات أخرى جديدة من العصر البيرمي بإمكانها غزل الحرير، إنها: شعريات الجناح، المعروفة باسم ذباب القَمَص. ولعل الاسم الإنكليزي له مأخوذ من الإنكليزية القديمة، ويوصف به تجار الأثواب الذين كانوا يثبتون نماذج من القماش على معاطفهم (مثلما تلصق يرقة ذباب القمص مواد مختلفة على حقيبتها المحمولة) [أما في العربية فهو مأخوذ من كثرة توثبه وعدم استقراره في مكان]. وتغزل يرقاتها الحرير بطريقة مألوفة لنا: عند طرف رأسها، تغزله من غددها اللعابية المحوَّرة الموجودة قربَ أجزائها الفموية. وقد استخدمت حشرة ذباب القمص حريرها لتوطُّن موطن جديد، إنه: جداول المياه العذبة التي يتحرك فيها الماء بسرعة، فهو مكان جيد للعثور على جسيمات الطعام المنجرفة مع التيار، أو حشرات صغيرة أخرى، وحيوانات مائية صغيرة، ينقلها تيار الماء. وبالإضافة إلى ذلك، ثمة الكثير اللذيذ من بنات يوم الصغيرة وذباب الحجر في الجداول السريعة تأكل حصائر الطحالب على الحجارة.

ولا يقتصر استخدام يرقات ذباب القمص حريرها ليكون مرساة أو حدودًا آمنة لها؛ عندما تتحرك مع التيار لاقتناص الفرائس، فبعضها تعلم حياكة شبكات مائية في تيارات الماء، يجمع فيها الطمي العضوي. وبعضها الآخر تعلم جمع فتات صغير من الحجارة والرمل والخشب ومواد أخرى يحوكها فوق الحجارة، ليجعل منها أخبية واقية. وفي نهاية الأمر، اكتشف بعضها كيفية جعل هذه المظلات محمولة بربط الحرير وجمع المواد في بيوت متنقلة. إن رصد الحقائب المحمولة لذباب القمص الحديث (وهي من أمهر معماريي الطبيعة) يمكن أن يشي لنا بالكثير عن سلوك هذه الأنواع القديمة. وهذا الجِرَاب الحديث مثير للإعجاب فعلًا، فهو بمختلف الأحجام والأشكال. منها ما هو طويل، ومنها ما هو قصير، ومنها المستدير، ومنها التربيعي، ومنها اللولبي. فكل نوع يبني طرازه الخاص من الجِرَاب، ويجمع مجموعة مواد البناء التي يفضلها هو من: الرمل، أو الحصى، أو الأحجار الكبيرة، أو العصي الصغيرة، أو قطع الخشب، أو قطع الصدف، أو قطع الأوراق. بيد أن بعضها يفضل جمع الجسيمات الثقيلة، وأحدها معروف عنه تكويم حبيبات الذهب في جِرَابه وحياكتها، مما يجعل ذباب القمص أول الجيولوجيين، بالإضافة إلى كونه أول المعماريين.

وثمة استخدامات أخرى للجِرَاب، بالإضافة إلى وظيفته الواضحة في الحماية. فبعض ذباب القمص يربط حجارة حصباء كبيرة بجِرَابه، مما يمكنه من الانتقال في قاع الجداول السريعة، دون أن يجرفه التيار بعيدًا. ومعظمها يبني جرابه جاعلًا فيه كوةً عند طرفيه، فيدع الفضلات تخرج من طرف، والماء ينساب من الطرف الآخر. وكثير منها نشأت عنده القدرة على تهوية غلاصمها القصبية عن طريق الضخ النشط للماء عبر الجِراب المحمول، وبذلك يزيد تدفق الأكسجين فوق

الغلاصم. وهذا ما مكن ذباب القمص من النجاح في الانتشار في المياه بطيئة الحركة أو الساكنة، التي تحوي مقادير أقل من الأكسجين.

وقد لاحظ عالما الحشرات المائية، روزماري ماكاي وغلين ويغينز، في الورقة البحثية الكلاسيكية: «التنوع البيئي لشعريات الجناح»، أن أنواع ذباب القمص وأجناسها تفوق، في مجتمعات الحشرات المائية الحديثة، بكثير أنواع كل من بنات يوم، واليعاسيب، وذباب الحجر وأجناسها. وقد تساءلا عن السبب في ذلك، فتوصلا إلى استنتاج بسيط مذهل فطن، فأجادا في تلخيص 250 مليون سنة من نشوء الحشرات المائية بهذه العبارة البسيطة: «إن ما نشهده من التنوع الكبير لشعريات الجناح ما هو إلا نتيجة للفرص البيئية التي توافرت لها بسبب إفرازها الحرير»[165]. فلقد مكنت هذه المادة متعددة الاستعمالات، على نحوٍ رائع، ذباب القمص من تقسيم الموطن المائي إلى مئات من المواطن الدقيقة، التي لا يمكن للحشرات الأخرى الوصول إليها بلا حرير. وعلى الرغم من أن الكثير من بنات يوم، والرعَّاشات، وذباب الحجر، توطنت أماكن الماء قبل ملايين السنين من ذباب القمَص، فإن ذباب القمص كان قادرًا على غزل طريقه وحياكته في نمط حياة جديد يستحيل دخوله على الحشرات المائية الأقدم منه.

ويدل وجود ذباب القمص في العصر البيرمي على أن العث البدائي (من رتبة قشريات الجناح) لا بد أنه كان قريبًا هنا أو هناك، مع أنه لا يظهر في السجل الأحفوري حتى العصر الجوراسي؛ بعد زهاء 50 مليون سنة من ذلك. فثمة الكثير من البيِّنة التشريحية والسلوكية يشير إلى أن قشريات الجناح وشعريات الجناح تربطهما قرابة حميمة: فهما تشكلان ما ندعوه بالمجموعتين الأختين، والمجموعات الأخوات بالتعريف هي المجموعات التي برزت إلى الوجود في الوقت نفسه، لأن لها جَدًّا واحدًا[166]. لذا فإن هذه هي واحدة من أفضل القضايا الموثقة على وجود فجوة كبيرة في سجل أحافير الحشرات. فنحن نعلم أن العث -أو على الأقل العث البدائي- لا بد أن يكون موجودًا على الأقل منذ العصر البيرمي، لكن من الواضح أنه لم يتأحفر جيدًا إلا بعد مئة مليون سنة من ذلك. فإذا أخذنا أكثر قشريات الجناح بدائية في الحسبان، فسنرى أسبابًا واضحة لظهور تلك الفجوة. فهي كائنات صغيرة دقيقة تقوم بالحفر والاقتيات في أنسجة النباتات؛ فأقدم مجموعة منها وهي حشرات العث ذو الفك (من عائلة صغيرات الجناح[167]) تقتات بأنسجة السراخس في البيئات شديدة النداوة؛ المائية تقريبًا. وبما أن الحشرات الدقيقة طريةَ الأجسام تعيش في الندى، فسرعان ما تتحلل في الغابات الدافئة بعد موتها، لذا لم تتأحفر العثات الأولى كثيرًا، لو أمكنها ذلك.

كما برزت إلى الوجود في أواخر العصر البيرمي رتبة الحشرات: «ذوات الجناحين»، وهي الذباب الحقيقي. وعلى الرغم من أنها لم تكن شائعة حينذاك، فقد تدبرت أمرها بطريقة ما للنجاة من انقراض نهاية العصر البيرمي، والاستمرار في العيش، حتى غدت من أكثر الحشرات شيوعًا وتنوعًا في العالم الحديث. وكما هي الحال عند ذباب القمص، كانت يرقات ذباب خيطيات الخرطوم[168] القديمة تعيش في الماء العذب البارد سريع الحركة. ونمت لهذه اليرقات بنىً مختلفة من كأس مص شديد القبضة، يساعدها على الالتصاق بالصخور في تيارات الماء السريعة؛ حيث

تقتات بالطحالب والطمي العضوي. وحتى يومنا هذا، ثمة بعض يرقات الذباب المائية البدائية الموجودة، القادرة على غزل الحرير، تستخدمه للرسو بأجسامها في تيار الماء، أو الانتقال بأمان مع التيار.

فلماذا شاع ارتياد الجداول لدى حشرات العصر البيرمي؟ والجواب أنَّ في العصر البيرمي كانت القارة العظمى الجنوبية، واسمها غوندوانا، تمر بعصر جليدي شامل، فتصادمت تخوم القارات، وارتفعت الأراضي الداخلية إلى ارتفاعات أعلى. وفي المناطق التي صادفت الأنهار الجليدية فيها مناخًا معتدلًا أو استوائيًّا، كان الجليد والثلج يذوبان من الارتفاعات العالية، مما يؤدي إلى تدفق شلالات الماء، التي قدمت واجهة جديدة غنية بالمغذيات في القاع، بالنسبة إلى الحشرات التي كان بإمكانها التكيف مع التيارات والدوامات المتحركة بسرعة. فكانت بنات يوم وذباب الحجر أول من توطنها متتبعًا الجداول إلى ارتفاعات أعلى فأعلى. وسرعان ما تبعتها أنواع من ذباب القمص، وذوات الجناحين خيطيات الخرطوم، وعصبيات الجناح المائية المفترسة. إنها وجهة نظرك أنت، هي ما يحدد إن كان العصر البيرمي عصر كارثة كبرى أم عصر رخاء وازدهار. أما بالنسبة إلى الحشرات التي استطاعت أن تعثر على أعشاش جديدة وتتخذها مواطن لها، فإن ذلك كان عصر النجاح الباهر. فالحشرات المائية من بنات يوم، وذباب الحجر، وذباب القمص، وخيطيات الخرطوم، نجحت جميعها في النجاة من انقراض نهاية العصر البيرمي، وانتشرت على نطاق واسع بعده.

مقابلة الخنافس والحشرات الأخرى التي تقرض اللحاء

ظهرت بعد الخنفساء الوديعة الأولى (من رتبة غمديات الجناح) وفرة ضخمة من سلالاتها، فالغابات الاستوائية الحديثة هي موطن نحو 10 ملايين من أنواع الخنافس، وبعض التقديرات المنشورة تشير إلى احتمال وجودِ ما بين 30 إلى 50 مليون نوع منها، وهو رقم ساحق جعل عالِم الحشرات «مارك موفت» يصف الأرض بأنها: «كوكب الخنافس»[169]. فما الأمر الذي يعود إليه الفضل في النجاح الهائل لهذه الخنافس؟ إن هذه الخنافس لهي الحشرات الوحيدة التي نما لها درع جسدي فائق، مع احتفاظها بمنافع الانتشار بالطيران. فقد تحور الجناح الأمامي للخنفساء ليصبح صدفة قاسية، تُعرف باسم الغمد، تغطي الجناح الخلفي في وضع راحته. وعندما تطير الخنفساء، ينفضُّ جناحها الخلفي ليصبح جناحًا أكبر من الأمامي، ويتسنى لها الطيران بفضل هذين الجناحين الخلفيين الممتدين، وهو تدبير غير معهود يُدعى: القيادة الخلفية[170]. والجناحان

الشكل 6-3: أحفورة محفوظة على نحو جميل لحشرة ليوموبتيرام (من عائلة الليوموبتيرات)، من صخور العصر البيرمي في كنساس مع فصوص جنبية نامية جيدًا على حلقة الجوشن الأولى. وكانت هذه العائلة من الحشرات حديثات الجناح التي أصابتها كارثة انقراض نهاية العصر البيرمي. وعدت هذه الحشرات، في السابق، من مستقيمات الجناح البدائية، أما اليوم فهي تعد من مطويات الجناح على الأرجح. ومع أنها انقرضت، فإن قريباتها من ذبابات الحجر المائية المقيمة في الجداول (من رتبة مطويات الجناح) بقيت على قيد الحياة، وازدهرت حياتها. (الصورة من فرانك كاربنتر. متحف علم الحيوان المقارن، جامعة هارفارد).

الأماميان اللذان يشبهان الصدفة يبقيان ممدودين، ويفيدان في الإقلاع فقط، بأسلوب الطائرة الشراعية [بالانزلاق في الهواء].

وكان في أواخر العصر البيرمي بضع مجموعات فقط من الخنافس، نحو 6 عائلات، وجميعها من الرتبة الثانوية الأكثر بدائية للخنافس. لقد كانت أولى الحشرات التي تنقب الخشب، وتعيش في أجمة الغابة، وتطن وتطير من شجرة ميتة ساقطة إلى أخرى. لقد حمتها أجسامها ذات الدروع القاسية من مفترسات الحشرات، في وقت كانت فيه تقضم الخشب الرطب المتحلل لتضع بيوضها؛ لقد آوت هذه البيئة يرقاتها، السُّرْفات ناقبات الخشب، وحمتها من الهواء الجاف وأشعة

الشمس. وكانت الخنافس من أوائل الكائنات التي تقتات بالليغنين والسيلولوز، وذلك بمزجها الخشب بالفطريات.

وانضم قمل اللحاء (من رتبة حاكَّات الجناح[171]) إلى أولى الخنافس في الخشب الميت؛ إنه من الحشرات النهمة، التي تملك أجزاء فموية قاضمة، واستحالة تدريجية، ويقضم قمل اللحاء المواد العضوية تحت اللحاء الرخو في الأشجار الميتة ويمكن أن يجتمع في أعداد كبيرة. ويقتات أبناء عمومتها في العصر الحديث، من قمل الكتب، بالورق. وإذا لم يُنتبه إليها فبإمكانها أن تدمر مكتبة ملأى بالكتب عن آخرها. وفي أواخر العصر البيرمي، اجتمعت حشرات قمل الخشب والخنافس الأولى مع صراصير الخشب والفطريات، لتعمل على تحليل المغذيات وتدويرها بسرعة، في أشجار الغابة الميتة ونفايات الأوراق[172].

متهم بارز وحيد؟

لعل الكثير من أنواع الحشرات انقرضت في العصر البيرمي، أو قرب نهايته، لكن الواقع أن جميع الرتب ذات الاستحالة الكاملة قد تبقت، بالإضافة إلى الكثير غيرها من ذوات الاستحالة التدريجية، مثل قمل اللحاء، والتربسات، ومتجانسات الجناح. ولم تنقرض آنذاك إلا رتبة واحدة من ذوات الاستحالة الكاملة، وهي رتبة بالغات الجناح الصغيرة، التي لا تكاد تُعرف. وثمة مجموعتان أخريان صغيرتان، هما الرُّتْبَتَان: الغمديات البراقة[173]، وشبيهات شعريات الجناح[174]؛ غير المعروفتين على نطاق واسع، وقد استمرتا إلى ما بعد الحدود الفاصلة بين العصرين البيرمي والترياسي، وانقرضتا بعد ذلك بزمن، في منتصف الدهر الأوسط. ولعلهما لم تستطيعا التكيف مع التغيرات البيئية التي حدثت في الدهر الأوسط. أو لعلهما أبيدتا على يد الديناصورات ذات الدماء الدافئة. أو لعل الإخفاق رافقهما، أو لعل مجموعات أخرى حديثة نشأت منهما. ومهما كان ما حصل مع الغمديات البراقة وشبيهات شعريات الجناح، فلا يهمنا هنا في نهاية الأمر. ذلك أن النقطة الرئيسة التي نود بيانها هي أنهما بقيتا إلى ما بعد نهاية العصر البيرمي.

وكذلك بقيت رتب أخرى كثيرة، فتنوعت وأصبحت اليوم شائعة. فبعض الحشرات، مثل متجانسات الجناح، وعصبيات الجناح، وغمديات الجناح، وطويلات الجناح، التي كانت من الأنواع الوافرة بحق في أواخر العصر البيرمي، عانت شيئًا من الانحدار، إلا أنها نجحت بالاستمرار حتى العصر الترياسي. وكان للمجموعات الأخرى، من شعريات الجناح، وقشريات الجناح، وذوات الجناحين، تنوعٌ قليل، لكنها نجت مع ذلك من محرقة نهاية العصر البيرمي. وهي اليوم من أغنى الرتب الكبيرة بالأنواع. فما سبب نجاتها؟ لا تبدو الفكرة التي تقول إن المجموعات قليلة التنوع، مثل ثلاثيات الفصوص، ميالة ميلًا كبيرًا إلى الانقراض، صحيحة هنا. فلقد استمر بعض هذه المجموعات بالنجاح في حياته، لأنه كان الرائد في سكنى الأعشاش البيئية في مواطن لم يمسسها أحد قبله، وامتلك جملة من مهارات البقاء، من قبيل الاستحالة الكاملة. ولا بد أن يكون المتهم في عمليات القتل التي جرت في العصر البيرمي نوعًا من «عميل انتقائي» selective agent. إننا

نبحث عن قاتل بإمكانه إيقاع الخراب بالشعاب المرجانية، وإنزال المجازر بالأراضي المنخفضة الساحلية، لكنه ترك مجتمعات الأراضي المرتفعة في نعيم نسبي.

ربما ثمة عامل يربط العناصر متعددة المناحي في هذه القصة. فمازال علينا النظر إلى صديقنا القديم من الصفائح التكتونية، الذي يعرف أيضًا باسم الانجراف القاري. ولعلك قد علمت بشأن الانجراف القاري أو قرأت عنه[175]، ولعلك تذكر أن التنظيم الحالي للقارات سبقه زمن في أوائل الدهر الأوسط، اتصلت فيه القارات الشمالية بكتلة ضخمة من اليابسة تدعى: لوراشيا؛ واتصلت القارات الجنوبية بكتلة ضخمة من اليابسة تدعى: غوندوانا. ولعلك تذكر كذلك أن كل مناطق اليابسة كانت قبل ذلك الزمن متحدة في قارة عظمى واسعة وحيدة تدعى: بانجِيا. فقد انحشرت ما تعرف اليوم باسم أمريكا الشمالية، مباشرة في أمريكا الجنوبية، وإفريقيا، وأوروبا. واتصلت ما تعرف اليوم باسم إفريقيا، والغالب توضعها في المركز، مباشرة بأمريكا الشمالية، وأوروبا، وآسيا، وأمريكا الجنوبية، والقارة القطبية الجنوبية، والهند، وشبه الجزيرة العربية، وأستراليا. وعلى الرغم من أن كثيرًا من الناس يفترضون خطأً أن ذلك التجميع الضخم لليابسة كان نقطة البداية للانجراف القاري، فإن الحال لم تكن كذلك البتة. فلم يكن ذلك إلا أصل ما نعرفه من التنظيم الحديث للقارات. لقد تشكلت قارة بانجِيا بادئ ذي بدء في أوائل العصر البيرمي، عندما تجمعت تكوينات قارية أقدم منها، بعد ذلك انفصلت أجزاء منها، ثم عادت وتشكلت من جديد في أواسط العصر الترياسي. واستغرق تجمعها ملايين السنين، وتوافق بصورة مريبة كل الريبة مع انقراض نهاية العصر البيرمي.

واندمجت نتيجة تصادم الجزر والقارات المناطقُ التي كانت قد انفصلت آنفًا. وهذا ما قلص المناطق البحرية بإزالة مجتمعات الشطآن والأراضي الرطبة، كما أنه آل إلى جمع مجتمعات مختلفة من النباتات والحيوانات معًا. وعندما امتزجت هذه الجماعات، أدت المنافسة إلى أن تهيمن بعض الأنواع وتصبح «كثيرة النسل» وتنتشر، أما الأنواع الأخرى الأقل عدوانية، التي نجحت في البقاء بسبب عيشها في عزلة، فقد اتجهت نحو الانقراض. ومع تصادم كتل قارية أضخم، واندماج بعضها ببعض، تسارعت تلك العمليات. ولعل الثورات البركانية قد اشتعلت، وارتفعت في الأراضي الداخلية، جبالٌ جديدة، وانبثقت أنهار وجداول لم تكن من قبل، غدت مواتية لتوطن الحشرات. ومع تعاظم مساحة اليابسة، تغير المناخ العالمي. فأصبحت أراضي اليابسة أشد حرارة وأكثر جفافًا. وكانت لبعض النباتات والحيوانات، من قبيل الحشرات ذوات الاستحالة الكاملة، قدرة جيدة على التكيف مع هذه البيئات المتغيرة.

لكن هل يمكن لبانجِيا بمفردها أن تفسر لنا انقراض نهاية العصر البيرمي؟ بقدر ما تبدو هذه الحجج مقنعة، فإن الجواب الحالي هو: «لا». ففي العقود الماضية كنا نعتقد أن حوادث الانقراض جرت على مدى ملايين السنين، بيد أن الدراسات الدقيقة الخاصة برسوبيات العصر البيرمي في الصين، التي أجراها دوغلاس إيروين وعلماء آخرون، ضيقت مدة انقراض نهاية العصر البيرمي حتى وصلت بها إلى مجرد مئة ألف سنة أو أقل. وقد تبدو تلك مدة طويلة، لكنها قصيرة جدًّا إذا تم توجيه الاتهام الرئيس إلى الصفائح التكتونية وحدها. غير أني مازلت أظن أن من

المهم ذِكر أنها كانت بالفعل عاملًا رئيسًا في الكثير من التنوع الناجح لحشرات اليابسة. فقد ساعد تشكل قارة بانجِيا على جعل مناخ اليابسة في العصر البيرمي مناخًا جافًّا، وهو أمر يعزى إليه -عادة- النشوء السريع للحشرات كاملات الانسلاخ بعد ذلك.

إن انقراض نهاية العصر البيرمي لا يبدو حدثًا واحدًا، أو حدثًا سريعًا، سببه اصطدام كويكب بالأرض مثلًا. كما أن أصحاب فرضيات الاصطدام الكوني ما فتئوا يجوبون الكوكب بحثًا عن بينة جيولوجية لما يزيد على ثلاثين سنة، ولم يجدوا أي بينة قاطعة. ذلك أنهم لم يجدوا حفرة اصطدام، أو حطام اصطدام، يعودان إلى ذلك العصر. وعلاوة على ذلك، فإن الطبقة الجيولوجية للحد الفاصل بين العصرين البيرمي والترياسي يَعُوزها الإيريديوم؛ وهو أمر يناقض ما هو متوقع من اصطدام كويكب بالأرض. وادعاءات اكتشاف الفوليرينات[176] (أو ما يدعى «كرات بوكي») في الطبقة الحدية بين العصرين البيرمي والترياسي ملأت نفوس أصحاب فرضية الاصطدام بالإثارة؛ إلا أنَّ طعنًا جرى في صحة هذه الأخبار، ولم يتكرر ذكرها بعد ذلك. ووصل الأمر بأنصار فرضية الاصطدام أن أبعدوا النجعة؛ فافترضوا أن اصطدام الكويكب ربما أثار الثورات البركانية في سيبيريا، مما أدى إلى طمس معالم حفرة الاصطدام. وهي حقًّا فكرة جذابة، لكنها مازالت ناقصة البيِّنة. لقد نصحنا الفيلسوف ألفريد نورث وايتهيد ذات يوم بقوله: «اطلب البساطة ولا تثق بها». وتبدو هذه النصيحة صحيحة في هذا المقام. سنستمر بالسعي إلى أبسط تفسير لانقراض نهاية العصر البيرمي، فهذه هي سجية العلم، لكن الأمر الآن مازال يبدو معقدًا.

لقد مرت الحشرات إبان العصر البيرمي بأكبر نكساتها الكارثية في تاريخها. وعندما نقصُّ قصة سقوط قديمات الجناح وتتِّينات الجو العملاقة، ننسى بسهولة أن ننظر إلى الجانب الآخر من القصة. وعلى الرغم من فناء أنواعٍ ورتبٍ من ذلك الزمان، فإن الكثير غيرها استمر بالحياة، ليروي لنا بإسهاب قصة مرونة الحشرات وقدرتها على التكيف. ومعظم الحشرات الباقية هي أنواع لها قدرات بارعة في التكيف؛ من قبيل الثني المتطور للأجنحة الحديثة، والاستحالة المعقدة. فالحشرات حديثات الجناح التي تتمتع بآلية طي الجناح يمكنها الطيران بسرعة أكبر، والاختباء بصورة أفضل، والتفوق على الحشرات قديمات الجناح. والابتكارات الجديدة في الاقتيات، من قبيل ابتكار الأجزاء الفموية المحسنة لتناول السوائل، مكنت الحشرات من النجاح في اتخاذ نباتات مختلفة مواطن لها، في نجود الأرض المرتفعة. ونشوء أطوار اليرقة مكنها من الانقضاض على الأنسجة النباتية، وتجنب المفترسات الكبيرة بصورة أفضل. لقد أثبتت الحشرات أنها مرنة في مواجهة التصادمات القارية، والتغير المناخي العالمي، والثورات البركانية الضخمة، والتغيرات الجيولوجية الكيميائية الجوهرية في البحار. والحق أنَّ على الرغم من التحديات التي واجهتها عند توطنها اليابسة في العصر السيلوري، فقد أثبتت الحشرات في العصر البيرمي أنها بغزو اليابسة كانت تسير في خطة مظفرة. إذ برهنت الصراصير لثلاثيات الفصوص، أن الوقت المناسب للخروج من البحر كان في نهاية ذلك العصر[177].

ولعل من المجازفة تقسيم تاريخ الحياة إلى عصور منفصلة، لكننا في حالتنا هنا ربما نستطيع بالفعل اختيار لحظة واحدة مفردة لنهاية الدهر القديم. ولعلي أختار يومًا بعينه: هو اليوم الذي ماتت فيه آخر ثلاثيات الفصوص. فهل ثمة كائن أفضل تمثيلًا لتلك الحقبة بأكملها من ثلاثيات الفصوص؟ لقد دام عهدها في البحار أكثر من 300 مليون سنة، وقبل نحو 252 مليون سنة، ولعله كان صباحًا ملبَّدًا بالغيوم، توقف فيه آخرها عن الاقتيات من بركة ضحلة تركتها أمواج المد، وطفت جثته على سطح الماء، فجرفتها أمواج الجزر من الشاطئ؛ إلى جانب أخريات من جثث ثلاثيات الفصوص. فأين وقفت غربان الشؤم؟ وما الذي شهد الحدث؟ لم تكن ثمة طيور شاطئية على ذلك الشاطئ المنعزل، لكن كانت ثمة قوائم صغيرة تسعى؛ جاء صرصور، ثم جاء آخر: وجدا الجثة المنبوذة واستهلكاها. ولعل خنفساء وحيدة، تنظف قرنها عند قطعة خشب قريبة، طارت إلى الأسفل لتتحرى المشهد، وتشارك في الوليمة. لقد انتهت سنوات الدهر القديم، فلنقتبس من شعر الشاعر توماس إيليوت حيث قال: «دونما ضجيج لكن بأنين»، وأعلنت الحشرات نفسها منتصرة. لكن سرعان ما كان ثمة حسيسٌ جديد في غابات الدهر الأوسط، له مخالب تجرح، وأسنان تجرش؛ لقد ظهر أول الديناصورات. فكيف ستتعامل الحشرات مع شريكها الجديد في أماكن سكناها؟

اللوحة 1: التلوُّن المربك لفراشة خضراء دَهْنَجِيَّة [بلون الحصى الخضراء]، هي فراشة المَلَكِيت، يعطي تمويهًا ممتازًا في النباتات المرقطة، تحت ظلة الغابة الاستوائية الجافة، في محطة شاميلا البيولوجية في جاليسكو بالمكسيك. وهي تطير مسرعةً إذا رابها شيء، مثل سائر عائلة الفراشات الكبرى: الحورائيات Nymphalidae.

اللوحة 2: هل بإمكانك أن تراها؟ جاثمة بلا حراك فوق ورقة، تبدي حورية الجدجد الإكوادورية هذه (من رتبة مستقيمات الجناح، وعائلة الجنادب الأمريكية) تلونًا أخضر ملبِسًا مميزًا. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

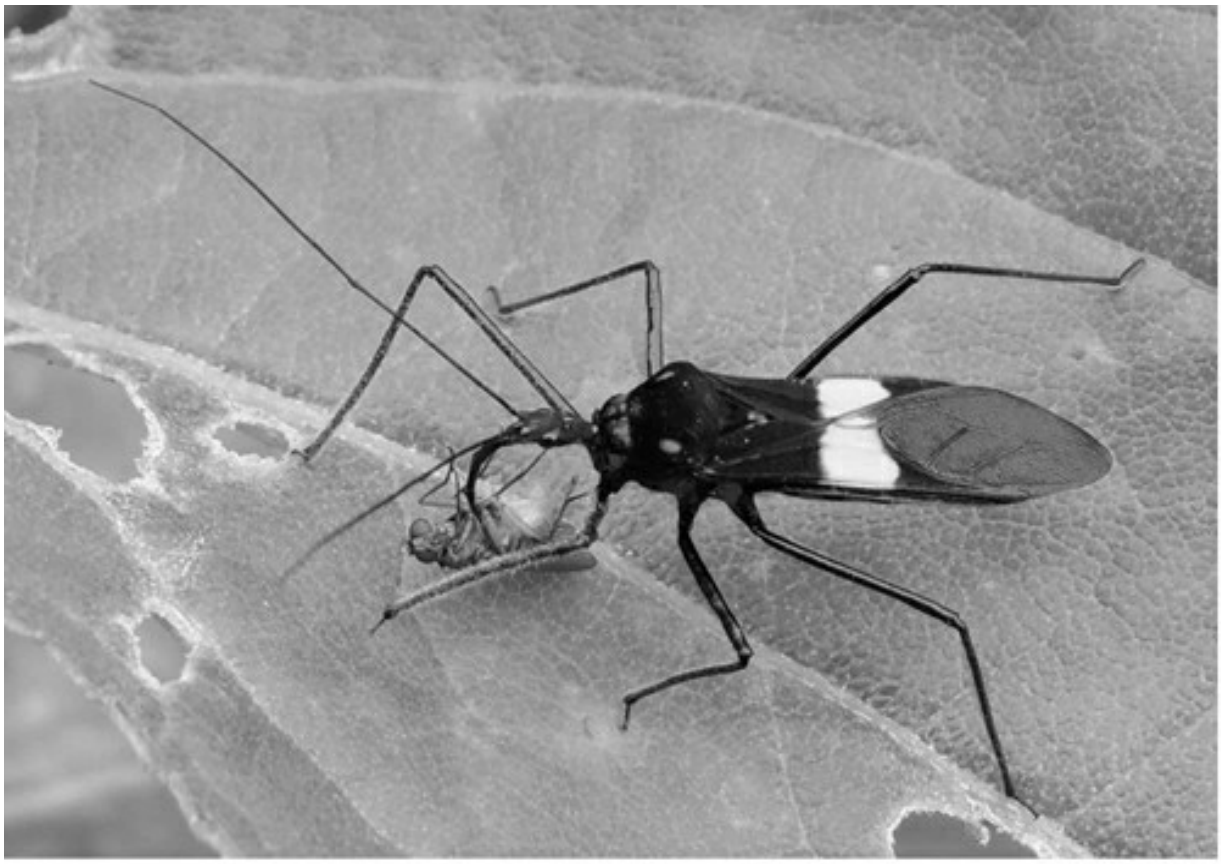
اللوحة 3: تمشي حورية السرعوف الراهب هذه، المموهة جيدًا (من رتبة السرعوفيات)، خلسةً ليلًا في طحالب الغابة الضبابية الإكوادورية، وتستخدم التلبيس ليفيدها في أثناء صيد طرائدها من الحشرات. (الصورة من أندي كوليكوسكي).

اللوحة 4: مختبئًا في مشهد بسيط، يبدي هذا الجدجد الملْبِس طريقة أخرى في التمويه: وذلك بمشابهته لحاء الشجرة، وبذلك يكون متكيفًا بصورة جيدة للبقاء في الفصل الجاف الطويل. من محطة شاميلا البيولوجية في جاليسكو بالمكسيك.

اللوحة 5: الثقة بادية على هذه الحشرة في قدرتها على القفز سريعًا مبتعدة عن الخطر. فالجندب قصير القرن الإكوادوري هذا (من رتبة مستقيمات الجناح، وعائلة الجَرَادِيَّات) يجلس بطريقة ظريفة في محطة ينا ياكو البيولوجية في الإكوادور. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

اللوحة 6: مفترسات نهمة للحشرات الأخرى؛ فحشرة قاتل الحشرات (من رتبة نصفيات الجناح، وعائلة الرضوفيات Reduviiidae) تطعن فريستها بأجزائها الفموية الثاقبة، وتمتص منها سوائل جسمها. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

اللوحة 7: عالقةً في مكانها تمامًا، نرى حوريات البق اللعابي (من رتبة متجانسات الجناح، وعائلة المزبدات) التي تقتات بنسغ النباتات. تغطي نفسها بشريط فقاعي من المِغْثَر الحلو Honeydew. وهذا النوع الاستوائي يمكن أن يحوي مواد كيميائية دفاعية، فهي تبدي أيضًا تلونًا فاقعًا للإنذار والتحذير. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).



اللوحة 8: تجتمع فراشات ألتينوت نيليوس (من عائلة الحورائيات Nymphalidae) غالبًا على جوانب البرك الموحلة بعد ظهر الأيام المشمسة، في محطة ينا‌ياكو البيولوجية. وربما كانت مفرطة في ثقتها بدفاعاتها السامة وتلونها التحذيري، ويمكن التقاطها باليد فتسيل منها سوائل برتقالية سامة خارجة من بطونها الفاقعة. وعلى الرغم من أنها نشأت تقاوم المفترسات على نحو جيد، فإنها لم تتكيف مع العالم الجديد، وكثيرًا ما تدوسها المركبات العابرة. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

اللوحة 9: نادرًا ما تُرى في ضوء النهار؛ لكن ذكور ذوات الفك النابي الكبير من حشرات كوريدالوس هاجيني (من رتبة كبيرات الجناح Megaloptera، وعائلة الكوريداليات [ذباب دوبسون]) تطير أحيانًا باتجاه الضوء، في محطة ينا‌ياكو البيولوجية.

اللوحة 10: زوجان من الخنافس السلحفية بلون فاقع (من رتبة غمديات الجناح، وعائلة خنفسيات الأوراق) يُبديان أفضل جمع بين درع الجسم، والمواد الكيميائية الدفاعية، والتلون التحذيري، وهما يقتاتان بالأوراق على مهل في الغابة الضبابية

الإكوادورية. وخنافس الأوراق مجموعة ذات نجاح كبير بين المقتاتات بالنبات، في المناطق الاستوائية في القارة الأمريكية. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

اللوحة 11: عاملْها بحذر! فيسروع عث هيميلوسين الزُّحَلِيُّ (من عائلة الزُّحَلِيَّات Saturniidae) يبدي طريقته الدفاعية: أشواك هشة مجوفة معبأة بمواد كيميائية سامة مهيجة. وتعمل هذه الطريقة على نحو جيد في حماية هذه اليساريع من أن تفترسها الطيور والفقاريات الأخرى، إلا أنها لا تحميها البتة من تطفل الحشرات الصغيرة كالذباب والزنابير. (الصورة من جينيفر دونوفان ستامب).

اللوحة 12: حشرة بالغة كبيرة من عثة أوتوميريس أبدومينالز [من الزَّحَليات]، وهي حشرات كثيرًا ما تتردد على أماكن الضوء، في محطة ينا‌ياكو البيولوجية. وفي النهار، ترتاح وأجنحتها البنية الأمامية تغطي أجنحتها الخلفية، مما يجعلها ملبِسة جدًّا في نفايات الأوراق. وإذا رابها شيء فإنها تكشف أجنحتها الخلفية الفاقعة ذات البقع العينية الكبيرة، وهو ما قد يروِّع الطيور المفترسة بغتة. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

الفصل السابع:

ربيع العصر الترياسي

نيسان أقسى الشهور، يخرج

الليلك من الأرض المَوات، يمزج

الذكرى بالرغبة، يحرك

خامل الجذور بغيث الربيع.

ت. س. إليوت، The Waste Land [أرض اليباب]

الحكم على الفصول في ويومينغ أمر صعب، فالأمطار المتفرقة في شهر يونيو، تحوّل السهول العشبية إلى مشهد يسد الأفق من اللون الأخضر الزمردي، وهي تتموج مع الرياح كأنها بحر واسع. وعند الارتفاعات الأعلى تتماوج المروج الجبلية بالزهور البرية الحمراء والبنية والزرقاء، وربما يطمرها في الليل سقوط الثلج. وفي يوليو يسارع الصيف الجاف إلى تجفيف السهول العشبية وحقول الزهور، وتتحول السهول والمروج إلى اللون البني الأشقر مدة عشرة شهور. ومع ذلك، ليس من المستغرب، في أواسط شهر يوليو، أن تأتي عاصفة من البَرَد، فتغطي الأرض بحبات البَرَد المتجمدة.

كما أن الأشجار لا تساعدنا كثيرًا في تمييز الفصول للأسف، فالأشجار النَّفضية[178]، مثل أشجار الحور وأشجار الحور الرجراج، لا تورق حتى شهر مايو أو أوائل يونيو. ويأتي الخريف مبكرًا. ويحدث أول صقيع قاس عادة في أواسط شهر سبتمبر، وسرعان ما تجرد رياح ويومينغ العاتية الأشجار من الأوراق الميتة في أوائل أكتوبر. ويغلب على الأشجار عريضة الأوراق أن تتجرد منها مدة ثمانية شهور كاملة. فإذا كنت تحكم على تحديد فصل الشتاء من الأشجار العارية، فالشتاء هنا يدوم طويلًا.

وليس من السهل الحكم عليه من الثلج كذلك، ففي الارتفاعات العالية يمكن أن يهطل الثلج في أي شهر. والغالب في العواصف العاتية هنا، أن تأتينا مبكرة في الخريف، أو تتأخر حتى الربيع،

فتغمر ويومينغ بندف الثلج البلورية في أكتوبر أو مايو. وإذا لم يصبك ذلك بالإرباك بعد، فأزيدك أن بعض ألطف الأحوال الجوية يرجح أن يأتينا وسط الشتاء. فمعظم أيام يناير أو فبراير، تكون فيها السماء صافية تمامًا، وساطعة باللون الأزرق السماوي. وتتولى الرياح إزالة الثلوج، أو تزول الثلوج بالهواء الجاف؛ لذا يمكن أن تمر أوقات طويلة في الشتاء بلا كساء ثلجي يغطي الأرض.

ولعل أي إنسان عاش في ويومينغ سيفهم قول الشاعر توماس إيليوت عندما ذكر أن «شهر أبريل أقسى الشهور»، فمن الصعب على وجه خاص تحديد مطلع الربيع. ففي الأيام المشمسة، سرعان ما تتفتح أزهار التوليب [من جنس الزنبق] والنرجس؛ وغالبًا ما تتجمد بعد ذلك بالصقيع، أو يطمرها الثلج. وثمة علامتان أخريان على دخول الربيع إلى جانب تفتُّح الأزهار، وهما مهمتان على نحو خاص، لأنهما تذكراننا بالعصر الترياسي؛ قبل 252 إلى 201 مليون سنة. فالعلامة الأولى علامة تقليدية: إنها ظهور طيور أبي الحِنَّاء[179] والطيور المهاجرة الأخرى. وفي مسقط رأسي في ولاية ميتشيغان، يعد أبو الحناء بالفعل علامة جيدة جدًّا على الجو الربيعي اللطيف. إلا أن الحالة في ويومينغ قاسية: ففي غالب الأوقات، يظهر هذا الطائر منتفخًا تمامًا، محاولًا جهده المحافظة على دفئه بالاختباء بين أغصان شجر التنُّوب [من الصنوبريات] المحملة بالثلج؛ في عاصفة ثلجية متأخرة ربيعية. لكن لماذا تذكرنا طيور أبي الحناء بالعصر الترياسي؟

عندما كنت طفلًا، كانت الطيور طيورًا، وكان يعتقد أن الديناصورات زواحف ضخمة. لكن كم تغير الزمن. فلقد أصبحنا اليوم ندرك الرسالة التي يحملها لنا عَظْم الترقوة: فالطيور هي السلالة المباشرة للديناصورات، وهي تلك المجموعات الحيوانية الأشهر مما بدأ في الدهر الأوسط[180]. لقد نشأت الديناصورات [العظايا الرهيبة] أول أمرها في العصر الترياسي، وظهرت الديناصورات ذوات الريش مع ظهور أول الطيور في العصر الجوراسي، ومع أن الديناصورات الكبيرة مثل التيرانوصور وثلاثي القرون انقرضت في نهاية العصر الكريتاسي، فإن الديناصورات الصغيرة ذوات الريش استمرت بالطيران لتدخل التاريخ. وتعيش اليوم أنواع منها أكثر من تلك التي كانت في الدهر الأوسط. ولها اليوم ريش، وأجنحة، ومنقار بلا أسنان. فعلينا أن نتذكر الديناصورات في كل ربيع عندما نرى طائر أبي الحناء، بحسب تصوري.

لكن يمكن أن يكون ظهور الطيور المهاجرة غير متوقع في ويومينغ. ففي بعض السنوات تصل متأخرة، وفي سنوات أخرى يبدو أنها تتجاوز المنطقة برمتها. لذا فقد وجدتُ علامة أخرى على دخول الربيع؛ إنه حيوان مقيم لا بد له أن يكون علامة في كل سنة، وأعني الذباب المنشاري الخنجري، الذي يعيش في ارتفاعات عالية قرب أشجار الصنوبريات وغياض الصفصاف. وفي أوائل الربيع، تعود الألوان إلى فروع الصفصاف، فتغدو بألوان زاهية من الأصفر، إلى البرتقالي، إلى الأحمر، مخالفةً اللون الأبيض الساطع لأكوام الثلج التي تذوب على أطراف التلال. وسرعان ما تنتفخ براعم الصفصاف عن وفرة من عَسِيلات الصفصاف الزغباء. وحالما تشرع في إنتاج الطلع، تأتي بعض الحشرات الصغيرة جدًّا لجمع وجبة غنية بالبروتينات. ومن هذه الحشرات الذباب المنشاري الخنجري، الذي بعد خروجه من خلاياه الشتوية في التراب، يكون عادةً أولى الحشرات البالغة التي تنشط في ربيع جبال ويومينغ.

وحشرات الذباب المنشاري الخنجري هي أحافير حية؛ إنها أثر باقٍ من العصر الترياسي. فهي المجموعة الحية الأكثر بدائية في رتبة الحشرات غشائيات الجناح، وهي السلالة التي تضم اليوم بعض أنجح الحشرات مما سواها: النحل، والنمل، والزنابير الاجتماعية، والزنابير الطفيلية. ويا لها من كائنات غريبة. فقاعدة قرنها ولامستها[181] العلوية (وهي زائدة للاقتيات مقسمة إلى أقسام تكون وراء الفك) تشبه الرِّجل، مما يجعلها تبدو كأن لها أرجلًا إضافية قرب طرف جسمها الأمامي. وهي تستخدم هذه الأجزاء الفموية شبيهة الأرجل لتجمع بها غذاءها، ثم تطير إلى أعالي الصنوبريات القريبة، مثلما كانت تفعل قبل ملايين السنين. ويشير اسم «الذباب المنشاري» إلى عضو وضع البيض المسنن عند إناثها، وهو ما يدعوه علماء الحشرات باسم: المَسْرَأ[182]. وتستخدمه الإناث لخدش شقوق داخل مخروط صنوبر نامٍ يحمل الطلع، وتدخل البيض في ذلك النسيج النباتي المغذي. وبعد تفقيس البيض، تقتات اليرقات الخنجرية بالنسيج النباتي، ثم تسقط على الأرض. وفي النهاية، تحفر في التراب لخلايا تكون فيها خادرةً بانتظار الربيع المقبل. وقد أفاد هذا السلوك الذباب المنشاري القديم أحسن إفادة، فقد مكن يرقاتها من العيش عند قمم الأشجار، حيث استطاعت الإفلات من أطول الديناصورات العاشبة الكبيرة: وهو البرونتوصور [الديناصور الهادر][183].

خرق الصمت بعد انقراض نهاية العصر البيرمي:

ربيع العصر الترياسي غير المغرق في صمته

هل أتت على الحياة فترة يمكن أن تشبه الربيع أكثر من العصر الترياسي؟ لقد حلَّ زمن ولادة جديد، أعقب الانقراض الجماعي الكارثي في نهاية العصر البيرمي. وكانت معالم اليابسة أجف مما كانت عليه زمن الدهر القديم، بيد أن غابات العصر الترياسي صارت تسودها أصناف جديدة من النباتات، وغالبيتها من: الصنوبريات، والسيكاديات، والجنكيات، والسراخس. لقد أصبحت صنوبريات العصر الترياسي مشهورة في أيامنا لأن بعضها سقط في الأنهار وانجرف إلى الأراضي المنخفضة الساحلية، حيث طمرها الطمي البركاني. وبمرور الزمن تأحفرت هذه الأشجار، فتحولت إلى معادن كوارتزية ملونة، وغدت أشجارًا متحجرة مستقرة في الجنوب الغربي للولايات المتحدة الأمريكية، خاصة في الحديقة الوطنية: «غابة أريزونا المتحجرة».

ولم تكن في العصر الترياسي نباتات مزهرة، أو فواكه، أو أعناب، أو أعشاب. لكن، مع انتشار الصنوبريات وفناء رتب الحشرات القديمة، فإن غابات العصر الترياسي ستبدو مألوفة لنا. وكانت وفرة من الحشرات المائية، من بنات يوم، والرعَّاشات، وذباب الحجر، وذباب القمَص، تجوب الجداول بأجنحتها. لقد كانت أصوات الطنين والهمهمة تسمع من الغابات مع ظهور حشود من أنواع حية جديدة، خاصة من الصراصير، والجداجد، ونقازات النبات، والبق الحقيقي، وأسد المن، والخنافس، وذباب العقرب، والذباب الحقيقي. كما شهد العصر الترياسي بدء مجموعات حشرية جديدة؛ بعضها غير مألوف لنا، وبعضها الآخر نعرفه كل المعرفة، مثل: حشرات العصويات،

الشكل 7-1: ذبابة منشاري خنجري، بليرونورا كاليفورنيكا، علامة أكيدة على دخول الربيع في ويومينغ، ومازالت باقية من ذرية عائلة حشرات قديمة ظهرت في العصر الترياسي.

وناسجات الشباك، وأبي مِقَص، وذباب دوبسون، وذباب الأفعى، والزنابير. وانشغلت الفقاريات بزجر كل تلك الكائنات: السلاحف الأولى، والسمادر، والضفادع؛ والأبرز بينها طبعًا: أولى الديناصورات القادمة. ففي أواخر العصر الترياسي، جابت ديناصورات متعددة الغابات، منها أنواع صغيرة جدًّا بحجم الطيور مثل: ديناصور التمساح الواثب[184]، والديناصور أنيق الفك الأسبق[185]،

الشكل 7-2: أحفورة محفوظة على نحو جميل ليعسوب، بروتوليندنيا ويتي، من صخور العصر الجوراسي في بافاريا [جنوبي شرق ألمانيا]. ورتبة الحشرات المانية اليعسوبيات (اليعاسيب والرعَّاشات) هي واحدة من رتبتين فقط لقديمات الجناح نجتا من حوادث الانقراض في نهاية العصر البيرمي، وازدهرتا في الدهر الأوسط. (الصورة من فرانك كاربنتر. متحف علم الحيوان المقارن، جامعة هارفارد).

وبضعة ديناصورات أكبر منهما مثل البلاتيوصور[186].

ولا شك في أنك سمعت الكثير عن سلالة الديناصورات المثيرة، فلا ريب في أنها أصبحت الحيوانات السائدة زمن الدهر الأوسط، من العواشب الكبيرة واللواحم الكبيرة، بازَّةً الثدييات [الأخرى] بقوةٍ مدةَ مئة مليون سنة أو أكثر[187]. لكنني سأغير قليلًا في هذه القصة، فالديناصورات كانت كائنات مثيرة في عالم كبير من الدهر الأوسط ملأته الحشرات مسبقًا إلى حد كبير. ولا نسمع عادةً الكثير عن الديناصورات والحشرات معًا، لكن لا بد أن الديناصورات قد أثرت في الحشرات، وأنا واثق من أن الحشرات أثرت في الديناصورات كذلك.

ومازال الناس يخوضون في جدال حول شكل أولى الديناصورات، غير أن الفكرة الشائعة هي أن ديناصور «التمساح الأرنب»[188]، ربما يكون أول الديناصورات، أو أنه بلا ريب نموذج مبكر للديناصورات، مناسب لشرح أصولها. ولم يكن ديناصور التمساح الأرنب أرنبًا أو تمساحًا طبعًا، بل ديناصورًا بريئًا طيبًا، له سمة تميز مجموعته: إذ نمت له مخالب في قائمتيه الأماميتين تشبه السيف المعقوف، ويمكنها التقلب في اتجاهين. وكما هي الحال لدى التماسيح، فقد كانت تلك المخالب طويلة، وهيفاء، ورشيقة. وكان لذلك الديناصور خطم ضيق، والكثير من الأسنان الحادة. ومثلما هي الحال عند الأرانب، كانت له قوائم خلفية قوية وطويلة، مكنته من الجري والوثب. وبطريقة ما، كان باستطاعته تسلق الأشجار، وربما القفز من شجرة إلى أخرى.

ووفقًا للنظرة المحافظة، كانت أولى الديناصورات مفترسات لاحمة. وبالنظر إلى الأسنان الحادة والمخالب المرنة، التي أفادت في الشق والتمزيق، فبإمكاننا أن نفترض مطمئنين أن ديناصور التمساح الأرنب مثلًا كان من آكلات اللحم، ثم جاءت البلاتيوصورات، وهي أولى الديناصورات المقتاتة بالنبات. واستطاعت البلاتيوصورات الوصول إلى الأغصان الدنيا، وجمعها بمخالبها، وسحبها إلى الأسفل لتتمكن من أكل أوراقها اللذيذة، بعد أن تصل إليها بأعناقها الطويلة. نعم، تاقت الديناصورات إلى اللحم الأحمر المضرج بالدم، وإلى سلطة أوراق خضراء؛ فتجعلهما في طعامها. وهذا ما ترويه لنا كل الكتب الموثوقة في هذا المجال. فما الذي رامته غير ذلك؟

من الممكن أن الديناصورات تاقت إلى تنويع وجباتها. ولعلها امتلكت حسًّا جيدًا بتحسين تغذيتها عن طريق استهلاك تشكيلة متنوعة جدًّا من المواد اللذيذة الصغيرة، كالحشرات طرية الأجسام، التي ستهضم هضمًا كاملًا، ولن تظهر بوضوح في الفضلات المتأحفرة للديناصورات. فقد اقتاتت الأسماك بها -على الأقل كانت أسماك المياه العذبة تأكل الكثير من الحشرات- وكذلك البرمائيات، والزواحف، والطيور، ومعظم الثدييات؛ لقد كانت الثدييات الأولى آكلة حشرات، وكذلك كانت حيوانات الرئيسات الأولى، خاصة الليمورات [من القردة]. كذلك حوت وجبات عدة ثقافات بشرية -فيما حوته- الحشرات، لأنها مصدر مميز للبروتين، والدهن، والحريرات، وعناصر غذائية متعددة، وفيتامينات ب أيضًا[189]. فكيف لنا أن نفترض أن الديناصورات وحدها، من بين كل سلالات الفقاريات الرئيسة، قد تجاهلتها؟ لا ريب في أن الديناصورات المفترسة الصغيرة واليافعة لم تكن تربأ بنفسها عن تناول وجبة من الحشرات. وحتى المقتاتات بالنبات، لا بد أنها أكلت الكثير من الحشرات، سواء عفوًا أو قصدًا. ولعل بعض الديناصورات فضلت أجزاء معينة من النباتات مع أفضل الطعام من الحشرات، لأنها وجبة، تشبه قطع اللحم مع السلطة، ستكون مغذية لها أكثر من مجرد إبر الصنوبر وأوراق السيكادا.

ولنفكر لحظةً في أصناف الحشرات التي تحب تناولها الفقاريات الحديثة. سنجدها تقع غالبًا ضمن فئة أو اثنتين: الحشرات الكبيرة نسبيًّا، مثل يرقات الخنافس ناقبة الخشب الممتلئة، أو اليساريع التي بحجم القريدس، أو حشرات أصغر من ذلك يمكن إصابتها بسهولة عندما تكون بأعداد كبيرة. ومن ذلك الأنواع التي تطير في أسراب تكون هائلة العدد في فصول معينة، أو الأنواع الاجتماعية التي تعيش في جماعات ضخمة. وفي العصر الترياسي، كان الكثير من سُرفات الخنافس ناقبة

الخشب الغضة يقضم الأشجار الساقطة، وارتشفت حشرات الزيز الكبيرة من نباتات الغابات، واقتاتت الحشرات الأخرى في نفايات الأوراق والتراب، أو حفرت أنفاقًا في النباتات. وطبعًا، كانت للديناصورات عيون وآذان، لذا تمكنت من رؤية الحشرات تتحرك على سطوح النبات والتراب، وسمعتها وهي تقضم حطام الأشجار المتفسخة. وكانت مخالبها الرشيقة أداة ممتازة للحفر واستخراج السرفات من الخشب المتفسخ. ولا شك في أن الديناصورات الصغيرة الأولى طاردت الخنافس هناك، مثلما يفعل نقار الخشب، والرئيسات المقتاتة بالحشرات طويلة المخالب. وعلى الرغم من أن الحشرات الاجتماعية لم تكن موجودة في العصر الترياسي، فإن الكثير من الأنواع التي تجتمع في أسراب قدمت للديناصورات الأولى ولائم موسمية. وعندما اعتادت الخلود إلى الراحة، لم يكن عليها إلا استخدام لسانها لتلعق هذه الحشرات من فوق الأوراق. ومرة أخرى، لا ريب في أن الديناصورات الأولى استطاعت القفز للوصول إلى الحشرات الطائرة وخطفها من الجو. وقدمت متجانسات الجناح كذلك -التي توافرت في نهاية ذلك العصر بأنواع فاقت بها سائر رتب الحشرات، وكانت وافرة العدد بصورة هائلة- قدمت وجبة مغرية للديناصورات. وبسبب الأجزاء الفموية الناقبة لنقازات النبات، علقت هذه الحشرات في مكانها تمامًا وهي تحفر باحثة عن طعامها، لذلك كانت الديناصورات تجدها بسهولة كبيرة.

ولا بد أن تنوع الحشرات قد أثر في تنوع الديناصورات، ومردُّ ذلك لا يقتصر على أن ديناصورات عاشبة صغيرة ومتنوعة اعتمدت في الأرجح على الحشرات للحصول على البروتينات، وإنما لأن الديناصورات اللاحمة كانت تأكل كذلك مجموعة متنوعة من صغار البرمائيات، والزواحف، والثدييات، وجميعها اقتاتت فيما تقتات بالحشرات. وبالمقابل فعلى الأرجح أن الديناصورات أثرت في أنماط نشوء بعض الحشرات. وعلى الرغم من أن العصر الترياسي انتهى قبل وقت طويل من وصول النباتات المزهرة التي تنتج أشباه القلويات، فإن الأنواع القديمة احتفظت بدفاعات كيميائية ثانوية متعددة، ولعل بعض الحشرات المقتاتة بالنبات في العصر الترياسي اتخذت منها وسيلة تصد بها الديناصورات عنها. وعلاوة على ذلك، فربما نشأ عند تلك الحشرات امتقاع بتلوُّن تحذيري -ألوان فاقعة من الأصفر، أو البرتقالي، أو الأحمر- إذ إن بعض الحشرات الحديثة ذات الدفاعات الكيميائية يكثر بينها نشوء هذا النوع من الحماية عندما تكتشف بالنظر مفترسات تقتات بها. ولعل حشرات أخرى نشأت لديها ألوان مُلْبِسة تماثل ألوان النبات، أو الخشب، أو التراب. ولعل بعضها انتهج نهجًا مختلفًا تمامًا، فنمت عنده آليات سلوكية للهروب من أعدائه، ومن الممكن جدًّا أن تكون جماعات بنات يوم والزيز قد واقتت خروجها الجماعي في تكيف وتناغم، لتواجه به الضراوة الشديدة للديناصورات. وبمرور الزمن قامت حشرات العصر الترياسي بالانتفاع من الديناصورات، فقد ظهرت خنافس تقتات بالروث لتجمع فضلات الديناصورات، كما كانت ثمة حشرات تقتات بالدم، وربما حشرات طفيلية، لعلها اقتاتت بها مباشرة.

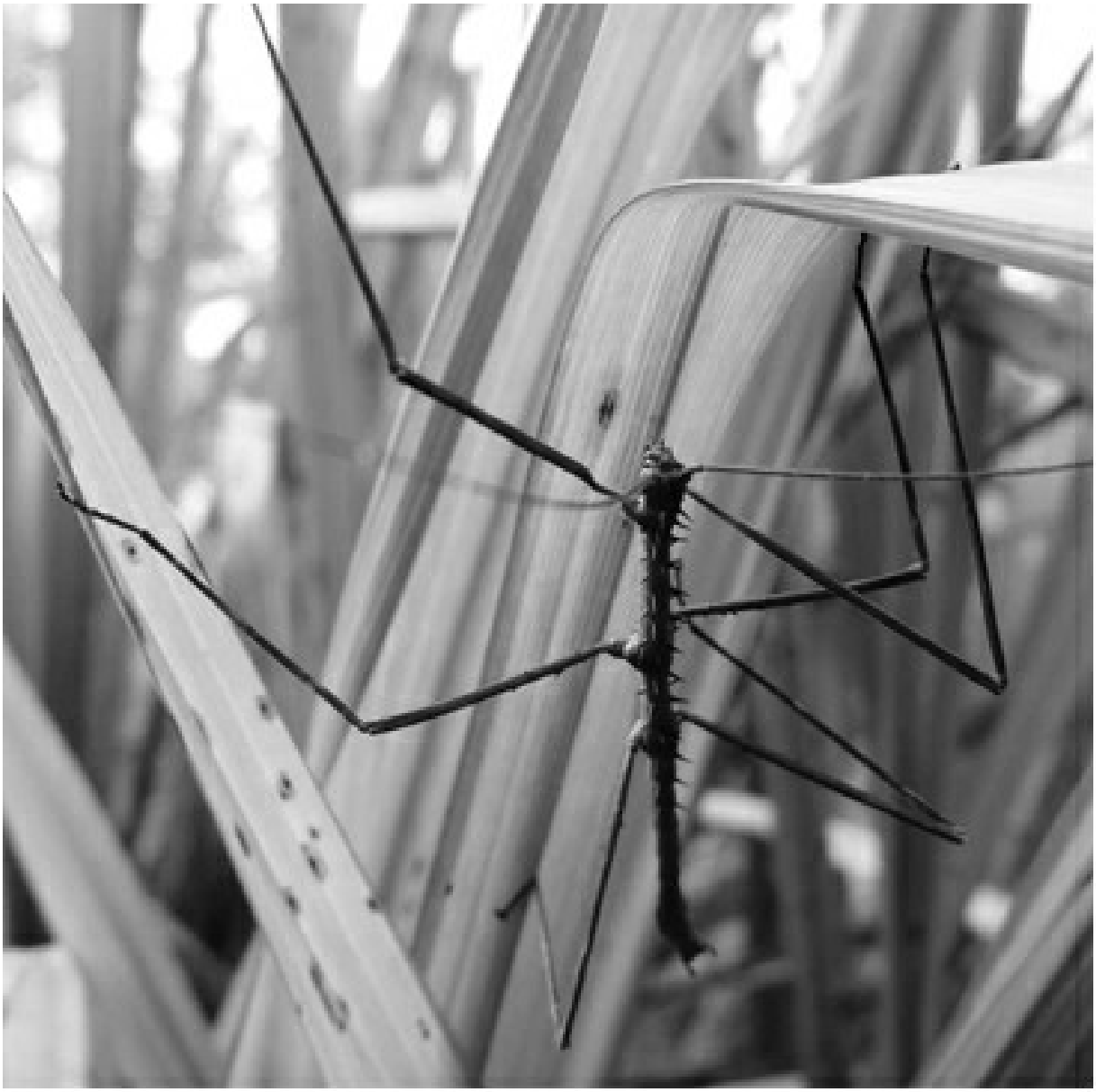
عالم الديناصورات الحشري

لقد تبقت رتب مهمة متعددة من رتب الحشرات بعد العصر البيرمي، فثمة 11 رتبة منها ازدهرت في العصر الترياسي، ومازالت باقية حتى اليوم، وهي رتب: زائلات الجناح (بنات يوم)، واليعسوبيات (الرعَّاشات)، والصرصوريات (الصراصير)، ومستقيمات الجناح (الجداجد)،

ومطويات الجناح (ذباب الحجر)، ومتجانسات الجناح (نقازات النبات)، وعصبيات الجناح (أسد المن)، وغمديات الجناح (الخنافس)، وطويلات الجناح (ذباب العقرب)، وشعريات الجناح (ذباب القمص)، وذوات الجناحين (الذباب الحقيقي). وانتمت أكثر من 90% من أنواع الحشرات في أواخر العصر الترياسي إلى هذه الرتب الإحدى عشرة. وفضلًا عن ذلك، كانت ثمة على الأقل 8 رتب جديدة ظهرت أول ما ظهرت في العصر الترياسي. وسبع منها تبدو مألوفة بعض الشيء، لأنها مازالت موجودة إلى يومنا هذا، وهي رتب: الشَّبَحيات[190] (الحشرات العصوية)، ورشيقات الجناح[191] (ناسجات الشبك)، وجلديَّات الجناح[192] (حشرات أبي مقص)، ونصفيات الجناح[193] (البق الحقيقي)، وكبيرات الجناح[194] (ذباب دوبسون)، وإبريات الجناح[195] (ذباب الأفعى)، وغشائيات الجناح (الزنابير). بيد أن رتبة من الحشرات الجديدة يمكن من الناحية القانونية أن نعدها الأوضح في العصر الترياسي، لأن حياتها اقتصرت على ذلك العصر وحده؛ إنها الحشرات العملاقة الضخمة من رتبة ماردات الجناح.

لقد كانت الماردات مفصليات جناح كبيرة ذات أجزاء فموية قاضمة حادة، وبدت بعض الشيء كأنها جداجد ضخمة. وكانت لها قوائم أمامية شوكية مناسبة للقبض على ضحاياها، ويعتقد أنها افترست حشرات أخرى. وكان لأكبر الماردات عرض جناحين بقدر 38 سنتيمترًا (أكثر من طول قدم)، وكانت كبيرة بما يكفي لإمساك الفقاريات الصغيرة، من قبيل السمادر والضفادع، ثم التهامها. وكانت ذكورها كبيرة، وعلى أجنحتها الأمامية مساحات شبكية لإحداث الأصوات، وفي موسم التزاوج، لا بد أنها أحدثت أصواتًا غنائية عالية تدعو بها أزواجها، وتدافع بها عن حماها، في نباتات الغابة. ولا يدري أحد سبب اختفاء الماردات بعد العصر الترياسي، إلا أن انقراضها توافق بشدة مع زيادة تنوع الديناصورات الصغيرة، وظهور أول الطيور. فلعل الحشرات الماردة كانت كبيرة بحيث لا يمكنها أن تحدث الضجيج وتفلت من القنص. وربما كانت أولى ضحايا الفرقة الناشئة من الديناصورات ذوات الريش آكلات الحشرات.

أما الحشرات الشبحية من رتبة الشبحيات -أو مثلما ندعوها الحشرات العصوية وحشرات الأوراق- فقد نشأت عندها خطة ناجحة إلى حد بعيد لتنجو بنفسها في غابة تغص بالديناصورات الجائعة؛ إنها خطة التلبيس، إذ نمت بأشكال وألوان تموهها وتخفيها. وقد فقد بعضُها أجنحته ونمت له أجسام نحيلة تشبه العصي، ونشأت لأخريات منها أجنحة خضراء تشبه الأوراق. وجميع هذه الحشرات تقضم أنسجة النبات، وهي تزيد في تفادي المفترسات بتناول طعامها ليلًا على الأغلب. ولم ينشأ التلبيس في الشبحيات لأنها رغبت في أن تشابه أجزاء النبات، بل التلبيس نتيجةٌ للانتقاء الطبيعي،



الشكل 7-3: حشرة عصوية ملبسة جدًّا، من الإكوادور. وهي مثال للحشرات من رتبة الشبحيات، التي بدأت صعودها الناجح في العصر الترياسي. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

الذي فرضته المفترسات الباحثة بأبصارها. والشبحيات ذات أكثر الأشكال والألوان تلبيسًا بقيت وتكاثرت، أما تلك التي كانت ألوانها أقل كفاءة في التلبيس، فالغالب أنها أصبحت طعامًا سائغًا أكثر من شقيقاتها. ومن الملاحظ أن الحشرات العصوية نشأت أول ما نشأت في الغابات الاستوائية التي تجوبها الديناصورات، حتى إنها ظهرت قبل ظهور الطيور. ولعل التباين الشديد في أشكال أجسام العصويات اليوم، يعود جزئيًّا إلى ما كان من عادات الاقتيات لدى الديناصورات.

ولو أن الديناصورات ألقت نظرة فاحصة على الحشرات العصوية بين الفينة والأخرى، فلا بد أنها سترى كائنًا محيرًا آخر. ففي أواخر العصر الترياسي، أخذت طبقات من الحرير الأبيض تغطي جذوع الأشجار، والصخور، ونفايات الأوراق. وكانت هذه المنسوجات من صنع الرتبة المراوغة: رشيقات الجناح، المعروفة كذلك باسم ناسجات الشبك. لقد نشأت لدى ناسجات الشبك النشيطة خطة تخصها في تجنب الديناصورات تمامًا. فقد نمت بأحجام أجسام صغيرة جدًّا، وابتكرت طريقة جديدة كل الجدة في صنع الحرير، فغلفت عالمها به، وصارت تختبئ خلسة، لتعيش باطمئنان مدة 220 مليون سنة، وهي تقضم الأشنيات[196] والنباتات المتحللة. وبدلًا من أن تغزل الحرير من فمها أو شرجها، كانت ناسجات الشبك تغزله في أثناء سيرها من غدة حرير جديدة موجودة في قوائمها الأمامية. ونتيجة هذا السلوك غير المألوف، أود أن أبين أن تلك الحشرات كانت الأشبه بالعناكب، فهي: الحشرات الوحيدة التي تستخدم «معصميها»، مثلما يفعل بطل فيلم الرجل العنكبوت. لكن رويدك، فحتى العناكب لا تفعل ذلك. إذ كان الأجدر بالرجل العنكبوت أن يدعى بحق: «ناسج الشبك» أو «رشيق الجناح».

وانضمت حشرات أبي مقص إلى ناسجات الشبك، مهرولةً في نفايات الأوراق، بهياكل طويلة تشبه الكماشة عند طرف ذيلها. إنها حشرات من رتبة جلديات الجناح، وأصل تسميتها في الإنكليزية مبهم، فاسمها باروكة الأُذُن[197]. وتقول الأسطورة إن حشرات أبي مقص كانت تزحف في القرون الوسطى إلى آذان الناس أو الشعر المستعار الذي يضعونه على رؤوسهم وهم نيام. ولعل الحال كانت كذلك فعلًا، فهذه الحشرات قمَّامات ليلية، تقتات غالبًا بالنباتات المتحللة، ثم تبحث عن أماكن مظلمة لتختبئ فيها صباحًا. وهذه الحشرات الصغيرة المختلسة مزعجة إلى حدٍّ كبير، لذا سأفترض أنَّ حتى الديناصورات لم تكن تكنُّ لها الحب الكثير.

وأتخيل أن صباحًا في حياة صغار ديناصورات العصر الترياسي كان سيبدو كالآتي. بعد نوم مريح لطيف، تنهض صغار الديناصورات باكرًا، مع تسلل أشعة الشمس عبر غطاء الغابة الكثيف، من أشجار السيكادا والسراخس، وتتخلص مما علق بها من حشرات أبي مقص. وبعد نظرة إلى ما حولها، فلعلها تبدأ يومها بالهرولة لتنزل إلى جدول قريب لتنتعش بشرب الماء البارد، ثم لعلها بعد أن تلتقط بضع حشرات مائية خارجة حديثًا من النباتات على ضفة الجدول، تبدأ بالبحث عن طعامها، فتمزق بعض الأشجار الساقطة المتفسخة عند ضفة الماء بحثًا عن سُرفات الخنافس اللذيذة. لقد كانت ثمة وفرة من السرفات تطفئ الشهية الكبيرة للطعام، إلا أن شيئًا ما حصل في أواخر

الشكل 7-4: ناسجة الشبك هذه من تايلاند، يوسيمبيا أوريبيكتا، هي مثال لرتبة حشرات ناجحة وملبسة نشأت في العصر الترياسي، إلى جانب الديناصورات الصغيرة. وهذه الأنثى الصغيرة بطول 1.8 سنتيمتر فقط. (الصورة من جانيس إدغرلي روكس).

العصر الترياسي، فأخذت الديناصورات تصادف خادرةً لنوع جديد آخر من الحشرات في حطام الأخشاب الممتلئة في قاع الجدول؛ إنها كبيرة ولذيذة ولا يمكن تناولها بسهولة، لأنها قد تردُّ باللدغ. فهذه الخادرات لذباب دوبسون معروفة بأنها الخادرات الوحيدة التي لها فك وظيفي، تستطيع به أن تدافع عن نفسها. وعندما تخرج الحشرات البالغة من ذباب دوبسون من حجرتها الخادرة، يكون لها جناحان كبيران جدًّا، ومن هنا جاء اسمها العلمي: كبيرات الجناح.

غير أن أجنحة ذباب دوبسون ليس السمة الأكثر إثارة فيها، فتلك هي حتمًا الفكان عند ذكورها، حتى في نظر صغار الديناصورات. ففكاها طويلان يشبهان المنجل، ويبدوان كأنهما نابا فيل الماموث ذي الوبر. ومن الغريب أن ذكور ذباب دوبسون لا تستخدمها كثيرًا في الدفاع عن نفسها، بل غالبًا ما تستخدمها لعناق الإناث في أثناء المغازلة والتزاوج، كما تؤكد بها حُدُودَ حِماها عندما تواجهها ذكور منافسة لها. أما الأنثى، فهي التي بإمكانها أن توجه لدغة قوية ومؤلمة على نحو مذهل بفكيها القصيرين. وبعد التزاوج، تضع أنثى ذباب دوبسون بيوضها على الجانب السفلي من شجرة ساقطة، أو شيء آخر معلق فوق جدول، بحيث يتسنى لصغارها عندما تخرج أن تسقط

مباشرة في الماء. وتقتنص يرقاتها الحشرات المائية بكثرة، كما تقتنص الأسماكَ الصغيرة والبرمائيات الصغيرة، ثم تكبر لتصبح يرقات كبيرة، تدعى دُوَادة جهنم[198]، ولها كذلك لدغة مؤلمة. وبالإضافة إلى لسعات زنبور الورق ولدغات النمل، فإن لدغة دوادة جهنم هي من أكثر اللدغات شدة لدى الحشرات. وأعلم ذلك لأن إحداها لدغتني، واشتبهت بها بعد أن رأيت دوادة جهنم تخرج من الماء باحثة عن حجيرات الخادرة. لقد روَّعت قديمًا الديناصورات الباحثة عن الطعام، فتعلمت الديناصورات أن تتحاشاها.

البق الحقيقي لا يأكل فطائر الكيش

عندما غدت الديناصورات إلى قيعان الجداول تلتمس شرابًا صباحيًّا، لعلها توقفت كذلك لتراقب بعض الحشرات الصغيرة جدًّا تتحرك على الرمل النديّ قرب ضفة الماء. ولعلها لم تمانع في الاقتيات بهذه الحشرات، التي غالبًا ما كانت بالغة الصغر، لكنني أظن أن الديناصورات ربما ندمت لأنها لم تقض عليها في العصر الترياسي. فأول مجموعة في رتبة الحشرات نصفيات الجناح، كانت المجموعة التي ميزها علماء الحشرات تمييزًا واضحًا بأن أسموها: «البق الحقيقي»، وأنجبت هذه السلالة فيما بعد بق الفِراش، والبق القاتل، والبق المائي العملاق، ولعلها جميعًا كانت قادرة على لدغ الديناصورات قبل نهاية الدهر الأوسط. أما أنواع البق الحقيقي المألوفة لنا بصورة أكبر، فهي: البق كريه الرائحة، وبق النبات، وبق البذور، وأنواع أخرى، إلا أن جميعها أنواع ظهرت في وقت متأخر جدًّا عن تلك الأولى.

لقد ظهرت نصفيات الجناح أولًا في سلالة من المفترسات شبه المائية تطوف الشواطئ. وكحال أبناء عمومتها الأقرب، وهي نقازات النبات متجانسات الجناح المقتاتات بالنبات، فإن البق الحقيقي له أجزاء فموية ثاقبة للاقتيات بالسوائل. لكن، بخلاف الخرطوم عند أبناء عمومتها، فإن خرطوم البق الحقيقي يقبع على مقدمة وجهها، وهو أطول وأكثر مرونة، وباستخدامه أخذ البق الحقيقي بامتصاص الدم من الحشرات البائسة الأخرى. لقد نَعِم البق الحقيقي ببداية ميمونة جدًّا، وقليل من مجموعات الحشرات تنوعت بهذه الكثرة بالنظر إلى المواطن الجديدة التي اتخذتها لاحقًا. فقد انتقل من قيعان الجداول إلى سطح الماء، ثم إلى الماء، حيث يبقى في معظمه حشرات مفترسة مائية بالكامل، إلا أن بعضها يغدو قمَّامات في العوالق والطحالب الخضراء.

وفي وقت لاحق في الدهر الأوسط، كانت إحدى المجموعات، وهي مجموعة المنزلقات على الماء، قد تعلمت السير على الماء بكفاءة أفضل من أي حيوان آخر؛ إنها الحشرات الوحيدة التي انتقلت عائدة إلى تيار الماء وعادت لتتوطن البحار المفتوحة، فسائر البق الحقيقي ينتقل من ضفة الماء ليعود إلى الغابات. ومع أن بعضها أصبح متخصصًا في الاقتيات بالنبات، إلى جانب أقاربها من نقازات النبات، فإن أخريات مثل البق القاتل أصبحت مفترسات تفتك بحشرات الغابة الأخرى. وبعض هذا البق القاتل كان مقتاتًا بالدم، يرتشفه من الثدييات الصغيرة، ولعله كان يلدغ الديناصورات إذا واتته الفرصة.

فإذا عدنا إلى الغابة، نرى أنه قد خرج في أعالي الصنوبريات ذباب الأفعى (من رتبة الحشرات: إبريات الجناح). ولا أظن أن الديناصورات التي عند أسفل الأشجار قد لاحظت هذه الحشرات المختبئة الساكنة في أعالي الأشجار: فلعل تلك الحشرات شحذت فكرها فبقيت بعيدة عن المدى الذي تطاله الديناصورات. كذلك فإن معظم الناس لم يسبق لهم أن رأوا ذباب الأفعى، فهي نادرة في العالم كله، إلا أن من المستغرب جدًّا بقاء حشرة أخرى من العصر الترياسي حتى اليوم، وهي شائعة هنا في ويومينغ، ونحن ندعوها ذباب الأفعى، لأن الحشرة البالغة منها لها عنق طويلة وتقتنص الحشرات الأخرى، وعندما تهاجم تضرب برأسها إلى الأمام مثلما تفعل الأفعى. وغالبًا ما يقتات ذباب الأفعى الحديث بالحشرات متجانسات الجناح مثل المن، ولعل أسلافها في العصر الترياسي فعلت الشيء نفسه، منتقلةً بين أعالي الأشجار، وقاضية على قطعان من نقازات النبات عديمة الحيلة. وللإناث مسرأ طويل مقوَّس يشبه الذيل، تستخدمه لوضع بيضها على سطح النباتات، حيث تفقس اليرقات وتقتات كالبالغات. وفيما بين عنقها الطويلة ومسرئها يبدو المظهر الجانبي لذباب الأفعى أشبه بالبرونتوصور [الديناصور الهادر] منه بالأفعى. وبالنظر إلى الوسط الذي نشأت فيه، فيجدر بنا أن ندعوها بق البرونتوصور، لأن ذباب الأفعى في فترة العصر الجوراسي، وعندما كانت ويومينغ لاتزال غابة استوائية بأرض منخفضة ساحلية، اقتاتت في أعالي الأشجار جنبًا إلى جنب مع البرونتوصورات القاضمة.

كذلك نشأ الذباب المنشاري الخنجري، وهو أول مجموعة في رتبة غشائيات الجناح، نشأ في قمم أشجار العصر الترياسي. وقد ذكرته آنفًا في هذا الفصل، لا لأنه علامة أكيدة على دخول الربيع فحسب، وإنما لأنه من بين جميع حشرات العصر الترياسي تكاثرَ في سلالة هائلة ضمت ملايين الأنواع. ونعلم أن غشائيات الجناح، بالاسم العلمي هايمينو بتيرا، هي ذات الأجنحة الغشائية، إلا أن ثمة أسطورة وراء اسمها العلمي. ففي أساطير اليونان، كان هايمينوس رب الزواج، وبعض الناس يقولون إن اسم هايمنو بتيرا مأخوذ من انضمام، أو مزاوجة، أجنحة غشائيات الجناح أثناء الطيران بخط من الخطافات الصغيرة تدعى: الشُّصُوص[199]. وكانت هذه الأجنحة مفيدة، لأنها مكنت الذباب المنشاري من الانتقال من حجيرات الخادرة في التراب إلى قمم الأشجار. بيد أن مسارئها التي تشبه المنشار كانت لها فائدة أكبر بكثير، فقد مكنت الذباب المنشاري من وضع صغارها في أماكن عميقة في أنسجة النباتات، لتكون بمأمن من ذباب الأفعى التي تقتات فقط من سطح النباتات.

ومن هذه الأسلاف، من الذباب المنشاري المرفرفة عند قمم الأشجار، ظهرت أخيرًا سلالاتٌ من الحشرات الاجتماعية، هي: النحل، والنمل، والزنابير الاجتماعية، بالإضافة إلى الزنابير اللاسعة ذات أعشاش المؤونة، ومجموعة مذهلة من الزنابير الطفيلية[200]. وعلى المدى الطويل، كان المَسْرَأ [حامل البيض] أهم من الأجنحة في صعود سلالة الزنابير. فقد عَدِم الكثير من الزنابير الحديثة أجنحته، أما المسرأ فقد تحور ليستخدم استخدامات متعددة، منها: وضع البيض داخل أنسجة النباتات، وفوق حشرات أخرى، أو في عمق أجسام الحشرات الأخرى. وربما كان الأمر الأبرز، تحور المسرأ إلى زُبَانة لاسعة تستخدم لشل الفريسة، والدفاع في وجه الأعداء المفترسة. وحتمًا لا تشبه كثيرًا ما كانت عليه في العصر الترياسي، لكن بحلول العصر الكريتاسي

تحول هذا الخنجر الصغير عند الذباب المنشاري إلى إبرة تحت الجلد، مملوءة بالسم، لها القدرة الكاملة على إيلام أكبر الديناصورات وأشدها ضراوة.

ولعل السمة الفريدة للذباب المنشاري والزنابير هي شيء لا يُرى خارجها: فجنس كل فرد منها يحدده إخصاب البيضة من عدمه. فالبيضة غير المخصبة تنمو لتصبح ذكرًا، والبيضة المخصبة تنمو لتصبح أنثى. وعندما تتزاوج الزنابير، ينقل الذكر خلاياه المنوية [نِطافه] إلى عضو تخزين النطاف عند الأنثى؛ مخزن النطاف، حيث تبقى حية مدة طويلة. ولا يجري الإخصاب في أثناء التزاوج، بل تقوم به الأنثى عند وضع البيض، مما يمكِّن الأنثى من اختيار جنس كل فرد من ذريتها. ويقول بعض علماء البيئة إن ذلك يمكِّن إناث الزنابير من تقييم جودة الغذاء المتاح وانتقاء موضع لوضع البيوض فوق أفضل الأماكن. كذلك، فعندما يقل الذكور، يمكن للإناث أن تضع بيوضًا تنمو لتكون ذكورًا فقط، وهي ميزة مفيدة جدًّا تمكن هذه الحشرات من العيش في مجموعات مبعثرة إلى حدٍّ بعيد. وهذه الطريقة الغريبة في تحديد الجنس يمكن أن يكون لها تأثير عميق على نشوء السلوك الاجتماعي لدى الزنابير، والنمل، والنحل. فمن المستغرب جدًّا أنها أحدثت حالة جعلت الأخوات أقربَ بعضها إلى بعض، منها إلى بناتها. فعلى سبيل المثال، تنقل النملة أو النحلة العاملة فعليًّا من جيناتها إلى الجيل الجديد، عن طريق مساعدة الملكة (أمها) على تنشئة ذرية الملكة، أكثر مما تنقله من جيناتها إلى بناتها لو كانت لها ذرية تخصها.

ولكلٍّ من عائلتي الزنابير الكُبريين، النمسيات والبراكونيات، أنواع تفوق ما للفقاريات كلها مجتمعة. وفي المناطق المدارية، تفوق الحشرات الاجتماعية الفقاريات في إجمالي الكتلة الحيوية. والزنابير مفترساتٌ وطفيليات أساسية، تتكل على مجموعات الحشرات المقتاتة بالنبات، ولذلك فإن لها تأثيرًا كبيرًا على تنوع ووفرة أنواع نباتات الغابة. ومن الناحية البيئية، فإن للزنابير أهميتها كذلك في أنها تقتات بالنبات، وتنثر البذور، وتنقل حبوب الطلع، وتعيد تدوير المغذيات. وربما لم تحظ بالثناء الذي تستحقه، إلا أن الزنابير عاشت أعظم قصة نجاح في العصر الترياسي؛ أعظم حتى من قصة الديناصورات.

لقد كان الزمن قاسيًا على الثدييات في أواخر العصر الترياسي، قبل نحو 201 مليون سنة، فكانت تمد خطمها في نفايات الأوراق باحثة عن وجبة تأكلها. غير أنه كان زمنًا ممتازًا لدى الديناصورات، وزمنًا عظيمًا عند الحشرات. وربما كان من الصعب أن نجد ديناصورًا في غابات العصر الترياسي، كمثل صعوبة إيجاد فقاريات كبيرة في الغابات الاستوائية الحديثة، إلا أن تلك المناطق عجت بالحشرات. ففي الوقت الذي زخرت فيه الشطآن بالأنواع المائية، زحفت في نفايات الأوراق مجموعة متنوعة تمتد من هلبيات الذيل إلى الخنافس. وكانت النباتات، التي مازالت في أغلبها من الصنوبريات والسيكاديات والسرخسيات والجنكيات، محل قضم أو امتصاص أعداد وافرة من الحشرات مفصليات الجناح، وذباب التربس، ونقازات النبات، وبعض العث والذباب المنشاري البدائيين. وهاجمت جميع هذه الحشرات مجموعة من الحشرات المفترسة، من الماردات، وأسد المن، وذباب العقرب، وذباب الأفعى.

ويعلو صوت الصرير العالي للماردات، مع غروب الشمس في كل مساء، ليكون أعلى صوت في الغابة. لكن في الأسفل، في نفايات الأوراق الجافة، يُسمع صوت حسيس الديناصورات

الصغيرة تهيئ نفسها للخلود إلى نوم الليل الطويل. وتأخذ بعض هذه الديناصورات بتغضين ريشها، الذي نشأ عندها ليحفظها دافئة في الليالي الباردة الطويلة. ولأول مرة بعد 150 مليون سنة تقريبًا، حزمت الفقاريات أمرها لمطاردة الحشرات في الجو. فقد كان العصر الجوراسي موشكًا على الوصول، وألحان الماردات ستحل محلها ألحان الطيور.

الفصل الثامن:

نزهة في حديقة العصر الجوراسي

الاستغراق في التفكير الحالم أمر معتاد في ويومينغ، عند شروق الشمس.

روبرت باكر، The Dinosaur Heresies [بِدَع الديناصورات]

أكتب هذه الكلمات، في وقت مبكر من هذا الصباح المشرق في فصل الشتاء، وأنا أفكر في أمرين: أولهما لغز، وثانيهما المنظر الذي أراه من نافذتي. وللوهلة الأولى يبدو أن أحدهما لا يمت إلى الآخر بصلة، لكن ذلك غير صحيح البتة. فالحق أن المنظر أولًا هو ما جعلني أفكر في اللغز، وكما سترى بعد قليل، فالأمران منسوجان في قصة العصر الجوراسي، قبل 201 إلى 145 مليون سنة، عندما ازداد تنوع الحشرات والديناصورات بصورة لم يسبق لها مثيل، وظهرت الطيور أولَ مرة، وأخذت الفقاريات أخيرًا تطارد الحشرات في الجو.

وإليك اللغز أولًا: ما أكبر كائن وصفه عالم حشرات وأعطاه اسمًا؟ ستتذكر أن عالم الحشرات هو عالم أحياء (مثلي)، حدث له أن درس الحشرات. وعلى وجه التحديد، أنا أدرس نشوء الحشرات وتصنيفها، وأشارك في اكتشاف الأنواع الجديدة، ووصفها، وتسميتها: وهذا فرع من العلوم يعرف باسم علم الحشرات المنهجي. إن أكبر الأنواع التي سميتها، وهو زنبور من طويلات المسرأ [يتراوح طول مسرأ أنثاه من 5 إلى 8 أضعاف طول جسمها] من بابوا غينيا الجديدة، وأصغر بقليل من 60 ميليمترًا طولًا، باحتساب طول مسرئه مع جسمه. إلا أن معظم الأنواع التي اكتشفتها بطول بضعة ميليمترات فقط. وتذكَّر في أثناء تفكُّرك بحلِّ لغزي حقيقة أننا نحن صيادي الحشرات، عادة ما نكتشف كائنات صغيرة جدًّا. وسأمضي الآن إلى وصف المنظر من نافذتي.

يقع متحف الحشرات في جامعة ويومينغ في الطابق الرابع، وله نوافذ واسعة تواجه جهة الشمال مباشرة. وفي أي يوم يجري تحديده، يقدم القائمون عليه عرضًا شاملًا مثيرًا للإعجاب، عند الحدود الشمالية لمدينة لارامي، وما وراءها. وما وراء المدينة له أهمية خاصة هنا: فللوهلة الأولى يبدو ألَّا شيء هناك. فوادي لارامي سهلٌ فيه حشائش قصيرة، ولا أشجار فيه. والسهل مفتوح، تكنسه الرياح، وهو سهل مجدب، سِيمَاه الجفاء؛ فعلى مسافة أميال ليس هناك ما يحجب الأفق، ورغم بعده، فإنه أفق حادٌّ طرفه وصافٍ لونه. والجو بارد قارس، والأرض المعشوشبة السمراء ذات اللون القريب للبني، تضيؤها الشمس لتظهر تباينها مع السماء الزرقاء البلورية في ويومينغ.

ولا مشكلة في أن ترى كل الطريق الموصل إلى الأفق الشمالي الغربي، وتتخيل أن بإمكانك أن ترى ما وراءه، فالطريق واضح إلى كومو بلاف، وشيب كريك، وبلدة ميديسين باو. وهناك تتواصل قصتنا، لأنَّ بالقرب من شيب كريك وقبل أكثر من مئة سنة، اكتُشف كائن كبير غير عادي، وهو الكائن نفسه موضوع لغزنا. فكيف حدث لهذا الكائن أن جاء إلى الحوض المكشوفِ للرياح شمالي مدينة لارامي؟

إن جوابك عن هذه الأحجية يعتمد أولًا على كيفية تحديدك لكلمة «كبير». إن كنت تراها تعني أنه ثقيل أو ضخم، فإن خنافس جالوت البالغة من وسط إفريقيا ويرقات خنافس هِرَقْل من أمريكا الجنوبية ستكون من أكبر تلك الكائنات[201]. أما إذا كنت تريد قياس طول الجسم، فلعلك تختار الحشرات العصوية الماردة الأسترالية (حواشي الأوراق الماردة)، التي تنمو إلى طول 10 بوصات [25.4 سنتيمترًا]؛ ولها أجنحة تمتد عرضًا بالدرجة نفسها. وعلى الرغم من أنها أطول من أي حشرة حية أخرى[202]، إذ هي أطول حتى من خنافس جالوت وخنافس هرقل، فإن حشرة عصوية ماردة لن تزن الكثير بالنظر إلى طولها. ولجعل الأمور أعقد، بوسع المرء أن يقيس الحجم من بعد آخر: وهو العرض. فالعث الأطلس الضخم في الهند يمكن أن يكون عرض جناحيه، من أقصاهما إلى أقصاهما، نحو 12 بوصة [30.48 سنتيمترًا]. أما عث البوم الضخم من أمريكا الوسطى والجنوبية فقد يتجاوز عرض جناحيه أحيانًا ما للعث الأطلس، إلا أن مساحة سطح جناحيه الإجمالية أقل مما للعث الأطلس. وجميع هذه الحشرات كبيرة جدًّا؛ كلٌّ بمقياسه، بيد أنها جميعًا حيوانات استوائية لا يمكن أن توجد في ويومينغ.

ولعل معظمكم يذكر ما بحثناه آنفًا بشأن الحشرات العملاقة في العصرين الكربوني والبيرمي، ولعلكم أدركتم أن حل لغزي يجب ألا يأخذ بالحسبان الكائنات الحية فحسب، وإنما المتأحفرة منها كذلك. فماذا عن أعظم حشرات العصر البيرمي كلها؛ تنين الجو من العصبونيات الكبار، الذي يصل طوله إلى نحو 3 أقدام [91.44 سنتيمترًا]؟ فالحق أن أحد أكبر أنواع الحشرات قد اكتشف في مكان قريب من مسقط رأسي، في صخور العصر البيرمي في ولايتيْ كنساس وأوكلاهوما. لكن، يؤسفني أن أخبركم أن ما أفكر فيه أكبر منها أيضًا؛ إنها رتب لها حجم أكبر من تنين الجو من العصبونيات الكبار. وأظن أن الوقت مناسب الآن للكشف عن معلومة حاسمة. فأنا لم أذكر لكم فعليًّا أن الكائن الذي أفكر فيه من الحشرات، بل قلت إن من أعطاه اسمه كان عالم حشرات. ولا يوجد بند في القانون الدولي لتسمية الحيوان يوجب

الشكل 8-1: خنفساء هرقل الأمريكية الجنوبية، هي أكبر الخنافس وحيدات القرون. والذكر الكبير منها، كالذي في الصورة من الإكوادور، يمكن أن يصل طوله إلى نحو 7 بوصات [17.78 سنتيمترًا]، ويرقة هذه الحشرة من أثقل الحشرات المعروفة. (الصورة من أنجيلا أوكسنر).

عليك أن تكون عالم حشرات لتسمي حشرة، أو أن عالم الحشرات ليس له أن يصف كائنات من مجموعات حيوانية أخرى. وقليلًا ما يقوم عالم الحشرات، في أيامنا هذه، بعمل غير اكتشاف الحشرات، لكن علماء الأحياء كانوا يعملون في الماضي على نطاق واسع، متناولين مجموعات متنوعة من الكائنات. فقد حدث ذات مرة، في بيتسبرغ [في ولاية بنسلفانيا] (ويا للدهشة)، أن قام عالم حشرات شهير، هو ويليام جاكوب هولاند، بتسمية ديناصور من ويومينغ باسم: ديناصور الدبلودوكوس [مزدوج عظم الذيل]. وليس هذا الديناصور أكبر كائن يصفه عالم حشرات فحسب، وإنما واحد من أكبر كائنات اليابسة التي عاشت على سطح الأرض[203].

قاضمات ولادغات طويلة الأعناق

تعد ديناصورات الدبلودوكوس وأبناء عمومتها الأشهر: البرونتوصورات، لدى معظم الناس الديناصورات الأساسية في العصر الجوراسي: وهي ذات رأس صغير، وعنق طويلة، وجسم ضخم، وذيل ممتد يشبه السوط. وعندما كنت طفلًا صغيرًا، قالت الفكرة الشائعة إن كلا النوعين عاش في المستنقعات، لكننا نعلم الآن ما كانت عليه؛ إنها أثقل الكائنات التي عاشت على اليابسة في تاريخ الأرض. فلقد تفادت الأراضي الرطبة فعليًّا، وكانت تهرول في غابات العصر الجوراسي الاستوائية، وترتفع على قوائمها الخلفية، وتمد أعناقها الملتوية إلى الأعلى، لتصل إلى الأشجار السامقة، وتقتات بوجباتها اليومية. والبرونتوصورات البالغة مكتملة النمو (التي تدعى الآن بالاسم الصحيح: الأباتوصورات[204]) يمكن أن يصل طولها إلى 75 قدمًا [22.86 مترًا] من فمها إلى طرف ذيلها، ولعلها كانت تزن وزنًا ثقيلًا، يصل إلى 25 طنًّا. ولتحافظ على وزن صحي لها، كان على البرونتوصورات أن تأكل كميات هائلة من النباتات، وتقول بعض التقديرات إن الكمية تصل إلى طن كل يوم. غير أن هذه التقديرات لم تشر قط إلى العناصر المغذية، من قبيل الحشرات. فعلى

مثال الحيوانات الكبيرة الراعية، انتقت البرونتوصورات النباتات الغضة -أحدث الأوراق بأكثر المغذيات وأقل المقادير من المواد الكيميائية السامة- واجتذبت هذه النباتات بالطبع الحشرات المقتاتة بالنبات كذلك. ولعل البرونتوصورات استهلكت بضعة أرطال من الحشرات في سلطتها اليومية، بافتراض أنها كانت تقضمها خبط عشواء. وعلى حد علمنا، فربما وجدت في أوراق الشجر المختلطة بالحشرات طعامًا لذيذًا، فأكلت منه كل ما عثرت عليه. إلا أن طنًّا من السلطة، مع بضع حبات فيتامينات حشرية، لهي وجبة ضخمة يصعب هضمها. لذا، وبالإضافة إلى استهلاك البرونتوصورات نباتات الغابة، كانت تتوقف بين الفينة والأخرى لتبتلع بضع صخور كبيرة ملساء. وأحجار القانصة هذه كانت تستدير في معداتها الكبيرة، إلى جانب إنزيمات هاضمة قوية، لتساعدها في هضم وجباتها الضخمة بسرعة أكبر. فبتناولها بضع صخور فقط كل يوم، اجتنت منافع جمة: فكانت تمضي وقتًا أقل في مضغ الطعام، وبذلك صار لديها وقت أطول لتعرية الأشجار من الأوراق الغضة وابتلاعها. ومازالت هذه الحجارة المصقولة مبعثرة في السهول المكشوفة للرياح قرب كومو بلاف وشيب كريك؛ إنها دليل صامت على قدرة التغذي عند أضخم آلات الاقتيات التي جابت غابات الأرض.

ودعوني أعود لأصوغ من جديد النقطة الأخيرة. فلعل ديناصورات البرونتوصور والدبلودوكس كانت بحق أثقل الحيوانات التي جابت الغابات، إلا أن العصر الجوراسي قدم لنا مقتاتات أكثر إثارة حتى من تلك. وربما حان الوقت الآن لبيان زيف بضعة خرافات لدينا عن العصر الجوراسي. فلربما قرأت كتاب Jurassic Park [الحديقة الجوراسية]، أو شاهدت الفيلم الذي بهذا العنوان، أو رأيت شيئًا مما جاء على إثره. فمع أن الأفلام قامت بعمل كبير في تثبيت فهم الناس للديناصورات ذات الدم الدافئ، والخطو السريع، وربما الإدراك الذكي، فإنها لسوء الحظ أسهمت في نشر تصورات خاطئة عن الحياة التي سادت العصر الجوراسي، والأكثر لفتًا للنظر ما تعلق منها بالديناصورات المفترسة الضخمة. فرغم الصورة التي رسمتها الأفلام، لم تكن ثمة ديناصورات من التيرانوصور ولا الفيلوسيرابتور [الديناصور السارق] في العصر الجوراسي. ولا شك في أن هذه الحيوانات كانت موجودة، إلا أنها عاشت في أواخر العصر الكريتاسي؛ أي بعد عشرات ملايين السنين مما صورته الأفلام. وعلى الرغم من أن التيرانوصور والفيلوسيرابتور قد عاشا تقريبًا في الزمن نفسه، فلم يصادف على الأغلب أن التقيا معًا، لأنهما عاشا في جزأين مختلفين من العالم: فالتيرانوصور عاش في غربي أمريكا الشمالية، والفيلوسيرابتور عاش في منغوليا. ومع أن الفيلوسيرابتور ربما كان له دماغ كبير، ويصطاد في جماعات، فإنه لم يكن في الواقع بالإثارة التي ظهر فيها في الفيلم: إذ تدل الأحافير على أن حجمه لم يزد على 25% من الحجم المصور في الفيلم. ويمكن للتيرانوصور مكتمل النمو أن يطأ على الفيلوسيرابتور دونما وَجَل، ولو تصادف أن التقيا لولَّى الفيلوسيرابتور هاربًا منه بسرعة[205].

وهذا الخلط في العصر الجوراسي لا ضرورة له البتة، فالحق أن أحد مفترسات العصر الجوراسي، كان بضراوة أي تيرانوصور أو فيلوسيرابتور وإثارتهما؛ إنه الآلوصور[206]. ويقول

بعض علماء الأحافير إن الآلوصور ربما كان من القمَّامات، لكن لنعط هذا القول حقه من المصداقية. لقد كانت الحيوانات البالغة من الآلوصور بطول يتراوح بين 27 و40 قدمًا [8.23 إلى 12.19 مترًا]؛ ولعله يزن ما بين طن إلى اثنين. وكانت له مخالب وأسنان جارحة حادة كحد السكين، وفكان كبيران يمكنهما التباعد كفكي الأفعى إذا أرادت ابتلاع وجبة كبيرة من اللحم؛ تصل إلى 100 رطل [45.36 كيلوغرامًا] دفعة واحدة، ولا حاجة له بتلك الأسنان والمخالب لجمع طعامه من الجثث الميتة. وعلى الرغم من أن الآلوصور ليس كبيرًا بحجم التيرانوصور، فإنه اصطاد وجبات أكبر من أي شيء يمكن أن يأكله التيرانوصور أو الفيلوسيرابتور. لقد كان الآلوصور الديناصور المفترس الكبير الأوفر أواخرَ العصر الجوراسي في أمريكا الشمالية، كما أن وفرة عظام الآلوصورات في القيعان الأحفورية نفسها تشير إلى أنها كانت حيوانات اجتماعية، وتصطاد في مجموعات، مثلما يفعل الفيلوسيرابتور.

تخيل الآن حديقة العصر الجوراسي الحقيقية: قرب حوض نهر تملؤه السراخس والسيكادا، يرعى قطيع من البرونتوصورات بهدوء من أوراق أغصان الأشجار العالية في الغابة الصنوبرية، على التخوم. وفجأة ومن بين الأجمة الكثيفة الظليلة، تندفع مجموعة من الآلوصورات المزمجرة، فتحل الفوضى للحظة. ويسارع البرونتوصور الفحل الزعيم إلى الدفاع عن قطيعه، فيضرب ذيله الضخم ببراعة كأنه السوط، ويرمي بصغير الآلوصور مسافة 30 قدمًا [9 أمتار] في أجمة السراخس. وبعد أن يصيح صيحة إنذار، يترنح البرونتوصور الضخم إلى اليمين، وينتصب إلى الخلف، ثم يسير إلى الأمام رويدًا رويدًا ليعترض سبيل الآلوصور المهاجم، الذي يصرخ ألمًا: فقد حطم البرونتوصور أكبر أصابع قدمه اليمنى. ويجلد الفحل بذيله مرة أخرى، لكنه يخطئ عدوه هذه المرة، ويسرع الآلوصور الجريح، بالانسحاب وهو يعرج على رجله. لكن، في فوضى تلك اللحظة ثمة أذًى يلحق بواحد من أفراد القطيع. فيوجد برونتوصور صغير، انفصل عن قطيعه، يخور خوارًا طويلًا حادًّا بنبرة عالية، وثمة محارِبة محنكة من مجموعة الصيد؛ إنها أم آلوصور، تأتي البرونتوصور الصغير مندفعة من خلفه، فتنهش قطعة لحم بوزن 50 رطلًا [23 كيلوغرامًا] من جنبه الأيمن. وتتراجع مجموعة الآلوصورات إلى الغابة لتلعق جراحها. أما البرونتوصور الفحل، فيقود قطيعه الناجي إلى مكان آمن نسبيًّا في وادٍ من السراخس على بعد نصف ميل [800 متر] أعلى النهر. ويترنح البرونتوصور الصغير الذي أصابته جراح قاتلة، بعد ما فقده من الدم، ويخر صريعًا على الأرض. لقد أصيبت الآلوصورات بكسر ثلاثة ضلوع وأصبع محطمة، إلا أنها ربحت المعركة، فقد نالت ما يكفيها من اللحم لإطعام المجموعة مدة شهر ريثما تتعافى من جراح قتالها[207].

في حديقة العصر الجوراسي، قاتلات صغيرة لكنها فتَّاكة

ومع أن المرء لا يسعه أن يمعن النظر في العصر الجوراسي دون أن تأخذ الديناصورات بلبّه، فإن لدي حافزًا بعيد المرام في ذكرها، وهو: مقارنة وجباتها الضخمة ببعض الوجبات الصغيرة في الأشجار الميتة الساقطة -وأعني بالضبط يرقات الخنافس في الخشب المتفسخ- التي تأكلها زنابير الخشب. فمن اللافت للنظر، قبل 180 مليون سنة، أن وجبات من تلك الحشرات الناقبة

الصغيرة أصبحت أهم من الوجبات الضخمة للآلوصورات، التي عاشت أضخم علاقة تربط بين المفترس والفريسة في تاريخ هذا الكوكب. ولنعي تلك الأهمية، علينا أن نقارن سلالات ومصائر كلٍّ من الآلوصورات وزنابير الخشب.

لقد لف رداء الفناء الآلوصورات، رغم كل العظمة التي كانت عليها، ولعلها كانت أسلاف التيرانوصور والفيلوسيرابتور في العصر الكريتاسي، لكن هذه الديناصورات كان مصيرها الهلاك كذلك، وقبل نحو 65 مليون سنة بادت أفراد الثيروبود [الديناصور ذو القدمين] اللاحمة عن بكرة أبيها. بيد أن تلك المفترسات الكبيرة، لم تكن لديها القدرة على البقاء إلى الأبد، على نحو لا مثيل له، والأهم من ذلك أن مستلزمات عشها البيئي كانت مستلزمات هائلة؛ فلا يمكن للمنظومات البيئية على اليابسة أن تقدم إمدادات كافية في وقت واحد إلا لبضع مفترسات بتلك الضخامة، ولم يكن ممكنًا لها التنوع لتتناسل منها سلالات من مئات الأنواع أو آلافها.

ولننظر في الجهة المقابلة، إلى زنابير الخشب في العصر الجوراسي. ففي زمن ما من أوائل العصر الجوراسي، كانت ثمة مجموعة متمردة من صغار زنابير الخشب، رفضت الوجبات النباتية التي أدمن عليها أسلافها، وقررت الاقتيات بيرقات الخنافس. وبذلك ولدت سلالة غشائيات الجناح الطفيلية. وعلى مر السنين الماضية تنوعت هذه الزنابير آكلة اللحوم، وتخصصت في الاقتيات بمجموعة متنوعة من أنواع الحشرات المختلفة، التي كانت قد نشأت في الغابات. وفي نهاية العصر الجوراسي كانت ثمة مئات من أنواع الزنابير الطفيلية هذه، وفي أواخر العصر الكريتاسي وُجدت آلاف منها، وحاليًّا ثمة مئات الآلاف منها، وربما الملايين، من الأنواع المتحدرة منها[208].

ونحن جميعًا نفهم بالبديهة كل الفهم معنى مفترسات؛ إنها حيوانات عدوانية تطارد (فرائسها) من الحيوانات الأخرى خلسة وتأكلها، من قبيل حيوانات القريدس الشاذ، والعقارب، وتنينات الجو العصبونيات الكبار، والزواحف زعنفية الظهر، والتيرانوصورات، والسراعيف الراهبة. وذلك أمر بسيط فهمه جدًّا، إلا أن ثمة أمرًا دقيقًا، كثيرًا ما نُغفِله هنا: فالمفترسات تحتاج إلى فرائس متعددة والاصطيادِ باستمرار لتبقى حية. وهذا النهج بدا نهجًا سليمًا لآلاف الأنواع الحية على مدى مئات ملايين السنين، لكن زنابير الخشب خرقت هذه القاعدة في أوائل العصر الجوراسي، وابتكرت سلوكًا في الافتراس جديدًا تمامًا، إذ كانت تقتل وتأكل فريسة واحدة فقط من الحيوانات الأخرى (تدعى المضيف [أو الثويَّ])، وهي فريسة كبيرة تكفيها من الغذاء حتى تصل إلى طور البلوغ.

وعلى الرغم من أن مصطلح «طفيلي» ينطبق بدرجة قليلة على مجموعة متنوعة من الحشرات غير المتقاربة، مثل: القمل، والبراغيث، وبعض الذباب، والزنابير الطفيلية؛ فجميع هذه الحشرات تعيش على حساب حيوان آخر. إلا أن الزنابير الطفيلية تختلف عن القمل والبراغيث في أنها تقتات أكثر ما تقتات بالحيوان المضيف، وفي النهاية تقتله. وهذا السلوك القاتل مهم جدًّا من الناحية البيئية، مما يجعلنا نستخدم مصطلحًا آخر لوصف الكائن الذي يقوم بذلك، فندعوه: الطُّفَيْلاني [شبيه الطفيلي]. فالطفيلاني هو أي كائن طفيلي يسبب الموت لمضيفه، ولا يقتصر الأمر على الزنابير والذباب. ولم يقتصر أمر الطفيلانيات في العصر الجوراسي على العثور على وجبة جديدة

غنية بالبروتينات، بل كانت تضيّق أعشاشها البيئية أيضًا إلى أبعاد أصغر من تلك التي لأي حيوان مفترس سبقها، كما مكنت ذريتها من العيش في أعشاش دقيقة متنوعة لم يسبق أن سكنها أحد قبلها. ومنذ ذلك الحين حتى اليوم، هيمنت الطفيلانيات على تنوع مجتمعات اليابسة، وبسلوكاتها القاتلة الانتقائية صاغت ثراء كل من الحشرات والمجتمعات النباتية ووفرتها. والحقيقة العلمية في أن معظم السلالات الناجحة من الطفيلانيات تنحدر من زمرة من زنابير الخشب قاضمة حطام الأخشاب من العصر الجوراسي، مبنية على أسس جيدة. إذ تؤيدها في المجمل بينةٌ مستقلة من تشريح الزنابير الحية، وسلوكات اقتياتها البيئية، وأحافير الزنابير من الدهر الأوسط، وبينة «الدَّنَا» من الزنابير الحديثة. لكن لماذا نشأ التطفل عند زنابير الخشب على نحو خاص؟

وهذه نقطة جيدة يمكن اختيارها لتدور حولها المناقشة من الفصل السابق، حيث تعرفنا إلى الذباب المنشاري الخنجري. ففي أواخر العصر الترياسي وأوائل العصر الجوراسي، أصبح الذباب المنشاري من أنجح حشرات الغابة وأكثرها ازدهارًا؛ حيث تنوع إلى وفرة من زمر الذباب المنشاري النباتية. ونشأت أنواع نباتية جديدة، ونجح الذباب المنشاري في اتخاذها مواطن له، ونشأت منه أنواع جديدة، إلى جانب نشوء مجتمع نباتات الغابة الجديد. كذلك، فقد قسم الذباب المنشاري النباتات إلى أعشاش اقتيات متعددة. واقتات بعضه من الخارج على الأوراق، وكان بعضه الآخر قد تعلم إخفاء نفسه بحفر الأنفاق واستخراج غذائه من أنسجة الأوراق، أو الاختباء والاقتيات تحت مظلات من الأوراق؛ بناها بربط الأوراق بعضها ببعض عبر خيوط من حرير. وفي الوقت الذي تكيف فيه الذباب المنشاري على الاقتيات بأجزاء النبات المختلفة، كانت الأصناف الأخرى من الحشرات تقوم بالشيء نفسه. ونتج عن ذلك أن احتدم التنافس على كل أجزاء النبات الصالحة للأكل، فكان رد الذباب المنشاري زيادة أنواع وجباته. فتخصص بعضه في حفر الأنفاق في سوق النباتات، وانتهى الأمر ببعضه الآخر إلى الحفر عميقًا للوصول إلى الأنسجة الخشبية السميكة، ونشأ منه زنابير الخشب. وكان سبب نجاحه في مسعاه ذاك هو الأداة المفيدة نفسها التي بدأ بها الذباب المنشاري؛ إنه مسرأ الأنثى.

قصة إبرة اللسع

يغلب علينا أن نظن بمسرأ الزنبور، الذي نشأت منه إبرة اللسع، أنه ذو بنية بسيطة، وكأنه إبرة تحت الجلد تكيفت لحقن البيوض. والحق أنها أعقد من ذلك بكثير. فإذا كان لك أن تقطع مسرأ زنبور شرائح عرضية، وتفحصها تحت المجهر، فسترى أنه ليس أنبوبًا واحدًا مجوفًا بل ثلاثة أو أربعة محاور منفصلة ومتشابكة، وكل منها يمكن تحريكه بصورة مستقلة عن البقية[209]. وبذلك يمكن توجيه طرف المسرأ بدقة عالية لثقب المواد القاسية، مثل سوق النباتات والأخشاب. ولفهم هذه الفكرة بصورة أوضح، حاول أن تقوم بالتمرين التالي: اشبك يديك معًا؛ بتشبيك أصابعك ولفها بإحكام على البراجم [مفاصل الأصابع]. والآن، مُدَّ الأصبعين الأولين من كل يد، بحيث تكون الأصابع الأربعة ممتدة على نحو مستقيم. إن هذه الوضعية تماثل شكل مسرأ الزبور. انظر إلى طرفي مقدمة أصابعك وسترى أن ثمة فجوة صغيرة في الوسط. وتشبه هذه الفجوة الأنبوب الذي تمر فيه بيوض الزنبور. وحاول الآن تحريك بعض أصابعك الممدودة، مع الإبقاء على سائرها ثابتة

في مكانها. على سبيل المثال، جرب أن تزلق الأصبعين اليمينيين باتجاه الأسفل، مع الإبقاء على الأصبعين اليساريين ثابتين. ستلاحظ أن القمة عند طرفي الأصبعين اليساريين ستميل إلى جهة اليمين، مع أنك لم تثنهما. وبهذه الطريقة يمكن لأنثى الزنبور أن توجه طرف مسرئها؛ عن طريق انكماش المحاور الأربعة بصورة يستقل فيها بعضها عن بعض، أو بعضها مع بعض؛ فبإمكانها نقل طرف المسرأ بدقة في الاتجاهات المختلفة.

إن عملية نقل البيوض، بالنمط تحت الجلدي، عبر مسلك أنبوبي رفيع دقيق لا بد له من نشوء بيوض دقيقة مجهرية ذات قشور بالغة المرونة؛ بيوض يمكن لشكلها أن يتغير من الشكل البيضوي إلى شكل طويل رفيع كالسجق، في أثناء انضغاطها عبر هذا الأنبوب الدقيق. لكن الأهم من ذلك، ألا بد لبيوض الزنبور من آلية لنقلها عبر المسرأ. وهنا تكون الآلية هي ضغط السوائل: فالمسرأ هو إبرة تحت الجلد يجري نفث بيوض الزنبور فعليًّا منها. وعليه، وعودًا على بدء، فقد نشأت مسارئ الزنابير بمجموعة مختلفة من أنواع السوائل. وتأتي هذه السوائل مبدئيًّا من الغدد التناسلية للأنثى، ولا يقتصر دورها على تزليق باطن محور المسرأ، وإنما تمده كذلك بضغط سوائل لنقل البيوض فيزيائيًّا، كما أنها مكنت من النشوء المبكر لسموم الزنابير.

وتنوعت تلك السموم من الذباب المنشاري، إلى زنابير الخشب، إلى الزنابير الطفيلية، لتنجز مجموعة من الوظائف المفيدة، مازلنا نراها حتى يومنا هذا. فبعض الذباب المنشاري يحقن سمومه في أنسجة النبات مع بيوضه، وتحث هذه السموم الخلايا النباتية على النمو غير العادي، فينبت فيها العفص. وتشكل هذه الناميات مواقع حماية لنمو البيوض، كما أنها مناطق آمنة ومغذية لليرقات المقتاتة بها. وفي حالات أخرى، قد يكون للسموم المحقونة خصائص المضادات الحيوية، لتحمي البيوض من التلف بسبب نمو البكتيريا. وعند زنابير الخشب، كانت سمومها اللزجة مناسبة للحث على نمو الفطريات. وكما ذكرت في فصول سابقة، فإن الخشب بما فيه من مقادير كبيرة غير مغذية من الليغنين والسيلولوز، هو الأقل هضمًا من أجزاء النباتات بالنسبة إلى الحشرات. لذلك تكيفت زنابير الخشب، كحال الخنافس ناقبة الخشب من قبلها، لتأكل الفطريات التي تنمو داخل الخشب المتفسخ.

وصادفت زنابير الخشب غير البالغة اليرقات الغضة للخنافس ناقبة الخشب المختلفة، بين الفينة والأخرى؛ وكانت تلك ألذ وأكثر تغذية من الخشب المتفسخ والفطريات. إن الانتقال من قضم الفطريات إلى قضم لحم الحشرات الأخرى ليس أمرًا عظيمًا جدًّا إذا أخذنا في الحسبان أنَّ على شجرة الحياة الأرضية، نرى الحيوانات أوثق قرابة بالفطريات من قرابتنا نحن بالنباتات. وبعبارة أخرى، فإن الأنسجة الحيوانية أشبه بأنسجة الفطر منها بأنسجة النباتات الخضراء المورقة، فمن الناحية التغذوية والفيزيولوجية لم يكن ذلك التغير عظيمًا.

ولعل الأمر الأصعب، هو التغيرات السلوكية الحيوية في الانتقال من نمط الحياة النباتي إلى النمط اللاحم. فزنابير الخشب التي تقضم الفطريات في الخشب المتفسخ لم تكن مضطرة إلى مناجزة الفطريات المدافعة عن نفسها. أما سرفات الخنافس فلم تكن بالمطلق عديمة الحيلة في الدفاع عن أنفسها. فقد كان بمقدورها الاضطراب في أنفاقها، وإذا هوجمت فبوسعها أن تلدغ عدوها مثلما تفعل الزنابير. وعلاوة على ذلك، فإن البيوض النامية لزنابير الخشب ستكون عزلاء في مواجهة

الأجزاء الفموية القاضمة ليرقات الخنافس. ومن الواضح أن زنابير الخشب احتاجت إلى سلاح سري لتقلب الوضع إلى مصلحتها.

أما الزنابير البالغة، لا يرقاتها، فقد نمت عندها حيلة أعطتها ميزة حاسمة، ومرة أخرى كان مسرأ الأنثى هو العنصر الأهم. ففي الوقت نفسه تقريبًا،

الشكل 8-2: الزنابير السمسمية الكبيرة (من رتبة غشائيات الجناح، وعائلة السمسميات الكبيرة Megalyridae) هي من أقدم الأمثلة الحية على الزنابير الطفيلانية، ويعتقد أن هذه العائلة نشأت في العصر الجوراسي. وفي الأعلى، نرى أنثًى من نوع السمسمية الكبيرة منقرض غير موصوف في كهرمان [راتنج الصنوبريات المتأحفر] أواسط العصر الكريتاسي، من ميانمار، ولها مسرأ طويل، ويتوقع أن عمرها زهاء 99 مليون سنة. (الصورة من فنسنت بيريتشوت). وفي الأسفل، الرأس (على اليمين) والمسرأ (على اليسار) لنوع دينابسيس الحديث غير الموصوف، من مدغشقر، وهو مثال نادر باقٍ لهذه المجموعة القديمة من الزنابير.

الذي تذوقت فيه بعض يرقات زنابير الخشب اللحم، تحورت لدى بعض أمهاتها مهارات وضع البيض، فكانت تجرب أنواعًا جديدة من السموم. لقد كانت أمهات الزنابير هذه تثقب الخشب

ببراعة لتصل إلى الأنفاق التي تقتات فيها يرقات الخنافس الكبيرة، ثم تُقحم مسارئها مباشرة داخل اليرقات، وتحقن نوعًا جديدًا من السم يحدِث الشلل الدائم، ثم تسحب مسرأها قليلًا، وتضع بيوضها بحذر فوق سرفة الخنفساء المشلولة. وتأمل في ميزة سمها الذي لم يقتل الحشرة، بل جعلها دون حراك. فلو قُتلت يرقة الخنفساء على يد زنبور بالغ، لبدأت بالتفسخ والتحلل، وستعرض عملية تحللها بيوض الزنبور النامية للخطر. إن شل الحشرة المضيفة بسمٍ بديل، هي طريقة يسيرة وناجعة لحفظ اللحم إلى أن تفقس البيوض، وتستطيع صغار الزنابير الاقتيات بأمان. والأمر يشبه كثيرًا طبق طعام ممتلئ بقرب كلب كسول: فليس على يرقات الزنابير الكثير لتفعله إلا الجلوس وقضم كتلة ضخمة من اللحم الحي.

بأي طريقة تؤكل الشوكولاتة: نوعا التطفل

ثمة نوع من التطفل الخارجي[210]، كنت أصفه لتوي، وجد لنحو 150 مليون سنة. فمصطلح «التطفل الخارجي»، الذي يعني «اقتيات الطفيلي من الخارج»، أصبح بمرور الأيام عاملًا مهمًّا في نشوء الزنابير ونجاحها على نحو خاص. إلا أن أصل التطفل هو في الحقيقة ليس إلا بداية لقصة أكبر. وعلى الرغم من أن أنواع الطفيلانيات كانت ناجحة للغاية، فزاد تنوعها وقضمها لكل خنفساء صغيرة تجدها في الخشب المتحلل على مر ملايين السنين، فإنها ظلت محجوزة على ذلك المسكن الخاص إلى أن أتت بعض الزنابير الرائدة بنهج جديد. ففي زمن ما أواخرَ العصر الجوراسي، أو أوائل العصر الكريتاسي، اكتشفت الزنابير الطفيلانية كيفية الاقتيات داخل حيوان آخر لتكون طفيليات داخلية. وهذه الطريقة المحوَّرة من التطفل هي ما ندعوه: التطفل الداخلي[211]. وهي تعني: «اقتيات الطفيلي من الداخل»، وبالنظر إلى عالم الحشرات الحديث، نرى أن الغالبية العظمى من الأنواع الطفيلية اليوم هي من هذا النوع الثاني.

وعلى الرغم من أن النجاح المبكر للطفيلانيات الخارجية أواسطَ العصر الجوراسي كان نتيجة خطتها في الاقتيات من الخارج فوق كائن صغير واحد فقط، فإن هذا النهج عانى من عقبة كبيرة. فالحشرة المضيفة كانت مشلولة شللًا دائمًا، والزنبور غير البالغ بحاجة إلى الكثير من الوقت حتى تفقس عنه البيضة، ثم يقوم بالتهام سرفة الخنفساء بأكملها. واستغرقت هذه العملية على أقل تقدير أسابيع كثيرة جدًّا، ولا يمكن أن يكتب لها النجاح إلا بالاختباء. فإذا انكشف مخبؤها، فسيتعرض الزنبور الصغير للمفترسات، كما سيكون عرضةً لعوامل بيئية قاسية، من: أشعة الشمس الجافة، ودرجات الحرارة القصوى، والرياح، والعواصف. لذلك كان التطفل الخارجي يقتصر غالبًا على المثاوي الدقيقة داخل أنسجة النباتات، مما يعيق الطفيلانيات الخارجية عن مرامها الأخير. واليوم، كالحال في ذلك الزمان، فإن الغالبية العظمى من الطفيلانيات التي تقتات من الخارج ترافق حشرات غير بالغة وجدتها في أنسجة النباتات. وبالمقابل، فإن المقتاتات من الداخل تحررت من أغلال هذه المثاوي. فأصبح المضيف عشًّا للزنبور الطفيلي الداخلي ومثواه المطلق في أثناء طور ما دون البلوغ (فعمليًّا كان التطفل الداخلي هو اكتشاف أعشاش داخل حشرات أخرى). وعندما تصبح يرقة الزنبور الطفيلي الداخلي داخل الحشرة المضيفة، فإنها تغدو متنقلة تمامًا [بتنقل مضيفتها]، فيمكن أن تقيم في أي مثوًى تأوي إليه مضيفتها. ونتيجة لذلك، كانت الزنابير الطفيلية الداخلية قادرة

على التنوع والاقتيات داخل جميع أصناف حشرات الدهر الأوسط من الناحية العملية. وبذلك فُتح أمام الزنابير باب واسع من سلوكات الاقتيات المختلفة.

ومرة أخرى، كان ثمة حدث مهم في تاريخ الزنابير عمل على تحسين سلوكها في وضع البيض، وتحسين مسرأ الأنثى. فقد أقلعت بعض الإناث عن وضع بيوضها على جسم المضيف من الخارج، وشرعت في حقنها مباشرة داخله. وبهذا الوضوح الذي ذكرناه، كانت عملية التحول إلى التطفل الداخلي تبدو بسيطة، إلا أن الأمر لم يتم على ذلك النحو. فعليك أن تتذكر أن إناث الزنابير سبق لها أن ثقبت ولسعت الحشرات المضيفة ملايين السنين؛ بحقن سمومها الشَّالَّة بوساطة مسارئها. لقد كان من السهل عليها إدخال بيوضها داخل الحشرات الأخرى مع سمها حالما نما عندها سلوك التطفل. إلا أنها لم تفعل ذلك، وبدلًا من ذلك، كانت تسحب مسارئها من داخل مضيفاتها من الحشرات، لتضع بيوضها فوق سطحها الخارجي، فتمكِّن يرقات صغار الزنابير من الاقتيات من الخارج. إن السبب في أنها لم تقم منذ البداية بوضع بيوضها داخل الحشرة المضيفة أن ذلك أمر تكتنفه مصاعب أكبر بكثير من وضع البيوض فوق الحشرة. فالحشرات لها جهاز دوران مفتوح، إذ إن باطنها جراب تملؤه أعضاؤها المغمورة في بركة من الدم. وذلك الدم، كحال دمائنا، فيه خلايا تحمي الحشرات من الغزو المجهري. ولعل أولى سموم الزنابير الطفيلية كانت تشل النظام العضلي لمضيفها، إلا أنها لم تضعف الاستجابة المناعية لخلاياه الدموية. فيمكن لبيضة صغيرة توضع داخل جوف جسم الحشرة، أن تلاحقها وتغلفها أسراب من هذه الخلايا وتقتلها. فالتطفل الداخلي كان بحاجة إلى أن ينشئ عند الزنابير مجموعة من التكيفات الخاصة مع البيئة الداخلية في أجسام الحشرات الأخرى.

وكانت الخطوة الأولى نحو تطفل داخلي ناجح تحسين جديد أيضًا يطرأ على الدقة في وضع البيوض: فبعض الزنابير وضعت بيوضها مباشرة داخل النسيج العصبي أو العضلي لمضيفها، لتتجنب دمه -وجهازه المناعي- تمامًا. وهذا تكيف جيد، إلى حدٍّ ما، لكن عاجلًا أو آجلًا ستفقس البيضة، ولا بد لليرقة الصغيرة من التنقل والأكل. فمن الصعب تجنب الدم تجنبًا تامًّا، والحق أن ثمة سببًا وجيهًا جدًّا لأن تدخُله اليرقة: فدم الحشرة بِركة من السوائل الغنية بالمغذيات. لذا كانت في نهاية المطاف أكثرُ الطفيلانيات نجاحًا هي تلك التي ابتكرت طرقًا تقوض بها الجهاز المناعي للمضيف. ومرة أخرى نجد أمهات الزنابير تساعد ذراريها. فقد قامت بحقن سموم مع بيوضها، وكانت بعض هذه السموم قد تحورت لتعمل على تعطيل الجهاز المناعي، لكن في مكان ما على الطريق، حدث أمر آخر كان غير متوقع أبدًا: فقد تشكلت علاقة تعايش بين بعض الفيروسات والزنابير.

لقد سمعنا جميعًا كيف يمكن للإبر تحت الجلدية الملوَّثة أن تنقل الفيروسات. وبالعودة إلى الأيام الأولى المبكرة للتطفل الداخلي، عملت إحدى إناث الزنابير على تلويث مسرئها تحت الجلدي ببعض الجسيمات الفيروسية. لقد حدث ذلك مصادفة، لكن بعد ذلك حُقنت هذه الجسيمات، مع بيوض الزنبور، داخل الحشرة المضيفة البائسة. وقام الفيروس بمضاعفة نفسه داخل الجسم المضيف، معطلًا جهازه المناعي، لكن دون إلحاق الأذى بيرقات الزنبور. وفي الوقت نفسه، كان الفيروس قادرًا على تسجية نفسه داخل جسم الزنبور النامي، وبذلك استطاع الإفلات، وفي نهاية الأمر كان

يجد طريقه إلى مضيف محتمل آخر؛ لقد كانت الحالة حالة منفعة مشتركة لكل من الفيروس والزنبور[212].

وما إن يصاب الجهاز المناعي المضيف بالعجز، حتى تتمرغ بيوض الزنبور ويرقاته بأمان في دم الحشرة. وبيضة الطفيلي الخارجي لها قشرة قاسية، تحميها من العوامل البيئية، ولها مُخٌّ كبير غني بالبروتينات، يقيتُ الجنين النامي، إلى أن تفقس عنه البيضة إلى يرقة. أما البيضة الموضوعة في الدم، فليس لها قشرة خارجية سميكة، وهي تطفو في وسطٍ سائل غني بالبروتينات، وعن طريق قشرتها الرقيقة تمتص المغذيات مباشرة من دم المضيف. ولا تحتاج الزنابير الطفيلية الداخلية الآن إلا إلى آلية لاستخلاص المغذيات، بحيث تستطيع بيوضها البقاء بالقليل من المحّ؛ لا يكاد يذكر. فإذا قلَّت الحاجة إلى المح، ففي وسع الإناث إنتاج البيوض بسهولة أكبر، لتضع المزيد منها. وهكذا، نشأت عند الزنابير الطفيلية الداخلية بنية تدعى الغمد التغذوي، الذي يعمل عمل مَشيمة طفيلية. ويتألف الغمد التغذوي من عنقود من الخلايا، متصلة على نحو وثيق بالجنين، تقوم بامتصاص ونقل المغذيات مباشرة من دم المضيف إلى الجنين. وهذه الخلايا تقيتُ الجنين بالمغذيات، إلى أن ينمو فيصبح يرقة، فتفقس عنها البيضة وتسبح بعيدًا. ولا تنتهي منافع الغمد التغذوي هنا. فعندما تفقس البيضة، تتفرق خلاياه، وتنتقل بصورة مستقلة إلى بركة الدم في الجسم المضيف. وتستمر هذه الخلايا السابقة للغمد التغذوي في استخلاص المغذيات من دم الحشرة، وتعمل على زيادة العجز في جهازها المناعي. ومع استمرارها في الاقتيات، يصبح شكلها في النهاية خلايًا عملاقة، تدعى الخلايا المسخ، وهي خلايًا تستهلكها كذلك يرقات صغار الزنابير، عندما تكون سابحة بقربها تغتذي بدم المضيف وأنسجته.

لقد تكيفت يرقات الزنابير مع الحياة في ذلك الوسط المائي المصغر، بعد أن نمت عندها القدرة على السباحة بزوائد طويلة تشبه الذيل، تضربها جيئة وذهابًا، ونمت عندها القدرة على التنفس بجهاز قصبي مغلق مملوء بالغاز، وبما أنها عَدِمت الفتحات التنفسية، فهو يحُول دون دخول الماء إلى جوفها. كذلك نمت لدى اليرقات بشرة رقيقة، بلا مادة هيكلية قاسية كثيرة على جدار جسمها. وقد مكنها ذلك من التنفس عن طريق جسمها مباشرة بوساطة عملية تدعى: تنفس البشرة؛ كحال كثير من الحشرات المائية الأخرى التي تعيش في البرك والجداول. والحق أن الزنابير عمليًّا [أي يرقات الزنابير الطفيلية الداخلية] هي أصغر الحشرات المائية، وهي كذلك المجموعة الأكثر تنوعًا بين الكائنات المائية.

وبينما نرى أن لدى الحشرات المائية الكبيرة التي تعيش في برك الماء مجالًا كبيرًا تتحرك فيه، فإن يرقات الزنابير الطفيلية السابحة في دماء الحشرات محبوسة في مجال صغير مغلق. ويطرح هذا مشكلة من نوع خاص: فأي شيء يأكل ويكبر لا بد له من إخراج الفضلات، فكيف تستمر اليرقة في النمو دون أن تفسد طعامها وبيئتها؟ نحن نقدر أهمية تعليم أطفالنا عدم التبول أو التغوط في برك السباحة وحوض الاستحمام، وستبلغ الأهمية ذروتها إذا كانت بركة الماء مصدر الطعام كذلك. وقد حلت الزنابير اليافعة هذه المشكلة ببساطة عن طريق تكويم الفضلات داخل أجسامها، وعدم طرحها مطلقًا. فهي تتمثل المغذيات بكفاءة بالغة في الجزء الأوسط من جهازها الهضمي، أما الجزء الخلفي منه فهو مغلق، وتدفع الفضلات بقوة لتتكوم في طرف المؤخرة. وعندما تنتهي يرقة الزنبور من الاقتيات، والنمو، والانسلاخ عبر مراحل متعددة، تخرج من مضيفها لتغزل

شرنقتها الحريرية الخاصة بها، في طور الخادرة، وتتحول في النهاية إلى حشرة بالغة. ولدى خروج الزنبور مكتمل النمو من الشرنقة، يقوم بإفراغ فضلاته، التي يحملها معه من طور اليرقة، للمرة الأولى والأخيرة.

ولعل أغرب شيء في يرقات الزنابير الطفيلية الداخلية هي المجموعة المذهلة من هيئات أجسامها[213]. فمتطلبات الحياة داخل حشرة أخرى تختلف بنمو اليرقة، وكذلك في كل انسلاخ لها تأتيها الفرصة لاكتساب هيئة جديدة أكثر تكيفًا بصورة متقنة مع احتياجات طور معين من أطوار حياتها. وقد يدور بخلد المرء أنه بعد أن تفقس عنها البيوض، يكون همها الرئيس هو الطعام. إلا أن العثور على الطعام أمر سهل جدًّا؛ فبلا جهد يُذكر، تقوم اليرقة بتشرُّب وجبتها السائلة. وثمة هم أكبر يشغلها: إنه البقاء على قيد الحياة. فلعل

الشكل 8-3: يسروع فراشة خطافية الذيل Papilionid Butterfly من كوستاريكا، تطفل عليه تطفلًا داخليًّا زنبور براكوني، ميتيوروس بابيليوفوروس. ويرقة الزنبور المتطفل استهلكت مؤخرًا معظم اليسروع من الداخل، وقضمت فتحة للخروج (ظاهرة على يمين جسم اليسروع)، ونسجت الشرنقة الحريرية المتدلية بخيط قصير. (الصورة من كينجي نيشيدا).

الجهاز المناعي للمضيف قد أصيب بالعجز، إلا أن من الممكن وجود مصدر خطر مباشر آخر: إنه التناحر الذي تبديه اليرقات الطفيلية الأخرى، التي تقيم داخل الحشرة المضيفة نفسها؛ سواء

بين يرقات الأنواع المختلفة أو بين يرقات النوع نفسه. وبما أن هذه اليرقات المتناحرة يمكن أن تشكل خطرًا مميتًا، فقد أصبحت يرقات صغار الزنابير فائقة التخصص في الدفاع عن نفسها. فتُولد الكثيرات منها برأس كبير، وفكين قويين كأنهما منجلان؛ وكما ذكرت لتوي، تكون لها زائدة طويلة تشبه الذيل للتنقل بسرعة. وأول مهماتها في الحياة خارج البيضة هي السباحة في المكان وطرد منافساتها شر طردة.

وتعيش يرقة الزنبور في الجزء الأوسط من حياتها، نغَفةً بيضاء بلا معالم. لقد أقصت منافِساتِها، فلم يعد لها فكان كبيران دفاعيان. ونظرًا إلى أن طعامها يحتوي السوائل، والجسيمات الصغيرة، والخلايا، وأنه لا حاجة بها إلى المضغ، فقد صغر رأسها إلى حد كبير. وليس على اليرقات أن تسافر، لذا فقد فقدت زوائد السباحة، لكن لم تنبت لها قوائم. وبما أن بشرتها رقيقة، فبإمكانها تبادل الغاز عبر سطح جسمها، كما يمكن لليرقة أن تمد جسمها، فتعجِّل في الاقتيات والنمو بسهولة. ويستمر شكل يرقات الزنابير على هذه الهيئة البسيطة مدة انسلاخ أو انسلاخين، على مر الجزء الأوسط من حياتها؛ إذ ليس عليها القيام بالكثير سوى الطفو في المكان، وامتصاص الغذاء، والنمو إلى حجم أكبر. وتبقى قناتها الهضمية الخلفية مغلقة.

ومع اكتسابها كتلة أكبر في جسمها، تلزمها لتتحول إلى حشرة بالغة، تتهيأ يرقة الزنبور لطور الخادرة وتخرج من مضيفها، الذي استُهلك باطنه وتخرب إلى حد كبير، وسرعان ما يأخذ في التحلل. وبالنسبة إلى معظم اليرقات، يكون هذا هو الوقتَ المناسب للخروج. وفي انسلاخها الأخير تحدث تغيرات رئيسة متعددة، فتكتسب اليرقة الناضجة فوهات تنفسية مفتوحة، وتصبح قادرة على تنفس الهواء الغازي عبر التنفس القصبي، وينمو لها رأس أكثر اكتمالًا، له فَكَّان قادران على قضم فتحة الخروج، بالإضافة إلى مغزل قادر على بناء الشرنقة الحريرية. وتنمو غدد الحرير بصورة مفاجئة وسريعة[214]. وأخيرًا لكن ربما ليس آخرًا، تنمو لليرقة البالغة قناة هضمية كاملة، وتصبح قادرة في آخر المطاف على طرح ما خزنته في جسمها من فضلات.

رؤية مزدوجة: طريقتان أخريان للبحث في التطفل

لقد أدى نشوء التطفل الداخلي إلى غزارة غير عادية في أنواع الكائنات، إذ تشعبت أنواع الزنابير، وتكيفت مع الحياة داخل الحشرات الأخرى. إلا أن الزنابير مازالت تملك حيلة أخرى، وهي حيلة أشعلت فتيل انتشارٍ غزيرٍ في أنواعها أيضًا. فأنت تذكر أن التطفل بدأ عندما هاجمت الزنابير الحشراتِ الكبيرةَ المضيفة في الخشب، وشُلَّت تلك الحشرات من جراء سموم إناث الزنابير. وقد اصطلح على التطفل من هذا النوع، الذي يُشَلُّ فيه المضيف شللًا دائمًا، باسم: التطفل المستفرِد، وتدعى الزنابير التي يظهر عليها هذا السلوك: المستفرِدات[215]. إلا أن الغالبية العظمى من الزنابير الحديثة لم تعد تقوم بهذا الأمر، فالمنفعة الوحيدة الفعلية من شل المضيف هي منعه من إيذاء صغار الزنابير. لكن بنشوء التطفل الداخلي لم يعد شل المضيف بلا ضرورة فحسب، وإنما تحول إلى عقبة كبيرة. وتبعًا لذلك، نما عند الغالبية العظمى من أنواع الزنابير الطفيلية الداخلية سلوك آخر لا تُشَلُّ

فيه الحشرة المضيفة مطلقًا، أو هي تُشَلُّ بصورة مؤقتة في أثناء عملية وضع البيوض. ويدعى التطفل من هذا النوع: التطفل المستجمِع، وتدعى هذه الزنابير باسم: المستجمِعات[216].

قد يبدو الاختلاف بين التطفل المستفرد والتطفل المستجمع، للوهلة الأولى، طفيفًا إلى حدٍّ ما، بيد أن مقتضياته التي أثرت في نشوء الزنابير عظيمة جدًّا. والفارق الأساس بينهما هو أن المستفردات تحوِّل مضيفها إلى قطعة عزلاء من اللحم المحفوظ، أما المستجمعات فهي تمكِّن الحشرة المضيفة من المضي في الحياة، والاستمرار في الاقتيات، والنمو، وحتى الانسلاخ، بعد أن تضع بيوضها الطفيلية. وهذا أمر يمكِّن الزنابير من الإغارة على مجموعة متنوعة من أطوار الحياة. وتبحث المستفردات عن حشرة مضيفة كبيرة تقتنصها، لأن يرقاتها لن تجد ما تأكله سوى اللحم الموجود، أما المستجمعات فلها الخيار في الإغارة على المضيفات الصغيرة كذلك. والكثير من أنواع المستجمعات تضع بيوضها داخل الحشرات الفتية جدًّا، التي هي دائمًا أوفر في عددها من الحشرات الأكبر عمرًا، مع أن المضيف يكون صغيرًا فلا يمكنه تقديم الغذاء الكافي لنمو ذراري الطفيلانيات حتى تصل إلى طور البلوغ. غير أن يرقات المستجمعات تجاوزت هذه المشكلة بالنمو ببطء، أو بتأخير نموها، فتُمَكَّن الحشرة المضيفة من الحياة إلى أن تنال كتلة حيوية كافية لتقيت اليرقات بما يكفيها. وبتأخير النمو بعض الوقت، تُمكِّن المستجمعات مضيفها من الدخول في طور الخادرة، وهو طور غالبًا ما يتطلب بحث المضيف عن مكان آمن للاختباء، وربما ينسج شرنقته الحريرية. وبذلك تستفيد يرقات الزنابير من السلوك الوقائي لمضيفها.

وهكذا، نرى أن التطفل المستفرد كان خطة عظيمة للهجوم على الحشرات المختبئة، إلا أنه خطة رديئة للإغارة على الحشرات المكشوفة. فإذا شُلَّت حشرةٌ مكشوفة شللًا دائمًا، فسيسهل على القمَّامات والمفترسات استهدافها، وستُقتل صغار الزنابير مع مضيفها. لذا فإن أعظم منفعة جنتها المستجمعات ربما كانت تمكينها الزنابير الطفيلية من الخروج من الخشب الميت، والإغارة على حشرات مضيفة تعيش وتقتات فوق الأسطح الخارجية للنباتات. فبانقضاض عنيف وحيد، كانت المستجمعات تحطم قيود المثوى في غابات أواخر العصر الجوراسي.

مجتمعات متكتمة مولعة بأسْتاهها[217]

في الوقت الذي نجحت فيه الزنابير نجاحًا باهرًا عندما ابتكرت وسائل تخرجها من محبسها في حطام أشجار الغابة المتفسخة، كانت ثمة زمرة ناشئة من حشرات العصر الجوراسي تزدهر بنشوء طريقة جديدة تمامًا للعيش داخلها. كانت هذه الحشرات الرائدة في مجالها أولى الأرَضات، وهي تعرف كذلك باسم: متساويات الجناح. وقد نما لديها سلوك معقد للعيش في مجموعات، فكانت أولى الحشرات الاجتماعية بحق. وعندما نتحدث نحن علماء الحشرات عن الكائنات الاجتماعية، فإننا لا نعني فقط أنها تجتمع مع بعضها في مجموعات. وإذا رجعنا إلى العصرين الديفوني والكربوني، لوجدنا أن سداسيات الأرجل والحشرات المتجمعات -وهي كائنات من قبيل قافزات الذنب، وهلبيات الذيل، وبنات يوم، والصراصير- ربما عاشت معًا بأعداد كبيرة، إلا أننا لا نصفها بأنها حشرات اجتماعية. فالوصف الدقيق هو أن الحشرات الاجتماعية تعيش في مجموعات فعلًا، لكنها تتصف كذلك بثلاث خصائص عامة.

وأولى احتياجات السلوك الاجتماعي هي حياة البلوغ الطويلة، بحيث يعيش جيلان أو أكثر من أفراد الجماعة معًا. فعند معظم الحشرات غير الاجتماعية، تضع الحشرات البالغة بيوضها ثم تموت؛ فمعظم آباء الحشرات لا تعيش لترى ذريتها تكبر حتى تبلغ. أما دورة الحياة الأطول لدى الحشرات الاجتماعية، فتمكِّنها من إنجاز المطلب الثاني لتكون اجتماعية، إنها: الرعاية التعاونية للصغار. فالحشرات الاجتماعية تقدم الغذاء إلى الجيل التالي، وتزيل فضلاته، وتحميه من المفترسات والطفيليات إلى أن يصل طور البلوغ بنجاح، ويسهم في أعمال القرية بنفسه. والشرط الأخير، وهو ليس آخرها حتمًا، أن الحشرات الاجتماعية تبدي تقسيمًا لأعمال القرية، وهذا ما مكن من نشوء أشكال متخصصة منها (أو طبقات اجتماعية)، تقوم بأداء أدوار معينة في القرية. والغالبية العظمى منها عاملات عقيمات متفردات، وهي لا تنجب ذراري تخصها بل تربي ذرية أمها. وتبني العاملات العش، وتجمع الغذاء، وتقيت الصغار النامية. إلا أنها لا تدافع عن القرية، فهذه مهمة خاصة تقوم بها طبقة الجنود، وهي [جماعة] عقيمة من الأفراد، لها رؤوس كبيرة وأجزاء فموية كبيرة مخصصة تمامًا للدفاع؛ فلا يمكنها الاقتيات بأنفسها، بل العاملات هي ما يقيتها. وقليلة جدًّا من لها بالفعل ذرية تخصها في قرية الأرضة: وهي [مكونة من] الملوك والملكات المنجبات، وتلك أول ملكية في تاريخ كوكب الأرض. فما إن يؤسس الملك والملكة قرية جديدة، ويربِّيا الجيل الأول من العاملات، حتى يستلقيا ويستمتعا بثمار عملهما.

وينظر غالبًا إلى الأرضة أنها صراصير اجتماعية. والحق أن أكثر الأنواع البدائية الحية تشبه الصراصير آكلة الخشب (خبيئات القرون)، ومن المقبول بصورة عامة أن الأرضة نشأت من أسلاف تشبه الصراصير[218]. إن أساس سلوك الأرضة ووجودها يعود إلى قدرتها على هضم السيلولوز في النباتات الخشبية. فحالها كحال أبناء عمومتها من صراصير الخشب، تقوم بإنجاز هذا العمل الصعب عن طريق استضافة كائنات دقيقة متعايشة في قنواتها الهضمية. وكحال الحشرات الأخرى جميعًا، فإن لها هيكلًا خارجيًّا، ومِعَيَاها الأمامي والخلفي مصطفان مع المادة الهيكلية. لذا فإنها حين تسلخ هياكلها في أوقات معلومة، تفقد مع هياكلها القديمة المتعايشات[219] أيضًا. وهكذا، فعليها أن تحصل على متعايشات جديدة، وإلا ستتضور جوعًا حتى الموت.

إنها تحصل على كائنات المعى المتعايشة الدقيقة بوساطة عملية تدعى التبادل الغذائي الشرجي، ويعني تناول قذارة أرضات أخريات. وبقدر ما يبدو هذا السلوك مقرفًا، فإنه أمر حاسم لبقائها حية، ولولاه لما نشأت مطلقًا إحدى المجتمعات الأكثر إثارة وتأثيرًا في هذا العالم[220].

ومن سخرية الأحداث، أن التبادل الغذائي الشرجي قد حل مشكلة أخرى خطيرة تخص العيش في المجتمعات الكبيرة؛ إنها إزالة القاذورات.

الشكل 8-4: تعد الماستوتيرمز داروينيسيس الأكثر بدائية في نشوئها بين الأرضات الحية، من المنطقة الاستوائية شمالي أستراليا، وهي النوع الحي الوحيد من الأرضة الذي يضع بيوضه في أكواز، مثلما تفعل الصراصير. وفي الصورة ثلاث طبقات اجتماعية: جندي (أعلى اليمين)، وفرد خصب عِنِين Neotenic Reproductive [مستديم المرحلة اليرقية] أسود اللون، وبعض العاملات بلون باهت. (حقوق الصورة لباربرا ثرون).

فعندما تعيش الحشرات (أو الحيوانات الأخرى) معًا في جماعات، فإن قاذوراتها المتراكمة يمكن أن تؤدي إلى انتشار العوامل الممرضة الميكروبية، من قبيل البكتيريا والفطريات، ويمكن أن تجذب المفترسات كذلك. فعلى سبيل المثال، عندما تقتات اليساريع في مجموعات، فمن الراجح جدًّا أن تعاني الأمراض، أو أن تكون فريسة، أكثر من اليساريع الوحيدة المتناثرة في الغابة. وتتحاشى الأرضة كل ذلك لا بتناول قذارتها فحسب، وإنما باستخدامها لبناء قنوات وقناطر داخل أعشاشها كذلك.

ولعل أوائل عائلات الأرضة حَوَت عشرات أو مئات من أفرادها فقط، إلا أنها كانت ناجحة جدًّا؛ فمن أولئك خرج ما يربو على 2900 نوع، يمكن أن تضم قراها ما يصل إلى بضعة ملايين من الأفراد. وكل نوع منها له نمط حياته ومواطنه المتفردة، إلا أن كلًّا منها يسهم بقوة في الدورة

الغذائية وشبكات غذاء الفقاريات. وبسبب تنوعها ووفرتها، فإن الأرضة هي من المفككات الرئيسة للخشب والمواد النباتية الأخرى، وتستهلكها الحيوانات الأخرى بنهم. ورابية مرتفعة واحدة من الأرضات الكبار[221] الإفريقية يمكن أن تصل إلى ارتفاع 20 قدمًا [6 أمتار]، ويمكن أن تحوي أكثر من مليوني أرضة عاملة. فإذا قارنا ذلك بحجم جسم الأرضة الواحدة، إذا أخذناه بمقاييس الإنسان، فإن أي رابية من هذه الروابي أكثر ارتفاعًا من أي ناطحة سحاب. وإلى جانب روابي الأنواع الأخرى من الأرضة، فإنها جميعًا أكثر إثارة عندما تأخذ في حسبانك أنها مساكن عائلة واحدة. فالملكة في مجتمع الأرضات الكبار يمكن أن تعيش 10 سنوات، وتضع أحيانًا ما يصل إلى 30 ألف بيضة في يوم واحد، وعلى مر أيام حياتها قد تضع ما يصل إلى 100 مليون بيضة. فكيف ستخرج في نزهة عائلية؟

عن القمل والدجاج

لا يمكننا الذهاب للتنزه في حديقة العصر الجوراسي دون أن نذكر الديناصورات ذوات الريش. لقد كتب الكثير عن أحد أقدم الطيور المعروفة، إنه: قديم الريش[222]، الذي كان له رأس ديناصوري قشري، وأجنحة كبيرة ذات ريش، ومخالب، وذيل طويل من الريش[223]. فكيف تعلمت قديمات الريش، والطيور الأولى الأخرى، الطيران؟ إحدى الأفكار الشائعة في ذلك، فرضية سكنى الأشجار للطيران الانزلاقي [الشراعي]، التي تفترض أن الطيور نشأت من ديناصورات صغيرة تقيم في الأشجار، وذات ريش، أخذت في الطيران بالانزلاق في الهواء من شجرة إلى أخرى. وهذا أمر يسهُل جدًّا قبوله، فهو يفترض ببساطة أن الطيور كانت تحاكي طريقة ناجحة، سبقت إليها الحشرات قبل نحو 150 مليون سنة من ذلك. إلا أن فرضية الطائر المنزلق تعتريها بعدُ عقبتان. فلماذا كلفت الديناصورات الأسلاف ساكنة الأرض نفسها بالتحرك إلى الأعلى على الأشجار؟ وما العوامل التي ربما جعلت لها أطرافًا أمامية كبيرة ذات ريش، حتى قبل أن تستطيع هذه الزوائد الطيران؟

أما فرضية الجري، فتتجاوز هاتين المشكلتين بافتراض أن الطيور تعلمت الطيران ابتداءً من الأرض، لا من الأشجار. ومع أنها فرضية يحتدم عليها الجدل بشدة، فإن هذه الفكرة ظلت قريبة إلى قلبي لسبب بسيط: فهي تؤكد الأهمية الجوهرية للاقتيات بالحشرات، كونها آلية دافعة لنشوء الطيور. وتفترض فرضية الجري أن الطيور بدأت طيرانها بالجري على الأرض مطارِدة الحشرات. كما أنها تفترض أن هذه الحيوانات نشأت لها أولًا أرياش كبيرة على أطرافها الأمامية لا لتطير بها، وإنما لتكون أجهزة محسنة للإمساك بالحشرات. إن فكرة الديناصورات الريشية القديمة التي تجري سريعًا في الغابات، باستخدام قوائمها الأمامية مِذَبَّات، ليست فكرة بعيدة الاحتمال. فنحن تعاملنا مسبقًا مع فكرةِ أن كثيرًا من الديناصورات المقيمة في الأرض زمنَ العصر الترياسي كانت لواحم قارتة [تأكل كل شيء]، ولذلك كانت آكلةً للحشرات إلى حد كبير. ومن الواضح أن الطيور نشأت من هذه الديناصورات نفسها، الصغيرة منها، مثل الديناصور لص الطيور[224]، التي كانت

تقتات على الأرجح أكثر ما تقتات بالحشرات. ومن المقبول تمامًا افتراض أن الطيور البدائية الأولى كانت تأكل الحشرات أيضًا، وأن انتقاءً قويًّا فضَّل السلوكات التي تحسن من قدرتها على الإمساك بسرعة بفرائسها الحشرات. والعقبة الرئيسة لهذه الفرضية هي بيِّنةٌ تشير إلى أن قديم الريش أمضى وقتًا يسيرًا على الأرض، أو أنه لم يعش على الأرض مطلقًا: فمخالبه يبدو عليها اهتراء بسيط جدًّا. إلا أن الفكرتين ينبغي ألا تلغي إحداهما الأخرى. فمع أن قديم الريش ربما كان يطير ويعيش في أعالي الأشجار، فإن أسلافه الأقربين [من الطيور] ربما أقامت على الأرض تطارد الحشرات[225].

ومهما كان رأيك بفكرة مِذبَّة الجناحين هذه، فإن تاريخ ظهور الطيور ذو تداخل، وتبعية متبادلة، مع تاريخ الحشرات ونجاحها. فإذا كان بوسع الطيور الأولى الانتقال إلى الجو، فهل ثمة سبب لذلك أفضل من المسارعة إلى التهام الأسراب المغذية جدًّا التي كانت في كل مكان حولها؟ وما كانت تفتقده الطيور من الحجم، عوضته بأعدادها، فنشأ منها أكثر من 8 آلاف نوع من الأنواع الحديثة، وغالبيتها من آكلات الحشرات[226].

وقد يظن المرء أن الديناصورات ذوات الريش انطلقت بغزارة إلى السماء، فسببت مشكلة للحشرات، وافترست بعضها إلى حد الإبادة. لكن، ليس من بينة تؤيد هذا الظن. لقد اختفت إحدى مجموعات الحشرات في الوقت نفسه تقريبًا الذي ظهرت فيه الطيور الأولى -وهي الحشرات الماردة- إلا أنها كانت مفرطة في كبر حجمها وضجيجها، ولعل افتراسها كان سهلًا جدًّا. أما المجموعات الأخرى، فيبدو أنها لم تتأثر، بل أصبحت فعليًّا أكثر تنوعًا. فيمكننا أن نفترض مطمئنين أن الطيور كانت، منذ البداية، قوى انتقاء قوية وجهت نشوء الحشرات بطرق متعددة. ولعل المقتاتات الناشطة في النهار، أثرت في نشوء كثير من النشاط الليلي للحشرات. وبما أنها مفترسات تبحث بأبصارها، فقد ساعدت في تحفيز نشوء التلبيس، والامتقاع، والمشاكلة[227]. لذا فعندما فتحت الديناصورات أخيرًا طريقها إلى الأجواء، لم تكبح نجاح الحشرات. فقد مضى على الحشرات وهي تطير 150 مليون سنة، حتى جاء الوقت أخيرًا للطيور لتطير معها، وحينذاك كانت الحشرات ماهرة جدًّا في الطيران.

وتنوعت الطيور، فكانت الحشرات سريعة في استغلالها. فثمة مجموعة جديدة من الحشرات الطفيلية، وهي القمل اللادغ والقاضم، يرجح أنها كانت أول من توطَّنَ الطيور، ويجب ألا نخلط بينها وبين أبناء عمومتها المعروفين من قمل الثدييات مصاص الدماء، الذي نشأ بعد ذلك بكثير. وكلا النوعين من القمل اللادغ ومصاص الدماء (من رتبة القمليات عديمات الجناح[228]) بدأ أولًا قملًا قاضمًا؛ لعله نشأ هو نفسه من قمل اللحاء الذي يقتات من أعشاش الطيور الأولى. وبما أن القمل القاضم له ألفة قوية للعيش بين الريش -ألفة قوية جدًّا لدرجة أننا ندعوه قمل الطيور- فلا يمكننا أن نلغي احتمال أن الديناصورات ذوات الريش المقيمة على الأرض كان عندها، قبل ذلك ربما، قمل سبق ظهور الطيور. وكيفما وصل قمل الطيور إلى الطيور، فقد نما بنجاح بالغ في تلك الغابة المصغرة من الريش: فاليوم، ثمة أكثر من 1200 نوع حديث من قمل الطيور[229]. وكانت الأنواع

المحتملة من القمل الطفيلي محدودة بما أتيح لها من الفقاريات المضيفة، فلا يمكنها أن تصل إلى مستويات من التنوع الفائق التي رأيناها لدى الزنابير، التي استغلت بدورها وفرة الأنواع الهائلة من الحشرات الأخرى. وعلى الرغم من هذا القيد، فإن أصل القمل الطفيلي سيبقى على كل حال صفحة أخرى من صفحات قصة نجاح الحشرات الطويلة في توطن كوكبنا.

استمرت قارَّتا لوراشيا وغندوانا بالانجراف متباعدتين بعضهما عن بعض في سنين العصر الجوراسي، فازدادت السواحل، وتغير المناخ القاري من الجاف إلى الرطب، وتحولَت صحاري العصر الترياسي القاحلة إلى غابات ندية، كانت فيها الصنوبريات السامقة التي تشبه الشجر الأحمر [من السيكويا] تسمو فوق أطول ديناصور دبلودوكوس. فعلى الرغم من أن كثرةً من أنواع الديناصورات الجديدة جابت مروج السراخس، واصطخبت بين أغصان الجنكة في حديقة العصر الجوراسي الحقيقية، فإن معظم التنوع في ذلك العصر حدث في المستويات المجهرية الدقيقة، عند: البق، والخنافس، والزنابير، والذباب. ومع اقتراب العصر الجوراسي من نهايته، كانت فرق من الزنابير أشباه الطفيلية تنقب الأشجار الميتة بحثًا عن يرقات الخنافس، في الوقت الذي تقضم فيه الأرضة برقَّة وسط النفايات الأرضية، ويعشش القمل المتشبث في ريش الديناصورات الصغيرة. إلا أن نُشوءَ [أو تطوُّرَ] الحشرات والنباتات في غابات الدهر الأوسط كان يوشك أن يصبح أوضح على نطاق واسع. فمع فجر العصر الكريتاسي، انبعثت وفرة من الألوان مع تبرعم الغابات بألوان أولى الزهور وأريجها. كما شهد العصر الكريتاسي ظهور أولى النحلات، وذباب الأزهار، والفراشات. لقد مضى نحو 300 مليون سنة منذ أن اتخذت النباتاتُ اليابسةَ موطنًا لها، فلماذا استغرق العالم كل ذلك الوقت الطويل حتى يُزهر؟

الفصل التاسع:

العصر الكريتاسي: إزهار وفناء

إن نشوء الأزهار بكل ما فيها من تعقيد في الشكل، واللون، والأريج، مضى يدًا بيد مع نشوء الحشرات المؤبِّرة.

فيرنون هِيوُد، Flowering Plants of the World [نباتات العالم المزهرة]

العلماء العقلانيون كل العقلانية، الذين يعتزون بأنفسهم لحرصهم [الشديد] وهم يبحثون في مجال تخصصهم،

يستسهلون التحليق الجامح في الخيال عندما يرومون حل أحجية قاتل العصر الكريتاسي.

روبرت باكر، The Dinosaur Heresies [بِدَع الديناصورات]

مضى الملِك، لكن ذكراه باقية أبدًا.

نيل يانغ، أغنية My My. Hey Hey [وا لهفتاه]

أكتب هذه السطور في شهر فبراير البارد في ويومينغ. ومعالم الأرض باردة جرداء كأقصى ما يمكن أن تكون. ومع ذلك، أفكر في الأزهار، فلن يتركني عيد الحب أنساها. وشبكات التلفزة، ومحطات الإذاعة، والصحف، والشابكة، تذكرنا كلها بأن علينا شراء الورود لمن نحب. ولبضعة أيام، في فصل الشتاء القارس، تمتلئ المتاجر بباقات الورود وأنواع شتى من الأزهار الأخرى لها عشرات الألوان.

تجعلنا الأزهار عادة نشعر بالارتياح، ما لم نكن مصابين بشيء من أمراض فرط التحسس. فنحن نزرعها في أفنيتنا وحدائقنا، حول منازلنا وأماكن عملنا. إننا نستنبتها في أوعية صغيرة، ونُدخلها إلى بيوتنا. ونحب ألوانها الوافرة، وأشكال بتلاتها المتعددة. وهكذا، ننشئ فن التزيين بالزهور، فنزين بها ستائرنا وورق جدراننا، ونزخرف بها منسوجاتنا، ونلف أنفسنا بأقمشة تملؤها الزهور، ونرتدي حليًّا على أشكالها، حتى إن ثمة من يضع وشمَ أزهارٍ على جسده. ونحن

نحب رائحتها بصورة خاصة، فنجمع أريجها أو نقلده لنستخدمه عطورًا علاجية، ونجعله فيما نستخدمه من عطور، ومنظفات للجسم، وشموع.

ولعل انجذابنا إلى الأزهار مثال آخر على الظاهرة التي دعاها إدوارد ويلسون باسم: حب الأحياء، وهو الحب الفطري الذي يكنُّه البشر للطبيعة والأشياء الحية الأخرى. وبما أننا نشأنا منذ ملايين السنين في الطبيعة، فلعل لدينا توقًا مبرمجًا في جيناتنا لنحيط أنفسنا بأكثر جوانبها بعثًا على السرور، [وأعني]: الأزهار؛ إحدى أفضل مواد الطبيعة التي أحببناها. لكن يبدو أننا نحب الأزهار أكثر من أي كائن حي آخر، فمن المؤكد أننا لا نشعر بالشعور نفسه تجاه الفطريات، أو السمادر، أو الضفادع، أو العقارب، أو الأفاعي، مع أن كلًّا منها يمكن أن يكون ذا ألوان يستمتع المرء بالنظر إليه. وبعض أنواع البق كريه الرائحة[230] لها روائح لطيفة، والواقع أن روائحها ألطف من رائحة بعض الأزهار، إلا أننا لا نهديه لأزواجنا وأحبابنا في عيد الحب. ولعل الأزهار عند مستوًى أساسي جدًّا تجذبنا إليها بالخصائص نفسها التي تغوي بها الحشرات. فألوانها الزاهية وأشكالها الغريبة تجعلنا نلمحها من مسافة بعيدة، مثلما تفعل النحلة. وعندما نقترب منها نتصرف بإيجابية استجابة لأريجها ورحيقها، مثلما تفعل الفراشة. إن الأزهار، والنحلات، والفراشات، مألوفة جدًّا اليوم، حتى أصبح من السهل أن ننسى أنها لم تكن تملأ الأرض يومًا.

تصدُّعٌ، وانزياح، وديناصورات هائمة

يغلب علينا أن نسمع الكثير عن النهاية الكارثية للعصر الكريتاسي، ولا نسمع الكثير عن سنينه الطويلة. لقد انتهى العصر بطريقة مثيرة باصطدام كويكب ضخم (يفترض أنه) أباد التيرانوصورات، ومكن (في نهاية الأمر) من خروج الثدييات من تسلط الديناصورات اللاحمة. وسنعود إلى المزيد من ذلك لاحقًا. أما الآن، فلنركز على ما كانت الأمور عليه في العصر الكريتاسي، الذي دام زهاء 79 مليون سنة، وهو وقت طويل، حتى بالمعايير الكونية.

لقد تغير تركيب هذا الكوكب من المجتمعات الحيوانية الكبيرة تغيرًا ملحوظًا في ختام العصر الجوراسي ومستهل العصر الكريتاسي، قبل نحو 130 إلى 145 مليون سنة. فحيوانات الأباتوصور، والدبلودوكوس، وأقاربهما تلاشت إلى حد الانقراض، وغدت غابات العصر الكريتاسي تملؤها مجتمعات جديدة من العواشب الكبيرة، خاصة من الهادروصور[231] ذي منقار البط، والديناصور ثلاثي القرون المزخرف، وأقاربها متعددة الخصائص. وفي تلك الأثناء، كانت القارة العظيمة الجنوبية غوندوانا تتكسر على نحو عنيف، ففرقت بعنف قطعان الديناصورات المذعورة. وكتلة اليابسة التي نعرفها اليوم باسم أمريكا الجنوبية أخذت بالانقسام مبتعدة عما نعرفه اليوم باسم إفريقيا. ومع كل زلزال عظيم، كانت التصدعات تتشكل في الجنوب والشمال، وتندفع المياه إليها، إلى أن انفصلت تلك المساحات تمامًا في آخر الأمر بممر مائي، وتشكَّل المحيط الأطلسي الجنوبي الضيق الصغير. واستمر قاع المحيط الأطلسي الجنوبي في النماء والزيادة في العرض منذئذ، دافعًا ببطء لكن بقوة شديدة أمريكا الجنوبية وإفريقيا عن بعضهما أبعد فأبعد. لكن

أمريكا الجنوبية أصبحت، في أوائل العصر الكريتاسي، جزيرةً قاريةَ ضخمة، كان يفصلها في البداية ممر مائي ضيق عن إفريقيا، كما كانت منفصلة مسبقًا وبعيدة عن أمريكا الشمالية (ولم يصل الجسر البري لأمريكا الوسطى بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية معًا إلا قبل بضعة ملايين من السنين وحسب).

وإذا كان لنا أن نرى قارات العصر الكريتاسي من الفضاء الخارجي، لأمكننا أن نميز على الأقل أشكال المساحات الحديثة، مثل: أمريكا الجنوبية، وإفريقيا، والهند، والقارة القطبية الجنوبية، وأستراليا، إلا أن مواضعها كانت مختلفة كل الاختلاف عما هي عليه اليوم. فأمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا مفصولتين بممر مائي ضيق، أشبه بقناة مائية متعرجة منه بمحيط حديث؛ والقارة القطبية الجنوبية كانت أبعد إلى جهة الشمال، فكانت أقرب إلى أمريكا الجنوبية وإفريقيا منها اليوم؛ وأستراليا المائلة على جانبها كانت قريبة جدًّا من القارة القطبية الجنوبية، يفصلها عنها ممر مائي رفيع. وفي أوائل العصر الكريتاسي، كانت هذه القارات الجنوبية ذات مناخ معتدل، وتناثرت الحيوانات والنباتات على طول الممر الجنوبي من أمريكا الجنوبية، عبورًا بالساحل الشمالي للقارة القطبية الجنوبية، وصولًا إلى أستراليا في الشرق. ولم تكن أمريكا الجنوبية الجزيرةَ القارية المستقلة الوحيدة في العصر الكريتاسي. فشبه القارة الهندية كانت قد تكسرت من الساحل الشرقي لإفريقيا، وبمرور سنين ذلك العصر انجرفت الهند معزولة تمامًا باتجاه الشمال، عبر ما ندعوه اليوم المحيط الهندي.

ومع أن شكلي الهند وأمريكا الجنوبية في العصر الكريتاسي يبدوان مألوفين لنا، إلا أننا لا نستطيع تمييز تضاريسهما. فأكثر ما يلفت الانتباه أنهما منبسطتان نسبيًّا، فالسلاسل الجبلية الحديثة التي نعرفها اليوم باسم جبال الأنديز وجبال الهيملايا لم تكن قد تشكلت بعد[232]. وفضلًا عن ذلك، لم يكن نهرا الأمازون والغانج، أوائلَ العصر الكريتاسي، قد وجدا بعد. وكثير من أنهار غابات الأراضي المنخفضة القديمة أخذت تجف، في الوقت الذي كانت الديناصورات ذات منقار البط ترعى في غشاوة المساء. ومع غرابة هذا المشهد بالنسبة إلينا اليوم، فإنه طفق يزداد ألفة: ففي غابات العصر الكريتاسي، نشأت أولى النباتات المزهرة، وسرعان ما تكاثرت، ونمت مجتمعات وافرة من الحشرات المرتبطة بالأزهار.

رقص جنيات الحلوى الباليه: النشوء المشترك للحشرات والأزهار

لعل النباتات المزهرة، وهي الكائنات الحية ذات الزهور التي تنتج الفاكهة، ويعرفها علماء النبات باسم: كاسيات البذور، قد نشأت أول ما نشأت في العصر الجوراسي أو قبل ذلك، غير أنها كانت في البداية آجام شجيرات نادرة تقتصر على مواطن الغابات الرطبة. فلدينا طلع زهرة متأحفر يعود إلى أوائل العصر الكريتاسي، قبل 134 مليون سنة، ولدينا أوراقٌ وأزهار متأحفرة تعود إلى 124 مليون سنة خلت، ونعلم أن أولى كاسيات البذور انتشرت وتنوعت قبل 120 مليون سنة، ومنها الأنواع المعروفة من زنبق الماء والماغنوليا. وبحلول أواسط العصر الكريتاسي (حتى يومنا الحاضر)، أصبحت كاسيات البذور الأنواع النباتية السائدة في العالم.

لقد كانت الطريقة الأولى لكاسيات البذور في التكاثر مشابهة لنباتات الغنتيات[233] في العصر الكربوني، التي سبقت النباتات المزهرة بنحو 160 مليون سنة على الأقل، وأشبهت أشجار السيكادا الصنوبرية، فكانت نباتات بذرية بدائية ذات جذوع خشبية سميكة، تعلوها تيجان من الأوراق الخشنة دائمة الخضرة، وقد سادت في الغابات التي تجوبها الديناصورات منذ العصر الترياسي. لقد استخدمت الغنتيات الطلع للتكاثر، وتوزعت على نموذجين: فبعضها كان له بنيات منتجة للطلع، وبعضها الآخر كان له بنيات جامعة للطلع[234]. ولم تبد أجزاؤها التناسلية الأنثوية مشابهة البتة لما ندعوه اليوم بالزهرة، لكنها عملت بالطريقة نفسها. لذا، على الرغم من أن الغنيتيليات غير مصنفة في كاسيات البذور، فلربما كان من الإنصاف أن نعدَّها أقدم الزهور. والأمر الأهم، أن الغنيتيليات كانت تؤبَّر بالحشرات فيما يبدو. ويعرف عن الأنواع الحديثة، مثل العلندى، إنتاج قطيرات دبقة من سائل التأبير عند قمة بنيتها الزهرية. ويلتقط هذا السائل حبيبات الطلع الدقيقة، كما يجذب إليه حشرات تزوره لطعمه الحلو.

وقد تمكنت الأزهار -ومعها الحشرات- من اجتياح الأرض بفضل الرحيق الحلو والطلع المغذي. فالنباتات تنتج الرحيق والطلع بغزارة وافرة، تكفي لإطعام قطعان نهمة من الذباب، والخنافس، والزنابير، والعث؛ وجميعها تنثر بدورها الطلع المحشو بالبروتين الذي يعلق في أشعارها. إن المنفعة التغذوية للحشرات واضحة، لكن كيف تستفيد النباتات من تبادل المنفعة هذا؟ فالنباتات راسخة في مكانها، وهي لا تستطيع النهوض من مكانها لتخرج باحثة عن أزواج لها. وحتى العصر الكريتاسي، حُدَّ توزع النباتات غالبًا بقيود التأبير بالرياح. لكن، بعونٍ من الحشرات -والفضل يعود إلى نشاط طيرانها- أصبح بإمكان النباتات في ذلك العصر نشر مادتها الجينية لمسافات بعيدة. واليوم، غدت موجودة بأعداد منتشرة أوسع الانتشار، ومنثورة في الغابات التي تقل فيها حركة الرياح.

إن المنفعة من أنظمة التأبير لكل من النباتات والحشرات قد طبعت بوضوح في السجل الأحفوري، منذ أواسط العصر الكريتاسي. فالأحافير من ذلك العصر غنية لا بأنواع النباتات المزهرة الجديدة المتنوعة فحسب، وإنما بأنواع جديدة من الحشرات المرتبطة بالأزهار كذلك. ونخص بالذكر ظهور أنواع من ذباب جديد له فم طويل مجوف يشبه الأنبوب، تحوَّر للانغماس في الرحيق وامتصاصه من أعماق الزهرة. وهذا الذباب طويل الخرطوم -من ذباب النحل الأول، والذباب محب الزهور، والذباب معقد الأجنحة (من عائلات البومبيليات، والميديات، والنمسترينيات؛ على الترتيب)- هو من أوائل الحشرات شديدة التخصص بالاقتيات من الأزهار. وعلاوة على ذلك، وعند النظر إلى البقايا الحية من أنواع الغنتيات مثل العلندى، وكذلك النباتات البدائية المزهرة التي مازالت حية مثل زنبق الماء والماغنوليا، يمكننا أن ندرك أن هذه الأصناف القديمة من الأزهار حققت نجاحها عن طريق اجتذابها حشرات متنوعة عامة، تتذوق جميعها الأزهار. وكانت وثاقة الاعتمادية المشتركة هي نتيجة النشوء المتشارك على مدى مئة مليون سنة خلت أو أكثر، مثلما نرى في العلاقة بين أزهار السحلب [أو الأوركيد] وأنواع معينة من النحل.

وكانت المجموعات الرئيسة من الحشرات المقتاتة بالنبات -من الحشرات العصوية، والجداجد، وبق النبات، ونقازات الأوراق، والتربسات، والخنافس، والذباب المنشاري، والذباب،

والعث- موجودةً مسبقًا قبل أن يبدأ العصر الكريتاسي. ومرت جميعها بتفجرات ضخمة؛ من ظهور أنواع جديدة كانت تواكب الزيادة السريعة في تنوع النباتات. لكن لم يكن لأيٍّ من كل تلك التفجرات النشوئية، أن يضارع ظهور العث والفراش أواخرَ العصر الكريتاسي. فليس ثمة أي مجموعة حيوانية استطاعت أن تنجح في توطن النباتات المزهرة بما يربو على ما فعله العث والفراش منذ ظهورهما. إن ما دفعهما إلى هذه العظمة النشوئية كان عادات الاقتيات عند أطوارهما اليرقانية غير البالغة؛ أي اليساريع.

هيمنة قشريات الجناح

كالحال التي وصلت إليها النباتات المزهرة في شيوعها، فإن اليساريع المقتاتة بالأوراق، التي تقضم تلك النباتات المزهرة، غدت شائعة إلى درجة أصبح تخيل الأرض دونها صعبًا. وانطلقت هذه الحشرات، التي تقتات من السطح الخارجي للنبات، إلى مسرح العصر الكريتاسي قبل 90 مليون سنة فقط لا غير، مع أوائل انتشار النباتات المزهرة. لقد نشأت من يرقات دقيقة قديمة جدًّا حفرت طريقها في أنسجة النباتات، مما وقاها شر المفترسات، والرياح، وآثار التجفيف الشمسي. وتلاءمت اليساريع المقتاتة بالسطح الخارجي للنباتات، مع بيئتها الأقسى، فنشأت لها بشرة أسمك تمنع عنها فقدان الماء، إلا أن المشكلة الأخطر في الحياة خارج النبات كانت ببساطة الإقامة على النبات. فبخلاف الحشرات التي تحفر أنفاقها في الأوراق، على اليساريع التلاؤم مع حركة النباتات. ولن تنهض النباتات وتجري كالحيوانات، لكن أوراقها غالبًا ما تحركها الرياح، وغالبًا ما تتمايل أغصانها في العواصف. والتمسك بالنبات أمر عصيب فعلًا، فلو سقط اليسروع عن النبات، سيموت على الأغلب إذا لم يجد النبات ثانيةً، أو أنه سيفقد الكثير من طاقته وهو يحاول استعادة موضعه السابق.

ولدى قشريات الجناح بصورة خاصة تكيف مسبق رائع كي تنجح في العالم الخارجي؛ إنه الحرير[235]. ومع أن معظمنا سيذكر فوائد شرانق الحرير في حماية خادرة العث المتحولة، فإننا ننسى غالبًا أهمية هذه المادة لاقتيات اليساريع، وهي مسألة غايةٌ في الأهمية لبقائها حية. فحبل الحرير ذاك هو حرفيًّا حبل الحياة في العالم المكشوف. ومع تحرك اليسروع على النبات، يقوم باستمرار بغزل خيط حريري دبق، يعلّق بسطح النبات. وإذا سقط اليسروع، فإنه يطلق المزيد من الحرير، لينحدر به بأمان إلى جزء آخر من النبات، أو يصعد به إلى حيث كان. وعند أطراف أرجله البطنية ثمة أشواك وخطافات دقيقة، تدعى صنانير، تتمسك بخيوط الحرير عند مشيها، وتحفظ اليسروع متشبثًا بإحكام بالنبات، حتى في الأيام العاصفة. فاليساريع هي المخترع الأصلي للصنارة الدقيقة [الفيلكرو]، والأفضل استخدامًا لها. كذلك، تربط اليساريع الأوراق بعضها ببعض بالحرير، وتستخدم ما تربطه مظلةً تقيها ظروف البيئة الخارجية القاسية، وتختبئ فيها عن عيون المفترسات والطفيلانيات.

وازدادت يساريع العث وأولى الفراشات كفاءةً في قضم أجزاء النباتات مع تقدم العصر الكريتاسي، فنجحت اليساريع على ما يبدو في الوصول إلى ما في النباتات من أجزاء تصلح للأكل. إنها تأكل الأوراق بأكملها، إذ تسحج سطوح الأوراق، حتى تجعل عروق الورقة هيكلًا من العروق،

كما أنها تأكل البراعم، والأزهار، والثمار، والبذور، والسوق، وحتى الجذور. وربما يبدو كل هذا القرض والمضغ كأنه كارثة شاملة حلت بأوائل النباتات المزهرة، إلا أنها لم تتهاون مع ذلك الاعتداء. فمع ازدياد اقتيات الحشرات، كان رد النباتات بأن نشأت لديها دفاعات أكفأ. فنمت لبعضها بشرة أسمك، أو أشواك دقيقة يصعب هضمها، ونمت لبعضها الآخر عصارات غليظة أو صمغية تعلق بالأجزاء الفموية للحشرة، ويستحيل

الشكل 9-1: هذه الفراشة الأحفورية المحفوظة على نحو جميل، برودرياس بيرسيفون (من رتبة قشريات الجناح، وعائلة الحورائيات Nymphalidae)، هي من صخور عصر الإيوسين، في فلوريسانت في ولاية كولورادو، ويتوقع أن عمرها لا يقل عن 34 مليون سنة. لقد نشأت الفراشات أول ما نشأت في العصر الكريتاسي، ونجت من انقراض نهاية العصر الكريتاسي لتصبح عواشب مهمة في العالم الحديث. (الصورة من فرانك كاربنتر. متحف علم الحيوان المقارن، جامعة هارفارد).

مضغها. وكثير من النباتات الأخرى نشأت لديها دفاعات كيميائية جعلت أوراقها مرة الطعم، أو حتى سامة[236]. لقد عرف من هذه المركبات الدفاعية أكثر من مئة ألف حتى اليوم، وتوجد مركَّبات جديدة يتواصل الكشف عنها مع تواصل استكشاف النباتات الاستوائية. وتبدو كأنها تضارع تنوع جيوش الحشرات المقتاتة بالنبات، فهذه المركَّبات تضم العفصيات، وأشباه القلويات، وغليكوزيدات سيانوجية، والكومارينات، والفلافونوئيدات، والستيروئيدات، والتيربينوئيدات، وذلك غيض من فيض. ومع أن هذه الأسماء تبدو غريبة ربما، فإن المركبات شبه القلوية، على سبيل المثال، تضم: الكافئين، والنيكوتين، والمورفين، والأتروبين، والكوكائين، والاستريكنين، والكينين،

والكورار. وعندما يرتشف أحد الناس القهوة أو يدخن لفافة تبغ، فهل سيتفكر في مئة مليون سنة من النشوء المشترك للحشرات والنباتات، الذي جعل هذه المواد متوافرة؟

لكن الأسلحة الكيميائية لكاسيات البذور لم تقض على الحشرات المقتاتة بالنبات، وكل ما هنالك أنها حفزت نشوء طرق اقتيات بديعة جديدة. وحين ينشأ لدى أنواع من كاسيات البذور مركب كيميائي دفاعي جديد تمامًا، فكثيرًا ما قد يمنع الحيوانات العاشبة العامة من الاستمرار في الاقتيات بتلك الأنواع. إلا أن تلك المركَّبات الكيميائية تتغاضى دائمًا عن بضع حشرات متخصصة تمتلك قدرات فذة تمكنها من اكتشاف طرق للاستمرار في الاقتيات بالنبات. فبعض الحشرات تتفادى المركبات الكيميائية بسهولة. ولنضرب مثالًا على ذلك، فيتسنى لحشرة قاضمة أن تقطع العروقَ الكبيرة للأوراق، وبذلك تمنع المركَّبات الدفاعية من الانسياب إلى المكان الذي تقتات منه، أو لعلها تقتات بانتقائية من الأوراق حديثة النمو ذات السموم الأقل. أو يمكن لحشرة ذات أجزاء فموية ثاقبة أن تقتات بانتقائية عبر ثَقبها أماكن في النبات تخلو من المركبات الكيميائية. وقد نشأت عند كثير من الحشرات حيل لإزالة سمية السموم النباتية، بل أفضل من ذلك، أنها وجدت طرقًا لتضمينها في استقلاب أجسامها هي، فتحولت المواد الكيميائية النباتية هكذا إلى دفاعات خاصة بتلك الحشرات في مواجهة مفترساتها.

هجوم بنات النحل

لقد حرض تفجر العصر الكريتاسي، بالنباتات المزهرة والحشرات التي رافقتها، تفجرًا موازيًا في المجموعات الطفيلية والمجموعات المفترسة، فكل نوع جديد من الحشرات ينشأ ليستفيد من نبات مزهر؛ كان هو نفسه طعامًا محتملًا للأنواع الآكلة للحشرات. ومثال ذلك الزنابير اللاسعة (اللاسعات[237])، التي انحدرت من مجموعة الزنابير الطفيلية أواخرَ العصر الجوراسي، فأزاحت قناة وضع البيض لديها من المسرأ إلى ما فوق قاعدة المسرأ مباشرة، وتحوَّر عندها المسرأ نفسه إلى محقنة تحت جلدية تستخدمها لحقن السم. وأدى ذلك إلى أن تصبح إبرة اللسع أداة متخصصة في إعطاء السم، فكانت في النهاية سلاحًا دفاعيًّا خالصًا، وقد سرع هذا التحول في أواخر العصر الجوراسي غزو مجموعة جديدة من الزنابير، وهي زنابير أعشاش المؤونة[238]، وأدى ذلك في العصر الكريتاسي إلى ظهور مجموعات حشرية اجتماعية جديدة، هي: الزنابير الاجتماعية، والنحل، والنمل.

ولعل قناة وضع البيض الجديدة لم تغير الكثير لدى زنابير العصر الجوراسي، فقد استمرت الإناث باللسع، وشل الحشرات المضيفة لتضع بيوضها فوقها. لكن الإناث، لاسيما بعد نشوء إبرة اللسع، لم يعد لديها الخيار في الثقب لحقن بيوضها عميقًا داخل مضيفاتها، فقد بات عليها أن تضع بيوضها مباشرة فوق الحشرات المكشوفة بسهولة. بيد أن الانكشاف نفسه الذي مكن إناث الزنابير من أن تجد بسهولة هذه الحشرات، مكن مفترساتٍ وطفيليات أخرى كذلك من اكتشافها، وهو السبب الذي حدا ببعض الإناث إلى البدء بنقل مضيفاتها المشلولة إلى أماكن معزولة. وبهذا الانتقال، ظهرت لأول مرة زنابير أعشاش المؤونة الانعزالية أواخرَ العصر الجوراسي.

وفي أوقات كثيرة، تحفر أنثى زنبور عش المؤونة الانعزالي حفرة أو نفقًا في الأرض، أو تبحث عن ساق نبات مجوفة، ثم تذهب إلى القنص. فتجد

الشكل 9-2: أنثى زنبور بلُّوطي (من رتبة غشائيات الجناح، وعائلة البلُّوطيَّات Dryinidae) متأحفرة في كهرمان الدومينيكان، يتوقع أن عمرها بين 20 مليونًا إلى 30 مليون سنة، ولها إبرة لاسعة ظاهرة. والبلُّوطيات الحديثة جميعها طفيلانيات خارجية على الحشرات البالغة من متجانسات الجناح أو حورياتها، حيث تمسك بها بأقدامها الأمامية الكلابية، وتلسعها لتشلها، ثم تضع بيضة واحدة بين الحلقات المتراكبة، الجوشنية أو البطنية، للحشرة المضيفة. (حقوق الصورة لجورج بوينار الابن).

طعامًا مناسبًا، يسروعًا مثلًا، فتلسعه، وتحقن سمها الشالَّ له، تمامًا، مثلما فعل أسلافها من الزنابير الطفيلانية لملايين السنين. وتقبض بعد ذلك على الحشرة المشلولة بفكيها أو أرجلها، وربما تطير بها لمسافة بعيدة، أو تسحبها على الأرض. وفي كلتا الحالتين، وبالمثابرة والجهد، تأخذ تلك الحشرة المشلولة عائدة بها إلى عشها، فتحشرها في الحفرة، وتضع بيضة واحدة فوقها، ثم تسد مدخل العش ببراعة، وتبدأ بالعملية نفسها في مكان آخر.

ومع ازدياد براعة إناث الزنابير في البحث عن الحشرات المكشوفة أوائلَ العصر الكريتاسي، كانت إبرة اللسع عندها تتحسن لتصبح أداة قنص خطيرة، فنشأت أنواع جديدة كثيرة من ذوات أعشاش المؤونة. ومع تنوع مهارات الزنابير في القنص، ازداد إبداعها في صنع الأعشاش. فأخذت تحفر الأنفاق في الخشب، مجوفةً لب سوق النباتات، وناحتةً أعشاشها في الصخور العمودية، وفي صفحات الجروف عند الوحل والطين. وتزيد بعض الزنابير الحديثة في ستر أعشاشها فتغلقها، ثم تطير فوقها، وتنثر الرمال عليها لتمحو أي أثر يقود إلى المدخل. وبذلك، غدت الزنابير أول ما استخدم الأدوات الحجرية، وربما كان ذلك قبل عشرات ملايين السنين من إمساك أي من الحيوانات الرئيسة أو الإنسان بحجر.

المجتمع الراقي

إن اختراع عش المؤونة، مرة أخرى، يهيئ التحول من السلوك الانعزالي إلى السلوك الاجتماعي. ففي العصر الكريتاسي، نشأت السلالات الثلاث الرئيسة من غشائيات الجناح الاجتماعية جميعًا، وأسلاف صنعت أعشاش المؤونة. وهي المجموعات التي نعرفها اليوم بأسماء: النحل، وزنابير الورق (ومنها الدبابير)، والنمل.

فالنحل ببساطة زنابير اجتماعية كثيرة الزغب، نشأت لتكُون من المقتاتات بالنبات، ذلك أنها ليست من اللواحم. ووضعت النحلات البدائية بيوضها أرضًا في أنفاق تمامًا مثلما تفعل كثير من الزنابير الانعزالية ذات أعشاش المؤونة، وشابهت طريقتها في مد خلاياها بالمؤونة تلك[239]. لكنها كانت تملأ حجيرتها بالطلع بدلًا من وضع فرائس مشلولة. ومع زيادة تنوع مجتمعات النحل، نشأ لدى بعضها عادات صنع الأعشاش في الشجر، وأخذت تقيم في السوق الممتلئة أو المجوفة المتفرعة من الشجرة. وفي نهاية الأمر، صار بعضها قادرًا على نحت خلاياه وأعشاشه من قطع الشمع، الراشحة من الغدد الشمعية، ومكنها ذلك من سكنى تجاويف كبيرة في الأشجار والجروف.

ونشأت لدى زنابير الورق القدرة على إنتاج ورق متين، عن طريق مزج لب الخشب العَطِن بلعابها، ثم نحت خلاياها من هذا «الورق»، لتخزن فيها موادها الغذائية المشلولة والمقضومة، وهي عادة أصناف أخرى من الحشرات، لتعطيها ليرقاتها. لقد غدت زنابير الورق معماريات خبيرات، إذ تشكل مجموعة متنوعة من الأكِنَّة المعقدة المطبَّقة، متعددة الخلايا ومتعددة الطبقات. فقدرتها الفذة في صنع ورق الأعشاش، وربطه بأي شيء تقريبًا، مكَّنها من الانتقال من أكِنَّة التراب والخشب المجوف، إلى مجموعة متنوعة من الأماكن المكشوفة تبني فيها أعشاشها، فوق أوراق الأشجار، وفروعها، وسطوح الصخور، مثلًا. وبما أن الكثير من زنابير الورق تجمع اليساريع من أصناف شتى، وتقتات بها، فإن قدرتها على بناء أعشاشها مباشرة فوق النباتات المورقة مكنتها من العيش قريبةً من مصادر غذائها.

أما حشرات النمل، فهي زنابير اجتماعية عديمة الجناح. وهي بخلاف النحل وزنابير الورق، نجحت أكثر منهما في هجر سلوك أسلافها، في ملء الخلايا الانعزالية بالطعام، فقامت بتنشئة صغارها في حجيرات مشتركة كبيرة. ومن هذه الناحية، فإن بيوت كثير من النمل أشبه

بأعشاش الأرضة. وكذلك انتقل النمل من التراب ليقيم في مجموعة متنوعة من المواطن النباتية، فكثير منه يبني بيوته في الجذوع المجوفة، أو داخل الجوز أو البذور الكبيرة، وحتى فوق الأغصان المكشوفة، عن طريق ربط أوراقها بخيوط حريرية. وبعض النمل، مثل النمل المسلَّح سيئ السمعة في أمريكا الجنوبية، هجر الأكنَّة الطبيعية كلها، وإذا احتاج إلى بيوت فإنه يبني مخيمات أو معسكرات مؤقتة من الأجساد الملتفة لعاملاته. لقد زاد النمل في تنوع غذائه أكثر من

الشكل 9-3: الوجه والفكان اللذان يشبهان الأنياب لفرد من طبقة الجنود في النمل المسلَّح من القارة الأمريكية، إيسيتون هاماتوم، من كوستاريكا. والنمل الذي يشبه هذا الجندي هو من المفترسات المخيفة في الغابات الاستوائية الجديدة [المنطقة الاستوائية الجديدة هي: أمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، وأقصى جنوب أمريكا الشمالية، باستثناء أقصى جنوب أمريكا الجنوبية].

أي مجموعة من الحشرات الاجتماعية؛ فهو يأكل حشرات أخرى، ومواد نباتية، وبذورًا، وفطريات، والمِغْثَر الحلو الذي تفرزه بعض الحشرات، كالمن، ونقازات الشجر، وبق الدقيق[240]، واليساريع.

إن البنية الاجتماعية للنحل، وزنابير الورق، والنمل، تشبه كثيرًا البنية التي رأيناها آنفًا لأقاربها البعيدة؛ أي الأرضة: فكل من هذه السلالات نشأ عنده أنظمة للطبقات الاجتماعية من العاملات، والجنود، والملكات. وكل منها عنده أجيال متداخلة، فيها حشرات بالغة تعيش عمرًا مديدًا، وكل منها يعتني بصغاره بصورة تعاونية. وبالنشوء المتقارب، نمت كذلك عند الأرضة وغشائيات الجناح الاجتماعية طرق متشابهة في: التواصل الكيميائي، وبناء الأعشاش المعقدة، وسلوكات تبادل الأغذية السائلة بين ساكني العش، وقدرات ترك آثار كيميائية والاستفادة منها، وسلوكات الدفاع عن أرض الوطن[241].

ومن ناحية أخرى، نجد أن بين مجتمعات الأرضة والزنابير بعض الاختلافات الرئيسة. فعند الأرضة، تتحدد الطبقة الاجتماعية بالتعرض للفرمونات الكيميائية [مواد كيميائية للاتصال فيما بينها]. أما عند غشائيات الجناح، فتتحدد الطبقة الاجتماعية بالتغذية ونوع الغذاء الذي يعطى لليرقات. والأرضة توظف أطفالها في العمل. أما النحل، والزنابير، والنمل، فهي عادة لا تفعل ذلك. وبما أن الأرضة ذات استحالة تدريجية -ذلك أن الصغار أقل حجمًا من البالغة- فإن صغارها قادرة على العمل في القرية مع نموها أكبر فأكبر، وتستفيد العاملات البالغات أحسن الاستفادة من مخيمات عمل الصغار. وبالمقابل، فإن النحل والنمل والزنابير، ذات استحالة كاملة: فيرقات صغارها تختلف كل الاختلاف عن البالغة في الشكل، وفي الوظائف المتاحة لها. فيرقات غشائيات الجناح هي سرفات عاجزة، لا تستطيع غير النمو والاقتيات. فهي غالبًا لا تستطيع المساهمة فيما يفيد المجتمع، ولا تبدأ العمل حتى تبلغ طور البلوغ[242]. كذلك، فإن الأرضة أكثر مساواة بين الجنسين -فثمة عاملات إناث وعمال ذكور- أما النحل والنمل والزنابير، فتهيمن الإناث على مجتمعاتها (فهي إناث أمازونيات[243] [مذكَّرات]). وتوجد الكثير من الأسباب المحتملة لذلك، إلا أن النقطة المهمة أن إناث الزنابير لها إبرة لاسعة دفاعية، أما إناث الأرضة فليس لها ذلك. كما أن إناث الزنابير لديها عضو لتخزين النطاف (محفظة النطاف) كذلك، ولديها القدرة على إخصاب -أو عدم إخصاب- أي بيضة حالما توضع. ومثلما ذكرنا آنفًا، بما أن جنس الفرد عند غشائيات الجناح يحدده ما جرى من إخصاب للبيضة أو عدمه، فإن ملكات النحل والنمل والدبابير غالبًا ما تختار إنتاج صغارٍ إناث. ويحتمل أن يعود ذلك إلى أن إناث الزنابير أنفع في قنص الطعام، والدفاع عن عش القرية، بإبرها اللاسعة.

لقد نشأت الأَرَضات من جَدٍّ مشترك واحد غدا اجتماعيًّا. أما السلوك الاجتماعي عند غشائيات الجناح، فقد بدأ بصورة مستقلة في جماعات متعددة. ولا ريب في أن نشوء عادة بناء الأعشاش، ومدِّها بالمؤونة، كان له دور مهم في تحول غشائيات الجناح إلى الحياة الاجتماعية. فأُمُّ الزنبور الانعزالي لا بد لها من ترك عشها بلا رعاية في أثناء بحثها عن الطعام، وبذلك فهي تعرضه وتعرض ذريتها لخطر المفترسات والطفيليات. وحتى الجماعة الاجتماعية الصغيرة جدًّا، تنتفع من تمكين بعض أفرادها من حماية مدخل العش، في أثناء بحث أفرادها الآخرين عن الطعام، أو قيامهم ببناء لوازم العش. وثمة عامل مهم آخر لا غنًى عنه في نشوء إبرة اللسع الدفاعية

لغشائيات الجناح. وهذه الإبرة أداة قوية لا لشل الفريسة وإخضاعها فحسب، وإنما للدفاع كذلك عن العش النامي في مواجهة غارات الحيوانات الكبيرة، التي ربما كانت في العصر الكريتاسي من: الديناصورات، أو الطيور، أو الثدييات آكلة الحشرات الصغيرة. لكن الجانب الأكثر لفتًا للنظر في نشوء الزنابير الاجتماعية هو قدرتها الغريبة ربما، التي من الممكن أن جيناتها هيأتها لها لتكون اجتماعية، بسبب طريقة تحديد الجنس الفردانية الضِّعفانية[244].

وكان السؤال الكبير بشأن الحشرات الاجتماعية على مدى سنوات كثيرة هو: لماذا تنشأ فيها عاملات عقيمات؟ لقد درس تشارلز داروين هذه الأحجية في الانتقاء الطبيعي، إلا أنه لم يستطع حلها. فإذا كانت العاملات من النحل، والنمل، والزنابير، عقيمة فلن تسهم في الأجيال القادمة بذريتها. فلماذا يجنح كائن ما إلى رعاية صغار غيره، ولا يترك صغارًا لنفسه هو؟ إن الجواب المحتمل عن هذه المعضلة الواضحة، والمعروف باسم فرضية الانتقاء من القربى، يكمن في الآثار الجينية الغريبة لطريقة غشائيات الجناح الفردانية الضعفانية في تحديد الذكور والإناث، فبهذه الطريقة تنمو البيوض غير المخصبة لتكُون ذكورًا فردانية، وتنمو البيوض المخصبة لتكون إناثًا ضعفانية. ففي النمل، والنحل، والزنابير، تشترك الأخوات فيما بينها بجينات أكثر (نسبة الجينات المشتركة 75%) من الجينات التي تشترك بها مع بناتها (بنسبة 50%). فلو فرضنا مثلًا أن نملة عاملة أنثى أرادت أن يكون لها مبايضها الخاصة بها، وزوجها الخاص بها، وتنجب صغارًا لها هي، فإنها ستشترك في المتوسط بنسبة 50% من بنيتها الجينية مع كلٍّ من بناتها. ومن ناحية أخرى، عندما تساعد العاملات الإناث أمها في تنشئة بنات أخريات لأمها (أخوات عاملات أخريات)، فإنها تقوم بالمساعدة في تنشئة المزيد من الأفراد، يشاركونها بنسبة متوسطة قدرها 75% من بنيتها الجينية؛ لأن لهذه العاملات الأم نفسها والأب نفسه. وعلى غرابة الأمر، فلعله يساعد في تفسير السبب الذي جعل غشائيات الجناح تنتج الكثير الكثير من المجتمعات الناجحة[245].

إن تكاثر مجتمعات الزنابير الاجتماعية في العصر الكريتاسي، لا قبل ذلك، من المرجح أنه يعود إلى نشوئها المشترك المترادف مع النباتات المزهرة. فالنحل يعتمد كل الاعتماد على الأزهار ليأخذ منها الطلع والرحيق. وبالمقابل، فقد عززت تلك الحشرات من نجاح النباتات المزهرة عن طريق الدفع إلى نشوء أنظمة تأبير ناجحة والمحافظة عليها. ولعل زنابير الورق اكتسبت قدرتها على إنتاج الورق قبل ذلك ببعض الوقت، إلا أنها احتاجت إلى إمداد أعشاشها بمؤونة من طعام اللحوم. لقد أزهر النشوء الاجتماعي إزهارًا مجازيًّا، أما الأزهار فقد أزهرت إزهارًا فعليًّا، وكان ذلك نتيجة إنتاج كاسيات البذور وفرة من الحشرات الصالحة للأكل، مما لم يمدَّ الزنابير وحدها، وإنما النمل كذلك، بالمؤن الوافرة. وسرعان ما نشأ النمل بعد ذلك، غير أن صعود النمل سبقته إمكانات صنع البيوت على نطاق واسع في النباتات المزهرة، وبسبب بذورها المغذية بدأ النمل بدوره بالانتقال إليها والانتشار، فصاغ بذلك شكل المجتمعات النباتية في العصر الكريتاسي. كما أحدثت كاسيات البذور فورة في الحشرات متجانسات الجناح -من نقازات الشجر، والمن، وبق الدقيق، والحشرات القشرية، وقريباتها- التي تتمم إفرازاتُها السكرية الوجباتِ الغذائية للنمل.

لكل فرد نصيبه من اللَّسع

لقد كان مصرع التيرانوصور، والديناصور ثلاثي القرون، والديناصورات الضخمة الأخرى، لغزًا آخر غامضًا من ألغاز الجرائم المستمرة. ومع أن الأحداث الكارثية كانت أقل من الفناء الذي حصل في نهاية العصر البيرمي، فإن انقراض نهاية العصر الكريتاسي استحوذ على تفسيراتٍ أكثر، واهتمامٍ أكبر من الناس. ولعل السبب في هذا الفحص الدقيق له، يكمن في جاذبية الديناصورات الضخمة، والأهمية التي ينطوي عليها انقراضها بالنسبة للأنواع الحية القريبة منا: فمن المحتمل أن ذلك الانقراض فتح السبيل نحو زيادة تنوع الثدييات، والنشوء الأخير للإدراك البشري. ومع ذلك، فإن جميع ملاحظاتنا شديدة الذكاء بشأن هذا الحدث، لم تفلح في حل لغز الانقراض.

فمن بين الكثير من التفسيرات لانحطاط الديناصورات وسقوطها، فكرة تقول بأن سموم النباتات في العصر الكريتاسي قتلتها. إلا أن من غير المرجح -مثلما يبدو- أن تلك السموم كانت منتشرة جدًّا إلى الحد الذي يودي بالديناصورات إلى الهلاك. فكما هي الحال في عالمنا الحديث، كان ثمة كثير من النباتات غير السامة وكثير من النباتات السامة بتركيزات مختلفة للسم. ولا بد أن الديناصورات العواشب كانت قادرة على قضم الأوراق ولفظ المر أو السام منها، تمامًا مثلما تفعل الثدييات العاشبة بفطرتها. ومن المحتمل، دونما ريب، أن المجتمعات النباتية في العصر الكريتاسي نمت فيها أنواع كثيرة من النباتات المزهرة ذات سموم أشد فتكًا، فأصبحت مجتمعات الديناصورات أكثر تخصصًا، وربما أقل تنوعًا ووفرة. وربما أسهمت كاسيات البذور في سقوط الديناصورات العاشبة الكبيرة على فترة طويلة من الزمن (ربما ملايين السنين). لكن، من غير المرجح البتة أنها قد تسممت إلى حد الانقراض في فترة زمنية قصيرة.

وقد افترض بعض العلماء أن ثمة أصنافًا جديدة من الحشرات قد نشأت، ولعلها نشرت الأمراض المميتة. إلا أننا لسنا على بينة واضحة من ذلك، لكن يمكننا أن نكون على يقين مقبول بأن ديناصورات العصر الكريتاسي توجب عليها مناحرة الذباب الصغير مصاص الدماء، وأن الديناصورات ذوات الريش، ومنها بعض الجوارح، من المرجح جدًّا أنها كانت تحمل القمل، وربما حملت حشرات طفيلية تشبه قمل الطيور. فالطيور الحديثة، والزواحف، والثدييات، تهاجمها أصناف مختلفة من الحشرات مصاصات الدماء، تحمل عددًا من الأمراض المختلفة، لذا فمن الصعب تبرير مناعة الديناصورات من هذه الاعتداءات. ويبدو من المرجح أن هذه الحشرات قد لدغتها منذ العصر الجوراسي على الأقل، وأن الأوبئة سرعان ما تفشت بها بعد ذلك، مما أدى إلى تناقص أعداد الديناصورات وانحسارها[246]. فربما أبادت الأوبئة الكارثية بعض الأنواع، لكن ليس ثمة من سبب وجيه لتصور أن مرضًا واحدًا قد أفنى الديناصورات في نهاية العصر الكريتاسي، واستثنى بطريقةٍ ما الطيور والثدييات.

ولا شك في أن اللواسع من الزنابير الاجتماعية، والنمل، والنحل، قد أزعجت الديناصورات أواخرَ العصر الكريتاسي. ولا بد أن هذه الحشرات التي ازدادت ضراوة، زحفت على الغابات من كل حدب وصوب. فأصبحت الديناصورات النباتية تجمع سَلَطاتها من الأوراق بحرص أكبر من ذي قبل، وهي تحاول جهدها أن تتجنب سموم النباتات، والأخطر منها لسعات الحشرات، التي يمكن أن تكون القاضية. ولعل الديناصورات طويلة الرقبة كانت أكثر عرضة للخطر، إلا أن

أي حيوان يرعى سيتعرض لخطر الاختناق إذا أكل بلا قصد منه زنبورًا، فلسعه داخل حلقه. لقد سببت الحشرات اللاسعة خطر الاختناق، حتى للديناصورات ذات منقار البط (الهادروصور)، التي ترعى بكل تؤدة. كذلك لن يسعد أيٌّ من الحشرات اللاسعة بزعزعة عشه. فالأنواع الحديثة منها قادرة على تحصين أعشاشها في وجه الغزاة، سواء أكانت من الطيور أو الثدييات؛ لأنها نشأت أولَ ما نشأت إلى جانب ديناصورات العصر الكريتاسي، التي يرجح أن بعضها كان على الأقل من آكلات الحشرات بصورة جزئية، ويبدو أن من المنطقي افتراض أن الزنابير الاجتماعية اللاسعة قد أتقنت صنع سمومها لتدافع بها عن نفسها على الأغلب في مواجهة ناهبات الأعشاش من الديناصورات الصغيرة. لقد ذهبت أيام الوجبات البهيجة من الحشرات في العصر الترياسي. وبدأت الجوارح، وربما التيرانوصورات، تشعر بحنق الزنابير الاجتماعية والنمل؛ فقد كان عليها أن تسرع في الانتهاء من وجباتها وإلا عرضت نفسها لخطر لسعات هذه الحشرات الانتهازية، التي تسارع إلى جمع فتات اللحم من جثث الحيوانات. فهل سبق أن جاءك دبور قاصدًا سُفْرة نزهتك؟

ويُحتمَل أن مجتمعات الحشرات السامة أسهمت في تناقص أعداد الديناصورات. لكن نعود فنقول: إن من الصعب تصور أمر أكبر من مجرد المساهمة، إلا إذا كانت الديناصورات تعاني فرط التحسس لسموم الزنابير[247]، وهو أمر لا يمكننا التثبت منه البتة. ومن الممتع في نظري أن أتصورها تلهث، وتتورم، وتختنق بلسعات الزنابير، وأظن أن من المرجح جدًّا أن الحشرات اللاسعة جعلت سنوات الديناصورات الأخيرة سنوات بائسة فعلًا بكل بساطة[248].

عندما تصطدم العوالم

لا يبدو أننا بحاجة إلى أي تفسيرات محتملة أخرى لزوال الديناصورات[249]. فثمة كثير من الفرضيات المنطقية، إلا أنها تفضي جميعًا إلى أسباب أرضية أو كونية. ففي الأسباب الأرضية، تنطوي الأفكار الرئيسة على تآثرات [تأثيرات متبادلة] بيولوجية (مع النباتات، أو الحشرات، أو الثدييات، أو الديناصورات الأخرى)، أو عوامل فيزيائية (تغير مناخي، أو انجراف قاري، أو ثورات بركانية). وفي الأسباب الكونية، نجد أفكارًا متنوعة تشير إلى النيازك، والمستعرات العظمى، والأشعة الكونية، وكذلك فإن لم تكن تعيش في كهف مع الذئاب لعشرات السنين، فلربما تدري بالفرضية الشائعة على نحو واسع بشأن اصطدام كويكب بالأرض! وقد دافع لويس ألفاريز عن هذه الفكرة في ثمانينيات القرن العشرين، وكان ذلك بسبب اكتشاف طبقة حدٍّ صخري بين أواخر العصر الكريتاسي وأوائل العصر الثلاثي، وهو ما يدعى الحد الكريتاسي الثلاثي، وهي فرضية مثقلة بنقاط شديدة التركيز بصورة غريبة على عنصر الإيريديوم النادر نسبيًّا. فالحق أن مستويات عالية من الإيريديوم وجدت داخل طبقة الحد الكريتاسي الثلاثي في مواقع كثيرة من أرجاء الكوكب. وعلى حد معرفتنا، يمكن لهذه المستويات العالية أن تأتي من مصدرين محتملين لا غير: فإما تحرَّرَ العنصر من جراء الاصطدام بجسم كوني، مثل مذنب أو كويكب كبير، أو تحرر من أعماق القشرة الأرضية من جراء انفجار ثورات بركانية ضخمة. وقد نالت فرضية اصطدام الكويكب المزيد من التأييد بعد اكتشاف موقع اصطدام محتمل في خليج المكسيك [بين الولايات المتحدة الأمريكية

والمكسيك]، قبالة ساحل يوكاتان. وعلى الرغم من وجود شيء من البيّنة الجيولوجية الجيدة تشير إلى أن الأحداث البركانية في أواخر العصر الكريتاسي أدت إلى هلاك الديناصورات، فإنك عندما تنظر في فرضية اصطدام الكويكب ستراها فرضية مثيرة للغاية[250]. ففكرة اصطدام صخرة عظيمة بالأرض، أدت إلى أحداث انقراض جماعي شملت العالم مسببةً فوضًى عامة... تلك فكرة تستحوذ على الانتباه فعلًا. وفي الوقت الذي نجد فيه بينة جيدة فعلًا على أن الأرض اصطدمت بصخرة كبيرة في نهاية العصر الكريتاسي، علينا ألا ننسى أننا مازلنا عاجزين عن رؤية المدى الفعلي لهذا الضرر بوضوح. والحق أننا -على الأرجح- لن نعلم يقينًا إنْ كان آخر التيرانوصورات قد هلك نتيجة اصطدام كويكب بالأرض، أم هلك نتيجة استنشاقه الأدخنة البركانية السامة، أم أنه أكل زهرة سامة، أو لسعته نحلة، أو أصيب بإنفلونزا الطيور، أو أنه مات بهدوء بعد أن تقدم به العمر في مرج مليء بالأزهار[251].

إن الآثار الفعلية لاصطدام كويكب يمكن أن تختلف باختلاف حجم الجسم الذي يضرب الأرض، بيد أن الآثار المحتملة قد تكون آثارًا مدمرة. ففي موقع الاصطدام، يمكن أن يكون انفجارٌ، وحطامٌ، وحرارةٌ، وغازاتٌ سامة. والاصطدام الكبير جدًّا يمكن أن يُحدِث عمودًا هائلًا من الجسيمات التي يحملها الهواء؛ يمكنه حجب ضوء الشمس، والتسبب في تغير مناخي عالمي. وإنْ كانت ثمة عبرة نأخذها، فلعلها ما يأتي: مثلما الحال مع انقراض نهاية العصر البيرمي، تبدو آثار الكارثة العالمية -مرة أخرى- في أقسى أحوالها على الكائنات الكبيرة على اليابسة، بالإضافة إلى قساوتها على الكائنات البحرية. لقد اختفت بعض الحشرات (والنباتات) في نهاية العصر الكريتاسي، لكن، بخلاف انقراض نهاية العصر البيرمي، لم تفن رتب حشرات على بكرة أبيها، بل حدث شيء من انحدار الأنواع الحية، غير أن التنوع ازداد من جديد على مدى ملايين السنين اللاحقة. وما علينا إلا النظر فيما حولنا من عالمنا الحديث، لنرى أن الحشرات، إلى جانب النباتات المزهرة، والطيور، وحتى الثدييات الصغيرة التي تشبه الزَّبَاب [كالفأر] (التي نشأنا منها بالمصادفة)، قد تدبرت أمر نجاتها جميعًا من ذلك الاصطدام الكويكبي. فحتى في أصعب الأوقات الكارثية، كانت الحياة متماسكة، ومرنة، على نحو لافت، خاصة بالنسبة إلى الكائنات الصغيرة جدًّا ذوات الأرجل الست.

لقد كان عالم العصر الكريتاسي عالمًا جميلًا تملؤه مروج الزهور، والفراشات، والديناصورات ذوات منقار البط، والطيور، وتعكر ذلك الجمال يومًا بكويكب عنيف. ولا نعلم على وجه اليقين إنْ كانت الديناصورات الكبيرة قد ماتت في ذلك اليوم، أو أنها استمرت في البقاء سنوات أو قرونًا بعد ذلك، إلا أن بإمكاننا التيقن من موت آخر التيرانوصورات على وجه الأرض، في مكان ما من أمريكا الشمالية، قبل زهاء 66 مليون سنة. ومع أنفاسه الأخيرة، التي تخرج بالهواء من رئتيه الكبيرتين، باد ملك العظايا الهادرة. والأرجح أن بعض الخنافس والذباب القريبة منه اقتاتت بجثته الضخمة الصريعة. وبالنسبة إليَّ، كان موته ذاك أفضل ما يمثل نهاية الدهر الأوسط؛ أفضلَ من أي اصطدام كويكبي جرى.

الفصل العاشر:

تأملات في الدهر الحديث

الساعة الواحدة وخمس ثوان بعد منتصف الليل. أصوات كيتو [عاصمة الإكوادور]:
صخب متواصل لمحركات السيارات،

ومزامير أبواق، وأحاديث ناس، وصراخ، وصفير، وصياح، وهدير محركات، وصفارات إنذار تصدح وتعول،

و[صوت] طائرات قريبة، وإيقاع متواصل لضجيج بشري في الشوارع يكتنف سيارات الأجرة،

وزمجرة تسارع دراجات نارية، وصفارات شرطة –ومنبه إنذار سيارة- يصدح...

ملاحظات من صحيفتي الحقلية

كيتو الحالمة

تيار نابض،

من أزواج الأضواء الخلفية القرمزية،

لسيارات الأجرة، يتدفق باتجاه واحد،

يقطع شوارع كيتو قُطْريًّا،

كخلايا دم حمراء، في شريان.

الممر الغاص بالسيارات منتصفَ الليل،

تكاد صدَّامات السيارات فيه تلامس بعضها،

تسير الآن بتمهل في الساعة الواحدة والنصف.

عتمة بامتداد كيلومتر،

الأضواء الخلفية تبطئ وتتوقف،

تضيء قليلًا مع المكابح،

ثم تلتف يسارًا مختفية في ظلام نسيان أبنوسي.

كيلومترات بعدها،

الظلمة تشتد،

لكن، بظهور جبال الأنديز،

أضواء لامعة تُرى كأنها النجوم،

لمنازل أناس وشوارع مدينة ممتدة،

ترقِّش جوانب التلال برذاذ متلألئ،

أكثره نقاط صفراء وبيضاء،

موشاة بلون أحمر باهت، خافق متقطع،

تخترق الزرقة اللازوردية.

ليست أضواء الناس هذه نجومًا،

غير أنها لا تماثل شيئًا آخر كذلك،

لعلها مسار عارم في مجرة واسعة فسيحة،

تجمَّع أغلبها في صفوف متطاولة.

لكن، أبعد من ذلك، على مسافة شاسعة،

أقصى الأضواء الشحيحة اجتمعت،

في منحدرات الغابات العالية،

ثمة ما يشبه كوكبات خفية ذات زوايا:

سبعة في أعلاها -ثلاثة في عرضها- اثنان أسفلها.

ومن عجائب المقادير، في دُلجة سماء الليل فوقنا،

لا نجم يُرى أو كوكب.

لقد أعتمت أضواء الفضاء بأكملها،

بضباب الأنديز الكثيف،

سديم عوادم السيارات،

ووهج شاحب ضارب إلى الحمرة لما ينعكس من أضواء المدينة،

مثل سحب الغاز بين نجوم الفضاء،

عند فجر الكون.

نُظِمت في فندق ريو أمازوناس، في كيتو بالإكوادور.

يقع التمدد العمراني لمدينة كيتو [عاصمة الإكوادور] خارج غرفتي في الفندق، تحيط به خضرة جبال الأنديز، وقمم تلفها الغيوم. وتذكرني هذه الصورة الصارخة، بكل ما فيها، بالدهر الحديث؛ عصرنا الجيولوجي الأخير. ففي 65 مليون سنة خلت، رفعت القوى التكتونية جبال الأنديز، فانتهى الأمر بتغيير اتجاه انسياب الماء في أمريكا الجنوبية، وإحداث حوض نهر الأمازون. إن التنوع الكبير في حياة نباتات المناطق الاستوائية الجديدة [أمريكا الجنوبية في غالبيتها] وحيواناتها قد جرى صوغه على مدى الدهر الحديث، وأنا في الإكوادور مع طلابي للبحث في دراسة الحشرات الدقيقة، التي لم يسبق رؤيتها أو اكتشافها في غابة ينابيكو الضبابية، وهي من أغنى مناطق الأرض بالأنواع الحية. لكن هنا في كيتو، تذكرني الفوضى العمرانية بحدث مهم آخر في الدهر الحديث، إنه: النشوء [المفترض] للأنواع البشرية.

ولولا ضرورة إبداء الملاحظات على أصولنا، وتأثيرنا على هذا الكوكب، لما أتعبت نفسي في كتابة هذا الفصل قط. ولْتعلم، من وجهة نظري الخاصة أنا العالم بالحشرات، أن التاريخ الحديث للثدييات يبدو على ما أظن تاريخًا متواضعًا بالمقارنة مع تاريخ الحشرات الموغل في الزمن، الذي قد بدأ -مثلما رأيناه- منذ مئات ملايين السنين. لكنني سأعرض هنا نسختي الموجزة من قصة الإنسان. في يوم من الأيام، بعد أن هدأ غبار أواخر العصر الكريتاسي، من الاصطدام الكويكبي الذي أفنى الديناصورات، وبعد أن استعادت الأرض وتيرتها البيولوجية، اندفعت بعض الثدييات المحظوظة التي تشبه الزَّبَاب -وأذكِّرك بأنها آكلة حشرات- في نفايات الأوراق الوثيرة، لتصطاد اليرقات. ولأول مرة منذ 150 مليون سنة أو نحو ذلك لم تكن صيدًا للديناصورات. فبعد أن تحررت

من عبودية أسنان الديناصورات، تكاثرت هذه القوارض الصغيرة، ذات الفرو، والحلَمات، التي تنتج الحليب. وقد تطور بعضها، وهي الرئيسات الأولى التي تشبه الليمور، لتقيم في الأشجار. وكانت تأكل الحشرات أيضًا، ويحتمل أن بعضها قد وسع نظامه الغذائي فأصبح يستهلك الفواكه إلى جانب الأجزاء النباتية الأخرى. وهكذا، مضت عشرات ملايين السنين، وأسلافنا يزحفون من غصن إلى غصن، ويقضمون الحشرات والنباتات. وبعد ذلك، وبين 5 إلى 12 مليون سنة خلت (في حقبة الميوسين)، تغير المناخ شرقي إفريقيا. فنحن نعلم من سجلات أحافير الطلع أن غابات ذلك الإقليم تضاءلت، فانتشرت الأراضي العشبية. ونظن أن بعض الرئيسات الشجرية نزلت عن الأشجار، وأخذت تبحث عن طعامها، الذي ازداد لحمًا، على الأرض.

وبما أن كثيرًا من ثقافات الشعوب اليوم لاتزال تأكل الحشرات، فبإمكاننا افتراض أن أسلافنا البشرية، الذين تناولوا اللحم بكثرة، فعلوا ذلك أيضًا[252]. ولعلهم اعتمدوا في الحصول على البروتينات من الحشرات؛ مثلما تفعل قرود الشمبانزي [أو قرود البَعَام]، وهي أقرب الكائنات الحية إلينا من الناحية الجينية. ففي أوقات معينة من السنة، يمكن لقرود البَعَام أن تمضي ما يصل إلى 7 ساعات تقتات بالأرضة، التي تصطادها باقتلاع ساق عشبية وإدخالها إلى مدخل عش الأرضة. وتعض الأرضة على العشب، فيسهل استخراجها وتناولها منه (فالأرضة حبيبات بروتين جاهزة). ولربما كان الاصطياد بسوق الأعشاب أبسط شكل يمكن تخيله لاستخدام الرئيسات للأدوات، وأظن أن بمقدورنا افتراض مشاركة أسلافنا البعام في سلوكها الغريب هذا[253]. وفي رأيي أن أصول الاستخدام البشري للأدوات، من مهارات التحريك الممتازة، إلى الحرف اليدوية، وصولًا في النهاية إلى ظهور الحضارة البشرية، متجذرة بقوة في الوجبات الغذائية الحشرية لأسلافنا. ولعلنا ندين بوجودنا الحقيقي إلى الصراصير الاجتماعية. ولولا وجود الأرضة بوفرة، هل كانت الرئيسات ستعود فتنزل عن الأشجار إلى الأرض؟ أشك في ذلك.

لقد شاعت تسمية الدهر الحديث باسم عصر الثدييات، ولعل بإمكانك أن تخمن السبب في ذلك: لأننا نحن [الثدييات] من يروي هذه القصة[254]. فعندما اكتشف البشر تاريخهم النشوئي [المفترض]، تكلفنا الكثير جدًّا من تحقيق الذات. ففكرة أننا لم نهبط هنا على أقدامنا لنحكم الكوكب، بل خرجنا -عوضًا عن ذلك- عبر سلسلة طويلة من أحداث تملؤها الغرابة والعشوائية، لهي فكرة تستلزم الكثير من التأمل. فماذا يحدث لو أن مفصليات الأرجل المفترسة في العصر الكامبري افترست سلفنا الوضيع البيكايا، فأوصلته إلى حد الانقراض؟ وماذا لو أن عقارب البحر المفترسة من العصر الأردوفيشي، وثلاثيات الفصوص، والحباريات، أكلت جميع الأسماك الأولى؟ وماذا لو أن العقارب وأمات أربع وأربعين السريعة من العصرين السيلوري والديفوني كانت مميتة جدًّا، لدرجة أنها تمنع أي فقاري من الإقامة في اليابسة؟ وماذا لو قامت ذوات الأطوار المائية غير البالغة من ذباب الغرفين العملاق من العصر الكربوني بإبادة ذوات الأطوار غير البالغة كلها من البرمائيات المقيمة في البرك؟ وماذا لو طالت الثدييات الأولية من العصر البيرمي، فيما طالت، أحداثُ الانقراض الجماعي إبان نهاية ذلك العصر؟ ماذا لو حدث، في أي وقت عبر مئة مليون سنة من غلبة الديناصورات على الدهر الأوسط، أن عملت هذه المفترسات ذوات الأسنان على الإمساك

والاقتِيات بالثدييات الصغيرة حتى آخرها؟ وماذا لو أن كويكب العصر الكريتاسي أخطأ مسارُه الأرض، فاستمرت الديناصورات سائدة في عهد الرعب؟

وفي كل حالة ذكرناها، فإن الإجابة واحدة: لو أن الأحداث قد جرت باختلاف طفيف، لما كان البشر موجودين هنا على الإطلاق. ومن المدهش حقًّا أننا موجودون هنا لنتأملَ في ذلك، مع أن وجودنا لم يكن أمرًا حتميًّا ولا ريب. إننا نعزز، بصورة تنقصها البراعة إلى حد ما، غرورنا البشري باستمرارنا بتسمية الدهر الحديث باسم عصر الثدييات. مع أن الثدييات في الواقع ليست إلا من الأشياء الهامشية بعيدة الاحتمال في تاريخ الحياة. فعالم الدهر الحديث مازالت تسوده الحشرات والنباتات المزهرة. وبتركيزنا على الثدييات ينصرف انتباهنا عما أرى فيه قصة النجاح الحقيقي لآخر العصور، إنها: أصول المنظومات البيئية وتعقيداتها في الغابات الاستوائية، وغلبة الحشرات عليها.

خمسون تدرُّجًا للَّون الأخضر

ملاحظات من مذكراتي اليومية في ينا‌ياكو:

إننا نعيش في عصر تنوع الأحياء الاستوائية، فالغابات الاستوائية في أرض الدهر الحديث ملآنة بآلاف أنواع النباتات المزهرة، وملايين أنواع الحشرات. وأنا -الآن- وسط هذا التنوع المهيب للأحياء مدةَ أسبوع. إن الغابة في ينا‌ياكو تعد تباينًا لافتًا مع مناظر الشوارع في كيتو. فهنا، وعند لحظات العزلة في أعماق الغابة الضبابية، يمكن للمرء على الأرجح أن يتصور الشكل الذي سيبدو عليه العالم لو أن البشر لم يصلوا إليه. إنها تمطر يوميًّا في ينا‌ياكو، خاصة بعد وقت الظهر، وفي وقت متأخر من الليل، وترشق قطراتُ المطر السقف القصديري لمحطة الأبحاث، فتصدر صوتًا أشبه بوقع البَرَد في ويومينغ على السقف المعدني لسيارتي القديمة كثيرة الصدمات. الوقت الآن هو منتصف الظهيرة، في يوم هادئ وصافٍ على غير المعتاد. ومن النقطة التي أشرف بها من موقع المحطة، يمكنني أن أرى جوانب التلال التي تطوق الوديان، تكسوها الغابات الندية، في المنحدرات الشرقية لجبال الأنديز. إن أصوات مياه الأمطار وهي تتناثر فوق الصخور وتتدفق في ممرات ضيقة، وتتقاطر في كل مكان وتتناثر على الأوراق، وأصوات الماء على امتداد مجاري الجداول، مطبوعة بقوة في ذاكرتي السمعية. فالماء موجود في كل مكان، وكذلك هو الآن في ينا‌ياكو. وهو كثير كثير، إلى درجة أن اسم كلب المحطة كان: «مطر». وحتى تحت المطر، يرتسم في الليل غطاء من الأشعة فوق البنفسجية، فوق آلاف العثث. ويغطي العث النوافذ ودروب المشاة في الصباح. ويضارع التنوع الفائق في أنواع العث في ينا‌ياكو أي تنوع لها في هذا الكوكب.

إن النزول إلى درب الجدول في ينا‌ياكو لهو طريقة جيدة لإدراك التنوع الاستوائي في الدهر الحديث. فالطريق يتلوى مع الجدول كالأفعى، ويقطعه في مرات كثيرة. ونحن نعبر الجدول أحيانًا فوق حجارة حزازية زلقة، أو نخوض في الماء الجبلي البارد. ونعبر كأننا بهلوانات -أحيانًا- فوق الأشجار أو الألواح الزلقة، التي تكسوها الطحالب، والموضوعة على نحو مفكك على فُرَج المياه الباردة. وفي بعض الأيام الماطرة، يرتفع ماء الجدول، وعندها نكون على ثقة من أن أحذيتنا ستمتلئ بالكثير من الماء البارد. وحتى على الطريق المخصص للمشي، فإن الممشى زلق بالطين،

ويكون مراتٍ غادرًا. وبالإضافة إلى ضجيج الماء، نسمع أحيانًا صياح طيورٍ استوائية لا نراها وتغريدها -إنها الديناصورات ذوات الريش الناجحة في الدهر الحديث - مختبئةً في الأشجار الكثيفة، أو عالية في ظُلة الغابة.

وتزداد خضرة الغابة بازدياد رطوبتها. وتزدهي الغابة، حتى في الضوء الباهت تحت الظلة، بتدرجات وافرة من اللون الأخضر، بين الأخضر المائل للزرقة، والأخضر المائل للصفرة، وبين الأخضر الليموني إلى الأخضر الزيتوني، وبين الأخضر العشبي إلى الأخضر البحري؛ إنه اللون الأخضر في خمسين تدرجًا وأكثر، إنه لون الصيف الاستوائي الذي لا ينقضي، إنه اللون الأخضر النضر الريان. اللون الأخضر، لون النباتات، لون الحياة: هو شيء يذكرك دائمًا بصباغ الكلوروفيل، وهي المادة التي تمكِّن النباتات من التقاط طاقة أشعة الشمس. إن اللون الأخضر هو شيء لا يفتأ يذكرنا بأن شمسنا، أقربَ النجوم إلينا، تمدُّ منظوماتنا البيئية الأرضية بهذه الطاقة الإشعاعية.

والتنافس للحصول على أشعة الشمس هو ما يصوغ شكل الغابة على نحو أساسي. فالأشجار تنمو عاليًا، وتنشر أطرافها العلوية لتصنع منها ظلة كثيفة، متبارية في أخذ كثير من ذلك الضوء في الطبقات العالية. أما مستوى الضوء عند وجه الأرض فهو منخفض جدًّا، حتى في وسط النهار. ففي الغابات الاستوائية تامة النمو، تحجب النباتات 90% إلى 95% من ضوء الشمس قبل أن يصل إلى الأرض. وبعض النباتات التي تعيش تحت الظلة تنمو لها أوراق ضخمة، بعرض أقدام كثيرة [متر أو أكثر]، وذلك لتمتص أشعة الشمس النافذة بصورة جيدة. وفي فُرَج صغيرة من الغابات، حيث تكون الأشجار المعمَّرة الساقطة، تزداد لوقت قصير كثافة الضوء الساقط على سطح النباتات. وسرعان ما تنمو الأشجار الفتية من البذور الضخمة، التي تعطيها تغذية مركَّزة في سباقها إلى الأعلى. وغالبيتها مغطاة، مجدُولة بعروق متماسكة، تسعى إلى القيام بالرحلة نفسها. إن المنافسة على ضوء الشمس، والمكان، والمغذيات، منافسة ضارية، ولا يبقى فيها إلا بضع شجيرات فتية تتم نموها لتصبح أشجارَ ظلة الغابة المعمرة. والنباتات المعلقة[255] الصغيرة، مثل السحلبيات والبروميليات، لا يمكنها أن ترجو مباراة الأشجار السامقة، لذا فإنها تقف على عواتق ضخمة: فبجلوسها على الأغصان، تقترب من ضوء الشمس الثمين في الأعلى. إن كثافة ووزن هذه النباتات المعلقة يصبح شيئًا فشيئًا كبيرًا جدًّا، وليس من المستغرب على الأغصان ذات الحزازيات الضخمة، والأغصان المثقلة بالسحلب أن تتصدع، ثم تنهار صريعة على أرض الغابة.

وكانت سوق الأشجار تحلق عاليًا على طول درب الجدول، كأنها أعمدة باسليق[256] خضراء - باسليق الحياة. وتمتلئ كيتو بالكنائس الكبيرة التي بناها الإنسان، قبل مئات من السنين، بيد أنني أفضِّل كنيسة الغابة الطبيعية، التي عمرها ملايين السنين. فكل الأشجار مغطاة بكثافة بالبروميليات، والطحالب، والحزازيات، والأشنيات. ومن مدًى قريب، يبدو سطح أي شيء خشبي تقريبًا شبيهًا جدًّا بالضفاف الحزازية في جداول العصر السيلوري؛ ذلك المجتمع النباتي المصغر، الذي عاشت فيه الأصول الأولى للحشرات على اليابسة. ومازالت تزحف في هذه الحزازيات الديدان الألفية، وأمات أربع وأربعين، والحشرات الدقيقة عديمة الجناح، مثلما كانت منذ أواخر

العصر السيلوري وأوائل العصر الديفوني. وعلى امتداد الطريق فيما تحت ظلة الغابة، توجد أشجار السراخس المنبسطة بعشر أقدام [ثلاثة أمتار]؛ إنها من الناجين القدامى، تذكرنا بغابات العصر الديفوني حيث زحفت الحشرات الحقيقية، ثم نمت لها أولى الأجنحة.

عند هذا العلو المرتفع، من السهل على المرء أن يتصور ويدرك فرضية اللوح الشمسي في أصل أجنحة الحشرات. فالمكان هنا بارد، على الرغم من أننا تقريبًا عند خط الاستواء. فالارتفاع، وظلمة الغابة، والماء المتوافر دائمًا، تعاونت جميعًا على جعل البرد واضحًا في الجو نهارًا. أما الليل، فالجو شديد البرودة فيه بدرجة مذهلة. ومع مروري بأشجار السراخس الطويلة، تخيلت حشرات العصر الديفوني تتشمس على أوراقها العالية. لقد رأينا بعضها اليوم: من هلبيات الذيل صغيرات الرأس القافزة على حطام الأشجار والحجارة، وثنائيات الذنب الأولية عديمة الجناح تحت الأخشاب المتفسخة ونفايات الأوراق، وهي من الناجيات من العصور القديمة التي مسَّها التحوُّر مسًّا رفيقًا.

وعند توقفي في مكان لاجتياز الجدول، رأيت أشجارًا طويلة تشكل قناطر فوقه، وقد أزاحت عاصفةٌ إحداها إلى الجدول، من حوافه المتحاتة. وكان الماء متلبدًا بحطام خشبي متفكك مغطًّى بالطحالب. وتمهلت هنا لأتأمل في العصر الكربوني، وأتخيل كتلًا من المواد النباتية تغمر المجاري المائية القديمة. ففي يناياكو، يمكنك أن تلمس، وتشم، وتشعر، بالنباتات المتفسخة، ولعل حذاءك يمتلئ بالطين الأسود بلون الدباغ، المناسب لعملية التأحفر، إذا لم تدخله أولًا الحشرات، والديدان، والطحالب، والبكتيريا. فمن السهل تخيل غابات العصر الكربوني عند هذا الارتفاع، لأننا هنا في مكان مرتفع جدًّا بالنسبة للأرَضة، والخشب الحزازي الساقط يتكوم بكثافة. فبلا أرضة، كما في أيام العصر الكربوني، نجد الأشجار التي حطمتها العواصف في يَناياكو، التي تقطر دائمًا بالماء، تتآكل ببطء شديد، بالبكتيريا، والطحالب، والفطريات، والأشنيات، وحتى بديدان الأرض الاستوائية العملاقة. وبرفقٍ تنقطع خواطري التي تجوب مستنقعات الفحم، بطيران رَعَّاشةٍ على طول مجرى الجدول، وهذا تذكير مناسب بحشرات العصر الكربوني التي نشأت لها أجنحة كبيرة، وكان بإمكانها الطيران. وتتوقف الرعاشة اللطيفة لوقت قصير على ورقة سرخس، إلى أن تضايقها قطرة مطر مثلًا، فتواصل طيرانها إلى أعلى الجدول. وخرجتُ من أفكاري عن العصر الكربوني، وتابعتُ شق طريقي الصعب في نزول المنحدر.

ومع سيرنا نشق طريقنا في درب الجدول، لاحظت أيضًا أن الغابة الضبابية في يناياكو ما هي إلا لوحة فسيفساء للناجين من الماضي. إننا نرى الأقرباء الحديثة لما كان في العصر البيرمي من عصبيات الجناح، وأسد المن، والخنافس. فنحن نرى سلالة الذباب المنشاري من الدهر الأوسط، وأبناءُ العمومة البعيدة جدًّا جدًّا للديناصورات ذوات الريش مازالت ترفرف وتزقزق في أعالي الأشجار. إلا أن الابتكارات التي شهدها العصر الكريتاسي -من الزنابير الاجتماعية، والنمل، والأزهار، ونخص بالذكر اليساريع التي تقتات مكشوفةً- ترحب بنا ترحيبًا صاخبًا جدًّا.

وتنزلق قدمي بعض الشيء في الطين، وأعود إلى توازني على نحو غريزي مثل متمرس في التايتشي[257] غمره الماء، وأعود قافلًا من أحلام يقظتي في الدهر الأوسط إلى الوقت الحاضر،

لأستمر في خيالاتي في الدهر الحديث. ونتتبع الآن مسار الماء على طول المنحدرات التي ارتفعت في سنوات الدهر الحديث. وينساب الماء مع صوت الخرير إلى الأسفل باتجاه حوض الأمازون، لكن ذلك ليس مقصدنا. فعلى المنحدرات الشرقية لجبال الأنديز، ستأتي الحشرات إلينا. ففي رحلة لملايين السنين، هاجرت دفقات من أنواع حشرات الأمازون إلى الأراضي المرتفعة، وتكيفت مع مناخها البارد.

إن مقصدي هو الغابة التي عند منطلق درب الجدول. وصلتُ إلى الموقع تملؤني الآمال والانفعالات؛ الآمال لأن بالقرب من هنا، وقبل سنتين، كان طالبي الجامعي أندرو تاونسند، قد أخذ عينة بالصدفة من نموذج لنوع جديد من الزنابير الشَّمِقة[258]، التي تنتمي إلى مجموعة الزنابير الطفيلية الدقيقة، وقد غدت تلك بؤرة أبحاث حياتي. ولم يكن أندرو يدرك ما اكتشفه حينذاك، لكنني وجدت الزنبور الجديد بين عيناته، عندما درسناها تحت المجهر في مختبري البعيد في ويومينغ. أما انفعالاتي فقد تضاعفت لأن النموذج لم يكن نوعًا جديدًا فحسب؛ ربما لم تره عينا إنسان من قبل، وإنما كان جنسًا جديدًا من الأحياء كذلك.

وعدت مع فريق البحث الذي يعمل معي لنبحث عن حشرات أخرى غير مكتشفة من قبل. فأنا آمل في العثور على نماذج أخرى لجنس الزنابير الجديد الذي وجدته، لنتمكن من فهم اختلافه عن غيره على نحو أفضل، إلا أنني أعلم أن هذه المهمة صعبة، وفرصتها في النجاح ضئيلة. فالعثور على زنبور واحد بطول 3 ميليمترات في الغابة الضبابية في الإكوادور، هو أمر أصعب بكثير من محاولة العثور على إبرة في كومة من القش. وأتمنى لو أن الأمر كان بتلك السهولة.

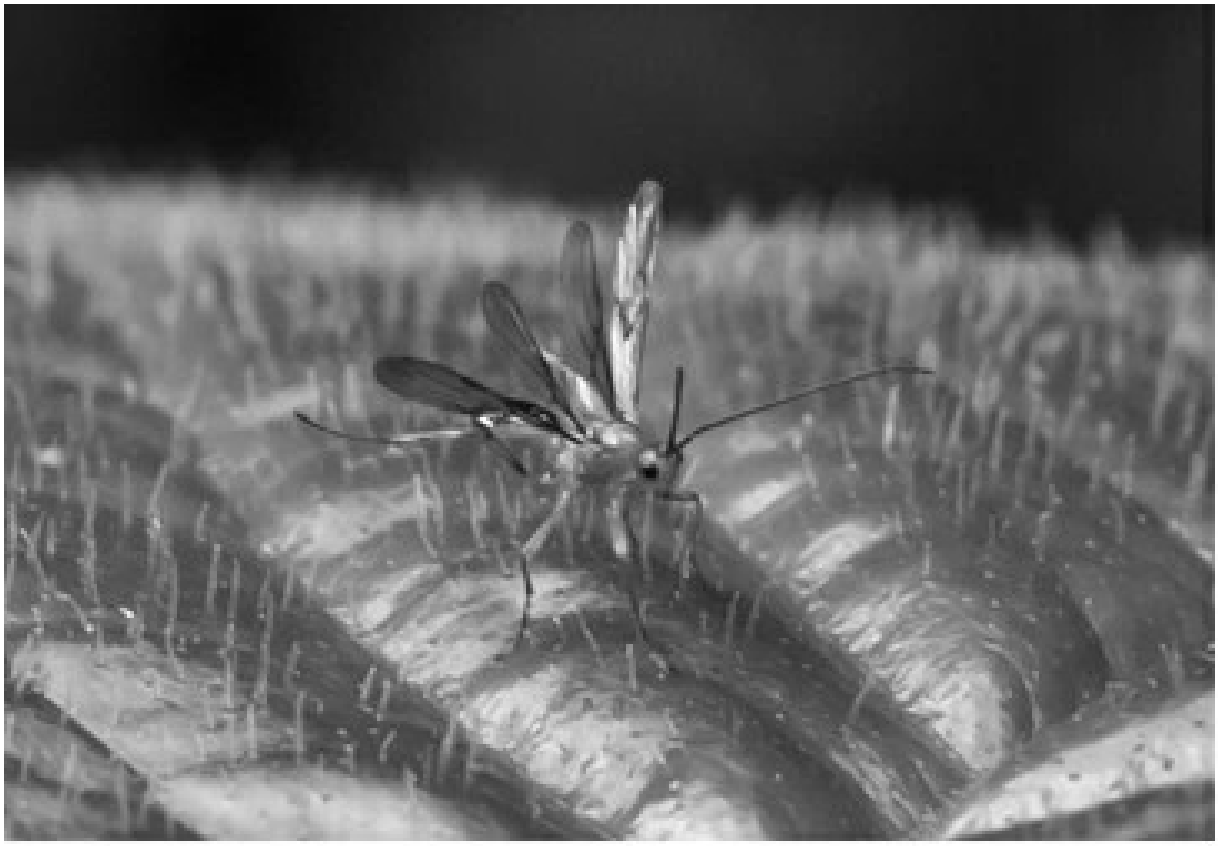
لقد أتينا مسلَّحين بالمعرفة الدقيقة بمكان الإمساك بذلك الزنبور وزمانه، ونعلمُ طريقة اعتيان [أخذ عينات] بسيطة يمكن لها النجاح، إنها: مصيدة الآنية الصفراء، وهي الطريقة نفسها التي استخدمها أندرو للإمساك بذلك الزنبور. إذ توضع آنية بلاستيكية صفراء فاقعة على طول دروب الغابة. وتُملأ الآنية بماء فيه شيء من الصابون (وفي هذه الحالة أضفت مادة فاعلةً بالسطح [شبيهة بالصابون]، وهي المادة نفسها التي تجعلها في آلة تنظيف الأواني لإزالة البقع المائية)، وذلك لتخفيف التوتر السطحي للماء ليكون من السهل أن تسقط الحشرات الصغيرة في السائل. وترى الحشرات الطائرة الأواني الصفراء الفاقعة بقعًا ساطعة على أرض الغابة، وبما أن الكثير منها ينجذب إلى اللون الأصفر، فإنها تهبط إليها مباشرة. وفي المناخ الجاف، كذلك الذي في ويومينغ، سرعان ما تجف الأواني فتحتاج إلى ملئها من جديد. لكن في غابة ينابكو الضبابية، فإن قطرات الماء الموجودة تبقيها ملأى دائمًا. وما عليك إلا أن تفحص الأواني بين الحين والآخر لتلتقط النماذج المرجوة، أو تصفيها بشبكة صغيرة الشقوق[259]. لقد وضع أندرو عشرين آنية ووجد قطعة ثمينة نفيسة. وأنا أزيد الرهان هنا بوضع 200 إناء على امتداد الدروب نفسها. لكن هل تنجح تلك الطريقة مرة أخرى؟ وتقلقني فكرة أن من المحتمل جدًّا عَيْش الحشرة التي أبحث عنها معظم حياتها في الأعالي عند ظلة الغابة. ولعلي أمشي مباشرة تحت آلاف منها. وقبل سنتين ربما كان ذلك

الزنبور بعينه قد رأى مصادفة نقطة صفراء على وجه الأرض، فحلق ليهبط فيها ويتقصى أمرها. وربما تمر عقود مقبلة قبل أن يستطيع أحد آخر رؤيته مرة أخرى.

صعود الطفيليات المستيفعات[260]

لقد ثبت أن بواعث قلقي لا أساس لها من الصحة، على الرغم من أنها واقعية. فبعد أربعة أيام من العمل المضني، نجحنا في العثور على نموذج آخر للنوع الجديد. وفي نهاية الأسبوع، كنت في غاية السرور لعثوري على ثلاثة منها. كذلك، فإن مدير المحطة الحقلية، خوسيه سيمبانيا، كان ينصب فخاخ الآنية الصفراء عشرة أيام في الشهر؛ ينصبها شهرًا ويزيلها شهرًا، على مدى السنة الماضية. وقد احتوت عينات فخاخه على مرطبانات بحجم نصف لتر ممتلئة بعشرات الآلاف من الحشرات الدقيقة، محفوظة في الكحول. وفي النهار، تفحصنا أوانيَّ الصفراء، وعندما حل الليل كنا نعمل في المختبر، ونغربل عينات خوسيه ملء ملعقة في كل مرة. لقد نظرنا في الكثير جدًّا من العينات تحت المجهر، لدرجة أنني في آخر الليل كنت أغلق جفني فتتراءى لي صور الحشرات طافيةً في طبق العينة. وفي بداية الأسبوع، أطلقت دعابة بأنني عندما أعثر على الزنبور الذي أبتغيه، سيعلم الجميع بالأمر، لأنني سأصيح قائلًا: «وجدتها!». ومع مرور الوقت، عثرت أخيرًا على إحداها، وكنت منهكًا جسديًّا وفيزيائيًّا إلى حد كبير، لدرجة أن كل ما فعلته كان أن صفرت صفيرًا منخفضًا، وقلت: «ها هي». إني أقدِّر أننا ننظر في أكثر من مئة ألف من الحشرات الأخرى لنجد زنبورًا واحدًا من النوع الجديد الذي اكتشفناه. فلماذا تكون بعض الحشرات ذات أعداد كبيرة جدًّا، وبعضها الآخر نادر كل الندرة؟

إن الأنواع المختلفة من الحشرات لها سلوكات مختلفة، تؤثر في مستويات



الشكل 10-1: ذكر انعزالي من زنبور طفيلاني، نابو تاونسندي، يجثم على ورقة نبات الدندروفوربيوم، في غابة ينا ياكو الضبابية في الإكوادور. (الصورة من أندي كوليكوسكي).

أعدادها ووفرتها النسبية. وفي الغابات التي تشبه غابة ينا ياكو، ثمة أمثلة جيدة لحشرات شائعة جدًّا: هي القِرْسات الفطرية[261]. ونغف هذا البعوض الصغير يتكاثر بأعداد هائلة في الأوراق المتحللة لأرض الغابة. فالبعوض في كل مكان، ويهبط إلى الأواني الصفراء بجنون. فإذا شئت، يمكنك أن تأخذ مئات العينات منها في صباح يوم عملك. والحشرات الأخرى، كالنمل، هي حشرات اجتماعية، لذا ليس من الصعب عليك أن تأخذ عينات بأعداد كبيرة منها كذلك.

وعلى الجهة المقابلة، فإن الزنابير الجديدة التي اكتشفتها حشرات انعزالية، تنتمي إلى مجموعة كبيرة (عائلة فرعية) من الزنابير الدقيقة تدعى الشَّمِقات[262]. وهي أيضًا صنف خاص من الطفيلانيات التي تسهم بيولوجيتها الغريبة في ندرتها: ذلك أنها تعيش وتقتات في طور ما قبل البلوغ داخل أجسام الحشرات البالغة الأخرى، من قبيل: الخنافس، والبق، وقمل اللحاء، وأسد المن، والنمل، والنحل، وحتى في زنابير طفيلية أخرى، وهو نوع صعب من التطفل أدعوه تطفل الاستيفاع [التطفل على الحشرات اليافعة البالغة][263]. إن الحشرات البالغة لهي في طور الحياة الأقل وفرة [بالنظر إلى] أعداد أي حشرة، لذا يصعب إيجادها، بالمقارنة مع بيوض الحشرات أو يرقاتها. والحشرة البالغة مسلحة أحسن التسليح، ويمكنها الدفاع عن نفسها باللدغ، أو الركل، أو بصق مواد

كيميائية. وإذا كانت تستطيع الحركة أينما كان، وأخفقت أساليبها الدفاعية الأخرى، فبإمكانها الجري أو الطيران بعيدًا. فكيف نشأت المستيفعات متجاوزةً هذه العقبات؟

لقد ذكرنا التطفل المستفرِد فيما سبق من حديثنا عن التطفل، إذ يُحقن السم في جسم الحشرة المضيفة، فيجعلها مشلولة شللًا دائمًا. وتميل المستفردات إلى مهاجمة مضيفاتها المغروسة في الأنسجة النباتية أو الخشب (لذلك فهي في المقام الأول لا تكاد تتحرك)، فتبدِّل حالها لتصبح غير قادرة على الحركة مطلقًا بعد ذلك. وهذه الخطة للعيش والاقتيات كانت نافعة جدًّا عندما نمت في أول أمرها إبان العصر الجوراسي، ومازالت نافعة لعشرات الآلاف من أنواع الزنابير الطفيلية الحديثة. بيد أن المستفردات بطيئة، على نحو يرثى له، في وضع بيوضها. فأنثى الزنبور التي تهاجم يرقة خنفساء مختبئة في أعماق الخشب، تمضي -عادةً- ما يقرب من ساعة أو أكثر في وضع بيضة واحدة فقط. فعليها أن تثقب حفرة في الخشب الكثيف، ثم تدخل مسرأها، وأن تجد يرقة الخنفساء المضيفة، ثم تحقن سُمَّ الشلل، ثم تضع بيضة، ثم تسحب مسرأها من الركيزة النباتية. ومن الواضح أن الزنابير المستفردة لم تنشأ لتهاجم الحشرات البالغة المتنقلة مباشرة. فقد يصيب الحشرة البالغة السأم، فتطير بعيدًا قبل أن تنتهي أنثى الزنبور من مهمتها. لذا كان نشوء قدرة التطفل على المضيفات البالغات بحاجة إلى التطفل المستجمِع.

ولعلك تذكر أن التطفل المستجمع هو أسلوب التطفل الذي يجري فيه حقن البيوض في الحشرات المضيفة المكشوفة والوافرة والمتنقلة، ويتأخر فيه نمو يرقة الزنبور إلى أن تصبح الحشرة المضيفة أكبر حجمًا. فهذا الأسلوب في التطفل، الأحدث والأشيع، تمارسه آلاف أنواع الزنابير في غابات هذا الكوكب؛ إنه يمكِّن المستجمِعات من النجاح في إيجاد مجموعة واسعة من أنواع الحشرات والاقتيات بها، خاصة من اليساريع الصغيرة التي تقتات بالنباتات. وبما أنها ميالة إلى مهاجمة الحشرات المكشوفة، أو المختبئة اختباء ضعيفًا وحسب في الأنسجة النباتية، فقد نشأت لدى الزنابير المستجمعة قدرات لوضع بيوضها بسرعة عالية جدًّا. إذ يمكن لأنثى تلك الزنابير أن تسرع إلى اليسروع، وتطعنه بمسرئها الذي يشبه الخنجر، وتحقن بيضة في جسم اليسروع في بضع ثوانٍ. لقد فتح هذا الهجوم السريع الباب أمام ظهور التطفل على الحشرات البالغة.

وقد نشأت لدى الزنابير الشمقة المستيفعة قدرات أسرع كذلك في وضع البيض. فهي تطير أو تجري إلى مضيفتها البالغة، وتدس مسرأها الحاد كالسكين عبر غشاء الحشرة المضيفة، فيما بين صفائح هيكلها الخارجي أو داخل شرجها، وتقذف بيضة هناك؛ كلُّ ذلك في جزء من الثانية. وتنمو اليرقة المستيفعة على الفور، وغالبًا ما تقتل مضيفتها وتخرج في بضعة أسابيع.

مسيرة المليون حشرة في الغابة

لماذا تزعج حشرة نفسها بالعيش داخل حشرة بالغة أخرى، بينما ثمة الكثير جدًّا من أنواع اليساريع قليلة الحركة، التي يسهل الهجوم عليها، وكذا الأجسام الطرية الأخرى لتأكل منها؟ فرغم كل شيء، وعبر خمسين مليون سنة خلت، كانت ثمة مجموعة متنوعة لا مثيل لها من الحشرات غير البالغة تقتات بالنباتات، وربما عاشت أنواعها أكثر من بقية الأنواع في أي زمن قبلها. لكن الزنابير المستفردة والزنابير المستجمعة كانت ناجحة على السواء، إلى حد أنها تبارت باستمرار

على الوصول إلى هذه المضيفات المقتاتة بالنبات، وأدخلت فيها طفيلياتها. ونحن نرى اليوم ذلك الصراع، ففي غابة على شاكلة غابة ينا‌ياكو، يكون أي يسروع حاملًا لعدد من الأنواع الطفيلية المختلفة؛ يصل إلى عشرة أنواع أو خمسة عشر نوعًا. لكن عندما أتت المستيفعات وأخذت في مهاجمة الحشرات البالغة، لم تكن أي أنواع أخرى تنافسها على الطعام المتاح داخل تلك الحشرات البالغة. ونتيجة لغزو هذه المنطقة المهيأة والجديدة تمامًا، ازداد تنوع الطفيلانيات التي تقصد الحشرات البالغة ازديادًا سريعًا.

وعندما تتكيف الكائنات للإقامة في أعشاش لم يسكنها أحد قبلها، فإن تلك الفرص الفريدة تمكِّن أحيانًا من نشوء أعداد كبيرة من الأنواع الجديدة، وهي ظاهرة تدعى الانتشار التكيفي. وتعطينا أرضنا في الدهر الحديث أمثلة جيدة متعددة للانتشار التكيفي، منها: انتشار الثدييات في أعشاش سكنتها الديناصورات من قبل، وانتشار النباتات المزهرة وحشرات التأبير، وانتشار اليساريع المقتاتة بالنبات على أنواع جديدة من النباتات المزهرة، وانتشار الذباب والزنابير الطفيلانية على اليساريع وعلى الحشرات الأخرى، وانتشار النباتات المعلقة، خاصة السحلبيات والبروميليات، في التعقيد البنيوي لظلل الغابات. كما انتشرت الطيور، والثدييات، والبرمائيات، استجابةً لتنوع الحشرات وما توافر من أعشاش جديدة، فعلى سبيل المثال: هيأ نشوء قواعد الأوراق المقعرة، التي تجمع الماء في البروميليات، مواطن جديدة للضفادع والحشرات المائية. وعزز صعود الحشرات، إلى جانب النباتات المثمرة، التنوعَ في مجموعة جديدة بعينها من الثدييات، وهي الخفافيش. فنشوء الخفافيش والثدييات الأخرى، والطيور أيضًا، هيأ أعشاشًا لانتشار الكثير من الحشرات الطفيلية الجديدة، خاصة من أنواع قمل الطيور، وقمل الثدييات، وكذلك البراغيث. والخفافيش ليس فيها قمل، إلا أن ذلك العش سكنته على كل حال مجموعة جديدة أخرى، إنها: ذباب الخفافيش الطفيلي. ويعطينا تاريخ الدهر الحديث درسًا بسيطًا عن طبيعة البيئة الاستوائية، وطبيعة الحياة بصفة عامة، وهو: أن التنوع يعزّز التنوع. فعندما تعيش الأنواع الحية بعضها مع بعض، ويتآثر [أو يتفاعل] بعضها ببعض، تنشأ سلوكات جديدة متنوعة. وبمرور الزمن، ينشأ المزيد من الأنواع، ويظهر على ما يبدو تعقيد إضافي وتنوع مثير في الأحياء.

وليس الانتشار التكيفي حكرًا على الدهر الحديث. فإذا عدنا ونظرنا في تاريخ الحياة، سنرى بعض الأمثلة الرائعة لكيفية توجيه الانتقاء الطبيعي له، وكيف تنوعت كائنات جديدة لتقيم في الأعشاش البيئية الخالية. إذ يُظهر لنا عصر ما قبل الكامبري توسع الحياة الميكروبية في المحيطات الغنية بالمغذيات. وفي العصر الكامبري الغني بالأكسجين، نرى انتشار الحياة التنفسية متعددة الخلايا، التي ملأت البحار بحيوانات متنوعة ذات هيكل خارجي. ويرينا العصر السيلوري غزو اليابسة؛ استجابةً لغنى الأوزون وحجب الإشعاع الشمسي الضار. كما نعمت نباتات العصر السيلوري وحيواناته بهجرة تكيفية إلى الأعشاش الشاطئية، فصنعت أولى مجتمعات اليابسة على الأرض. أما العصر الديفوني، فقد أعطانا نشوءًا واسع الامتداد لنباتات اليابسة في الأراضي الداخلية والأراضي المرتفعة بعيدًا عن الشطآن، وكذلك تنوعت الحشرات مع تنوع النباتات. ويبين لنا العصر الكربوني الصعود السريع للحشرات ذوات الأجنحة وغزوها للأجواء. أما العلامة المميزة للعصر البيرمي، فهي النشوء الغزير للحشرات ذات الاستحالة المعقدة في أعشاش وافرة لم يسكنها أحد قبلها، كما أنه يرينا النكسة الكبرى الوحيدة في تاريخ الحياة. إلا أن الحياة، خاصة حياة الحشرات، أثبتت أنها مرنة، على الأقل على المدى الطويل.

وقد يستهوينا النظر فيما مضى من تاريخ الحشرات، والنظر إلى تنوعها، كأنه في صعود مستمر. وإذا كان لنا أن نستعرض ذلك التاريخ على مر الزمن، بادئين بأصل أولى الحشرات الحقيقية قبل نحو 400 مليون سنة حتى يومنا الحاضر، فإن خط المَيل سيصعد من نوع واحد إلى 7 ملايين نوع للحشرات، وذلك رقم تقديري حديث لكنه متحفظ، فقد يكون الرقم التقديري أعلى، وربما يكون بين 30 إلى 50 مليون نوع للحشرات، وذلك وفقًا لما يقوله تيري إيروين. غير أن ذلك سيكون تقديرًا تقريبيًّا منصفًا لما تراكمَ من أنواع الحشرات، لكن النمط الفعلي لخط الميل لن يكون خطيًّا بصورة تامة، فلم تنشأ من الأنواع كلها أنواع جديدة بالنسبة نفسها. ومثلما رأينا، تقع حوادث الانقراض أحيانًا. فقد أثَّر انقراض نهاية العصر البيرمي في تنوع الحشرات أكثر مما فعل انقراض نهاية العصر الكريتاسي. لذا، من المرجح أنَّ تدهور الأنواع في ذلك الزمن كان أكبر تدهور [مؤقت] حصل في التاريخ. ولا يمكننا التأكد من الأرقام الدقيقة للأنواع في كل عصر جيولوجي؛ مثلما لا يمكننا التأكد من الأرقام الحالية، وذلك لأن السجل الأحفوري يعتريه النقص على نحو كبير. إلا أن خط الميل ذاك من 1 إلى 7000000، يعطينا نظرة إجمالية حسنة لما أنجزته الحشرات على مدى 4 ملايين سنة.

مأساة انحسار [الموارد البيولوجية] غير الشائعة

قد يستهوينا أيضًا تصور أننا نعيش في الزمن نفسه الذي حقق فيه تنوع الحشرات، وتنوع أشكال الحياة الأخرى على الأرض، أعلى مستوياته. ومازال علينا أن نأخذ بالحسبان أن الذروة الفعلية لتنوع الأحياء سبق الوصول إليها في الدهر الحديث، ربما قبل 200 ألف سنة، قبل أن يغير البشر هذا الكوكب تغييرًا شاملًا. ولتقييم تأثيرنا في الحشرات، علينا أن نعيد النظر بإيجاز في قصتنا نحن البشر. فلربما قبل 20 ألف سنة، بدأنا نؤثر في تنوع الأنواع الحية عن طريق استخدام النار والصيد. وفي مستهل مرحلة الزراعة، قبل نحو 10 آلاف سنة، غيرنا معالم اليابسة بصورة أكبر. وسرعان ما تبع ذلك ظهور المدن، واندلاع الحروب. وما نتج من استنزاف الموارد الطبيعية كان له أثر سلبي تراكمي على الحيوانات والنباتات الصغيرة، وبخاصة الحشرات ذات مناطق التوزع المحدودة. فعلى مدى أربعمئة من السنين الماضية أو نحو ذلك، كان مجيء الثورة الصناعية، والفتوحات الدوائية، قد سرعت في نمو أعداد البشر، فزاد ذلك من تأثيرنا في العالم الطبيعي. وفي مئة السنين الأخيرة، أصبحنا ندرك تدريجيًّا أن البشر يسببون حوادث الانقراض، أو يسببون خطر حدوثها، وذلك بحق كثير من الحيوانات والنباتات؛ لا بممارسات الصيد التقليدية فحسب، وإنما بمجرد توسيع مساكننا إلى مواطن تلك الحيوانات والنباتات.

إننا نعيش اليوم وسط أزمة انقراض جديدة؛ أزمةٍ ناشئة خاصة عن التدمير السريع للغابات الاستوائية، حيث توجد النسبة الكبرى لتنوع الأحياء. ومنذ نهاية ثمانينيات القرن الماضي، أصبحت هذه الأزمة تدعى باسم: «أزمة تنوع الأحياء»، وهي عبارة أشاعها إدوارد ويلسون. وندرك اليوم أن كثيرًا من الموارد البيولوجية على الأرض في خطر شديد. وأنواع الحشرات، لاسيما غير الشائعة والنادرة منها، التي تعيش في المناطق الاستوائية، هي على نحو خاص معرضة لخطر الانقراض، لأن الكثير منها له مناطق توزع محدودة، ويسكن في أعشاش معرضة للخطر بشكل كبير. وتقدِّر دراسة منشورة في تسعينيات القرن العشرين، أن معدل انقراض الحشرات الدقيقة ربما

يصل إلى نوع أو نوعين ينقرضان في كل ساعة. وبصورة عامة، تكون تلك الأنواع أنواعًا قليلة العدد إلى حد بعيد، وكثير منها لم يدرس من قبل، ولم يعط اسمًا يخصه.

إن الخسارة المتوقعة للأنواع الحية تصل إلى درجة أن قسمًا كبيرًا من التنوع البيولوجي على هذا الكوكب، سنخسره في أيام حياتنا خسارة أبدية. ولا شك في مرور أزمات انقراض كثيرة في الماضي البعيد، بالإضافة إلى وقائع صغيرة كثيرة. لكن لأول مرة فيما يقرب من 4 مليارات سنة من الحياة، ثمة حدث انقراض هائل سيسببه انتشار عالمي لنوع حي وحيد، هو الإنسان العاقل. وقد تكون الغابات الاستوائية هي الأشد تأثرًا، وبصورة وخيمة، بيد أن تأثيرنا سيكون متفشيًا إلى حدٍّ بعيد لدرجة أننا سنبدِّل عمليًّا جميع مواطن الأحياء على هذا الكوكب.

وقد يحاول المرء تسويغ هذه الحالة بالظن أن ثمة ملايين الحشرات، فلماذا نهتم لفقد أي منها؟ وقد يقول بعض الناس، من ذا الذي سيهتم لانقراض ذبابة أو نحلة، إذا انتمت تلك الذبابة أو النحلة إلى نوع حي لم يجر تصنيفه؟ لكن كيف سيكون الأمر لو أن تلك الذبابة -أو النحلة، أو الزنبور، أو الخنفساء- كانت متخصصة في تأبير نبات معلَّق؟ إن أفول ذلك النوع من الحشرات، يمكن أن يسبب أفولًا لاحقًا لأنواع من النباتات، وكذلك ضياعًا لحشرات أخرى تعتمد عليه. ويدعى هذا النمط، من زوال نوع أساسي يدفع إلى زوال أنواع أخرى، بالأثر المتتالي، وهو ظاهرة حقيقية جرى توثيقها في المؤلفات البيئية المنشورة.

وعلينا أن نستذكر أن كل نوع حي، هو نوع فريد. وكل نوع حي له دور بيئي مميز، وكل نوع حي يتضمن في جيناته، بعض الخصائص التي لا توجد في الأنواع الحية الأخرى. وبعض هذه الخصائص يحتمل أن يَنتفع به البشر في المستقبل من الناحية الاقتصادية. فالحشرات يمكن أن تكون مصدرًا للزيوت، والخيوط، والشمع، والعطور، وحتى الطعام. ولعل ملايين من أنواع الحشرات تنتج الحرير، إلا أن قلة منها فقط جرى تدجينها واستخدامها من الناحية التجارية. ولعل الحشرات غير المكتشفة تنتج عقاقير الأدوية التي تشفي أمراض البشر. فليس من السهل علينا أن نطير إلى كوكب آخر لنجد أنواعًا جديدة ومفيدة، إنْ كان ثمة أنواع حية هناك، لذا فعلينا بدلًا من طرح سؤال بشأن الاهتمام أو عدم الاهتمام بزوال الحشرات، أن نطرح سؤالًا أوثق صلةً بالموضوع: كيف يمكننا أن نبرر حوادث الانقراض الجماعي الحالية، في حين أننا نزيل الموارد النافعة المحتملة التي لا يمكننا تعويضها مطلقًا في حياتنا؟ فلو كان بإمكاننا التوقف عن تدمير المواطن الطبيعية، لاستطاع كثير من الحشرات البقاء على قيد الحياة، ولنشأت أنواع جديدة كثيرة في المستقبل البعيد. غير أنَّ من الحمق الانتظار فقط دون حراك، حتى تأتي حوادث الانقراض. إنَّ علينا -عوضًا عن ذلك- أن نحفظ قدر ما نستطيع الأنواع الحية الموجودة، راجين قدوم يوم علينا نكتشف فيه منافعها المحتملة.

وإذا وضعنا جانبًا النظرة النفعية، فإن الأنواع الحية مهمة في جوهرها كذلك، ببساطة لأنها موجودة. فيوم أمس قمت بجولة قصيرة ماشيًا في غابة ينا‌ياكو الاستوائية مع ستة من طلابي، وفي أقل من 10 دقائق وجدنا نوعًا جديدًا من زنابير إيلاثا التي كنت أدرسها، وهو نوع يهاجم يساريع فراشة ألتينوت السامة على أوراق نبات أصفر من نجميات الأزهار يدعى: مانوزيا. وفي نحو ساعة وجدنا 18 نوعًا من الزنبور الجديد، وأمضينا خمس عشرة دقيقة نشاهد ونصوِّر أنثى زنبور تستقصي، ثم تضع بيوضها في يسروع. ففي نهاية الأمر، ليس من المهم حقًّا أن يكون لهذا النوع

بعينه أي منفعة للبشر؛ إنه فاتن على نحو مدهش. وعلاوة على ذلك، فإن اكتشاف أنواع جديدة يمكن أن يكون أداة تعليمية فعالة لبناء أجيال المستقبل من علماء الأحياء. ومن المهم، اليوم، أكثر من أي وقت مضى، أن نعلِّم الطلاب الشباب جوانب تنوع الحياة، خاصة لأن الأنواع الحية في طريقها إلى الانقراض بأسرع من اكتشاف علماء الأحياء أنواعًا حية جديدة منها[264].

ومما يبدو من المفارقات الكبيرة، أن الكثير جدًّا من الناس، يتحمسون من جهة أولى إلى آفاق استكشاف الفضاء والكواكب الأخرى بحثًا عن أشكال جديدة للحياة، لكنهم يُخبِتون من الجهة الأخرى إلى غفلتهم عن الحياة غير المكتشفة على الأرض. فأين هي البهجة في إرسال مسبر فضائي إلى المريخ، وكشط الغبار عن بقايا ميكروبات قديمة لكنها منقرضة اليوم، حتى لو كانت عاشت هناك ذات يوم؟ إنه لأمر عظيم أن نعلم أن الميكروبات قد عاشت يومًا هناك، إلا أن بوسع هذا الاكتشاف أن يتأخر بضعة عقود أخرى. أليس الأمر الأكثر إثارة بحق هو إرسال مسابر آلية، أو الأفضل من ذلك إرسال مهمات بشرية مجهزة أحسن تجهيز إلى غابات حوض الأمازون، لاكتشاف أشكال الحياة الغريبة والمجهولة هناك؟ سنكون قادرين على فحص أنواع حية جديدة لا حصر لها فيما يبدو، وقد تنقرض في غضون خمسين سنة إذا لم نعمل اليوم على اكتشافها. وقد يندهش عامة الناس من الكائنات «الغريبة» التي تقيم في الأرض؛ عالَمِنا الصغير، إلا أنه المكان الوحيد في الكون كله الذي نعلم بكل ثقة أن الحياة موجودة فيه.

ويرى علماء الفلك، وعلماء فيزياء الفلك، وعلماء نشوء الكون، في تريليونات المجرات في الكون تعقيدًا مدهشًا ومثيرًا للانتباه، ويرون أن المجرات نتيجة بهيَّة للانفجار العظيم. وافتح كتابًا في علم الكونيات فلعلك ستجد الفصول الأخيرة فيه تتحدث عن تنوع المجرات، ونادرًا ما يحدثك عن الكائنات الحية. إلا أنني، بصفتي عالم أحياء، مضطر إلى رؤية الكون الحي النتيجةَ الأبهى للانفجار العظيم. فالبنية التشريحية والفيزيولوجية لحشرة واحدة هي من جوانب عديدة، أعقد من بنية نجم من النجوم ووظيفته. وبالمثل، فإن المجموعة المتنوعة من الأشياء الحية في غابة استوائية، وتعقيد شبكاتها البيئية وتشابكها، لهو أمر أكثر سحرًا وبهاءً من البنية الفيزيائية لأي مجرة.

وربما سيصعق علماء الفلك وعامة الناس إذا أخذَت المجرات، واحدة في إثْر أخرى، بالاضمحلال والزوال إلى الأبد، خاصة إذا كانت ستختفي بسرعة كبيرة؛ بحيث يزول نصفها في مئة السنين القادمة. وما الذي سيحدث لو اكتشفنا أن البشر هم المسؤولون عن ذلك؟ هل كان العالم سيقف جانبًا ليسمح لنا بإفناء المجرات؛ إذا كانت لدينا طريقة لإيقاف تخريبها؟ ينبغي على كل إنسان أن يشعر بنُذُر الخطر، لأننا نفقد في كل يوم كنوزنا من الأحياء؛ إنه الإرث الحي لأربعة مليارات سنة من النشوء العضوي. والمحافظة على قسم كبير من الأنواع الحية ليست بالمسألة المعقدة. فكل ما نحتاجه هو التوقف عن إزالة المواطن الطبيعية، والبدء بدراسة أحياء هذا الكوكب بحيوية متجددة. فإذا استطعنا، في خمسين سنة قادمة، أن نعزز تعليم علوم الأحياء، ونزيد في تمويل الأبحاث، سنتمكن من حفظ ملايين الأنواع الحية من الزوال. والخبر الجيد أنْ ليس علينا بناء مركبة فضائية، لنطير بها إلى نجوم بعيدة لمجرد اكتشاف أشكال جديدة من الحياة، فكل ما يلزمنا أن نقطع تذكرة إلى الإكوادور، أو البرازيل، أو البيرو، أو إندونيسيا، أو عشرات أخرى من البلدان

الاستوائية، ونمشي نزهةً في غاباتها[265]. أما إذا استمرينا في تخريب المواطن الطبيعية، وزيادة سرعة التغير المناخي العالمي، فقد نمحو معظم ما بقي من الغابات الاستوائية، مع كثرة لا تحصى من الأنواع الحية. الخيار خيارنا.

ومع إنهائي هذا الفصل، أنظر إلى الخارج فوق وادي ينا‌ياكو في مشهد صافٍ فوق ظلة الغابة المرقشة، إلى القمم البعيدة من سلسلة جبال الأنديز الشرقية. والسماء لا تمطر الآن، بل هي زرقاء مشرقة، والضباب الخفيف يتصاعد من أعالي الأشجار، وعباب من الغيوم البيضاء تستقر عند أعلى قمة وأبعدها، كأنها كرات قطنية ضخمة. ومهما ابتعدت بنظرك، في أي اتجاه أردت، سترى ظلة الغابة. وعند النظر إليها من الأعلى، ستبدو كأنها حقول بلا نهاية من شتلات القرنبيط باهتة اللون. والغابة من الأفق البعيد تبدو بدرجة واحدة من الخضرة، لكن فيما يقابلني منها أرى درجات لونية مختلفة للأشجار، وكل قمة من قممها متميزة عن غيرها، لها شكل لا كغيرها، ولون لا كغيرها، ومجتمع من النباتات المعلقة لا كالذي لغيرها. كما أن أوراق كثير من قمم الأشجار تميل إلى اللون الأخضر، إلا أنها تبدو بدرجات من ألوان الأصفر، والأبيض، والبني، والوردي، والبرتقالي، والأحمر. إنني أنظر إلى مئات الأنواع من الأشجار المختلفة، مشكلةً فسيفساء نباتية معقدة. وعلى الأشجار القريبة مني، خارج نافذتي، يمكنني أن أخمِّن عن قرب الحمل الكبير من النباتات المعلقة؛ من مجموعة متنوعة من البروميليات، والحزازيات، والأشنيات. ولا بد أن هذا الوادي وحده يحتوي على أنواع حية أكثر من الأنواع التي تسكن الولايات المتحدة الأمريكية الشرقية كلها. ومباشرة فيما يلي المشهد الذي أراه، عند القمم الأبعد عني، يقع حوض الأمازون الخاص بالبرازيل والبيرو، ذلك الحوض الغني بالأنواع الحية.

وتعود طيور السنونو مع غروب الشمس، لتجثم على العوارض الخشبية التي تعلو غرفتي، وتبدأ النجوم بالظهور في سماء ليل ساكن بهيم. ومع تغلغل العتمة، تبدأ مئات العثث بالطيران، وتحل الخفافيش محل طيور السنونو آكلة الحشرات. وثمة عاصفة تتلوى فوق جبال الأمازون البعيدة، لترسم مشهد الصواعق الحرارية[266] فوق أبعد الجبال. لكن السماء فوق وادي ينا‌ياكو لاتزال صافية. وتبدي مجرة درب التبانة نفسها بوضوح وبريق مذهلين. ويجلس بعض الطلاب بهدوء عند أعلى العوارض الخشبية، مأخوذًا بالنجوم والشهب. وعندما أنظر إلى النجوم، لا يمكنني أن أتمالك نفسي دون أن أتساءل: هل ثمة حياة في مكان آخر؟

ملحق الكتاب:

فرضية الكون الحَشَريِّ

ليس ثمة عقل راشد يفترض أن الأجسام السماوية، التي يمكن أن تكون أعظم من أرضنا بكثير،

لن تحمل كائنات تشبه الكائنات التي تحملها أرضنا البشرية أو تتفوق عليها.

جيوردانو برونو، De l'Ininito Universo e Mondi [كونٌ وعوالم بلا حدود]

عندما كان في جزيرة نانتكيت [جنوب شرق ولاية ماساتشوستس] سنحت له فرصة رؤية زوارق صغيرة من الخشب الأسود،

يشبه الخشب الحربي في جزيرته الأصلية، وبناءً على سؤاله، علم أن جميع صائدي الحيتان الذين ماتوا في نانتكيت،

كانوا قد سُجُّوا في الزوارق السوداء نفسها، ودار في خياله أن التسجية بهذه الطريقة ستسعده كثيرًا؛

لأن ذلك يختلف عن العادة المتبعة في قومه، الذين كانوا بعد تحنيط محارب ميت، يمددونه في زورقه،

ويتركونه يطفو بعيدًا باتجاه أرخبيل النجوم. ولا يعود ذلك فقط إلى أنهم يعتقدون أن النجوم جزر،

بل لأنَّ فيما وراء كل أفق ظاهر بحاره المعتدلة التي لا يحدها حد، تنساب متداخلة من السماء الزرقاء،

وبذلك تتشكل الموجات البيضاء في درب التبانة.

هيرمان ميلفيل، Moby Dick [رواية موبي دِك]

لدينا باعث كبير على الاعتقاد بأن ثمة الكثير من العوالم الغنية بالماء، التي تشبه أحيانًا عالمنا،

وكل منها له مجموعة كاملة زاخرة من الجزيئات العضوية المعقدة.

فالكواكب التي تطوّق النجوم الشبيهة بالشمس يمكن أن تقدم بيئات

قد تظهر وتتطور فيها الحياة لمليارات السنين.

أفلا يكون هناك عدد ضخم وتنوع كبير من العوالم المسكونة

في مجرة درب التبانة؟

كارل ساغان، The Search for Extraterrestrial Life

[البحث عن الحياة في الفضاء]

سأبدأ بالتساؤل عما إذا كان ما افترضناه بشأن تاريخ الحياة ليس افتراضًا خاطئًا. فعندما أصبح في علمنا أن البشر كانوا النتيجة بعيدة الاحتمال، كلَّ البعد، في سلسلة طويلة من الأحداث المشروطة والتصادفية، فلعلنا قفزنا إلى استنتاج خاطئ مفاده: أن النشوء لم يكن يومًا تصاعديًّا، وأنْ ليس ثمة من صنف من الحيوانات يمكن التنبؤ بنشوئه. لكن مجرد بُعْد احتمال حدوث شيء ما، لا يعني أن حدوث جميع الأشياء الأخرى بعيد الاحتمال بالقدر نفسه. بل الأمر أن بعض الأحداث أكثر احتمالًا، أو أقل احتمالًا، من غيرها، مثلما يخبرك مندوب شركات التأمين. وهذا هو السبب الذي يفرض علينا دفع تأمين السيارة والمنزل، لكننا لا ندفع تأمين البركان، أو الكويكب، أو الإرهاب. وربما كان ثمة نوع بشري واحد، إلا أن ثمة ملايين من أنواع الحشرات. وتعني لي هذه الحقيقة وحدها رجحان أن يكون وجود كائنات الحشرات أكثر احتمالًا من أي شيء آخر.

كما أنني أجد نفسي أتساءل عن وجود الحياة وطبيعتها على الكواكب الأخرى، تمامًا مثلما فعل جيوردانو برونو قبل قرون خلت. وأجد نفسي أزداد تأملًا في فكرة مبتدعة بعينها: هل لنا أن نتوقع أن تتكرر بعض جوانب الحياة على الأرض في مكان آخر؟ وأنا لا أدعي أن الأحداث على الكواكب الأخرى ستتبع التسلسل نفسه بالضبط، ولا أدعي أن ثمة عوالم أخرى تعيش فيها كائنات تشبه البشر. مع أن الكثير من علماء العصر الحديث، وأبرزهم كارل ساغان، يجزمون بأن الكواكب الأخرى لها أجناسها الخاصة بها من الكائنات الذكية كبيرة الدماغ، وكثير من الناس يرون في هذا الافتراض افتراضًا معقولًا لدرجة أن الفلكيين يتفحصون السماء بحثًا عن إشارات راديوية محتملة آتية من النجوم الأخرى، ويعتقد ملايين الأمريكيين بوجود الكائنات الفضائية والصحون الطائرة. لكن، يبدو لي أن الكائنات الذكية كبيرةَ الدماغ ليست نادرة في الكون فحسب، كندرتها على كوكبنا هذا، وإنما أن وجود الكائنات الصغيرة التي تشبه المفصليات والحشرات في كواكب أخرى هو أقرب احتمالًا بكثير كذلك؛ فعشرات الملايين من أنواع الحشرات تعيش هنا على الأرض. وفي كل كوكب يتمكن من الوصول إلى مرحلة «الحظ» من النشوء ليتكاثر فيه جنس ذكي، لا بد أن يكون مقابله مئات وربما مليارات من الكواكب القابلة للسكنى، التي لا تصل أبدًا إلى هذه المرحلة، إلا أنها

تستقر ببساطة عند مرحلة أكثر ترجيحًا للنشوء على الكواكب: عوالم تملؤها البحار، والأجواء الغنية بالأكسجين، والغابات، والنباتات، التي لا تكاد تبقى على قيد الحياة وتتنوع لولا الحشرات أو أشياء أخرى تشبهها.

ولننظر فيما يمكن أن يحدث في الوقت نفسه على كواكب أخرى، تدور حول نجوم أخرى تشبه شمسنا، عندما كانت الحياة تنشأ على الأرض. لقد انتهى علماء الفلك إلى أن المكونّات الحرجة لحياة النباتات -من الكربون، والأكسجين، وبخار الماء، والحديد، والأحماض الأمينية- ظاهرة بوفرة في أرجاء الكون. وبما أن ثمة مليارات النجوم تشبه تمامًا شمسنا في مجرة درب التبانة، وثمة أيضًا تريليونات من المجرات الأخرى، وكل منها فيها مليارات النجوم، والكثير منها لا بد أنه يشبه شمسنا؛ فعلينا افتراض أن تجمعات من المادة تماثل ما كان في الأرض، ستتكثف، لتصبح منظومات قابلة للسكنى على الكواكب الأخرى، في أماكن كثيرة من الكون توجد فيها نجوم صفراء أخرى.

وعلاوة على ذلك، وبناءً على ملاحظة أن الحياة على الأرض كان نشوؤها في أوله سريعًا جدًّا بعد تكوُّن الغلاف الجوي؛ فقد تبرَّد كوكبنا بدرجة كافية، وتشكلت بحار من الماء السائل، وتضاءل قصف النيازك المتأخر. ومن المعقول، أو حتى من الممكن، أن الحياة قد تنشأ في مكان آخر في الظروف نفسها، على هيئة ظهور أبسط أشكال البكتيريا. وجرى الإيمان بهذه الفكرة على نطاق واسع، وتغلغلت في ثقافتنا العلمية بطرق متعددة؛ إنها فكرة تشكل القاعدة العقلانية لعلم أحياء الفلك. فنحن نستفيد من مِنَح الأبحاث، ونعطيها إلى العلماء، بغرض البحث عن الحياة خارج الأرض، مع أنها لم تكشف مطلقًا حياةً من ذلك القبيل؛ لأننا نرى ذلك أمرًا معقولًا، أو حتى محتملًا. وذلك هو السبب في أننا نبحث اليوم عن بيِّنة لميكروبات أحفورية على المريخ، والسبب في أننا نتقصى بحثًا عن بيِّنة على عملياتٍ حيوية في قمر تيتان، قمر زحل ذي الظروف الجوية المشابهة للأرض القديمة. إن كون الحياة البكتيرية في كوكب آخر أمرًا معقولًا، هو أيضًا السبب وراء كون معظم كتب الفلك التمهيدية الحديثة تتضمن فصلًا عن الأصول الكيميائية للحياة.

وعلى الرغم من أن كتب الفلك تخبرنا كم يبدو محتملًا أن تدب الحياة وحيدة الخلية، فإنها تخبرنا أن لا شيء -فيما يبدو- سيدلنا على الاتجاه الذي ستأخذه الحياة بعد ذلك. ومن أجل معرفة تلك النقطة عليك مراجعة كتب علم الأحياء، إلا أنها تبحث في تاريخ الحياة على الأرض، وغالبًا لا تذكر لك الاحتمالات الموجودة في أماكن أخرى من الكون. ومع ذلك، وعند النظر في هذا التاريخ، ربما نستطيع التكهن بقدر كبير من الأنماط المحتملة للحياة خارج الأرض. وأحد الاستنتاجات الواضحة هو أن الكائنات وحيدة الخلية ربما لا تنمو سريعًا لتصبح كائنات متعددة الخلايا، في أي مكان كان. والسبب الأكبر وراء افتراض أن الحياة لا تتقدم بسرعة إلى مرحلة التعقيد، هو ملاحظة أن الحياة البكتيرية على الأرض ظلت حياة وحيدات الخلايا لمليارات السنين، واستغرق الأمر أكثر من ثلاثة مليارات سنة لتظهر حياة متعددات الخلايا والحيوانات ذات عمليات الاستقلاب السريعة. ولا شك في أن هذا التقدم البطيء للأحداث، لا يجعل التقدم باتجاه مرحلة التعقيد يبدو أمرًا محتومًا، إلا أن بإمكاننا ربما مقارنته مع التقدم البطيء للأحداث في نشوء النجوم. فنجم كشمسنا، قد يظهر أنه مستقر أو غير متغير لمليارات السنين، لكنه في النهاية سرعان ما يتحول إلى عملاق أحمر بسبب ظروف كانت متوقعة في بداياته. لذلك فبافتراض وجود شروط كيميائية مشابهة لتلك التي على الأرض، على كواكب مشابهة تدور حول نجوم ذات كثافة مكافئة للشمس، علينا أن نفترض أن

أشكال الحياة خارج الأرض قد تنشأ فيها القدرة على تقسيم جزيئات الماء بضوء النجوم (وهو مصدر الطاقة الأوفر والأكثر توقعًا في رحبات الكون)، وتكوين جزيئات عضوية بالطاقة المتحررة، وإنتاج الأكسجين الحر. وحياة التمثيل الضوئي، بطبيعتها الخاصة، قد تبدِّل الظروف الجوية في أي كوكب كان. ويتفاعل الأكسجين مع الحديد في البحار والصخور إلى أن تتشكل مركَّبات مستقرة، وعندما يتجاوز إنتاج هذا الغاز المقدار الداخل في التفاعل مع الحديد، فإن أي غلاف جوي سيتغير ليصبح أغنى بالأكسجين. وإذا كان نشوء الحيوانات متعددة الخلايا ذات الأجهزة التنفسية هو في حقيقة الأمر تكيفًا طبيعيًّا؛ لتجنب التسمم بالأكسجين [المفرط المخرب للخلايا]؛ فإن تفجر أشكال متعددات الخلايا هو النتيجة الحتمية للعمليات المتوقعة من الناحية الفيزيائية.

ومن السهل افتراض أن الأكسجين ربما يحرِّض على نشوء تعقيد متعددات الخلايا، ومجموعة متنوعة من أشكال الحيوانات. لكن من الصعب تمامًا افتراض أنه قد يحرض على الارتقاء إلى شكل معين من الحيوانات، وأعني: المفصليات؛ وذلك بالضبط ما أناقشه هنا. فالتنفس الهوائي يؤدي إلى عمليات استقلاب أسرع، مما يعزز نشوء مفترسات سريعة الحركة، وشبكات غذائية بيئية أعقد. وتستلزم عمليات الاستقلاب السريعة أجهزة حركية، تنشأ فيها أجزاء هيكلية متمفصلة تديرها العضلات. وتكون الأجهزة الهيكلية إما خارجية أو داخلية، وقد رأينا أن الهياكل الخارجية من السهل أن تنتُج بالاستقلاب من طرح النواتج الثانوية. ولم يكن الأمر مجرد حظ جعل تفجر العصر الكامبري يُظهر غلبةً لأشكال الهياكل الخارجية -فهي أكثر فعالية في الدفاع، وبذلك تكون أفضل للبقاء على قيد الحياة- وإذا كان لنا أن نأخذ أي عبرة من حشرات الأرض فهي ببساطة: أنَّ صِغَر الحجم أمرٌ جيِّد. فالكائنات الصغيرة تحتاج إلى موارد قليلة للبقاء، وبإمكانها أن تقطن في أعشاش صغيرة جدًّا، وتزداد تخصصًا شيئًا فشيئًا، وهي تنشأ بسرعة أكبر من الكائنات الكبيرة، بسبب قصر أعمار أجيالها. لذا فأنا أدعي أن المفصليات ليست منتجًا متوقعًا وحسب من تفجر العصر الكامبري، الذي ولده الأكسجين، وإنما أنها توطنت كذلك وبقيت في العصور التالية على نحو متوقع. لقد أقامت المفصليات في تربة الأرض، وغاباتها، وأجوائها، لأنها كانت الكائنات الأكثر تنوعًا، والأفضل تكيفًا مع تلك التحولات. والخصائص البسيطة جدًّا؛ من الحجم الصغير، إلى الأجنحة، إلى النمو الانسلاخي، تؤكد أن الحشرات كانت أفضل من توطن وبقي من بين الكائنات، وأثبتت أنها مرنة حتى مع أكثر الأحداث كارثية، سواء كانت تلك الأحداثُ تصادمات قارية، أو تغيرًا مناخيًّا عالميًّا، أو ثورات بركانية هائلة، أو ارتطام كويكبات. ولجميع هذه الأسباب، أعتقد أن الكائنات الصغيرة التي تشبه المفصليات والحشرات، سيكون نشوؤها وبقاؤها على الكواكب الأخرى أكثر ترجيحًا، حيثما توافرت الظروف المناسبة لوجود الحياة.

ولعلك تكون متشككًا بفكرتي. ولا بأس في ذلك؛ فالتشكك أمر صحي في التفكير العلمي. وقد يعتقد بعض الناس أن الأمر ليس علميًّا البتة، فما هو إلا تخمينات بعيدة عن الواقع. حسنًا إذًا، سأطرح فكرتي على صورة فرضية علمية. وسأدعوها فرضية الكون الحشري، التي تنص ببساطة على أن: الكون الحي ممتلئ بالحشرات. وأنا لا أتوقع أن ثمة عوالم أخرى تمتلئ بالحشرات تمامًا مثلما تمتلئ الأرض بها، من: فراشات، ونمل، وخنافس، وذباب، ونحو ذلك. فقد تكون الحياة في مكان آخر من الكون ذات أشكال متنوعة محتملة، بأي عدد كان. وقد تكون معتمدة على «الدَّنا» الذي يتحرك لولبيًّا بصورة مختلفة عن الدَّنا الذي نعرفه، أو قد تعتمد على جزيئات أخرى ذاتية

التكاثر مختلفة كل الاختلاف، وقد تنشأ لها أشكال أجسام ذات حلقات كثيرة، لكن في أي كوكب تنمو فيه الحياة بعد البكتيريا لتصل إلى الحيوانات متعددة الخلايا، وحيث تتوطن اليابسةَ الكائناتُ ذات التمثيل الضوئي التي تشبه النباتات، لا بد أن تكون أكثر أشكال الحياة وفرة وتنوعًا كائناتٍ صغيرة ذات هيكل خارجي، مشبهةً المفصليات. وقد تكون لها ضروب مختلفة من حلقات الجسم، وأنواع من التقسُّم إلى حلقات، وأعداد مختلفة من الأرجل، لكنها مع ذلك ستماثل المفصليات.

إن فرضية الكون الحشري لهي فرضية قابلة للإثبات، وقد تجاوزت لتوها اختبارًا واحدًا: فمن المُشاهد أن هذا الكوكب ممتلئ امتلاءً هائلًا بالحشرات. وبإمكاننا بسهولة تصور مسالك أخرى ربما سلكتها الحياة على الأرض في طريق النشوء بلا أي بشر، وحتى بلا ثدييات أو ديناصورات، لكنها كشفَت تاريخ الأرض مثلما نفهمه، ومن الصعب أن نتصور كيف كان يمكن للمنظومات البيئية على اليابسة أن تنشأ لولا الحشرات، أو لولا كائنات تشبه الحشرات. كما أن بوسعي أن أفكر في ثلاثة اختبارات ممكنة مقبلة. فقد نجري فعليًّا اتصالًا بكائنات ذكية خارج الأرض. وبعد أن نتعلم التواصل معها، وعلى افتراض أنها ودودة ويمكن محادثتها، يمكننا أن نسألها عن الظروف التي تحيط بكواكبها، وبذلك نكون على دراية بعلم الأحياء خارج الأرض. كما أن بمقدورنا أن نستثمر التكنولوجيا البصرية لإظهار الظروف الموجودة على الكواكب البعيدة. أما الوقت الراهن، فلا نستطيع فيه حتى رؤية تلك الكواكب، لذا فمن إطلاق العنان لخيالنا أن نعتقد بأننا نستطيع ربما في يوم ما تبيُّن السطوح البعيدة، بما يكفي لرؤية نباتاتها وحشراتها. لذا، ومرة أخرى، لم يكن أحد -في صغري- يتصور أننا سنملك توابع صنعية بعدسات بصرية قادرة على تبيُّن أرقام لوحات السيارات من الفضاء الخارجي. وفي رأيي فإن الاحتمال الأقرب هو أننا سنكتشف كواكب أخرى قابلة للسكنى، ونسافر إليها. إلا أنني متشكك في أن نقوم بذلك بطريقة المسلسلات التلفزيونية والأفلام السينمائية. ويعني هذا أنني لست على ثقة تامة بأن يومًا سيأتي نطور فيه محركاتٍ انعطافية[267]، أو محركاتٍ فائقة، أو طريقةً لتخطي سرعة الضوء، أو حتى الاقتراب منها. لكننا قادرون باستخدام التكنولوجيات الموجودة على استنباط طرق للوصول إلى النجوم الأخرى بسرعة أبطأ من ذلك. وقد تستغرق الرحلة بين النجوم وقتًا طويلًا حتى تتحقق، ولعل بوسع البشر اجتياز تلك المسافات باستخدام أجهزة السُّبات البارد، أو ببساطة بإرسال مسابر آلية قادرة على إجراء الدراسات وإرجاع البيانات.

وهناك مقولة قديمة تقول: «لن تصيب هدفًا إلا إذا سددتَ نحوه». لقد أثبتنا فيما سبق أن بإمكاننا كشف الكواكب القابلة للحياة من مسافة بعيدة، باستخدام طرق بسيطة في التحليل الطيفي والتصوير بالأشعة تحت الحمراء، ويبدو لي أن هذه الطرق ستتابع تمكيننا من البحث عن الكواكب التي فيها آثار حياة معلومة عندنا[268]. فإذا وجد علماء الفلك (وعلماء النبات) أن من المعقول وجود نباتات في أماكن أخرى من الكون -بكميات تجعلنا نبني سفنًا فضائية مجهزة بحساسات بعيدة المدى تكشف وجود اليخضور [الكلوروفيل]- إذًا فلماذا لا نرى أن من المعقول وجود كواكب أخرى يمكن أن يكون فيها تنوع كبير من الكائنات التي تشبه المفصليات والحشرات؟ إن وجود اليخضور في أنحاء قارات بأكملها، لا يشير فحسب إلى مجرد وجوده، وإنما يشير إلى تنوع واسع من النباتات.

وبما أنني عالم أحياء، فأجد أن من المستحيل تصور نشوء منظومة نباتية واسعة التنوع بلا تآثرات بيئية مع الحشرات؛ أو مفصليات تشبهها. فنحن نعلم أن المفصليات تؤثر في جودة التربة وتدوير المغذيات، ومثلما رأينا، فإنها تعزز التنوع النباتي عن طريق التأبير، ونثر البذور، والاقتيات بالعشب. إن توطن النباتات في كوكب ما، ليس عملية معزولة، بل هي تعايش معقد ينطوي على نشوء مشترك مع ميكروبات التربة، والفطريات، وأعداد وفيرة من الحيوانات الصغيرة؛ خاصة الحشرات.

إن فرضيتي عن العالم الحشري تناقض كثيرًا ما تعلمته في السابق، إلا أنني أصبحت أجدها مؤخرًا فرضية لازمة. وعند حلول الليل، وعندما أحدق في النجوم، أبدأ في تأمل الحشرات، وأتساءل إنْ كانت موجودة حقيقةً على كواكب أخرى. وعندما أنظر إلى كوكبات النجوم، أشارك القدماء الذين رأوا فيها حيوانات من المفصليات؛ فتصوروا العقرب في برج العقرب، والسرطان في برج السرطان. وتبدو كوكبة بنات نعش الكبرى[269] أشبه بزنبور طويل الذيل، أما كوكبة التنين، فتبدو أشبه بألفية الأرجل. وتشبه كوكبة الثور خنفساء طويلة القرون، وربما كانت كوكبة التوأمين هي البقع العينية لعثة زحل. وفي هذه اللحظات، أفكر أحيانًا في عالِم الأحياء جون بوردون سندرسون هالدين، الذي كان إذا سئل: «ماذا يسع المرء أن يستنتج من دراسة الخليقة؟»، يقال إنه يجيب: «عليه أن يولع بشدة بالخنافس»[270]. وعلى مدى عقود رأى علماء الأحياء في ملاحظته طرفة فكاهية، بيد أنني أعتقد بضرورة أن نأخذها على محمل الجد، ونتأمل في سبب وجود الكثير جدًّا من الحشرات. وإنْ كنتَ من العدد الكبير من الناس الذين يؤمنون بقصة خلقٍ ما، فعليك أيضًا أن توجه تفكيرك إلى الملاحظة الجازمة لعالِم الأحياء هالدين بأن هذا الكوكب يمتلئ بالحشرات. وإذا كان الله قد ملأ الأرض بالحشرات، فلا بد أنه فعل ذلك لسبب. ولعلي أخلص إلى أنه بحكمته المطلقة قد جعل كواكب أخرى تمتلئ بالحشرات كذلك [لو أنه خلق بشرًا آخرين فلَعَلَّه فعَل ذلك - المترجمة].

وربما لن نكتشف مطلقًا حياةً في أي مكان آخر من الكون. أو ربما، وربما فقط، سيأتي يوم نكتشف فيه مجموعة كوكبية أخرى [غير مجموعتنا الشمسية]، تبدي لنا كل العلامات الدالة على وجود حياة محتملة فيها. ولعلنا نبتكر مركبة فضائية، ونسافر بها إلى تلك الأرض البعيدة. ولا علم لي بزمن حدوث ذلك، ولا بحدوثه في المستقبل. لكن، إنْ حدث ذلك، فآمل أن تصل رسالتي عبر الزمن إلى الناس الذين سيبنون تلك المركبة الفضائية. ولا أطلب منهم تصديقي. بل كل ما أطلبه منهم هو النظر في أفكاري؛ أيرونها معقولة؟ لأن مطلبي في النهاية مطلب بسيط: أيُّما أناس كنتم، أرجوكم ألا تنسوا أن تصطحبوا معكم شبكةً ناعمة، وبعض المرطبانات والقناني والأكياس البلاستيكية. ولن تشغل هذه الأشياء مساحة كبيرة، كما أنها لن تكلف كثيرًا، بالمقارنة بتكلفة الرحلة. فلدي شعور بأنكم ستحتاجونها. فقد وجدتُ أن هذه الأشياء البسيطة مفيدة جدًّا على كوكبنا؛ كوكب الحشرات.

شكر وتقدير

هكذا، وبأسرع ما أستطيع،

ذهبت إلى شبكتي.

وقلت: «بشبكتي

يمكنني الحصول عليها، وأثق في ذلك.

أثق بأنني، بشبكتي

يمكن أن أحصل على تلك الأشياء أيضًا!»

الدكتور سويس، The Cat in the Hat [قصة القطة بالقبعة]

عندما كنت في الرابعة من عمري، أعطاني أخي «تيد» شبكة لصيد الفراشات بصناعة منزلية، ففتنتني الحشرات منذ ذلك الحين. ومن أوائل ذكرياتي مطاردتي لها في حديقة فارغو في مدينة ديترويت، مسلحًا بشبكتي، ومرطبانٍ زجاجي فارغ كان لحلوًى هلامية، وإلهامٍ من الكاتب القصصي الدكتور سويس «لأحصل على تلك الأشياء أيضًا!». وذلك الأمر من أعظم الأشياء في علم الحشرات: فلستَ بحاجة إلى معدات كثيرة للبدء في البحث. وبعد خمسين سنة من ذلك، أصبحت أستاذًا في علم الحشرات، وقيِّمًا على متحف للحشرات. لقد اكتشفتُ وسميتُ 162 نوعًا جديدًا من الحشرات، من 29 بلدًا مختلفًا من كل أرجاء العالم. لقد كنت سعيد الحظ إذ دخلتُ في مهنة ترتكز على اهتمام حياتي، إلا أنني أدركت أن ذلك إنما كان ممكنًا فقط لأن أناسًا طيبين كثيرين ساندوني ورعوني في مسيرتي تلك.

لقد استغرقت مني كتابة هذا الكتاب وقتًا أطول مما توقعته عندما بدأت به. وفي مراحل متعددة من الكتابة، مررت بأوقات من جمود الكتابة، أمضيتها في تأمل الأجزاء المختلفة من الكتاب. ويطيب لي أن أعبر عن امتناني الصادق لهارولد غريني؛ مؤسس محطة أبحاث يناياكو البيولوجية ومركز الدراسات الإبداعية، كما أشكر الأستاذين: لي داير من جامعة نيفادا في رينو، وتوم والا من معهد ماسا، لبدئهما مشروع البحث الذي عرفني بيناياكو، في الإكوادور. لقد أمدتني يناياكو بإلهام بيولوجي وهواء نقي كنت أحتاجهما لأنهي هذا الكتاب.

كما أزجي عميق شكري للأستاذ دنكان هاريس؛ مدير البرنامج الفخري لجامعة ويومينغ، لتشجيعه إياي على تدريس ثلاثة مناهج من السلك الفخري: علم كونيات الحشرات، وعلم كونيات الحياة، وبيئة الغابة الضبابية في الإكوادور. فلقد مكنني تدريس هذه المواد من عرض الأفكار التي قدمتها في هذا الكتاب ومنحني الفرصة لأصوغها بكل وضوح. وأَدين خاصة للأستاذ هاريس، بدَينٍ من الامتنان لسماحه لي بتدريس علم كونيات الحشرات، لا تذكيري ببساطة بأنه لا وجود بعدُ لهذا الفرع الدراسي.

وقد جرى تقديم الدعم بصورة جزئية لأبحاث هذا الكتاب بمنحة من «اتحاد ويومينغ ناسا لمنَح الفضاء»، منحة ناسا رقم 40102، ومنحة «البرنامج الحكومي لتحفيز الأبحاث التنافسية لويومينغ ناسا»، برقم 578. كما أعطتني منحُ أبحاثي من «مؤسسة العلوم الوطنية»، لدراسة اليساريع وأشباه الطفيليات في جبال الأنديز الشرقية في الإكوادور، الفرصةَ للدراسة، والتفكير، والكتابة، في مرتفعات الأنديز.

وعلى مر السنين، تطورت الأفكار التي عرضتها في هذا الكتاب، ونوقشت، وصقلت؛ في صفوف متعددة درَّستُها، خاصة علم كونيات الحياة، وبيولوجيا الحشرات، وتصنيف الحشرات، ونشوء الحشرات، والحشرات المائية، وتنوع الأحياء، والبيئة الاستوائية. وقد حضر محاضراتي مئات الطلاب، وأشكرهم جميعًا على ما أبدوه من صبر، واهتمام، ورؤًى، في رحلتي التعليمية. وأود أن أشكر على وجه الخصوص: سامين دادلاهي، وجين دونوفان، وأوليفيا إنكفيست، ونينا زيتاني، على المناقشات الرصينة الفذة لأفكاري، والأهم أيضًا تشجيعي على مواصلة الكتابة. لقد كانت نينا وجين أول من قرأ مخطوط الكتاب من أوله إلى آخره، وعلى الرغم من أن الكتاب بصيغته النهائية تغير كثيرًا عن ملامحه الأولى، إلا أنه تحسن كثيرًا بانتباههما إلى التفاصيل وحماستهما للموضوع.

وأشكر أخي الكبير «تيد» لأنه أعطاني أول شبكة لصيد الحشرات، وأعارني منظاره الفلكي. وأحب أن أشكر والدي إدوارد شو، لأنه صمم لي شبكات أكبر وأفضل لصيد الحشرات، واصطحبني لجمع الحشرات في رحلات كثيرة بعدد النجوم والحشرات. وأشكر أمي فيستا، لأنها سمحت لي باللعب بالمرطبانات الزجاجية، والمواد الكيميائية السامة، وأشكرها خصوصًا لأنها سمحت لي بإحضار حشرات حية إلى البيت. وأشكر أخي تيم وخالي لورانس ماكاي لأنهما عرفاني بأدب الخيال العلمي، وألهماني كي أضع العلم بين متناول الناس عامةً.

عندما بدأت دراستي الجامعية في جامعة ولاية ميتشيغان سنة 1973، كان أول موضوع تخصصيٍّ اخترته هو علم فيزياء الفلك. فدرست الفلك، واطلعت على نشوء النجوم، وحياة النجوم وموتها. لكن رجح عندي في نهاية الأمر اهتمامي بالحشرات أيام الطفولة، فحوَّلت موضوعي التخصصي إلى علم الحشرات. وكان الأستاذ رونالد فيشر هو المسؤول عن تأجيج اهتمامي بالحشرات بمحاضراته الملهمة، وبين لي ما أردت فعله في مهنة المستقبل. وقد أسهم الأستاذان: فريد ستير، وريتش ماريت، إسهامًا كبيرًا في تغذية رغبتي بدراسة الحشرات. وفي الدراسات العليا، علمني الأستاذ تشارلز ميتر في جامعة ماريلاند ألَّا أقنع بدراسة فرع واحد. أما في جامعة هارفارد من سنة 1984 إلى سنة 1989، فكان ثمة أفراد متعددون قد أثروا فيَّ. فأحب أن أشكر الأستاذ

إدوارد ويلسون، لأنه ألهمني لدراسة الحشرات الاجتماعية والمنظومات البيئية الاستوائية، وزاد في تقديري لتنوع الأحياء على الأرض. لقد أظهر لي كيف تكون العزيمة اللازمة لأكون كاتبًا ناجحًا، وساعدني في أوقات الشدة، كما زودني بنصيحة ملهمة بشأن الكتابة والنشر، ولولاها لربما لم تكن لدي الطاقة، أو التوجه، أو العزيمة، على إنهاء هذا الكتاب. والأستاذ ويلسون رجل نبيل بحق وعلَّامة. كما كان الأستاذ الفخري فرانك كاربنتر ملهمًا كذلك، ووجهني إلى دراسة أحافير الحشرات. ومساهمته الكريمة بصورٍ أحافير الحشرات مكنتني من تدريس أول صفٍّ لي في نشوء الحشرات. ولقد حضرت في جامعة هارفارد محاضرات كثيرة للأستاذ ستيفان جاي غولد، وقرأت كتبه المعروفة في تاريخ الطبيعة، وأثر بعمق في نظرتي إلى العالم، وأسلوبي في التدريس، وأظهر لي على نحو واضح كأفضل ما يكون الوضوح كيف يمكن أن يكون العلم محل الاهتمام الشديد لعامة الناس.

ومن جامعة ويومينغ، أود أن أشكر الأساتذة: غريغ براون، ورون كانتيرنا، ومارك ليفورد، وتيري روك، على ما قدموه لي من المعرفة، والنصيحة، والكتب، والمعلومات، والتعليقات، والتشجيع. كما أود أن أشكر مركز بيري للمحافظة على تنوع الأحياء، التابع لجامعة ويومينغ، بإدارة كارلوس مارتينيز؛ الذي أسهم في تكاليف اللوحات الملونة في هذا الكتاب. وأنا ممتنٌّ جدًّا للدكتورة دانيتا برانت (المختصة بعلم أحافير اللافقاريات، في قسم العلوم الجيولوجية بجامعة ولاية ميتشيغان) لملاحظاتها الرصينة التقنية والتحريرية على الفصل الثاني، ولأنها مكنتني بسماحتها من تلخيص بحثها في موضوع ذلك الفصل. أما الدكتور كونراد لاباندیرا (من معهد سميث سونيان)، والدكتور مايكل إنجل (من جامعة كنساس)، فكلاهما قرأ بعمق الفصل الخامس، وأعطياني اقتراحات مفيدة كثيرة. وقد قرأ الدكتور دوغلاس إروين (من معهد سميث سونيان) متكرمًا الفصل السادس، الذي يعتمد كثيرًا على بحثه الرائد في موضوع الفصل. كما صحح براندون دريك الفصل الثامن بعناية، وأسهم في جعل تصوراتي عن الديناصورات أدق.

وأود أن أشكر الأشخاص الآتية أسماؤهم لمساهمتهم الكريمة بصور الحشرات والمفصليات الحية الأخرى: جينيفر دونوفان-ستامب (مدرسة الثالوث، في مدينة نيويورك، بولاية نيويورك)، والدكتورة جانيس إدغرلي-روكس (جامعة سانتا كلارا، في كاليفورنيا)، وأندي كوليكوسكي (كاسبر، ويومينغ)، وكيفين مورفي (مركز تصوير الحياة البرية في أيرلندا، ويستبورت، أيرلندا)، وكنجي نيشيدا (مونتي فيردي، كوستاريكا)، وأنجيلا أوكسنر (تورينغتون، ويومينغ)، وديفيد ريس (البرنامج البيئي، فورت كولينز، كولورادو)، والدكتورة باربرا ثورن (جامعة ماريلاند، مدينة كوليج بارك). أما صور الحشرات في الكهرمان فقد أسهم بها تكرمًا الدكتور فينسنت بيريتشوت (جامعة رين، فرنسا)، والدكتور جورج بوينار الأصغر (كورفاليس، أوريغون). والأشخاص الآتي ذكرهم ساعدوا في الحصول على التراخيص اللازمة لنشر صور أحافير الحشرات: الدكتور أوليفير بيذوكس وأوريلي روكس (المتحف الوطني لتاريخ الطبيعة، باريس، فرنسا) والدكتور برايان فاريل، والدكتور فيليب بيركينز، وإيمي جونز، وكاثرين ويزل (متحف علم الحيوان المقارن، جامعة هارفارد، كامبردج، ماساتشوستس). كما ساعدت مارلين كارستنز (خدمات التصوير في جامعة ويومينغ) في إنتاج صور رقمية من الصور السالبة بالأبيض والأسود. وتكرم مساعدي في الدراسات العليا هيلموث أغواير، فأعانني على ترتيب الصور في لوحات.

كما أخص بالشكر الأستاذ باول هانسون من جامعة كوستاريكا لسنوات الصداقة التي جمعتنا، ومساعَدته الطيبة في الترتيبات المحلية للسفر إلى محطة أبحاث لاسيلفا البيولوجية، ومحمية سان رامون البيولوجية، التي ألهمتني بأجزاء من هذا الكتاب. لقد ساعدتَني يا باول فعلًا في «الخوض بقدميَّ» في المناطق الاستوائية؛ وهو أمر أُكبِره وأقدِّره.

وأنا مدين بكل الامتنان للمحرر الذي يعمل معي في مطبعة جامعة شيكاغو، كريستوفر شانغ، فقد أثنى على كتابتي، وعمل معي بصبر، وزودني بتعليقات رصينة ومفصلة، وساعدني في إعادة صوغ مخطوطي الكبير إلى كتاب أكثر تهذيبًا؛ كتابٍ ممتعٍ القراءة كل الإمتاع. فكل من يقرأ كتابي سيستفيد من نفاذ بصيرة كريستوفر وعمله الشاق. وصححَت ماري غيل المخطوط النهائي، ووضعت كثيرًا من التصحيحات والاقتراحات ثاقبة النظر.

وأشكر ستيفان كينغ لما نشره من أفكار عن السفر في الزمن، وبراعته في الكتابة. أما جين أويل فأشكرها لمحاضرتها الملهمة في جامعة ويومينغ، عن سيرة عهدها بالكتابة. وثمة كثير من الناس القديرين أمدوني بوحي الإلهام، والاقتراحات المفيدة، والمعلومات، والتصحيحات؛ وأي أخطاء باقية فهي خطئي وحدي.

وآمل أن يلهم هذا الكتاب الجيل القادم من صيادي الحشرات، بالشغف نفسه الذي نفخَته في نفسي أول شبكة لي لصيد الفراشات.

وأخيرًا، أحب أن أشكر زوجتي ماريلين، وولديَّ ماثيو ومايكل. فليس من السهل العيش مع أستاذ حشرات تقدم عمره، وتشتت فكره، وضعفت ذاكرته. فأحيانًا يصعب عليَّ الانتباه إليكم على طاولة العشاء وأنا أحاول التعمق في تاريخ الأرض في ذهني الشارد. لقد كان لمحبتكم ودعمكم لي في مسيرتي في هذا الكتاب كل الأهمية، فلكم عميق امتناني.

مطالعات إضافية

الفصل الأول: الكوكب الحشَريُّ

Berenbaum, May R. Bugs in the System: Insects and Their Impact - .on Human Affairs. Reading, MA: Addison- Wesley, 1995

Marshall, Stephen A. Insects, Their Natural History and Diversity. - .Buffalo, NY: Firefly Books, 2006

Moffett, Mark W. The High Frontier: Exploring the Tropical - .Rainforest Canopy. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993

Wilson, Edward O. The Diversity of Life. New York: W. W. - .Norton, 1992

Wilson, Edward O., and Frances M. Peter, eds. Biodiversity. - .Washington, DC: National Academy Press, 1988

الفصل الثاني: صعود المفصليات

Barnes, Robert D. Invertebrate Zoology. Philadelphia: W. B. - .Saunders, 1974

Brandt, Danita S. «Ecdysial Efficiency and Evolutionary Efficacy - among Marine Arthropods: Implications for Trilobite Survivorship,» .Alcheringa 26 (2002): 399-421

Brandt, Danita S., D. L. Meyer, and P. B. Lask. «Isotelus (Trilobita) - ‘Hunting Burrow’ from Upper Ordovician Strata, Ohio,» Journal of

.Paleontology 69 (1995): 1079-83

Erwin, Douglas, James Valentine, and D. Jablonski. «The Origin of - .Animal Body Plans,» Scientific American 85 (1997): 126–37

Gore, R., and O. L. Mazzatenta. «Explosion of Life: The Cambrian - .Period,» National Geographic 184 (1993): 120–36

Gradstein, F. M., and J. G. Ogg. «Geologic Time Scale 2004— - .Why, How, and Where Next!» Lethaia 37 (2004): 175–81

Hoffman, P. F., A. J. Kaufman, G. P. Halverson, and D. P. Schrag. - .«A Neoproterozoic Snowball Earth,» Science 281 (1998): 1342–46

Lageson, David R., and Darwin R. Spearing. Roadside Geology of - .Wyoming. Missoula, MT: Mountain Press, 1988

Lane, Nick. Oxygen, the Molecule That Made the World. Oxford: - .Oxford University Press, 2002

Lipps, J. H., and P. W. Signor, eds. Origin and Early Evolution of - .the Metazoa. New York: Plenum Press, 1992

الفصل الثالث: الوصول إلى اليابسة في العصر السيلوري

Beerbower, J. R., J. A. Boy, W. A. DiMichele, R. A. Gastaldo, R. - Hook, N. Hotton III, T. L. Phillips, S. E. Scheckler, and W. A. Shear. «Paleozoic Terrestrial Ecosystems.» In Terrestrial Ecosystems through Time, edited by A. K. Behrensmeyer, J. D. Damuth, W. A. DiMichele, R. Potts, H. D. Sues, and S. L. Wing, 205–35. Chicago: University of Chicago .Press, 1992

Gensel, P. G., and H. N. Andrews. «The Evolution of Early Land - .Plants.» American Scientist 75 (1987): 478–89

Gensel, P. G., and D. Edwards. Plants Invade the Land. New York: - .Columbia University Press, 2001

Jeram, A. J., P. A. Selden, and D. Edwards. «Land Animals in the -
Silurian: Arachnids and Myriapods from Shropshire, England.» Science
.250 (1990): 658–61

Lucking, R., S. Huhndorf, D. H. Pister, E. R. Plata, and H. T. -
Lumbscyh. «Fungi Evolved Right on Track.» Mycologia 101 (2009): 810–
.22

Wellman, C. H., P. L. Osterlof, and U. Mohiuddin. «Fragments of -
.the Earliest Land Plants.» Nature 425 (2003): 282–85

الفصل الرابع: تحت الحزازيات بست أقدام

Cressler, W. L. III. «Evidence of the Earliest Known Wildfires.» -
.Palaeos 16 (2001(: 171-74

Edwards, D., P. A. Seldon, J. B. Richardson, and L. Axe. -
«Coprolites as Evidence for Plant- Animal Interactions in Siluro- Devonian
.Terrestrial Ecosystems.» Nature 377 (1995): 329-31

Engel, Michael S., and David A. Grimaldi. «New Light Shed on -
.the Oldest Insect.» Nature 427 (2004): 627–30

Gaunt, M. W., and M. A. Miles. «An Insect Molecular Clock Dates -
the Origin of Insects and Accords with Paleontological and Biogeographic
.Landmarks.» Molecular Biology and Evolution 19 (2002): 748–61

Gensel, P. G., and H. N. Andrews. Plant Life in the Devonian. New -
.York: Praeger Press, 1984

Gorb, S. N. «Uncovering Insect Stickiness: Structure and -
Properties of Hairy Attachment Devices.» American Entomologist 51
.(2005): 31–35

Greenslade, Penelope. «Collembola (Springtails).» in The Insects -
of Australia, vol. 1, edited by Ian D. Naumann, 252–64. Carlton: Melbourne
.University Press, 1991

Grimaldi, David, and Michael S. Engel. Evolution of the Insects. -
.New York: Cambridge University Press, 2005

Labandeira, Conrad C., B. S. Beall, and F. M. Hueber. «Early -
Insect Diversiication: Evidence from a Lower Devonian Bristletail from
.Quebec.» Science 242 (1988(: 913-16

Rasnitsyn, Alexandr, and Donald L. J. Quicke. History of the -
.Insects. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2010

Retallack, G. J. «Early Forest Soils and Their Role in Devonian -
.Global Change.» Science 276 (1997): 583-85

Rice, C. M. «A Devonian Auriferous Hot Spring System, Rhynie, -
.Scotland.» Journal of the Geological Society 152 (1995): 229–50

Shear, W. A. «Early Land Animals in North America: Evidence -
from Devonian Age Arthropods from Gilboa, New York.» Science 224
.(1984): 492–94

Westenberg, K., and J. Blair. «The Rise of Life on Earth: From -
.Fins to Feet.» National Geographic 195 (1999): 114–27

Wheeler, Ward C., Michael Whiting, Quentin D. Wheeler, and -
James M. Carpenter. «The Phylogeny of Extant Hexapod Orders.»
.Cladistics 17 (2001): 113–69

الفصل الخامس: الرقص في الهواء

Berner, R. A., and D. E. Canfield. «A New Model for Atmospheric -
Oxygen over Phanerozoic Time.» American Journal of Science 289 (1989):
.333–61

Béthoux, O. «The Earliest Beetle Identiied.» Journal of -
.Paleontology 83 (2009): 931-37

Brauckmann, C., B. Brauckmann, and E. Gröning. «The - Stratigraphic Position of the Oldest Known Pterygota (Insecta, Carboniferous, Namurian).» Annals of the Geological Society of Belgium .117 (1996): 47–56

Carpenter, Frank M. «Adaptations among Paleozoic Insects.» - Proceedings of the First North American Paleontological Convention .(1969) 1 (1971): 1236–51

Carpenter, Frank M. «Arthropoda: Superclass Hexapoda.» In - Treatise on Invertebrate Paleontology, edited by R. L. Kaesler, 1–655. .Boulder, CO: Geological Society of America, 1992

Djernaes, Marie, Klaus- Dieter Klass, Mike D. Picker, and Jakob - Damgaard. «Phylogeny of Cockroaches (Insecta, Dictyoptera, Blattodea), with Placement of Aberrant Taxa and Exploration of Out- Group .Sampling.» Systematic Entomology 37 (2012): 65-83

Dudley, R. The Biomechanics of Insect Flight: Form, Function, and - .Evolution. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2000

Hasenfuss, I. «A Possible Evolutionary Pathway to Insect Flight - Starting from Lepismatid Organization.» Journal of Zoological Systematics .and Evolutionary Research 40 (2002): 65–81

Kukalová- Peck, J. «New Carboniferous Diplura, Monura, and - Thysanura, the Hexapod Ground Plan, and the Role of Thoracic Lobes in the Origin of Wings (Insecta).» Canadian Journal of Zoology 65 (1987): .2327–45

Labandiera, Conrad C. «Paleobiology of Predators, Parasitoids, and - Parasites: Accommodation and Death in the Fossil Record of Terrestrial Invertebrates.» in «The Fossil Record of Predation,» special issue edited by M. Kowalewski and P. H. Kelly, 211–50. Paleontological Society Special .(Papers 8 (2002

Labandiera, Conrad C., and T. L. Phillips. «A Carboniferous - Petiole Gall: Insight into the Early Ecological History of the Holometabola.» Proceedings of the National Academy of Sciences USA 93 .(1996): 8470–77

Marden, J. H., and M. G. Kramer. «Surface- Skiming Stoneflies: A - Possible Intermediate Stage in Insect Flight Evolution.» Science 266 .(1994): 427–30

McKittrick, F. A. «Evolutionary Study of Cockroaches.» Cornell - .University Agricultural Experiment Station Memoirs 389 (1964): 1–197

Nagamitsu, T., and T. Inoue. «Cockroach Pollination and Breeding - System of Uvaria elmeri (Annonaceae) in a Lowland Mixed- Dipterocarp .Forest in Sarawak.» American Journal of Botany 84 (1997): 208–13

Nel, A., P. Rocques, P. Nel, J. Prokop, and J. S. Steyer. «The - Earliest Holometabolous Insect from the Carboniferous: A «Crucial» Innovation with Delayed Success (Insecta: Protomeropina: Protomeropidae).» Annales de la Société Entomologique de France, n.s. 43 .(2007): 349–55

Niwa, N., A. Akimoto- Kato, T. Niimi, K. Tojo, R. Machida, and S. - Hayashi. «Evolutionary Origin of the Insect Wing via Integration of Two .Developmental Modules.» Evolution and Development 12 (2010): 168–76

Rasnitsyn, A. P., and D. L. J. Quicke. History of Insects. - .Dordrecht: Kluwer, 2002

Shear, W. A., and J. Kukalová- Peck. «The Ecology of Paleozoic - Terrestrial Arthropods: The Fossil Evidence.» Canadian Journal of Zoology .68 (1990): 1807–34

الفصل السادس: محرقة الدهر القديم

Chadwick, D. H., and Mark W. Mofett. «Planet of the Beetles.» - .National Geographic 193 (1998): 100-18

Dalziel, I. W. D. «Earth Before Pangea.» Scientific American 272 -
.(1995): 58–63

Erwin, Douglas H. Extinction: How Life on Earth Nearly Ended -
.250 Million Years Ago. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2006

The Great Paleozoic Crisis: Life and Death in the Permian. New— -
.York: Columbia University Press, 1993

The Mother of Mass Extinctions.» Scientific American 273» — -
.(1996): 72–78

.The Permo- Triassic Extinction.» Nature 367 (1994): 231–36» — -

Hynes, H. B. N. «The Ecology of Stream Insects.» Annual Review
.of Entomology 15 (1970): 25-42

Jin, Y. G., Y. Wang, W. Wang, Q. H. Shang, C. Q. Cao, and -
Douglas H. Erwin. «Pattern of Marine Mass Extinction Near the Permian-
.Triassic Boundary in South China.» Science 289 (2000): 432–36

Knoll, A. H., R. K. Bambach, D. E. Canfield, and J. P. Grotzinger. -
«Comparative Earth History and Late Permian Mass Extinction.» Science
.273 (1996): 452–57

Labandeira, Conrad. «Insect Mouthparts: Ascertaining the -
Paleobiology of Insect Feeding Strategies.» Annual Review of Ecology and
.Systematics 28 (1997): 153–93

Mackay, R. J., and Glenn B. Wiggins. «Ecological Diversity in -
.Trichoptera.» Annual Review of Entomology 24 (1979): 185–208

Raup, David M. Extinction: Bad Genes or Bad Luck? New York: -
.W. W. Norton, 1991

Ward, P. D. Gorgon: Paleontology, Obsession, and the Greatest -
.Catastrophe in Earth’s History. New York: Viking Press, 2004

Wignall, P. B., and R. J. Twitchett. «Oceanic Anoxia and the End - .Permian Mass Extinction.» Science 272 (1996): 1155–58

الفصل السابع: ربيع العصر الترياسي

Bolton, Barry, and Ian Gauld. The Hymenoptera. New York: - .Oxford University Press, 1988

Jones, T. D., J. A. Ruben, L. D. Martin, E. N. Kurochkin, A. - Feduccia, P. F. A. Maderson, W. J. Hillenius, N. R. Geist, and V. Alifanov. «Non- Avian Feathers in a Late Triassic Archosaur.» Science 288 (2000): .2202–5

Key, K. H. L. «Phasmatodea (Stick- Insects).» In The Insects of - Australia, vol. 1, edited by Ian D. Naumann, 394–404. Carlton: Melbourne .University Press, 1991

Labandiera, Conrad C., and J. J. Sepkoski Jr. «Insect Diversity in - .the Fossil Record.» Science 261 (1993): 310–15

Ross, Edward S. «Embioptera, Embiidina (Embiids, Web- - Spinners, Foot-Spinners).» In The Insects of Australia, vol. 1, edited by Ian .D. Naumann, 405–9. Carlton: Melbourne University Press, 1991

Sereno, P. C. «The Evolution of Dinosaurs.» Science 284 (1999): - .2137–47

The Origin and Evolution of Dinosaurs.» Annual Review of«— - .Earth and Planetary Sciences 25 (1997): 435–89

الفصل الثامن: نزهة في حديقة العصر الجوراسي

Chiappe, L. «The First 85 Million Years of Avian Evolution.» - .Nature 378 (1995): 349-55

Dingus, L., and T. Rowe. The Mistaken Extinction: Dinosaur - .Extinction and the Origin of Birds. New York: W. H. Freeman, 1998

Gauthier, J., and L. F. Gall, eds. New Perspectives on the Origin - .and Evolution of Birds. New Haven, CT: Yale University Press, 2001

Holland, William Jacob. «The Skull of Diplodocus.» Memoirs of - .the Carnegie Museum 9 (1924): 379-403

Ostrom, J. H. «Bird Flight: How Did It Begin?» American Scientist - .67 (1979): 46–56

Padian, K., and L. M. Chiappe. «The Origin of Birds and Their - .Flight.» Scientific American 278 (1998): 38–47

Quicke, Donald L. J. Parasitic Wasps. London: Chapman and Hall, - .1997

Vilhelmsen, Lars, and Giuseppe Fabrizio Turrisi. «Per arboretum - ad astra: morphological adaptations to exploiting the woody habitat in the early evolution of Hymenoptera,» Arthropod Structure and Development 40 .(2011): 2–20

الفصل التاسع: العصر الكريتاسي: إزهار وفناء

Bandi, C., M. Sironi, G. Damiani, L. Magrassi, C. A. Nalepa, U. - Laudani, and L. Sacchi. «The Establishment of Intracellular Symbiosis in an Ancestor of Cockroaches and Termites.» Proceedings of the Royal .Society of London Series B 259 (1995):293-99

Desalle, R., J. Gatesy, W. Wheeler, and D. Grimaldi. «DNA - Sequences from a Fossil Termite in Oligo- Miocene Amber and Their .Phylogenetic Implications.» Science 257 (1992): 1933-36

Doyle, James A. «Molecular and Fossil Evidence on the Origin of - Angiosperms.» Annual Review of Earth and Planetary Sciences 40 (2012): .301–26

Grandcolas, P., and P. Deleporte. «The Origin of Protistan - Symbionts in Termites and Cockroaches: A Phylogenetic Perspective.»

.Cladistics 12 (1996): 93–98

Grimaldi, David. «A Fossil Mantis (Insecta: Mantodea) in - Cretaceous Amber of New Jersey, with Comments on the Early History of .the Dictyoptera.» American Museum Novitates 3024 (1997): 1–11

Lo, N., G. Tokuda, H. Watanabe, H. Rose, M. Slaytor, K. - Maekawa, C. Bandi, and H. Noda. «Evidence from Multiple Gene Sequences Indicates That Termites Evolved from Wood- Feeding .Cockroaches.» Current Biology 10 (2000): 801–4

Raup, David M. The Nemesis Afair: A Story of the Death of - .Dinosaurs and the Ways of Science. New York: W. W. Norton, 1986

Schmidt, Justin O. «Hymenoptera Venoms: Striving Toward the - Ultimate Defense Against Vertebrates.» In Insect Defenses: Adaptive Mechanisms and Strategies of Prey and Predators, edited by David L. Evans .and Justin O. Schmidt, 387–419

.Albany: State University of New York Press, 1990 -

Thorne, Barbara L. «A Case for Ancestral Transfer of Symbionts - between Cockroaches and Termites.» Proceedings of the Royal Society of .London Series B 241 (1990): 37-41

Evolution of Eusociality in Termites.» Annual Review of«— - .Ecology and Systematics 28 (1997): 27-54

Thorne, Barbara L., and James M. Carpenter. «Phylogeny of the - .Dictyoptera.» Systematic Entomology 17 (1992): 253–68

Thorne, Barbara L., David A. Grimaldi, and K. Krishna. «Early - Fossil History of Termites.» In Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology, edited by T. Abe, D. E. Bignell, and M. Higashi, 77–93. .Dordrecht: Kluwer, 2000

Thorne, Barbara L., and James F. A. Traniello. «Comparative -
Social Biology of Basal Taxa of Ants and Termites.» Annual Review of
.Entomology 48 (2003): 283–306

الفصل العاشر: تأملات في الدهر الحديث

Erwin, Terry L. «How Many Species Are There? Revisited.» -
.Conservation Biology 5 (1991): 330-33

The Tropical Forest Canopy: The Heart of Biotic Diversity.» In«— -
Biodiversity, edited by Edward O. Wilson, 123–29. Washington, D.C.:
.National Academy Press, 1988

Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and Other«— -
.Arthropod Species.» Coleopterist's Bulletin 36 (1982): 74–75

Hutchinson, E. E. «Homage to Santa Rosalia or Why Are There So -
.Many Kinds of Animals?» American Naturalist 93 (1959): 145–159

Johanson, Donald C., and Maitland A. Edey. Lucy: The Beginnings -
.of Humankind. New York: Simon and Schuster, 1981

Labandeira, Conrad C. «The Fossil Record of Insect Extinction: -
New Approaches and Future Directions.» American Entomologist 51
.(2005): 14–29

Lovejoy, C. O. «Reexamining Human Origins in Light of -
Ardipithecus ramidus.» Science 326 (2009): 74-78

Shaw, Scott R. «Essay on the Evolution of Adult- Parasitism in the -
Subfamily Euphorinae (Hymenoptera: Braconidae).» Proceedings of the
.Russian Entomological Society, St. Petersburg 75 (2004): 1–15

White, T. D., B. Asfaw, Y. Beyene, Y. Haile- Selassie, C. Lovejoy, -
G. Suwa, and G. WoldeGabriel. «Ardipithecus ramidus and the
.Paleobiology of Early Hominids.» Science 326 (2009): 64–86

ملحق الكتاب:

Armitage, A. «The Cosmology of Giordano Bruno.» Annals of - .Science 6 (1948): 24-31

Gould, Stephen Jay. «The Evolution of Life on the Earth.» - .Scientiic American 271 (1994): 85-91

Greene, Brian. The Elegant Universe: Superstrings, Hidden - Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory. New York: Vintage .Books, 1999

Orgel, Leslie E. «The Origin of Life on the Earth.» Scientific - .American 271 (1994): 77-83

Rebek, Julius Jr. «Synthetic Self- Replicating Molecules.» - .Scientific American 271 (1994): 48-55

Sagan, Carl. «The Search for Extraterrestrial Life.» Scientific - .American 271 (1994): 93-99

Silk, Joseph. A Short History of the Universe. New York: - .Scientific American Library, 1997

Taylor, G. Jefrey. 1994. «The Scientific Legacy of Apollo.» - .Scientific American 271 (1994): 40-47

Taylor, S. R. «The Origin of the Moon.» American Scientist 75 - .(1987): 469–77

Yates, F. Giordano Bruno and the Hermetic Tradition. Chicago: - .University of Chicago Press, 1964

مسرد المصطلحات

الجَرَاديات	Acrididae
حواشي الأوراق الماردة	Acrophylla Titan
اللاسعات	Aculeata
التكيف	Adaptation
الانتشار التكيفي	Adaptive Radiation
دَبيبات الصخور الإفريقية	African Rock Crawlers
سرطان ألاسكا الملك	Alaskan King Crab
الطحالب	Algae
حصائر الطحالب	Algal Mats
الذباب القلوي	Alkali Fly
أشباه القلويات	Alkaloids
الآلوصور، الديناصور المختلف	Allosaurus
فراشة ألتينوت	Altinote Butterfly
الكهرمان، راتنج الصنوبريات المتأحفر	Amber

Ammonoids	الآمونيَّات
Amphibians	البرمائيات
Angiosperms	كاسيات البذور
Annelids	العَلَق، الديدان العلقية، العلقيات
Anomalocaris	القريدس الشاذ
Ants	النمل
Apatosaurus	الأباتوصور، الديناصور الرائغ
Aphids	المَنّ
Aposematism	الامتقاع
Arachnids	العنكبوتيات
Archaeognatha	عتيقات الفك
Archaeopteris	السرخس العتيق
Archaeopteryx	قديم الريش
Ardipethecus Ramidus	القرد رَمِيس الأرض
Armadillo	المدرَّع
Army Ants	النمل المسلَّح
Arthropods	المفصليات (مفصليات الأرجل)
Asexual	لاجنسي
Aspens	أشجار الحور الرجراج

Assassin Bugs	البق القاتل
Aster Plants	نجميات الأزهار
Atlas Moth	العث الأطلس
Atropine	الأتروبين
Auchenorrhncha	عنقيات الخرطوم
Australopithecus Afarensis	القرد العفاري الجنوبي
Australopithecus Africanus	القرد الإفريقي الجنوبي
Australopithecus Boisei	قرد بويزي الجنوبي
Axillary Sclerites	المتصلبات الإبطية
Bacteria	البكتيريا
Baetis Magnus	زرقاوات الجناح الكبيرة
Bark Beetle	خنفساء اللحاء
Bark Lice	قمل اللحاء
Bat Flies	ذباب الخفاش
Bats	الخفافيش
Beaks	المناقير
Beaver Parasite Beetle	خنفساء القنادس الطفيلية

Beavers	القنادس
Bed Bugs	بق الفِراش

Bees	النحل
Beetles	الخنافس
Berlese Funnel	قمع بارليز
Big Bang	الانفجار العظيم
Big Dipper	كوكبة بنات نعش الكبرى
Biomass	الكتلة الحيوية
Biome	الموطن البيئي (بَيُوم، حَيُّوم)
Bird Lice	قمل الطيور
Birds	الطيور
Birdwing Butterflies	فراشات أجنحة الطير
Biting Flies	الذباب العضَّاض
Biting Lice	القمل اللادغ
Blattaria	الصرصوريات
Blood- Sucking Lice	القمل مصاص الدماء
Bombus Pennsylvanicus	طنانات بنسلفانيا
Book Gills	الغلاصم الكتابية
Book Lice	قمل الكتب
Book Lungs	الرئات الكتابية
Boreidae	الشَّماليَّات

Brachiopods	عضديات الأرجل
Braconidae	البراكونيات
Brine Flies	ذباب المياه المالحة
Bristletails	هلبيات الذيل
Bromeliads	البروميليات
Brontosaur	البرونتوصور، الديناصور الهادر
Brush- Footed Butterflies	الفراشات شعرية الأقدام
Bryozoans	المرجانيات
Buckyballs	كرات بوكي
Bugs	البق
Bullet Ant	النملة الطلَقة
Burgess Shale	طُفال بورغيس
Burgessochaeta	دودة بورغيس الشعرية
Butterflies	الفراشات (الفراش)
Caddisflies	ذباب القَمَص
Cafeine	الكافئين
Calymene Celebra	ذو الأهلّة
Cambrian Period	العصر الكامبري
Camouflage	التمويه

Campodeidae	القمابيد
Cancer	برج السرطان
Carabidae	الخنفسيات الأرضية
Carboniferous Period	العصر الكربوني
Carpenter Ants	النمل النجَّار
Carpenter Bees	النحل النجار
Cascade Effect	الأثر المتتالي
Caterpillars	اليساريع
Cellulose	السيلولوز
Cenozoic Era	الدهر الحديث

Centipedes	أُمَّات أربع وأربعين
Cephalopods	رأسيات الأرجل
Cerambycidae	القرنبيات (الخنافس طويلة القرون)
Cerci	الأُشْرَتان
Cherts	ظِرَار (جمع ظُرَر؛حجارة كالصوان)
Chewing Lice	القمل القاضم
Chickadee	القرقف
Chimpanzees	قرود الشمبانزي، قرود البَعَام
Chironomid Midge	البرغش الهاموش

Chlorophyll	اليخضور، الكلوروفيل
Chordates	الحبليات (ذوات الحبل الظهري)
Chrysomelidae	خنفسيات الأوراق
Cicadas	الزِّيز
Clams	محار الزلفيات
Click Beetles	الخنافس الطقطاقة (فرقع لوز)
Cloud Forests	الغابات الضبابية
Club Mosses	رجل الذئب
Cocaine	الكوكائين
Cockroaches	الصراصير
Cocoons	شرانق
Coiled Millipede	الدودة الألفية الملتفة
Coleoptera	غمديات الجناح
Coleorrhyncha	غمديات الخرطوم
Collembola	غرويات الأنبوب البطني
Complete Metamorphosis	الاستحالة الكاملة
Conifers	الصنوبريات
Continental Drift	الانجراف القاري
Cooksonia	الكوكسونيات

Coral Reefs	الشِّعاب المرجانية
Corals	المرجان
Cordaitealeans	الخيطيات
Cosmic Rays	الأشعة الكونية
Coumarins	الكومارينات
Cretaceous Period	العصر الكريتاسي
Crickets	الجَداجِد
Crinoids	زنابق البحر
Crochets	صنانير
Crustacean Arthropods	المفصليات القشرية
Cryogenic Hibernation Systems	أجهزة السُّبَات البارد
Crypsis	التلبيس
Cryptobiosis	التماوت
Cryptocercidae	خبيئات القرون
Curare	الكورار
Cuticle	البَشَرة
Cuticular Respiration	تنفس البشرة
Cyanobacteria	البكتيريا الزرقاء (الزراقم)
Cyanogenic Glycosides	غليكوزيدات سيانوجية

Cycads	السيكاديات
Dafodils	أزهار النرجس
Damselflies	ذباب الأوانس، الرعَّاشات

Danaus Plexippus	فراشة الملك
Deciduous Trees	الأشجار النَّفضية
Deer Flies	ذباب الغزلان
Deposits	قُرارات
Dermaptera	جلديات الجناح
Detritivores	آكلات الحُتات
Devonian Period	العصر الديفوني
Diaphanopterodea	شافَّات الجناح
Dicliptera	عاطفات الجناحين
Dimetrodon	الديناصور أروق الأسنان
Dinosaurs	الديناصورات
Diplodocus Hayi	الدبلودوكوس، الديناصور مزدوج عظم الذيل
Diplopods	ثنائيات الأرجل
Diplura	ثنائيات الذنب
Diptera	ذوات الجناحين
DNA	الدَّنا، الحمض الريبي النووي

منزوع الأكسجين	
ذباب دوبسون	Dobsonflies
الثدييات الأولية القازانية ذات الرأس المقبَّب	Dome- Headed Kazanian Protomammals
كوكبة التنِّين	Draco
اليعسوب	Dragonfly
جعلان الروث	Dung Beetles
أبو مقص	Earwig
الشوكيات (شوكيات الجلد)	Echinoderms
بيئي، إيكولوجي	Ecological
الأعشاش البيئية، الأعشاش الإيكولوجية	Ecological Niches
المنظومة البيئية، المَبَاءة	Ecosystem
التطفل الخارجي	Ectoparasitism
ملك إلراث	Elrathia Kingii
الغِمْد	Elytron
رشيقات الجناح	Embiodea
التطفل الداخلي	Endoparasitism
عالِم الحشرات	Entomologist
العَلَندى	Ephedra Antisyphilitica
زائلات الجناح	

Ephemeroptera	
Epiphytic Plants	النباتات المعلقة (النباتات الهوائية)
Estuaries	الأخوار (جمع خَوْر)
Eukaryotic Cells	الخلايا حقيقية النواة
Euphorinae	الشَّمِقات
Euphorine Wasps	الزنابير الشَّمِقة
Eurypterid Sea Scorpions	عقارب البحر عريضة المجداف، عقارب البحر
Eurypterus Remipes	عريض المجداف
Eusociality	مجتمع المِلِكات
Evidence	البيِّنة
Evolution	النشوء، التطور
Fairyflies	ذباب الجن
Feelers	المِجَسَّات
Fern	السرخس
Fin- Backed Reptiles	الزواحف زعنفية الظهر
Firebrats	بنات النار
Fish	الأسماك

Flat- Headed Wood- Borers	الخنافس ناقبة الخشب مسطحة الرأس
Flavonoid Compounds	مركَّبات الفلافونوئيد

Flavonoids	الفلافونوئيدات
Fleas	البراغيث
Flies	الذباب
Flightless Tipulid Flies	ذباب الكُركي عديم الجناح
Flood Basalt	فيض البازلت
Forest Canopy	ظُلّة الغابة
Formica	نمل الخشب
Fossils	الأحافير، المستحاثات
Frog	الضفدع
Froghoppers	المزبدات
Fullerenes	الفوليرينات
Fungi	الفُطريات
Fungus Gnats	القِرْسات الفطرية
Galls	العفص
Gemini	كوكبة التوأمين
Genetics	الجينات، الوراثيات
Giant Water Bugs	البق المائي العملاق
Gingkoes	الجَنْكة
Glaciers	الأنهار الجليدية (المَجْلَدات)

Gladiator	الحشرات المصارعة
Global Warming	الاحتباس الحراري
Glosselytrodea	الغمديات البراقة
Glycol	الغليكول
Gnawing Bark Lice	قمل اللحاء القارض
Gnetales	الغنتيات
Goliath Beetle	خنفساء جالوت
Grasshoppers	الجنادب
Griffenflies	ذباب الغرفين
Ground Beetles	خنافس الأرض
Grub	السُّرْفة
Grylloblattodea	الصراصير الجدجدية
Guts	الأمعاء
Habitat	موطن، مثوى
Hadrosaurs	الهادروصور
Hallucigenia	الهالوسيجينيا
Halobates	ماسحات البحر
Hamuli	الشِّصُّ
Haplodiploid	فَرداني ضِعفاني

Hawk Moths	عث الصقر
Head Lice	قمل الرأس
Heat Lightning	صاعقة حرارية
Hellgrammite	دُوادة جهنم
Hemiptera	نصفيات الجناح
Hemipteroids	أشباه نصفيات الجناح
Heptagenia	بنات سَبعة
Hercules Beetles	خنافس هرقل
Hexagonaria	السداسيات
Hexapods	سداسيات الأرجل

Hominids	أشباه البشر
Homo Erectus	الإنسان منتصب القامة
Homo Rudolfensis	إنسان بحيرة رودولف
Homo Sapiens	الإنسان العاقل
Homoptera	متجانسات الجناح
Honey Bees	نحل العسل
Honeydew	المِغْثَر الحلو
Horn Corals	المرجان البوقي
Horseshoe Crab	سرطان حدوة الحصان، سرطان المِجَن

Horsetails	الكنباث، ذيل الخيل
Host	المضيف (الثَّوِيُّ)
House Fly	الذباب المنزلي
Human Body Louse	قمل جسم الإنسان
Human-Centrism	مركزية الإنسان
Humans	البشر
Hunt’S Red- Tailed Bumblebee	نحلة هانت الطنانة حمراء الذنب، طنانات هانت
Hymenoptera	غشائيات الجناح
Hyneria	الهَينريات
Hyperdrives	المحركات الفائقة
Hypermetamorphosis	الاستحالة الفائقة
Icebugs	بق الجليد
Ichneumonidae	النمسيات
Idiobionts	المستفرِدات
Idiobiosis	التطفل المستفرِد
Ilatha Wasps	زنابير إيلاثا
Imaginal Discs	الأقراص التخيلية
Imagobionts	المستيفِعات
Inchworms	الديدان القيَّاسة

Insects	الحشرات
Invertebrates	اللافقاريات
Iridium	الإيريديوم
Isopterans	متساويات الجناح
Isotelus	ثلاثي الفصوص متماثل الطرفين
Jawless Fishes	الأسماك عديمة الفك
June Beetles	الخنافس الخضراء
Jurassic Period	العصر الجوراسي
K- T Boundary	الحد الكريتاسي الثلاثي
Katydids	الجنادب الأمريكية
Kazanian Protomammals	الثدييات الأولية القازانية
Keyhole Amphibians	برمائيات ثقب المفتاح
Kin Selection	الانتقاء من القُربى
Koinobionts	المستجمِعات
Koinobiosis	التطفل المستجمِع
Lacewings	أسد المن
Ladybugs	الدعاسيق
Lagosuchus	ديناصور التمساح الأرنب
Lamp Shells	أصداف القنديل

Leaf Beetles	خنافس الأوراق
Leafhoppers	نقّازات الأوراق (النطّاطات)
Lemurs	الليمورات

Lepidoptera	قشريات الجناح
Lepidosaurian Reptiles	الزواحف الحرشفية
Lice	القمل
Lichens	أشنيات
Lignin	الليغنين
Lilliputian Plants	النباتات القزمة
Limenitis Archippus	فراشة نائب الملك
Liverworts	حشائش الكبد
Lobster	جراد البحر
Locusts	الجَرَاد
Lungfish	الأسماك الرئوية
Lycopods	الذئبيات
Macrofauna	الماكروفونا (الوَحيش العياني)
Macrotermes	الأرضات الكبار
Maggot	نغفة
Maggots	النَّغَف

Magnolia	الماغنوليا
Malachite	فراشات المَلَكِيت
Malaria Mosquito	بعوض الملاريا
Malpighian Tubules	نُبَيْبَات مالبيغي
Mammal Lice	قمل الثدييات
Mammals	الثدييات
Mandible Condyles	لقمتا الفك
Mandibulate Moths	العث ذو الفك
Mantises	السراعيف
Mantodea	السرعوفيات
Mantophasmatodea	السرعوفيات العصوية
Marshes	الأهوار (جمع هَوْر)
Mayflies	بنات يوم
Mealybugs	بق الدقيق
Mecoptera	طويلات الجناح
Megaloptera	كبيرات الجناح
Megalyrid Wasps	الزنابير السمسمية الكبيرة
Megalyridae	السمسميات الكبيرة
Meganeuridae	العصبونيات الكبار

Megasecoptera	مزدوجات الجناح الكبار
Melastoma	شجيرة الفم الأسود (الزهرة البنفسجية)
Mesozoic Era	الدهر الوسيط
Metallic Wood- Boring Beetles	الخنافس الزاهية (الخنافس المعدنية ناقبة الخشب)
Metamorphosis	الاستحالة
Meteors	النيازك، الشُّهُب
Micropterigidae	صغيرات الجناح
Microraptor	الديناصور البازي الصغير
Midges	البرغش
Milkweeds	نباتات الصِّقلاب (من الدفلى)
Milky Way	درب التبَّانة
Millipedes	الديدان الألفية
Mimicry	المشاكلة
Miocene Epoch	حقبة الميوسين
Miomoptera	بالغات الجناح

Mites	الحَمْنان
Mollusks	الرخويات
Molting	الانسلاخ

Monarch Butterfly	فراشة الملك
Morphine	المورفين
Mosses	حزازيات
Moths	العُث
Multicellular Animals	الحيوانات متعددة الخلايا
Munnozia	مانوزيا
Mushroom	فطر المشروم (عيش الغراب)
Mycorrhizal Fungi	الفطريات الجذرية المتعايشة
Mymaridae	اللَّطخيات
Myriapoda	كثيرات الأرجل
Naiads	الغديريات
Neanderthal	إنسان نياندرتال
Nematoceran Flies	الذباب خيطي الخرطوم
Nematodes	الديدان الأسطوانية
Neoneurus Mantis	الزنابير السرعوفية الطفيلانية
Neoptera	حديثات الجناح
Neotenic Reproductive	خصب عنِّين
Nest- Provisioning Wasps	زنابير أعشاش المؤونة
Netwinged Midges	البرغش شبكي الجناح

Neuroptera	عصبيات الجناح
Nicotine	النيكوتين
Noctuid Moths	عث الليل
Noctuidae	الليليات
Nonvascular Plants	النباتات اللاوعائية
Notochord	قُرْدُود
Nuthatch	خازن البندق
Nymph	الحوراء، الحورية
Nymphalidae	الفراشات الحورائية، الحورائيات
Odonata	اليعسوبيات
Omnivorous	القوارت
Ophioniform Ichneumonidae	النمسيات الأفعوانية
Orchids	أزهار السحلب، خصى الثعلب، الأوركيد
Ordovician Period	العصر الأُردوفيشي
Oribatid Mites	حَمنان الحزازيات
Ornitholestes	الديناصور لص الطيور
Ornithorhynchus Anatinus	ذو خطم منقار البط
Orthoptera	مستقيمات الجناح
Orthopteroids	مفصليات الجناح

Ovipositor	المسرأ
Ovipositor- Bearing Cockroaches	الصرصوريات المتكاثرة بالمسارئ
Owlet Moth	عث البوم
Owlflies	ذباب البومة
Paleodicytopterans	شبكيات الجناح القديمة
Paleopteran	قديمات الجناح
Paleozoic Era	الدهر القديم
Paleozoic Roachoids	صرصوريات الدهر القديم
Palpus	اللامسة

Paper Wasps	زنابير الورق
Papilionid Butterfly	الفراشة خطافية الذيل
Paranotal Lobes	الفصوص الجنبية
Parasitic	طفيلي
Parasitic Bat Flies	ذباب الخفافيش الطفيلي
Parasitic Wasps	الزنابير الطفيلية
Parasitoid	الطفيلاني، شبيه الطفيلي
Paratrichoptera	شبيهات شعريات الجناح
Parsimony	القَصْد
Pedipalp	الزُّبَانَى (للعقرب)

Pelecinidae	البجعيات
Pelicans	البجع
Pennsylvania Bumblebee	نحلة بنسلفانيا الطنانة
Periodical Cicadas	زيز الفصول
Permian Period	العصر البيرمي
Pertica Quadrifaria	طويلة العود الرباعية
Phacops Rana	ذوات عين الضفدع
Phasmatodea	الشبحيات
Phenols	الفينولات
Pheromones	الفرمونات
Phloem	النسيج اللحائي
Phobaeticus Chani	عصا تشان الكبيرة
Phthiraptera	القمليات عديمات الجناح
Pikaia	البيكايا
Placoderms	ذوات الصفائح
Plant Bugs	بق النبات
Plant Galls	عفصات النباتات
Plant Rootlets	جذيرات النبات
Planthoppers	نقّازات النبات (الفلقوريات)

Plants	النباتات
Plate Tectonics	الصفائح التكتونية
Plateosaurus	البلاتيوصور، الديناصور البدين
Platypsyllus Castoris	خنفساء القنادس الطفيلية
Platypus	خُلْد الماء
Plecoptera	مطويات الجناح
Pollen	غبار الطلع
Pollination	التأبير
Polydesmida	كثيرات العُقَد
PolyDNAviruses	الفيروسات متعددة الدَّنَا
Polypedilum Vanderplanki	الهاموش النائم
Poplars	أشجار الحور
Posteromotorism	القيادة الخلفية
Praying Mantis	السرعوف الراهب (فرس النبي)
Prey	فريسة
Primates	الرئيسات
Primitive Moths	العث البدائي
Probe	مسبار
Procompsognathus	الديناصور أنيق الفك الأسبق

Prolegs	الأرجل المُعاوِنة (عند اليسروع)
Protocrickets	الجداجد البدائية، الجداجد الأولية

Protodonata	اليعسوبيات البدائية
Protomammals	الثدييات الأولية
Protorthoptera	مستقيمات الجناح البدائية
Protowings	الأجنحة البدائية
Protozoa	الحيوانات الأولية، الأَوَاليَّات
Psocoptera	حاكّات الجناح
Pteridosperms	السرخسيات البذرية
Pterosaurs	الديناصورات المجنحة
Pupa	الخادرة، العذراء
Pussy Willows	عَسيلات الصفصاف
Queen Termites	الأَرَضة الملكة
Quinine	الكينين
Raphidioptera	إبريات الجناح
Rat Flea	برغوث الجرذان
Raw Wood	الخشب الخام
Reduviiidae	الرضوفيات
Reefs	الشِّعاب، الحُيود

Remote- Sensing	الاستشعار عن بعد
Reptiles	الزواحف
Rhynia	الراينيات
Rhyniella Praecursor	راينيلا الأسبق
Rhyniognatha Hirsti	سوس الفكيات الراينية
Rhyniophytes	النباتات الراينية
Roaches	الصراصير
Robin	أبو الحناء الأمريكي
Rock Crawlers	دبيبات الصخور
Rock Formations	التكوينات الصخرية
Rodents	القوارض
Royal Palm Bugs	قُرَاد النخل الملكي
Salamander	السَّمَنْدَر (الجمع: سمادر)
Salt Flats	المسطحات الملحية
Salt Marshes	السبخات المالحة
Saltoposuchus	ديناصور التمساح الواثب
Sanctacaris	السرطان الناسك
Saturniid Moth	عث زحل
Saturniidae	الزُّحَلِيَّات

Sawflies	الذباب المِنْشَاري
Scale Insects	الحشرات القشرية
Scarab	الجُعَل
Scorpio	برج العقرب
Scorpionflies	ذباب العقرب
Scorpions	العقارب
Sea Lions	أُسُود البحر
Sea Scorpions	عقارب البحر
Seaweed Flies	ذباب طحالب البحر
Seed Bugs	بق البذور
Selection	الانتقاء
Sexual	جنسي
Sheridan’S Green Hairstreak Butterfly	فراشة شريدان الخضراء شعرية الخطوط
Shore Flies	ذباب الشواطئ

Shrews	الزَّباب
Shrimp	القريدس
Silica	السليكا
Silurian Period	العصر السيلوري

Silverfish	السَّمَكات الفضية
Siphonaptera	خافِيات الجناح
Siphoning Mouthparts	الأجزاء الفموية المَثْعَبية
Snakeflies	ذباب الأفعى
Snow Scorpionflies	ذباب العقرب الثلجي
Social Wasps	الزنابير الاجتماعية
Species	النوع الحي
Spermatophore	محفظة منوية
Spiders	العناكب
Spine	السِّيساء
Spiracles	المُنْتَفَسات
Spittlebug	البق اللعابي
Sponges	الإسفنج
Sporangia	الأكياس البوغية (المَبَاغات)
Sporopollenin	طَلْعِين الأبواغ
Springtails	قافزات الذنب
Spruce	شجر التنوب
Squids	الحبَّاريات
Sternorrhyncha	قَصِيَّات الخرطوم

Steroids	الستيروئيدات
Stick Insects	الحشرات العصوية
Stink Bugs	البق كريه الرائحة
Stomata	الأفغام
Stoneflies	ذباب الحَجَر
Streblidae	العققاوات
Strychnine	الاستريكنين
Stylets	مَراوِد (جمع مِرْوَد)
Styli	القُلَيْمات
Substrate	الطبقة الركيزة
Sulfuric Aerosols	ضبائب الكبريتيك
Supernova	مُستعِر أعظم
Surfactant	مادة فاعلة بالسطح
Swallows	طيور السنونو
Swamp	المستنقع
Symbionts	المتعايشات
Symbiotic	متعايش
Symphylans	المؤتلفات
Synapomorphy	السمات المشتركة البعيدة

Tabulate Corals	المرجان الصفائحي
Tagma	قَسِيم
Tagmosis	المقاسَمة
Tannins	العفصيات
Tardigrade	بطيء الخُطا (خنزير الطحالب)
Tardigrades	الدولابيات
Tartarian Protomammals	الثدييات الأولية التترية
Taurus	كوكبة الثور

Teratocytes	الخلايا المسخ
Termites	الأرَضة
Terpenoids	التيربينوئيدات
Tertiary Period	العصر الثلاثي
Thecodont Reptiles	الزواحف قِرَابية الأسنان
Theropod	الثيروبود، الديناصور ذو القدمين
Thrips	التِّرِبْس (قمل النبات)
Thysanoptera	هدبيات الجناح
Thysanura	هدبيات الذيل
Ticks	القِرْدان (جمع قُرَاد)
Titan Insects	الحشرات الماردة

Titan Stick Insect	الحشرة العصوية الماردة
Titanoptera	ماردات الجناح
Tortoise Beetles	الخنافس السلحفية
Trace Fossils	أحافير الأثر
Tree Frog	ضفدع الشجر
Treehoppers	نقَّازات الشَّجَر
Triassic Period	العصر الترياسي
Triceratops	الديناصور ثلاثي القرون
Trichophycus Pedum	ذو القدم منحنية الأثر
Trichoptera	شَعريَّات الجناح
Trilobites	ثلاثيات الفصوص
Trophamnion	الغمد التغذوي
True Bugs	البق الحقيقي
True Flies	الذباب الحقيقي
Tulips	أزهار التوليب
Turtles	السلاحف
Twisted- Wing Parasites	ملتويات الجناح الطفيلية
Tyrannosaurus	التيرانوصور، الديناصور الطاغي
Underwing Moths	عث الأجنحة الخبيئة

Ur- Crickets	الجداجد البدائية
Ur- Katydids	الجنادب البدائية
Utahraptor	اليوتارابتور، الديناصور بازي يوتا
Vascular Plants	النباتات الوعائية
Velociraptor	الفيلوسيرابتور، الديناصور البازي السارق
Velvety Shore Bugs	براغيث الشطآن المخملية
Vertebrae	فقار (جمع فقرة)
Vertebrate	فقاري
Viceroy Butterfly	فراشة نائب الملك
Walking Stick Insects	الحشرات العصوية
Warp Drives	المحركات الانعطافية
Wasps	الزنابير
Water Boatmen Bugs	البق المائي المجدافي
Water Lilies	زنبق الماء
Water Skaters	المنزلقات على الماء
Water Striders	ماسحات الماء
Weaver Ants	النمل الحائك
Webspinners	ناسجات الشبك
Weevils	السُّوس

Willows	الصَّفْصَاف

Wingless Insects	الحشرات عديمة الجناح
Winglets	الجُنَيحات
Wishbone	عَظْم التُّرْقُوَة
Wood Roaches	صراصير الخشب
Woodpecker	نقار الخشب
Xyelid Sawflies	الذباب المنشاري الخنجري
Xylem	النسيج الخشبي
Ypsistocerine Wasps	الزنابير طُفَيلانيات الأرَضة
Zorapterans	عديمات الجناح المحضة
Zygentoma	الآصِرات

Notes

[1←]
الفم الأسود Melastoma: تعود تسميتها إلى أن ثمرتها الصغيرة تتفتح عند نضجها عن لب مُسْوِدٍ، فتبدو كفمٍ بلون أسود. أما أزهارها، فبنفسجية اللون، لذلك فهي تُدعى أحيانًا: «الزهرة البنفسجية». [المترجم]

[2←]
الترجمة الحرفية للعبارة في الأصل الإنكليزي: «الوقت يطير كالسهم، وذباب الفاكهة يحب الموز». وهي بهذه الصياغة لا معنى لترابط طرفيها لدى القارئ العربي؛ لأن مضمون العبارة في اللغة الإنكليزية يحوي شيئًا من التعبير البلاغي في الجِنَاس بين المفردات الإنكليزية، واللعب على معنييْ كلمة like: «مِثْل» و«يحب»، ومعنييْ كلمة flies: «يطير»، و«ذباب». فآثرنا في ترجمتنا أن نضمِّن العبارة شيئًا من ذلك، دون الابتعاد عن المعنى، فلا شك أن ذباب الفاكهة سيطير إلى الموز المختمر حبًّا به لا كرهًا له. [المترجمة]

[3←]
فيلم «حساء البط Duck Soup»: فيلم كوميدي غنائي صدر سنة 1933. [المترجمة]

[4←]
البروميليات Bromeliads: عائلة نباتات منها الأناناس، تكثر في المناطق الاستوائية. [المترجمة]

[5←]
السَّمَنْدَر Salamander: وجمعه «سَمَادِر»: حيوان من البرمائيات، يشبه السحالي، ويفضل الأماكن الرطبة والقريبة من الماء. [المترجمة]

[6←]
إنديانا جونز: شخصية خيالية عرفت في سلسلة أفلام بدأت في ثمانينيات القرن العشرين، وكانت الشخصية تمثل رجلًا من رعاة البقر يتميز بالدعابة الساخرة ويخاف الأفاعي، وكثيرًا ما كان يلبس بزة جلدية، ويمسك بيده سوطًا طويلًا، ويضع على رأسه قبعة من قبعات رعاة البقر. [المترجمة]

[7←]
يقسم الجيولوجيون تاريخ الأرض إلى مجموعات زمنية. أكبرها الأبد؛ وهما أبدان: أبد الحياة الخافية (ويدعى كذلك عصر ما قبل الكامبري)، وأبد الحياة الظاهرة. وفي أبد الحياة الظاهرة ثلاثة دهور: الدهر القديم، والدهر الوسيط، والدهر الحديث. وفي كل دهر عصور؛ ففي الدهر القديم ستة عصور: الكامبري، فالأردوفيشي، فالسيلوري، فالديفوني، فالكربوني، فالبيرمي. وفي الدهر الوسيط ثلاثة عصور: الترياسي، والجوراسي، والكريتاسي. وفي الدهر الحديث عصران: الثلاثي، والرباعي. وتنقسم العصور إلى حقب، ونحن اليوم في حقبة الهولوسين (أو الحقبة الحديثة) من العصر الرباعي. [المترجمة]

[8←]
يقول الكاتب بنظرية التطور السائدة في الثقافة الغربية اليوم، وكان أول من افترضها داروين قبل نحو 180 سنة. وقد نقلنا أقواله بنصها ومعناها. [المترجمة]

[9←]
الميكرون: جزء من الألف من الميليمتر. [المترجمة]

[10←]
قافزات الذنب Springtails: حشرات صغيرة لها طرف بطني يشبه الذيل مشدود أسفل الجسم بقيد، فإذا رابها أمر انطلق قيدها فانفلت ذنبها وقفزت في الهواء. [المترجمة]

[11←]
هلبيات الذيل Bristletails: حشرات صغيرة لها ذيل كأنه الفرشاة. [المترجمة]

[12←]
السمكات الفضية Silverfish: حشرات صغيرة حركاتها تشبه السمكة ولونها فضي، وتدعى أيضًا: لاحسات السُّكَّر، وسَمَك الحائط. وهي تحب الأماكن الرطبة والباردة. [المترجمة]

[13←]
الديناصورات المجنحة Pterosaurs: وتدعى أيضًا التيروصورات. وكانت أجنحتها مكونة من غشاء جلدي وعضلات. والأنواع المبكرة منها كانت ذات فك وأسنان وذيل طويل. أما الأنواع المتأخرة فبعضها بلا أسنان، وبعضها له ذيل قصير. وتتفاوت في أحجامها، فيصل امتداد جناحي أصغرها إلى ربع المتر، ويصل امتداد جناحي أكبرها إلى 10 أمتار أو أكثر. [المترجمة]

[14←]
ذباب الغَرْفِين Griffenflies: يعسوب ضخم منقرض، ينسب إلى كائن أسطوري ضخم له جسم أسد، ورأس نسر وجناحاه. [المترجمة]

[15←]
بنات يوم Mayflies: تدعى أيضًا ذباب مايو، وحورية الماء، والذبابة اليومية، وذبابة السمك. وبعض أنواعها يعيش عند البحيرات بأعداد كبيرة. [المترجمة]

[16←]
نفايات الأوراق: هي الأوراق المتساقطة من الأشجار، وتدعى في اللغة العربية أيضًا: عَبَل الشجر، والهشيم البالي. [المترجمة]

[17←]
في اللغة العربية يتعدى الفعلان: «يقتات» و«يتغذى» بالباء، مثلما جاء في المعاجم العربية وكتب القدماء. أما تعدي الفعلين بحرف الجر «على» فهو من الأخطاء الشائعة اليوم التي جاءتنا من الترجمة الحرفية للألفاظ الأعجمية. [المترجمة]

[18←]
التيرانوصور Tyrannosaurus: الديناصور الطاغي، وهو ديناصور ضخم لاحم يمشي على قائمتين. [المترجمة]

[19←]
الديناصور ثلاثي القرون Triceratops: هو ديناصور ضخم عاشب يمشي على أربع قوائم. قد يصل طوله إلى 9 أمتار، وارتفاعه 3 أمتار، أما وزنه فيتراوح بين 6 أطنان إلى 12 طنًا. [المترجمة]

[20←]
الجِعْلان Scarabs: جمع جُعَل، وهو الخنفساء السوداء. [المترجمة]

[21←]
الخنافس الطقطاقة أو المطقطقة Click Beetles: تدعى أيضًا: فرقع لوز، وأبا الطقطاق. [المترجمة]

[22←]
الخنافس الزاهية Metallic Wood- Boring Beetles: تدعى كذلك الخنافس المعدنية ناقبة الخشب. [المترجمة]

[23←]
حكمة القدَر: في الأصل الإنكليزي: «Tao»، وهي تعني هنا (وكما جاء في معجم ويبستر): سيرورة الطبيعة التي بوساطتها تتغير الأشياء كلها، فتكون عاقبة ذلك مضي الحياة في انسجامها. والكلمة أصلها من اللغة الصينية وتعني حرفيًّا: السبيل، وتأتي في أحيان كثيرة مضافة، فيقال: سبيل الحقيقة، أو سبيل الطبيعة، أو سبيل الفضيلة، أو سبيل الحكمة، أو سبيل القدرة.. وإلى هذه الكلمة تنسب الديانة الطاوية الصينية. [المترجمة]

[24←]
سرد الكاتب هنا حشرات مرتبة بترتيب الحروف الإنكليزية، ولا معنى لهذا الترتيب بعد نقلها إلى العربية، وذكرناها على النحو ذاته لا لبيان الترتيب بل لبيان كثرتها وتنوعها، وهو غرضه من ذلك. [المترجمة]

[25←]
الديدان القيَّاسة Inchworms: يرقات نوع من العث؛ دُعيت بهذا الاسم بسبب حركتها في الانتقال من مكان إلى آخر، التي تبدو فيها كأنها تقيس الأرض. والترجمة الحرفية لاسمها الإنكليزي: ديدان البوصة، نظرًا إلى أن طولها يبلغ بوصة واحدة (2.5 سم). [المترجمة]

[26←]

الخنافس الخضراء أو خنافس يونيو June Beetles: خنافس تظهر في شهر يونيو في المناطق المعتدلة من أمريكا الشمالية غالبًا. [المترجمة]

[27←]

الذباب المنشاري الخنجري Xyelid Sawflies: دعي بذلك لأن إناثه لها مسرأ منحنٍ يشبه الخنجر. [المترجمة]

[28←]

الزنابير طفيلانيات الأرضة Ypsistocerine Wasps: دعيت بذلك لأنها وجدت تعيش في قرى الأرضة، ويظن أنها تتطفل عليها. [المترجمة]

[29←]

ير من الناس يتفاجأ عندما يعلم القدر الكبير الذي مازلنا نجهله عن الحياة في كوكبنا، فنحن لا نعلم حتى عدد الكائنات التي تشاركنا الحياة عليه. وتتراوح التقديرات بين سبعة ملايين إلى مئة مليون من أنواع الكائنات الحية، ولعل معظم علماء الأحياء متفقون على أن الغالبية العظمى من أنواع الكائنات الحية المجهولة هي حشراتٌ تعيش في ظُلَل الغابات الاستوائية.

[30←]

رجع:

أ- E. O. Wilson, 1990. «First word,» Omni, September, 6, 1990, Academic Search Premier, (EBSCOhost (accessed November 19, 2013).

[31←]

التأبير Pollination: ويدعى أيضًا التلقيح أو الإلقاح، وهو انتقال حبيبات الطلع من مِئْبَر زهرة (طرف العضو الذكري للزهرة)، إلى مَيْسِم زهرة (طرف العضو الأنثوي للزهرة)؛ لتكوين بيضة ملقحة وإنتاج كائن جديد. [المترجمة]

[32←]

ماسحات البحر Halobates: من الحشرات التي تمسح الماء، فتعيش على سطح الماء في المحيطات المفتوحة، وغالبًا قرب خط الاستواء. وهي بلا أجنحة، ويبلغ طول جسمها نحو نصف سنتيمتر، بيد أن طول أرجلها يصل إلى سنتيمترين. وهي تتغذى بالعوالق البحرية، وتضع بيوضها على أشياء طافية على وجه الماء. وتقتات بها طيور النوّ البحرية. [المترجمة]

[33←]

الكتلة الحيوية أو الكتلة البيولوجية Biomass: هي مجموع المادة الحية من كائن ما. [المترجمة]

[34←]

البرغش الهاموش Chironomid Midge: برغش كثير الحركة في اختلاط، وهو من أكبر فصائل الحشرات. ويدعى أيضًا البرغش الوامئ؛ لقرنه الخيطي على رأسه كأنه يومئ به. [المترجمة]

[35←]
الهاموش النائم Polypedilum Vanderplanki: من الهاموشيات Chironomidae؛ وهي براغش لا تعض، فليس لها أجزاء فموية ثاقبة. ويسكن الهاموش النائم غالبًا في المناطق شبه الجافة من إفريقيا، مثل شمالي نيجيريا وأوغندا، وتستطيع يرقاته النجاة في الظروف المناخية الصعبة. [المترجمة]

[36←]
تدعى هذه الأنواع أيضًا، وبالترتيب نفسه: النوع البيولوجي، والنوع التطوري، والنوع الإيكولوجي، والنوع المورفولوجي، فليس ثمة اتفاق بين المراجع العربية على تسمية هذه المصطلحات العلمية. [المترجمة]

[37←]
نباتات الصقلاب Milkweeds: من فصيلة نباتات الدفلى. واسمها بالعربية يعني الأبيض، أما اسمها الإنكليزي فيعني «حشيشة اللبن» أو «حشيشة الحليب»، وذلك بسبب سائل بلون أبيض كاللبن الحليب يزُّ منه إذا تأذت خلاياه. [المترجمة]

[38←]
رجع: ب- David M. Raup, Extinction: Bad Genes or Bad Luck? (New York: W. W. Norton, 1991), 14.

[39←]
طنانة بنسلفانيا Bombus Pennsylvanicus: تعرف أيضًا باسم «النحلة الطنانة الأمريكية». [المترجمة]

[40←]
النِّمْسيات Ichneumonidae: دعيت بهذا الاسم لأنها تتلف يرقات الحشرات كالنمس يتلف بيض الزواحف. [المترجمة]

[41←]
الخنفسيات الأرضية Carabidae: عائلة كبيرة من الخنافس، فيها أكثر من 40 ألف نوع منتشرة في العالم. وهي ذات ألوان متعددة؛ إلا أن الغالب فيها ظهرها الأسود اللماع أو المعدني. وهي تتغذى بكثير من الآفات، لذلك تعد حشرات مفيدة للإنسان. [المترجمة]

[42←]
البراكونيات أو الزنابير القصيرة Braconidae: من الزنابير الطفيلانية. وهي ثاني أكبر عائلات غشائيات الجناح بعد النمسيات؛ ربما وصل عدد أنواعها إلى 50 ألف نوع. [المترجمة]

[43←]
البجعيات Pelecinidae: زنابير تعيش في الأمريكتين. يصل طول إناثها الهزيلة إلى 7 سنتيمترات، وتضع بيوضها فوق يرقات الجعلان المدفونة في التراب. [المترجمة]

[44←]
غمديات الجناح Coleoptera: الغالب فيها الخنافس، وهي حشرات تصلبت أجنحتها الأمامية لتشكل غمدًا للأجنحة الخلفية. وهي أكبر رتب الحشرات على الإطلاق؛ إذ يصل عدد أنواعها إلى 400 ألف نوع. [المترجمة]

[45←]
غشائيات الجناح Hymenoptera: من أكبر رتب الحشرات، وتضم النمل والنحل والدبابير وغيرها؛ يصل عدد أنواعها إلى 150 ألف نوع. [المترجمة]

[46←]
ذوات الجناحين Diptera: الغالب فيها الذباب، وتضم نحو 125 ألف نوع. [المترجمة]

[47←]
قشريات الجناح Lepidoptera: دعيت بذلك بسبب ما يغطي جسمها وأجنحتها من قشور ناعمة. وهي تضم نحو 180 ألف نوع. [المترجمة]

[48←]
ذباب القَمَص Caddisflies: ذباب صغير تجذبه الأضواء في الليل ويعيش بقرب البحيرات والأنهار. وتحب الأسماك يرقاته، لذا فكثيرًا ما تستخدم يرقاته طعمًا في صيد الأسماك. [المترجمة]

[49←]
عديمات الجناح المحضة Zoraptera دعيت بهذا الاسم لأنه كان يظن أنها بلا أجنحة، وذلك قبل أن يكتشف لها أنواع ذات أجنحة. كما تدعى أيضًا السلبوجيات، وحشرات الملائكة. [المترجمة]

[50←]
السرعوفيات العصوية Mantophasmatodea: اكتشفت السراعيف العصوية أول ما اكتشفت في إفريقيا سنة 2001. وشاعت لها أسماء متعددة منها: زاحفات أو دبيبات الصخور Rock Crawlers، والحشرات المصارعة Gladiator insects، والسراعيف الشبحية Mantophasmids. [المترجمة]

[51←]
القِرْدان Ticks: جمع قُرَاد؛ طفيليات خارجية تقتات بدم الثدييات والطيور والزواحف والبرمائيات، وهي ضارة تنقل الأمراض. [المترجمة]

[52←]
يخلط الناس كثيرًا بين الحَمْنَان Mites، والسُّوس Weevils، فيدعون الاثنين سُوسًا، وشتان ما بينهما. فالحَمْنانة من العنكبوتيات، وهي تشبه القُرَاد وأصغر منه، فطول الحمنانة أقل من ميليمتر واحد. وكثير من أنواع الحمنان مفيد في تحليل التربة وبقايا النباتات والحيوانات، إلا أن منها طفيليات ضارة تتطفل على النحل والإنسان. وما يتطفل على الإنسان منها يسبب له غالبًا: حكة القمح، وحكة البقل (تنتقل إليه غالبًا من البقول والفواكه المجففة)، والجَرَب.

أما السوس، فهو نوع من الخنافس، طول الواحدة منها أقل من 6 ميليمترات؛ وأكثره من الآفات الزراعية لإضراره بالمحاصيل، ومنه سوس الطحين، وسوس القطن، ومنه ما يطير كسوس الرز. [المترجمة]

[53←]

الديدان الألفية Millipedes: جاء اسمها من الاعتقاد بأن لها ألف رجل، إلا أن أكثر أنواعها أرجلًا لم يعرف له إلا 750 رجلًا. وتصطف أرجلها على جانبي جسمها بشفعين من الأرجل في كل حلقة، لذلك فاسمها العلمي هو «ثنائيات الأرجل Diplopoda». وتَعُدُّ أنواعها 12000 نوع، أكثرها عاشب وقليل منها مفترس. وهي لا تؤذي الإنسان غالبًا، بيد أن من أنواعها ما هو آفة في بيوت الاستنبات البلاستيكية. [المترجمة]

[54←]

أم أربع وأربعين أو مئويات الأرجل Centipedes: وتدعى أيضًا «الحَرِيش». وهي من كثيرات الأرجل، ويتراوح عدد أرجلها ما بين 30 إلى 354 رجلًا، في كل حلقة من جسمها شفع واحد من الأرجل. وأشفاع أرجلها فردية دائمًا فلا يمكن أن تكون بمئة رجل، ولا بأربع وأربعين رجلًا. [المترجمة]

[55←]

ذباب الجن Fairyflies: يعيش في المناطق الاستوائية والمعتدلة، وفيه نحو 1400 نوع. ويتراوح طوله في المتوسط بين 0.5 إلى ميليمتر واحد، إلا أنه وجد منها ما هو بطول 0.15 ميليمتر، وهي أصغر حشرة طائرة، وتتطفل على بيوض حشرات أخرى، وبذلك استخدمت في مكافحة الآفات. غير أن حياة الحشرات البالغة منها قصيرة جدًّا، لا تتجاوز بضعة أيام. [المترجمة]

[56←]

خنفساء القنادس الطفيلية Platypsyllus Castoris: خنفساء تتطفل بيرقاتها على القنادس تطفلًا خارجيًّا. [المترجمة]

[57←]

نمل الخشب Formica: يدعى أيضًا باسم نمل التلال، ونمل الحقول، ونمل سقوف القش. والنوع النمطي منه هو نمل الخشب الأوروبي الأحمر، ويتراوح طول النملة فيه بين 4 إلى 8 ميليمترات. [المترجمة]

[58←]

التلبيس Crypsis: قدرة الحيوان على التخفي لئلا تجده الحيوانات الأخرى؛ إما بغرض افتراسها، أو خشية أن يكون هو فريسة لها. [المترجمة]

[59←]

الامتقاع Aposematism: التلوُّن أو الاصطباغ بألوان تحذيرية عند الخوف من وجود مفترسات. [المترجمة]

[60←]

الاستحالة Metamorphosis: تحوُّل الحيوان من شكل إلى آخر. والحيوانات التي تمر بهذه المرحلة في حياتها تُدعى المستحيلات أو المستحالات. ومنها ما يستحيل استحالة كاملة فيمر بأربعة أطوار: البيضة فاليرقة فالخادرة فالبالغة، كما في النحل والذباب والفراشات وغيرها. ومنها ما هو ذو استحالة ناقصة، فهي أولًا بيضة، ثم حورية، ثم بالغة، ومن

أمثلتها الصراصير والجراد. ومنها ما هو بلا استحالة، إذ يكون تحول جسمها بسيطًا أو معدومًا وهو موجود في الحشرات عديمة =

الجناح البدائية، مثل رتبة هدبيات الذيل (السَّمَكات الفضية). ومن ناحية المصطلحات؛ نجد في المراجع العربية ما يدعو الاستحالة، والخادرة، والحورية، والحشرة البالغة، بمصطلحات: التحول، والعذراء، والحوراء، والحشرة الكاملة، على الترتيب. [المترجمة]

[61←]
مركزية الإنسان Human-Centrism أو Anthropocentrism أو تفوُّق الإنسان Human Supremacy: مبدأ يقول بأن البشر أهمُّ مخلوقات الكون (وعليهم تحمُّل مسؤولية ذلك في إعمار الكون). [المترجمة]

[62←]
القُرْدُود Notochord: عمود فقري أولي. [المترجمة]

[63←]
القريدس الشاذ Anomalocaris: حيوان منقرض يشبه القشريات البحرية اليوم. [المترجمة]

[64←]
ذو القدم منحنية الأثر Trichophycus Pedum: دعي بهذا الاسم اعتمادًا على ما وجد له من آثار أقدام متأحفرة في صورة شكلٍ منحنٍ. [المترجمة]

[65←]
الماكروفونا أو الوَحِيش العِيَانِيُّ Macrofauna: الحيوانات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة. [المترجمة]

[66←]
الشوكيات أو شوكيات الجلد Echinoderms: منها نجم البحر وقنفذ البحر. [المترجمة]

[67←]
أما في العربية فأخذت اسمها من أنها حيوانات قشرية ذات هيكل خارجي، فالحشرة في معاجم اللغة هي القشرة التي تلي الحَبَّة في النبات. [المترجمة]

[68←]
سرطان ألاسكا الملك Alaskan King Crab: سرطان كبير الحجم منه الأحمر والأزرق والذهبي، والأحمر أكثرها رواجًا على موائد الأمريكيين. [المترجمة]

[69←]
دودة بورغيس الشعرية Burgessochaeta: من العلقيات المنقرضة. وقد عرف منها 189 نوعًا. وفي جسمها 16 إلى 30 حلقة. ويعتقد أنها قمَّامات ربما كانت تسبح في الماء وتتغذى بالمواد العضوية. [المترجمة]

[70←]
السرطان الناسك Sanctacaris: من المفصليات المنقرضة، يتراوح طوله بين 46 و93 ميليمترًا، وكان قد اكتشف سنة 1981. [المترجمة]

[71←]
وذلك بناءً على نظرية التطور. ولعل النسبة الشائعة لعصرٍ ما إنما هي نسبة إلى الحيوانات الأكبر حجمًا فيه؛ ويرى المؤلف أنها ينبغي أن تكون للحيوانات الأوفر فيه. [المترجمة]

[72←]
ثلاثي الفصوص متماثل الطرفين Isotelus: عرف بهذا الاسم نظرًا لأن رأسه يشبه مؤخرته. [المترجمة]

[73←]
إكثار المؤلف لمفردات التشكيك «ربما» و«لعل» ونحوها، إنما هو للتشديد على أن هذه فرضيات لا حقائق. [المترجمة]

[74←]
المُقَاسَمة Tagmosis: عملية نشوئية تنشأ فيها الأعضاء (الأَقْسِماء) عن طريق دمج الحلقات وتحويرها. [المترجمة]

[75←]
الأَقْسِمَاء Tagmata: مفردها «قَسِيم Tagma»، وهو التجميع المتخصص لحلقات متعددة في وحدة وظيفية متماسكة واحدة. [المترجمة]

[76←]
الأمُونيَّات Ammonoids: حيوانات لافقارية بحرية منقرضة تنتمي إلى رأسيات الأرجل. [المترجمة]

[77←]
عضديات الأرجل Brachiopods: حيوانات بحرية ذات قواقع صلبة على الوجهين العلوي والسفلي منها. [المترجمة]

[78←]
ذوات الصفائح Placoderms: صنف منقرض من الأسماك، كانت الصفائح المدرعة تغطي رأسه وصدره. أما سائر جسمه فإما عارٍ أو تكسوه الحراشف. [المترجمة]

[79←]
ذو الأهِلَّة Calymene Celebra: دعي بذلك لأن حلقاته تشبه واحدتها الهِلَال. [المترجمة]

[80←]

الزَّبانِيَان Pedipalps: مفردهما: الزَّبانَى؛ قرنا العقرب تدفع بهما فريستها وتعالجها بهما. و«الزِّبْن»: هو الدفع. [المترجمة]

[81←]
المؤتلفات Symphylans: يقال لها أيضًا «أم أربع وأربعين الحدائق»، وهي أصغر من أم أربع وأربعين، وذات لون شفاف. [المترجمة]

[82←]
على أي حال، توقع لها أن تعيش طويلًا. فقد عاشت الدودة الألفية الداجنة عند زميلتي نينا زيتاني نحو 12 سنة.

[83←]
النباتات الراينية rhyniophyte plants: نباتات منقرضة وعائية ذات أبواغ بلا أوراق أو جذور. [المترجمة]

[84←]
الكوكسونيات Cooksonia: نسبةً إلى عالمة بأحافير النباتات تدعى إيزابيل كوكسون. [المترجمة]

[85←]
الدَّنَا DNA: اختصار علمي للحمض الريبي النووي منزوع الأكسجين. [المترجمة]

[86←]
ر الدراسات الجزيئية في الفطريات، تشير إلى أن السلالات الرئيسة المتنوعة من الفطريات قد نشأت بالتوازي مع تنوع النباتات الوعائية الأولى، والمنظومات البيئية على اليابسة. ولا شك في أن تنوع الفطريات قد أسهم في نشوء التربة الميكروبية المناسبة لتوطن نباتات اليابسة، كما أن الفطريات أسهمت في غذاء المفصليات القمَّامة؛ من قبيل الديدان الألفية والمؤتلفات. وبوسعك قراءة المزيد عن نشوء الفطريات فيما كتبه روبرت ليكينغ، وسابينا هوندورف، ودونالد فيستر، وإيمي ريفاس بلاتا، وثورستن لامبش، وآخرون، تحت عنوان: Fungi Evolved Right on Track [النشوء الناجح للفطريات]، مجلة علوم الفطريات Mycologia 101 (2009): 810-22.

[87←]
من الشائع تسمية «الأَفْغَام Stomata»، و«المُثْنَفَسَات Spiracles» باسم: الفوهات التنفسية (أو الفتحات التنفسية). [المترجمة]

[88←]
الطبقة الركيزة Substrate: البيئة الطبيعية التي يعيش فيها الكائن، أو السطح الذي ينمو فوقه. [المترجمة]

[89←]
ذوات عين الضفدع Phacops Rana: نوع من ثلاثيات الفصوص المنقرضة، تميزت بعينيها الكبيرتين، اللتين تشبهان عيني الضفدع. [المترجمة]

[90←]
الهَيْنَريات Hyneria: نسبةً إلى بلدة هَيْنَر في ولاية بنسلفانيا الأمريكية. [المترجمة]

[91←]
ني بالكلمة «تمشي» المعنى المجازي لا غير. فالأبحاث الحديثة على برمائية عمرها 360 مليون سنة، وهي سمكة سطح الماء [إكثيوستيغا]، تشير إلى أنها كانت تتقدم في طريقها: بالانحناء بظهرها، ثم الاعتدال. فلعل أولى البرمائيات كانت تجر أرجلها الخلفية وذيلها إذا ما أرادت التقدم.

[92←]
الأهوار Marshes: جمع هَوْر؛ هي الأراضي الرطبة المنخفضة. والأخوار Estuaries: جمع خَوْر؛ هي مصبات الأنهار. [المترجمة]

[93←]
طويلة العود الرباعية Pertica Quadrifaria: من النباتات الوعائية المنقرضة التي يعتقد أنها من السلالة التي انتهى بها الأمر إلى ظهور السراخس الحديثة والنباتات ذوات البذور. [المترجمة]

[94←]
جلبوع: اسم عبري يطلق أصلًا على جبال فقوعة شمالي فلسطين، غربي بيسان وشرقي جنين. وقد أطلق الاسم على بلدة شرقي نيويورك، وأخذت الغابة الأحفورية اسمها منها. [المترجمة]

[95←]
الفطريات الجذرية المتعايشة Mycorrhizal Fungi: فطريات تعيش حياة تكافلية مع جذور النباتات، فتمتص الأملاح المعدنية من التربة، وتبادلها مع الأغذية العضوية التي يصنعها النبات. [المترجمة]

[96←]
قًا لما يقوله زميلي، أستاذ الهندسة جون ماكنروي، فثمة سبب جوهري لاستخدام الأرجل الست. فباستخدام ست أرجل يمكنها الانتقال والدوران في الاتجاهات الثلاثة جميعًا. كما أن الكائنات سداسية الأرجل يمكنها مقاومة القوة والعزم في الاتجاهات كلها. واستقرار الأرجل الست معروف جيدًا في مجال تكنولوجيا الروبوت. وللاطلاع على المزيد بشأن الروبوتات التي تمشي، راجع ما كتبه جان بيير مارلت، Parallel Robots [الروبوتات المتوازية] (دوردريخت: شبرينغر، 2005).

[97←]
السرعوف الراهب Praying Mantis: يشتهر أيضًا باسم فرس النبي. [المترجمة]

[98←]
النغَف Maggots: يرقات حشرات تعيش في لحوم الجِيَف المتفسخة. [المترجمة]

[99←]

الأرجل المعاونة Prolegs: يدعوها بعضهم «الأرجل الكاذبة»، وآخرون يدعونها: «طلائع الأرجل». [المترجمة]

[100←]

در بي، ربما، أن أشير إلى أن الحشرات تمشي، أو تجري، على السطوح المنبسطة عن طريق تحريك ثلاث من أرجلها معًا في كل خطوة. ونظرًا إلى الحجم الصغير للحشرات، فإن بإمكانها أن تمشي على السطوح العمودية أو حتى السطوح المقلوبة كذلك. ويشير بحث حديث أجراه ستانيسلاف غورب إلى أنها تمشي بحذر أكبر بقليل على السطوح المقلوبة. فالذبابة التي تمشي على السقف تتحرك ببطء وحذر؛ مثبِّتةً أربعًا من أرجلها، ومحركةً اثنتين فقط معًا؛ في كل خطوة. ويمكن للحشرات المشي رأسًا على عقب على السطوح المقلوبة لأنها صغيرة جدًّا، بحيث تكون قوى التوتر السطحي والتماسك كبيرة نسبيًّا. كما أن التعلق بالسطوح الملساء والسطوح الخشنة، يتحسن بفضل مجموعة متنوعة من التكيفات المجهرية عند طرف رجل الحشرة، منها: المخالب، واللبدات الشعرية، والإفرازات اللاصقة. وربما لم تكن هذه الخصائص موجودة عند أولى سداسيات الأرجل على اليابسة، إلا أنها نمت وصقلت في سلالات الحشرات الطائرة على مر مئات ملايين السنين. راجع ما كتبه ستانيسلاف غورب، في مقالته: الكشف عن دبق الحشرات: بنية جُهَيزات التعلق الشعرية وخصائصها، في مجلة American Entomologist [عالِم الحشرات الأمريكي] 51 (2005): 31-35.

[101←]

الظِّرَار Cherts: حجارة كالصُّوَّان. [المترجمة]

[102←]

ى الرغم من أن راينيلا الأسبق Rhyniella Praecursor هو أقدم سداسيات الأرجل بلا خلاف، فإن معظم علماء الحشرات لا يَعُدُّون قافزات الذنب حشرات حقيقية. لأن لها أجزاء فموية متراجعة متميزة وغريبة، ويبدو أنها سلالة من سداسيات الأرجل، تفرعت في زمن مبكر من تلك السلالة التي أنتجت معظم الحشرات الحديثة. ومع ذلك، فإن علماء الحشرات القدامى غالبًا ما يَدْعون أي كائن مفصلي سداسي الأرجل حشرة، ومن ذلك قافزات الذنب.

[103←]

الأَوَالِيَّات أو الحيوانات الأولية Protozoa: كائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة تنتمي إلى الطلائعيات. وهي كائنات لا ترى بالعين المجردة، وتعيش في الأوساط السائلة، كالماء والدم. [المترجمة]

[104←]

الأُسْرَتَان Cerci: زوج من الزوائد (الشَّعرية) في الحلقة الأخيرة من مؤخرة كثير من المفصليات (ومنها الحشرات). بعض أنواعها تعمل أعضاء حسية، وبعضها تستخدم في اللَّدغ، وبعضها تستخدم في المسافدة، وبعضها تساعد في غزل الخيوط الحريرية. وفي كثير من الحشرات تكُون زوائد لا وظيفة لها. [المترجمة]

[105←]

ى وقت قريب إلى حدٍّ ما، كانت عتيقات الفك مجموعةً مع السمكات الفضية وبنات النار في رتبة كبيرة تدعى هدبيات الذيل، وهو اسم لفَّه الهجر اليوم، إلا أنه مازال مطروقًا في بعض الدلائل الإرشادية الحقلية والمؤلفات القديمة. وتوصف الرتبة المنقرضة المونورا [المؤذيات] بأنها تضم أنواعًا مشابهة لتلك، لها ذيل واحد فقط يشبه الهُلْب [أي الفرشاة]. أما علماء الحشرات الحديثون فيجعلون المونوريات في رتبة عتيقات الفك.

[106←]

سوس الفكيات الراينية Rhyniognatha Hirsti: يعد أقدم الحشرات المعروفة في العالم، فلقد عاش مع تشكل أولى المنظومات البيئية على اليابسة قبل 400 مليون سنة. وربما كانت له أجنحة نظرًا إلى شكل فكيه. بيد أن بعض العلماء يعدونه من كثيرات الأرجل. [المترجمة]

[107←]
بنات النار Firebrats: حشرات تشبه السمكات الفضية، إلا أنها تفضل الأماكن مرتفعة الحرارة، فيمكن أن تشاهد في الأفران والمخابز. [المترجمة]

[108←]
الآصرات Zygentoma: دعيت بهذا الاسم بسبب الاعتقاد أنها من وجهة النظر النشوئية تشكل رابطة (أو آصرة) بين المجنَّحات Pterygota، وعديمات الجناح Apterygota. [المترجمة]

[109←]
هدبيات الذيل Thysanura: دعيت بهذا الاسم لأن في ذيلها ما يشبه ثلاثة أهداب. [المترجمة]

[110←]
بنات سبعة Heptagenia: جنس صغير الحجم من بنات يوم، وتتميز بثلاثة ذيول طويلة. وتدعى أيضًا بنات يوم مسطحة الرأس، وبنات يوم الجداول. يرقاتها سوداء وذات شكل مسطح. [المترجمة]

[111←]
ذا مثال لما يدعوه علماء البيئة: سلوك التزاوج المسرحي Lekking.

[112←]
الغديريات Naiads: تدعى أيضًا «حوريات الماء». [المترجمة]

[113←]
ي أسلك مسلك الحرية المجازية في سردي قصة بنات يوم، فنحن متأكدون إلى حدٍّ ما من أن بنات يوم، أو على الأقل المجموعة المتفرعة من الحشرات الشبيهة ببنات يوم، قد نشأت أول ما نشأت في العصر الكربوني. ولا نعلم على وجه اليقين متى بالضبط نشأت لهذه السلالة من الحشرات الأطوار المائية غير البالغة في المياه العذبة. ولعل تلك الأطوار لم تنشأ عندها حتى العصر البيرمي أو حتى العصر الترياسي، إلا أنني أخمن أنها أصبحت حشرات مائية في العصر الكربوني بسبب وفرة الأراضي الرطبة في ذلك العصر، وما تميزت به من موارد تجعلها تنتقل أولًا إلى أعشاش المياه العذبة. وإذا كانت أسماك المياه العذبة موجودة آنذاك، فيبدو من المنطقي أن نفترض أن ثمة غديريات أو حشرات مائية تقتات منها.

[114←]
كانت الزواحف الحرشفية Lepidosaurian Reptiles تنزلق في الهواء في العصر الترياسي، على هيئات تشبه السحالي الطائرة [سحالي دراكو] في جنوب شرق آسيا. ولعلها كانت واحدة من أولى الفقاريات التي تطارد الحشرات ذوات الأجنحة في الجو وتأكلها.

[115←]
نسبةً إلى عالم النبات أوغست كوردا؛ من بوهيميا (غربي تشيكيا اليوم)؛ المتوفى سنة 1849. [المترجمة]

[116←]
باتات الكورديتية [شبيهة الصنوبرية] أوراق عريضة تشبه واحدتها الشريط، وكان لها كذلك مخاريط، وتعد قريبة الصلة بالصنوبريات الأولى.

[117←]
السُّرْفة Grub: يرقة كأنها دويدة (تشبه دودة صغيرة)، وغالبًا ما تطلق على يرقات الخنافس. [المترجمة]

[118←]
دى المجموعات المتنوعة من المفصليات التي تحلل النباتات، وجدت في أواخر العصر الكربوني، إنها: حَمْنان الحزازيات Oribatid Mites. كما كانت الحشرات عديمة الجناح البدائية والديدان الألفية البدائية مسؤولة كذلك عن بعض عمليات التحلل.

[119←]
أن الخنافس (من رتبة غمديات الجناح) معروفة بأنها من أحافير العصر البيرمي منذ وقت ليس بالقريب جدًّا، فلقد اكتشفت مؤخرًا بينة على وجود خنافس في العصر الكربوني، وذلك على يد أوليفير بيثوكس (في مقالته: «تحديد الخنفساء الأولى»، في Journal of Paleontology [مجلة علم الأحافير] 83 (2009): 931-37). ومع أن أولى الخنافس، بالإضافة إلى بعض الأصناف الأخرى من الحشرات ذات الاستحالة المعقدة، ربما تكونت أولَ ما تكونت في أواخر العصر الكربوني، فإنها كانت لاتزال نادرة وغير متنوعة، ومن ثَمَّ لم يكن لها بَعدُ تأثير بيئي عميق في الغابات. وسيتأجل حديثي عن الخنافس إلى الفصل التالي، في العصر البيرمي؛ بعد أن تنوعت الخنافس وشاعت كثيرًا.

[120←]
أريد الإيحاء بأن إنتاج الفحم قد توقف بعد العصر الكربوني، لكن ما أقصده هو أن تنوع الكائنات المحلِّلة ازداد منذ ذلك العصر وما بعده، واشتد التنافس على الاقتيات بالمواد النباتية. وثمة بعض قُرارات الفحم الكبيرة من أزمنة متأخرة عن ذلك العصر، من قبيل مناجم التعدين السطحي قرب مدينة جيليت في ولاية ويومينغ.

[121←]
ى جانب هلبيات الذيل القافزة، كانت السمكات الفضية موضوعة من قبل في رتبة تدعى رتبة هدبيات الذيل، وهو اسم مازال موجودًا في المؤلفات القديمة. وقد فُصلت اليوم بسبب الأشكال المختلفة لفكها، كما ذكرنا في الفصل السابق.

[122←]
شف العلماء مؤخرًا أن الحشرات عديمة الجناح الحديثة، ومنها السمكات الفضية، وحتى النملات العاملات، يمكن أن تنجح في صنف من الطيران، بالانزلاق في الهواء أثناء سقوطها من الأشجار. ويبدو أن أجسامها تعمل عمل الجنيحات الحاملة في الطائرات. ففي أثناء السقوط الحر، يمكنها أن تستدير وتنزلق في الهواء لتعود إلى جذع الشجرة، وبذلك تتجنب السقوط الكامل إلى سطح الأرض.

[123←]
الفصوص الجنبية Paranotal Lobes: يعتقد بعض علماء نشوء الأحياء أنها نشأت عند الحشرات على جانبي ناحية الصدر من الحشرة، وتطورت بعد ذلك إلى أجنحة. [المترجمة]

[124←]
صوص الجنبية القديمة نمط العروق نفسه الذي للأجنحة كاملة التشكل الحديثة، وهو ما يقتضي أن الأجنحة قد نشأت من زوائد تشبه الفصوص الجنبية.

[125←]
مطويات الجناح Plecoptera: رتبة من الحشرات الغالب على اسمها: ذباب الحَجَر، وهي لا تتحمل التلوث مطلقًا، فإذا وجدت في جدول أو بركة، فذاك مؤشر على جودة الماء هناك. [المترجمة]

[126←]
هذا أمر واضح لأن أحافير حوريات شبكيات الجناح القديمة من جَوْن ميزون [شمال شرق ولاية إيلينوي] وجدت مترافقة مع أوراق نبات ماكرو نيروبتيريس ولديها أبواغ نباتية في أمعائها. (عن كونراد لابنديرا، في اتصال شخصي).

[127←]
نعلم التاريخ الدقيق لأولى الحشرات الطائرة، إلا أننا نعلم أن الحشرات ذوات الأجنحة كانت وافرة ومتنوعة في أواخر العصر الكربوني، قبل 320 مليون سنة. ولعلها حافظت على انفرادها بالمسارات الجوية لمئة مليون سنة إلى 150 مليون سنة أو أكثر، قبل أن تنتقل الفقاريات في النهاية إلى الأجواء.

[128←]
النسيج الخشبي Xylem: نسيج وعائي مسؤول عن نقل النسغ الناقص (الماء وبعض العناصر الغذائية) من الجذور إلى الفروع والأوراق. [المترجمة]

[129←]
النسيج اللحائي Phloem: نسيج وعائي مسؤول عن نقل النسغ الكامل (المغذيات العضوية المنحلة الناتجة من التمثيل الضوئي) إلى أجزاء النبات التي تحتاجها. وهو يشكل الطبقة الداخلية من اللحاء في الأشجار، ويليه النسيج الخشبي. [المترجمة]

[130←]
السرخسيات البذرية Pteridosperms: نباتات منقرضة كان يعتقد من وجهة النظر النشوئية أنها تشكل صلة الوصل بين السرخسيات والنباتات ذوات البذور. أما اليوم فيُعَدُّ هذا الاسم مضللًا، فالسرخسيات البذرية ليست من السراخس مطلقًا، وإنما هي أولى النباتات البذرية. [المترجمة]

[131←]
ير البيّنة إلى أن شبكيات الجناح القديمة لم تكن الحشرات الوحيدة المقتاتة بالنبات التي نشأت في العصر الكربوني. فثمة أنماط أخرى للاقتيات، نراها في بينة أحافير تلف النبات وأحافير البراز، ومنها نقب أنسجة وسوق النباتات، والاقتيات ببذور السراخس البذرية، والاقتيات (اقتيات الحفر، واقتيات الأطراف، وخدش السطح) من الأوراق الخارجية لأنواع نباتية صنوبرية متعددة.

[132←]
عفصات النباتات Plant Galls: نمو غير طبيعي على النبات، عادة ما تسببه يرقات الحشرات، كما يمكن أن تسببه البكتيريا أو الفطور أو غيرها. وبعضها ناعم ومستدير كالكرات الصغيرة، وبعضها خشن ومغطًّى بالشعر، وبعضها يشبه مخروط الصنوبر الصغير، وبعضها له أشكال أخرى. فبعد أن تضع الحشرة بيضتها داخل المادة اللزجة في نسيج النبات، تفقس البيضة وتخرج اليرقة، فينشط نسيج النبات حول اليرقة بطريقة كيميائية تفاعلية، ويتطور سريعًا إلى نمو غير طبيعي (عفصة) حول اليرقة. وغالبًا ما تكسر الطيور والسناجب والحشرات العفصةَ وتأكل اليرقات، لكن العديد من العفصات يحمي اليرقات. ومن العفصات ما هو ضار ومنها ما هو نافع. [المترجمة]

[133←]
الإضافة إلى الأبواغ، تحفظ أحافير البراز فتاتًا مجهريًّا من الأنسجة النباتية والخشب، يمكن عزوه إلى أنواع معينة من النباتات المضيفة. وبذلك تدلنا أحافير البراز على أنماط استهلاك العواشب والشبكات الغذائية في العصور القديمة.

[134←]
رفتنا بالدفاعات الكيميائية للنباتات في العصر الكربوني محدودة. والأصناف الشائعة من الدفاعات الكيميائية للنباتات الحديثة، من قبيل الفينولات وأشباه القلويات والعفصيات، تتفكك إلى نواتج ثانوية في أثناء عملية التأحفر، ولا يمكن استعادتها. بيد أن أحافير بعض السراخس البذرية من العصر الكربوني تحوي مواد راتنجية، وهي تحفظ مركَّبات كيميائية ثانوية فريدة، ربما استخدمتها النباتات لصد الحشرات، مثلما يقول عالم الأحافير كونراد لبنديرا من معهد سميث سونيان.

[135←]
العصبونيات الكبار أو الميغانيورا Meganeuridae: جنس منقرض من الحشرات يشبه يعاسيب اليوم، إلا أن طوله تراوح بين 65 و70 سنتيمترًا. ودعيت العصبونيات بهذا الاسم لكثرة العروق (أو الأعصاب) في أجنحتها. [المترجمة]

[136←]
م هنا افتراضًا جسورًا. فالبيّنة الأحفورية لمكان عيش ذباب الغرفين غير البالغ نادرة جدًّا. فلعله كان مائيًّا تمامًا، مثل اليعاسيب الحديثة، أو ربما عاش على اليابسة، أو كان شبه مائي يعيش في أجمات الغابات الرطبة. ونعلم أن الغابات امتلأت بمفترسات محتملة، من قبيل أمات أربع وأربعين، والعناكب، والعقارب، والبرمائيات. ويبدو لي أنَّ لنمو تلك الحشرة وغدوِّها ذبابة غرفين بالغة عظيمة الحجم، كان لا بد لصغيراتها النامية أن تعيش في موطن مكنون، يجنبها على الأقل العناكب، وأمات أربع وأربعين، والعقارب، في برك المياه العذبة، لذا فإن نموها هناك يبدو مرجحًا إلى حدٍّ بعيد.

[137←]
العبارة بالإنكليزية تفيد معنى السرعة. [المترجمة]

[138←]
ظرًا إلى أن بعض علماء أحافير الحشرات يعتقدون أن صراصير العصر الكربوني اختلفت اختلافًا كبيرًا عن صراصير اليوم، فإنهم يدعونها باسم: «صرصوريات الدهر القديم»، أو «الصراصير المتكاثرة بالمسارئ»، وهما مصطلحان ثقيلان. لذا، اخترت استخدام مصطلح مألوف، فدعوت جميع الأنواع القديمة منها باسم «صراصير». ومع أنها مختلفة عن صراصير اليوم في بعض الأوجه المهمة (على سبيل المثال: كان لها مسرأ ظاهر)، فإننا لو سافرنا في الزمن لنعود إلى العصر الكربوني، فسنميزها بلا تردد بأنها صراصير، وربما دعونا المكان: المستنقع الضخم الموبوء بالصراصير.

[139←]
لقَوارت Omnivorous: هي الحيوانات التي تأكل كل شيء. [المترجمة]

[140←]
يتذكر المتابعون لأخبار السينما أن الممثل والمخرج كلينت إيستود قام بدوره القصير في هذا الفيلم ممثلًا طيارًا بطلًا يقود مقاتلة نفاثة ويطلق الصاروخ الذي قضى على عنكبوتٍ مسخٍ عملاق.

[141←]
الديناصور أروق الأسنان Dimetrodon: دعي بهذا الاسم لأن أسنانه كانت بحجمين. ويتراوح طول هذا الديناصور بين 1.7 إلى 4.6 أمتار، ويقدر وزنه بـ 28 كيلوغرامًا إلى 250 كيلوغرامًا. ويتميز بوجود شراع كبير يمتد على ظهره؛

فهو أشبه بعظاءة ضخمة ذات زعنفة على ظهرها. وربما اقتات بالسمك والزواحف والبرمائيات. [المترجمة]

[142←]

الزواحف قِرابية الأسنان Thecodont Reptiles: دعيت بهذا الاسم لأن أسنانها مجوفة كأنها قِراب أو غمد. [المترجمة]

[143←]

الأعمال التمثيلية المتزايدة عن المقتاتات بالدم الدافئ فيها جانب يستحق الملاحظة. ففي ذلك الزمن تقريبًا، نشأت لبعض الحشرات الصغيرة من رتبة شافَّات الجناح المنقرضة اليوم، أجزاء فموية طويلة مرهفة، وأشبه بعضها البعوض. وكانت تلك أول مثال لحشرات يحتمل أنها اقتاتت بالدم، وربما لم يصادف ظهورها وقت ظهور ذوات الدم الدافئ. ولعل الحشرات بدأت ذلك الهجوم. وهذا تخمين مني وحسب، لكن هل نشرت الحشرات مصاصة الدماء القديمة الأمراض بين قطعان الثدييات الأولية؟ يعرف عن البعوض اليوم نقله أكثرَ من 200 نوع من الأمراض التي يحملها الدم، لذا من المعقول جدًّا أن الحشرات المقتاتة بالدم في العصر البيرمي، من قبيل شافَّات الجناح، نقلت -في الغالب- أمراضًا قاتلة بين قطعان الثدييات الأولية التترية، وهذا مما لا شك فيه.

[144←]

كان تنوع الرتب أكبر في ذلك الوقت، لأن العصر البيرمي جمع سلالات العصر الكربوني المستمرة، بالإضافة إلى سلالات كثيرة متأخرة، تنوعت في ذلك العصر، وكانت لها ذرية نجت من الانقراض. وشكلت تلك الذرية الناجية نواة الأحياء الحشرية الحديثة المزدهرة اليوم.

[145←]

لما ذكرنا في الفصل الثاني، فقد ظهرت ثلاثيات الفصوص، وشهدت أكبر تنوع لها، في العصر الكامبري، ثم أخذت في النقصان والندرة في رسوبيات الدهر القديم، بالنسبة إلى المجموعات البحرية الأخرى. ومع ذلك، فقد اخترت ثلاثيات الفصوص لتكون رمزًا أسِمُ به الدهر القديم كله، لأنها استمرت بالوجود في كل سنين ذلك الزمان، لكنها لم تظهر في رسوبيات الدهر الأوسط أو رسوبيات الدهر الحديث. وفي نهاية العصر البيرمي، كانت أحافير عضديات الأرجل، والمرجانيات، وزنابق البحر، علاماتٍ جيولوجية أفضل؛ لأنها كانت أشيع حينئذ. وفي أواخر الدهر القديم، كان تنوع أنواع ثلاثيات الفصوص قليلًا جدًّا؛ فلعل انقراضها كان أمرًا محتومًا.

[146←]

لفظت الثورات البركانية، في سيبيريا إبان العصر البيرمي، من الجسيمات التي يحملها الهواء ما يقدَّر بنسبة 1,5 مليون ضعف ما لفظه ثوران بركان جبل القديسة هيلينا [في ولاية واشنطن] سنة 1981.

[147←]

الغورغون: كائن كالسِّعْلَاة (أنثى الغول) في أساطير اليونان. [المترجمة]

[148←]

مزدوجات الجناح الكبار Megasecoptera: حشرات منقرضة، عرفت منها 22 عائلة. وحملت شفعين من الأجنحة ذات الحجم المتساوي تقريبًا، وهو ما يميزها عن الحشرات البدائية الأخرى. [المترجمة]

[149←]

الرَّعَّاشات أو ذباب الأوَانِس Damselflies: حشرات تشبه اليعسوب؛ لكنها أصغر منه وأدق جسمًا، ومعظم أنواعها تضم أجنحتها إلى جسمها في وقت الراحة. وهي حشرات مفترسة، سواءٌ في ذلك الحوريات والبالغات. [المترجمة]

[150←]
ببيات الصخور Rock Crawlers: تسمى أيضًا «زاحفات الصخور». [المترجمة]

[151←]
ع ذلك فإن أحافير الصراصير الجدجدية من العصر البيرمي تُظهِر أن لها أجنحة، إلا أنها كانت بلا أجنحة في أواخر العصر الكربتاسي.

[152←]
لمِرْوَد Stylet: نتوء في الجزء الفموي يشبه الإبرة، تستخدمه الحشرة للنفاذ إلى أنسجة النبات والحيوان. [المترجمة]

[153←]
عل بعض الكتَّاب متجانسات الجناح جزءًا من رتبة نصفيات الجناح (التي سنأتي عليها في الفصل التالي)، ويقسمونها إلى ثلاث رتب ثانوية، هي: قَصِيَّات الخرطوم Sternorrhyncha، وعنقيات الخرطوم Auchenorrhncha، وغمديات الخرطوم Coleorrhyncha؛ ومن الواضح أن هذه المصطلحات ثقيلة بعض الشيء، لذلك فضلت الإشارة إلى هذه الحشرات باسمها المبسط والمألوف [نسبيًّا]، وهو: متجانسات الجناح.

[154←]
قازات النبات Planthoppers: جاء اسمها من مشابهتها الأوراق وبعض النباتات في الشكل، ومشابهتها حركة الجنادب في القفز. كما أنها تدعى أيضًا الفلقوريات، نسبة إلى فَلقُورة؛ ربة البرق في أساطير الرومان. وهي غالبًا ما تنقل الأمراض بين النباتات. [المترجمة]

[155←]
قَّازات الأوراق Leafhoppers: وتدعى أيضًا النطَّاطات. وهي حشرات دقيقة تشبه الزيز تتغذى من النباتات بامتصاصها نسغ أوراق الأعشاب والأشجار والشجيرات. وأكثر ما يميزها عن غيرها إنتاجها البروكسومات، وهي مادة تقيها (وتقي بيوضها خاصة) شر افتراس الأعداء وعدوى الأمراض. [المترجمة]

[156←]
المُزْبِدات أو النقَّازات الضفدعية Froghoppers: عرفت بهذا الاسم لأنها تقفز (أو تنقز) بارتفاع ومسافة يفوقان طول جسمها بمرات. وما يميزها عن النقازات الأخريات أن حورياتها تمتص غذاءها من نسغ النباتات، فتغطيها رغوة (أو زَبَد) تشبه اللعاب، وذلك في فصل الربيع. [المترجمة]

[157←]
قازات الشجر Treehoppers: حشرات تشبه الزيز أيضًا، وتحاكي في شكلها ما يشبه القرون ليصعب على أعدائها تمييزها. [المترجمة]

[158←]
يقصد الكاتب بهذا القول مثلًا غربيًّا أصله غذاء المن الذي أنزل على بني إسرائيل بعد خروجهم من مصر مع النبي موسى. ويشير هذا القول في الثقافة الغربية إلى الحظ السعيد، الذي ينزل بصاحبه فجأة. [المترجمة]

[159←]
ف عن أقدم أحافير يرقات الحشرات وأقدم أحافير الحشرات البالغة، من مجموعات مختلفة، عرف عنها أنها ذات استحالة معقدة، وكانت من أحافير العصر البيرمي. وثمة بعض أحافير عفص النباتات من أواخر العصر الكربوني، وبما أن معظم العصف اليوم تسببه على الغالب يرقات الحشرات، فإن بعض العلماء، مثل عالم الأحافير كونراد لبنديرا من معهد سميث سونيان، يتوقعون أن الاستحالة المعقدة ظهرت أول ما ظهرت في أواخر العصر الكربوني. وقد أدى اكتشاف بعض ما يعتقد أنه حشرات باستحالة كاملة من أواخر العصر الكربوني بالعالِم نيل وزملائه إلى أن دعوا الاستحالة المعقدة أنها: «ابتكار عظيم الأهمية تأخر نجاحه». وراجع ما كتبه نيل وآخرون في ورقتهم المعنونة: «أولى الحشرات ذات الاستحالة الكاملة من العصر الكربوني: ابتكار عظيم الأهمية تأخر نجاحه»، في دورية Annales de la Société Entomologique de France [حوليات الجمعية الفرنسية لعلماء الحشرات]، 43 (2007): 349. ومعظم علماء الحشرات ينسبون إلى المناخ الجاف (جفاف العصر البيرمي) إثارة التنوع بين الحشرات كاملة الاستحالة في العصر البيرمي. ومهما كان السبب، فإننا نعلم أن تنوعها قد تفجر في أواخر العصر البيرمي، ونعلم أن المجموعات ذات الاستحالة المعقدة تجاوزت نهاية العصر البيرمي وهي بحالة جيدة.

[160←]
بالغات الجناح Miomoptera: رتبة منقرضة من الحشرات الصغيرة، لها أربعة أجنحة ذات عروق تشبه أجنحة الحشرات الحديثة ذات الاستحالة الكاملة، مثل أسد المن. [المترجمة]

[161←]
طويلات الجناح Mecoptera: رتبة من الحشرات تضم نحو 600 نوع. وأكبر العائلات فيها ذباب العقرب، الذي لذكوره عضو تناسلي يبدو كإبرة العقرب. وهي رتبة قريبة الصلة بالبراغيث. ويتراوح طول الواحدة منها بين ميليمترين إلى 35 ميليمترًا. [المترجمة]

[162←]
رض نيل وزملاؤه أن ذباب العقرب ربما ظهر في أواخر العصر الكربوني، إلا أنه غدا شائعًا في أحافير العصر البيرمي (نيل وآخرون، «أولى الحشرات كاملة الاستحالة من العصر الكربوني»).

[163←]
، وقت ما من أواسط الدهر الأوسط، انحرفت سلالة من ذباب العقرب، فنشأت منها طفيليات خارجية تقتات بدماء الطيور، والثدييات، وربما الديناصورات. ويعرف اليوم عن رتبة خافِيات الجناح، الشائعة باسم البراغيث، أنها الأقرب صلة بذباب العقرب الثلجي، من عائلة الشَّماليَّات Boreidae. لقد نشأت البراغيث بسرعة مع نشوء الثدييات في الدهر الحديث، وتؤلف اليوم ما لا يقل عن 2500 نوع حي، وبذلك فإن طويلات الجناح اليوم أكثر غنًى فعليًّا بأنواعها، إذا ما تغير تصنيف البراغيث وعُدَّت جزءًا من ذباب العقرب.

[164←]
نُبَيْبَات مالبيغي Malpighian Tubules: نسبةً إلى عالم التشريح الإيطالي مارسيلو مالبيغي، من القرن السابع عشر. والنبيبات هي الأنابيب الصغيرة. [المترجمة]

[165←]
رجع: R. J. Mackay and Glenn B. Wiggins, «Ecological Diversity in Trichoptera,» Annual Review of Entomology 24 (1979): 185.

[166←]
رح نيل وزملاؤه أن المجموعة المتفرعة من هذه الرتب يعود ظهورها ربما إلى زمن يصل حتى الحقبة البنسلفانية من العصر الكربوني. غير أن ذباب القمص لم تظهر له أنواع حتى العصر البيرمي، وتبعه العث بعد ذلك بقليل، في أواخر الدهر الأوسط.

[167←]
صغيرات الجناح Micropterigidae: تعد السلالة الأقدم التي ماتزال حية من قشريات الجناح (الفراشات والعثث)؛ وتضم اليوم نحو 20 نوعًا حيًّا. [المترجمة]

[168←]
الذباب خيطي الخرطوم Nematoceran Flies، منه: البعوض، والناموس، والبرغش. [المترجمة]

[169←]
رجع: ت- Douglas H. Chadwick and Mark W. Mofatt, «Planet of the Beetles,» National Geographic 193 (no. 3): 100.

[170←]
القيادة الخلفية Posteromotorism: الطيران المعتمد على الجزء الخلفي الأخير من الجوشن في الحشرة. [المترجمة]

[171←]
حاكَّات الجناح Psocoptera: رتبة من الحشرات، اسمها الشائع قمل الكتب أو قمل اللحاء أو ذباب اللحاء. ولها نحو 5500 نوع. ويتراوح طولها بين 1 و10 ميليمترات. [المترجمة]

[172←]
ى الرغم من عدم وضوح الأمر، فقد تنوعت حاكَّات الجناح بصورة عظيمة، وثمة ما لا يقل عن 4400 نوع موصوف منها. وبما أنها صغيرة، وتعيش في الأماكن المستترة، فلعل ثمة الكثير من أنواع قمل اللحاء مايزال غير مكتشف بعد.

[173←]
الغمديات البراقة Glosselytrodea: حشرات منقرضة ضمت نحو 30 نوعًا. [المترجمة]

[174←]
شبيهات شعريات الجناح Paratrichoptera: رتبة فرعية من الحشرات تصنف من رتبة طويلات الجناح (ذباب العقرب). [المترجمة]

[175←]
ت هذه المرةَ الأولى التي نشير فيها إلى الأثر العميق للانجراف القاري في تاريخ الحياة. ففي الفصل الثاني، ذكرنا كيف صف الانجراف القاري في أواخر العصر ما قبل الكامبري القارات بطريقة أدت إلى ظهور عصور فارانغر الجليدية، التي لفت الأرض، ولعلها كانت السبب في أحداث الانقراض الهائلة في الحياة الميكروبية القديمة. كما أننا رأينا كيف أن الانجراف القاري المتواصل أخرج الكوكب من عصور فارانغر الجليدية، وهو أمر ربما أضرم تفجر العصر الكامبري بالحياة.

[176←]
الفوليرينات Fullerenes: جزيئات من ذرات كربونية منتظمة على هيئة كرة مجوفة. [المترجمة]

[177←]
يرى المؤلف في مجتمعات الحشرات مجتمعاتٍ ذات عقل وتدبير، ترسم الخطط لمسيرة حياتها وحياة أجيالها القادمة من بعدها. [المترجمة]

[178←]
الأشجار النفضية Deciduous Trees: الأشجار التي تسقط أوراقها عادةً في فصل الخريف. [المترجمة]

[179←]
أبو الحِنَّاء Robin: طائر صغير له تغريد، طوله بحدود 15 سنتيمترًا، والأمريكي منه يصل طوله إلى 25 سنتيمترًا. ودعي بهذا الاسم بسبب لون صدره الأحمر. [المترجمة]

[180←]
ى جانب ما نطهوه من دجاج، فإن الطيور، وأصنافًا معينة من الديناصورات، ومنها الديناصورات ذوات الريش، لديها جميعًا عظم الترقوة. وهذا العظم مثال لما يدعوه علماء الأحياء النشوئيون: السمات المشتركة البعيدة – وهي الخصائص المشتركة بصورة فريدة، التي تقدم بينة على وجود جد مشترك. ويمكن أن تنظر إليها إذا شئت بصفتها رسالة أخرى آتية من الزمن.

[181←]
اللامسة Palpus: زائدة (أو لاحقة) متصلة بالجزء الفموي من الحشرة، تستخدمها الحشرة عادة للإحساس بالملمس أو بالمذاق. [المترجمة]

[182←]
المسرأ أو حامل البيض Ovipositor: آلة وضع البيض عند إناث الحشرات. ويختلف شكله وطوله باختلاف أنواع الحشرات. [المترجمة]

[183←]
ى الرغم من أن الأباتوصور [الديناصور الرائع] هو الاسم الصحيح اليوم للبرونتوصور، فإنني سلكت مسلك الحرية في المجاز، فاستخدمت اسم «البرونتوصور»؛ فهو الاسم الشائع، ومن السهل تعرُّفه. وليست هذه المرة الأولى التي تُهجَر فيها الأسماء العلمية للأخذ بالاسم الشائع: فلعلك سمعت بخُلْد الماء Platypus، لكنك ربما لا تعلم أن خلد الماء لم يعد

اسمًا قياسيًّا، فذلك الحيوان أضحى اليوم يدعى: ذا خطم منقار البط [أورنيثو رينكوس أناتينوس Ornithorhynchus Anatinus].

[184←]
ديناصور التمساح الواثب Saltoposuchus: يصوَّر كأنه تمساح يمشي على قدمين. يتراوح وزنه بين 10 إلى 15 كيلوغرامًا، وطوله بين 1 إلى 1.5 متر. [المترجمة]

[185←]
الديناصور أنيق الفك الأسبق Procompsognathus: ديناصور صغير وزنه نحو كيلوغرام واحد وطوله لا يتجاوز 120 سنتيمترًا. [المترجمة]

[186←]
البلاتيوصور أو الديناصور البدين Plateosaurus: ديناصور عاشب يمشي على قائمتين، ربما وصل وزنه إلى 690 كيلوغرامًا، وربما وصل طوله إلى 5 أمتار. [المترجمة]

[187←]
ى نهاية العصر الكريتاسي، كانت أسلاف الثدييات صغيرة الحجم جدًّا يكسوها الفراء، وتقتات بالحشرات، وتشبه الزَّبَابة؛ وكانت تجري في نفايات أوراق الغابة، وتختبئ تحت حطام الشجر، ولا شك في أنها عاشت في خوف دائم من الديناصورات الضخمة المفترسة؛ لقد كان ذلك زمنًا مروعًا ولا شك في تاريخنا [المفترض]، إلا أن الحشرات اللذيذة والمغذية قاتت الثدييات حتى قضى كويكب على آخر الوحوش الضخمة الشريرة. لكن الآن، وبعد أن اكتُشف أن الطيور مِن الديناصورات أيضًا، علينا أن نسلِّم بأن سلالة الديناصورات التي حكمت الدهر الأوسط قد أحسنت إلى نفسها كذلك في العصور الحديثة.

[188←]
ديناصور التمساح الأرنب Lagosuchus: ديناصور صغير، له شيء من صفات التمساح في شكله وبنيته، وله شيء من صفات الأرنب في حركته. [المترجمة]

[189←]
تأبه ثقافتنا الخاصة كثيرًا بتناول الحشرات في طعامنا، إلا أننا لا نستطيع تجنبها. فأكثرنا يستهلك منها رطلًا [0,45 كيلوغرام] أو أكثر كل سنة؛ مطحونةً في طحين القمح أو الحبوب الأخرى، أو ممتزجة بالفواكه والخضراوات. وتشير بعض الدراسات إلى أن نفورنا الثقافي من أكل الحشرات ربما يسهم في عوز فيتامين ب. ويود بعض الناس لو يستبعدون كل أجزاء الحشرات من طعامنا، إلا أن ثمة سببين وجيهين يجعلان إدارة الغذاء والدواء [الأمريكية الحكومية] غير قادرة على القيام بذلك (أو غير راغبة به). وأولهما أن من المستحيل فعليًّا غربلة كل الحشرات من مصادر الطعام النباتية. وثانيهما ألا سبب وجيهًا لاستبعادها، لأن وضع الحشرات في المواد النباتية، في معظم الحالات، يحسِّن القِيمةَ الغذائية لطعامنا.

[190←]
الشبحيات Phasmatodea: وتدعى أيضًا العصويات لشبهها بالعصا. وقد أطلق عليها اسم الشبحيات لأن من الصعب على المفترسات اكتشافها. [المترجمة]

[191←]
رشيقات الجناح Embiodea: حشرات تكثر في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، وهي ذات جسم أسطواني يغلب عليه اللون البني أو الأسود، ويتراوح طولها بين 15 و20 ميليمترًا. والأنثى من رشيقات الجناح تحمي بيوضها بعد وضعها، وتعتني بصغارها بضعة أيام. وتنسج هذه الحشرة (البالغات منها واليرقات) حريرًا يشبه ما تنسجه دودة القز. [المترجمة]

[192←]
جلديات الجناح Dermaptera: حشرات ليلية غالبًا، وهي قمَّامات غالبًا، إلا أن بعض أنواعها يأكل الحشرات والنباتات، وقد تلحق الضرر بأوراق الأشجار والورود ومحاصيل مختلفة. وهي من الحشرات التي ترعى صغارها بعد أن تفقس عنها البيوض. [المترجمة]

[193←]
نصفيات الجناح Hemiptera: منها الزيز والمن وغيرها، وتتراوح أطوالها بين ميليمتر واحد و15 سنتيمترًا. وكثير منها من الآفات الزراعية. [المترجمة]

[194←]
كبيرات الجناح Megaloptera: حشرات تشبه البالغة منها أسد المن. وتضع أنثاها ما يصل إلى 3000 بيضة في كتلة واحدة على نباتات تشرف على الماء. وتنمو اليرقات ببطء فتستغرق ما بين سنة إلى 5 سنوات حتى تبلغ، لكنها لا تعيش في طور البلوغ إلا أيامًا أو حتى ساعات. وقد بلغ من كبر أجنحتها نوع اكتشف سنة 2014 بلغ عرض جناحيه 21 سنتيمترًا، وهو أكبر الحشرات المائية. [المترجمة]

[195←]
إبريات الجناح Raphidioptera: واسمها الشائع ذباب الأفعى لشبهها بالأفعى المنتصبة. وهي تسكن الغابات الصنوبرية المعتدلة، وتقتات بالمن والحمنان، وتُستخدم في مكافحة الآفات. [المترجمة]

[196←]
الأُشنيات Lichens: (بعض المراجع تسميها الحَزَازيات؛ وتدعو الحَزَازيات Mosses باسم الأُشنيات. والاختلاف بينهما كبير). الأُشنيات أو الأُشنات كائن أو كيان مركَّب من الطحالب والفطريات، ولا سوق لها أو أوراق، وما يشبه الأوراق فيها ليس سوى فطريات، وهي على أربعة أنواع تختلف باختلاف شكلها. وللأشنيات دور مهم في دورة غاز النيتروجين (الآزوت) في البيئة، وتستخدم في صنع الأصبغة والمضادات الحيوية. أما الحزازيات أو الحزازات فهي نباتات بسيطة، جذورها وأوراقها وسوقها ذات بنية نباتية أساسية، وليس لها جهاز وعائي، ويوجد منها آلاف الأنواع، وهي تغني التربة. وبما أنها تحمل أضعاف وزنها من الماء، فهي تُخلَط بالتربة في الحدائق المزروعة في المناطق ذات الأجواء القريبة للأجواء الجافة. وكثيرًا ما يجري الخلط بين الكائنين عند المتحدثين باللغة العربية والمتحدثين باللغة الإنكليزية على حد سواء. ونذكر أيضًا أن الحزازيات وحشائش الكبد والطحالب تتبع جميعها شعبة النباتات: الطحلبيات. [المترجمة]

[197←]
حشرة أبي مقص Earwig: اسمها بالإنكليزية مكون من مقطعين: «Ear» و«Wig»، والمقطع الأول يعني: «أُذُن»، أما المقطع الثاني فيعني في الإنكليزية الحديثة: «باروكة»؛ أي الشَّعْر المستعار. ويعتقد أن المقطع الثاني إنما جاء من الإنكليزية القديمة « Wicga»، ويعني: «حشرة» أو «دودة» أو «شيئًا يتحرك». والحشرة اسمها في الفرنسية: ثاقبة الأُذُن، وفي الألمانية: دودة الأُذُن. (وقريب منها في العربية: «دَخَّالة الأُذُن»؛ إلا أنهم في العربية لا يقصدون بها حشرة

أبي مقص، بل يقصدون نوعًا من حشرة أم أربع وأربعين صغيرة صفراء اللون، لعلها أم أربع وأربعين المنزلية Scutigera Coleoptrata، وتكثر هذه الحشرة في إقليم البحر المتوسط، ولها 15 شفعًا من الأرجل، ويتراوح طولها بين 7.5 و10 سنتيمترات، ولها أرجل مرهفة تساعدها في الجري السريع). [المترجمة]

[198←]

ذُوَادة جهنم Hellgrammite: الاسم الذي يطلقه صيادو السمك بالصنارة على يرقة ذبابة دوبسون. [المترجمة]

[199←]

الشُّصُوص Hamuli: مفردها الشِّصُّ، وهو زائدة كُلَّابِيَّة كأنها خُطَّاف صغير. [المترجمة]

[200←]

ي الكثير لأقوله عن تنوع الزنابير في الفصول التالية. أما الآن، فأكتفي بإخبارك أن الزنابير واحدة من رتب الحشرات فائقة التنوع، وتنوع أنواعها ربما يوازي تنوع الخنافس؛ والسلالات الأكثر تنوعًا من الزنابير نشأت لديها سلوكات التطفل.

[201←]

ـ خنافس جالوت البالغة، من أثقل الحشرات التي عاشت على الأرض، إلا أننا اكتشفنا مؤخرًا أن الأشكال غير البالغة من بعض خنافس وحيد القرن [خنافس هرقل] في أمريكا الجنوبية يمكن أن تكون أثقل منها أيضًا. إذ يعرف عن يرقات خنافس هرقل أن وزنها يصل إلى 120 غرامًا. وكثير من الحشرات تصل إلى ذروة وزن جسمها، لا في طور البلوغ، بل في المرحلة الأخيرة من طور اليرقة؛ مباشرة قبل أن تصبح خادرة. وبما أن الأشكال غير البالغة من الخنافس الاستوائية الكبيرة تقتات عميقًا في الخشب، فمن المحتمل جدًّا أننا لم نصل بعد إلى تحديد أثقل الحشرات الحية.

[202←]

أطول منها حشرة عصا تشان الكبيرة Phobaeticus Chani، فطول جسمها نحو 35 سنتيمترًا، وطول جسمها مع قوائمها ممدودةً نحو 55 سنتيمترًا. [المترجمة]

[203←]

د وصف ويليام هولاند للديناصور الجديد مبسوطًا في ورقة طويلة يتحدث فيها عن خصائص رأسه؛ في المرجع: ويليام هولاند، «جمجمة الدبلودوكوس»، مذكرات متحف كارنيجي 9 (1927): 379-403. وعلى الرغم من نشر هولاند 55 ورقة بحثية بين عامي 1900 و1931 عن الديناصورات، ووصف فيها ديناصورين جديدين وسماهما، غير أنه اشتهر بدرجة أكبر بمصنفاته في علم الحشرات. فعلى مر سنين مهنته، نشر نحو 500 ورقة علمية، معظمها عن الحشرات. وكانت أفضل مصنفاته بلا ريب كتاب: The Butterfly Book [كتاب الفراش]؛ ونُشر سنة 1898؛ وكتاب The Moth Book [كتاب العث]؛ ونشر سنة 1903. وليس ثمة كتاب في ذلك الحين كان له مثل التأثير الكبير للكتابين في إطلاع كثير من الناس على دراسة الفراشات والعث.

[204←]

الأباتوصور أو الديناصور الرائغ Apatosaurus: ديناصور ضخم، قد يصل طوله إلى 26 مترًا، ووزنه إلى 35 طنًّا. [المترجمة]

[205←]

ع ذلك، فإن ديناصور اليوتارابتور [بازي يوتا]، الذي وجد في ولاية يوتا عقب ظهور الكتاب والفيلم الأول، كان تقريبًا بحجم ديناصور الفيلوسيرابتور [البازي السارق] الذي تصوره الأفلام.

[206←]

الألوصور أو الديناصور المختلف Allosaurus: من أضخم الديناصورات آكلة اللحوم، يمشي على قائمتين، ويبلغ طول جسمه نحو 12 مترًا، ووزنه 1.5 طن. [المترجمة]

[207←]

ي النهاية، لا نعلم على وجه اليقين إن كان الألوصور يصطاد في جماعات، بيد أننا نعلم أنه كان يقتات باللحم، وأن التعامل معه على جانب من الخطورة. وفي عرض في متحف الجيولوجيا بجامعة ويومينغ كانت ثمة شخصيات من هياكل ألوصور صغير، هي الأكثر اكتمالًا من كل ما اكتشف. وبصورة محببة كانت الشخصية تدعى «الكبير آل». ولم يبرز الهيكل كثيرًا بسبب اكتماله، فما كان بارزًا فيه أكثر تلك العيوب في بعض عظامه. فالناميات العقدية على ضلوع متعددة، وعلى إحدى القدمين، تعطي بينة قوية على الجروح القديمة التي تعافت جزئيًّا. لقد قاتلت الألوصورات بضراوة لتنال وجباتها، وتحملت الجراح الخطيرة في سبيل ذلك.

[208←]

نعلم العدد الفعلي لأنواع الزنابير الحية، إلا أنه عدد هائل. والسبب ببساطة أن الكثير من أنواعها مجهري، ولم يكتشف بعد، أو جرت تسميته. لقد قام علماء غشائيات الجناح، وهم علماء الحشرات الذين يدرسون الزنابير وأنواعها، بتسمية نحو مئة ألف نوع منها، ومعظمهم يرجح بأن ثمة الملايين منها. وكثير منهم يعتقد بأن تنوع أنواع الزنابير الطفيلية المجهرية يوازي التنوع الفائق للخنافس. وبعض العلماء (وأنا منهم) يخال أن أنواع الزنابير ربما تتجاوز في واقع الأمر أنواع الخنافس.

[209←]

، الصورة البدائية، كان مسرأ غشائيات الجناح مؤلفًا من أربعة محاور، لكن المحورين العلويين في معظم الزنابير الحية اندمجا ليكوّنا صمَّامًا على شكل حرف U المقلوب. وثمة استثناءات لذلك منها بعض الذباب المنشاري، الذي ينقسم طرف مسرئه إلى أربعة محاور، ولعله من آثار الحالة البدائية، كما أن بعض زنابير النمسيات الأفعوانية Ophioniform Ichneumonidae لها محاور علوية منقسمة، فيما عدا الطرف (ويظن أن ذلك حالة نشوئية ثانوية). وفي معظم الزنابير الحديثة ثمة ثلاثة محاور مرنة: محور علوي عريض، ومحوران سفليان ضيقان.

[210←]

التطفل الخارجي Ectoparasitism: العيش فوق جسم الضحية. [المترجمة]

[211←]

التطفل الداخلي Endoparasitism: العيش داخل جسم الضحية. [المترجمة]

[212←]

ائنات الدقيقة التي ترافق الزنبور هي ما ندعوه: الفيروسات متعددة «الدَّنَا» Polydnaviruses؛ ويبدو أنها واحدة من الأسباب الرئيسة للنجاح الواسع للحشرات الطفيلية الداخلية.

[213←]
ا التخصص الكبير في أشكال الجسم عبر دورة حياة اليرقة هو مثال للتكيفات الانسلاخية الفائقة، أو الاستحالة الفائقة.

[214←]
النمو المفاجئ لغدد الحرير في يرقة الزنبور الطفيلي الناشئة لهو أمر عجيب حقًّا، عندما نأخذ في الحسبان أن الغالبية العظمى من صغار الحشرات الغازلة للحرير، كاليساريع، تنمو لديها هذه الغدد على مرّ زمن حياة اليرقة بأكمله. ولا تحتاج يرقات الزنابير الحرير مطلقًا، عندما تقتات داخل حشرة مضيفة، لذا فإنها تكبت نمو تلك الغدد حتى الانسلاخ الأخير.

[215←]
المستفردات Idiobionts: دعيت بهذا الاسم لأنها استفردت بالحياة دون مضيفها. [المترجمة]

[216←]
المستجمِعات Koinobionts: دعيت بهذا الاسم لأنها جمعت حياتها إلى حياة مضيفها. إلا أن كلا النوعين، من المستفردات والمستجمعات، ينتهي به الأمر إلى قتل مضيفه، فيرقات الزنابير هي من الطفيلانيات، التي تقتل مضيفها شيئًا فشيئًا. [المترجمة]

[217←]
أستاه جمع إست. [المترجمة]

[218←]
، الناحية التاريخية، صنفت الأرضة سابقًا رتبةً منفصلة من الحشرات، وهي رتبة متساويات الجناح، غير أن الدراسات الحديثة تجعلها سلالة من رتبة الصراصير، أو الصرصوريات.

[219←]
المتعايشات Symbionts: الكائنات التي تعيش متكافلة مع كائنات أكبر منها بما يعود بالنفع على الطرفين. [المترجمة]

[220←]
فكرة أن الأرضات تعيش في قرى اقتيات اجتماعية، ترتبط فيما بينها بحاجتها المشتركة لتبادل المتعايشات المعوية، تعرف باسم: فرضية التعايش في النشوء الاجتماعي. ولِنكون منصفين، نذكر أن هذا الموضوع موضوع يكثر فيه الجدل، فثمة فرضيات متعددة أخرى يمكن الأخذ بها، ولها أن تفسر أصل السلوك الاجتماعي للأرضة. وإحدى الفرضيات الشائعة منها، أنه نظرًا للنمو البطيء للأرضة، وعيشها في مواطن مستترة غنية بالقوت المركَّز، فهي تستفيد ميزاتٍ متعددةً من بقائها داخل جماعات عائلية متعددة الأجيال. فهي تنتفع على نحو متبادل من التشارك في الطعام، ويسهل عليها الدفاع عن الجماعة، وتتعاون في رعاية صغارها. ومن بالغ الخطر على أفرادها، التفرق بحثًا عن مواضع مناسبة لأعشاش جديدة ناجحة؛ فمعظم محاولات العثور على قرًى جديدة تنتهي بالإخفاق ولا شك. وفي نهاية الأمر، فإن أفرادها المقيمين في القرية القائمة لديها فرصة أكبر للبقاء أحياء.

[221←]

الأرَضات الكبار Macrotermes: جنس من الأرضة ينتشر في إفريقيا وجنوب شرق آسيا. وكثيرًا ما تخرج أسراب من البالغات منها ذات أجنحة في بداية الفصول المطيرة، فتطير وتتتشر لتنشئ قرًى جديدة لها. [المترجمة]

[222←]

قديم الريش Archaeopteryx: طائر منقرض له أسنان، وشكل جسمه يشبه السحالي. [المترجمة]

[223←]

ّت الديناصورات قديمات الريش لفترة طويلة أقدم الطيور، حتى اكتشف الديناصور الصيني ذو الريش حديثًا، واسمه الديناصور البازي الصغير Microraptor، ويظهر أن له ريشًا يطير به على قوائمه الأمامية والخلفية. وقد أضرم اكتشاف البازي الصغير الجدل الحامي عن أصل الطيور وطيران الطيور. ولا أظن أنني سأفصل في ذلك هنا. إلا أنني أحب أن أشير إلى أن البازي الصغير كان يسكن الأشجار سكنى الإقامة، ولا بد أنه تحدر من أسلاف سبقته، كانت تقيم على الأرض. كما أن كل البوازي الصغار كانت حيوانات لاحمة ذات أسنان، فلا بد أنها جعلت الحشرات في غذائها الوفير. وسواء كانت قديمات الريش أو البازي الصغير محور بحثنا، فيجدر بنا أن نلاحظ أن مطاردة الحشرات إلى داخل الأشجار وفي الهواء يرجح أنها الأصل في طيران الطيور.

[224←]

الديناصور لص الطيور Ornitholestes: ديناصور صغير يمشي على قائمتين؛ يعتقد أن طوله حوالي المترين، ووزنه حوالي 12 كيلو غرامًا. [المترجمة]

[225←]

درس روبرت نادس في جامعة مانشستر بإنكلترا، مؤخرًا، قدرات حمل الأحمال للريش الأحفوري لقديمات الريش، والطائر الصيني القديم: طائر كونفوشيوس [وهو طائر بدائي بحجم الغراب، عاش قبل نحو 120 مليون سنة]. ووجد أن هذه الطيور الأولى كانت لها ريشات واهية، ولعلها لم تطر يومًا طيرانًا حسنًا. وربما اقتصر طيرانها على الانزلاق في الهواء من غصن إلى غصن، أو لعلها استخدمت أجنحتها لتبطئ من سقوطها إذا سقطت. وقد جاء بحث نادس بإيجاز في مجلة Science News [أخبار العلوم]، 5 يونيو، 2010.

[226←]

سوَّر الديناصورات قديمات الريش عادةً وهي تقضم سمكة أو سحلية صغيرة. ولا أشك في أنها كانت تأكل السحالي، والسمادر، وما أشبه ذلك، لكن، من المؤكد أنها كأسلافها اقتاتت باللحم بصورة رئيسة، بالإضافة إلى أكلها الحشرات على أنواعها.

[227←]

المشاكلة Mimicry: المحاكاة بالشكل؛ وهي مشابهة كائن لآخر من بيئته: في المظهر، أو في السلوك، أو في الصوت، أو في الرائحة. [المترجمة]

[228←]

القمليات عديمات الجناح Phthiraptera: رتبة الحشرات الشائعة باسم: القمل. [المترجمة]

[229←]

ا هو العدد الإجمالي لأنواع قمل الطيور وحسب، فقد انتشرت بعد ذلك القمليات عديمات الجناح بصورة كثيفة، على مضيفاتها من الثدييات في الدهر الحديث. لذا، فإن القمل الحي على الطيور والثدييات تبلغ أنواعه اليوم ما يقرب من خمسة آلاف نوع.

[230←]

البق كريه الرائحة أو البق النتن Stink Bugs: حشرات كبيرة بعض الشيء، قد يصل طولها إلى نحو سنتيمترين، تصدر رائحة كريهة من مواد كيميائية تفرزها غدة على بطنها، ويعتقد أنها تقاوم بذلك أعداءها. وبعض أنواعها له رائحة قريبة من رائحة الكزبرة. [المترجمة]

[231←]

الهادروصور Hadrosaurs: ديناصور عاشب له خطم كمنقار البط، ويظن أنه كان يمشي صغيرًا على قائمتين، فإذا بلغ مشى على أربع قوائم. [المترجمة]

[232←]

كلت جبال الأنديز غربي أمريكا الجنوبية على مدى 140 مليون سنة خلت؛ مع اندفاع القارة باتجاه الغرب في قشرة المحيط الهادئ، نتيجة توسع قاع المحيط الأطلسي الجنوبي. وكانت تلك عمليةً طويلة وبطيئة، ولم تتعجل الأجزاء الغربية من أمريكا الجنوبية كثيرًا في التحول إلى مناطق جبلية. وكان الصعود الكبير لجبال الأنديز قد حصل في وقت أحدث من ذلك؛ بين 23 إلى 5 ملايين سنة خلت. كما أن جبال الأنديز لم تكن مرتفعة بما يكفي لتوجيه نهر الأمازون باتجاه الشرق، عبر مساره الحالي نحو المحيط الأطلسي، حتى ما يقرب من 10 ملايين سنة خلت. وعلى نحو مشابه، لم تتشكل جبال الهيملايا إلا في وقت متأخر نسبيًّا، خلال 60 مليون سنة خلت، وذلك مع اصطدام الهند بالقارة الآسيوية.

[233←]

الغنتيات Gnetales: من النباتات عاريات البذور، وتتميز بأن لها أوعية خشبية تشبه ما عند كاسيات البذور أو النباتات المزهرة. [المترجمة]

[234←]

نتيات هي مثال للنباتات منفصلة الجنس: فأعضاؤها الجنسية تكون موجودة في أفراد مختلفة.

[235←]

ترك قشريات الجناح مع شقيقاتها من مجموعة شعريات الجناح (ذباب القمص)، في آلية إنتاج الحرير نفسها التي ذكرناها في الفصل السادس. حتى إن اليساريع البدائية، وهي ناقبات صغيرة للأوراق، خطت أنفاقها بالحرير الذي تفرزه غدد لعابية محوَّرة. فالحرير -وحتى الألياف الحريرية الناعمة لدودة القز التي نعشقها ونجعلها في ربطات العنق، والقمصان، والأوشحة، والجوارب، والملابس الداخلية- هو أقرب إلى لعاب مجفف لحشرة.

[236←]

ه الأصناف من المواد الكيميائية الدفاعية تقتصر على نباتات بعينها، وتظهر بمقادير مختلفة فيما بينها. وبما أنها غير ضرورية في عمليات الاستقلاب الأولية في نمو النباتات، فإن العلماء يدعونها المواد الكيميائية الثانوية. وعلى الرغم من أن بعض هذه المواد الكيميائية يمكن أن يكون منشؤه نواتج فضلات النمو، فإن كثيرًا منها يبدو أنه نشأ حصريًّا لصد سلوكات الحشرات المقتاتة بالنبات.

[237←]
للاسعات Aculeata: تدعى أيضًا باسم «ذوات الحُمَة». [المترجمة]

[238←]
زنابير أعشاش المؤونة Nest- Provisioning Wasps: زنابير مفترسة تأخذ فرائسها المشلولة [أو الميتة أحيانًا]، فتضعها في أعشاشها، ثم تضع فوقها بيوضها، ثم تسد العش، وترحل عنه. [المترجمة]

[239←]
ل هذا لا يعادل قدرات حفر الأنفاق لدى بعض النحل، التي تكون أعشاشها في مجموعة كبيرة من أنواع التربة، بما فيها التربة الطرية، والطين الثقيل. ومن المثير للدهشة، أن بعض نحل ويومينغ يعرف عنه حفر أعشاشه في الصخر، وصولًا إلى الحجر الرملي الطري لتكوين لارامي [تكوين جيولوجي من أواخر العصر الكريتاسي].

[240←]
ق الدقيق Mealybugs: حشرات دقيقة اكتسبت اسمها من مادة تفرزها لتغطية أجسامها تشبه مسحوق الدقيق. وتكثر في المناخات الرطبة والحارة. وكثير من أنواعها من آفات بيوت الاستنبات البلاستيكية. [المترجمة]

[241←]
ك تذكر أننا عندما ذكرنا النشوء المبكر للزنابير الطفيلانية أولَ مرة، تحدثنا عن أهمية المِعَى الخلفي المغلق لليرقة؛ مما يحول دون تلويث هذه الحشرات الصغيرة منطقة اقتياتها المحلية بفضلاتها هي. وهذا التكيف كان مفيدًا بالدرجة نفسها للزنابير الانعزالية صاحبة أعشاش المؤونة، وفي نهاية الأمر كان مفيدًا للحشرات الاجتماعية من نحل ونمل وزنابير ورق. فعلى مثال الأرضة، احتاجت هذه المجموعات إلى حل مشكلة الحد من القاذورات قبل أن تصبح اجتماعية بوفرة. فبينما نجد الأرضة تستهلك فضلاتها، نرى أن الزنابير تحملها إلى ما بعد اكتمال مرحلة الاقتيات في طور اليرقة.

[242←]
ة استثناء واحد هو: النمل الحائك، الذي يحفز يرقاته على غزل الحرير بعصرها. وبعد ذلك تربط هذه النملات اليرقات بعضها ببعض بالألياف الحريرية، وتصنع أعشاشًا لها في الأشجار.

[243←]
الأمازونيات أو المذكَّرات Amazons: يقصد بها الإناث التي تغلب عليها صفات الذكورة، وجاء الاسم نسبةً إلى النساء المحاربات في الأساطير اليونانية وغيرها. [المترجمة]

[244←]
الطريقة الفَرْدَانية الضِّعْفَانية Haplodiploidy: طريقة تتكون فيها الذكور من البيوض غير المخصبة فردانية الصبغيات، وتتكون الإناث من البيوض المخصبة ضعفانية الصبغيات. والخلية الفردانية هي الخلية التي تمتلك نصف العدد المعتاد من الصبغيات (أو الكروموسومات)، والضعفانية فيها العدد الكامل من الصبغيات. (وفي الإنسان العدد الضعفاني هو 46، والعددالفرداني في النطفة والبويضة هو 23). [المترجمة]

[245←]

ن أن فرضية انتقاء القربى قد سادت أدبيات علم النشوء لعقود متطاولة، فإن ورقة بحثية حديثة مثيرة للجدل، قدمها إدوارد ويلسون وزملاؤه، تتحدى تلك الفرضية، وتعيد تركيز الانتباه على أفكار أخرى، من قبيل المنافع المتبادلة في مشاركة العش من أجل جمع الطعام والدفاع عن النفس. وللاطلاع على المزيد من المعلومات راجع ما كتبه مارتين نواك، وكورينا تارنيتا، وإدوارد ويلسون، تحت عنوان: «نشوء مجتمع المِلكات»، مجلة Nature [الطبيعة] 466 (2010): 1057-62. [مجتمع المِلكات Eusociality: هو أعلى مستوًى في تنظيم الحشرات الاجتماعية. وصفاته الأساسية: التعاون في رعاية الصغار، وتداخل الأجيال، وتقسيم العمل في طبقات اجتماعية؛ والأفراد من إحدى الطبقات تعوزهم القدرات المميزة للطبقات الأخرى. وغالبًا ما يشاهد مجتمع المِلكات عند النمل والنحل والزنابير والأرضة، كما يوجد في أنواع قليلة أخرى من الحشرات (من الخنافس، والمن، والتربس)؛ بالإضافة إلى وجوده في ثلاثة أنواع من القريدس، ونوعين من الجرذان. المترجمة]

[246←]

في الأصل الإنكليزي: «صعود أعداد الديناصورات وسقوطها»؛ والتصحيح من السياق. [المترجمة]

[247←]

يدعى سم الزنابير في اللغة العربية: «حُمَة»، والجمع «حُمَات». أما في الإنكليزية، فيدعى: «فينوم Venom». [المترجمة]

[248←]

مازال يعتريك شك في أن الديناصورات يمكن أن تشعر بلسع الزنبور، فأرجو منك التأمل في الآتي: يصنف ألم لسعة الحشرة بمقياس يتراوح بين الصفر والأربع درجات بحسب مؤشر شميت لألم اللسع، الذي صنعه عالم الحشرات المرموق والاختصاصي في الزنابير: الدكتور جوستين شميت. فلسعة أكثر الحشرات إيلامًا، وهي النملة الطَّلقة [لأن لسعتها كطلقة الرصاص] من أمريكا الجنوبية، توصف بأن ألمها: «ألم مطبق شديد حاد، يشبه المشي على جمر ملتهب مع انغراز مسمار صدئ بطول 3 بوصات [7,62 سنتيمترًا] في أدنى العقب». المرجع:

- Justin O. Schmidt, «Hymenoptera Venoms: Striving toward the Ultimate Defense against Vertebrates,» in Insect Defenses: Adaptive Mechanisms and Strategies of Prey and Predators, ed. D. L. Evans and J. O. Schmidt, 387–419 (Albany: State University of New York Press, 1990).

[249←]

طلاع على موجز جيد للنظريات المتعددة لانقراض الديناصورات، راجع كتاب روبرت باكر: The Dinosaur Heresies [بدع الديناصورات]. وباكر نفسه يفضل النظرية التي تقول بأن الديناصورات في أواخر العصر الكريتاسي، كانت تنهار بصورة طبيعية، وذلك لاختلاط جماعاتها في أمريكا الشمالية وآسيا بعضها ببعضها الآخر، نتيجة اتصال هذه المناطق بجسر بيرينجيا البري. فالكثير من الأنواع انقرضت بسبب التنافس على الموارد المحدودة، أو بسبب المفترسات الغازية الجديدة؛ وذلك فعليًّا قبل أن يقضي الكويكب على آخر الديناصورات الكبيرة.

[250←]

أعادت الدراسات الحديثة لطبقات الحمم البركانية في مصاطب الدكن في الهند، البراكينَ إلى مسرح الأضواء. فقد قدِّر تاريخ هذه الثورات البركانية قريبًا من الانقراض الجماعي في نهاية العصر الكريتاسي، وكانت هائلة بما يكفي للتسبب بتغير مناخي عالمي، وربما شيء من حوادث الانقراض؛ وبخاصة في المنظومات البيئية البحرية. ولا يدحض هذا أهمية اصطدام كويكب في نهاية العصر الكريتاسي، إلا أنه يشير إلى أن ثمة أنواعًا حية كثيرة ربما كانت تسير في طريق الانهيار قبل ذلك الاصطدام.

[251←]

ع ذلك، فإن فرضية اصطدام كويكب تلفت الانتباه إلى حقيقة أن الصخور الكبيرة تصطدم بين الفينة والفينة بكوكبنا، ولعلها تؤثر في أنماط الحياة على المدى الطويل. لقد وضع بعض علماء الأحافير مخططات للبيانات المتعلقة بتنوع الأنواع الحية مع مرور الزمن، ولاحظوا أن حوادث الانقراض في نهاية العصر الكريتاسي ونهاية العصر البيرمي بدت أنها دورية، تتكرر بناءً على قاعدة دورية ما. وفي المتوسط، يبدو أن حدثًا يودى إلى الانقراض بشدات متغيرة يحدث تقريبًا كل 26 مليون سنة. وهو أمر صحيح، لكن، يمكن أن يكون مجرد مصادفة، بيد أن العلماء نبهوا على التفكر في سبب تكرر حصول أحداثٍ من هذا القبيل بصفة دورية وكيفيته. والفكرة السائدة هي أن الأرض تضربها الكويكبات، وأن شيئًا ما يحدث في الجاذبية في الفضاء يؤثر في مداراتها المستقرة، ويؤثر كذلك في مدارات المذنبات، على أساس دوري، وذلك تقريبًا كل 26 مليون سنة. وربما كان ثمة كوكب صغير بعيد، أو نجم مظلم، له مدار عريض تستغرق دورته 26 مليون سنة، يربك مدارات تلك الكويكبات والمذنبات كلما اقترب من مجموعتنا الشمسية.

[252←]

م أحافير أشباه البشر هي أحافير القرد رَمِيس الأرض Ardipethecus Ramidus، الذي وجد في صدع عَفَار في الحبشة، ويتوقع أنها بعمر 4.4 مليون سنة. وبنية القرد التشريحية الهيكلية تشير إلى أنه كان يعيش على الأشجار، ويعتمد غذاؤه اعتمادًا كبيرًا على النباتات، وربما كانت له القدرة على المشي على قدمين. ولا بد أن ثمة أشباه بشر تمشي على قدمين في شرق إفريقيا قبل 3,6 مليون سنة، كما يظهر في أحافير آثار الأقدام في موقع لايتولي في تنزانيا، التي وجدت في الرماد البركاني، لفردين من أشباه البشر. أما القرد العِفاري الجنوبي Australopithecus Afarensis، وهو قصير من أشباه البشر، يبلغ طوله 3,5 قدمًا [مترًا واحدًا تقريبًا]، وهو يعرف من هيكل لوسي الشهير [هيكل عظمي لأنثى من ذلك النوع، عثر عليه في عفار سنة 1974]، فقد نشأ قبل 3,2 مليون سنة. وقبل 2,5 مليون سنة كان ثمة الكثير من أشباه البشر في شرقي إفريقيا على هيئة القرد الإفريقي الجنوبي Australopithecus Africanus، وتبعه قرد بويزي الجنوبي Australopithecus Boisei قبل نحو مليوني سنة. وكان قرد بويزي الجنوبي ذا أضراس طواحن منبسطة؛ يفترض أنها تكيفت جيدًا لجرش الأطعمة النباتية. وبعد وقت قصير من ذلك الزمن، نشأ إنسان بحيرة رودولف [في كينيا]، وهو يُعَدُّ أقدم الأنواع لجنسنا: الإنسان. وقبل 1,5 مليون سنة، ظهر الإنسان منتصب القامة، وبدأ الهجرة إلى خارج إفريقيا مثلما يعتقد. وقبل نحو نصف مليون سنة، نشأ الإنسان العاقل وإنسان نياندرتال، وكانا يعيشان جنبًا إلى جنب.

[253←]

تكز فلسفة العلم عندنا على القَصْد Parsimony [أي الأخذ بأقرب الافتراضات في بناء النظريات]، أو البساطة، في اختيارنا فرضية فضلى. فإذا كانت قرود البَعام والبشر يستخدمون الأدوات، فإن أفضل تفسير قاصد هو أن كليهما قد ورث ذلك السلوك من جدٍّ واحد. وهذا أمر معقول جدًّا إذا وضعنا في حسباننا أن البعام وأشباه البشر قد نشأت من رئيسات تقيم في الأشجار وتأكل الحشرات. والتفسير الأعقد –والأقل احتمالًا– هو أن استخدام الأدوات قد نشأ عند كلٍّ من المجموعتين بصورة منفصلة عن الأخرى.

[254←]

كان للديناصورات الكبيرة أن تنجو من اصطدام الكويكب في نهاية العصر الكريتاسي، وحدث لها أن نشأت فيها أدمغة كبيرة ومدارك (واغترار بالنفس الديناصورية)، بدلًا منا، فلعلها كانت ستدعو ملايين السنين الخمسة والستين الأخيرة باسم: عصر حضارة الديناصورات.

[255←]

النباتات المعلقة أو النباتات الهوائية Epiphytic Plants: هي النباتات التي تعيش معلقةً على نباتات أخرى لا على التربة، وتأخذ غذاءها من الهواء لا من نباتات أخرى. [المترجمة]

[256←]

الباسليق: قاعة رومانية ضخمة تصطف الأعمدة على جانبيها، وتنتهي بنصف دائرة، وكانوا يستعملونها للمحاكمات والاجتماعات العامة. كما أن بعض الكنائس القديمة كانت تبنى على الهيئة ذاتها. [المترجمة]

[257←]

التايتشي Tai Chi: فن عسكري دفاعي صيني قديم مشابه لملاكمة الظل، ويستخدم اليوم للمحافظة على صحة الجسم. [المترجمة]

[258←]

الزنابير الشَّمِقة Euphorine Wasps: عائلة فرعية كبيرة من الزنابير الطفيلانية: «البراكونيات Braconidae». وهي زنابير صغيرة، غالبًا ما تكون سوداء اللون. وتشمل ضحاياها في التطفل طيفًا واسعًا من الحشرات البالغة وغير البالغة. ودعيت بهذا الاسم بسبب فرط نشاطها في طيرانها المجنون. [المترجمة]

[259←]

ه الطريقة البسيطة في التنقية بحثًا عن الحشرات؛ كأنها الذهب؛ كان الرائد فيها والضابط لها عالم الحشرات المعروف لوبومير ماسنر، وهي طريقة ناجحة على نحو لافت للنظر في أخذ عينات من غشائيات الجناح الصغيرة (الزنابير الدقيقة).

[260←]

المستيفِعات Imagobionts: هي التي تتطفل على الحشرات البالغة (اليافعة). [المترجمة]

[261←]

القِرسات الفطرية Fungus Gnats: من أنواع البعوض (أو الناموس)، وهي صغيرة الحجم (يتراوح طول البالغة منها بين 2 إلى 8 ميليمترات)، سوداء اللون، قصيرة العمر. تتغذى يرقاتها بالفطور، والنباتات المتحللة، وجذور النباتات، وبعض أنواعها من المفترسات. وكثيرًا ما تقوم البالغات منها بتأبير النباتات بحملها أبواغ فطر المشروم. كما أن الناس كثيرًا ما يخلطون بينها وبين البرغش عندما تطير إلى وجه الإنسان فتدخل في عينيه وأنفه، مع أنها ضعيفة في الطيران وتفضل المشي عليه. [المترجمة]

[262←]

د أن كتبتُ هذا الفصل، عدت إلى الإكوادور خمس مرات، وواصلت البحث في الزنبور شديد التملص الذي اكتشفته حديثًا. وقد نُشر وصفي للجنس الجديد والنوع الجديد في شهر مايو سنة 2012، في International Journal of Tropical Insect Research [المجلة الدولية لأبحاث الحشرات الاستوائية]، وبذلك أصبح لهذا الكائن الآن اسم علمي رسمي هو: نابو تاونسندي؛ فالجنس أخذ اسمه من مقاطعة نابو في الإكوادور حيث يعيش، والنوع أخذ اسمه من أندرو تاونسند، وهو اسم الطالب عندي، الذي كان أول من جاء بهذا الزنبور. وفي مايو 2012، ومن محاسن الصدف، حدث أنني كنت في الإكوادور في الوقت نفسه الذي نشرت فيه ورقتي البحثية، فكانت لي تجربة مثيرة في أن أكون أول شخص يرى النابو تاونسندي الحي، حديث التسمية. ولا بد أن أذكر أنه في يونيو 2010، كانت زميلتي في العمل الدكتورة نينا زيتاني أول من اكتشف نماذج لزنابير جاثمة على بعض أوراق جانب الطريق، ولا اسم لها.

واكتشفنا أن ذكورها، مع أنها شديدة الندرة، يمكن توقُّع وجودها جاثمة على أوراق فسيلة الدندروفوربيوم [شجيرات نجمية الأزهار تنبت في الإكوادور]. وافترضتُ أن ذكور هذه الزنابير تستخدم هذه الأوراق المختارة لتكون منصتها لجذب الإناث. وفي مايو سنة 2012 وسنة 2013، وإلى جانب زميلي الدكتور ويل روبنسون من كلية كاسبر ومساعدَينا من طلاب الأبحاث؛ ديلينا باربوسا وأندي كوليكوسكي؛ علمتُ أن ذكور زنابير نابو تبدي تصرفات متسلسلة متوقعة تشير إلى أنها ربما تستخدم الفرمونات الجنسية لوضع علامات على الأوراق، تجتذب بها الإناث البعيدة والنادرة. واكتشف

ويل أن الذكور تبدي ولاءً ملحوظًا لأوراقٍ بعينها، فهي كثيرًا ما تمضي أيامًا على الورقة نفسها، أو تعود إلى الورقة نفسها بعد طيران قصير. وفي الصباحات المشمسة، تأخذ الذكور بتنظيف نفسها وهندمتها، فتبدأ بفرك أرجلها الخلفية بأطراف بطونها، ثم تفركها فوق سطوح أجنحتها وتحتها. وعندما تخلد الذكور إلى الراحة، في وقت مبكر من الصباح، أو في وقت متأخر بعد الظهر، فهي عادة ما تطوي أجنحتها على أجسامها، لكنها مباشرة بعد التنظيف والهندمة تبقي أجنحتها مفتوحة إلى الخارج بزاوية 45 درجة. وقد افترضنا أن هذه الوضعية للأجنحة هي سلوك لدعوة الإناث إليها؛ إذ تنشر في الهواء الفرمونات التي فركتها على سطوح أجنحتها. وبعد ذلك، في صيف سنة 2012، أرسلت نموذجًا محفوظًا من الذكور إلى الدكتور دونالد كويك، وهو خبير عالمي في غدد الزنابير الطفيلية، في كلية لندن الإمبراطورية، فقام بتفحص البطن وكتب أن ثمة في الواقع مجموعة فريدة من الغدد على امتداد الجانب الخلفي، قرب طرف البطن؛ حيث توقعناها بالضبط.

وتبقى إناث زنابير نابو نادرة نسبيًّا وشديدة التملص. ففي أربع سنوات لم نكتشف إلا عشرًا منها ولوقت قصير؛ أثناء عملية التزاوج. ونواصل دراسة الزنابير النابوتاونسندية، ونوثِّقها بالصور والمقاطع التسجيلية، إلا أنني أظن أننا أحرزنا تقدمًا جيدًا في فهم كيفية تدبر هذه الحشرات الدقيقة، والنادرة، والمتباعدة جدًّا، أمرَها في عثور بعضها على بعض في الغابة الواسعة.

[263←]

يت المستيفعات بهذا الاسم لأن مضيفاتها من الحشرات البالغة تدعى اصطلاحًا أنها في طور اليفاع. واستنادًا إلى أحافير راتنج الصنوبريات، نعلم أنها قد نشأت قبل ما لا يقل عن 50 مليون سنة؛ فكان مبدؤها وتنوعها من أبرز أحداث الدهر الحديث.

[264←]

رعة تقدمنا الحالية ربما سنحتاج إلى 500 سنة قادمة لنقوم بمجرد تعريف جميع الأنواع الحية الأخرى، وتسميتها، وتصنيفها. ومن الواضح أننا لا نملك ترف البقاء إلى ذلك الزمان. فإذا كان بوسعنا إحصاء خانات الرقم الرياضي π بأكثر من مليار خانة عشرية، فلماذا لا نستطيع التقدم في مهمة تسمية بضع ملايين من الأنواع الحية التي تقيم معنا؟ إن لم نقم بذلك، فسنعدم الوسيلة للتواصل بالمعلومات الخاصة بهذه الكائنات [مع أجيالنا اللاحقة]، ولن تكون ثمة طريقة لربط المعلومات الجديدة بالكائنات نفسها.

[265←]

ن عليك السفر إلى تلك الأماكن البعيدة. فإذا كنت تتحلى بالصبر، وتمضي وقتًا طويلًا في النظر هنا وهناك، فبإمكانك أن تجد حشرات دقيقة تعيش في الفناء الخلفي لمنزلك؛ فقد وجدت بعضها في الفناء الخلفي لمنزلي.

[266←]

الصواعق الحرارية أو الصواعق الساكنة Heat Lightnings، هي: ومضات متقطعة من الضوء بين السحاب والأرض تحدث بعيدًا عند الأفق، فلا يسمع لها رعد، والغالب عليها أن تحدث في أمسيات الصيف، ولهذا سميت بالحرارية، كما أن الغالب عليها أن تكون انعكاسات لصواعق البرق البعيدة. [المترجمة]

[267←]

المحرك الانعطافي (للانعطاف بالزمن) Warp Drive: نظام دفع تخيلي للمركبات الفضائية يجعلها تسير بسرعة تفوق سرعة الضوء بمرات، وقد جاء ذكره في الكثير من قصص الخيال العلمي منذ رواية جون كامبل: جزر الفضاء؛ سنة 1931. ويمكن قياس مسار المركبة عند سيرها به، كما يمكنها الاتصال بالفضاء الطبيعي، وذلك بخلاف المحرك الفائق Hyperdrive، الذي ينتقل بالمركبة بين نقطتين بصورة لحظية، ولا يمكن للمركبة الاتصال بالفضاء الطبيعي عند استعماله. [المترجمة]

[268←]

. اخترعنا مسبارات للاستشعار عن بعد في الفضاء، تستطيع اكتشاف الظروف الملائمة لنا. ومن هذه المسبارات مسبار غاليليو، الذي قام بالمرور بجوار كوكب الأرض قبل أن يتجه إلى وجهته النهائية –كوكب المشتري– وكانت أجهزته موجهة باتجاه كوكبنا. ومن نقطة بعيدة مواتية في الفضاء الخارجي، وبالتحليل الطيفي والتصوير بالأشعة تحت الحمراء، كنا قادرين على كشف ثلاثة مؤشرات واضحة للحياة على الأرض. أولها: أن وجود الغلاف الجوي الغني بالأكسجين، يميز تمامًا وجود حياة التمثيل الضوئي؛ فليس لدينا علم بأي عمليات عديمة الحياة تجعل الأكسجين يتراكم بهذه المستويات العالية (حوالي 21% من الغلاف الجوي للأرض). كما أنه يشير إلى احتمال أن تكون الحيوانات التي تتنفس بالأكسجين، تجعل إنتاج الأكسجين مستقرًا عند هذه المستويات (وذلك عن طريق استهلاكها له). والمؤشر الثاني: أن امتصاص الضوء على نطاق واسع عند طول موجي معين، يميز مادة واحدة فقط نعرفها؛ هي يخضور النباتات. والمؤشر الثالث: أن المقادير الضئيلة من غاز الميثان في الغلاف الجوي، تثير الانتباه على نحو خاص، لأن هذا الغاز غير مستقر في وجود الأكسجين، فهو: يتأكسد ليتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء. ويشير ثباته إلى إنتاج مستقر للميثان من الكائنات الحية: من قِبَل البكتيريا، والحشرات الاجتماعية؛ ومؤخرًا البشر.

[269←]

بنات نعش الكبرى Big Dipper: هي النجوم السبعة في كوكبة الدب الأكبر. [المترجمة]

[270←]

ذا الاقتباس اقتبسه من هالدين عالمُ البيئة إيفلين هاتشينسون في مقالة بعنوان: «نتوجه بالتقدير إلى: سانتا روزاليا؛ أو لماذا ثمة الكثير من أنواع الحيوانات؟»، في مجلة American Naturalist [مجلة علماء الطبيعة الأمريكية] 93 (1959): 146. بيد أن هاتشينسون يشير إليها بأنها: «قصة، ربما كانت ملفقة». وقد ذكر هالدين في كتابه ? What is Life [ما الحياة؟] قولًا مماثلًا: «قد ترى الخليقة في النجوم من جهة، وفي الخنافس من جهة أخرى»؛ (المرجع: John Burdon Sanderson Haldane, What is Life? The Layman’s View of Nature ([London: L. Drummond, 1949], 258.