مقدمة قصيرة جدًّا

مارلين زوك ولي د بليو سيمونز

الانتخاب الجنسي

ترجمة رشا صلاح الدخاخني

الانتخاب الجنسي

مقدمة قصيرة جدًّا

تأليف
مارلين زوك ولي دبليو سيمونز

ترجمة
رشا صلاح الدخاخني

مراجعة
شيماء طه الريدي

هنـــداوي

الانتخاب الجنسي

Sexual Selection

مارلين زوك ولي دبليو سيمونز

Marlene Zuk and Leigh W. Simmons

الناشر مؤسسة هنداوي
المشهرة برقم ١٠٥٨٥٩٧٠ بتاريخ ٢٦ / ١ / ٢٠١٧

يورك هاوس، شييت ستريت، وندسور، SL4 1DD، المملكة المتحدة
تليفون: ٨٣٢٥٢٢ ١٧٥٣ (٠) ٤٤ +
البريد الإلكتروني: hindawi@hindawi.org
الموقع الإلكتروني: https://www.hindawi.org

إنَّ مؤسسة هنداوي غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره، وإنما يعبِّر الكتاب عن آراء مؤلفه.

تصميم الغلاف: ولاء الشاهد

الترقيم الدولي: ٨ ٣٠٨١ ٥٢٧٣ ١ ٩٧٨

صدر الكتاب الأصلي باللغة الإنجليزية عام ٢٠١٨.
صدرت هذه الترجمة عن مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٣.

جميع حقوق النشر الخاصة بتصميم هذا الكتاب وتصميم الغلاف محفوظة لمؤسسة هنداوي.
جميع حقوق النشر الخاصة بالترجمة العربية لنص هذا الكتاب محفوظة لمؤسسة هنداوي.
جميع حقوق النشر الخاصة بنص العمل الأصلي محفوظة لدار نشر جامعة أكسفورد.

Copyright © Marlene Zuk & Leigh W. Simmons 2018. *Sexual Selection* was originally published in English in 2018. This translation is published by arrangement with Oxford University Press. Hindawi Foundation is solely responsible for this translation from the original work and Oxford University Press shall have no liability for any errors, omissions or inaccuracies or ambiguities in such translation or for any losses caused by reliance thereon.

المحتويات

١- فكرة داروين العظيمة الأخرى	٧
٢- أنظمة التزاوج، أو انتقاء الشريك، ومدة التزاوج	٢١
٣- الانتقاء من ساحة المنافسين	٣٩
٤- الأدوار الجنسية والتصورات النمطية	٥٥
٥- استمرار الانتخاب الجنسي بعد التزاوج	٧١
٦- الصراع الجنسي	٨٩
٧- كيف يؤدي الجنس إلى بقاء الأنواع؟	١٠٥
٨- الخاتمة والخطوة التالية	١٢٣
قراءاتٌ إضافية	١٣١
مصادر الصور	١٣٥

الفصل الأول

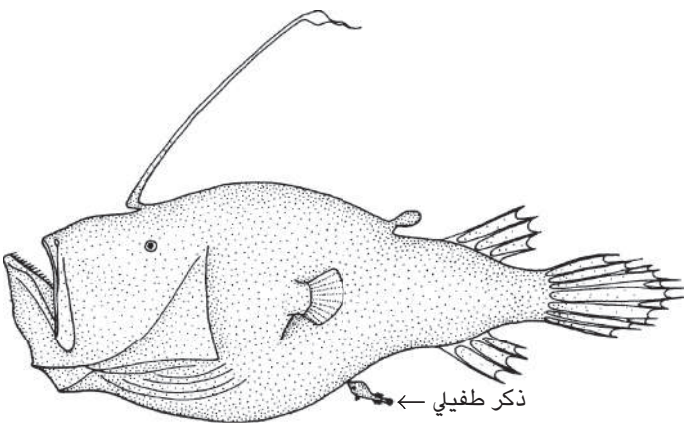
فكرة داروين العظيمة الأخرى

سمكة أبو الشص واحدةٌ من أغرب الأسماك شكلًا في عالم البحار (شكل ١-١). فهي تتمتع بفمٍ عريض ممتلئ بأسنانٍ حادةٍ كالإبر، ومن فوقه يتدلى بروزٌ صغير ولحيم يستمد منه هذا النوع اسمه؛ إذ يُشبه الطُّعم الذي يوضَع في شَصِّ الصنارة، وتستدرج به الفريسة كي تبتلعها هذه الأسماك المفترسة التي تعيش في أعماق البحر. عندما اكتشف العلماء هذه السمكة لأول مرة، انتابتهم الحَيرة لأن جميع أنواعها من الإناث، رغم أن بعضًا منها يلتصق بأجسادها فيما يبدو سمكة طفيلية أصغر حجمًا. واتضح أن هذه السمكة الطفيلية — وهي سمكة صغيرة جدًّا مقارنة بحجم السمكة المضيفة — ليست نوعًا آخر، وإنما الذكر، الذي يعيش بالأساس على هيئة جراب للحيوانات المنوية تنتظر حتى تبيض الأنثى عندما تكون جاهزة للتزاوج.

ربما لا تُظهِر الحيوانات الأخرى هذه التباينات الجنسية الصارخة؛ ولكن ثمة أمثلة كثيرة على التباين بين الذكور والإناث من حيث الشكل والسلوك. فذكور الطيور المغردة مثل الحَسون الذهبي عادةً ما تكون ذاتَ ألوانٍ زاهية أكثر من الإناث، وهي التي تُصدر ذلك التغريد الموسيقي، بينما نجد أن حجم أنثى العنكبوت ربما يفوق حجم الذكر عدَّة مرات. كذلك تنتفخ أرداف إناث قرد الرباح الملونة في الفترة التي تنشط فيها جنسيًّا، وتُنشئ ذكور طيور التعريشة ساحاتٍ معقدةً ومتداخلةَ التفاصيل تؤدي فيها عروضًا غنائية واستعراضية مفعمة بالحيوية لاجتذاب شريكات التزاوج المحتملات.

لا خلافَ حول فكرة التباين بين الذكور والإناث عادةً من حيث الشكل والصوت والرائحة والسلوك. غير أن ثمة خلافًا قائمًا حول مصدر هذه الاختلافات والدور الذي تلعبه في الأنواع المختلفة، بما فيها البشر. ومثلما أوضح تشارلز داروين كيف يمكن أن يُنتج الانتخاب الطبيعي تنوع الكائنات الحية على الأرض، فقد تناول أيضًا مسألة

الاختلافات الجنسية في كتابه الذي نشره عام ١٨٧١ بعنوان «نشأة الإنسان والانتخاب الجنسي». يعتقد كثيرون أن هذا الكتاب يتناول موضوع تطور الإنسان، إلَّا أن تركيزه الأساسي كان على فكرة داروين العظيمة «الأخرى» بخلاف فكرة الانتخاب الطبيعي؛ ألا وهي الانتخاب الجنسي. لا شكَّ أن الانتخاب الطبيعي هو التكاثر التفاضلي للكائنات الحية القائم على أساس قدرتها على البقاء على قيد الحياة، أمَّا الانتخاب الجنسي فهو التكاثر التفاضلي القائم على أساس التنافس الجنسي، سواء أكان بين أفراد الجنس الواحد للوصول إلى الجنس الآخر، أم من خلال انتقاء شركاء بعينهم للتزاوج.



شكل ١-١: سمكة أبو الشص، وأسفل الأنثى الأكبر حجمًا ذكر متناهي الصغر يكاد يكون غير مرئي.

لم يكن داروين الوحيد الذي بحث في موضوع الجِنس؛ مثلما مهَّد آخرون الطريق أمام أفكاره عن أصل التنوُّع البيولوجي. فقد فكَّر عدة علماء وباحثين سابقين مليًّا في السبب وراء الاختلاف بين الجنسين. وعلى مدار القرنين الذين سبقا نشر داروين أعماله الكبرى، استغرق الطبيب الإنجليزي ويليام هارفي، الذي اشتهر على الأرجح باكتشافه الدورة الدموية في جسم الإنسان، في التفكير في قدرة الديك على «التزين بعُرفه وريشه الجميل، اللذين يجتذب بهما شريكاته بهدف التزاوج». ونظرًا إلى أن العواطف المرتبطة بالجنس، وكذا تلك المرتبطة بالحرب، عُدَّت عواطف بُدائية ومكروهة، حاول بعض فلاسفة القرن الثامن عشر تحديد أصل مثل هذه النزعات، وعزم جان جاك روسو، الكاتب والعالم

الشهير، على إثبات أن من اصطُلح على تسميتهم البُدائيين في حالة الطبيعة كانوا أنقياء وصالحين؛ في حين أن الرغبات الأكثر دناءة كانت بدعة من اختراع المجتمع. وربما أسهم هذا الفَصل، ليس فقط بين البشر والحيوانات الأخرى وإنما بين البشر وأسلافهم السابقين أيضًا، في الصعوبة التي نواجهها اليوم في ربط سلوك الكائنات غير البشرية بالبشر.

كان داروين نفْسُه حريصًا على فَهم مصدر الاختلافات الجنسية في كلا الفريقين. فميز بدقة بين السمات المستخدمة من أجل البقاء على قيد الحياة، التي عادةً ما تكون نتاجَ تأثير الانتخاب الطبيعي على القدرة على العثور على طعام أو تجنُّب الحيوانات المفترسة، والسمات المستخدمة للظفر بشركاء التزاوج. وأشار إلى أنه على الرغم من أن العديد من الحيوانات تُظهِر سماتٍ متطرفة، فإن هذه السمات في بعض الحالات تُوجَد في كلا الجنسين، ويتضح أنها ذات نفع في الحياة اليومية، مثل المنقار المعقوف الطويل في طائر هاواي الباحث عن العسل، الذي يستخدمه في سبر الزهور بحثًا عن الرحيق. غير أن ثمة سماتٍ أخرى — بما فيها تلك السمات اللازمة بديهيًّا من أجل التكاثر مثل المبيضَين والخصيتَين، وكذلك السمات الأقل فعالية من الناحية الظاهرية مثل القرون في الخِرَاف والقرون المتشعبة في الأيائل، أو الذيل المروحي لذكر الطاووس — تظهر في جنس واحد فقط.

كان من السهل نسبيًّا تفسير الاختلافات في الأجهزة التناسلية المعنية مباشرةً بإنتاج الحيوانات المنوية أو البيض، وأطلق داروين على تلك الاختلافات الخصائص الجنسية الأساسية. وتشتمل على الغدد التناسلية وغيرها من المظاهر الأخرى للأعضاء التناسلية الداخلية والخارجية. ورغم أنها مقتصرة عمومًا على جنسٍ واحد وتظهر عند الولادة أو الفقس حسب نوع الكائن الحي على مدار حياته، فإن بعض الحيوانات ربما تكون خنثوية، بمعنى أن الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية على حد سواء تُوجَد داخل الفرد نفسه. وفي حيوانات أخرى، بما في ذلك بعض أنواع الأسماك وبعض اللافقاريات، قد يتغير جنس الحيوان — والأعضاء الجنسية — خلال حياته؛ فعلى سبيل المثال، تتحول سمكة الراس المنظفة، ذات الخطوط الزرقاء، إلى ذكر إذا طُرد الذكر من جماعتها الاجتماعية. وعلى الجانب الآخر، في سمك المهرج، قد يتحول الذكور إلى إناث إذا ماتت شريكة التزاوج أو اختفت. وفي حين أن بعض مظاهر الخصائص الجنسية الأساسية ربما تتسم بالتعقيد، مثل تركيب الحيوانات المنوية أو الشكل الخارجي للعضو الجنسي، فإنها تلعب دورًا واضحًا في تمكين الخلايا التناسلية من التلامس والاتصال وإنتاج لاقحة.

كان من الصعب على داروين فَهم الأنواع الأخرى من الاختلافات الجنسية، التي تتنوع بدايةً من عُرف الديك وصولًا إلى صرير الصرصور. وفضلًا عن عدم ضرورتها لضمان

التقاء الحيوان المنوي بالبويضة، فالكثير من هذه الخصائص هي في الواقع ضارة بعملية البقاء على قيد الحياة؛ إما لأنها تستلزم طاقة فسيولوجية لإنتاجها أو لأن ظهورها يجعل حاملها عُرضة للافتراس من قِبل الضواري. على سبيل المثال، في الضفادع والصراصير، تتسبب نداءات التزاوج في جعل الذكور يبذلون طاقةً أكثر بمقدار عشرين مرة مقارنةً بما تبذله منها في وضع الراحة. والذيل الطويل في طائر السوادية المألوفة — وهو أحد طيور أمريكا الشمالية من فصيلة الصفراويَّات — يُصعِّب عليه الطيران وسْط الرياح العاتية، في حين أن الرقع البرتقالية الفاتحة الموجودة في ذكور أسماك الجوبي تُسهِّل على الأسماك المفترسة تحديد موقعها في المجاري المائية التي تظهر فيها. أطلقَ داروين على هذه السمات الخصائص الجنسية الثانوية، ولاحظ أنه في حالات كثيرة لا يبدو أنها نشأت عبر الانتخاب الطبيعي. إذَن، كيف استطاع الانتخاب أن يحابيَ الطيور ذات الذيول الطويلة وغير العملية على حساب نظائرها الأقل تعقيدًا؟

قال داروين إن الانتخاب الجنسي — الذي ميَّزه منذ البداية عن الانتخاب الطبيعي — أدَّى إلى تطوُّرها. وعلى غِرار الانتخاب الطبيعي، فإن الانتخاب الجنسي عملية ناتجة عن تمثيل تفاضلي لجينات تظهر على مدار أجيال متعاقبة. وفي كلتا العمليتين، يتمتع بعض الأفراد بخصائص أكثر مُلاءمة للبيئة. وبالنسبة إلى الانتخاب الطبيعي، تعني تلك الخصائص القدرة على مراوغة الحيوانات المفترسة، أو الاحتماء من العوامل الجوية، أو العثور على الطعام. غير أن البقاء على قيد الحياة لمجرد توافُر القدرة على تناول الطعام وعدم التعرض إلى الافتراس ليس كافيًا؛ فإذا عاش الحيوان دون أن يتكاثر، فربما لم يكن ليعبأ بالعيش من الأساس، على الأقل من منظور تطوُّري. فلا أهمية لمصطلح البقاء للأصلح، ما لم يَكُن لهذا الأصلح ذرية أيضًا. إذَن، في ظل الانتخاب الجنسي، تعتمد السمات المهمة، التي تحدد ما إذا كان الفرد سيتكاثر أم لا، على التنافس الجنسي، وليس على القدرة على البقاء. واقترح داروين أن الخصائص الجنسية الثانوية يمكن أن تتطور بإحدى طريقتين. الطريقة الأولى، قد تكون هذه الخصائص مفيدةً لجنسٍ واحد، الذكور في العادة، في القتال من أجل الوصول إلى أفراد الجنس الآخر. ولهذا السبب نجد القرون المتشعبة، والقرون عمومًا موجودة في ذكور ذوات الحوافر، مثل كبش الجبال الصخرية، أو الخنفساء وحيدة القرن، وهو اسم على مُسمًّى يتلاءم ومظهرَها الخارجي. وهذه الخصائص في حد ذاتها أسلحة ذات فائدة؛ لأن المقاتلين الأفضل يحصلون على عددٍ أكبر من شركاء التزاوج ويُنجبون عددًا أكبر من الذرية؛ ومن ثَم يورثون براعتهم القتالية إلى أنجالهم.

غير أن الطريقة الثانية كانت أقل بديهية. فقد لاحظ داروين أن إناث الحيوانات عادةً ما تُولي اهتمامًا إلى سمات مثل التغاريد الصاخبة والريش المتداخل الألوان أثناء فترة التودُّد والمغازلة، واستنتج أن هذه السمات تطوَّرت لأن الإناث فضَّلتها. فأُنثى الطاووس تجد الذكر ذا الذيل الطويل المروحي الشكل جذابًا، مثلما نراه نحن البشر كذلك، ومثل هذه الخصائص زينية فحسب. إذَن، تألفت عملية الانتخاب الجنسي من شقين: شق المنافسة بين الذكور، الذي يسفر عن تطوير أسلحة، وشق الانتقاء من جانب الإناث، الذي يسفر عن تطوير مظاهر الزينة. عند اختلاف الجنسين في مظهرهما الخارجي، نُطلق على هذا الأمر ثنائية الشكل الجنسي. وتختلف الأنواع اختلافًا كبيرًا في درجة ثنائية الشكل الجنسي؛ ففي حالة سمكة أبو الشص تكون تلك الثنائية مبالغًا فيها، بينما في الكثير من الطيور البحرية، مثلًا، يكون التمييز بين الجنسين شبه متعذر.

الجدل حول انتقاء الإناث

رغم أن المنافسة بين الذكور على أحقية التزاوج بأنثى بدت سائغةً بالقدر الكافي بالنسبة إلى معاصري داروين في العصر الفيكتوري، فإن أحدًا منهم لم يقتنع في الواقع بفكرة أن الإناث — من أي نوع، لا سيما ما يطلق عليها الحيوانات البكماء — يمكنها أن تفعل أيَّ شيءٍ مُعقَّد مثل التمييز بين الذكور بناءً على اختلافٍ طفيف في ألوان الريش. والكثير ممن وجدوا أفكار داروين عن الانتخاب الطبيعي غير مقبولة كانوا أقل تحمسًا إزاء فكرة الانتخاب الجنسي، وتركَّزت اعتراضاتهم بالأساس على فكرة انتقاء الإناث للذكر.

تعكس الصعوبات التي واجهها علماء ذلك العصر مع الانتخاب الجنسي بعضًا من تلك الصعوبات التي لا تزال ملازمةً للمفهوم نفسه، بما في ذلك مدى انطباق مبادئ انتقاء شريك التزاوج على البشر وكذلك على الحيوانات الأخرى. ورغم أن كتاب «نشأة الإنسان» لم يلاقِ نفسَ القدْر من المعارضة التي قوبل بها كتاب «أصل الأنواع» الذي نُشر قبله بعَقد، فإن مناقشاته الصريحة (بالنسبة إلى ذلك العصر) لموضوع الجنس والتكاثر قوبلت بالرفض والاستنكار. فكان الاعتقاد أن الكتاب يشجع الأفعال غير الأخلاقية، ويبرر ما كان يراه الناس سلوكًا مذمومًا. فقد أشار داروين إلى أن الحيوانات لها «زوجات» وكذلك «خليلات»، وكانت التداعيات الأخلاقية المترتبة على ذلك بالنسبة إلى البشر واضحةً تمامًا، على الأقل لقراء ذلك العصر. فقد شهِد القرن التاسع عشر جهودًا كثيرة لتفسير الاختلافات بين الذكور والإناث في الجنس البشري باعتبارها وقودًا للحركة الناشئة المنادية بحق النساء

في التصويت بالانتخابات، وأسهَم كتاب داروين إسهامًا مباشرًا في الجدال الدائر. فمنذ البداية، وُجدت أوجه تشابه بين الحيوانات والبشر؛ إذ سعى الناس إلى تحري الاختلافات «الطبيعية» بين الجنسَين. وكان السياق الاجتماعي حاضرًا على نحوٍ شبهِ دائم، واستعان الناس آنذاك، تمامًا كما هو الحال الآن، بالحيوانات كأمثلةٍ للسلوكيات التي ظنوا أنه ينبغي على الناس أن يحاكوها أو يتجنَّبوها.

كان عالم الطبيعة ألفريد راسل والاس — الذي توصَّل أيضًا على نحوٍ مستقل إلى بعضٍ من نفس الاستنتاجات بخصوص التطور والانتقاء الطبيعي في نفس الوقت تقريبًا الذي توصَّل فيه داروين إلى استنتاجاته — شديد التحمس في اعتراضاته. فقد رأى ببساطة، هو وكثيرون غيره، أنه لا يُعقل أبدًا أن بمقدور الإناث اتخاذ هذا النوع من القرارات المُعقَّدة التي تقتضيها نظرية داروين؛ فالأمر سيتطلَّب أن تتمتع الأنثى بحسٍّ جمالي كذلك الموجود لدى بني البشر، وهي فكرة لم يكن لدَيها استعداد لقَبولها. فوَفقًا للتفكير السائد في عصره، كانت القدرة على إدراك الجوانب المرهفة للحضارة مثل الفن والموسيقى مقتصرةً فقط على الطبقة العليا من المجتمع دون باقي البشر؛ ولذا بدا من السخف تصوُّر أن الحيوانات بإمكانها أن تفعل شيئًا لا يستطيع أن يفعله الكثيرون من البشر، لا سيما غير الإنجليز.

حاول داروين التشديد على أن الانتقاء يمكن تعريفه بشكلٍ مختلف في أنواع الحيوانات المختلفة، وأن الحشرات على الأرجح هي «أدنى» الأشكال التي يمكن للمرء أن يتوقع رؤية الانتخاب الجنسي فيها، بما في ذلك الانتقاء من جانب الإناث. وفي الوقت نفسه، كان داروين مترددًا في الابتعاد عن الأفكار التقليدية السائدة حول المغازلة والتودُّد في المجتمعات البشرية، وأشار إلى أن الرجال يبادرون بالانتقاء على الأقل بين الجماعات الأقل «همجية»، وهو ما يتوافق على نحوٍ أفضل مع مفهوم تحلي النساء بالسلبية والتمنع. وفي الوقت ذاته، اقترح داروين أن الانتقاء يمكن أن يساعد في تمييز الإنسان الحديث عن أسلافه الأكثر انحلالًا وبُدائيةً حسبما كان يُفترض. واختلف والاس وغيره من علماء ذلك العصر عن داروين في تأييدهم لوجهة النظر الأكثر انتشارًا حول وجود اختلاف حاد بين البشر والحيوانات الأخرى، خلافًا لوجهة نظر داروين القائلة إن ثمة صلةً قائمةً عبْر جميع الكائنات الحية، حتى ولو تمتع بنو البشر بخصائصَ استثنائية. وكان هذا الافتقار إلى الاستثنائية على مستوى البشر، إذا جاز التعبير، أحد الأسباب التي جعلت أفكار داروين ثوريةً للغاية، والسبب وراء استمرار اعتراض الناس على اعتبار التطور تفسيرًا لأصل الحياة وتنوعها.

علاوة على ذلك، كان داروين يُشدد على أن نظرياته لا تنطبق فقط على الاختلافات المتعلقة بالشكل والمظهر الخارجي، بل تنطبق أيضًا على السلوك، فيما يُعَد امتدادًا آخر

للفكرة التي أزعجت بعض معاصريه. وذكر بعض الكتَّاب في تلك الفترة على نحوٍ ساخر أن داروين في الواقع قد نسب التفكير المستقل إلى الحيوانات أكثر مما نسبه إلى النساء، اللاتي كان من المفترض أن يخضعن إلى أولياء أمورهن أو إلى قوًى خارجية أخرى عند اختيار الزوج. كذلك كانت النظرةُ إلى فكرة أن إناث الحيوانات، والنساء بالتبعية، ستُبدي استجابةً جنسية تجاه محاولات الذكور للتقرب منها، نظرةً مشوبةً بالقلق والانزعاج، وتبادل داروين عدة مراسلات مع ناشر كتبه بخصوص استخدام مصطلحات مثل «إغواء» و«إثارة» فيما يخص الإناث. وذهب بعض من أنصار الحركة النسوية إلى أنه إذا مُنحت النساء سلطة أكبر للانتقاء، عاد ذلك بالنفع على المجتمع؛ لأن النساء كان يُنظر إليهن باعتبارهن إيثاريات، على عكس الذكور الأكثر أنانية وغرورًا. وعلى الرغم من ذلك، ثمة جوانب عدة في نظرية الانتخاب الجنسي ثبت أنها مثار للجدل.

تصادمت فكرة الانتقاء من جانب الإناث في سياق منظومة الزواج الغربي أيضًا بفكرة أخرى كانت رائجةً في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين؛ ألا وهي تحسين النسل، الذي شجَّع التزاوج الانتقائي بين البشر بهدف سيادة الخصائص المرغوبة مثل الذكاء، وتقليل احتمالية ما كان يُطلَق عليه عادة «القصور العقلي». كان الاعتقاد أن النساء يُشكلن مستقبل البشرية بأيديهن من خلال انتقاء أزواج يتمتعون بصحة جيدة على مستوى تحسين النسل، وهو ما كان يعني أن سمة الجمال وغيرها من المعايير التافهة لم تَكُن تُعد ذات أهمية. وفي النهاية، استُخدمت أفكار تحسين النسل لتسويغ مفهوم «العرق المتفوق»، الذي تُعد النازية أحد أشكاله المألوفة لدَينا. وحتى بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، ربما نال الانتخاب الجنسي ما نالته النازية من تنديد واستنكار آنذاك، وربما كان هذا التجريم بالتبعية هو ما جعل علماء الأحياء يتجاهلونه لاحقًا.

وخلافًا لداروين، اقترح والاس أن الجنسين يختلفان ليس لأن الإناث تفضل الذكور الأكثر بهرجةً وزينةً؛ بل لأن فائض الطاقة والحيوية الواضح في نشاط الذكر لا بدَّ أن يكون جليًّا في موضع آخر، وبدا أن الألوان الزاهية والتغاريد الصاخبة أشبه بتنفيس منطقي لهذه الطاقة الفائضة. واقترح أيضًا أن حالة الأسلاف بالنسبة إلى كلا الجنسين كانت واضحةً، وأن الانتخاب اللاحق للإناث بحيث تكون خفية، وهن يجلسن في العش أو يعتنين بصغارهن، هو ما أنتج ثنائية الشكل التي نراها عادة.

ناقش والاس وآخرون أيضًا الدافع الذي ربما يجعل الأنثى تُفضِّل ذكرًا على آخر. فلو كان الاختلاف الوحيد بينهما هو السمة الجنسية الثانوية، فلماذا تهتم الأنثى به

إذَن؟ لم تلقَ وجهةُ نظرِ والاس بأن قوة الذَّكَر تقود إلى الألوان الزاهية أو غيرها من مظاهر الزينة الأخرى قَبولًا على نطاقٍ واسع، ولم تصمد طويلًا أمام التدقيق الحديث، فما معنى أن يكون لديك «فائض القوة والحيوية» بالضبط؟ كيف يمكن لمثل هذه الصفة، حتى ولو أمكن تعريفها، أن تقود إلى إبراز مظهر فسيولوجي محدَّد مثل الذيل الطويل أو التغريد الصاخب؟ وعلى الرغم من غياب تفسير بديل لتطور مظاهر الزينة الجنسية المعقدة والمتداخلة، فإن الحَيرة بخصوص آلية الانتقاء من جانب الإناث أدَّت إلى شبه تغافل عن فكرة الانتخاب الجنسي برمَّتها على مدى العقود القليلة التالية.

الانتخاب الجنسي والاصطناع التطوري الحديث

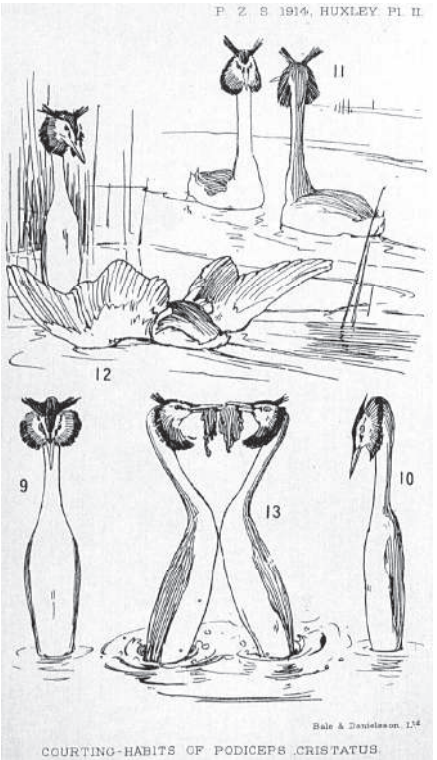
على الرغم من أن عالِمَ إحصاء إنجليزيًّا يُدعى رونالد إيه فيشر قد طوَّر نماذج رياضية في كتابٍ نشرَه عام ١٩٣٠ بعنوان «النظرية الوراثية للانتخاب الطبيعي»، تناول فيه كيف يمكن أن يتطور مظهرٌ من مظاهر الزينة التي تبدو ضارةً في جنسٍ واحد فقط، فلم تهتمَّ إلا قلة قليلة من علماء الأحياء بالانتخاب الجنسي في مطلع القرن العشرين. ففي العقود الأولى من القرن العشرين، بدأ العديد من علماء الأحياء يربطون بين النتائج الجديدة التي تم التوصل إليها في علم الوراثة وأفكار داروين، لإنتاج ما يُطلق عليه عادةً «الاصطناع التطوري الحديث». وطوَّر كلٌّ من جورج جايلورد سيمبسون وثيودوسيوس دوبجانسكي وروبرت ليديارد ستيبينز وجيه بي إس هالدين ومعاصروهم نظريةً حول مدى سرعة حدوث التطور، والأهمية النسبية للانتخاب الطبيعي والعمليات العشوائية مثل الانحراف الوراثي، وكيف تكونت الأنواع الجديدة. وأرست أعمالهم قواعد علم الأحياء التطوري المعاصر، ولا يزال يُستشهَد بها على نطاقٍ واسع حتى اليوم.

لكن، بصفة عامة، لم يهتم هؤلاء العلماء البارزون بالانتخاب الجنسي ببساطة. وحين ناقشوا السمات المفرطة لدى الحيوانات، أشاروا إلى أنها نشأت لتُتيح للإناث البحث عن شريك تزاوج من النوع المناسب. فعادةً ما يكون التزاوجُ بنوعٍ آخر مضرًّا؛ لأن الهجين الناتج يكون غالبًا أقلَّ قدرةً على البقاء والتكاثر مقارنةً بسلالتَي الأبوَين. على سبيل المثال، يستطيع ذكر الحصان التزاوج مع أنثى الحمار لينتج ما يُطلَق عليه النغل، بينما يمكن أن تتزاوج أنثى الحصان وذكر الحمار لينتجا ما يُطلق عليه البغل. ولكن لا يستطيع النغل والبغل إنجاب أيَّ نسل، وفي أنواع أخرى، لا ينجح الجيل الأول الناتج من تهجين نوعين مختلفين. وهكذا تتجلى أهمية التعرف على النوع، وقد رفض اختصاصيو علم الأحياء

التطوري الأوائل فكرةَ وجود أي دور آخر لانتقاء شريك التزاوج. حتى إرنست ماير، العالم الشهير الذي طور أفكارًا عن الانتواع أو نشوء الأنواع في أوائل القرن العشرين، لم يؤمن بالانتقاء من جانب الإناث كما تخيله داروين، وقال عن هذا: «ثمة صعوبات كثيرة [في سبيل التمييز بين الأدوار الممكنة والمختلفة للسمات البارزة] حتى عندما يكون لهذه الصفات وظيفة واحدة فقط. فعلى سبيل المثال، من المتعارَف عليه الآن أن العديد من الظواهر التي كان يُعتقَد سابقًا أنها تعزز الانتخاب الجنسي داخل النوع هي في الحقيقة سمات تعريفية محددة للنوع.»

بالنظر إلى الأمر من منظورنا الحالي، يبدو من المستغرب أن الخصائص الجنسية الثانوية المتنوعة الاستثنائية كان جميعها يُعتقَد أنها لا تخدم أيَّ أهداف سوى تمييز نوعٍ عن آخر. ولم يُفسَّر مطلقًا السبب وراء أن بعض المجموعات الحيوانية، مثل طيور الجنة، بدت أنها تتطلب تطوير ريش متداخل الألوان كألوان قَوسِ قُزَح، بالإضافة إلى استعراضات التودُّد والمغازلة المفعمة بالحيوية والنشاط، في حين أن مجموعات أخرى، مثل النوارس أو بعض عصافير الدُّوري، يمكن أن تميز شريك التزاوج المناسب بناءً على اختلافٍ في لون الأرجل أو وجود خط رمادي رفيع في الرأس.

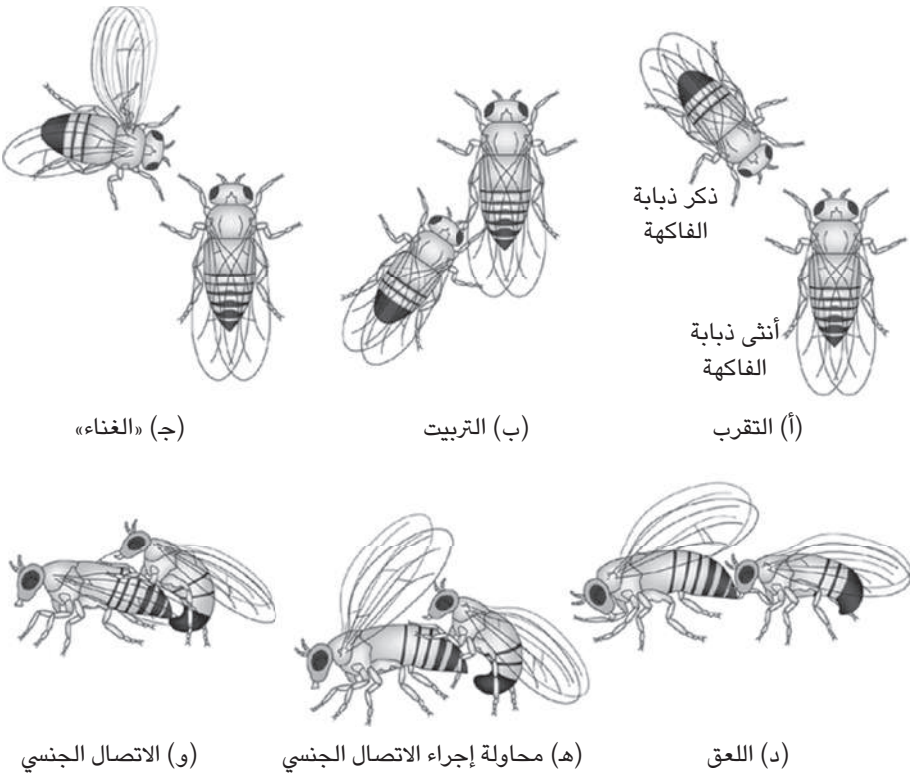
رفض الباحثون في مجال سلوك الحيوان في ذلك الوقت أيضًا فكرة الانتقاء من جانب الإناث، مفترضين أن الانتقاء عملية عقلانية مقتصرة بالضرورة على البشر فقط. وأشاروا إلى أن الحيوانات كائنات بُدائية؛ ومن ثم لا يمكن أن تحدث هذه العملية لدَيها. علاوة على ذلك، بدت إناث الحيوانات، في نظر خبراء علم الحيوان الأوائل، كائناتٍ سلبية مُذعنة تتزاوج بأي ذكر يستطيع أن يهيمن عليها ويصدَّ منافسيه عنها. وركز علماء الفسيولوجيا على الآليات التي تؤدي إلى حدوث الاختلافات الجنسية، مثل الهرمونات، لا على العمليات التطورية التي أدَّت إلى انتقائها في المقام الأول. وقد أجرى خبير علم الحيوان الشهير جوليان هكسلي دراسةً تفصيلية على طقوس المغازلة لدى طائر الغطاس المتوج الكبير، أحد الطيور المائية، وخلَص إلى أن الاستعراضات المعقدة لكلا الجنسين قبل حدوث عملية التزاوج كانت ضرورية للتغلب على العزوف الطبيعي للأنثى عن الانخراط في العملية الجنسية (شكل ١-٢). ويبدو أن تحيزاته فيما يتعلق بطبيعة الذكور والإناث قد قادته إلى وضع افتراضات لم تَكُن مسوغة بالضرورة، كما سنرى في الفصول المتبقية من الكتاب. والمثير للدهشة أنه على الرغم من أن هكسلي لم يؤمن، كغيره من العلماء، بأن إناث الحيوانات يمكنها الاختيار، فقد أيَّد فكرة أن أحادية التزاوج تظهر بصورة طبيعية لدي حيوانات أخرى غير البشر.



شكل ١-٢: يتصف سلوك المغازلة لدى طيور الغطاس المتوج بالتعقيد، ويشارك فيه كِلا الجنسين.

بُذلت جهود أخرى لدراسة انتقاء شريك التزاوج داخل المعمل أو ميدانيًّا خلال فترة «الاصطناع التطوري الحديث»، وكان ذلك يتمُّ عادةً بالاستعانة بالحيوان النموذجي الشائع للدراسات الخاصة بعلم الوراثة، ألا وهي ذبابة الفاكهة «الدروسوفيلا». فعندما يلتقي ذكر الدروسوفيلا بالأنثى، يؤدي رقصة استعراضية متقنة بهدف التودُّد والمغازلة، يصاحبها أحيانًا أصوات تغريد تنتج عن تحريك الجناحَين بحركات سريعة جدًّا (شكل ١-٣). كذلك يستجيب كلا الجنسين إلى المواد الكيميائية الموجودة على سطح الجسم. وكثيرًا ما يبدأ الذكر بالتودُّد إلى أهداف تزاوج غير مناسبة، بما في ذلك الإناث غير الناضجة أو الذكور الأخرى، ولكنه يتوقف عمومًا ما لم يستقبل مثيرات إضافية من الطرف الآخر، مثل الرائحة

الصادرة من أنثى متقبلة للتزاوج. ومن الجائز أن الذباب كان الكائن المفضل في أبحاث الانتخاب الجنسي؛ لأنه كان من الصعب تشبيهه بالإنسان مقارنة بالطيور أو الحيوانات الفقارية الأخرى، أو ربما فقط لأنه كان متاحًا أكثر للدراسة.



شكل ١-٣: تتَّسِم طقوس المغازلة لدى ذبابة الدروسوفيلا بتعقيد ملحوظ، إذ تضم عددًا من الحركات والأصوات المميزة.

وعلى الرغم من هذه الجهود المبكرة، نشر أنجوس جون بيتمان، في عام ١٩٤٨، بحثًا لا يزال يُستشهد به على نطاقٍ واسع أشار فيه إلى أن الدليل المقام على الانتخاب الجنسي كان «ظرفيًّا بالأساس» وسعى إلى تحديد السبب وراء «القاعدة العامة التي تنص على أن الذكر يرغب في أي أنثى، دون تمييز، في حين أن الأنثى تنتقي الذكر». وذكر بيتمان نتائج

تجاربه على ذبابة الدروسوفيلا، ومفادها أن الذكور تواصل الاستفادة من خلال زيادة عدد شريكات التزاوج، في حين يتوقف النجاح التناسلي لدى الإناث بعد الاقتران ببضعة شركاء تزاوج. وخلَص بيتمان إلى أنه نظرًا إلى أن الذكر يمكن أن يخصب عددًا كبيرًا من الإناث، في حين أن الأنثى يمكنها أن تضع عددًا محدودًا من البيض فحسب، فإن التباين بين الذكور في عملية النجاح التناسلي — أي درجة اختلاف الذكور من حيث عدد النسل الذي يُنجبونه — من المتوقع أن يكون أكبر من نظيره بين الإناث. ومن ثم يوحي هذا بأن الانتخاب الجنسي من شأنه أن يؤثر بقوة على الذكور أكثر من الإناث.

توصَّل باحثون آخرون في منتصف القرن العشرين أجرَوا أبحاثًا حول انتقاء شريك التزاوج عند ذبابة الفاكهة إلى بعضٍ من أقدم الأدلة على الجينات المؤثرة على السلوك، وهو موضوع آخر لا يزال محلَّ نقاش محتدِم. كذلك تناولوا بالوصف التفصيلي الاختلافات المعقَّدة في سلوك التزاوج الذي يحدث في ظل ظروف مختلفة. فكانت كلودين بيتي، وهي عالمة فَرنسية أجرت دراساتها بعد أن خدمت في حركة المقاومة الفرنسية في الحرب العالمية الثانية، على قناعة بأن الانتخاب الجنسي أُهمل دون داعٍ، وأجرت العديد من التجارب على عدة سلالات مختلفة من الحشرات لتثبت أن الانتخاب الجنسي يمكن أن يكون مسئولًا عن الاختلاف الجيني في مجموعات الكائنات البرية. لم يكن بحثها معروفًا على نطاقٍ واسع؛ ربما لأنه نُشر باللغة الفرنسية. غير أن العلماء المؤثرين في ذلك الوقت، مثل ثيودوسيوس دوبجانسكي، كانوا لا يزالون غير مُقتنعين بأن الحيوانات، سواء الحشرات مثل ذبابة الفاكهة أو الفقاريات مثل طائر الغطاس الذي أجرى هكسلي تجاربه عليه، قد أظهرت بالفعل سلوكًا يمكن وصفه بالتمييز أو التفضيل.

أهمية التفضيلات الفردية

توقفت الأمور عند هذا الحد، بشكلٍ أو بآخر، حتى ستينيات القرن العشرين تقريبًا، حين بدأت الأفكار المتعلقة بسلوك الحيوان والتطور تتحول بعيدًا عن المنظور الذي يركز على الأنواع، وتتَّجه نحو الاعتراف بأهمية الاختلافات الفردية. وبدا أن علماء الأحياء يولون مزيدًا من الاهتمام إلى طرق تأثير الانتخاب على الاختلاف الفردي، بدلًا من الاهتمام بالتشابهات بين أفراد النوع الواحد والحاجة الملحة لتجنُّب تزاوج السلالات الهجينة. بالإضافة إلى ذلك، بدأ الناس يتشككون في فكرة الأنثى الطائعة المذعنة، ويتساءلون عن الكيفية التي يمكن أن يحدث بها الانتقاء من جانب الإناث. في الفصل الثاني، نستعرض التبايُن في طريقة اقتران

الذكور والإناث خلال موسم التزاوج، بداية من الاقتران لفترة قصيرة بعدة شركاء، وصولًا إلى التزاوج بشريكٍ واحد مدى الحياة. ونرى أيضًا إلى أي مدًى صار من الممكن اكتشاف أن الإناث تقترن بالعديد من شركاء التزاوج، حتى في الأنواع التي من المفترض أن تكون أحادية التزاوج مثل الطيور المغردة، وذلك بفضل التقنيات الجينية الحديثة. إن اختلاف أنظمة التزاوج يحمل تداعياتٍ مهمة لعملية الانتخاب الجنسي.

يستعرض الفصل الثالث وجهةَ نظر معاصرةً لانتقاء شريك التزاوج وحدوثه في مجموعة كبيرة من أنواع الحيوانات، بالإضافة إلى بعض الأمثلة لما تختاره الإناث ولماذا قد تلعب الطفيليات والمرض دورًا في تطور سمات جنسية ثانوية مفرطة. وفي الفصل الرابع، سندرس مفهومًا ينطوي عليه الكثير من الأفكار الأصلية حول الانتخاب الجنسي مفاده أن للذكور والإناث «أدوارًا» طبيعية، وأن كل جنس له سلوك مميز مرتبط به. وسنرى في الفصل الخامس أن الانتخاب الجنسي يستمر لوقتٍ أطول بعد انتهاء فعل التزاوج الجسدي؛ إذ تتنافس الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلي للأنثى وتنتقي الإناث آباء صغارهن من خلال انتقاء حيوانات منوية من ذكور محددة. ويستكشف الفصل السادس كيف أن الطرق التي يستفيد من خلالها الذكور من التزاوج قد تكون مضرَّة للإناث، والعكس صحيح، والعمليات التي يبدو أنها شكلت تطور الأعضاء التناسلية في كلا الجنسين فعليًّا. وأخيرًا، يتناول الفصل السابع أهمية الانتخاب الجنسي في تحديد كيف تتنوع الأنواع؛ أي السبب وراء أن بعض مجموعات الحيوانات ربما تبقى كما هي على مدار الزمن التطوري في حين تتحول مجموعات أخرى لتصبح أنواعًا جديدة.

إن الانتخاب الجنسي مرتبط بالكثير من الأفكار التي يعتز بها البشر، مثل: الإخلاص والشراكة والعناية بالصغار وشكل الجنسَين وسلوكهما وما إذا كانت اهتمامات الذكور والإناث متقاربة فعلًا. ولكن بعيدًا عن اقتراح وجود إجابة واحدة عن السؤال الخاص بطبيعة الذكر والأنثى، نأمُل أن يوضح فهم الانتخاب الجنسي لقرائنا إلى أي مدًى يمكن أن يكون عالم الطبيعة متباينًا.

الفصل الثاني

أنظمة التزاوج، أو انتقاء الشريك، ومدة التزاوج

على الرغم مع أن بعض الحيوانات تطلق حيوانات منوية وتنتج بويضات لتلتقيَ معًا عشوائيًّا، يتمتع الذكور والإناث، في معظم الأنواع، برابطة مميزة أثناء موسم التزاوج. ويُطلق على هذه الروابط أنظمة التزاوج. في معظم الأحوال، توصف أنظمة التزاوج بكونها إمَّا «أحادية التزاوج»، وفيها يقترن ذكر واحد بأنثى واحدة على نحوٍ حصري بصورة أو أخرى أثناء موسم التزاوج، أو «تعددية التزاوج»، وفيها يقترن أكثر من فردٍ من أحد الجنسين بفردٍ واحد من الجنس الآخر. تنقسِم تعددية التزاوج بدورها إلى «تعدد لشركاء التزاوج»، وفيه ترتبط الأنثى بأكثر من ذكر واحد، وعكسها، «تعدد لشريكات التزاوج»، وفيه يقترن ذكر واحد بعدة إناث. وتشير نظرية الانتخاب الجنسي إلى أن الذكور سوف تستفيد أكثر من التزاوج التعددي؛ لأن تكاثرها محدود بعدد الإناث اللاتي يخضعن للتلقيح، لا بالذرية التي يمكن للذكور إنجابها. ومن ثم، ينبغي أن نتوقع أن يكون تعدد شريكات التزاوج أكثر شيوعًا من تعدُّد شركاء التزاوج، وأن تكون أحادية التزاوج نادرة جدًّا بالفعل، في ضوء اختلاف الطريقة التي يؤثر بها الانتخاب الجنسي على الذكور والإناث.

يبدو كلُّ هذا دقيقًا ومنهجيًّا للغاية، وكان هو الرأي السائد على مدار عدة عقود، وحتى نهاية القرن العشرين تقريبًا. ولكن ثمة تصدعات في أساس تفكيرنا عن أنظمة التزاوج بدأت في الظهور قبل بضعة عقود مضت، وبتنا نُدرك الآن أن الموقف أكثر تعقيدًا مما كنَّا نظن. ولكي نفهم السبب، من المفيد أن نُلقيَ نظرة على دراسة بدأت بطرح سؤال متعلق تمامًا بمكافحة الآفات، ولا عَلاقة له على الإطلاق بالانتخاب الجنسي من قريب أو بعيد.

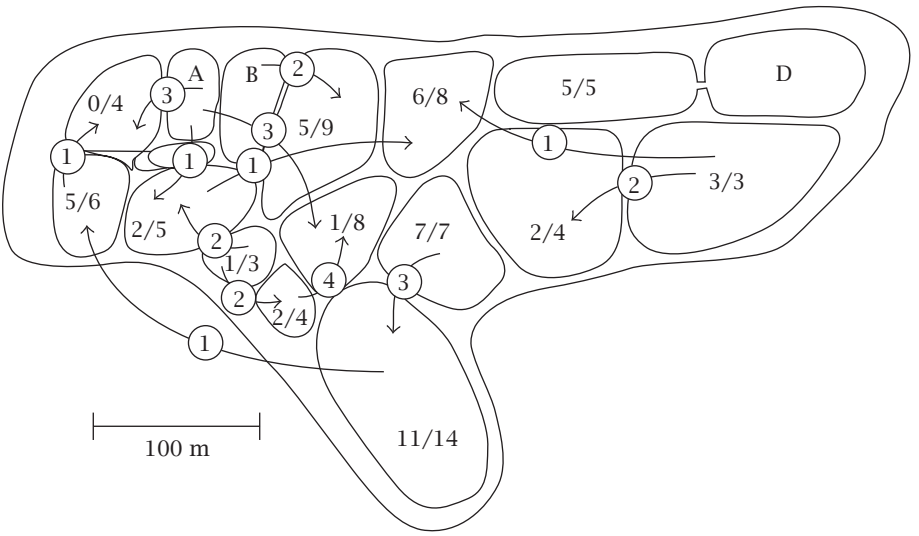
طائر الشحرور وموسم التزاوج

ما أفضل طريقة لمنع الطيور من التهام حبوب المزارعين؟ تشتهر طيور الشحرور الأحمر الجناحين بكَوْنها بشيرًا بمجيء فصل الربيع في أجزاء كثيرة من أمريكا الشمالية. ويكتسب هذا النوع اسمه من البقع الحمراء الموجودة على جناحَي الذكر الأسود اللامع، وفي المناطق المستنقعية المنتشرة في جميع أنحاء الولايات المتحدة وكندا، تُحصِّن الذكور مناطق نفوذها، وتنتظر الإناث حتى تأتي وتبني عُشًّا في مكانٍ أو آخر داخل نفس المنطقة الخاصة بالذكر. وتستطيع حتى ثماني إناث من هذه الطيور أن تبنيَ عشًّا في المنطقة الخاصة بنفس الذكر، وهو ما يجعل مصطلح تعدُّد شريكات التزاوج ينطبق عليه، وعلى مدار سنوات عديدة، درس العلماء خصائص الذكور التي تجتذب أغلب الإناث، بافتراض أن وجود الكثير من الإناث في منطقةٍ ما كان يعني تحقيق نسبة أعلى من النجاح التناسلي للذكر صاحب المنطقة.

وبالإضافة إلى فائدتها بالنسبة إلى دارسي سلوك الحيوان، فإن أعداد طيور الشحرور الأحمر الجناحين كثيرة بما يكفي في بعض المناطق لاعتبارها من الآفات؛ لأنها تقتات على الحبوب الموجودة في الحقول، وبكميات هائلة أحيانًا. في أوائل سبعينيات القرن العشرين، اقترح علماء الحياة البرية التحكم في أعداد هذه الطيور دون اللجوء إلى طرق مَقيتة مثل تسميمِها أو إطلاق النار عليها، وذلك باستخدام تقنية غير معتادة إلى حدٍّ ما، ألا وهي: قطع القناة المنوية لدى ذكور الشحور. وكان المفترض أن تتصرَّف الذكور المعقمة على نحوٍ طبيعي، ويُوضَع البيض، لكن دون أن يفقس.

وبالفعل، أجرى فريق من علماء الأحياء عملية التعقيم لمجموعة خاضعة للدراسة من طيور الشحرور الأحمر الجناحَين في كولورادو. لكن ما أدهشهم وأفزعهم في الوقت نفسه أن غالبية حضنات البيض الذي وضعته الإناث في مناطق الذكور المُعقَّمة كانت مخصبة. ونزعت الدراسة المنشورة حول هذه المحاولة الفاشلة إلى افتراض أن احتمالية «تعدُّد شركاء التزاوج للأنثى» هو السبب وراء ذلك، وخلَصت إلى أن عملية قطع القنوات المنوية لم تَكُن وسيلة فعَّالة حقًّا للسيطرة على أعداد هذه الطيور. غير أنهم لم يُدركوا آنذاك أن نتائجهم تكهَّنت بثورة في التفكير في أنظمة التزاوج.

وفي محاولة أخرى لا عَلاقة لها بالدراسة السابقة، بعد مرور سنوات عديدة، استعان فريق من العلماء الكنديين بتقنية البصمة الوراثية الجديدة آنذاك لإجراء اختبارات الأبوة



شكل ٢-١: خريطة لأحد المستنقعات الكندية توضح كيف يختلف العدد الحقيقي للنسل الذي أنجبه ذكر الشحرور الأحمر الجناحين عن عدد النسل الموجود في منطقة الذكر. تصف الأسهم عمليات التلقيح الإضافي من ذكور مختلفة، ويشير منشأ السهم إلى الذكر الذي حصل على التلقيح الخارجي الإضافي.

على طيور الشحرور الأحمر الجناحين في أحد المستنقعات في مقاطعة أونتاريو الكندية. واكتشفوا شيئًا مذهلًا، رغم أن علماء أحياء الحياة البرية في الدراسة السابقة ربما لم يفاجَئوا كثيرًا بهذا الاكتشاف؛ إذ وجدوا أن الكثير من الأفراخ، إن لم يَكُن أغلبها، في منطقة أحد طيور الشحرور أنجبها ذكر آخر غير صاحب المنطقة (شكل ٢-١). وفي الوقت الحالي، يدعم هذه النتيجةَ العديدُ من الدراسات الأخرى التي توضح أن وسط الكثير من الأنواع المختلفة للطيور التي من المفترض أن تكون أحادية التزاوج، احتوت أعشاش كثيرة على أفراخ أنجبها أكثر من ذكرٍ واحد.

في هذا الفصل، نتعقب أولًا الطريقة التي فُسِّرَت بها أنظمة التزاوج من منظورٍ تاريخي، ثم نتناول كيف أعاد الفَهم المعاصر للعلاقات الوراثية والاجتماعية تشكيل طريقة تفكيرنا في هذا الصدد.

احتكار شركاء التزاوج

وضع عالِما الأحياء ستيفن إملين ولويس أورينج — اللذان رأيا أن أحد المتغيرات المهمة هو الدرجة التي يمكن بها احتكار أفراد جنسٍ واحد الوصول إلى شركاء التزاوج — أحد التصنيفات الأولى لأنظمة التزاوج. ويمكن أن يكون هذا الوصول مباشرًا — إذ يمكن جمع شركاء التزاوج على هيئة قطيع في مكانٍ واحد ثم حراستها — أو غيرَ مباشر، من خلال التحكم في الوصول إلى الموارد مثل الطعام أو مواقع التعشيش. حينئذٍ تتزاوج الأفراد التي تحتاج إلى تلك الموارد من أجل الوصول إليها. وأشار إملين وأورينج إلى أن هذا الاحتكار يفرض احتمالية الظفر بشريك تزاوج واحد أو أكثر. على سبيل المثال، إذا كان الغذاء مُوزَّعًا في البيئة توزيعًا متجانسًا، فمن الصعب تقييد الوصول إليه، وهكذا يكون من المتوقع أن يَندُر نظام تعدد شريكات التزاوج في ظل هذه الظروف. أمَّا إذا كان توزيع الغذاء غير منظم، يكون بإمكان الذكر أن يهيمن على المورد، ومن ثَم يمارس الاحتكار على الإناث التي تلجأ إلى ذلك المورد.

ركز إملين وأورينج اهتمامهما على الطيور والثدييات، وقالا إن الشحرور الأحمر الجناحين الذي وصفناه آنفًا كان مثالًا على ما أطلقا عليه تعدُّد شريكات التزاوج بغرض الدفاع عن الموارد. ورغم أن الطيور لا تتغذى من المستنقعات التي يسيطر فيها الذكور على مناطق منها، فإن الأعشاش تكون عُرضةً للحيوانات المفترسة التي تلتهِم البيض والأفراخ، وأفضل مواقع التعشيش هي تلك المواقع الأقل عرضةً لخطر هذا الافتراس. والذكور التي تدافع عن مواقع التعشيش الجيدة داخل مناطقها من المرجح أن تجتذب المزيد من الإناث. وتستفيد الإناث من مثل هذا الترتيب لأنها تظفر بالموارد التي يوفرها الذكر.

علاوة على ذلك، سلَّط إملين وأورينج الضوء على عامل مساهم آخر أساسي في أنظمة التزاوج، ألا وهو نسبة الذكور إلى الإناث المتاحة للتزاوج، أو ما يُطلق عليه نسبة الذكور النشطة جنسيًّا إلى الإناث النَّشِطة جنسيًّا. وهذه النسبة تختلف عن نسبة الذكور إلى الإناث في المطلق؛ لأنه حتى لو تواجَد أفراد جنسٍ أو آخر، فربما لا يكونون جاهزين كشركاء تزاوج، ربما لانشغالهم برعاية الصغار أو لأنهم وجدوا شريكًا بالفعل. وانخفاض نسبة الذكور النشطة جنسيًّا إلى الإناث النَّشِطة جنسيًّا تعني أن الكثير من الإناث متاحة بوصفها شريكات تزاوج محتملات، وهو ما ينبغي أن يسفر عن تراجع التنافس بين الذكور وزيادة نظام التزاوج القائم على تعدُّد الشريكات. وتحظى الأنواع التي تتكاثر

طَوال السنة بنسبة نشاطٍ جنسي بين الذكور والإناث مختلفةٍ عن نسبة تلك الأنواع التي تتكاثر في فترة محدودة فقط، مثل الكثير من الضفادع والعلاجيم.

وفي ضوء ذلك، يمكننا أن نرى أمثلة على أنظمة التزاوج المتنوعة لدى الطيور والثدييات التي عرضتها دراسة إملين وأورينج. إن نظام تعددية التزاوج لدى نوعٍ أو آخر، حيث يكون لجنسٍ واحد على الأقل شركاء متعددون، ربما يكون الأكثر شيوعًا بين الفقاريات، مع شيوع نظام تعدد شريكات التزاوج أكثر من نظام تعدُّد الشركاء. وبسبب المنافسة بين الذكور على شريكات التزاوج في أنظمة التزاوج القائمة على تعددية الشريكات، عادة ما يكون هذا النوع من تعددية التزاوج مرتبطًا بسماتٍ شكلية (مورفولوجية) أو سلوكية لافتة للغاية في الذكور التي تتفوَّق في هذه المنافسة. ويُلاحَظ بعض من أكبر الاختلافات في الحجم والشكل الخارجي بين الجنسين في الأنواع التي تتَّسِم بتعدُّدية شريكات التزاوج. فعلى سبيل المثال، يزن ذكر فيل البحر ثلاثةَ أضعاف وزن الأنثى، ويستخدم جسمه الضخم لصد المنافسين، وفي طيور الجنة، تكون الذكور ذات زينة مبهرجة، وتتمتع بريش ملون شديد التعقيد بما قد يَعوق قدرة الطائر على الطيران.

في بعض الأنواع، لا يكون الذكر نفسه مبهرجًا، وإنما يستعين ببيئته المحيطة ليقدِّم استعراضًا مبهرًا. وتحظى طيور التعريشة، وهي مجموعة من الطيور موجودة في أستراليا وغينيا الجديدة، ببعض من أكثر استعراضات المغازلة والتودُّد إبهارًا في مملكة الحيوان، ولكنها ليست جزءًا أساسيًّا من شكل الذكر. بدلًا من ذلك، يبني ذكر طائر التعريشة تعريشات رائعة — يصل طولها أحيانًا إلى عدة أمتار — مستخدمًا الفروع والأغصان، ثم يقوم بتزيينها بثمارٍ زاهية الألوان أو زهور أو أحجار. يستخدم الذكر هذه التعريشات كمنصات لأداء رقصاته المُعقَّدة وتغاريده الصاخبة عندما تحط أنثى بالقرب منه. بالمثل، في بعض أنواع سمك الينفوخ، تبني الذكور «قلاعًا رملية» تحت الماء، وهي ساحات جميلة مزخرفة بنقوشٍ في قاع المحيط، وتستغرق أسبوعًا أو أكثر من النحت والتشكيل المتواصلَين. وتضع الإناث البيض في هذه الساحات، ثم يعتني الذكر بالبيض.

عندما يستطيع الذكر احتكار الموارد التي تحتاج إليها الأنثى، كما في حالة طيور الشحرور الأحمر الجناحَين، تواجِهُ الإناث معضلة، ألا وهي: هل تشارك منطقة نفوذ جيدة مع إناث أخريات، أم تحظى بمنطقة ليست جيدة للدرجة وحدَها؟ وفقًا لشكل الموارد، ربما يكون من الأفضل اختيار ذكر أو منطقة أقل مثالية بدلًا من الاقتسام الدقيق للموارد، والواقع أنه يبدو أن هناك حدًّا أدنى عند تجاوزه توزع الإناث نفسها بين المناطق الأقل جودة.

على الرغم من أن تَشارُك الأنثى منطقةَ نفوذ عالية الجودة مع إناث أخريات قد يكون منطقيًّا تحت بعض الظروف، فقد يزيد الذكور والإناث عدد الذرية التي ينجبونها إلى أقصى حدٍّ بطرق مختلفة. ففي حيوان المرموط الأصفر البطن، وهو حيوان ينتمي إلى القوارض الكبيرة ويوجد في جبال أمريكا الشمالية المتوسطة الارتفاع، لا تستطيع الإناث العازبات التي تعيش بمفردها بعد التزاوج أن تنجب عددًا من الصغار يماثل ذلك الذي تنجبه الإناث التي تعيش مع ذكر. فإذا ارتبطت أكثر من أنثى بذكر واحد، تحقق كل أنثى منها نسبة نجاح تناسلي أقل من الأنثى الأحادية التزاوج. ولكن من وجهة نظر الذكر، يزيد وجود أكثر من أنثى واحدة في منطقة نفوذه نسبة نجاحه التناسلي، حتى ثلاث إناث، بعد ذلك يتضاءل عدد الذرية للذكر الواحد مرة أخرى. وهذا يعني أنه في أي حالة من هذه الحالات، لا يتكاثر الذكر أو الأنثى بالمعدل الأمثل.

الإفراط في تعدُّد الشريكات واستعراضات جذب الإناث

يظهر واحد من الأشكال غير المألوفة إلى حدٍّ ما لتعدد شريكات التزاوج في مجموعة متنوعة من الطيور والثدييات، التي يكون لديها مساحات للاستعراضات الجماعية أو المشتركة تُسمى ساحات استعراضات جذب الإناث. تجتمع الذكور في هذه الساحات، وعادةً ما تستخدم المواقع نفسها عامًا تلو الآخر، وتأتي الإناث إلى ساحة الاستعراضات، ويُعايِنَّ الذكور، وتقترن بواحد منها. وساحة الاستعراضات ليست منطقة نفوذ أو موقع تعشيش، ولا تظفر الأنثى بشيءٍ من الذكر بخلاف الحيوانات المنوية لتخصيب بيضاتها.

غالبًا ما تكون هذه الساحات مشهدًا مذهلًا؛ إذ يتنافس الذكور بمظاهر زينة معقَّدة على جذب انتباه الإناث. ففي أجزاء من غرب أمريكا الشمالية، تجتمع ذكور طائر طيهوج الميرمية كل عام في بداية فصل الربيع في مناطق مفتوحة في مجموعات تتراوح أعدادها ما بين ٢٠ و١٥٠ طائرًا في وقت السَّحَر الشديد البرودة لتختال بريش صدرها الأبيض المنتفخ، وتنفخ كيسين هوائيين صفراوين على صدرها ثم تفرغهما من الهواء بصوت فرقعة مميز (شكل ٢-٢). تأتي إناث طائر طيهوج الميرمية إلى ساحة الاستعراضات فُرادى، ويبدو أنها تتفحص الذكور المتباينة الأشكال. وربما تتردد على الساحة لعدة أيام قبل أن تنتقيَ ذكرًا لتقترن به، وبعد ذلك ترحل لتضع البيض وترعى الصغار بمفردها.

من أمثلة الحيوانات الأخرى التي تستعرض زينتها لاجتذاب الإناث الخفاش المطرقي الرأس والظبي الأفريقي (التوبي) وطيور استوائية صغيرة من فصيلة القَرقَرون. ورغم

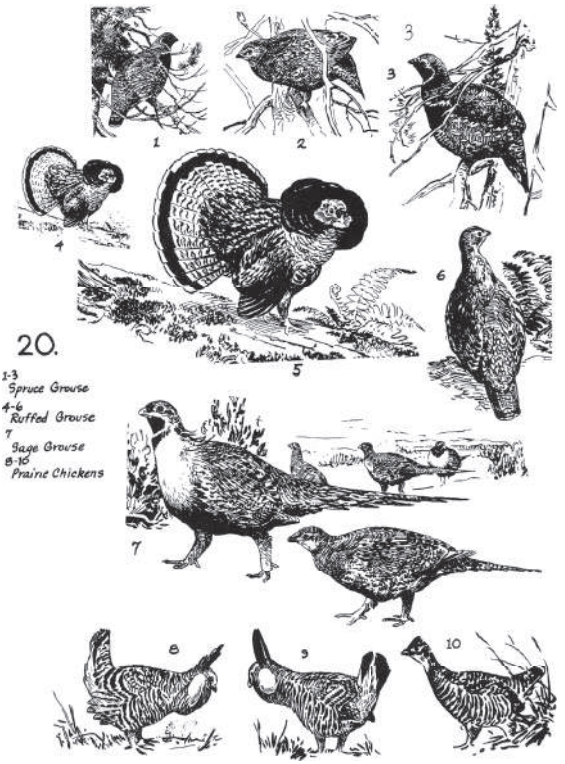
تباين تفاصيل استعراضات جذب الإناث وتنوعها، فثمة شيئان مشتركان في جميع الاستعراضات؛ ألا وهما العروض الجماعية، وغياب توفير أي موارد أخرى للإناث بخلاف فرصة التزاوج.

في معظم الأنواع التي تقوم باستعراضات جذب الإناث، يكون هناك ذكر واحد أو بضعة ذكور مسئولون فعليًّا عن كل عمليات التزاوج. تقوم ذكور الخفاش المطرقي الرأس بإعداد ساحات استعراضات على الأشجار الكبيرة عبر ضفاف الأنهار في أفريقيا الاستوائية؛ وتستعرض الذكور بصيحات بوقية صاخبة ورفرفة الأجنحة. وفي إحدى الدراسات، تزاوج ٦ بالمائة من الذكور بنسبة ٧٩ بالمائة من الوقت. وفي أحد الاستعراضات الخاصة بطائر البُحتُر ذي اللحية البيضاء، التي اشتملت على عشرة ذكور، ظفِر ذكر واحد بنسبة ٧٥ بالمائة من ٤٣٨ عملية جنسية، ونجح ستة ذكور في التزاوج بإجمالي عشر مرات فقط.

تثير هذه السلوكيات الاستثنائية ومعدلات التفاوت المرتفعة في نجاح عملية التزاوج سؤالين. الأول، لماذا تجتمع الذكور في هذه المجموعات المكونة من أفراد مستعرضين؟ والثاني، لماذا هذا التباين المفرط في نسبة نجاح التزاوج؛ بمعنى: إذا كانت الإناث لا تظفر بشيءٍ من الذكر بخلاف الحيوانات المنوية، لماذا يبدو أنها جميعًا تفضل شريك التزاوج نفسه؟

للإجابة عن السؤال الأول، طرَح العلماء ثلاثةَ احتمالات. وفقًا لفرضية «النقطة الساخنة»، يجتمع الذكور في مكان من المحتمل العثور فيه على الإناث — أي النقاط الساخنة — بناءً على المسارات المعتادة التي تسلكها الإناث للحصول على الطعام أو الوصول إلى الموارد الأخرى. أمَّا فرضية «الذَّكر الجذاب»، فتقترح أن الأماكن ليست هي مركز الجذب وإنما الذكور في حد ذاتها؛ فأغلب الذكور تضمُّ القليل من الأفراد ذوي الجاذبية الشديدة؛ ومن ثم تستفيد من تردُّد الإناث على مناطق الذكور الجذابة. وأخيرًا، تنص فرضية التفضيل من جانب الإناث على أن الذكور تجتمع لأن الإناث تفضل المواقع التي تتواجد فيها مجموعات كبيرة من الذكور. وتفضل الإناث هذه المجموعات إمَّا لأنها أكثر أمانًا، ربما لأنها تكون محمية من الحيوانات المفترسة، أو لأن هذه التجمعات تسهل على الإناث المقارنة بين شركاء التزاوج المحتملين.

للتفرقة بين الفرضيتَين الأُوليَين، يمكن أن نلاحظ ما يحدث إذا رحل ذكر نجح في التزاوج من ساحة الاستعراض. فإذا كانت فرضية النقطة الساخنة صحيحة، ينبغي أن



شكل ٢-٢: تتمتع ذكور طائر الطيهوج بمجموعة متنوعة من مظاهر الزينة، من بينها الريش ذو الأنماط المعقدة الذي يظهر هنا، علاوةً على زوج من الأكياس الهوائية أسفل الريش الأبيض في منطقة الصدر. تُستخدَم الأكياس الهوائية لإصدار صوت «فرقعة» أثناء استعراضات الذكور.

يسفر رحيل الذكر الذي ظفِر بأغلب فرص التزاوج عن تزاوج الإناث بأي من الذكور المتبقية في الموقع أو المواقع التي استعرضت فيها الذكور الفائزة. وهذا من شأنه أن يعني أن المكان هو الأساس، لا الذَّكر. وعلى النقيض من ذلك، إذا كانت فرضية الذَّكر الجذَّاب صحيحة، ينبغي أن ترحل مجموعة الذكور من الدرجة الثانية بأكملها، حتى تتمكن من العثور على ذَكر جذاب آخر تتجمَّع حوله، ومن المفترض ألا تقترن الإناث بهذه الذكور البديلة الباقية.

تُظهر مثل هذه التجارب التي تجرى على العديد من الطيور التي تقوم باستعراضات جذب الإناث، بما في ذلك الشنقب الكبير والطيهوج الأسود، أن الإناث تميل إلى تعقُّب الذكر الذي كان يتَّسِم بالجاذبية، أو أن الذكور المتبقية تحتشد وترحل عندما يترك ذكر فائز الساحة. وتدعم هاتان النتيجتان فرضية الذَّكر الجذاب. وفي أنواع أخرى، يبدو أن الذكور تتعقب تحركات الأنثى وتركز أنشطتها الاستعراضية في تلك المناطق، وهو ما يدعم فرضية النقطة الساخنة. على الجانب الآخر، تلقَّت فرضية التفضيل من جانب الإناث بعض الدعم في حيوانات أخرى، من بينها طيهوج الميرمية المذكور أعلاه. وكما هو الحال عادةً فيما يتعلق بالسلوكيات المعقدة، ربما يكون لاستعراضات جذب الإناث عدَّة مزايا أسهمت في تطورها، كلٌّ منها ذو أهمية بشكلٍ أو آخر تبعًا للظروف.

بالنظر إلى تجمع الذكور، لماذا تقترن أغلب الإناث أو جميعها بنفس الذكر؟ هذا السؤال هو جوهر انتقاء شريك التزاوج بوجهٍ عام، إلا أن الأنواع التي تؤدي استعراضات جذب الإناث تسلط الضوء على المعضلة: ما الذي يعود على الإناث من الاقتران بذكر لا يقدم شيئًا سوى حيوانات منوية لتخصيب بيضاتها؟ تشتمل الحلول الممكنة على نماذج اعتباطية ونماذج تكيفية سنناقشها في الفصل الثالث، بالإضافة إلى كَوْن انتخاب الذكور الخالية من الطفيليات معيارًا محتملًا في استعراضات جذب الإناث. وبالفعل، عادة ما تحظى ذكور طيهوج الميرمية ذات الطفيليات الأقل عددًا بفرص تزاوج أكبر. واقتُرح أيضًا أن من خلال الاقتران بذكر مهيمن في ساحة الاستعراضات، تستطيع الأنثى أن تتجنَّب مضايقات الذكور التابعة القريبة، ولكن لا يُوجَد دعم كافٍ لهذه الميزة.

تعدد شركاء التزاوج

اليقنة طائر من الطيور الساحلية المتوسطة الحجم يعيش في المناطق الاستوائية بأفريقيا وأستراليا وأمريكا الوسطى والجنوبية. تمكنه أصابعه الطويلة من السَّير فوق زنابق الماء وغيرها من النباتات المائية، وهو ما جعله يكتسب أسماء محلية مثل جَوَّاب زنبق الماء أو حتى طائر اليسوع (شكل ٢-٣). للوهلة الأولى، لا يبدو أن لهذه الطيور نظامَ تزاوجٍ استثنائيًّا؛ فالطيور الشرسة الأكبر حجمًا، ذات اللون الزاهي، تحمي مجموعات الطيور الأصغر حجمًا والأكثر شحوبًا التي تعتني بالصغار. ولكن في تباين استثنائي، نجد أن طيور اليقنة الأكبر حجمًا والأزهى لونًا هي الإناث، التي تشتبك مع إناث أخريات وتضع

البيض لكل ذكر من الذكور التي تعشش بداخل منطقة نفوذها. ويُطلق على نظام التزاوج هذا تعدد شركاء التزاوج، وهو النقيض لتعدد شريكات التزاوج الأكثر شيوعًا.

إن الندرة النسبية لنظام تعدُّد شركاء التزاوج، على الأقل على المستوى الاجتماعي، حيث ترتبط الأنثى لفترات طويلة بأكثر من ذكر واحد، أمر مفهوم. فعلى ما يبدو أنه في الكثير من الأنواع، إن لم يَكُن أغلبها، لا تستفيد الإناث والذكور كثيرًا من ارتباط أنثى واحدة بعدة ذكور، لا سيما عندما يكون النسل من ذكَر واحد فقط؛ نظرًا لأن الأنثى لا تستطيع أن تَحبَل مرةً أخرى، إن جاز لنا التعبير، عن طريق التزاوج عدَّة مرات أكثر من اللازم لتخصيب بيضها. ويظهر تعدُّد شركاء التزاوج أيضًا في عدة أنواع أخرى من الطيور الساحلية؛ إذ تتزاوج الإناث بذكر، وتضع حضنات من البيض، وتتركها لذكر ليحضنها ويرعى الأفراخ الصغيرة، ثم تنطلق لتفعل الشيء نفسه مع حضنات بيض أخرى وذكر آخر. وفي مثل هذه الحالات، لا ترتبط الأنثى بجميع شركاء التزاوج في آنٍ واحد، لكن لا يزال أكثر من ذكر واحد يتزاوج بأنثى واحدة.

يظهر تعدُّد شركاء التزاوج في عدد أقل من أنواع الثدييات، رغم أننا نراه في قردة الجبون وبعض أنواع قردة الطَّمارين، وهي قردة صغيرة الحجم تنتمي إلى رئيسيات الإقليم المداري الجديد وتسكن الأشجار. في مثل هذه الأنواع، بمجرد أن يُولد الصغار، تُسلمها الأنثى إلى أحد الذكور في المجموعة، والذي يحملها بدوره من مكان إلى آخر ويحميها؛ إذ يقوم بالأساس بكل مهامِّ رعاية الصغار عدا الرضاعة. ويظهر تعدُّد شركاء التزاوج لدى الإناث في عدد قليل جدًّا من المجتمعات البشرية تُعد على أصابع اليد الواحدة، لا سيما في أجزاء من الهند والتبت ونيبال، حيث تجمع المرأة بين أخين في بعض الأحيان وتتخذهما زوجين لها.

لا يزال السبب وراء نشأة نظام التزاوج هذا حيثما نشأ غير واضح، ويخمن بعض الباحثين أنه على الأقل في الطيور الساحلية، ربما يكون تعدد شركاء التزاوج شكلًا من أشكال التكيف مع الارتفاع الشديد لمعدلات افتراس العش، لدرجة أن الإناث تكون تحت ضغط انتخاب شديد لتضع عددًا كبيرًا من حضنات البيض لضمان أن حضنةً واحدة على الأقل ستبقى على قيد الحياة. بالطبع، في كلا الشكلين لتعددية شركاء التزاوج، إذا استلزم نجاح التناسل وجود رعاية أبوية، فلا بدَّ أن يكون أحد الأبَوَين قادرًا على تقديم تلك الرعاية كلها أو أغلبها. وربما يكون في هذا القصور تفسير للسبب وراء انتشار تعدُّد شركاء التزاوج أكثر في تلك الطيور التي تضع صغارًا مبكرة النضج، بما فيها الطيور

شكل ٢-٣: تشتبك إناث اليقنة مع إناث أخريات للدفاع عن مناطق النفوذ التي يحتضن فيها عدة ذكور البيض وتعتني بالأفراخ الصغيرة.

الساحلية، حيث تكون الأفراخ قادرةً على التحرك والعثور على طعامها، خلافًا لتلك الطيور التي تضع صغارًا ضعافًا تتطلب مزيدًا من الرعاية الفائقة.

واحد زائد واحد يساوي اثنين

عندما يمكث ذكر واحد وأنثى واحدة معًا طَوال موسم التزاوج أو أغلبه، نُطلق على نظام التزاوج هذا التزاوج الأحادي. ورغم أنه يعني دومًا اقتران الذكر والأنثى، فربما يستمر الزوجان معًا مدى الحياة، كما في إوز التندرا وبعض الأنواع الأخرى، أو لموسم تزاوج واحد أو موسمَين فقط، مع تغير الشركاء في الفترة البينية. وعادة، كلما مكث زوجان معًا وقتًا أطول، حقَّقا معدلًا أفضل في النجاح التناسلي.

وغالبًا ما يرتبط التزاوج الأحادي بالرعاية الأبوية من جانب كلا الجنسين، كما هو الحال في الكثير من الطيور المغردة؛ حيث يبذل الذكر والأنثى على حدٍّ سواء جهدًا كبيرًا

شكل ٢-٤: قِرَدة الجبون من الثدييات القليلة الأحادية التزاوج، وهي القردة العليا الوحيدة الأحادية التزاوج بخلاف البشر.

لجلب الحشرات إلى العش لكي تتغذى عليها الأفراخ الصغيرة. ورغم أن الذكور بوجهٍ عام تستفيد من التزاوج المتعدد، كما ذكرنا آنفًا، فقد ينشأ التزاوج الأحادي عندما تكون المساعدة من جانب الذكر ضرورية لبقاء الصغار على قيد الحياة. وربما يكون في ذلك تفسير للانتشار الواسع للتزاوج الأحادي في الطيور، إذ يحدث اقتران اجتماعي بين نسبة تُقدر بنحو ٩٠ بالمائة على الأقل من أنواع الطيور؛ فقدرتها المتطورة للغاية على الطيران تعني أن الفرخ الصغير يتطلَّب قدرًا كبيرًا من الرعاية ليُصبح مستقلًّا. علاوة على ذلك، بمجرد وضع البيض، يستطيع الذكر أن يفعل كل شيء تفعله الأنثى، من خلال توفير الحماية من الحيوانات المفترسة والمقومات الأساسية والغذاء للأفراخ الصغيرة.

بالطبع، يتفاوت كلٌّ من الذكور والإناث داخل الأنواع ذات التزاوج الأحادي في مقدار الرعاية المقدمة للأفراخ الصغيرة؛ فبعض الذكور تكون شديدةَ الاهتمام في حين يقدم

البعض الآخر الحد الأدنى فقط من الرعاية الضرورية. وكما سنرى، قد يتوقف قدر المساعدة التي يقدمها الذكر على مدى انتشار التزاوج خارج نطاق الزوجين.

والتزاوج الأحادي نادر الحدوث نسبيًّا في الثدييات، وإن كان يحدث في بضعة أنواع، من ضمنها قرود الجبون، وهي رئيسيات طويلة الأذرع تعيش في غابات إندونيسيا (شكل ٢-٤). قد ينشأ التزاوج الأحادي الاجتماعي إذا عجز الذكور عن الوصول إلى الإناث نظرًا لأن تلك الإناث موزعة على مساحات متفرقة وواسعة في البيئة، أو لأنها قد تحول دون قتل الذكور للصغار. وعدد قليل من فئات الحيوانات الأخرى بالإضافة إلى الثدييات أحادية التزاوج أيضًا، بما فيها بعض الحيوانات التي ربما لا تتوقَّعها، مثل بضعة أنواع من الصراصير وبعض أنواع التماسيح. وأظهرت الدراسات الحديثة التي أُجريت على القوارض مثل فأر الشاطئ وفأر البراري أن النزعة للدخول في رابطة تزاوج مرتبط بالجينات التي تؤثر على مستويات الهرمون لدى الذكور وتؤثر بدورها على سلوكها الأبوي. ويمكن لحقن ذكر الفأر بهرمون مرتبط ببناء الجحور — الذي يُعد عنصرًا أساسيًّا لرعاية الصغار — أن يغير طريقة تصرُّفه. بالطبع لا يعني هذا أن الهرمونات تؤثر على نظام التزاوج، سواء في الفئران أو في البشر. ولكنه يوحي بأن الانتخاب يؤثر على الجينات التي تتحكم في مجموعة متنوعة من السلوكيات لتفرز التنوع الذي نلاحظه في أنظمة التزاوج.

القواعد والاستثناءات والتزاوج الإضافي الخارجي

من المهم إدراك أن ليس جميع الأفراد في نوع أو مجموعة تتبع نظام التزاوج نفسه. بعبارة أخرى، حتى في الأنواع التي نُصنفها ضمن الأنواع التعدُّدية التزاوج، ربما يحظى بعض الذكور بشريكات عديدات، فيما يحظى بعضها بشريكة واحدة، وبعضها الآخر لا يحظى بأي شريكات. وعلى نحوٍ مماثل، ربما لا يحظى فرد مُعين بعدد الشريكات نفسه على مدار حياته، بل يناوب بين الارتباط بعدة شريكات وشريكة واحدة أو البقاء دون تزاوج.

ومما يزيد الحيرة والالتباس، كما لاحظنا، أن التوصيف الدقيق والمنهجي لأنظمة التزاوج بدأ ينهار مع بَدء استخدام تقنيات البصمة الوراثية لإثبات الأبوة في الحيوانات البرية. كانت الطيور بالأساس ذات فائدة خاصة في هذا الصدد؛ لأن لديها خلايا دم حمراء ذات نواة، ومن ثَمَّ يمكن استخدام عينة دم صغيرة من فرخ صغير أو طائر بالغ للحصول على المادة الوراثية، رغم أنه في الآونة الأخيرة صار من الممكن الحصول على الحمض

النووي الريبي المنقوص الأكسجين (دي إن إيه) بسهولة من أنسجة متنوعة. ولذلك كانت الطيور من بين أول الحيوانات التي أوضحت مدى التعقيد الذي يكتنف عملية تحديد نظام التزاوج؛ ففي أنواع كثيرة من تلك التي يبدو فيها أن ذكرًا واحدًا يقترن بأنثى واحدة أثناء موسم التزاوج، يحدث التزاوج الإضافي الخارجي، ويكون لحضنات البيض التي تضعها أنثى واحدة عدة آباء. وتتفاوت الطيور في مدى إنجابها ذرية من التزاوج الإضافي، ولكن على الأقل يظهر في ٩٠ بالمائة من الأنواع ذرية أنجبها ذكر آخر غير الشريك الظاهري.

أضحت أسباب الاختلاف بين الأنواع موضوع الكثير من الأبحاث؛ إذ يدرس العلماء دور المتغيرات البيئية مثل الموسمية والجغرافية وكذلك قدْر التنوع الوراثي في المجموعة ككل. ومن أجل التفكر مليًّا في هذا الفهم، يفرق العلماء الآن بين نظام التزاوج الاجتماعي — أي شكل الروابط الاجتماعية والسلوكية بين الجنسين — ونظام التزاوج الجيني، الذي يحدد من الذي يمرر الجينات إلى الجيل التالي.

في حين أن استفادة الذكر من تخصيب بيضات أنثى في منطقة نفوذ ذكر آخر واضحة، فإنه يتعرض أيضًا إلى خطر قيام ذكور أخرى بالشيء نفسه تجاهه. فكيف تتحاشى الذكور هذه المشكلة؟ كما سنناقش في الفصل الخامس، في الكثير من الأنواع تخضع شريكة التزاوج للحراسة بعد حدوث التزاوج الفعلي، ومن خلال هذه الحراسة يظلُّ الذكر مع الأنثى ويحاول ثَنْيَها عن البحث عن شركاء إضافيين. وحراسة شريكة التزاوج بهدف منع الأنثى من التزاوج بذكور إضافيين هي عملية واسعة الانتشار، وتحدث في الحيوانات بكل أنظمة التزاوج تقريبًا، وليس فقط الحيوانات أحادية التزاوج الاجتماعي. فبعض ذكور الفراشات تحرس شريكات التزاوج ليس بالتواجد ماديًّا مع الأنثى، وإنما من خلال إفراز مادة أثناء القذف تجعل الأنثى منفرةً للذكور الآخرين، كنوع من التثبيط الجنسي. وفي بعض الحيوانات، يهجر الذكر الأنثى إذا ما انفصلت عنه أثناء الفترة التي تسبق وضع البيض؛ لأنها في تلك الفترة ربما تكون قد تزاوجت بذكر آخر.

ومن منظور أنثوي، يبدو الانخراط في التزاوج الإضافي الخارجي أمرًا محيرًّا؛ فإذا كان بإمكان ذكر واحد تخصيب جميع بيضات الأنثى، وإذا جازفت بهجر شريك التزاوج لها أثناء فترة الرعاية الأبوية، فلماذا إذَن تلجأ إلى عَلاقات التزاوج الإضافي هذه؟ طُرحت عدة تفسيرات مختلفة للفوائد التي تعود على الأنثى من التزاوج بعدة ذكور أو التزاوج الإضافي خارج رابطة التزاوج.

أولًا، على رغم أنه من الناحية النظرية يُنتج ذكر واحد ما يكفي من الحيوانات المنوية لتخصيب جميع البيض الذي تضعه الأنثى، فربما لا يكون هذا صحيحًا دائمًا، وهذا يعني أن التزاوج بمزيدٍ من الذكور يمكن أن يضمن الخصوبة، مما يحدُّ من خطر عدم تخصيب بعض البيض بسبب عقم الذكر. وثمة فكرة ذات صلة هنا مفادها أن التزاوج الإضافي ربما يضمن على الأقل أن واحدًا من شركاء التزاوج لديه جينات تتوافق مع بيض الأنثى من الناحية الوراثية. وتفترض هذه الفكرة أن ثمة مجموعات معينة من الجينات، لا ذكور معينة وحسب، تكون محبذة على نحوٍ خاص، وهو موضوع سنعود إليه في الفصل الثالث. ثانيًا، إذا كانت الإناث تنتقي شريكها المبدئي لأنه يُقدم مزايا مباشرة مثل الرعاية الأبوية، فربما تعظم كفاءتها أيضًا من خلال التزاوج بذكر يتمتع بجودة وراثية عالية، ولكن ليس من المحتمل أن يُقدِّم مثل هذه المزايا. وتشير بعض الأبحاث إلى أن الإناث تُبالغ في التدقيق والانتقاء فيما يتعلق بذكور التزاوج الإضافي، وأن الخصائص التي قد تجعل أحد الذكور مناسبًا لعلاقةٍ طويلة الأمد ربما تختلف عن تلك الخصائص المتوفرة في الذكر الذي يتزاوج بأنثى مرة واحدة وحسب.

وفي الأنواع ذات المجموعات الاجتماعية المستقرة، كما في بعض الرئيسيات وغيرها من الثدييات، ربما تحصد الإناث التي تتزاوج بعدة ذكور المزيد من المزايا المباشرة على هيئة موارد تتاح في وقت التزاوج، أو فيما بعد إذا شاركت الذكور في الرعاية الأبوية. وهذا التفسير مرتبط بفكرة اختلاط النسب؛ فإذا كانت الأنثى تتزاوج بعدة ذكور في مجموعتها الاجتماعية، وكانت الذكور تميل إلى الإسهام في رعاية نسل الإناث اللاتي تقترن بها، إذَن فلن يستطيع أي ذكر أن «يحدد» أي ذرية أنجب؛ ومن ثم يكون الذكور أكثر ميلًا للمساعدة في رعاية الصغار.

اكتُشف وجود التزاوج المتعدد لدى الإناث في وقتٍ متأخر إلى حدٍّ ما من تاريخ الانتخاب الجنسي، رغم أن كتَّابًا أوائل مثل أرسطو أشاروا إلى أن الدجاجات المنزلية تتزاوج بعدة ديوك. وربما لأن تركيز الكثير من الباحثين الأوائل قد انصب على الطيور والثدييات، فإن فكرة توقع ندرة تعدد شركاء التزاوج بدت منطقية بالنسبة إلى علماء الطبيعة الذين لاحظوا أن الإناث تتزاوج بعدة شركاء في عددٍ قليل فقط من الأنواع مثل طائر اليقنة. ولكن فيما بين الحشرات واللافقاريات الأخرى، يُعد التزاوج المتعدد القاعدة لا الاستثناء. وعلى مدار العَقد الماضي أو نحو ذلك، بدأ العلماء يعيدون التفكير في دور تعدُّد شركاء التزاوج في الانتخاب الجنسي، وذهبوا إلى حد الإشارة إلى «ثورة تعدد شركاء التزاوج» في فكر علماء الأحياء.

تطبيقات عملية

قد يبدو الأمر كما لو أنه ليس هناك أيُّ تطبيق عملي لدراسة أنظمة التزاوج، رغم أهميتها من المنظور التطوري والسلوكي. ولكن في الحقيقة، قد يكون فهم نظام التزاوج في نوعٍ ما ذا أهميةٍ بالغة في الحفاظ على أعداده أو فهم مدى احتمالية استمراره.

على سبيل المثال، نادرًا ما يقتل الصيادون الحيوانات دون النظر إلى جنسها أو سنها؛ فغالبًا ما تمثل الذكور الأكبر حجمًا أهدافًا مفضلة لهم. قد يبدو الأمر كما لو أنها استراتيجية حكيمة؛ نظرًا لأن الإناث الباقية من المفترض أن تستطيع أن تعوض الأفراد التي فُقدَت من الجماعة، إلَّا أن تأثير غياب الذكر متوقف على نظام التزاوج المتبع. فإذا كان النوع أحادي التزاوج، ورعاية الصغار تستلزم كِلا الأبوين، على سبيل المثال، فإن فُقدان الذكر ربما يعني أيضًا أن الأنثى لا يمكنها أن تتكاثر بمفردها، ويكون التأثير مُشابهًا لفقدان أسرة بأكملها. عوضًا عن ذلك، إذا فُقد ذكر من نوعٍ ما تسيطر فيه الذكور على مجموعات الإناث، قد يكون لهذا تأثير غير متكافئ على المجموعة نظرًا لأن إناثًا كثيرات تُترك دون ذكر لإنجاب الصغار.

وبالاستعانة بنماذج حسابية لدراسة آثار الصيد في مجموعة كبيرة من أنواع الثدييات في تنزانيا، وجد العلماء أن صيد الذكور فقط من المرجح أن يؤديَ إلى تراجع الأعداد أكثر من صيد أفراد كِلا الجنسين، لا سيما في الأنواع الأحادية التزاوج أو تلك الأنواع التي يساهم فيها الذكور بالرعاية الأبوية. وباستخدام معلومات نظام التزاوج، استنتج العلماء أنه بالنسبة إلى الكثير من الأنواع، من بينها الفهود والأسود والخنازير الوحشية وأنواع عديدة من الظباء، تكون معدلات الصيد أعلى من النسبة النموذجية التي تؤدي إلى الحفاظ على أعداد الحيوانات التي يجري صيدها. ونظرًا لأن نظام التزاوج غالبًا ما يرتبط بالاختلافات في معدل الوفيات بين الجنسين، مثل الذكور أحادية التزاوج التي تعيش وقتًا أطول من الذكور شديدة التنافس في الأنواع التي تتسم بتعدُّد شريكات التزاوج، فمن المهم مراعاة هذه الاختلافات السلوكية قبل وضع السياسات.

بالمثل يؤثر نظام التزاوج على الحجم الفعلي للمجموعة، وهو مصطلح يستخدمه علماء الأحياء لا لوصف الأعداد الفعلية للأفراد في مجموعةٍ ما، وإنما لوصف الأعداد التي تتكاثر بالفعل وتورث الجينات إلى الأجيال التالية. فقد يبدو أن نوعًا ما يتمتعُ بأعدادٍ كبيرة، ولكن إذا كانت النسبة التي تتكاثر من الحيوانات صغيرة، تكون المجموعة أصغر بكثيرٍ من منظور الحفاظ على النوع، مع احتمالية انخفاض مستوى التنوع الجيني،

واحتمالية وجود خطر انقراض أكبر مما قد يبدو عليه للوهلة الأولى. مرة أخرى، قد تسفر أنظمة تعدُّد شريكات التزاوج عن انخفاض الحجم الفعلي للمجموعة إذا تكاثر عددٌ قليل من الذكور مع الكثير من الإناث، وهو أمر يجدُر بالمعنيِّين بالحفاظ على البيئة أن يضعوه في الاعتبار.

الفصل الثالث

الانتقاء من ساحة المنافسين

الطيور المُترمِّلة الطويلة الذيل هي طيور حَبَّاك صغيرة الحجم يمكن العثور عليها في الأراضي العشبية بوسط وجنوب أفريقيا. بعيدًا عن موسم التزاوج، تتشابَهُ الذكور والإناث على نحوٍ ملحوظ في مظهرها الخارجي؛ إذ تتمتع بريشٍ قمحي اللون أو أسمر مائل للصفرة ذي خطوط ثقيلة يساعدها على الاندماج في بيئتها العشبية المحيطة. ولكن في أثناء موسم التزاوج، تخضع الذكور لتحول ملحوظ (شكل ٣-١). فتطرح ريشها البني المُرقَّط وتستبدل به ريشًا فاحمَ السواد. واللافت أكثر للنظر أنه تنمو لديها ما بين ست وثماني ريشات في الذيل ليصل طوله إلى نصف متر. ويقوم الذكر بجولات طيران مرهقة عبر منطقته وريش ذيله منبسط ويتدلى أسفل منه، ويكون بارزًا جدًّا للإناث وغيرها من المراقبين في بيئته المحيطة عبر مسافاتٍ تزيد على كيلومتر واحد. وتنضم الإناث إلى الذكور في مناطقها لتبنيَ الأعشاش وترعى الصغار التي يُنجبها عادةً صاحب المنطقة. وفي أوائل ثمانينيات القرن العشرين، استعان السويدي مالت أندرسون، اختصاصي علم البيئة السلوكي، بمعالجة تجريبية ليقدم دليلًا قاطعًا على أن الانتقاء من جانب الإناث هو المسئول عن نشوء الفروقات الجنسية في خصائص الريش الموجودة في الطيور المُترمِّلة.

أحصى أندرسون عدد الإناث التي تُعشِّش في منطقة كل ذكر من الذكور في منطقة عشبية في كينانجوب بلاتو في كينيا. ثم اصطاد الذكور أصحاب مناطق النفوذ ووزعها توزيعًا عشوائيًّا على مجموعةٍ من أربع مجموعاتٍ مرجعية. في المجموعة الأولى، قص ريش الذيل ليقل طوله بنحو ٧٠ بالمائة، وفي المجموعة الثانية أُلصِقَت قطع الريش المقصوص على أطراف ريش ذيل مُشابهٍ لذكور أخرى ليُطيلها على سبيل التجربة بنحو ٥٠ بالمائة. كانت المجموعتان المتبقيتان بمثابة مجموعتَي ضبط، في الأولى قُص ريش الذيل ثم أُعيد لصقُه بحيث ظلَّ الذيل بالطول نفسه، وفي الثانية تم التعامُل مع الطائر بالطريقة نفسها

شكل ٣-١: يبدو ذكر الطيور المُترمِّلة شديد الشبه بالأنثى خارج موسم التزاوج، ولكن في أثناء موسم التزاوج ينمو للذكر ريش أسود مُذهل وريش ذيل طويل ويستخدم مظاهر الزينة هذه في استعراضات بهدف جذب الإناث.

باعتباره متغيرًا قابلًا للمعالجة ولكن تُرك ريش الذيل دون أن يُقص. ثم أطلق أندرسون سراح الطيور لتعود إلى مناطقها وراقب عدد الإناث المعششة في منطقة كل ذكر من الذكور على مدار الشهر التالي. ووجد أن عددًا أكبر من المتوقع من الأعشاش الجديدة قد بُني في مناطق الطيور التي أُطيلت ذيولها على نحوٍ تجريبي، مقارنة بالطيور القصيرة الذيل أو طيور مجموعة الضبط. وهكذا قدمت هذه التجربة البارعة دليلًا مباشرًا وقاطعًا على اقتراح داروين الذي ظلَّ مرفوضًا لفترة طويلة بأن الإناث تنتقي من بين الذكور المحتمَلين بناءً على سماتها الجنسية الثانوية، وحولت الانتباه من التساؤل عما إن كانت الإناث تنتقي شريك التزاوج إلى التساؤل عن أسباب ظهور تفضيلات التزاوج على هذا النحو. وهكذا، شهِدَت العقود الأربعة الأخيرة تطوير مجموعة من النماذج النظرية الخاصة بتطور تفضيلات الإناث ومظاهر الزينة لدى الذكور وخضوع هذه النماذج للاختبارات التجريبية، بناءً على الفكرة القائلة بأنها قد تكون مفيدةً بشكل مباشر بالنسبة إلى الإناث

فيما يخص تكاثرها وبقاءها على قيد الحياة، أو بشكل غير مباشر عبر تأثير الجينات التي ورثتها الذرية من شريك التزاوج الذي انتقته الأم.

انتقاء مُعيل جيد

يبني ذكر سمكة أبو شوكة عشًّا تودِع فيه الإناث بيضَها، ويخصبها صاحب العش (شكل ٣-٢). وتقدم الذكور رعاية أبوية كاملة؛ إذ تقوم بتهوية البيض لتحسين عملية تبادل الغازات وتحميه من الافتراس. في أثناء موسم التزاوج، تكتسب الذكور لونًا أحمر عند الحلق والصدر وتفضل الإناث التناسل مع ذكور لها ألوان أكثر تألقًا. وتعتمد شدة اللون الجذاب جنسيًّا للذكر على توافر صبغات الكاروتينات في غذائه، وهي المواد الملونة التي تُكسِب الجزر لونه البرتقالي والطماطم لونها الأحمر. والذكور التي تحصل على مستوى أعلى من الكاروتينات الغذائية لا تكتسب حلقًا وصدرًا أشد حمرةً وحسب؛ وإنما تتمتع بعمر أطول وتقدم رعاية أبوية أفضل، مما يزيد فرص بقاء النسل على قيد الحياة حتى يستقل بنفسه.

وبهذه الطريقة، يحقق انتقاء الأنثى للذكر ذي اللون الجذاب جنسيًّا عوائد مباشرة على الكفاءة أو الصلاحية من حيث جودة الرعاية الأبوية المقدمة إلى النسل. وبوجهٍ عام، تشير النماذج النظرية لتطور التفضيلات إلى أن المزايا المباشرة لجودة الرعاية الأبوية قد تكون دافعًا مهمًّا وراء تطور تفضيلات الإناث، إذا كانت السمات الجنسية للذكر تنقل معلومات موثوقة إلى الإناث بخصوص قدرة الذكر على رعاية صغارهن. وبالإضافة إلى المساهمة في تعزيز اللون المرتبط بنسبة الكاروتينات لاجتذاب الإناث من أجل التزاوج، قد تقوم الكاروتينات الغذائية بدور مضادات الأكسدة، إذ تحمي الذكور من النواتج الثانوية لعملية الأيض التي تحدث تلفًا لخلايا الحيوانات المنوية وتعرض قدرة الذكر على تخصيب البيض للخطر. وفي حالة أسماك أبو شوكة، يحظى الذكر الذي يكتسب لونًا زاهيًا أثناء التزاوج بمزيد من الخصوبة؛ ومن ثم تحصل الأنثى التي تنتقي ذكرًا ذا حلق أكثر حمرة بميزة إضافية تتمثل في ضمان تخصيب بيضها الثمين.

غالبًا ما تنتقي الإناث الذكور من أجل الوصول إلى موارد أخرى بخلاف الرعاية الأبوية المباشرة، مثل تجهيزات العش أو الإمدادات الغذائية أو غيرها من الموارد الضرورية بالنسبة إلى الإناث لتنشئة نسلها. على سبيل المثال، في الكثير من أنواع اليعسوب وحشرة الرعاشة الصغيرة (مقترنات الأجنحة)، تضع الإناث البيض في مناطق البرك والمجاري

شكل ٣-٢: ذكر سمكة أبو شوكة يبني الأعشاش (أعلى اليسار) التي تضع فيها الإناث بيضها (أعلى اليمين). يعتني الذكر بالبيض إلى أن يفقس. وأثناء موسم التزاوج، تكتسب الذكور لونًا يجتذب الإناث من أجل التزاوج، بما في ذلك حلق وصدر أحمر اللون لافت للنظر، تجده الإناث جذابًا. والذكور الأكثر حمرة يكونون آباء أفضل، ويتمتعون بنسبة خصوبة أعلى، وينجبون نسلًا مقاومًا للعدوى الطفيلية.

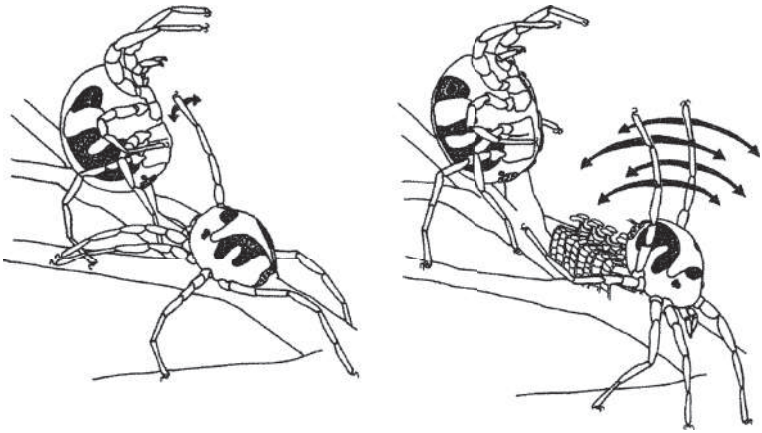
المائية حيث تكون النباتات المائية أو التيارات المائية أو عمق المياه مثاليةً لنمو البيض وفقسه. وتتنافس ذكور اليعسوب والرعاشة الصغيرة على الوصول إلى هذه المواقع المفضلة لوضع البيض؛ ومن ثَمَّ تحتكر الوصول إلى الإناث التي تأتي لوضع بيضها.

رصد سلوك تزاوج مشابه بين الطيور والضفادع والأسماك، والمثال الصارخ على ذلك طائر يُدعى مرشد العسل البرتقالي الردف. يشكل شمع عسل النحل جزءًا أساسيًّا من غذاء هذه الطيور، وتؤسس الذكور مناطق نفوذ طَوال العام عند أسطح الجُرُف المكشوفة

في الغابات الجبلية الكائنة بمحاذاة جبال الهيمالايا حيث يعشش النحل. ويتحكم عدد صغير من الذكور في إمكانية الوصول إلى الاحتياطي المحدود من خلايا النحل التي تأتي إليها الإناث من أجل الغذاء. ويحدث التودُّد والتزاوج عند أماكن خلايا النحل، وقد وثقت إحدى الدراسات التي أُجريت على هذا النوع من الطيور وجود ذكر واحد حظيَ بست وأربعين فرصة تزاوج مع ثمانية عشر أنثى مختلفة. وفي مثل هذه الظروف، يمكن أن يثير انتقاء الأنثى للموارد منافسة شديدة بين الذكور، مما يدعم، على نحوٍ غير مباشر، تطور الأسلحة التي تُسهِم في قدرة الذكر التنافسية. ناقشنا في الفصل الثاني ما سُمي بأنظمة التزاوج بغرض الدفاع عن الموارد. وانتقاء الإناث لمثل هذه المزايا المادية المباشرة يثير بضع إشكاليات مفاهيمية؛ نظرًا لأن أسباب تفضيل الإناث لذكور معينة واضحة. غير أن السؤال المثار دومًا في الأبحاث الخاصة بالانتقاء من جانب الإناث هو: لماذا تفضل الإناث ذكورًا ذات سماتٍ جنسية ثانوية مبالغٍ فيها في حين أن هذه الذكور لا تقدم شيئًا سوى مادتها الوراثية، كما في حالة الطيور المترملة التي أجرى أندرسون دراسته عليها؟

الانحياز الحسي

تتمتع الحيوانات بحواس شمٍّ وسمع وبصر متناغمة معًا على نحوٍ دقيق، وذلك بفضل الانتخاب الطبيعي المكثف الذي يؤثر على هذه الأنماط الحسية في سياقات تفادي الحيوانات المفترسة والبحث عن الطعام. فعلى سبيل المثال، يُعتقَد أن نشأة الرؤية المجسمة الثلاثية الألوان في الرئيسيات تعود جزئيًّا لكونها تُتيح للرئيسيات التي تعيش في الغابات الخضراء العثور على الثمار الناضجة أو النباتات الطازجة التي توفر لها أعلى قيمة غذائية. واتضح أن هذه القدرات الحسية قد تكون ذات أهمية أيضًا في سياق مختلف تمامًا، وهو سياق البحث عن شركاء التزاوج أو انتقائهم. فمثلًا، إذا كانت السمة التي تساعد الأنثى على العثور على طعام، مثلًا، تجعلها تنتبِهُ أكثر إلى لونٍ أو صوتٍ معين، فإذَن الذكر الذي يظهر هذا اللون أو الصوت سيمتلك أفضليةً على الذكَر الذي لا يظهرها. وهذه الحساسية تجاه إشارات معينة — الانحياز الحسي — تعني أن الانتخاب الجنسي قد يُحابي الذكر الذي يستغل مثل هذه التحيزات. يعتبر عث الماء من المفترسات المتربصة. فيتخذ ذكر عث الماء ما يُشار إليه بوضعية الشبكة حيث يمسك النباتات المائية بأطرافه الخلفية ويرفع أطرافه الأمامية داخل العمود المائي حيث يمكنه تعقُّب الذبذبات التي يحملها الماء



شكل ٣-٣: يلتقي ذكر عث الماء بأنثى باحثة عن الطعام في وضعية الشبكة (يسارًا). يهز الذكر أطرافه الأمامية لجذب انتباهها قبل أن يطلق الحاملات المنوية على المادة الغذائية الموجودة أمامها. يستمر الذكر في الاهتزاز، محاكيًا الاهتزازات الصادرة عن الفريسة التي تستجيب لها الأنثى، ويحدث تخصيبها في أثناء ذلك (يمينًا).

والصادرة عن فريستها المِجذافيَّة الأرجُل. عندما تسبح فريسة ما أمامه، يتوجَّه ناحيتها ويقبض عليها بأطرافه الأمامية. وأثناء البحث عن شريكة للتزاوج، وعند ملاقاة أنثى، يهز الذكر أطرافه الأمامية أمامها (شكل ٣-٣). يتوافق تردُّد الاهتزاز مع وتيرة اهتزاز مِجذافيَّة الأرجُل ويجذب انتباه الأنثى لدرجة أنها تتوجَّه إلى مصدر الاهتزاز. وبعد أن يجذب انتباه الأنثى، يُطلق الذكر حزمًا من الحيوانات المنوية على المادة الغذائية قبل أن يواصل الاهتزاز. تُواصل الأنثى التوجه إلى مصدر الاهتزاز والتجول؛ ومن ثم تلتقط حزم الحيوانات المنوية التي أطلقها الذكر في هذه الأثناء. تكون الإناث الجائعة أكثر استجابة للاهتزاز، وتُخصب على نحو أكثر تواترًا من الإناث المُتخمة، وهو ما يُوضح لنا أن ثمة رابطًا بين بحث الأنثى عن الغذاء والنجاح التناسلي للذكر. الأهم من ذلك، عندما أمعن الباحثون النظر في الأصول التطورية لهذه السمات، وجدوا أن وضعية الشبكة قد تطورت قبل الاهتزاز، وهو ما يتسق مع فكرة أن استعراضات الذكر الجذابة جنسيًّا يمكن أن تستغل وجود انحياز حسِّي موجود مسبقًا لدى الإناث. وقد توصلت دراسات أُجريت على الأسماك والضفادع إلى استنتاجات مشابهة. ففي سمكة الذيل السيفي، سبقت تفضيلات الإناث للحمية السفلية المُطوَّلة من زعنفة ذيل الذكر في نشأتها نشأة الذيل السيفي لدى

الذكور في التاريخ التطوري، في حين أن تفضيلات أنثى ضفدع التنجارا البرية للنداءات المعقدة سبقت تطور العناصر المعقدة لنداءات التزاوج لدى الذكر، مما يشير إلى أن السمات الجذابة جنسيًّا لدى الذكر يمكن أن تتطوَّر لتستغل العمليات الحسية المفيدة بالنسبة إلى الإناث في سياق مُنتقًى طبيعيًّا. غير أن السمات الذكورية أحيانًا ما قد تُسفِر عن استجابات من قِبل الإناث في أوقات أو أماكن يكون فيها التزاوج مؤذيًا بالنسبة لها. وسنعاود التطرق إلى هذه المشكلة مرة أخرى في الفصل السادس عند مناقشة الصراع الجنسي الذي يمكن أن ينشأ كنتيجة للانتخاب الجنسي.

الأبناء الذكور المثيرون جنسيًّا

يقدم الانحياز الحسي تفسيرًا آليًّا لكيفية نشأة تفضيلات الإناث لمظاهر الزينة الجنسية الثانوية لدى الذكور. وطُرِحت سلسلة من النماذج النظرية لتفسير كيفية الحفاظ على هذه التفضيلات من خلال المزايا التي توفرها للإناث ونسلها. ويُنسَب النموذج النظري الأول لتطور التفضيلات إلى الإحصائي السير رونالد إيه فيشر، الذي أَلَّف عدة أعمال مهمة في علم الأحياء التطوري في أوائل القرن العشرين. تصور فيشر آنذاك عملية من خطوتَين. لنتخيل أسلاف سلالة طيور التدرج وفيها تُظهر الإناث تباينًا في قدراتها البصرية يسفر عنه الالتقاء والتزاوج بذكور معينة، لنفترض أنها الذكور الأطول ذيلًا، والأكثر استعدادًا للتزاوج عن غيرها، ربما بسبب الانحياز الحسي الذي ناقشناه آنفًا. لنفترض أيضًا ظهور طفرة في المجموعة تسفر عن تطور ذيل أطول قليلًا عن المتوسط في بعض الذكور وهو ما منحها ميزةً طفيفة على الذكور الأخرى، وربما زاد من قدرتها على المناورة أثناء الطيران مما يُعزز القدرة على الهروب من الحيوانات المفترسة أو يُقلل تكاليف استهلاك الطاقة أثناء الطيران. تنجب الإناث التي لديها تحيز مسبق للذكور ذات الذيل الأطول ذكورًا بذيول أطول أكثر قدرة على البقاء على قيد الحياة، وإناثًا تفضل الذكور ذات الذيول الأطول. هكذا سيزداد تَكرار ظهور الجينات التي تحمل شفرة كل من الذيول الطويلة لدى الذكور وتفضيل الإناث لهذه الذيول، في المجموعة بسبب الميزة الانتقائية للذيول الطويلة أثناء الطيران. وبمجرد أن تترسخ، تظهر ميزة ثانية لدى الذكور ذات الذيول الطويلة؛ نظرًا لأن الذكور ذات الذيول الأطول ستتمتع على نحوٍ متزايد بميزة تزاوج قوية نظرًا لتزايد تواتر وجود الإناث التي تفضل هذه السمة في المجموعة. وذهب فيشر إلى أن الرابط بين توارث جينات التفضيل والذيل الطويل عبر الأجيال سرعان ما سينتج ما أَطلَق

عليه «عملية التطور الجامح» التي من شأنها أن تشهد تزايدًا دائمًا لقوة تفضيلات الأنثى والسمة المبالَغ فيها لدى الذكر كتلك الموجودة في الطاووس الهندي. في الواقع يمكن أن تستمر هذه السمة وتفضيلها في التطور معًا إلى الحد الذي تصير معه هذه السمة مؤذية، مما يعيق الطيران أو يعرض الذكور إلى الافتراس، بسبب الفوائد التي تحققها السمة للذكر في اجتذاب شريكة التزاوج. وأساس التطور هنا هو التكاثر، لا البقاء على قيد الحياة. ولن يكبح العملية شيء غير الانتخاب الطبيعي عندما تفوق تكلفة البقاء الميزة التكاثرية التي تمنحها إياها. وفي حين أن نموذج عملية التطور الجامح الذي وضعه فيشر كانت نموذجًا نظريًّا، طوَّر المُنظِّرون منذ ذلك الحين نماذج رياضية منهجية تؤكد أن هذه العملية يمكن أن تحدث، وثمة أدلة تجريبية مستمدة من عدد من أنواع الحيوانات تتوافق مع هذا النموذج.

أسماك الجوبي هي أسماك ولودة صغيرة الحجم يمكن العثور عليها في مجاري المياه العذبة بترينيداد. تظهر لدى الذكور رقع باللون البرتقالي الزاهي والأسود والأزرق البرَّاق في حين أن الإناث تفتقر إلى أي ألوان لافتة للنظر. ومن بين مجموعات أسماك الجوبي، تتفاوت الذكور على نحوٍ ملحوظ في الأجزاء المغطَّاة بالرقع البرتقالية اللون، وتتفاوت الإناث أيضًا في مدى تفضيلها للون البرتقالي، حتى إن المجموعات التي يتمتع فيها الذكور بلون برتقالي أقوى تحظى إناثها بتفضيلٍ أقوى للون البرتقالي. وقد كان هذا التفاوت التلازُمي بين سمات الذكور وتفضيل الإناث بين المجموعات متوقعًا من عملية فيشر، إذا كانت السمة والتفضيل يتطوَّران معًا في عملية تطورٍ جامح إلى أن يكبحها الانتخاب الطبيعي عن التمادي في الإفراط. واتضح أن مجموعات أسماك الجوبي ذات اللون البرتقالي الأقل والتفضيل الأضعف من جانب الإناث للون البرتقالي تضمُّ سمكة بلطي مفترسة كبيرة الحجم تتغذى على أسماك الجوبي البالغة. واللون البرتقالي في ذكور الأسماك البالغة جذاب أيضًا للأسماك المفترسة؛ ومن ثم فإن تطور كلٍّ من السمة والتفضيل يكبحُه الانتخاب الطبيعي الذي يحول دون بروز الذكور في المجموعات التي تتواجَد فيها أسماك مفترسة، ولكن يستمر التطور ويصير أكثر إفراطًا في المجموعات التي تغيب فيها الأسماك المفترسة للأسماك البالغة. وقد يسفر الانتخاب المصطنع للذكور ذات اللون البرتقالي في المجموعات الخاضعة للدراسة من أسماك الجوبي عن زيادة شدة تفضيل الإناث للون البرتقالي، مما يثبت الارتباط الجيني بين السمة والتفضيل الذي تستند إليه عملية فيشر.

الجينات الجيدة

تواجه الحيوانات العديد من التحديات في حياتها. فعليها أن تجد الطعام وتنتشر وتتفادى الضواري، وتتمتع بمخزون وفير من الطاقة اللازمة للبحث عن شركاء التزاوج المحتملين والتنافس عليهم والاستعراض أمامهم، وبعد ذلك ربما يتعين عليها رعاية النسل الناتج عن عملية التزاوج. وعادةً ما تكون مظاهر الزينة الخاصة بالانتخاب الجنسي عبارة عن تراكيب شديدة الإفراط تتطلب تخصيص كميات كبيرة من الغذاء لنموها والحفاظ عليها. ومن ثم، عادةً ما تكون مظاهر الزينة الجنسية مرهونة بالحالة الجسدية؛ بمعنى أنها تتطوَّر إلى حدٍّ مرهون بقدرة صاحبها على تخصيص الموارد لنموها، بدلًا من تخصيصها للمتطلبات التنافسية الأخرى للحياة. ففي عام ١٩٧٥، اقترح اختصاصي علم الأحياء التطوري الإسرائيلي أموتز زهافي أن مظاهر الزينة الخاصة بالانتخاب الجنسي يمكن اعتبارها معوقات؛ إذ تسحب الموارد بعيدًا عن السمات اللازمة للصحة العامة للحيوان ورفاهيته. وذهب زهافي إلى أن المعوقات كانت كاشفة لجودة الجينات الكامنة لدى الذكر؛ لأن الذكور ذات الجينات الجيدة ينبغي أن تكون في موضعٍ يسمح لها بتخصيص المزيد من الموارد نسبيًّا لمظاهر الزينة مقارنة بالذكور ذات الجينات الضعيفة، مما يتيح للإناث اختيار ذكور تورث جينات الصحة والرفاهية العامة إلى ذريتها. عند الحديث عن الجينات الجيدة أو الضعيفة، نقصد بذلك التفاوت الوراثي الكمي، مثل التفاوت في القدرة على العثور على الموارد في البيئة المحيطة، أو تحويل الغذاء إلى طاقة، أو رفع الاستجابة المناعية للأمراض المعدية؛ أي كل تلك السمات التي تُسهم بشكلٍ أساسي في قدرة الفرد على البقاء والنمو والتكاثر، باختصار، كفاءته وصلاحيته للبقاء على قيد الحياة. ورغم أنها فكرة جذابة ومثيرة للإعجاب، تعتمد فكرة الانتخاب الجنسي للجينات الجيدة على استمرارية وجود تنوع وراثي للسمات المتعلقة بالصلاحية أو الكفاءة. غير أن رونالد فيشر أشار إلى أن الانتخاب المتكرر لسمة ما من شأنه أن يقضي على التنوع الذي يمكن توريثه. فنظرًا لأن الصلاحية ستكون معرضة بشدة للانتخاب الموجَّه، فلن يتبقى حتمًا أي تنوع وراثي أمام الإناث للاستفادة من انتقائها للذكور.

عادةً ما يُشار إلى المعضلة المحيطة بالحفاظ على التنوع الوراثي المتعلق بالكفاءة بإشكالية ساحة استعراضات جذب الإناث. وكما رأينا في الفصل الثاني، هذه الساحات عبارة عن ساحات عامة للاستعراض تشدُّ الإناث الرِّحال إليها للاختيار بين الذكور المستعرضة، ولكن دون الحصول على أي شيءٍ من الذكور خلاف الحيوانات المنوية

لتخصيب بيضها. وهي سمات مشتركة للكثير من أنظمة التزاوج لدى الحيوانات. فعلى سبيل المثال، في الكثير من أنواع الطيور، مثل الطيهوج والطاووس الهندي ودِيك الصخور، تجتمع الذكور معًا لاستعراض مظاهر الزينة الجنسية الخاصة بها. وعادة ما تصل قوة تأثير الانتخاب الجنسي في ساحات استعراضات جذب الإناث إلى درجة مفرطة؛ إذ يمكن أن يحصل ذكر واحد عادة على جميع فرص التزاوج تقريبًا. وإن لم يكن هناك أي تنوع في الكفاءة بين الذكور المستعرضة، فلماذا إذَن ينبغي أن تحظى الإناث بهذه التفضيلات الثابتة والقوية تجاه ذكر واحد أو بضعة ذكور؟

في عام ١٩٨٢، اقترح ويليام هاملتون ومارلين زوك أن الطفيليات ربما تقدم حلًّا لإشكالية ساحة استعراضات جذب الإناث. تدخل العوائل وطفيلياتها في دورات متواصلة من التكيف والتكيف المضاد. فالطفيليات عُرضة للانتخاب الطبيعي لتفادي الاستجابات المناعية للعائل وتشجيع نموها وتكاثرها. وفي الوقت نفسه، يكون الجهاز المناعي لدى العائل عُرضة للانتخاب الطبيعي لاكتشاف الطفيليات التي من شأنها أن تشكل خطرًا على البقاء والتكاثر والقضاء على هذه الطفيليات. ومن ثم، من المتوقع أن تحفز التفاعلات بين العائل والطفيلي دورات تكيف بين مقاومة العائل وفَوْعَة الطفيلي أو (قدرته على الإمراض)؛ ومن ثم ينبغي أن يكون هناك تنوع وراثي في أي لحظة زمنية في مقاومة العائل للمرض. تتكهَّن النظرية بأن الطفيليات ينبغي أن تحظى بتأثيرات ملحوظة على ظهور السمات الجنسية الثانوية لدى الذكر، وينبغي أن تنتقيَ الإناثُ الذكورَ المقاوِمة للطفيليات، والأهم من ذلك، ينبغي أن يكون هناك تنوع قابل للتوريث فيما يخص المقاومة بحيث تُنجب الذكور غير المصابة ذرية مقاومة للعدوى.

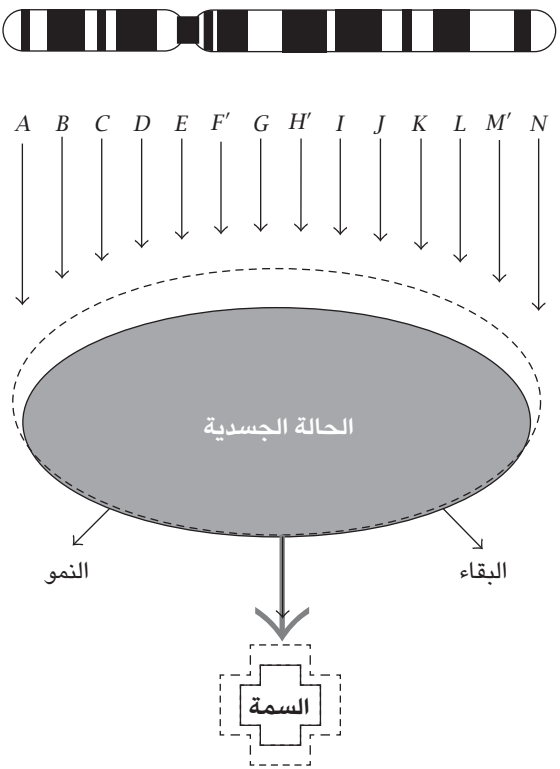
تصاب أسماك أبو شوكة التي ناقشناها آنفًا بمجموعةٍ متنوعة من الطفيليات التي تؤثر على شدة اللون الأحمر الذي يجتذب الإناث أثناء التزاوج؛ والذكور غير المصابة قادرة على اكتساب لون أكثر حمرة تفضله الإناث من أجل التزاوج. علاوة على ذلك، تُنجب الذكور ذات اللون الأشد حمرة ذرية ذات مقاومة أعلى للعدوى التي تسببها على الأقل واحدة من طفيليات الديدان الشريطية، مما يشير إلى أن لون الذكر أثناء موسم التزاوج يوفر معلومات موثوقة بخصوص المقاومة ضد المرض القابلة للتوريث. ومن خلال تعريض مجموعة من أسماك أبو شوكة إلى الطفيليات خلال التجارب، وجد الباحثون تغيرات سريعة في تواتر الجينات التي تنظم استجابة الجهاز المناعي لمسببات الأمراض. بالإضافة إلى ذلك، ظهرت مقاومة العدوى الطفيلية بعد جيلَين فقط من التعرض إلى مجموعة جديدة من الطفيليات. وتوضح هذه النتيجة الأخيرة احتمالية وجود دورات من التطور

التكيفي المشترك التي يُعتقَد أنها تميز الصلات بين العائل والطفيلي. إذَن، في حالة أسماك أبو شوكة، تستطيع الإناث اكتساب فوائد مباشرة وغير مباشرة من اختيارها ذكورًا أشد حمرة، فيما يخصُّ الرعاية الأبوية المباشرة والجينات التي تحمي النسل من العدوى الطفيلية.

الآن، صار من المُسلَّم به على نطاق واسع إمكانية اعتبار الطفيليات عوامل مهمة في الانتخاب الجنسي، رغم أن الأدلة التجريبية كتلك التي تمَّ التوصل إليها في سمكة أبو شوكة تظل منقوصةً إلى حدٍّ كبير بالنسبة إلى أنواع الحيوانات الأخرى. لقد وثَّقت دراسات كثيرة أنماط التغاير داخل الأنواع وفيما بينها، فيما يخص الحمولات الطفيلية ومظاهر الزينة البارزة، مع تفاوت الأدلة الداعمة لانتقاء الأنثى بناء على الطفيليات. ولا يُعرف الكثير عن الأساس الجيني للتفاعلات بين الطفيليات وعوائلها التي من شأنها أن تقدم حلًّا لإشكالية ساحة استعراضات جذب الإناث.

تركز فرضية هاملتون-زوك على عنصر محدد للتنوع الوراثي؛ ألا وهو عنصر مقاومة الطفيليات. وقد طُرِح حل أشمل لإشكالية ساحة الاستعراضات يكمن في التوازن بين الطفرة والانتخاب. يعتمد النموذج المُسمى بنموذج الاستحواذ الجيني للحفاظ على التنوع القابل للتوريث على حقيقة أن الطفرات التلقائية تحث التنوع باستمرار في حالة الذكر، التي تُعرَّف بأنها قدرة الكائن الحي على اكتساب الموارد وتخصيصها لخدمة السمات السلوكية والفسيولوجية والمورفولوجية أو الشكلية التي تُسهم في كفاءة الحيوان. وهكذا، فإن الجينات المُشفرة لمقاومة الطفيليات هي مجرد جزءٍ صغير من الجينات التي تؤثر مجتمعةً في الحالة الجسدية للذكر. على سبيل المثال، تسهم الجينات التي تتحكم في العمليات الفسيولوجية الأخرى، في الحالة العامة أيضًا مثل كفاءة المسارات الأيضية التي تدخل في عملية هضم الطعام أو فصل نواتج المواد المهضومة وتحويلها إلى مخزون من الدهون. ونظرًا لأن الحالة تعتمد على جزءٍ كبير جدًّا من الجينوم، فإنها تمثل هدفًا كبيرًا «لاستحواذ» كميات صغيرة جدًّا من التنوع الناتج عن طفرات عشوائية عبر العديد من الجينات (شكل ٣-٤). وقد رأينا آنفًا كيف يعتمد تطور سمات جنسية ثانوية عادةً على الحالة الجسدية. ومن خلال اختيار الذكور ذات الزينة المفرطة والمرهونة بالحالة الجسدية، قد تكون الإناث قادرة على اختيار الجينومات الخالية من الطفرات التي من شأنها أن تعرض قدرة نسلها على البقاء والتكاثر للخطر.

أحدثت الدراسات التجريبية طفرات في الحمض النووي لمعرفة ما إذا كانت الطفرات التلقائية يمكن أن تؤثر على ظهور سمات جنسية لدى الذكر وما إذا كان يمكن التخلص



شكل ٣-٤: ما حل إشكالية ساحة استعراضات جذب الإناث؟ تسهم جميع الطفرات العشوائية في العديد من المواقع الكروموسومية عبر الجينوم (مثل الموقع F وH وM) في تناقصات طفيفة على المستوى الفسيولوجي أو السلوكي تقلل من كم الموارد المتاحة للذكر (الحالة) لتخصيصها للنمو والبقاء وتطور السمات الجنسية الثانوية. ومن خلال اختيار الذكور ذات السمات الكبيرة، تستطيع الإناث تجنب الذكور الحاملة للطفرات. غير أن الطفرات العشوائية تعاود الظهور كل جيل، لكي يحافظ التوازن بين الطفرة والانتخاب على تنوع الكفاءة.

لاحقًا من مثل هذه الطفرات من خلال الانتخاب الجنسي. على سبيل المثال، في أسماك الجوبي، أدى التطفير الكيميائي للذكور إلى تأخر النمو وتراجع نشاط التودد والمغازلة لدى النسل من الذكور، ولكن لم يكن له تأثير على حجم أو سطوع الرقع البرتقالية. وفي الخنافس الروثية وعث البصل، أضعفت الطفرات التي استُحثت من خلال الإشعاع المؤيَّن، القوة الجسدية والقدرة على البقاء لدى النسل على الترتيب. وبالنسبة إلى الخنافس

والعث، أُعيدت مجموعات تجريبية تعرضت إلى الانتخاب الجنسي على مدار عدة أجيال إلى مستويات أداء ما قبل التأين في حين أن المجموعات التي لم تخضع للانتخاب الجنسي لم يحدث فيها ذلك. ومن ثم، يبدو أن الانتخاب الجنسي قد يكون مسئولًا عن زوال الطفرات الضارة، رغم تباين النتائج المستخلصة من دراسات مشابهة على ذباب الفاكهة «الدروسوفيلا».

توافق الجينات

يرث النسل من الأبوين مجموعتَين من الجينات: مجموعة من الأم وأخرى من الأب. وهكذا، تُوجَد عند كل منطقة مشفرة من الكروموسوم، أو موقع كروموسومي، نسختان من الجين الواحد (يُشار إلى كل نسخةٍ باسم الأليل) تحددان معًا أي سمةٍ معينة في الفرد، أو ما يُطلق عليه النمط الظاهري. ومن ثم، يتحدَّد النمط الظاهري من التفاعلات بين الجينات التي يُسهم بها كِلا الأبوين. ربما تكون بعض المجموعات الجينية جيدة؛ إذ تُعزز كفاءة النسل، في حين أن البعض الآخر قد يكون كارثيًّا. على سبيل المثال، عندما يمنح كِلا الأبوين جينًا يحتوي على طفرة ضارة، يظهر لدى النسل الناتج النمط الظاهري الضار، مما يُسفر عن ضعف النمو أو العقم أو حتى الوفاة. وقد أشار روبرت تريفيرس إلى أنه من المتوقع أن تنتقيَ الإناث من بين شركاء التزاوج المحتملين بناءً على توافقهم الجيني، من خلال انتقاء ذكورٍ ذات نمط جيني يتكامل مع نمطها على أفضل وجهٍ لتعزيز كفاءة النسل. فعندما تنتقي الإناث شركاء التزاوج بناءً على التوافق الجيني، لا تكون إشكالية ساحة استعراضات جذب الإناث معضلةً في حد ذاتها؛ نظرًا لعدم وجود انتخاب موجَّه نحو الكفاءة أو الصلاحية. لا يُوجَد نمط جيني واحد جيد تسعى وراءه الإناث؛ بل هناك ذكور تُفضلها أنثى ما بينما تنفر منها أنثى أخرى والعكس صحيح.

ثمة أدلة دامغة على أن الإناث في بعض الأنواع على الأقل تنتقي الذكور بناءً على التوافق الجيني. على سبيل المثال، وُجد أن إناث الفقاريات بداية من الأسماك والزواحف وصولًا إلى البشر تفضل الذكور التي تحمل جزيئات مركب التوافق النسيجي الكبير (منطقة كروموسومية تحتوي على جينات عديدة مهمة في مقاومة الأمراض) مختلفة عن مركباتها. يوفر مثل هذا التفضيل للنسل تنوعًا أكبر في جزيئات التعرف المناعي المحتمل لتنظيم الاستجابات المناعية لمجموعة أوسع من الطفيليات ومسببات الأمراض. وفي بعض الحيوانات على الأقل، تستطيع الإناث الاستعانة بالروائح للتعرف على الأنماط الجينية

لمركب التوافق النسيجي الكبير؛ لأن بالإضافة إلى دورها في الجهاز المناعي، ترتبط هذه الجينات أيضًا بإنتاج الروائح المنبعثة من البول أو العرق أو غيرها من إفرازات الجسم.

ليس بالضرورة أن تتعارض ظاهرة انتقاء الأنثى للتوافق الجيني مع ظاهرة انتقائها لأكثر الذكور زينة. فقد كشفت التجارب على الفئران المنزلية إلى أي مدًى قد تختلف الإناث في تقدير الفوائد المحتملة من هذه الجينات الجيدة والمتوافقة. ومن ثم، تنتقي الإناث ذكورًا تترك أثرًا من رائحة مميزة عادةً، وهي سمة تُشير إلى الهيمنة الاجتماعية للذكر وجودته الجينية المطلقة. كما أنها تنتقي ذكورًا ذات أنماطٍ جينية مختلفة لمركب التوافق النسيجي الكبير بناءً على الإشارات العطرية التي تحويها الرائحة المميزة التي تتركها. غير أن اختلاف مركب التوافق النسيجي يبدو أنه يؤثر على اختيار الأنثى فقط عندما يكون التباين بين الذكور في الروائح المميزة التي تتركها محدودًا. حينئذٍ تفضل أنثى الفأر الذكور الأقوى والأكثر قدرة على المنافسة كشركاء للتزاوج، ولكن حين يكون ميدان المنافسين محدودًا، تنتقي الإناث الذكر صاحب الجينات الأكثر توافقًا.

ماذا عن الجنس البشري؟

أفرد داروين فصلَين في كتابه المنشور عام ١٨٧١ للحديث عن دور الانتخاب الجنسي في تطور البشر. لم يكن لدَيه «أدنى شك في أن تفوق الرجل في الحجم والقوة، مقارنة بالمرأة، إلى جانب مَنكِبَيه العريضَين، [و]عضلاته الأكثر تطورًا.» كان بسبب أن «الرجال الأقوى والأجرأ كانوا الأنجح … في الظفر بزوجات، ومن ثم تركوا عددًا أكبر من النسل.» كان داروين واضحًا أيضًا في حُججه من أن انتقاء الإناث والذكور على حدٍّ سواء لشركاء التزاوج كان بمثابة عمليات انتخابٍ مهمة لتطور ثنائية الشكل الجنسي لدى البشر. والآن، صارت هناك أدلة تدعم هذه الآراء.

يصنف الناس باستمرار بعض الوجوه على أنها أكثر جاذبية من وجوه أخرى، وقد وُثقَت مجموعة متنوعة من السمات تساهم في جاذبية الوجه. فعلى سبيل المثال، يجد كلٌّ من الرجال والنساء الوجوه ذات الملامح المتناسقة تمامًا أكثر جاذبية من الوجوه غير المتناسقة. كما نجد أن الوجوه التي تتطابق مع متوسط الشكل السائد في مجموعةٍ ما أكثر جاذبية من الوجوه الخارجة عن الشكل المألوف. وتُظهر وجوهنا ثنائية الشكل الجنسي بكل وضوح. فيتمتع الرجال بحواجب بارزة وفك مُربع وذقن، وجميع السمات التي تتطور مع البلوغ الجنسي. وتجد النساءُ الرجالَ ذوي الوجوه الذكورية أكثر جاذبيةً

من الرجال ذوي الوجوه الأنثوية، في حين أن العكس صحيح بالنسبة إلى الرجال. وتتضح تفضيلاتنا لملامح الوجه عبر الثقافات وتظهر في وقتٍ مبكر جدًّا من تطور الطفل الرضيع؛ ولذا لا يُرجَّح أن تكون مدفوعة بالثقافة. وتمتد تفضيلاتنا لثنائية الشكل الجنسي لتصل إلى شكل الجسم. فتجد النساء الرجال ذوي الأكتاف الأعرض والأرداف الأكثر نحافة أكثر جاذبية من غيرهم، في حين أن الرجال يرون النساء اللاتي يحظين بمحيط أقل للخصر نسبةً إلى الورك أكثر جاذبية من غيرهن. ولهذه التفضيلات تأثير على حياتنا اليومية. فالأشخاص الجذابون ينظر إليهم باعتبارهم أكثر جدارة بالثقة، ومن المحتمل أكثر أن يتلقَّوا المساعدة عند الوقوع تحت ضغط أو كرب. وقد كان الأساس البيولوجي لتفضيلات الإنسان موضوع عددٍ كبير من الأبحاث.

يبدو أن الانتخاب الجنسي من خلال انتقاء شريك التزاوج كان عاملًا مهمًّا في تطور ثنائية الشكل الجنسي في البشر، ورُصد أثره في الكثير من الجماعات. وعادةً ما يسجل الرجال ذوو الملامح الذكورية الأكثر جاذبية عددًا أكبر من شريكات العملية الجنسية. ورغم محدودية البيانات، تشير بعض الدراسات إلى أن الرجال الجذابين ينجبون أيضًا عددًا أكبر من الأطفال، حسبما اعتقد داروين. ومن ثم، في دراسة أُجريت على ١٢٤٤ امرأة و٩٩٧ رجلًا وُلدوا في ولاية ويسكونسن الأمريكية بين عامَي ١٩٣٧ و١٩٤٠، أنجب الرجال في الربع الأدنى من تصنيف الجاذبية عددًا أقل من الذرية بنسبة ١٣ بالمائة من أقرانهم الأكثر جاذبية. وأنجبت النساء الجذابات أطفالًا أكثر بنسبة ١٦ بالمائة من قريناتهن الأقل جاذبية. ويرجع جزء من هذه التفاوتات في النجاح التناسلي إلى وجود احتمالية أكبر للاقتران بأفراد جذابين. وسجلت دراسة مشابهة من النمسا وجود ارتباطات إيجابية بين جاذبية وجوه النساء وعدد الأطفال الذين تنجبهم. فقد وُجِد بين أفراد جماعة هادزا العرقية في تنزانيا أن الرجال الذين يتمتعون بأصوات ذات نبرة أقل حدة، وهو ما تراه النساء عنصر جاذبية، ينجبون عددًا أكبر من الذرية. تبين لنا هذه الدراسات أن تفضيلات الذكور والإناث يمكن أن تفرض الانتخاب على السمات المرتبطة بثنائية الشكل الجنسي عبر المجموعات البشرية. وفي الوقت الحالي، يُوجَد عدد قليل جدًّا من الدراسات لا يكفي لتحديد ما إذا كان تطوُّر تفضيلات شريك التزاوج لدى البشر يرجع إلى نموذج الانتخاب الجامح الذي اقترحه فيشر أم لأن التفضيلات تستهدف الجينات الجيدة. غير أنه من الواضح أن انتقاء شريك الحياة لدى البشر هو عملية متبادلة بين الذكر والأنثى.

ومع أن الإناث هن الجنس الشديد الانتقائية عادةً، فإن الانتقاء المتبادل لشريك التزاوج أمرٌ مألوف تمامًا. ففي طائر الغطاس المتوج الذي خضَع لدراسة جوليان

هكسلي، يتمتع كلٌّ من الذكور والإناث بالزينة المفرطة نفسها على الرأس ويقلد الذكور والإناث سلوك بعض بدقة أثناء رقصة المغازلة المعقدة (شكل ١-٢). والأمر نفسه ينسحب على عددٍ من أنواع الطيور، من بينها الكثير من الطيور البحرية مثل القطرس والبطريق والأويكات. كذلك وُجدت حالات من الانتقاء المتبادل لشريك التزاوج في أنواع من السمك والضفادع بل وحتى الحشرات. ومن المتوقع أن يظهر الانتقاء المتبادل لشريك التزاوج حيثما يستطيع كلا الأبوين الاستفادة من تفضيلاتهما. وقد يُفهم هذا الأمر على النحو الأفضل في الأنواع التي يشارك فيها كِلا الجنسين في الرعاية الأبوية، وكِلا الجنسين مُقيد نجاحه التناسلي ليس بعدد شركاء التزاوج الذين يمكن الظفر بهم، وإنما بعدد النسل الذي يمكنهما تنشئته معًا وجودته. وهذا الانتقاء المتبادل لشريك التزاوج قد يُسفر عن تزاوج متلائق قائم على مظاهر الزينة، وفيه تُحقق أكثر الأزواج تزينًا ناجحًا تناسليًّا أكبر، ليحابيَ بذلك تطور مظاهر الزينة المتبادلة. ولكن ليس بالضرورة أن يؤديَ الانتقاء المتبادل لشريك التزاوج إلى تشابُه الجنسين في الشكل؛ ولعلَّ في البشر مثالًا حيًّا على ذلك. وفي الفصل الرابع، سنستكشف بإسهاب الأسباب وراء الانحراف عن الأدوار الجنسية «النمطية» في انتقاء الشريك والتنافس على التزاوج.

الفصل الرابع

الأدوار الجنسية والتصورات النمطية

هل لدَينا أدوار «اعتيادية» للذكر والأنثى؟ عادةً ما نشير إلى الأدوار الجنسية في البشر باعتبارها الصفات التي تُعد مناسبةً لكل جنسٍ من الجنسَين، وندرك أن مكونات هذه الأدوار تتأثر بالثقافة السائدة في المجتمع. على سبيل المثال، في القرون الماضية، مُنعَت النساء من السعي وراء فرص التعليم العالي في أجزاءٍ كثيرة من العالم؛ نظرًا لأن هذا النوع من التعليم كان يُعتبر غير لائق بالإناث وانتهاكًا لدورهنَّ الطبيعي، غير أن هذا التوجُّه تغيَّر الآن في بعض الدول على الأقل. وتشير مراجع كثيرة، عن الأدوار الجنسية العصرية للبشر، إلى أن التصوُّرات النمطية عن كِلا الجنسين — مثل أن النساء يتحدَّثنَ أكثر من الرجال، وأن الرجال يواجهون صعوبةً في التعبير عن مشاعرهم — بإمكانها تقيد سلوكياتنا، وأن يكون لها أيضًا تداعيات اجتماعية وسياسية.

ماذا عن الأنواع الأخرى؟ هل هناك دور نمطي للذكر أو الأنثى في الحيوانات، يمكن أن يُشكل أصل الاختلافات بين الجنسَين من بني البشر؟ تفيد إحدى صيغ الأدوار الجنسية بأن الذكور عمومًا مهيمنون والإناث خاضعات، وذلك انطلاقًا من الطريقة التي يدعم بها الانتخاب الجنسي سلوكيات مختلفة في كِلا الجنسَين. وقد يعني هذا بدوره أن الانتخاب الجنسي يُملي سلوكيات مُعينة على الذكور والإناث. ولكن في الواقع، تتنوَّع طبيعة السلوك الجنسي على نحوٍ استثنائي؛ وإن كان هذا لا يعني أننا لا يمكننا كشف أنماط كل من الشكل الخارجي والسلوك في كِلا الجنسَين.

التمنُّع في مقابل التلهف

كالعادة، يمكننا أن نبدأ فَهْم الأدوار الجنسية مع داروين، الذي وثَّق بدقة السلوكيات والمظهر الخارجي للذكور والإناث في كثيرٍ من الأنواع المختلفة للحيوانات في كتاب بعنوان

«نشأة الإنسان». من المعروف أنه وصف الإناث بـ «التمنع» والذكور بـ «التلهف» عندما يتعلق الأمر بالجنس، وهذا التصنيف — الذي قد يعكس الأعراف الاجتماعية السائدة في تلك الفترة بقدْر ما يعكس الحقائق البيولوجية — أثَّر على علماء الأحياء اللاحِقين، كما ذكرنا في الفصل الأول. وتحديدًا، اقترح أنجوس بيتمان، الذي ذكرنا أبحاثه على ذبابة الفاكهة في الفصل الأول، أن الإناث بوجهٍ عام لا تستفيد من التزاوج بأكثر مما هو لازم لتخصيب بيضها، في حين تواصل الذكور زيادة كفاءتها أو صلاحيتها من خلال السعي وراء أكبر عددٍ ممكن من فرص التزاوج. وتوصل بيتمان إلى استنتاجاته من كل من مؤلفات داروين ومن تجاربه الخاصة على ذباب الفاكهة. لذا رأى أن الانتخاب الجنسي يؤثر بقوة على الذكور أكثر من الإناث. وقد طوَّر بعض العلماء هذه الفكرة أكثر، ولعلَّهم ما زالوا يصنفون أنماط السلوكيات التي تشكل الأدوار الجنسية بوصفها إمَّا «تقليدية» أو «معكوسة»، حيث تتصف الإناث في الحالة الأولى بكونهن مُدقِّقات في الاختيار، بل ومتردِّدات، بينما الذكور مستعرضون وتنافسيون، وفي الحالة الثانية يظهر النمط المعاكس.

كان لبيتمان تأثيره على اختصاصي آخر مُهم بعلم الأحياء التطوري، هو روبرت تريفيرس، الذي أوضح في بحث مهم نُشر في عام ١٩٧٢ أننا لسنا مضطرين لأن نناقش التمنع والتلهف لتفسير الأنماط الاعتيادية للقدرة التنافسية من جانب الذكور والانتقاء من جانب الإناث. وعوضًا عن ذلك، لاحظ تريفيرس أن الإناث والذكور يختلفون بالفطرة بسبب طريقة استثمارهم للموارد والجهد في الجيل التالي، أو ما أطلق عليه تريفيرس الاستثمار الأبوي. فالإناث مقيدة بعدد الذرية التي يمكنها إنجابها وتنشئتها بنجاح. ونظرًا لأنها الجنس الذي يقدم بيضًا غنيًّا بالمغذيات، وعادةً ما تكون الجنس الذي يرعى الصغار، فإنها تورث أغلب الجينات إلى الجيل التالي من خلال إنجاب صغار بأعلى جودة ممكنة. قد يكون من المهم جدًّا انتقاء الذكر الذي تقترن به؛ لأن أي خطأ يتجلى في وجود جينات ضعيفة أو تملص من المساعدة في رعاية الصغار قد يعني أنها خسرت كل جهودها للتناسُل على مدار سنة كاملة.

أمَّا الذكور، من ناحية أخرى، فتستطيع أن تورث معظم الجينات إلى الجيل التالي من خلال تخصيب أكبر عدد ممكن من الإناث. ونظرًا لأن كل تزاوج يتطلب قدرًا قليلًا نسبيًّا من الاستثمار من جانبه، فإن الذكر الذي يتزاوج بالكثير من الإناث ينجب عددًا أكبر بكثير من النسل مقارنة بالذكر الذي يقترن بأنثى واحدة فقط. ومن ثم، يُتوقَّع

أن تتنافس الذكور فيما بينها للوصول إلى الإناث، وأن تدقق الإناث في اختيارها، وأن تقترن بأفضل ذكر ممكن. وفي بعض الحالات، وبناءً على نوعية الاستثمار المُقدم، ربما يدقق الذكور، لا الإناث، في اختياراتهم، وربما تتسم الإناث بالتنافسية، كما سنرى في هذا الفصل.

بالطبع، هذا هو نفس تقسيم الانتخاب الجنسي الذي اقترحه داروين بالأساس؛ إلا أن تريفيرس منحه تبريرًا منطقيًّا جديدًا. وكذلك سلط الضوء مرة أخرى على أهمية الانتقاء من جانب الإناث في الانتخاب الجنسي، واقترح ميزة أساسية حديثة أكثر لها. علاوة على ذلك، تقدمت الأفكار بخصوص تطور سلوك الحيوان لدرجة أنه لم يَعُد أحدٌ يقلق بخصوص «الحس الجمالي» لدى الحيوانات؛ فلم يَعُد يهم «كيف» ترى الإناث ذكورًا مُعينة، وحتى وإن فعلت، فإن جينات السمة التي تنجذب إليها الإناث قد تُصبح أكثر انتشارًا في المجموعة. وطرح اختصاصي علم الأحياء التطوري جورج ويليامز أفكارًا مشابهة في كتاب «الجنس والتطور»، المنشور في عام ١٩٧٥م.

أما بخصوص صفة التمنع، فليس بالضرورة أن تحجم الإناث عن التزاوج أو تظهر ترددًا واضحًا أثناء فترة التودُّد والمغازلة؛ فكما ناقشنا في الفصل الثاني عن أنظمة التزاوج، فالإناث من نطاق واسع من المجموعات الحيوانية تتزاوج عدة مرات أكثر مما هو ضروري لتخصيب بيضها، وعادة ما تتزاوج مع عدة شركاء حتى في الأنواع التي من المفترض أن تكون أحادية التزاوج. ويُعد أقرب أقربائنا من الكائنات الحية، الشمبانزي والبونوبو، أوضح مثال على التزاوج المتعدد من جانب الإناث، بل إن الإناث تستعرض أعضاءها التناسلية المزدانة بألوان زاهية أمام الذكور، وهو شيء لا يبدو أن داروين أدركه. إضافةً إلى ذلك، عندما يُشير العلماء إلى «الدور الجنسي»، فقد يقصدون بذلك أي جنس يُدقق في اختيار شريك التزاوج، وأي جنس يؤدي الرعاية الأبوية، وأي جنس يبادر بالتودُّد والمغازلة أو يتمتَّع بخصائص جنسية ثانوية أكثر تطورًا، أو مزيجًا من هذه المهام. وتحديدُ أي الأدوار تقليدية، وأي منها أدوار معكوسة، مرهونٌ بنوع الحيوان الذي نناقشه. على سبيل المثال، في الأسماك يرجَّح أن تعتنيَ الذكور بالنسل مثلما تفعل الإناث، ومن ثم لا تُعد الرعاية الأبوية الذكورية خروجًا عن المألوف. من ناحية أخرى، في أنواع مُعينة من الطيور الساحلية، تضع الإناث حضنة بيض مخصبة من ذكَر مُعين ثم تترك البيض للأب الذي يحتضنه ويحميه بعد الفقس. ومن الممكن أن توصَف الأنواع التي تسلك هذا السلوك الأخير بأنها تظهر دورًا جنسيًّا معكوسًا، لأن الذكر عادةً ما لا يلعب دورًا بارزًا في الرعاية الأبوية في الطيور.

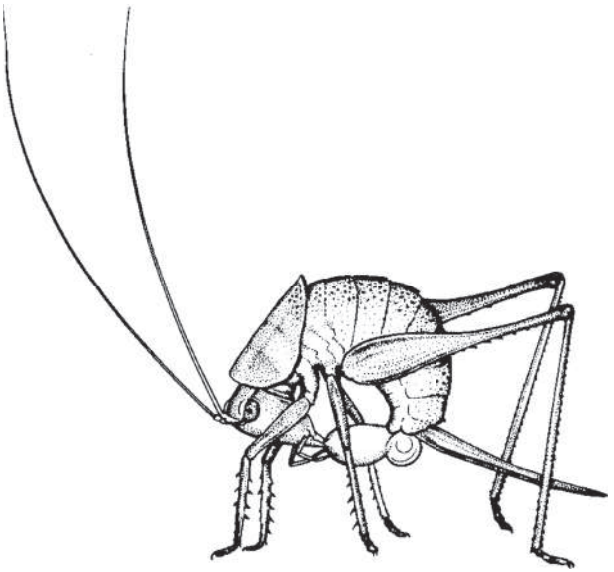
ولكن في ضوء هذه المحاذير، لا يزال بوسعنا أن نلاحظ عبر المملكة الحيوانية أنماطًا ناتجة عن اختلاف آلية عمل الانتخاب الجنسي في الذكور والإناث. فقد وجدت دراسة أُجريت على ٦٦ حيوانًا، تتنوَّع ما بين اللافقاريات والثدييات، أن الانتخاب الجنسي يعمل فيما يبدو على نحوٍ أشد في الذكور، وأن هذا الاختلاف في الشدة يعني أن زينة الذكور يرجَّح أنها لافتة أكثر مقارنةً بالإناث. وهذا النمط يتوافق مع أفكار داروين وبيتمان، وإن لم يَكُن ضروريًّا الإشارة إلى تمنُّع الإناث في سلوكهن.

عندما تُعكَس الأدوار

تكمن إحدى أفضل الطرق لمعرفة ما إذا كانت التعميمات بشأن الصفات المُتوقَّع ظهورها بنجاح على كل جنس في النظر ليس إلى الذكور أو الإناث في حد ذاتها، وإنما النظر إلى أنماط الاستثمار التي يحكمها الانتخاب الجنسي، حسبما اقترح تريفيرس. والمتغير الأساسي هو كيف يورث أفراد جنس معين أغلب الجينات إلى الأجيال التالية. وربما يحدث هذا عندما يتَّسِم الذكور بالتنافسية وتتَّسِم الإناث بالتدقيق في الاختيار، وهو نمط أوضح بيتمان أنه نمطي، والعكس صحيح.

على سبيل المثال، في أغلب النطاطات الطويلة القرون (ويُطلق عليها أيضًا الجندب النطاط الأمريكي)، تنتج الذكور مادة مُغذية، تُفرَز من موارد أجسادها، بالإضافة إلى الحيوانات المنوية عند التزاوج (شكل ٤-١). تلتهم الإناث هذه المادة، التي يُطلق عليه هدية العُرس، أثناء التزاوج أو بعده، ويساعدها البروتين وغيره من العناصر الغذائية الأخرى التي تحتويها على إنتاج مزيدٍ من البيض أو زيادة عمرها أو كليهما. وإنتاج هدايا العُرس هذه مُكلف جدًّا على مستوى استهلاك الطاقة؛ إذ إنها قد تُعادل ثلث كتلة جسم الذكر بل وأكثر من ذلك. ولتوضيح هذه الصورة، تخيل أنه يتعين على رجل أن يُصنِّع شيئًا يصل وزنه إلى ما يزيد على ١٥ كيلوجرامًا في كل مرة يمارس فيها الجنس مع شريكة الحياة.

تعني هذه التكلفة الباهظة للهدية أن الذكر لا يستطيع التزاوج مرات عديدة متتالية؛ لأنه بحاجة إلى الوقت والطاقة لتعويض مخزونه. وتعني أيضًا أن الذكر يمكنه الاستفادة لا من خلال المنافسة المعتادة على الوصول إلى الأنثى؛ وإنما من خلال التدقيق في اختيار الإناث التي يتزاوج معها. والواقع أنه في أنواع كثيرة من النطاطات الطويلة القرون، يفضل الذكور التناسُل مع أسمن الإناث، التي من المرجح أن تحمل بيضًا أكثر ومن



شكل ٤-١: أنثى الجندب النطاط الأمريكي تلتصق بها هدية عُرس (غُدِّيَّة)، أو حامل النطاف المُغذي. والذيل الشبيه بالسيف هو المَسرأ أو موضع البيض الخاص بها. تلتهم الإناث هذه الهدايا المُغذية التي تُعد هدايا مكلفة جدًّا في إنتاجها بالنسبة إلى الذكور.

ثم تُنجب للذكر عددًا أكبر من النسل. وفي المقابل، ربما تتنافس الإناث على الوصول إلى الذكور. إذا تغيرت كمية الغذاء المتاحة في البيئة، قد يتغير سلوك كِلا الجنسين أيضًا؛ فعندما يكون الغذاء وفيرًا، لا تتنافس الإناث كثيرًا على الذكور وتستطيع الذكور إنتاج هدايا عُرس بوتيرة أكبر، بينما في فترات الشح والندرة، يكون العكس صحيحًا، وتصبح المنافسة بين الإناث على أشدها. ويوضح هذا الموقف نموذج تريفيرس للانتخاب الجنسي من منظور الاستثمار الأبوي؛ نظرًا لأن الإناث في هذه الحالة تستثمر في أي عملية تزاوج بدرجةٍ أقل من الذكور عندما يكون الغذاء شحيحًا.

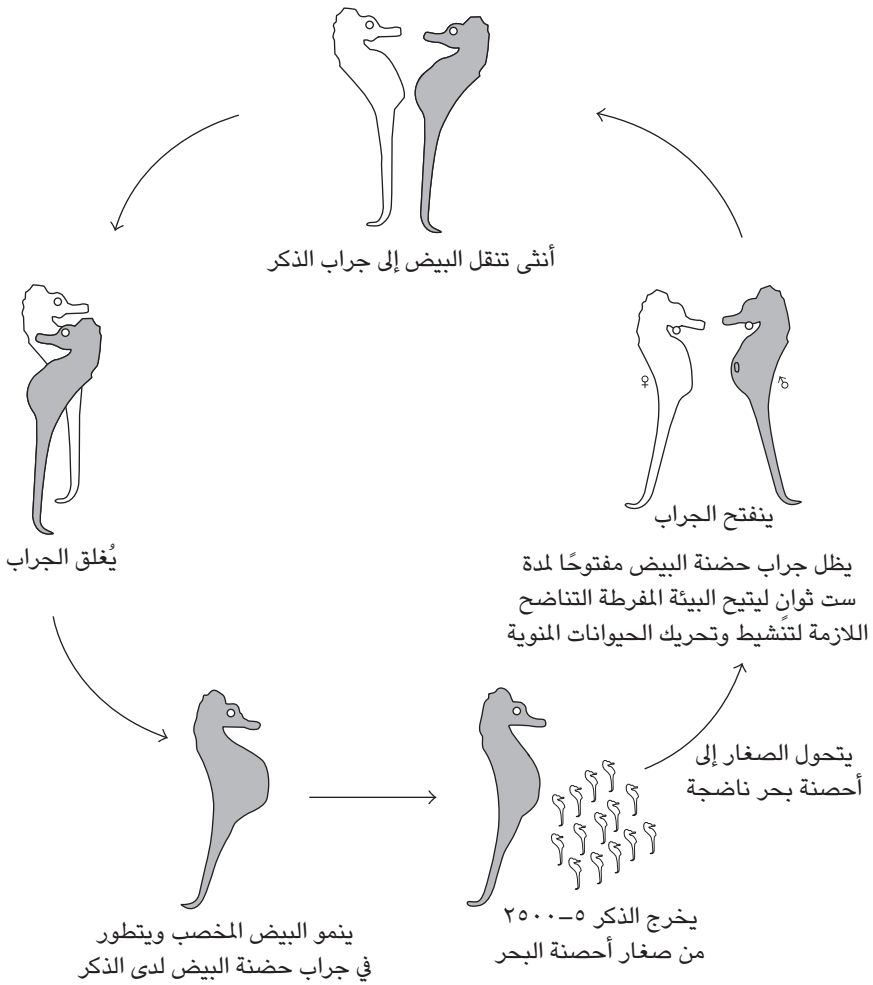
يمكن ملاحظة سلوك مماثل في حصان البحر والطيور الساحلية وعدد كبير من الحيوانات الأخرى. ففي حالة حصان البحر، والسمكة الأنبوبية التي تعتبر من أقربائه، تستطيع الذكور أن تحبل من خلال تخصيب البيض بعد أن تضعه الأنثى في جراب مخصص لذلك يوجد على جسم الذكر (شكل ٤-٢). ينمو لدى الذكر نسيج مشابه للمشيمة في الثدييات ليغذي الأجنة النامية. وبعض أنواع الأسماك الأنبوبية وأحصنة البحر

تكون أحادية التزاوج؛ إذ توفر البيض أنثى واحدة فقط، وفي حالات أخرى، قد يتزاوج إما جنس واحد أو كلا الجنسين مع عدة شركاء. تمنح الإناث دومًا البيض غير المُخصب للذكر، ومن ثم لا يعتني الذكر بذرية لم ينجبها. وعادةً ما تكون أنثى السمكة الأنبوبية أكبر حجمًا وأزهى لونًا من الذكر، وتتودَّد الإناث إلى الذكور باستعراضاتٍ متقنة تُبرز زينتها.

خضع مثال، ربما يكون أكثر غموضًا، على الدور الجنسي المعكوس للدراسة على خنافس صغيرة تعيش داخل البذور تُسمى خنافس شجرة خروب العسل. تكون إناث هذه الخنافس في البرية نشطةً أثناء فترة التودد والمغازلة وتكون الذكور مُدققة في الاختيار، وربما تنبذ الإناث التي تحاول التزاوج معها. وكما هو الحال في جندب النطاط الأمريكي، يقدم ذكر خنافس شجرة خروب العسل هدية عُرس مُغذية بالإضافة إلى السائل المنوي. وتستطيع الإناث أن تتزاوج بوتيرةٍ أكبر من الذكور لأن الذكور بحاجة إلى وقتٍ لتعويض هذه الهدايا. أخذ الباحثون مجموعات مختبرية من الخنافس وأخضعوها إلى «تطور تجريبي»، حيث كان في بعض المجموعات خمس إناث جاهزة للتزاوج لكل ذكر جاهز للتزاوج والعكس صحيح للمجموعات الأخرى؛ أي خمسة ذكور مقابل أنثى واحدة. وهكذا، خضعت الأخيرة لانتخابٍ متمهل من جانب الأنثى المتلهفة على التودُّد والمغازلة؛ نظرًا لأن عدد الذكور — وكذلك هداياها — كان وافرًا.

وبعد ١٩ جيلًا خضع لهذه المعالجات، خضع ذكر وأنثى الخنفساء من كل مجموعة على اختلاف أنواعها إلى الملاحظة بعد اقتران كلٍّ منهما بخنفساء من الجنس الآخر من مجموعة لم تخضع لأي معالجة. ضاعفت الإناث في المجموعات التي تسيطر عليها الإناث مجهوداتها في التودد والمغازلة، مما جعلها أكثر جاذبية بالنسبة إلى الذكور. وما أثار الدهشة إلى حدٍّ ما، أن الذكور لم تكتسب الكثير من الفوارق في سلوكها بعد التطور التجريبي. ولم يكن تعريض الخنافس لظروف ندرة أو وفرة الغذاء أمرًا مهمًّا كما كان يظن العلماء؛ ففيما يبدو أن المواد في هدايا العُرس تصنعها ذكور الخنفساء بنفسها وتوفير المزيد من الطعام لا يعوض الموارد المكتسبة أثناء التزاوج.

ربما يعتمد تصنيف الأدوار الجنسية، سواء أكانت تقليدية أم معكوسة، على الظروف البيئية، حتى داخل نفس النوع. ففي أحد أنواع الأسماك البحرية، وتُدعى سمكة الجوبي ذات الرقعتين، تعتني الذكور بالبيض، وقد تودع أكثر من أنثى واحدة بيضها لدى ذكر معين. ولا تُشكِّل مثل هذه الرعاية الأبوية من جانب الذكر في حد ذاتها دورًا جنسيًّا معكوسًا، كما رأينا. فلربما ينبذ كلا الجنسين محاولات التزاوج من جانب الآخر، ولكن



شكل ٤-٢: التزاوج في أحصنة البحر. يستقبل الذكر البيض، ثم يخصبه بالحيوانات المنوية قبل أن يحمله داخل جسده إلى أن يفقس.

في وقت مبكر من موسم التزاوج، تكون كثافة الذكور مرتفعة نسبيًّا، وتدقق الإناث في الاختيار؛ أمَّا في وقتٍ لاحق من العام، فتصبح الذكور أكثر ندرة، وربما تتنافس عدَّة إناث على الذكر نفسه. ويتزين كِلا الجنسَين وربما يؤديان استعراضات التودُّد والمغازلة،

ويحدث انتقاء متبادَل للتزاوج. لذا فإن الأدوار الجنسية مرنة، وتتخذ أشكالًا مختلفة في أوقات مختلفة من العام.

عندما يؤدي فرد واحد الدورَين معًا

يُعد الكائن الخنثوي أو ثنائي الجنس، وفيه يتمتع فرد واحد بأعضاء جنسية ذكرية وأنثوية، حالة مرجعية مثيرة للاهتمام بالنسبة إلى الكثير من أفكارنا عن الانتخاب الجنسي والأدوار الجنسية. نرى الكائنات الخنثوية في الكثير من النباتات، حيث تنتج الزهرة نفسها حبوب اللقاح والبيوض (بيضات)، إلا أنها موجودة أيضًا في مجموعة متنوعة من الحيوانات، لا سيما اللافقاريات. وربما تكون الخنوثة متعاقبة، بمعنى أن الأفراد تغير جنسها خلال فترة حياتها، مثلما تفعل بعض الأسماك والرخويات ونجوم البحر، أو ربما تكون متزامنة، بمعنى أن الأعضاء الجنسية بنوعيها تُوجَد في فردٍ واحد على نحو متزامن، كما هو الحال في ديدان الأرض وبعض أنواع البزاقات.

ورغم أن الكائنات الخنثوية قد تبدو كما لو أنها حلَّت مشكلة التزاوج، وأن التنافس الجنسي غير مرجَّح في مثل هذه الحيوانات، فقد لوحظت جميع خصائص الانتخاب الجنسي تقريبًا، بداية من التنافس على شركاء التزاوج وصولًا إلى تطوير مظاهر الزينة الجنسية الثانوية، لدى الكائنات الخنثوية. فمن النادر أن يزاوج الكائن الخنثوي بين حيواناته المنوية وبويضاته لينجب ذرية؛ فهذا الإخصاب الذاتي، كما يُسمى، يمكن أن يتسبب في ظهور طفرات جينية ضارة، كما هو الحال عندما يتزاوج الأقارب المقربون وينجبون ذرية. وبدلًا من ذلك، تبحث أغلب الكائنات الخنثوية عن شركاء تزاوج ثم تتصرف إمَّا كفرد متبرع بالحيوانات المنوية أو متبرع بالبويضات، بينما يتولى الفرد الآخر الدور المكمل.

ونظرًا لأن إنتاج الحيوانات المنوية أقل تكلفة عمومًا من إنتاج البويضات، فإنه يُقال أحيانًا إن الكائنات الخنثوية المتزامنة تستفيد دومًا إذا استطاعت أن تلعب دور الذكر عند محاولة التزاوج بفردٍ آخر من النوع نفسه. وبالفعل في بعض أنواع الديدان المسطحة البحرية، يتخلص الأفراد على نحوٍ نشط من الحيوانات المنوية التي يستقبلونها من فُرَص تزاوج سابقة بمجرد تخصيب البويضات، ثم يواصل الفرد التزاوج كمتبرعٍ بالحيوانات المنوية. وتنخرط ديدان بحرية أخرى في «مبارزات» بقضبانها يحاول فيها كل شريك من الشريكين تخصيب الآخر، ويحاول في الوقت ذاته الإفلات من محاولات تخصيب الشريك الآخر له.

يُلاحظ أسلوب أكثر حذقًا قليلًا للتأثير على أي الكائنين يلعب دور الذكر وأيهما يلعب دور الأنثى في الكثير من الحلزونات الأرضية، بما فيها حلزونات الحدائق المعتادة. تنتج هذه الحيوانات الخنثوية «أسهمًا جنسية» مكونة من كربونات الكالسيوم أو الكيتين كجزء من عملية التزاوج. ومثل هذه الأسهم ليست تراكيب لنقل الحيوانات المنوية؛ وإنما تخترق جلد شريك التزاوج وتفرز مركبات إمَّا تمنع الشريك المستقبل للأسهم من الاستمرار في التزاوج أو تزيد من معدل تخصيب الحيوانات المنوية التي أُطلِقت.

غير أن مزايا أداء دور الذكر ليست دائمة بالنسبة إلى الكائنات الخنثوية؛ فثمة ظروف أخرى قد تدعم أيًّا من الدورين وتميزه عن الآخر. على سبيل المثال، إذا كانت احتمالية العثور على شريك تزاوج منخفضة، فربما يُستحسَن للفرد الاستثمار في البويضات، بحيث تتعاظم فرصة التكاثر إلى أقصى حدٍّ عند العثور على شريك محتمل؛ نظرًا لأن كل بويضة سينتج عنها نسل، في حين أنه من غير المرجح أن يجد كلُّ حيوانٍ منوي بويضة ليخصبها. خلاصة القول أنه لا يمكن تحسين وظائف الذكر والأنثى في آنٍ واحد، وهو ما يعني أن الكائنات الخنثوية لا بدَّ أن توازن بين تكاليف وفوائد إنتاج كل من البويضات والحيوانات المنوية. ويمكن القول إنه نظرًا لأن أغلب الجينات نفسها في الكائنات غير الخنثوية يُعاد دمجها معًا في كل جيل لإنتاج كل من الذكور والإناث، فإن الانتخاب ينتج توافقات مماثلة؛ لأن ما يدعم الأنثى — سواء أكانت فردًا مستقلًّا أم جزءًا داخل كائن خنثوي — لا يدعم الذكر بالضرورة. سنناقش التعارض الذي ينشأ حين يكون الشيء الذي يفيد الإناث (أو الاضطلاع بدور الأنثى) مضرًّا للذكور، والعكس صحيح، في الفصل السادس.

استراتيجيات التكاثر البديلة

ربما تختلف الاستراتيجيات المستخدمة للتزاوج حتى داخل إطار الدور الجنسي، أو داخل إطار مجموعة السلوكيات والأنماط الشكلية في جنس بعينه. ففي العديد من الحيوانات، ربما يتبع بعض الأفراد من كلا الجنسين ما يُطلق عليه تكتيكات التكاثر البديلة، وهي سلوكيات تُعد طرقًا مختلفة لتحقيق النجاح التناسلي. على سبيل المثال، في الكثير من الأسماك، تحقق ذكور منطقة النفوذ التلاقح من خلال ملاحقة المنافسين وطردهم وتوفير مواقع تعشيش للإناث، غير أن الذكور «المتسللة» التي تقلد الإناث تستطيع أن تسبح بسرعة إلى داخل منطقة النفوذ وتضع حيواناتها المنوية على البيض الموجود داخل العش. ومن غير المحتمل أن يكتشف الذكر صاحب منطقة النفوذ الذكور المتسللة؛ ولذا تستطيع

تحقيق قدْر من النجاح التناسُلي دون الاضطرار إلى تكبد مشقة ومخاطر تأسيس منطقة النفوذ الخاصة بها. نجد مثل هؤلاء المتسللين في أسماك الجوبي ذات الرقعتَين المذكورة آنفًا، ويحتوي حتى ثلث الأعشاش على بيض مُخصَّب من جانب هؤلاء الذكور. وقد تشتمل التكتيكات البديلة الأخرى على ذكر «تابع» يعترض طريق الإناث أثناء اقترابها من ذكر له منطقة النفوذ أو أصدر إشارات تزاوج. وجرى توثيق وجود كل من الذكور المتسللة والتابعة في عدد من أنواع الحيوانات، من ضمنها الحشرات والطيور وكذلك الأسماك.

تتخذ السلوكيات التناسلية البديلة شكلين. أولًا، ربما يتبع الأفراد سلوكيات مختلفة — الذكر المتسلل في مواجهة صاحب منطقة النفوذ — في مراحل مختلفة من حياتها. على سبيل المثال، تقوم ذكور أفيال البحر على حراسة مجموعات من الإناث تتواجد في مواقع التزاوج على مدار عدة أشهر، لمطاردة جميع الذكور المتطفلة وطردها خارج هذه المواقع. ثم تتقاتل بشراسة فيما بينها، وينجح فرد واحد أو بضعة أفراد في إنجاب معظم الحِراء الصغيرة داخل المستعمرة. ويحابي الانتخاب الجنسي الذكور الأكبر حجمًا، مما ينتج عنه ثنائية شكل مفرطة قائمة على اختلاف الحجم بين الجنسَين. غير أن الذكور المرافقة الأقل حجمًا والأصغر سنًّا تتسلل أحيانًا إلى داخل إحدى مجموعات الإناث وتحاول التزاوج، لتبقى غير ملحوظة للعِيان وتتصرف وكأنها إناث. وعادةً لا تنجح الذكور المتسللة في محاولاتها؛ نظرًا لأن الإناث كثيرًا ما تعترض بإصدار أصوات مميزة عند امتطائها، وهذا يجذب انتباه ذكر فيل البحر المهيمن على المنطقة، الذي يقوم بدوره بمطاردة الذكور المتسللة وطردها. كذلك تحاول الذكور الصغيرة الحجم أن تتناسل مع الإناث عند مغادرتها المستعمرة، ولكن عادةً لا تكون تلك الإناث خصبة. غير أن الذكور الأصغر سنًّا لا تجد أيَّ خيار آخر لتحقيق النجاح التناسلي؛ ولذا ربما تتبع تكتيك المتسلل ثم تتحول إلى القتال مع الذكور الأخرى من أجل الهيمنة حين تصير أكبر حجمًا.

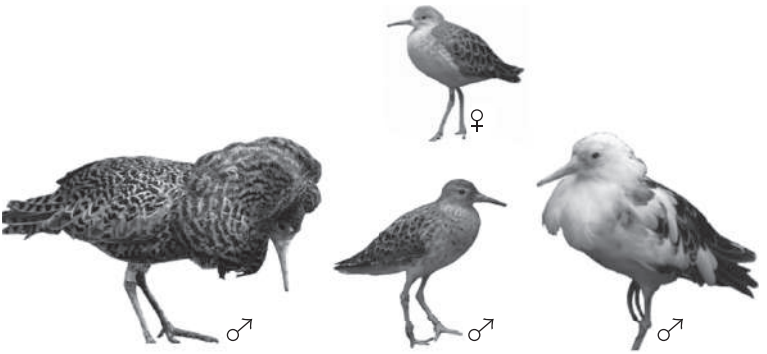
في أفيال البحر والحالات المشابهة الأخرى، يُقال أحيانًا إن المتسللين أو المتبعين للسلوكيات البديلة «يحققون أقصى استفادة تحت أسوأ الظروف»؛ إذ إنهم لا يستطيعون الحصول على أية فرص للتزاوج بالطرق التقليدية، من خلال إصدار إشارات التزاوج، أو امتلاك منطقة نفوذ، ومن ثم ربما تسفر الاستراتيجية البديلة عن تحقيق قدْر من النجاح التناسلي على الأقل. وفي مثل هذه المواقف، ربما يكون أحد التكتيكات هو الأفضل؛ إلا أنه متاح فقط لمجموعة فرعية من الأفراد.

على سبيل المثال، في حشرات تُسمى ذبابة العقرب، تستطيع الذكور إجراء العملية الجنسية بثلاث طرائق. فيمكنها تزويد الإناث بحشرات ميتة تصطادها؛ وكلما كانت

الهدية أفضل، صار التزاوج أطول وأكثر نجاحًا، كما هو الحال مع الجندب النطاط الأمريكي المذكور آنفًا. غير أن الظفر بفريسة أمر صعب، وربما يفرز الذكر أيضًا لعابًا على الأوراق كهدية للأنثى. وفي النهاية، ربما يحجم الذكر عن تقديم الهدايا ويحاول إجبار الإناث على التناسل. وفي التجارب المختبرية التي أتاحت للذكور الاستعانة بأيٍّ من هذه التكتيكات، اتضح أن أفضل استراتيجية (من حيث نجاح التزاوج) هو تقديم الحشرات الميتة. غير أن هذا ممكن فقط للذكور الكبيرة الحجم القادرة على اصطياد فريسة. ومن ثم، يمكن أن تستعين الذكور الأصغر حجمًا، التي ربما تكون صغيرةً لأنها لم تتلقَّ التغذية الكافية أثناء النمو، بالتكتيكَين الآخرين الأقل نجاحًا فقط.

في الشكل الثاني من سلوكيات التناسل البديلة، يتحدد للأفراد مسبقًا، على المستوى الجيني، اتباع سلوك تزاوج واحد، إلَّا أنه يُوجد عدة استراتيجيات تزاوج مختلفة في الوقت نفسه داخل أي مجموعة من الكائنات. ويمكن ملاحظة أبرز الأمثلة على التحكم الجيني في السلوكيات التناسلية في طائر الدريجة المطوقة أو الدريجة الشرسة (الحجوالة)، وهو طائر ساحلي يتكاثر في البيئات السبخة في جميع أنحاء أوراسيا. يتخذ ذكر طائر الدريجة المطوقة ثلاثة أشكال متمايزة: ذكر شرس صاحب منطقة نفوذ ذي ياقة (أو طوق) من الريش الأسود أو كستنائي اللون حول رقبته، وهو ما أكسب هذا النوع اسمه؛ وذكر ذي طوق من الريش الأبيض أو المزركش يدخل مناطق نفوذ الذكور الشرسة باعتباره تابعًا ويحاول التزاوج مع الإناث؛ وذكر محاكٍ للأنثى يُطلق عليه «فيدر» (faeder) لم يُكتشف إلا في عام ٢٠٠٦ (شكل ٤-٣). ويشكل الفيدر واحدًا بالمائة فقط من الذكور، ويتمتع بخُصْية أكبر بكثير من الذكر صاحب منطقة النفوذ، وهو ما يساعده على الأرجح في إنتاج حيوانات منوية أكثر تنافسية يدعمها الانتخاب الجنسي اللاحق لعملية التزاوج، كما سنرى في الفصل الخامس. وتتسلل الذكور الفيدر أيضًا إلى داخل مناطق النفوذ حين تكون الإناث في وضعية استجداء التزاوج، وتتفادى ذكور الفيدر افتضاح أمرها من خلال ريشها الشبيه بريش الإناث.

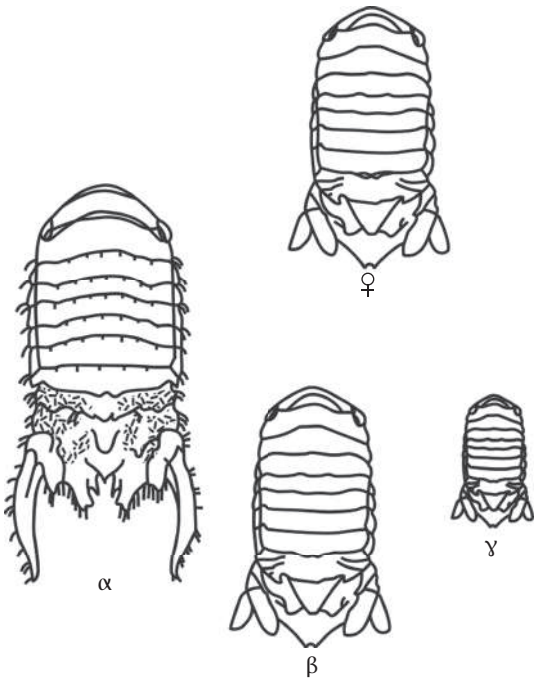
نُشر الأساس الجيني لهذه المجموعة المعقدة الاستثنائية من أشكال ذكر طائر الدريجة المطوقة في عام ٢٠١٦، عندما استعان العلماء بتقنيات الجينوم المتطورة واكتشفوا أن «جينًا فائقًا» يتألف من ١٢٥ جينًا متقاربًا يحدد ما إذا كان الذكر تابعًا أم فيدر. ويبدو أن الجين الفائق قد ظهر عن طريق حدوث انقلاب، ينقلب فيه جزء من الحمض النووي، وهو ما حدث قبل نحو ٤ ملايين عام مضت، وهي فترة طويلة تكفي لاستمرار هذا



شكل ٤-٣: أشكال طائر الدريجة المطوقة (الحجوالة) المُحددة جينيًّا، واسمه العلمي فيلوماكوس بوجناكس. لاحظ الأشكال الثلاثة المختلفة للذكر في هذا النوع.

التباين. ووجود نسختَين من هذا الجين الفائق هو أمر مُهلِك، إلا أن تركيب الجينات في الأفراد التي لدَيها نسخة واحدة يحدد شكلها. ويبدو أن الانقلاب الأول قد ميَّز بين الذكور أصحاب منطقة النفوذ والذكور الأخرى. بعد ذلك، يبدو أن جزءًا من الجين الفائق انقلب مرةً أخرى قبل ٥٠٠ ألف عام مضى، لينتج عنه نسخة أخرى. وصارت الذكور التي تمتلك النسخة الوراثية القديمة من امتداد الحمض النووي هي الشكل السائد للذكر صاحب منطقة النفوذ، في حين أن الذكور التي تحمل نسخةً واحدة من الجين الفائق الأصلي المقلوب صارت طيور «فيدر»، وتلك الذكور ذات النسخة الأحدث هي الطيور التابعة. إن إمكانية تأثير جزءٍ وحيد من الحمض النووي على شكل الذكر وسلوكه وخصوبته لهو أمر استثنائي، ويبدو أنه ناتج عن أنواع الجينات الموجودة في الجين الفائق، التي يؤثر بعضها على مستويات الهرمونات مثل التستوستيرون.

يمكن ملاحظة مثالٍ مشابه على نحوٍ مثير للدهشة لاستراتيجيات الذكور المحددة مسبقًا من الناحية الجينية في حيوان مختلف تمامًا عن طيور الدريجة المطوقة، وهو حيوان صغير ينتمي إلى متساويات الأرجل البحرية، ويُسمَّى «باراسيرسيس سكالتا» (*Paracerceis sculpta*)، يعيش بداخل تجاويف الإسفنج في مناطق الجزر عبر خليج كاليفورنيا في المحيط الهادي (شكل ٤-٤). على غرار طيور الدريجة المطوقة، يتخذ ذكر متساوية الأرجل البحرية ثلاثة أشكال. ذكور الألفا (α) الكبيرة وهي صاحبة منطقة



شكل ٤-٤: يتخذ ذكر متساوية الأرجل البحرية ثلاثة أشكال متنوعة، كل منها يتبع استراتيجية تناسل مختلفة.

النفوذ. فهي تحتل الإسفنج وتسمح للإناث بالدخول؛ ولكن تحاول منع الذكور الأخرى. أمَّا الذكور متوسطة الحجم، ذكور البيتا (β)، فهي شبيهة الإناث، مثل طائر الفيدر. تدخل ذكور البيتا الإسفنج دون أن تعترض طريقها ذكور الألفا، وتتزاوج بالإناث الموجودة فعليًّا بالداخل. وأخيرًا، تتسلل ذكور الجاما (γ) الصغيرة دون أن تُكتشف، متفادية بذلك النوعين الآخرين من الذكور الموجودة بالفعل. وكل هذه الاختلافات الشكلية (المورفولوجية) والسلوكية محكومة بجين واحد ذي أليلات متعددة. وعندما لا يتواجد داخل الإسفنج إلا أنثى واحدة فقط، ينجب الذكر الألفا جميع الصغار تقريبًا. ولكن عندما يتواجد داخل الإسفنج اثنان أو ثلاث من الإناث، يستطيع الشكلان الآخران للذكور الحصول على بعضٍ من فرص التزاوج. وعلى عكس أفيال البحر، التي تحقق أقصى استفادة في ظل أسوأ الظروف عندما تكون صغيرة السن، يظل الشكلان البديلان لهذا

الكائن البحري باقِيَين في المجموعة؛ لأنهما يحظيان، في المتوسط، بنسبٍ متساوية للنجاح التناسلي.

تظهر اختلافات أقل إثارة، ولكنها محددة بين الأفراد في عدد من أنواع الحشرات. ففي النحل المنعزل الشاحب «سنتريس بالايدا» (*Centris pallida*) تخرج الإناث الناضجة من جحورها الشرنقية العنقودية على نحوٍ متزامن تقريبًا وفي منطقة صغيرة، وهو ما يعني أن التزاوج محدود للغاية من حيث المساحة والوقت على حدٍّ سواء. تتنافس ذكور النحل بشراسة على فرص التزاوج، إلَّا أن الذكور الكبيرة الحجم تستطيع دائمًا أن تهزم الذكور الصغيرة الحجم. غير أن حجم الجسم يتحدَّد عندما يُصبح الذكور بالِغين؛ فالذكور الصغيرة لا تصير أكبر حجمًا وحجم الجسد يتحدد بيئيًّا من خلال مقدار الموارد التي توفرها الأمهات. وتتبع الذكور استراتيجيتين مختلفتين. الذكور الكبيرة الحجم «طوافة»؛ إذ تطير بسرعة فوق المواقع التي تظهر فيها الإناث وتتقاتل مع الذكور الأخرى على التزاوج مع الإناث أثناء خروجها. والذكور الصغيرة في الحجم «حائمة»، وتبقى في منطقة صغيرة نسبيًّا حيث تحاول التزاوج مع الإناث بمجرد أن تطير في الجو.

من الواضح أن الجينات أو البيئة، أو مزيجًا من هذا وذاك، يمكن أن يؤثر على تطور سلوكيات التزاوج البديلة. فعندما تتحدد الأشكال جينيًّا، عادةً ما نفترض أن الأنواع المتنوعة تحقق حتمًا نجاحًا تناسليًّا متكافئًا؛ نظرًا لأن الانتخاب كان سيستبعد الأشكال الأدنى لولا ذلك. غير أن الموقف ربما يكون أكثر تعقيدًا من ذلك في الطبيعة، والانتخاب الجنسي يحفز تطور استراتيجيات التزاوج البديلة وبدوره يتأثر بها.

ماذا عن الجنس البشري؟

بالطبع، يُقال إن بني البشر لديهم أدوار جنسية أيضًا، ورغم وجود تأثيرات ثقافية على توجهاتنا وسلوكياتنا، كما أشرنا في بداية هذا الفصل، فقد حاول كثيرون أن يطبقوا مبادئ بيتمان على الجنس البشري. وقد اتضح أنه من الصعب على نحوٍ مثير للدهشة الحصول على بيانات ذات صلة بجوانب مثل عدد شركاء الحياة أو عدد الأبناء الذي يُرجَّح أن يحظى بهم الأشخاص من مختلف الثقافات. وتشكل المجموعات البشرية تحديات فريدة أمام الدراسات المعنية بوجود الأدوار الجنسية أو أهميتها من المنظور البيولوجي، لا لسبب غير أنه يكاد يكون مستحيلًا إجراء دراسات تجريبية بمتغيرات عدة. وفي الوقت نفسه، فإن القدرة على الاطلاع على السجلات التاريخية أو إجراء المقابلات الشخصية تتيح إجراء أبحاث يستحيل إجراؤها على أنواع أخرى غير البشر.

وتماشيًا مع مبدأ بيتمان الذي ينص على أنه من المتوقع أن يُظهر الذكور تباينًا في النجاح التناسُلي أكثر من الإناث، وجدت بعض الدراسات أن الرجال من عدة مجتمعات مختلفة يحظَون بمتوسط تباين أعلى في عدد الأطفال الذي يُنجبونه مقارنة بالنساء. غير أن المجتمعات حول العالم تختلف اختلافًا كبيرًا في درجة ظهور هذه النزعة لديهم، أو فيما إذا كانت تظهرها من الأساس. ولا شك أن الرجال في المجتمعات الغربية أكثر عُرضة للزواج مرة أخرى مقارنة بالنساء، مما يؤدي إلى تفاوت في قابلية النجاح التناسلي للتغير أو التباين. ويتمثل أحد تعقيدات هذا المعيار في أنه على الرغم من أن المرء قد يفترض أن التفاوت في النجاح التناسلي ينبغي أن يكون أعلى في المجتمعات التي يسود فيها تعدد الزوجات؛ أي تلك المجتمعات التي قد يكون فيها للرجل أكثر من زوجة واحدة، فإن الغالبية العظمى من الرجال في مثل هذه المجتمعات، بنسبة تفوق ٩٥ بالمائة، لا تزال أحادية التزاوج؛ أي لديهم زوجة واحدة فقط. ورغم أنه يمكن للرجل أن يتزوج أكثر من امرأة في آنٍ واحد، فإن المرأة ربما تحظى بعدَّة أزواج على مدار حياتها.

علاوة على ذلك، وكما هو الحال مع الجندب النطاط الأمريكي والسمكة الأنبوبية، حين تسهم الذكور في النسل، لا يضمن الاقتران بعدة شريكات تزاوج دومًا تحقيق نسبة أعلى من النجاح التناسلي. ففي الكثير من المجتمعات البشرية، يكون إنجاب الأطفال ذا تكلفة عالية بالنسبة إلى الأمهات والآباء على حدٍّ سواء، سواء بالمعنى الحرفي للكلمة أو فيما يتعلق بمقدار الوقت والطاقة اللازمَين لتنشئة الذرية. وفي مجتمعات أخرى، تتحمل الأم نسبةً غير متكافئة من التكلفة. غير أن عددًا محدودًا من الدراسات التي أُجريت على البشر تطرقت بالتفصيل إلى العَلاقة بين عدد شركاء الحياة وعدد الأطفال، كشرطٍ أساسي ضروري لاختبار صحة مبدأ بيتمان. ويتجلى هذا النقص على نحوٍ صارخ عندما يتعلق الأمر بالنساء، سواء أكنَّا نُجري الدراسة على مجتمعات ما قبل الثورة الصناعية مثل فنلندا القديمة أم مجتمعات الجمع والالتقاط المعاصرة.

مرة أخرى وكما هو الحال مع الحيوانات الأخرى دون البشر، فإن عوامل مثل نسبة الجنس البشري ربما تكون ذات أهمية. فقد كشفت إحدى الدراسات عن أنماط الزواج منذ عام ١٩١٠ في الولايات المتحدة أن في تلك الولايات التي تحظى بنسبة جنس بشري أكثر انحيازًا للذكور، كانت العَلاقة بين الوضع الاجتماعي الاقتصادي للرجل واحتمالية زواجه أقوى، مما يشير إلى أن النساء كن أكثر انتقائية حين كان عدد الرجال المتاحين أكبر. ووجدت استطلاعات رأي أخرى أجريت للبشر المعاصرين أنه حين تكون نسبة الجنس

متحيزة للإناث، ربما تبدأ النساء التناسل في وقت أبكر، لا سيما في المناطق الأكثر ثراءً. ولا يزال هناك الكثير من الأبحاث التي يجب إجراؤها لبيان كيف يمكن لأنماط التكاثر بين البشر أن تعكس الانتخاب التفاضلي على الجنسَين.

إذَن، هل هناك أيُّ فوائد من وراء الإشارة إلى أدوار التكاثر البديلة؛ نظرًا لأن الأخيرة توحي بأن نمطًا تكاثريًّا معينًا هو النمط الطبيعي أو الاعتيادي؟ لا شك أن المصطلحات تقدِّم مختصرًا مفيدًا للإشارة إلى الأنماط الثابتة الموجودة، رغم وجود استثناءات، عبر مجموعة متنوعة تنوعًا مذهلًا من أنواع الحيوانات. وقد دعا بعض العلماء إلى التخلي عن مفهوم الأدوار الجنسية بالكامل، بسبب تغير المعاني باختلاف مجموعات الحيوانات، وبسبب الالتباس بين المفاهيم المستمدة من الثقافة والمفاهيم البيولوجية. وتساوِرُنا الشكوك حول صمود هذه المصطلحات وتقبلها، ولكن نأمُل ألا تعوق الناس عن الاعتراف بالتنوع الهائل للسلوك الجنسي عبر المملكة الحيوانية.

الفصل الخامس

استمرار الانتخاب الجنسي بعد التزاوج

نظَر داروين إلى الانتخاب الجنسي بوصفه عملية تُفضي في النهاية إلى الظفر بشريك تزاوج، مفترضًا بذلك أن الإناث في الأساس أحادية التزاوج؛ أي تتزاوج مع ذكرٍ واحد فقط. ولكن اتضح أن هذا الافتراض خاطئ. ولم تخرج نظرية جيفري باركر، عن أن الانتخاب الجنسي يمكن أن يستمرَّ بعد التزاوج على هيئة تنافس بين الحيوانات المنوية، إلى النور إلَّا بعد مرور مائة عام تقريبًا على نشر كتاب داروين «نشأة الإنسان». أشار باركر إلى أن إناث الحشرات لا تتناسل مع عدة ذكور مختلفة قبل أن تضع البيض فحسب؛ بل أيضًا تخزن الحيوانات المنوية الخاصة بهذه الذكور في داخل أجهزتها التناسلية وتغذِّيها، داخل أعضاء مخصَّصة للتخزين تُسمى كيس المني. ونتيجة لذلك، يجب أن تتنافس الحيوانات المنوية من عدة ذكور على تخصيب العدد المحدود عادةً من البيض الذي تضعه الأنثى. ظلَّ الاعتقاد بأن الطيور هي النموذج الأمثل للتزاوج الأحادي قائمًا حتى وقعت الثورة الجزيئية. والآن، وبفضل البصمة الوراثية، صِرنا نعرف أن في أغلبية الأنواع، تُنجب الإناث أفراخًا في أعشاشها من خلال ذكرٍ واحد أو أكثر ليسوا بالضرورة شركاءها الاجتماعيين (انظر الفصل الثاني). وتبين أن إناث الطيور يمكنها أيضًا أن تختزن المَنِيَّ من ذكور مختلفة في أنابيب صغيرة على جدران أجهزتها التناسلية، وأن على الحيوانات المنوية من مختلف الذكور أن تتنافس على تخصيب البيوض المتاحة. واتضح أن تعدُّد التزاوج من جانب الإناث سمة واسعة الانتشار عبر الأنواع الحيوانية المختلفة. ونتيجة لذلك، سيدعم الانتخاب أيَّ سمة تزيد من احتمالات تخصيب مَنيِّ الذكر للبُيُوض عند التنافس مع الذكور الأخرى بسبب العدد الأكبر من النسل الذي سيتركه في الأجيال التالية.

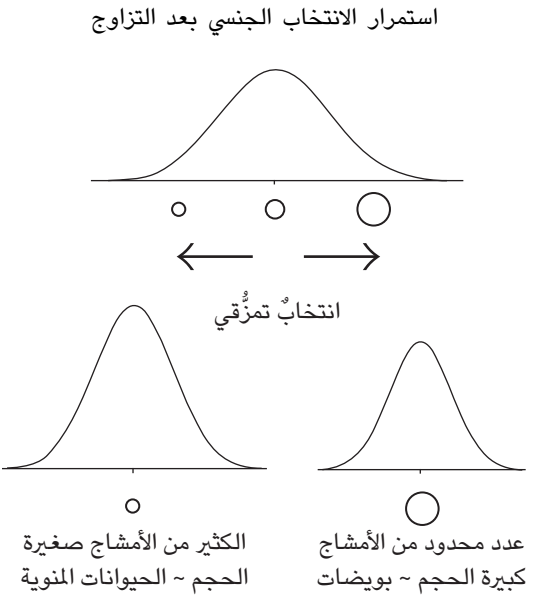
ربما يزيد الذكر من نصيبه في الأبوة مع أنثى محدَّدة من خلال تقليل فرص تزاوج شريكته بذكَر منافس، أو من خلال التأثير على عملية التخصيب من خلال وضع مَنيِّه

بالقرب من موضع التخصيب، أو من خلال جعل فرص التخصيب في صالحه عن طريق إطلاق عدد أكبر من الحيوانات المنوية. غير أن باركر أدرك أن الأُنثى لن تكون وسيطًا سلبيًّا مستسلمًا يخوض الذكور معارك التخصيب بداخلها. فربما تواصل الإناث الاختيار بين الذكور حتى بعد التزاوج من خلال المفاضلة لقَبول أو تخزين أو استخدام الحيوانات المنوية الخاصة بأكثر الذكور جاذبية لتخصيب بيضها. وفي حين وضع باركر تصورًا للتنافس بين الحيوانات المنوية باعتباره مكافئًا لمنافسة ما بعد التزاوج بين الذكور، صار مكافئ الانتقاء من جانب الإناث لمنافسة ما بعد التزاوج يُعرف بالانتقاء الخفي من جانب الإناث؛ نظرًا لأنه كثيرًا ما ينطوي على عملياتٍ تحدث داخل الجهاز التناسُلي للأنثى غير ملحوظة لنا. وفي هذا الفصل، سندرس العواقب التطورية البعيدة المدى للتنافس بين الحيوانات المنوية والانتقاء الخفي من جانب الإناث على تطور السمات التناسلية، بداية من الأمشاج وصولًا إلى الكائنات البالغة التي تنتجها.

لماذا تكون الحيوانات المنوية بالغة الصغر وكثيرة العدد؟

تحتوي قَذفة واحدة لَمَنيِّ الرجل الواحد في المتوسط على نحو ٢٠٠ مليون حيوان منوي. ووَفقًا لموسوعة جينيس للأرقام القياسية، أنجب سلطان المغرب، إسماعيل بن الشريف (١٦٧٢–١٧٢٧)، المعروف باسم «السلطان الدموي»، ٨٨٨ ابنًا. وبحسب التقديرات، تعيَّن على السلطان إسماعيل أن يضاجع واحدةً من زوجاته الأربعة و٥٠٠ جارية نحو مرة واحدة في اليوم على مدار ٣٢ عامًا، ليقذف بذلك حوالي ٢,٣ تريليون حيوان منوي. وهو ما يعادل ٢,٦ مليار حيوان منوي لكل طفل أنجبه. في الغالب، قد يتوقع أن يُنجب زوجان لا يستخدمان أي وسيلة لمنع الحمل من ٨ إلى ١٢ طفلًا خلال سنواتهما الإنجابية، مما يثير التساؤلات حول ضرورة إنتاج الحيوانات المنوية بمثل هذه المعدلات المرتفعة. ثمة سمة أخرى ملحوظة للحيوانات المنوية ألا وهي حجمها. إن البويضات بطبيعتها من أكبر الخلايا في جسم الكائن الحي، بينما تُعد الحيوانات المنوية بطبيعتها هي الخلايا الأصغر حجمًا. فيمكن أن يصل وزن بويضات النعام إلى ١,٤ كيلوجرام، في حين يصل طول حيواناتها المنوية إلى ٠,٠٧ ملِّيمتر تحت عدسة المجهر.

ما القوى التطورية المسئولة عن مثل هذه الاختلافات الاستثنائية؟ يُعتقَد أن الحالة البُدائية للحيوانات كانت حالة يتعين فيها إنتاج كل من الذكر والأنثى أمشاجًا متساوية الحجم، يُشار إليها بالتكاثر المتماثل الأمشاج (أمَّا التكاثر المتباين الأمشاج فيشير إلى الحالة



شكل ٥-١: يمكن أن يُولِّد الانتخابُ التَّمزُّقيُّ لحجم المشيج مجموعاتٍ من الأفراد ينتجون إمَّا أمشاجًا صغيرة أو كبيرة الحجم، ويُعتقَد أن هذا قد أدى إلى نشوء إنتاج الحيوانات المنوية لدى الذكور وإنتاج البويضات لدى الإناث.

العكسية؛ إذ تتباين أمشاج كلا الجنسين في الحجم). والواقع أن الكثير من اللافقاريات البحرية تطلق أمشاجها المتماثلة الحجم في العمود المائي بكل بساطة. تخيل نوعًا من الأسلاف يتَّسِم بالتكاثر المتماثل الأمشاج. وكما هو الحال في أي نظام بيولوجي، من شأننا أن نتوقع توزيعًا طبيعيًّا لأحجام الأمشاج (شكل ٥-١). سينتج غالبية الأفراد أمشاجًا متوسطة الحجم، في حين سيُنتج بعضُها أمشاجًا أقلَّ حجمًا من المتوسط وسيُنتج البعض الآخر أمشاجًا أكبر حجمًا من المتوسط. وبميزانية طاقة ثابتة، سوف تنتج الأفراد المنتجة للأمشاج الصغيرة الحجم مزيدًا من الأمشاج مقارنةً بالأفراد المنتجة للأمشاج الكبيرة؛ لأنها تحتاج إلى مواردَ أقل لإنتاجها. وسيُحابي الانتخاب منتجي الأمشاج الصغيرة بسبب ارتفاع إنتاجيتها التناسُلية. غير أن بقاء اللاقحة مرهون بكم الموارد التي توفرها الأمشاج لتتطوَّر إلى أجنة. ومن ثم، ينبغي أن نتوقع أن يحابيَ الانتخاب الأفراد التي تنتج الأمشاج الكبيرة الحجم لأن لاقحاتها ستزود بالموارد التي تتيح لها الوصول إلى مرحلة الاستقلال. وعندما يؤثر الانتخاب على السمة نفسها، ولكن في الاتجاهات العكسية، نُطلق على محصلة

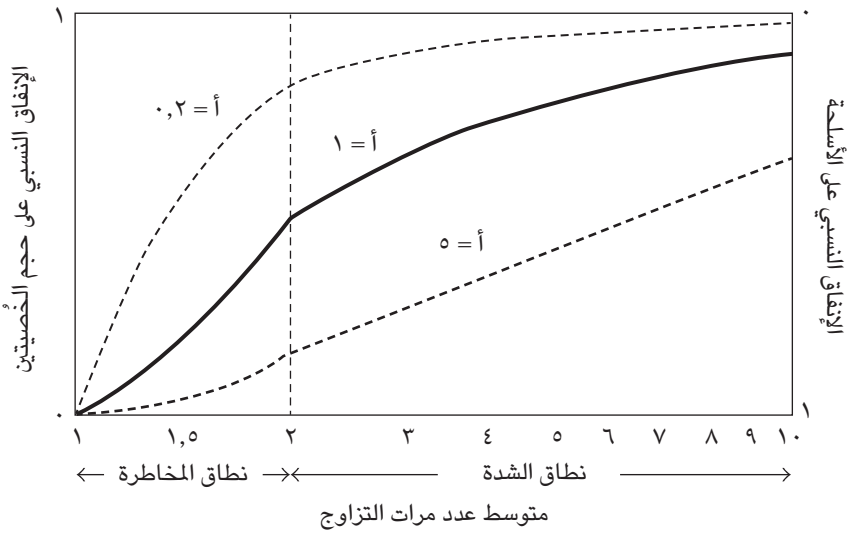
القوى اسم الانتخاب التَّمزُّقي، الذي يمكن أن يحابيَ تطور أنماطٍ ظاهرية بديلة، تتمثل في هذه الحالة في ذكور منتجة لأمشاج صغيرة الحجم وإناث منتجة لأمشاج كبيرة الحجم (شكل ٥-١).

صار الطريق الآن ممهدًا أمام المنافسة بين الحيوانات المنوية. فالأمشاج الصغيرة التي تندمج مع أمشاج صغيرة أخرى سينتج عنها لاقحات ذات احتمالات محدودة للبقاء على قيد الحياة. وأي تعديل تكيُّفي في منتجي الأمشاج الصغيرة يزيد من احتمالية اندماج أمشاجها بالأمشاج الكبيرة الغنية بالمغذيات سيحظى بالمحاباة والدعم. غير أنه نظرًا لأن منتجي الأمشاج الكبيرة الحجم أقل إنتاجية نسبيًّا، لن يكون هناك أمشاج كبيرة بالقدر الكافي متاحة لجميع الأمشاج الصغيرة للحصول على شريك تندمج معه، مما يؤدي إلى محاباة الانتخاب لأوجُه التكيف التي تزيد من احتمالية تخصيب منتج الأمشاج الصغيرة للمخزون المحدود من الأمشاج الكبيرة. وإحدى الطرق الواضحة لزيادة فرص نجاح الإخصاب لمنتجي الأمشاج الصغيرة هي زيادة عدد الحيوانات المنوية، بما يترتب عليه من انخفاض في حجم الحيوانات المنوية. فكلما زاد عدد بطاقات اليانَصيب التي بحوزة الفرد، زادت احتمالية فوزه. وهذا هو الحال مع تنافس المني الذي يُعتقد أنه يحابي تطور الحيوانات المنوية الصغيرة في الحجم والكثيرة في العدد.

ألعاب تنافس المنيِّ

يُوضح عددٌ كبير من النماذج النظرية إلى أي مدًى ينبغي أن يؤثر تنافس المني على ما يستهلكه الذكر من موارد لإنتاج الحيوانات المنوية. ففي ألعاب تنافس المني الخاصة ببباركر — وهو الاسم الذي يُطلق على النماذج النظرية التي وضعها باركر — يمكن للذكر أن يستهلك موارده إمَّا في الظفر بفرص التزاوج (على سبيل المثال، الأسلحة ومظاهر الزينة المستخدمة من أجل الوصول إلى الإناث) أو لإنتاج الحيوانات المنوية. ومن المفترض أن يؤدي ما يستهلكه الجسم لإنتاج الحيوانات المنوية إلى زيادة كفاءة الذكر فيما يتعلق بنجاح الإخصاب مع أنثى بعينها؛ ولكنه يقلل عدد مرات التزاوج المحتملة. لذا فإن كفاءة الذكر هي نتاج عدد مرات التزاوج التي يظفر بها وعدد الذرية التي يُنجبها من كل زيجة. النقطة الأهم لمناقشتنا هنا هي أنَّ ثمة افتراضين وراء ألعاب تنافس المني. الافتراض الأول أن الذكور تواجه موازنة بين ما يستهلكه الجسم لإنتاج الحيوانات المنوية وغيرها من الأنشطة التناسلية الأخرى، والافتراض الثاني أن نجاح عملية الإخصاب لدى ذكَرٍ معين

سوف يعتمد على عدد الحيوانات المنوية التي يُطلقها في موقع التخصيب، نسبةً إلى الذكور الأخرى.



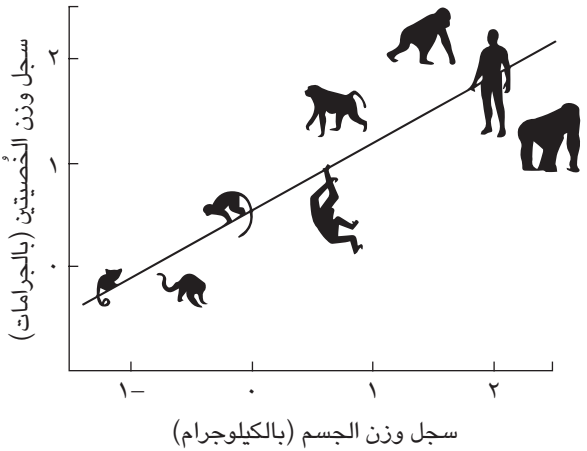
شكل ٥-٢: تتكهَّن النماذج النظرية بأن الانتخاب المتزايد بناءً على تنافس المني ينبغي أن يحابيَ زيادة إنتاج الحيوانات المنوية، وبالتالي حجم الخُصيتَين، على حساب تقليل إنفاق الذكر على الأسلحة والزينة المستخدمة لتأمين فرص التزاوج.

تتَّسِم التكهنات التي تنشأ من ألعاب تنافس المني بالمنطقية على نحوٍ بديهي. في شكل ٥-٢، يُرسَم الإنفاق المتوقع على إنتاج الحيوانات المنوية (الذي يقاس في الأغلب بحجم الخُصيتَين نسبةً إلى حجم الجسد) أو، بالعكس، الإنفاق المتوقع على الأسلحة المسخَّرة للظفر بشريك تزاوج في مقابل مستوى تنافس المني، مُمثَّلًا في متوسط عدد الذكور التي تتزاوج معها الإناث من أجل إنجاب الذرية. إذَن، إلى أي مدًى يُتوقع من الذكر أن يستثمر، من الناحية التطورية، في إنتاج الأسلحة أو إنتاج الحيوانات المنوية، في ضوء احتمالية معينة بأن حيواناته المنوية ستتنافس مع الحيوانات المنوية لذكور أخرى؟ لاحظ أن ثمة نطاقًا لـ «المخاطرة» و«الشدة» على حدٍّ سواء لتنافس المني. في نطاق المخاطرة، ينخفض معدل الانتقاء بناءً على تنافس المني، مع تفاوت احتمالية تناسُل الأنثى مع ذكرٍ واحد

فقط. أمَّا في نطاق الشدة الخاص بنطاق القيم، فتتناسل الإناث دومًا مع ذكرَين أو أكثر. تتكهَّن النماذج بأنه عندما تزداد خطورة تنافس المني وشدَّته، ينبغي أن يستثمر الذكور أكثرَ في تنافس المني وأقلَّ في الأسلحة. ولكن عندما يكون العائد من التقاتل على الإناث أكثر (القيمة أ)، ينبغي على الذكور الاستثمار أكثر في الأسلحة.

تأثير تنافس المني على تطور حجم الخُصيتَين

تأتي الأدلة الداعمة لنظرية تنافس المني من مصادر عديدة، من بينها المعيار البسيط للغاية المتمثل في حجم خُصية النوع نسبةً إلى حجم جسمه. وقد لوحظ في الرئيسيات أن نظام التزاوج (الفصل الثاني) لنوعٍ ما يمكن أن يكون مؤشرًا قويًّا على حجم الخُصيتَين ومن ثم إنتاج الحيوانات المنوية. ومن البديهي أن نتوقَّع أن الأنواع الأكبر حجمًا تتمتَّع بخُصيتَين أكبر حجمًا. غير أن أفضل ما يفسر التباين داخل إطار هذه العَلاقة المتوقعة هو نظام التزاوج في حدِّ ذاته (شكل ٥-٣). فعلى سبيل المثال، تُكوِّن الغوريلا مجموعات تناسل، بها عدة إناث، وذات هيمنة ذكورية. يتحكم ذكر الغوريلا البالغ المُسمَّى ذا الظهر الفضي (ويُطلق عليه هذا الاسم بسبب سنِّه وفراء ظهره المائل إلى الرمادي الفضي الذي يظهر مع البلوغ) في الوصول إلى الإناث داخل المجموعة، ونادرًا ما تتزاوج الإناث مع ذكرٍ آخر غير الذكر ذي الظهر الفضي. ويتمتَّع ذكر الغوريلا بخُصيتَين أصغر حجمًا مما قد نتوقَّعه في ضوء حجم جسده. وعلى طرف النقيض، يشكل قرد البونوبو أو الشمبانزي القزم مجموعات تناسل بها عدة ذكور. وتتناسل الإناث مع جميع الذكور في المجموعة. والواقع أن العملية الجنسية هي آلية سلوكية في قردة البونوبو لتهدئة التفاعلات العدوانية والحفاظ على التماسك الاجتماعي داخل المجموعة. وتتمثل تداعيات الأمر في تواجُد حيوانات منوية من الكثير من الذكور المختلفة داخل الجهاز التناسلي للأنثى في فترة التبويض، مما يؤدي إلى حدوث تنافس مَنيٍّ شديد. إذَن، كما قد نتوقع، تتمتع ذكور البونوبو بأكبر خُصيتَين نسبةً إلى حجم جسدِها من بين جميع الرئيسيات. البشر كائنات أُحادية التزاوج من الناحية الاجتماعية وتقع في منطقة ما بين الغوريلا والبونوبو. ومع أننا ربما لا نكون بمعزلٍ عن ضغوط الانتخاب القائم على تنافس المنيِّ مثلما يبدو الحال مع الغوريلا، فإن تنافس المني لم يَكُن على الأرجح بالقدْر نفسه من الأهمية في تاريخنا التطوري مثلما كان مهمًّا بالنسبة إلى قردة البونوبو.



شكل ٥-٣: تتمتع أنواع الرئيسيات الأكبر حجمًا بخُصيتَين أكبر، ولكن في الأنواع التي تتزاوج فيها الإناث بعدة ذكور في آنٍ واحد تحظى الذكور بخُصيتَين أكبر حجمًا بالنسبة إلى حجم أجسادها مقارنةً بالأنواع التي تتزاوج فيها الإناث مع ذكر واحد فقط.

سُجلت أنماط مشابهة لتباين حجم الخُصيتين في جميع أنواع المجموعات الحيوانية التي خضعت للدراسة تقريبًا. على سبيل المثال، في أنواع الطيور التي تتردَّد فيها الإناث على ساحات استعراضات التزاوج للاختيار بين الشركاء المحتملين، تتزاوج هذه الإناث عادةً بذكرٍ واحد فقط أو عدد قليل جدًّا من الذكور (انظر الفصل الثاني لمزيد من التفاصيل). تتمتع الذكور المنتمية للأنواع التي تشارك في ساحات استعراضات جذب الإناث بخُصيتين صغيرتين نسبةً إلى حجم الجسد مقارنة بذكور أنواع أخرى مثل اليقنة، حيث تتردَّد الإناث ذات الشركاء المتعدِّدين على كثير من الذكور المختلفة بهدف التزاوج وترك بيضها للذكر ليرقد عليه. وتحظى أنواع من الحشرات التي تتزاوج فيها الإناث بالعديد من الذكور بخُصيتين أكبر نسبيًّا من الأنواع الأحادية التزاوج، وتتمتع الأسماك التي تتزاوج فيها الإناث بعدة ذكور بخُصيتين أكبر نسبيًّا من الأنواع الأحادية التزاوج أيضًا. ولذا، من الشائع استنتاج أن كتلة الخُصيتين النسبية تُعد الآن وعلى نطاق واسع مقياسًا لقوة الانتخاب بناءً على تنافس المني.

ارتبط التفاوت في حجم الخُصيتين بين مجموعات النوع نفسه أيضًا بالتفاوت في قوة الانتخاب بناءً على تنافس المني. ففي جنوب غرب أستراليا الغربية أثناء الأشهر المطرة

الممتدة من شهر يوليو وحتى شهر سبتمبر، تُكوِّن الضفادع الأسترالية ذات الفخذ الأحمر جوقات على النتوءات الجرانيتية في الغابات حيث تحرس البرك الضحلة التي تأتي إليها الإناث لتبيض. ويحظى الذكور بأرجلٍ أمامية متطورة إلى حدٍّ بالغ ويتصارع بعضها مع بعض على حيازة هذه البرك. والذكور ذات الأطراف العضلية أكثر عُرضة للفوز في مباريات المصارعة تلك وتتمتع باحتماليةٍ أكبر من أقرانها الأضعف للظفر بشريكة تزاوج، أو على الأقل تحظى بذلك في المجموعات ذات الكثافة العددية المنخفضة. أما عندما تزداد كثافة الذكور العددية في المجموعة، فإن الذكور يعجز عن السيطرة على الوصول إلى الإناث. ففي المجموعات العالية الكثافة العددية، وبعد أن يمسك الذكر صاحب البركة بأنثى بهدف التزاوج بفترة قصيرة، تحاول الذكور الأخرى القيام بالشيء نفسه، ليُطلق حتى تسعة ذكور حيواناتهم المنوية على بيض الإناث بحيث يتعين على الحيوانات المنوية أن تتنافس على التخصيب (شكل ٥-٤). ونظرًا لأن استثمار الموارد في الجهاز العضلي للأرجل الأمامية يوازن استثمار الموارد في حجم الخُصيتين، فإن الذكور في مجموعة معينة تبرز إحدى هاتين السمتين أو الأخرى، بناءً على عدد الذكور المتنافسة المحتمل وجودها في المكان نفسه.

يقدم التطور التجريبي وسيلة فعَّالة لدراسة السبب والنتيجة. وفي ظل وجود كائن حي مناسب، ينتمي إلى جيلٍ ذي عمر قصير نسبيًّا ويمكن تربيته بأعداد كبيرة تحت ظروف مختبرية محكومة، يمكن إعداد مجموعات معزولة جينيًّا والتلاعب في قوة الانتخاب الجنسي تجريبيًّا على مدار عدة أجيال قبل فحص المجموعات من أجل استكشاف سمات مثل حجم الخُصيتين أو عدد الحيوانات المنوية أو نجاح الإخصاب التنافسي. وتستعين مثل هذه الدراسات عادةً بذبابة الفاكهة من جنس الدروسوفيلا، غير أن هناك دراسات أُجريت على لا فقاريات أخرى بل وعلى الفئران المنزلية أيضًا. وقد أثبتت هذه الدراسات أن في المجموعات التي تتطور في ظل تراجع الانتخاب الجنسي بعد التزاوج تتطور الذكور بها بحيث يتراجع لديها إنفاق موارد الجسم على إنتاج الحيوانات المنوية، بينما المجموعات التي تتطور في ظل تزايد الانتخاب الجنسي بعد التزاوج تتطور الذكور بها بحيث يتزايد إنفاق موارد الجسم لإنتاج الحيوانات المنوية. ويمكن أن تحدث هذه التغيرات التطورية في إنفاق الذكر لموارد الجسم بوتيرة سريعة، في غضون عشرة أجيال من التطور التجريبي، ويمكن أن تقدم أدلة مباشرة على أن الانتخاب الجنسي بعد التزاوج يحفز تطور إنفاق الذكر لموارد الجسم على إنتاج الحيوانات المنوية، وهو ما يعني إنفاق موارد أقل على الأسلحة اللازمة للانتخاب الجنسي السابق على عملية التزاوج.

شكل ٥-٤: في الضفادع الأسترالية ذات الفخذ الأحمر، يستطيع عدة ذكور الإمساك بأنثى واحدة بحيث يتعيَّن على ذكور عدَّة التنافس على قذف المني من أجل تخصيب بيض الأنثى.

القذف الاستراتيجي

ذهب بيتمان إلى أن النجاح التناسلي للذكور ينبغي أن يُقيَّد فقط بعدد الإناث التي يمكن الوصول إليها، هذا بافتراض أن مخزون الحيوانات المنوية لا نهائي (الفصل الرابع). غير أننا نعرف الآن أن الأمر ليس كذلك. فالدراسات التي أُجريت على الحشرات والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، بما فيها البشر، تظهر أن الذكور تعاني من استنفاد الحيوانات المنوية والسائل المنوي عقب حدوث التزاوج، وقد يستغرق استعادة المخزون إلى مستواه قبل التزاوج مدةً تتراوح من ساعات إلى أيام. ولقد رأينا بالفعل إلى أي مدًى قد يأتي إنفاق الذكر لموارد الجسم على قذف المني على حساب إنفاقه على تطوير الأسلحة ومظاهر الزينة بهدف الظفر بشريك تزاوج. ويمكن أيضًا أن تؤثر القيود الغذائية على عدد الحيوانات المنوية المُنتَجة وعلى جودتها، وقد يُقصر إنتاج الحيوانات المنوية عمر الكائن الحي أيضًا. ففي الجرابيات الأسترالية، في جنس الدصيوريات أو الأنتكينوس (ويُعرف باسم الفأر الجرابي)، يصل إنفاق الذكر لموارد الجسم من أجل إنتاج الحيوانات

المنوية إلى حدٍّ بالغ. فموسم تزاوج هذا الحيوانِ الثدْيِيِّ قصير جدًّا ويتزامن إلى حدٍّ كبير مع توافر غذائه القائم على الحشرات بالأساس. وتستطيع الإناث أن تتزاوج مع العديد من الذكور المختلفة، ويكون إنفاق الذكر للطاقة عاليًا جدًّا من أجل قذف المني. ومن اللافت للنظر أن الذكور تستثمر الكثير جدًّا من مواردها في إنتاج الحيوانات المنوية لدرجة أنها تعاني من انهيار جهازها المناعي وتهلك، تاركةً وراءها مجموعة من الأمهات العازبات. وبالوضع في الاعتبار أن الذكور لديها مخزون محدود من الحيوانات المنوية، تتكهن ألعاب تنافس المني بأن التأني في قذف حيواناتها المنوية استنادًا إلى مستوى الخطورة الحالية لتنافس المني سيكون مفيدًا لها. وهذا يعني أنه عندما تكون أعداد الإناث وفيرةً وتكون أعداد الذكور المنافسة قليلة، من المتوقع أن تقذف الذكور العدد الكافي من الحيوانات المنوية الذي يضمن التخصيب فقط، وتحافظ على مخزون الحيوانات المنوية لزيادة عدد الإناث التي يمكن تخصيبها. على النقيض، عندما تكون أعداد الإناث قليلة والمنافسة على الوصول إليها شديدة، ينبغي أن تقذف الذكور أعدادًا كبيرة من الحيوانات المنوية من أجل التنافس على عمليات التخصيب.

وقد وُجِد أن الذكور في العديد من الأنواع تتَّسِم بالحساسية الشديدة تجاه خطر تنافس المني من جانب المنافسين، وتجاه زيادة أعداد الحيوانات المنوية التي تخصب بها الإناث عندما تكون المخاطر عالية. وقد كان أول من درس هذه المرونة في الحشرات ماثيو جيدج وزملاؤه الذين أحصَوا عدد الحيوانات المنوية التي تقذف عند تزاوج ذكر ذبابة فاكهة البحر المتوسط أو ديدان الطحين في وجود ذكر منافس؛ إذ وجدوا أنه عند تزاوج ذكر وأنثى في حضور ذكر منافس، يقذف الذكر الذي يضاجع الأنثى ضعف عدد الحيوانات المنوية التي يقذفها عندما يكونان بمفردهما. وامتدت هذه الدراسة لتشمل عددًا كبيرًا من أنواع الحشرات الأخرى، وكذلك الطيور والأسماك والزواحف والثدييات.

تستطيع الذكور أن تستغل مجموعة متنوعة من الإشارات الموجودة في بيئتها لتقييم مدى الخطورة التي ينطوي عليها تنافس المني، ولا تعتمد ببساطة على وجود المنافسين في المكان وحسب. على سبيل المثال، يزيد كل من ذكر فأر الأراضي العشبية الكَستنائي المُعرض لخطر روائح المنافسين والجدجد الحقلي المُعرض لخطر صرير الذكور الأخرى إنفاقها من الطاقة على القذف، وتشير الدراسات التي أُجريت على ذبابة الفاكهة إلى أنه بالرغم من وجود إشارات فردية في معزل عن الإشارات الباقية غير كافٍ لإحداث تعديلات في معدل إنفاق الذكر على قذف المني، فإن وجود إشارتين من صوت أو رائحة

أو ملمس تستثير استجابات لدى الذكر. وهكذا، تبدو الذكور قادرة على تقييم بيئتها الاجتماعية بطريقة تمكنه من الانخراط في تنافس المني من أجل التخصيب عند الضرورة، مع الاحتفاظ بحيواناتها المنوية من أجل فرص تزاوج إضافية عندما يكون عدد المنافسين قليلًا.

تجنب تنافس المني

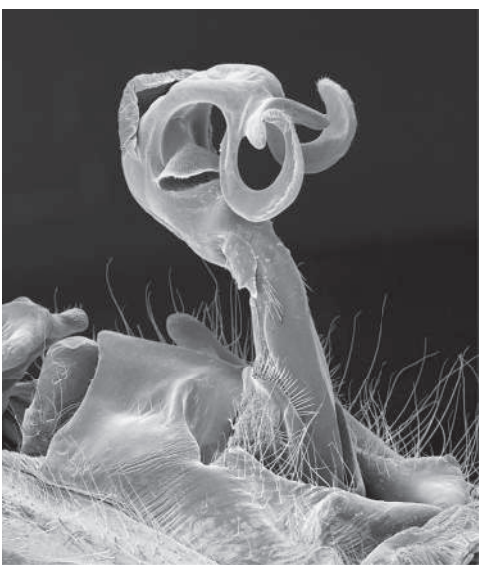
أدرك باركر أن تنافس المني من شأنه أن يحابي تعديلات تكيفية متعارضة لدى الذكر أتاحت له تحقيق الأفضلية على أي حيوانات منوية تختزنها الإناث من ذكور سابقة، وفي الوقت نفسه الحيلولة دون استبدال مني المنافسين بمنيِّه. كيف يحدث ذلك؟

لعل أفضل الأمثلة التي خضعت للدراسة على مثل هذا التعديل لأسبقية الحيوانات المنوية تأتي من حشرات الرعاشة الصغيرة (مقترنات الأجنحة) واليعاسيب. يبحث الذكور عن الإناث عادةً حول الحدود الخارجية للبرك والمجاري المائية حيث تأتي الإناث لوضع بيضها. يأخذ الذكر الأنثى في وضعية ترادفية من خلال الإمساك بها من مؤخرة رأسها بقوابض توجد في الجزء الأخير من البطن. يوجد العضو التناسلي الأساسي للذكر أيضًا في الجزء الأخير من البطن، ولكن العضو التناسلي الثانوي يوجد في المنطقة البطنية من الصدر. يقذف الذكر المني في التجويف التناسلي الثانوي قبل أن يمسك بالأنثى، التي تتمدَّد أسفل بطنه لتلامس العضو التناسلي الثانوي للذكر في الوضع الذي يُطلق عليه وضع العجلة (شكل ٥-٥). عندئذٍ يستعين الذكر بعضوه التناسلي الثانوي ليزيل الحيوانات المنوية الخاصة بأي ذكر سابق. ومن أجل تيسير هذه العملية، يكون «القضيب» مزودًا بأشواك موجَّهة ناحية الخلف تحاصر المني وتخرجه من الجهاز التناسلي للأنثى. ولا يقذف الذكر منيَّه إلا بعد إزالة مني المنافس. ويسفر عن ذلك أبوَّة شبه كاملة للذكر للنسل الناتج. من خلال إزالة منيِّ المنافسين، يستطيع الذكر أن يتجنَّب فعليًّا تنافس المني. بالطبع، تتمثل المشكلة في أنه بمجرد الانتهاء من عملية التزاوج يُواجِه الذكر خطورة أن يُستبدل بمنيِّه منيُّ ذكر آخر قد يضاجع الأنثى قبل أن تضع نسلها. ويحاول الذكور حل هذه المشكلة من خلال البقاء على مقربة من الأنثى بعد التزاوج، وهو سلوك يُطلَق عليه حراسة شريك التزاوج.

وتُعد حراسة شريك التزاوج ملمحًا بارزًا لسلوكيات التزاوج لدى الحيوانات. ففي حشرات الرعاشة الصغيرة، بعد أن تُحرِّر الأنثى عضوها التناسُلي، يحافظ الذكر على

(أ)

تشتهر حشرة الرعاشة الصغيرة (مقترنات الأجنحة) بقدرة الذكر على إزالة المني من عضو تخزين المني لدى الأنثى قبل أن يقذف منيه. وأثناء التزاوج (أ) يستعين الذكر بعضوه التناسلي الثانوي (ب) ليحاصر مني الذكور المنافسة ويخرجه. وبهذه الطريقة، يستطيع الذكر المشارك في عملية التزاوج أن يحتكر أبوة النسل.



(ب)

العضو التناسلي الثانوي لدى ذكر الرعاشة الصغيرة.

شكل ٥-٥

إمساكه بها ويطير معها في وضعية ترادفية إلى مناطق النباتات المائية حيث تضع الأنثى بيضها. ولا يُطلق سراح الأنثى إلا بعد أن تضع حضنة البيض كاملة. وفي أنواع كثيرة من الحشرات، تتم إطالة العملية الجنسية إلى ما بعد قذف الحيوانات المنوية، وهذا لمنع الذكور المنافسة من التزاوج بالأنثى. وهذه الحراسة لشريك التزاوج تستمر أيامًا أو حتى أسابيع، رغم أن الحيوانات المنوية تُقذَف خلال الثواني أو الدقائق الأولى من العملية الجنسية. وفي الطيور، بمجرد أن تحدث الإباضة، يكون البيض متاحًا للتخصيب لمدة ٤ إلى ٥ أيام قبل أن يُحاط بقشرته ويتم وضعه. وهناك فرصة سانحة، بدءًا من بضعة أيام قبل وضع البيضة الأولى وحتى وضع البيضة قبل الأخيرة، يمكن أن يسفر خلالها التلقيح عن تخصيب، وخلال هذه المدة تكون خطورة فُقدان الذكر أبوة النسل في أَوجِها. وخلال هذه المدة، تحتفظ ذكور الطيور عادةً بمنطقة نفوذ أكبر حول أعشاشها، وتزيد من تَكرار العملية الجنسية مع شريكة التزاوج، وتشارك بمعدلات أكبر في نشاط التغريد لطرد المنافسين، وتبقى عمومًا على مقربةٍ من شريكة التزاوج إلى أن تضع البيضة الأخيرة.

تشير دراسات علم النفس البشري إلى أن حراسة شريك التزاوج ربما تُفلح أيضًا في الجنس البشري لزيادة احتمالية التمتُّع بالأبوة. ويبدو أن استخدام «أكواخ الحيض» عند شعب الدوجون في مالي يتيح للرجال مراقبة دورات الخصوبة لدى شريكات الحياة وتقليل مخاطر الخيانة الزوجية بدرجة كبيرة. وبصفة أعم، ذهب اختصاصي علم النفس التطوري ديفيد بوس إلى أن لجوء الرجال إلى سلوكيات مثل السيطرة على أنشطة النساء أو التصرف بعدوانية تجاه الأصدقاء الرجال لشريكات الحياة أو غيرها من السلوكيات التي تندرج عمومًا تحت الغيرة الجنسية، تؤدي نفس دور حراسة شريكة التزاوج. ولا شك أن هذه السلوكيات الذكورية تبدو واسعة الانتشار؛ إذ سُجل وجودها في ٨٤٩ مجتمعًا من المجتمعات البشرية باستثناء أربعة مجتمعات فقط.

وبالرغم من الفوائد الواضحة لحراسة شريكة التزاوج في تجنب تنافس المني، يمكن أن تكبد هذه الحراسة الذكر تكاليف باهظة أيضًا. فبينما يحرس الذكر الشريكة الحالية، يعجز عن البحث عن المزيد من الإناث أو الدفاع عن مناطق نفوذه. ففي الطيور، يمكن أن يفقد الذكر الكثير من وزنه أثناء فترة وضع البيض. وحينئذٍ سيكون من المفيد للذكر أن يعدل أنشطة حراسة شريكة التزاوج بناءً على نسبة الخطورة المباشرة الخاصة بتنافس المني. والواقع أن حراسة الذكر لشريكة التزاوج عند الطيور تكون على أشدها في الأيام السابقة على وضع البيض. أمَّا بين الحشرات التي تمارس عمليات حراسة شريكة التزاوج

بعد إجراء العملية الجنسية، فتعتمد مدة امتداد العملية الجنسية على نسبة الجنس المحلية أو نسبة الإناث إلى الذكور. ومن ثم، عندما تكون أعداد الذكور قليلة وأعداد الإناث وفيرة، ينهي الذكر على الفور ارتباطات التزاوج بمجرد أن يُطلق حيواناته المنوية. ولكن عندما تكون أعداد الإناث قليلة وأعداد الذكور وفيرة، تمتد فترة حراسة شريكة التزاوج ساعاتٍ أو أيامًا بعد التخصيب. وفي بعض الأنواع، طوَّر الذكور طرقًا لمنع الذكور المنافسة من ممارسة العملية الجنسية دون البقاء مع شريكات التزاوج. لذا في الكثير من الحشرات والزواحف والثدييات، يضع الذكور سدادات عائقة لحدوث التزاوج في الجهاز التناسلي للأنثى، وهي عبارة عن مواد لزجة تؤدي دورًا شبيهًا بسدادة الحوض. يمكن لهذه المواد أن تُعيق المنافسين عن الوصول إلى الجهاز التناسلي للأنثى. يفرز ذكر فراشة الهِلْكُونِيُوس أو الفراشة الطويلة الأجنحة مركبات كيميائية تجعل الأنثى منفرةً بالنسبة إلى المنافسين الآخرين، بينما في مجموعة متنوعة من الحشرات تفرز الذكور مركبات في السائل المنوي يؤثر على فسيولوجيا الأنثى بحيث تجعلها غير مُستجيبة لمحاولات التزاوج من جانب الذكور التالية. وفي أنواع كثيرة مثل ذباب الفاكهة والجندب النطاط الأمريكي، قد يكون مفعول هذه المركبات المثبطة لاستقبال السائل المنوي قصير الأجل، بينما في أنواع أخرى يمكن أن يكون لها آثار دائمة على سلوك الأنثى، مما يسفر عن أحادية التزاوج مدى الحياة.

الانتقاء الخفي من جانب الإناث

لا تتيح الإناث التي تتناسل مع أكثر من ذكر واحد فرصة لتنافس المني فحسب؛ وإنما قد تستفيد أيضًا من وجود حيوانات منوية من العديد من شركاء التزاوج داخل أجهزتها التناسلية. ناقشنا في الفصل الثالث ما يُسمَّى بنموذج «الأبناء الذكور المثيرون جنسيًّا» ونموذج «الجينات الجيدة» لتطور تفضيلات الإناث في سياق الانتخاب الجنسي السابق على عملية التزاوج الذي يؤثر على مظاهر الزينة لدى الذكور. وامتدت هذه المفاهيم لتشتمل نطاق ما بعد التزاوج لتفسر تطور تعدُّدية التزاوج. ووفق الفرضية المسماة بـ «الأبناء الذكور المثيرين جنسيًّا»، تستفيد الإناث من تعدُّد شركاء التزاوج؛ لأن السمات التي تجعل الذكور تحقق النجاح في تنافس المني قابلة للتوريث. لذا فمن خلال التزاوج مع عدة ذكور، تستطيع الإناث إنجاب أبناءٍ يتفوقون في تنافس المني لأن الأبناء ببساطة يرثون قدرات آبائهم في الفوز في معركة الإخصاب. وتمتدُّ هذه الفكرة إلى فرضية «النُّطَف الجيدة»،

التي يُفترض بموجبها أن نجاح التخصيب التنافسي مرتبط جينيًّا بالصحة العامة للفرد وقابليته للبقاء. والذكور التي تنجح في تنافس المني لا تُنجب أبناءً يرثون هذا النجاح في تنافس المني فحسب؛ وإنما تُنجب أيضًا ذرية من الأبناء والبنات تتمتع بصحة عامة أوفر وقابلية أفضل للبقاء. على سبيل المثال، في حالة الدصيوريات أو الأنتكينوس، رأينا كيف أن مبالغة الإناث في التزاوج بعدة ذكور يؤدي إلى إنفاق الذكور موارد الجسم على إنتاج الحيوانات المنوية إلى حدٍّ قاتل. ففي الدصيوريات البُنية (الفأر الجرابي البني)، يمكن أن تكتسب الإناث مزايا هامة للكفاءة من خلال تشجيع هذا التنافس الشديد للمني؛ لأن الذكور التي تظفر بالأبوة تُنجب ذرية أكثر قابلية للبقاء على الحياة حتى الفطام بثلاث مرات. لذا فمن خلال تشجيع تنافس المني، يمكن للإناث أن تجنيَ مزايا جينية لذُريتها مثلما يحدث في انتقاء الإناث للذكور قبل التزاوج بناءً على مظاهر الزينة لدى الذكور.

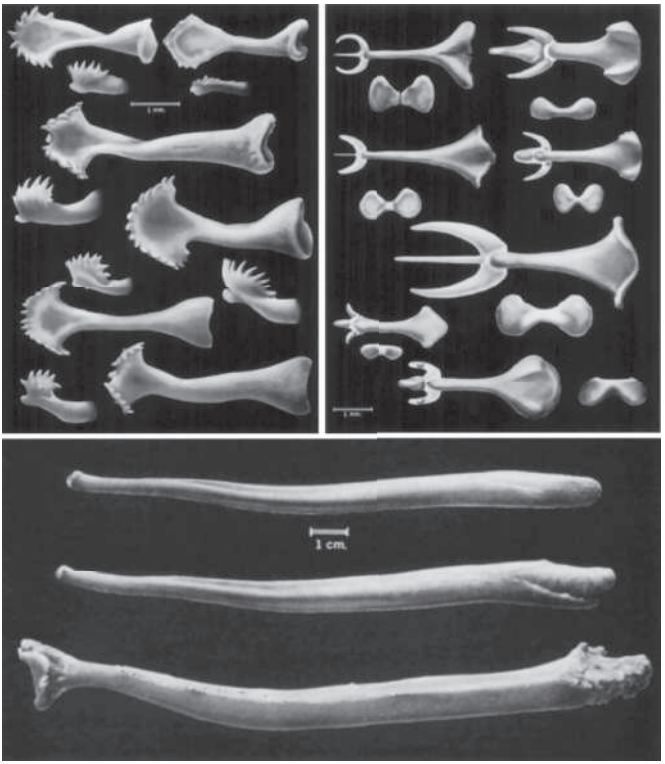
تستطيع الإناث أن تلعب دورًا أنشط وأكثر فاعلية في تحديد نتيجة تنافس المني. ففي النهاية، تكون الكلمة الأخيرة للأنثى بخصوص من يُخصب بويضاتها، وقد أبرز عالِم الأحياء ويليام إيبرهارد أكثر من ٢٠ آلية مختلفة قد تقوم من خلالها الإناث بذلك. على سبيل المثال، يمكن للإناث اختيار قَبول الحيوانات المنوية وتخزينها ورعايتها واستغلالها بناءً على الخصائص المميزة للآباء المحتمَلين. ويمكن أن تُحدد عدد البويضات التي تُطلقها وتخصبها، أو قدر الموارد التي تُقدمها لهذه البويضات أو الذرية الناتجة بناءً على الخصائص المميزة للآباء. وكل آلية من آليات ما يُسمى بالانتقاء الخفي من جانب الإناث يمكن أن تفرض انتخاب سمات الذكر التي تجدها الأنثى جذَّابة أو تُقدِّم أكبر عوائد تناسُلية على ما تستثمره من موارد، أو كِلا الأمرين معًا. ومن المُهم أن نلاحظ أن هذا «الانتقاء» لا يحدث بطريقة واعية على الإطلاق؛ بمعنى أن إناث أي نوع، سواء الحشرات أو غير ذلك من الكائنات، لا يمكن أن تمارس سيطرة واعية على آلية عمل أعضائها التناسلية. ولكن إذا فُضلت بعض الحيوانات المنوية على الأخرى، لن تكون النتيجة مختلفةً عمَّا لو كانت قادرةً على السيطرة الواعية.

في بعض الحالات، قد تكون السمات الخاضعة للانتقاء الخفي من جانب الإناث هي نفسها السمات الخاضعة للانتقاء في فترة ما قبل التزاوج. ولقد رأينا في الفصل الثالث كيف تُفضل أنثى سمكة الجوبي الذكور ذات اللون البرتقالي الأكثر زهاء، ما يعني أنه كلما زاد اللون البرتقالي، لا بدَّ أن يميل الذكر لإنجاب مزيدٍ من النسل. وباستخدام مُعالَجات تجريبية لإدراك الأنثى للون الذكر، أوضح أندريا بيلاسترو وزملاؤه أن إناث الجوبي أكثر

قابلية للاحتفاظ بالحيوانات المنوية عند الالتقاء بالذكور ذات الألوان الأزهى، مع أن هذه الذكور لم تَكُن الذكور التي شاركت في عملية التزاوج الفعلي. علاوة على ذلك، حتى في التفاعلات بين الذكور والإناث التي يحدث فيها تلقيح صناعي، فإن الحيوانات المنوية الخاصة بالذكور الأكثر تلونًا بالبرتقالي أكثر قابلية للظفر بأبوة النسل. ولهذا السبب، تكتسب ذكور سمكة الجوبي اللون البرتقالي بسبب انتخاب ما قبل التزاوج وبعده على حدٍّ سواء.

عادة ما تكون السمات الجنسية الثانوية للذكور متباينةً ومتشعبةً للغاية بين أنواع الحيوانات، وهو نمط منسوب للانتخاب الجنسي وناقشناه بالتفصيل في الفصل الثالث. وتُظهر الأعضاء التناسُلية في الحيوانات نفس هذا النمط من التطور التباعُدي أو التشعبي، وأيد ويليام إيبرهارد الفكرة القائلة إن الانتخاب الجنسي عبر الانتقاء الخفي للإناث هو المسئول عن تطور العضو التناسُلي لدى الذكور (شكل ٥-٦). وعلى وجه التحديد، ليست الأعضاء التناسُلية في حدِّ ذاتها هي التي تُظهر أنماط التطور التباعدي، وإنما أي عضو يُلامس الأنثى ملامسة حميمية أثناء العملية الجنسية. على سبيل المثال، الأعضاء التي يتم إدخالها في الأنثى، مثل العضو التناسلي الثانوي لذكور الرعاشة الصغيرة التي ناقشناها آنفًا، من شأنها أن تؤهل الذكر جنسيًّا، كما هو الحال مع القوابض الشرجية التي تمسك بالإناث أثناء التزاوج. وقد كان جوناثان واج أول من اكتشف أن قضيب ذكر الرعاشة الصغيرة يؤدي الدور المزدوج لإزالة الحيوانات المنوية وقذفها كما ناقشنا آنفًا، ونسب تطوُّره إلى الانتخاب بناءً على تنافس المني. غير أننا نعرف الآن أن الانتقاء الخفي من جانب الإناث يلعب دورًا أيضًا؛ لأن استثارة القضيب للجهاز التناسلي للأنثى هو الذي يؤدي إلى تحرير الحيوانات المنوية من عضو التخزين لدى الأنثى ومن ثَم يمكن إزالتها. وهكذا، ذهب إيبرهارد إلى أن استثارة الأنثى خلال العملية الجنسية، أو ما يُطلق عليه التودُّد الجنسي، تعمل كآلية انتخاب قائمة على الانتقاء الخفي من جانب الأنثى تحفز تطور الشكل الخارجي للعضو التناسُلي الذكري.

تبدو الفكرة القائلة إن الانتخاب الجنسي من الممكن أن يؤثر على تطور الأعضاء التناسلية لدى الحيوانات، فكرة منطقية، ولكن أين الدليل؟ يأتي الدعم لهذه الفكرة إلى حدٍّ كبير من الدراسات التي أُجريت على الحشرات؛ ربما لأن هذه المجموعة تظهر بالفعل قدرًا مذهلًا من التفاوت في حجم العضو الجنسي وشكله. واتضح أن ذلك التفاوت ليس عشوائيًّا؛ وإنما تفاوت يمكن أن يُنذر بتفاوت أيضًا في نجاح التلقيح والتخصيب؛ من ثم



شكل ٥-٦: عَظْمة القَضيبِ في الثدييات أو الجُذَيْل أكثر العظام التي تظهر تنويعًا في الشكل في جسم الثدييات. ويُعتقد أن الانتخاب الجنسي لعِب دورًا كبيرًا في هذا التنويع. في الجزء العلوي ناحية اليسار، تتمتع عظمة قضيب فصيلة المرموطاوية أو سناجب الأرض (نوع هوقل) بأطراف قِصي شبيهة بالملعقة مع بروزات شبيهة بالأسنان تنتأ من حشفة القضيب؛ وفي الجزء العلوي ناحية اليمين، عظمة قضيب فئران الأرز (نوع جرذ الأرز) وفئران الحقل (نوع عكبر)؛ وبالأسفل تظهر عظمة القضيب لنوعين من الدببة (الدبيَّات) وبالأعلى عظمة قضيب أسد البحر (أسد البحر الكاليفورني).

وُجِد أن أنواع الحشرات الخاضعة لانتخابٍ جنسي أقوى لدَيها أعضاء جنسية ذات أشكال أكثر تعقيدًا.

ويأتي المزيد من الأدلة على أن الانتخاب الجنسي يمكن أن يحفز تطور الأعضاء التناسلية الذكرية من دراسات قائمة على التطور التجريبي؛ أي تعريض الحيوانات

المختبرية إلى ظروف تحاكي الانتخاب الطبيعي أو الانتخاب الجنسي. وقد أظهرت مجموعات من الحشرات والفئران المنزلية الخاضعة للتطوُّر في ظل الانتخاب الجنسي، يتنافس فيها الأفراد على شركاء التزاوج، أو يخضع لأحادية تزاوج جبرية، تباينًا في شكل الأعضاء التناسلية الذكرية. ولكن ماذا عن الإناث؟ ينبغي أن نتوقع أيضًا رؤية أنماطٍ مشابهة لتباين الأعضاء التناسلية الأنثوية؛ لأن هذه الأعضاء تمارس الانتقاء الخفي على الذكور. وقد سجلت الدراسات القليلة التي أُجريت على التراكيب التناسلية الأنثوية أنماطًا لافتة للنظر للتبايُن القائم على التطور المشترك بين السمات التناسلية الذكرية والأنثوية، في حيوانات تنوَّعت ما بين الخنافس والأسماك والبط، وهو ما يتماشى مع فكرة أن شكل العضو التناسُلي يخضع للانتقاء الخفي من جانب الإناث. ويبدو أن الأعضاء التناسُلية الذكرية تتطوَّر بنمطٍ مشابه لتطور الأسلحة ومظاهر الزينة الخاضعة للانتخاب الجنسي في فترة ما قبل التزاوج، مما يُصعِّب التفرقة بين السمات الجنسية الأساسية والثانوية.

لا نظن عمومًا أن ذكور الطيور لها قضيب، والواقع أن معظم الطيور لا تمتلك قضيبًا بالفعل. غير أن البط يُعَد استثناءً لهذه القاعدة. فبط البحيرة الأرجنتيني يمتلك قضيبًا يعادل طول جسده تقريبًا، أي نحو نصف متر ويُشبه في شكله نازعة السدادات الفلينية. ويختلف طول قضيب البط باختلاف الأنواع، والأهم من ذلك أنه يتباين بالترافق مع شكل الجهاز التناسلي الأنثوي كما هو متوقع إذا كان الانتقاء الخفي من جانب الإناث يمارس الانتخاب على تطوُّر الأعضاء التناسلية لدى الذكور. غير أن الجهاز التناسلي للأنثى معقَّد على نحوٍ لافت للنظر؛ إذ يحتوي على حويصلات غير نافذة وأنابيب ملتفَّة مع اتجاه عقارب الساعة. ومن المثير للاهتمام أن الجهاز التناسلي الأنثوي يلتفُّ في الاتجاه المعاكس للقضيب، مما يجعل من الصعب إجبار الأنثى على العملية الجنسية من جانب الذكر. وتشير هذه النتائج إلى أن التطور المشترك للسمات التناسلية الذكرية والأنثوية بين أنواع البط قائم على الصراع الجنسي، وهو الموضوع الذي سنناقشه في الفصل السادس.

الفصل السادس

الصراع الجنسي

يُكوِّن البط البري روابط زوجية أحادية في فصل الربيع، وتختار الأنثى شريكها من بين الذكور المتاحة للتزاوج بناءً على مظاهر الزينة المتمثلة في اصفرار المنقار ولمعان الريش. ويبدو أن هذه السمات الجنسية الثانوية تنقُل معلوماتٍ إلى الإناث بشأن جودة شريك التزاوج، بما في ذلك القدرة على مقاومة الأمراض ودرجة الخصوبة. وهكذا يوفر الانتقاء من جانب الأنثى في هذا النوع من البط مزايا مباشرة للأنثى، وربما مزايا غير مباشرة أيضًا، فيما يتعلق بالذرية التي تنجبها فيما بعد (الفصل الثالث). بمجرد أن تختار الأنثى ذكرًا، فإنها تقاوم محاولات الذكور الأخرى للتزاوج معها. غير أن الذكور كثيرًا ما تحاول إجبار الإناث على العملية الجنسية (شكل ٦-١). والعمليات الجنسية القسرية تكلف الإناث الكثير؛ ليس فقط لأنها قد تُسفر عن ذرية ينجبها ذكور غير مفضلة ذات جودة متدنية، وتُحرم الأنثى من انتقاء شريك التزاوج، ولكن أيضًا لأنها قد تتسبب في ضرر مادي أو انتقال أمراض معدية. ولا غروَ أن الإناث تقاوم بشدة العمليات الجنسية القسرية. ولكن حتى العمليات الجنسية القسرية قد تزيد من كفاءة الذكر. ويقدم البط البري مثالًا واضحًا على تضارب المصالح بين الذكور والإناث بخصوص التزاوج. ففي حين أن المصالح التناسُلية للذكر تتحقَّق من خلال التناسل مع أكبر عدد ممكن من الإناث، فإن مصالح الأنثى تتحقق عادةً من خلال التناسُل مع أفضل الذكور المتاحة فقط.

يتمتع ذكر البط البري، مثل غيره من أنواع البط الأخرى، بقضيب طويل يحقق انتصابًا سريعًا للغاية. ويمكن أن ينتصب قضيب البط الموسكوفي خلال ٠,٣٦ ثانية، محققًا سرعة قصوى مذهلة مقدارها ١,٦ متر في الثانية-١. ويبدو أن هذا العضو الاستثنائي هو أحد أوجه التكيف لدى ذكور البط من أجل العملية الجنسية القسرية. في المقابل، يبدو أن تكاليف العملية الجنسية القسرية بالنسبة إلى الأنثى تدعم تطور جهاز

شكل ٦-١: مجموعة من ذكور البط البري تجبر إحدى الإناث على عملية التزاوج، من خلال دفعها تحت سطح الماء ما يعرضها لخطر الغرق بنسبة كبيرة.

تناسلي يقاوم هذه العملية. وكما ناقشنا في الفصل الخامس، تُعَد بنية الجهاز التناسلي في البط ساحة القتال للصراع التطوري.

كثيرًا ما يتندَّر الناس على المعركة بين الجنسَين، أو يتحسَّرون على غياب التفاهم بين الرجال والنساء. فهل لفكرة الخلاف بين الذكور والإناث أي أساسٍ في علم الأحياء؟ الإجابة على هذا السؤال هي نعم ولا. تختلف المصالح التناسُلية للذكور والإناث على نحوٍ شبه دائم، بشأن التزاوج من عدمه وعدد المرات، أو توقيت إنجاب الذرية وعددها، أو قدر الاستثمار في رعاية الصغار مثلًا. وفي حال تعارض المصالح التناسُلية للذكور والإناث، فإن الانتخاب المتعارض لتحقيق النتيجة المفضلة لدى الذكور والإناث سيُسفر عن انتخابٍ مضاد من الناحية الجنسية. وينعكس هذا الصراع الجنسي في الاختلافات بين الجنسين في المظهر الخارجي والسلوك أثناء تطور كل جنسٍ لاكتساب الأفضلية في «سباق التسلح» الخاص بالكفاءة أو الصلاحية. وفي هذا الفصل، سنستكشف العواقب التطورية لسباقات التسلح هذه في سياق الانتخاب الجنسي عند حدوثه قبل التزاوج وبعده على حدٍّ سواء.

الانتخاب الجنسي العكسي

تقترح نظرية الانتخاب الجنسي التقليدية أن الإناث تفضل الذكور الأكثر تزيُّنًا لأن المزايا المادية أو الجينية التي تشير إليها مظاهر الزينة هذه تعني أن ذرية الإناث الصعبة الإرضاء تكون أفضل من ذرية الإناث الأقل انتقائية. وهذا بدوره يؤدي إلى انتخاب التفضيلات الأقوى. ولكن من أين تأتي السمات الجنسية الثانوية لدى الذكر من الأساس؟ تدور أحد الأصول المحتملة لمثل هذه السمات التي ناقشناها في الفصل الثالث حول فكرة أن حواس الأنثى ربما تكيفت مسبقًا لتحابي السمات الجديدة لدى الذكر في سياق جنسي. على سبيل المثال، لنفترض أن الإناث تجيد رؤية اللون الأحمر؛ لأنها عادةً ما تتغذى على أطعمة حمراء اللون والانتخاب دعم القدرة على التقاط أفضل ثمار التوت. إن الذكر الذي لدَيه بقعة حمراء على صدره سيكون بارزًا بالنسبة إلى الإناث مقارنةً بالذكور ذات البقعة الزرقاء أو الخضراء، وهو ما يعطيه — إلى جانب مظهر الزينة هذا — الأفضلية في الانتخاب بسبب اللون الأحمر. يزداد الذكور حمرةً على مدى الزمن التطوري، بل وربما يمكن أن يصير اللون الأحمر دلالةً على تمتع الذكر بالصحة العامة والنشاط والحيوية (الفصل الثالث).

شكل ٦-٢: الانتخاب الجنسي العكسي. دورات التطور المشترك للمقاومة المتزايدة لسمات تزيد كفاءة الذكر على حساب كفاءة الأنثى. قد تتمثل مثل هذه السمات في مظاهر الزينة التي تحث الإناث على التزاوج بوتيرة لا تتوافق مع تحقيق الاستفادة لها؛ أو سمات تناسُلية أو مرتبطة بقذف المني تؤثر على نجاح الإخصاب لدى الذكور بينما تُقلل عمر الأنثى أو كلا النوعَين من السمات معًا.

غير أنه في الوقت نفسه ربما يسفر هذا الاستغلال الحسي من جانب الذكور عن تزاوج الإناث في فترات ينبغي فيها أن تبحث الأنثى عن الطعام، ما يُقلل من قدرتها على جمع الفاكهة، أو قد يسفر عن التزاوج بوتيرة أعلى بما لا يتناسب مع نجاحها التناسُلي. حينئذٍ ربما تدعم التكاليف المرتبطة باستجابة الأنثى حيال لون الذكر الأحمر في سياق جنسي انخفاضًا في العتبة الحسية للإناث تجاه اللون الأحمر. وتطوُّر الإناث بالأساس مقاومة لهذه السمة الجنسية الذكورية، مما يؤدي إلى استعادة سلوكياتها إلى مستواها الأمثل. في المقابل، سيؤدي الانتخاب إلى زيادة شدة اللون الأحمر لدى الذكور ليتوافق مع انخفاض العتبة الحسية لدى الإناث، مما يُولد دورات انتخاب عكسي لمقاومة الإناث ومثابرة الذكور (شكل ٦-٢). وقد يصل الأمر إلى نقطة يُقابَل فيها أي انخفاضات أخرى في العتبة الحسية لدى الإناث للون الأحمر بانتخاب طبيعي يعمل ضد الإناث التي لم تَعُد قادرةً على البحث عن ثمار الفاكهة. وتُسمى هذه العملية الانتخاب الجنسي العكسي. ويختلف هذا عن النماذج الأخرى لتطور انتقاء شريك التزاوج التي ناقشناها؛ لأن في هذا السيناريو العكسي، يتراجع تفضيل الأنثى للسمة التي يتمتع بها الذكر بدلًا من أن تتزايد؛ وهذا لأن تكاليف التزاوج غالبًا ما تكون غير مثالية بالنسبة إلى الإناث. ولكن يظل متوقعًا أن يؤثر الانتخاب على الذكور التي تتمتَّع بالسمات التي تُعتبَر الأفضل من منظور الإناث، علمًا بأن أوضح هذه السمات هي تلك التي تكون عُرضةً بالفعل للانتخاب الطبيعي القوي في الإناث، مثل تلك السمات الخاصة بتجنُّب الحيوانات المفترسة أو جمع والتقاط الثمار.

على سبيل المثال، يُعَد الخفاش أحد المفترسات الرئيسة لحشرات العُثَّة، ويحدد موقع فريسته من خلال رصد الصدى بالموجات فوق الصوتية. بدورها، طورت الكثير من أنواع العُثَث آليات سمع تتوافق مع ترددات الموجات فوق الصوتية الخاصة بالخفافيش التي تستخدم الرصد بالصدى. وعندما تسمع العُثَّة نداء الخفاش، تتجمَّد على الفور في مكانها، وتهبط من السماء لتتجنب الافتراس. تُصدِر ذكور أنواع عديدة من العُثَث، مثل سوسة الحنطة الآسيوية، نداءاتِ مغازلةٍ وتودُّد تتألف من أصواتٍ عالية التردُّد لها نفس وقع نداءات الخفاش فوق الصوتية، وما إن تسمع الأنثى نداء مغازلة الذكر حتى تتجمَّد في مكانها على الفور، وهو ما يتيح للذكر أن يتناسل معها. ولا تستطيع أنثى سوسة الحنطة الآسيوية أن تميز بين نداءات الخفاش ونداءات المغازلة التي يُصدرها الذكر، وتستجيب بطريقةٍ مماثلة لكليهما، مما يوحي بأن النداءات الجنسية للذكر قد نشأت لاستغلال

الجهاز السمعي المنتخب طبيعيًّا لدى الأنثى. وهذا النوع من الاستغلال الحسِّي لا يقتصر على العُثَث وحدَها؛ وإنما رُصد مؤخرًا في بعض أنواع الصراصير أيضًا.

رأينا في الفصل الثالث كيف أن ذكر عُث الماء يستغل الاستجابات الافتراسية لدى الإناث أثناء فترة المغازلة لتيسير التزاوج. وفي إحدى مجموعات أسماك المياه العذبة الاستوائية، وهي أسماك التترا أو الكراسين، طورت عدة أنواع، على نحوٍ مستقل، سماتٍ جنسية ثانوية ذكورية تؤدي وظيفة «الطُّعم» لاجتذاب الإناث. ويتألف هذا «الطُّعم» من امتداداتٍ للغطاء الخيشومي أو حراشيف مُعدلة على الجانبين ترتعش وتهتز أمام الأنثى التي بدورها تلاحِقها وتنهشها كما لو أنها فريسة. وبمجرد أن يتعرض الذكر إلى «العض» يندفع نحو الأنثى، ويُطلِق الحيوانات المنوية في فتحتها التناسلية. وتقدم هذه الأمثلة دليلًا قاطعًا على السمات الجنسية الثانوية للذكر الناشئة من استغلال حسِّي.

يلتقي ذكر الذباب الراقص، وهي حشرات تتراوح أحجامها من صغير إلى متوسط تفترس المفصليات الأخرى، بالإناث في أسراب التزاوج. تدخل الذكور إلى أحد الأسراب محملةً بفريسة، تُقدَّم إلى الأنثى لتتناولها أثناء الجماع. وفي بعض أنواع الذباب الراقص، تتمتع الإناث بسماتٍ جنسية ثانوية مفرطة على هيئة حراشف ممتدة في الأرجل وأجزاء قابلة للانتفاخ من البطن تضخم شكل حجمها الخارجي. إذَن، لماذا يُعكَس النمط المعتاد؟ أحد تفسيرات ذلك أن الإناث تستغل الجهاز البصري للذكور الباحثة عن شريكة تزاوج لتحصل على الهدايا الغذائية التي تُقدِّمها الذكور، وهو ما قد يجبر الذكور على تخصيص موارد التزاوج الخاصة بها على نحوٍ دون الأمثل. ولكن على الأقل في نوع واحد من أنواع الذباب الراقص، تضع الإناث التي تتمتَّع بمظاهر زينة أكبر حجمًا المزيد من البيض، ومن ثم فإن تفضيل الذكور للإناث التي تحظى بمظاهر زينة أكثر مبالغةً يساعدها أيضًا بطريقة أكثر مباشرة.

من الصعوبة بمكانٍ تحديد ما إذا كانت التفضيلات قد تطورت نظرًا لفوائدها للإناث أم تطورت بسبب الصراع الجنسي. وإحدى الطرق للتمييز بين البدائل، من الناحية النظرية على الأقل، هي دراسة اقتصاديات التزاوج. ينشأ الانتخاب المضاد جنسيًّا، والصراع الجنسي بالتبعية، بسبب التكاليف المرتبطة بالتناسل مع ذكور جذَّابة، في حين تعتمد عمليات الانتخاب الجنسي الأخرى على المزايا التي تعود على الإناث من التناسُل مع ذكور جذَّابة. في الواقع، إن محاولة التمييز بين آليات التطور المشترك هي على الأرجح محاولة عبثية غير مجدية؛ لأن من غير المحتمَل أن تمضيَ إحداها قُدمًا في مَعزِل عن الآليات الأخرى. سيكون

هناك دائمًا درجة من الصراع الجنسي بين الذكور والإناث، حتى في نظام يُهيمن عليه انتقاء الأنثى للذكر الذي يقدِّم للإناث موارد مادية أو جينات جيدة؛ لأن بعض الذكور سيتعرض للرفض أثناء عملية التزاوج، وهو ما يتعارض مع مصالحها المتعلقة بالكفاءة. ولكن في بعض الحالات أثبت الصراع الجنسي بكل وضوح أنه أسهَم في تطوُّر السمات التناسُلية للذكر والأنثى.

الصراع على التزاوج

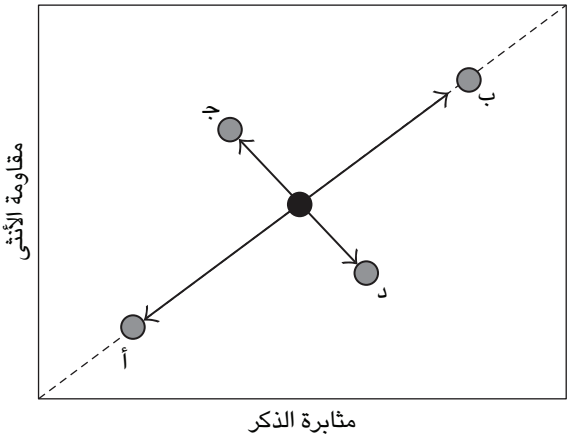
بَق الماء المتزحلق أو متزلجات المياه هي حشرات شِبه مائية يمكن العثور عليها تنزلق فوق أسطح البرك والجداول المائية حيث تبحث عن فريسة من اللافقاريات لتقتات عليها. وعلى عكس الكثير من الحيوانات، ليس لدى المتزلجات طقوس تودُّد ومغازلة، ولا تتمتع هذه الحشرات بسماتٍ جنسية ثانوية مرتبطة بالتزاوج. بدلًا من ذلك، تطارد الذكور الإناث ببساطة وتمسك بها عند مواجهتها، وتحاول التزاوج معها. تفر الإناث من الذكور وإذا تم الإمساك بها تقاوم المضاجعة الجنسية. ويتبع ذلك صراعات حادة، ينقلب خلالها الزوجان ويتشقلبان بينما تحاول الأنثى إزاحة الذكر غير المرغوب فيه الذي يتودَّد إليها بعيدًا عنها.

تعتبر المتزلجات من المجموعات التي يُفهم تمامًا من خلالها اقتصاديات التزاوج؛ بعبارة أخرى تكاليفه وفوائده لكل طرَف من طرفَي العَلاقة. وأثناء التزاوج وفترة حراسة شريكة التزاوج التي تليه (الفصل الخامس)، يجب على الأنثى أن تحمل الذكر على ظهرها، وهو ما يُمثِّل حملًا ثقيلًا على كاهلها؛ لأنه يزيد فعليًّا من الطاقة التي تستهلكها من أجل التحرك على سطح الماء ويقلل من كفاءتها في البحث عن الطعام على حدٍّ سواء. علاوة على ذلك، تكون الإناث عرضةً أكثر لخطر الرصد والافتراس من قبل حيوان مفترس أثناء فترة التزاوج وحراسة شريكة التزاوج. غير أن مقاومة العملية الجنسية لا تخلو من تكلفة أيضًا؛ إذ تزيد صراعات التزاوج من استهلاك الطاقة والتعرض للافتراس. وتحاول أنثى المتزلجات الموازنة بين هذا وذاك لتُقلل هذه التكاليف إلى أقصى حدٍّ ممكن، وتظهر الدراسات أنها تكون أكثر استعدادًا للتزاوج عندما تتجاوز تكاليف المقاومة تكلفة التزاوج.

يستخدم ذكر الحشرات المتزلجة أعضاءه الجنسية القابضة عندما يحاول إجبار الإناث على التزاوج. غير أن للإناث أشواكًا على بطنها وهو ما يجعل الإمساك بها أمرًا

عسيرًا (شكل ٦-٣). وقد أوضح جوران أرنكفيست ولوك روو كيفية تطور هذه البنى في كلا الجنسين في ظل تعارض الضغوط الانتقائية في هذه المجموعة من الحشرات. ولكن مَن يفوز بالسباق، الذكور أم الإناث؟ يمكننا الإجابة عن هذا السؤال من خلال إلقاء نظرة على الشجرة التطوُّرية لهذه المجموعة، والتي لا تُبين لنا فقط أي الأنواع لها سلف مشترك حديث؛ بل تبين لنا أيضًا توقيت ظهور سمة معينة. وبين أنواع المتزلجات، لا تُوجَد عَلاقة بين درجة تسلُّح الذكر والأنثى وبين نتيجة الصراعات السابقة على التزاوج. فعند هذه النقطة، حيث يتكيف الذكر وتخضع الأنثى للتكيف المضاد، تحافظ الإناث على وتيرتها المثالية للتزاوج (شكل ٦-٣). ومع ذلك، تُنبئ الاختلافات في درجة التسلُّح النِّسبي لكلٍّ من الذكور والإناث داخل النوع بالنتيجة التي تَئول إليها الصراعات. ففي الأنواع التي تكون فيها الأعضاء التناسلية القابضة للذكر أضخم كثيرًا من البنى المقاومة لهذا القبض لدى الأنثى، تكون صراعات التزاوج أطول أمدًا وتكون الذكور أكثر عُرضة لتحقيق النجاح في عملية التزاوج. وعلى النقيض من ذلك، في الأنواع التي تكون فيها التراكيب المقاومة للقبض لدى الأنثى أضخم كثيرًا من الأعضاء القابضة للذكر، تكون صراعات التزاوج أقصر أمدًا ومن المستبعد أن تحقق الذكور نجاحًا في التزاوج (شكل ٦-٣). ويوضح لنا هذا المثال مدى صعوبة تعقب التطور المشترك المضاد من الناحية الجنسية؛ فإذا طوَّر أحد الجنسين تعديلًا، وطوَّر الجنس الآخر تعديلًا مضادًّا للتغلب عليه، ومن ثَمَّ لا نرى الدليل على وجود صراع إلَّا عندما يُحرز أحد الجنسين تقدمًا في سباق التسلح.

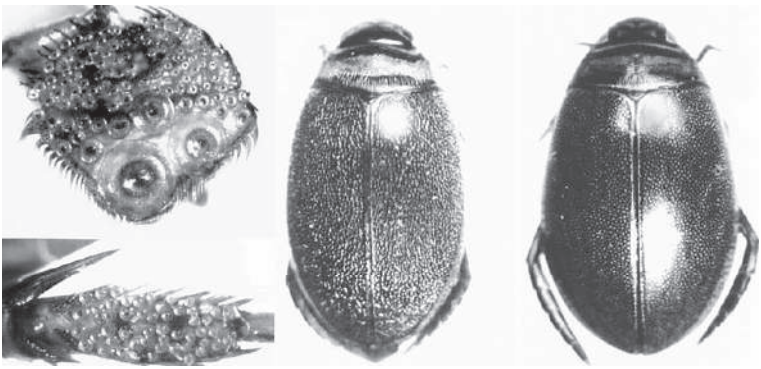
يمكننا أيضًا أن نرى أدلة على الصراع الجنسي إذا أمعنا النظر في التوقيت الذي نشأت فيه السمات الداخلة في صراعات التزاوج في التاريخ التطوري. ففي الخنافس الغواصة، تمتلك الذكور تجاويف ماصَّة على أرجلها الأمامية تُتيح لها الإمساك بإحكام بالسطح الظهري لأغمدة أجنحة الإناث. وقبضة الذكر قوية جدًّا لدرجة أنه يمكنه الإمساك بأربعة أضعاف وزن الأنثى. وتغوص الإناث عدَّة مرات عند الإمساك بها، لكي تتخلص من الذكور وتمنعها من التزاوج بها. وتختلف أشكال أجنحة الإناث داخل أنواع كثيرة من الخنافس الغواصة باختلاف المجموعات التي تنتمي إليها؛ إذ تكون إما أفضل أو أسوأ في ردع الذكور عند الالتصاق بها: فبعضها قد يحظى بأغمدة أجنحة ملساء، في حين يحظى البعض الآخر بأغمدة أجنحة حبيبية أو محززة أو خشنة تمنع الذكر من القبض عليها بإحكام (شكل ٦-٤). ومن بين مجموعات هذا النوع من الخنافس، وهي الخنفساء الغوَّاصة المتلألئة، يشيع أكثر وجود الإناث ذات الأجنحة المقاومة للالتصاق عندما تمتلك الذكور



شكل ٦-٣: لن يكون التطوُّر المشترك المضاد على الصعيد الجنسي واضحًا بسهولة عند رصد نتيجة التفاعلات بين الذكر والأنثى. فعندما يُتوقع زيادة مثابرة الذكر (ب) أو تراجع مقاومة الأنثى (أ) تظل نتيجة التفاعلات كما هي دون تغيير. ولكن يظهر العداء الجنسي عندما تحرز الإناث (جـ) أو الذكور (د) تقدمًا في سباق التسلح. ويمكن أن تحدث هذه الاختلالات على نحوٍ طبيعيٍّ كما هو ملاحظ في الحشرات المتزلجة على سطح الماء، أو يمكن تخليقها للتحقق من نظرية الصراع الجنسي.

داخل نفس المجموعة تجاويف ماصَّة أكبر عددًا وأفضل حالًا. ويشير هذا الارتباط إلى أن هذه المجموعات تتطور في ظل سباقِ تسلحٍ جنسي. وربما أكثر ما يثير الاهتمام أن أحد أصول هذه التجاويف الماصَّة لدى الذكور يظهر في شجرة العائلة التطورية للمجموعة، وقد تطوَّرت أنواع مختلفة لأغمدة الأجنحة المقاومة لدى الإناث على نحوٍ مُستقل خمس مرات منفصلة، حدث جميعها بعد تطوُّر التجاويف الماصة لدى الذكور. فسباق التسلح الجنسي المضاد، مثله مثل جميع سباقات التسلح، لا ينتهي أبدًا، ومن اللافت للنظر أنه في بعض أنواع الخنافس الغوَّاصة نشأت تكيُّفات مضادة في تركيب التجاويف الماصَّة لتتعامل بالذات مع الشكل الخارجي الخشن لدى الإناث.

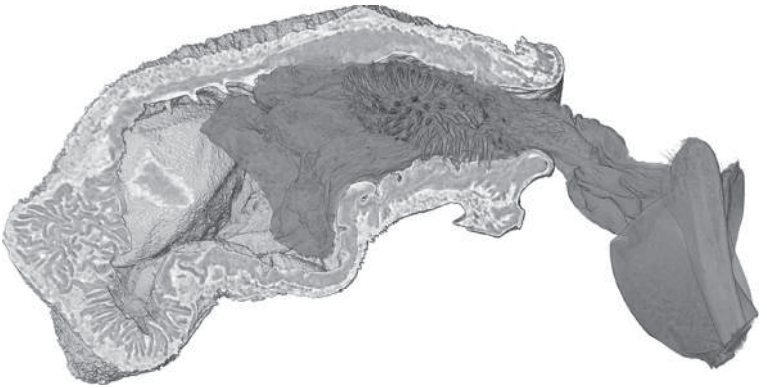
ربما يكون التلقيح الرضحي واحدًا من أكثر الأمثلة المتطرفة على الصراع الجنسي حول التزاوج. ففي حشرات بق الفراش وبق النباتات، بدلًا من أن تتصارع الذكور مع الأنثى حول التزاوج، يتحاشى الذكر الجهاز التناسلي الأنثوي ويستخدم جهازه التناسلي الأشبه بمحقن تحت الجلد ليطعن الأنثى في البطن ويقذف المني إلى داخل تجويف الجسم.



شكل ٦-٤: تجاويف ماصَّة على الجزء الأمامي (أعلى اليسار) والجزء الأوسط (أسفل اليسار) من رسغ الخنفساء الغواصة، أو «جرافوديروس زوناتوس فريسيفر»، تُستخدم للإمساك بالإناث في الفترة السابقة على التزاوج. تتمتع بعض الإناث بغمدٍ خشن (في المنتصف) مقارنة بغمد الأجنحة الملساء (يمينًا) التي تمنع الذكور من تأمين وضعية تزاوج.

وبالطبع، يُعتبر التلقيح الرضحي مُكلفًا جدًّا بالنسبة إلى الإناث؛ لأنه يزيد احتمالية انتقال الأمراض وتقليل فترة حياتها. وكما هو الحال مع الحشرات التي ناقشناها في هذا الفصل، ففي هاتين المجموعتين من الحشرات يمكننا أن نرى أدلة تطوُّرية على أوجه التكيف المضادة لدى الإناث لمقاومة الضرر الذي يتسبَّب فيه التلقيح الرضحي. وتتمتع إناث بعض الأنواع بتراكيب عند الموضع الذي يطعنها فيه الذكر تؤدي وظيفة استقبال العضو التناسلي الذكري وتُقلل درجة الضرر الواقع عليهن.

ثمة أمثلة معروفة أيضًا ولكنها أقل إثارةً على التلقيح الرضحي. فعلى سبيل المثال، في سوسة الباقِلاء من جنس خنفساء البقول، يكون قضيب الذكر مزودًا بأشواك تخترق الجهاز التناسلي الداخلي للأنثى (شكل ٦-٥). وكما هو الحال مع بق الفراش وبق النباتات، قد يؤدي الضرر الذي يُلحَق بالأنثى أثناء التزاوج في هذه الخنافس إلى تقليل فترة حياة الأنثى؛ ولذا تركل الأنثى الذكر بعنف لتُنهيَ العملية الجنسية. ويمكننا أن نرى أثر هذا الصراع حول التزاوج من خلال المقارنة بين التراكيب التناسُلية الذكرية والأنثوية في أنواع مختلفة من الخنافس. واتضح أن طول أشواك العضو التناسلي الذكري ترتبط ارتباطًا إيجابيًّا بسماكة جدار العضو التناسلي الأنثوي. ولم يتضح بعدُ السببُ وراء إضرار الذكور بالإناث على هذا النحو. ربما لا يجني الذكور ميزة كفاءة مباشرة من



شكل ٦-٥: فحص بالتصوير المقطعي الميكروي لقضيب خنفساء البقول (اللوبيا) داخل الجهاز التناسلي للأنثى. تخترق الأشواك الموجودة في المنطقة الوسطى من القضيب جدار الجهاز التناسلي للأنثى، مما يسبب أضرارًا كبيرة.

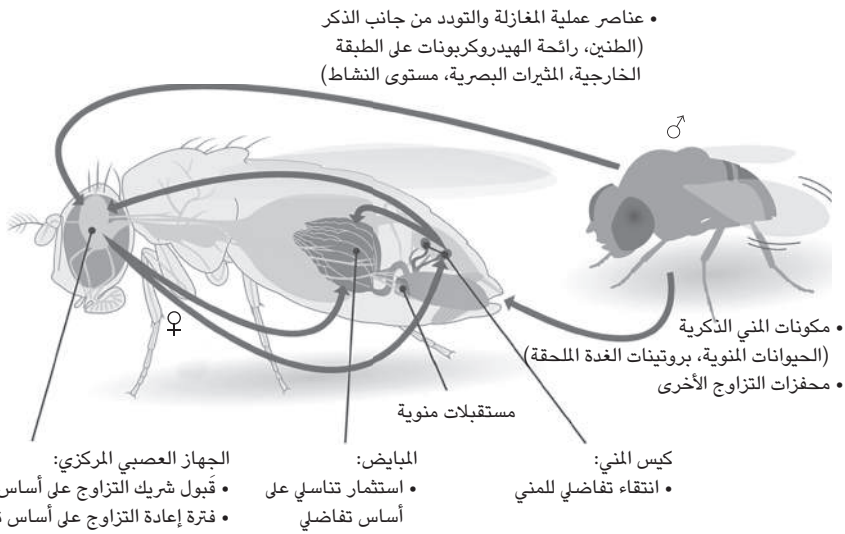
الإناث المتضررة، إلا أن هذه الميزة تنشأ كناتج ثانوي للانتخاب الجنسي المؤثر على الذكور بهدف زيادة النجاح التناسلي. وتشير الأبحاث الأخيرة إلى أنه من خلال اختراق جدران الجهاز التناسلي للأنثى يمكن أن تنساب بروتينات السائل المنوي إلى مجرى الدم لدى الأنثى والتي تؤثر بطريقةٍ ما على نجاح التخصيب التنافسي للذكور. ومن ثم قد يكون التأثير الضار على عمر الأنثى ضررًا عَرَضيًّا.

الصراع الجنسي بعد التزاوج

عندما تتزاوج الأنثى بأكثر من ذكرٍ واحد، نتوقَّع أن يحابي الانتخاب سمات الذكر التي تعزز نجاحه في التخصيب على تلك السمات الخاصة بمنافسيه (الفصل الخامس). وربما يشجع تنافس الحيوانات المنوية في حدِّ ذاته التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي، كما أشرنا في مثال الخنافس الذي ناقشناه في هذا الفصل.

ولعلَّ أفضل مثال على الصراع الجنسي بعد التزاوج ذبابة الفاكهة الصغيرة الحجم السوداء البطن، «دروسوفيلا ميلانوجاستر». ففي هذه الحشرات، يقذف الذكر مزيجًا من البروتينات بالإضافة إلى حيواناته المنوية، وتؤثر تلك البروتينات على نجاحه في التخصيب التنافسي (شكل ٦-٦). وبعض هذه البروتينات يتداخل مع الحيوانات المنوية المنافسة

داخل عضو تخزين المني لدى الأنثى، مما يسهل إحلال الحيوانات المنوية للذكر الذي يُجري عملية التزاوج الحالية محل الحيوانات المنوية الأخرى. وتدخل بروتينات السائل المنوي الأخرى، أبرزها بروتين يُطلق عليه «ببتيد جنسي»، إلى مجرى دم الأنثى ومنه تنتقل إلى المبايض لتشجيع زيادة الاستثمار في إنتاج البيض ووضعه، ومنها إلى الجهاز العصبي المركزي للأنثى، حيث يحفز الاستجابات العصبية والهرمونية التي تجعلها لا تتجاوب مع محاولات المغازلة والتودُّد من جانب الذكور المنافسة.



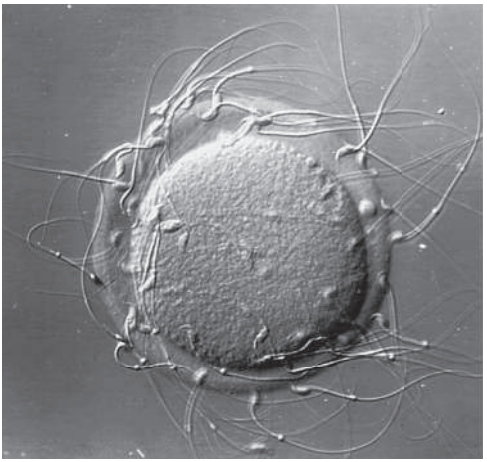
شكل ٦-٦: ينقل ذكر ذبابة الفاكهة السوداء البطن، نوع «دروسوفيلا ميلانوجاستر»، مزيجًا من بروتينات الغدة الملحقة عبر السائل المنوي تؤثر على فسيولوجيا الأعضاء التناسلية لدى الأنثى. ويؤثر أحد هذه البروتينات، وهو الببتيد الجنسي، على المسارات الموجودة في الجهاز العصبي المركزي التي تنظم استجابة الأنثى إلى المنافسين، وله تأثير جانبي آخر يتمثل في تقليل فترة حياة الأنثى.

وفوائد بروتينات السائل المنوي هذه واضحة لتكاثر الذكور. فسوف تزيد الأنثى من إنتاجها للذرية التي ينجبها الذكر الذي يتزاوج بها في حين تقاوم العمليات الجنسية من جانب الذكور الأخرى. ولكن قد تكون هذه البروتينات ضارة بالإناث؛ فعلى سبيل

المثال، يقلل الببتيد الجنسي عمر الأنثى. وتتمثل إحدى الطرق لمعرفة كيفية تأثير الصراع الجنسي على التطور في فحص شجرة التطور والبحث عن الاختلافات في التراكيب المرتبطة بالتزاوج لدى الذكور والإناث، كما هو موضح من خلال بعض الدراسات التي نوقشت في هذا الفصل. وثمة طريقة أخرى تتمثل في إعادة إنتاج العمليات التطورية التي يُشتبه في أنها تؤدي إلى الصراع الجنسي. وهذا بالضبط ما فعله ويليام رايس، من خلال أخذ مجموعات من الذباب ومنع الإناث من التطوير استجابة للضرَر الذي يُلحقه بها الذكر. وبعد عدة أجيال، أصبح مستوى الذكور أفضل في تنافس المني، ولكن واجهت الإناث معدل وفيات أعلى. ومن المثير للاهتمام أن التكيف المضاد لدى إناث هذا النوع من الذباب لضرر الذكور المتمثل يستعين ببروتينات تهاجم مباشرة المواد الموجودة في السائل المنوي التي تُلحق الضرر بالإناث. وفي هذا النوع من الذباب، ينخرط الذكور والإناث في حربٍ كيميائية على توقيت التناسُل والطرف المشارك في عملية التناسل، ويمكن ملاحظة أثر هذا التطور المشترك على المستوى الجزيئي، مثلًا، في تركيب بروتينات التناسل. وتظهر أنماط مشابهة لتطور بروتينات التناسُل في مجموعة متنوعة من الحيوانات تتنوع بين بَطْنيَّات القَدَم والثدييات.

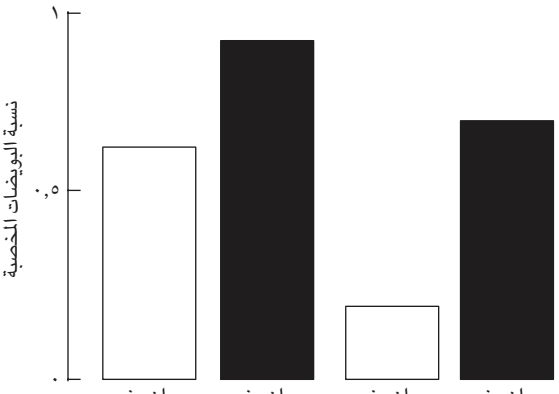
من أشهر أوجه التكيف على تنافس المني بين الذكور هو إنتاج ونقل عدد كبير من الحيوانات المنوية الشديدة الحركة والقادرة على تخصيب البويضة (الفصل الخامس). ولكن مثل هذه الأعداد الكبيرة من الحيوانات المنوية المتنافسة ربما لا تكون في صالح الإناث، التي تحتاج إلى حيوان منوي واحد فقط لتخصيب البويضة. والواقع أن التلقيح المتعدد، أي دخول أكثر من حيوان منوي واحد إلى داخل البويضة، هو أمر مهلك في عدد من المجموعات الحيوانية، يسفر عن موت الجنين المُلقح حديثًا. وهكذا فُسرت حقيقة مقاومة البويضة بوجهٍ عام للتخصيب واستحداثها السريع لعوائقَ تَحولُ دون اختراق الحيوان المنوي لها بعد حدوث التخصيب كنتيجةٍ للتطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي بين الأمشاج الذكرية والأنثوية. والتحقق من هذه الفرضية هو أمر شديد الصعوبة، ولكنه غير مُستحيل.

يمكننا أن نستعين أيضًا بالتطور التجريبي لتحديد «الفائز» عندما يُمنح الذكور أو الإناث الأفضلية في سباق التسلح. وقد اتُّبع هذا النهج لدراسة التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي بين الحيوانات المنوية والبويضات في الفئران المنزلية. فعندما أُتيح لمجموعات الفئران أن تتناسَل في ظلِّ فرض التزاوج الأحادي أو تعددية التزاوج على مدار



(أ)

حيوانات منوية لفأر تتصارع على تخصيب البويضة أولًا.



(ب)

من خلال إحداث خلل في سباق التسلح بين الذكور والإناث من خلال التطور التجريبي، يمكن كشف النقاب عن التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي بين تنافس المني على الإخصاب ومقاومة البويضة ضد الإخصاب.

شكل ٦-٧

٢٤ جيلًا، طوَّرت الفئران اختلافاتٍ في عدد الحيوانات المنوية وقدرتها على الحركة. ففي المجموعات أحادية التزاوج تطورت لدى الذكور حيوانات منوية أقل عددًا وحركة، أمَّا في المجموعات التعدُّدية التزاوج، فقد تطوَّرت الذكور لتحظى بعددٍ أكبر من الحيوانات المنوية التي تسبح على نحوٍ أسرع، كما هو متوقع من واقع الاختلافات في الانتخاب بناء على تنافس المني بين هذه المجموعات.

ومن خلال الاستعانة بتقنية الإخصاب الخارجي في المختبر، وهي شبيهة بتقنية التلقيح الصناعي المستخدمة لمساعدة الأزواج المصابين بالعقم، كشف تهجين مجموعة من الفئران عن أدلة التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي فيما يخص قدرة الحيوان المنوي على إخصاب البويضات وقدرة البويضات على مقاومة محاولات الحيوانات المنوية، إن جاز لنا التعبير (الشكل ٦-٧). وبالتالي، كانت نسبة البويضات المخصبة باستخدام الإخصاب الخارجي في المختبر أكبر عندما اختلطت البويضات بحيوانات منوية من ذكور المجموعة المتعددة التزاوج مقارنة بالبويضات التي اختلطت بحيوانات منوية من ذكور المجموعة الأحادية التزاوج. يوضح هذا لنا أن الذكور من المجموعات المتعددة التزاوج طوَّرت كفاءة أعلى للإخصاب. ومن ناحية أخرى، كانت البويضات المنتمية إلى المجموعات متعدد التزاوج أقلَّ عُرضةً للتخصيب من المجموعات الأحادية التزاوج، مما يوحي بأن الإناث من المجموعات التعددية التزاوج تطوَّرت لديها مقاومة ضد الإخصاب. في النهاية، كانت أقل نسبة بويضات جرى تخصيبها عندما اختلطت الحيوانات المنوية المنتمية إلى المجموعة الأحادية التزاوج بالبويضات المنتمية إلى المجموعة المتعددة التزاوج، في حين أن أعلى نسبة تخصيب كانت بين الحيوانات المنوية المنتمية إلى المجموعة المتعددة التزاوج والبويضات الأحادية التزاوج. وهذه الأنماط دعمت فكرة أن الصراع الجنسي، المدفوع بتكيف الذكور حسب تنافس المني، يحابي تطور السمات الدفاعية لدى الإناث، أو بالأحرى بويضاتها.

ما مدى انتشار التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي؟

كما رأينا، قد يكون التطور المشترك المضاد على الصعيد الجنسي قوة كامنة في التطور، وقد يفسر الكثير من أوجه التكيف السلوكي والفسيولوجي والمورفولوجي (الشكلي) للتكاثر لدى الذكور والإناث. ويُشار إلى الصراع الجنسي باعتباره «نموذجًا جديدًا» في الانتخاب الجنسي، وأُعيد تفسير المعرفة القائمة بالفعل في ضوء الصراع الجنسي. كما أنه من المغري

تخمين تلك الأفكار حول المني السام وغيرها من الأضرار التي تلحق بالإناث باعتبارها نتيجةً للتزاوج القائم على التصورات النمطية عن الإناث المتمنِّعة المتوارثة منذ داروين. غير أنه سيكون من الخطأ استنتاج أن التكاثر يتَّسِم عمومًا بالصراع المستمر. فبضع مجموعات حيوانية، مثل ذبابة «الدروسوفيلا» أو خنفساء اللوبيا، بالتأكيد أبرزت أدلةً على مثل هذا التطور المشترك المضاد، إلَّا أن الأدلة المستمدَّة من حشرات أخرى تُظهر أن بروتينات السائل المنوي يمكن أن تكون مفيدةً للإناث أيضًا، لتُسهِم في إنتاج البويضات وجودة النسل، بل وتُطيل عمر الإناث في أنواع كثيرة. ربما تلقى الحكايات المتداولة عن النزاع بين الذكور والإناث رواجًا في المخيلة الشعبية، في حين أن النتائج الأكثر تقليدية المتمثلة في الانسجام الجنسي اجتذبت قدرًا أقل من الاهتمام.

تكهَّنت نماذج باركر النظرية الخاصة بالصراع الجنسي بالتسويات التطورية المتوازنة التي فيها يفوز أيٌّ من الجنسين بناءً على قوة انتخاب الذكور والإناث وظروف البداية. وهذا يعني أن سباقات التسلح التطورية يمكن تجنُّبها في الكثير من الأحيان. على سبيل المثال، في صرصور الحقل الأسترالي، يمكن أن تُقلل بروتينات السائل المنوي عمر الأنثى. ومع ذلك، تُوازن المزايا التي تحققها على هيئة زيادة بقاء الأجنة على قيد الحياة أيَّ تكاليف خاصة بتقليل العمر، ومن ثم لا يتأثر النجاح التناسُلي للأنثى على مدار حياتها. وفي هذه الحالة، لا تتعارض بروتينات السائل المنوي للذكور مع مصالح التكاثر لدى الأنثى بأي طريقة تطورية. ولا تزال دراسة الصراع الجنسي في مهدها. ويُهيمن على الأعمال البحثية في هذا المجال أبحاثٌ أُجريَت على ثلاثة أنظمة نموذجية؛ ألا وهي: «الدروسوفيلا» وخنفساء اللوبيا والحشرات المتزلجة فوق سطح الماء. ونحن بحاجة إلى المزيد من الأبحاث حول التنوُّع بدرجةٍ أكبر في مجموعات الحيوانات قبل أن يمكننا التعليق على العواقب التطوُّرية الواسعة المدى للصراع الجنسي.

الفصل السابع

كيف يؤدي الجنس إلى بقاء الأنواع؟

أحد الأسئلة الأكثر جوهرية في علم الأحياء يتعلق بكيفية نشأة الأنواع الجديدة. ونظرًا إلى أن تلك العملية تتضمن التكاثر، ونظرًا إلى أن التكاثر كثيرًا (ولكن ليس دائمًا) ما يعني الانتخاب الجنسي، فليس من المُستغرَب أن الانتخاب الجنسي كان يُعتقَد أنه يلعب دورًا في نشوء الأنواع أو الانتواع، أي الطريقة التي تنشأ بها الأنواع الجديدة وتظلُّ باقية. في الواقع، لاحظ داروين أن كثيرًا من المجموعات التي تحظى بأكبر عددٍ من الأنواع المختلفة، مثل طيور الجنة، كانت تحظى أيضًا بأكثر الذكور بهرجة وزينة. وكما أشرنا في الفصل الأول، فإن الانتخاب الجنسي، والمجموعة المتنوعة والمذهلة من مظاهر الزينة والتسلُّح الناتجة عنه، صار يُعرف الآن بأنه أكثر بكثيرٍ من مجرد وسيلة تتعرف بها الإناث على ذكر من النوع المناسب لها. ويمكن أيضًا أن يكون المحرك الذي يحفز نشوء الأنواع الجديدة.

كيف تتكون الأنواع؟

تنشأ الأنواع الجديدة — التي سنقوم بتعريفها باعتبارها مجموعات من أفراد هجينة منعزلة تناسليًّا عن المجموعات الأخرى — عند وجود معوقات أمام التناسل الحر بين الأنواع. بعض هذه المعوقات واضحة: مثل وجود سلسلة جبال تفصل بين مجموعات كان بينها اتصال، أو انفصال المجموعات نتيجة انزياح القارات. وبعضها يكون أقل وضوحًا، عن طريق حدوث تغيرات في توقيت زيارة مجموعات مختلفة من الحشرات للنباتات بحثًا عن الغذاء والتكاثر مثلًا. في النهاية، تصير المجموعات منعزلة وتتشعَّب إلى نوعَين منفصلَين، ذي تركيب جيني مختلف.

إذا التقت المجموعات مرة أخرى، فربما لا تتمايز بالشكل الكافي وتبدأ في التناسل فيما بينها، وهو ما يعني أن عملية نشوء الأنواع لم تَكُن مكتملة. أما إذا عجزت عن التناسل فيما بينها، فيمكن أن تظهر المُعوِّقات على أحد مستويين. أولًا، قد لا يحدث التزاوج في المقام الأول؛ ربما لأن الإناث لا تدرك الذكور باعتبارها شركاء تزاوج مناسبين، أو لأن أعضاءها التناسلية لم تَعُد تتناسب تمامًا مع أعضاء الذكور. ويُطلق على هذا انعزال تكاثري قبل زيجوتي؛ هذا لأن المجموعات تنعزل قبل أن تتاح الفرصة لتكوين زيجوت أو لاقحة، أو بويضة مُخصبة. ثانيًا، حتى إذا تزاوج ذكر وأنثى من المجموعتين، فربما لا ينجبان ذرية قادرة على النمو والبقاء على قيد الحياة؛ نظرًا لأن نسبة عدم التوافق الجيني بين الاثنين أعلى مما ينبغي. وكما أشرنا في الفصل الأول، على سبيل المثال، تعد البغال الذرية الناتجة عن تناسُل ذكر الحمار مع أنثى الحصان، وفي حين أن البغل نفسه قادر على البقاء على قيد الحياة، فإنه يعجز عن التناسُل، ومن ثم لا يمكنه الاستمرار في البرية. وهذا الانفصال يُطلق عليه انعزال تكاثري بعد زيجوتي. وتزعم العديد من الدراسات أن الانعزال التكاثري قبل الزيجوتي أهم من الانعزال التكاثري بعد الزيجوتي بالنسبة إلى عملية نشوء الأنواع، وهو ما يعني أنه من المرجح أن يلعب الانتخاب الجنسي — الذي يعد العملية الأساسية لالتقاء شركاء التزاوج معًا في المقام الأول — دورًا في ذلك.

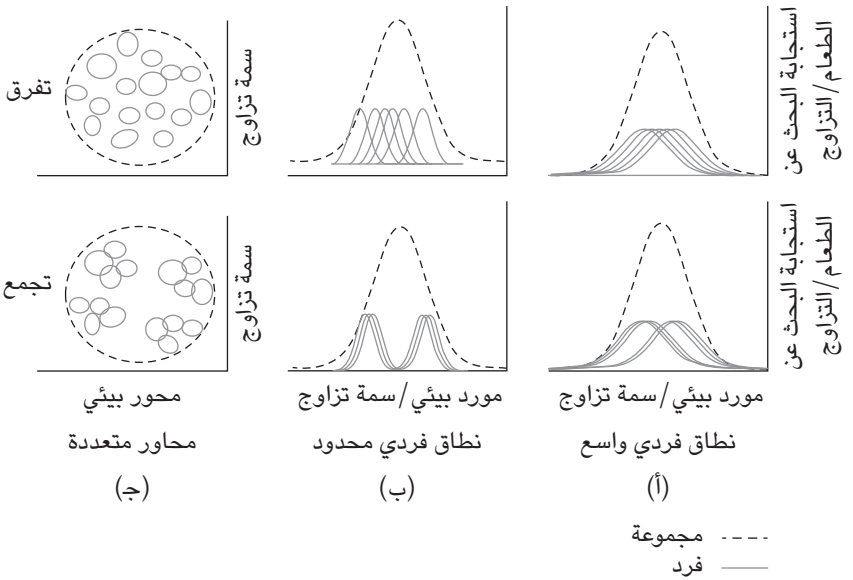
في كلتا الحالتين، تواصل المجموعتان تطورهما بعد أن يتجدد الاتصال بينهما مرة أخرى. ويُطلق على إحدى علامات هذا الاتصال انزياح الخصائص التكاثرية، الذي بمقتضاه تتطور خصائص معينة مستخدمة في انتقاء شريك التزاوج لتصير أكثر اختلافًا في مناطق حدوث هذا الاتصال مقارنة بما هي عليه في أماكن لا يرجح أن تلتقي فيها المجموعتان. فعلى سبيل المثال، أحيانًا تسكن أنواع مختلفة من سمك أبو شوكة الثلاثي الشوكات، وهي أسماك صغيرة تعيش في أماكن كثيرة بالعالم، نفس البحيرات بكندا وأحيانًا تُوجَد بمفردها منعزلة. عندما يسكن نوعان من سمك أبو شوكة البحيرة نفسها، فإنهما يتطوران إلى شكلين مختلفين. يتغذى أحدهما من المياه المفتوحة والآخر يتغذى من قاع البحيرة. ويختلف النوعان في الحجم وشكل الفك والجسم، وكل هذا يساعد النوعَين على تناول طعام مختلف. ولا تبقى الذرية الهجينة الناتجة من التزاوج بين الشكلين على قيد الحياة أو تتكاثر مثلما يفعل الأبوان. ولكن إذا تواجد نوع واحد فقط في بحيرة ما، فإنه يتمتع بخصائص وسيطة بين الخصائص التي تظهر عند وجود أنواع متعددة معًا. وقد ثبَت حدوث انزياح الخصائص في عددٍ من الحيوانات الأخرى، من بينها الضفادع، التي تطور اختلافات في النداءات المستخدمة لجذب شركاء التزاوج عند التقاء الأنواع

المتشابهة، وفي الطيور، التي ربما يكون بينها اختلافات أوضح في شكل مناقيرها، وتتبع أنظمة غذائية أكثر تمايزًا إذا كانت تعيش في المنطقة نفسها التي تعيش فيها أنواع قريبة الصلة منها.

أيهما أهم: الغذاء أم الجنس؟

لطالما كانت الأهمية النسبية للانتخاب الطبيعي والانتخاب الجنسي في تكوين الأنواع موضع نقاش ساخن. تخضع الحيوانات التي تعيش في موائل مختلفة لأنواع مختلفة من الانتخاب الطبيعي، ومن ثم تحفز العوامل البيئية بوضوح قدرًا، ولو قليلا، من التباين بين المجموعات. ولكن ما دام الانتخاب الجنسي يجعل بعض الأفراد أكثر جاذبية كشركاء تزاوج من غيرهم، فثمة احتمال قائم بأنه يشكل أيضًا الطريقة التي تتزاوج بها المجموعات فيما بينها ومن ثم احتمالية التشعب إلى أنواع مختلفة. وعادةً ما ترتبط الاختلافات البيئية بإمكانية الوصول إلى مصادر الغذاء؛ ومن ثم يكون الانتخاب الطبيعي هو مرادف الانتخاب بناءً على القدرة على البحث عن الطعام. غير أن البحث عن شركاء التزاوج مُشابه تمامًا للبحث عن الطعام، وهو ما يجعل العمليتَين متشابهتَين. إذَن فالجنس يُشبه الطعام إلى حدٍّ كبير، بعدَّة طرق، وكلاهما له القدرة على تقسيم أحد الأنواع السالفة وتشعُّبها إلى عدة أنواع متمايزة.

تخيل أن مجموعة من الحيوانات تأكل الكثير من الأشياء المختلفة، ولكن كل فرد فيها مُتخصص في طعام مُعين. إن الطريقة التي تتجمَّع بها الأفراد ذات التخصصات الغذائية تلك كجزء من المجموعة الأكبر تحدد الطريقة التي يحتمل أن تنقسم بها المجموعة إلى أنواع مختلفة. ثمة نمط مُشابهٍ قد يظهر فيما يتعلق بانتقاء شريك التزاوج، ومن ثم يمكن أن تشتمل مجموعة ما على ذكور تتمتع بمجموعةٍ متنوعة من مظاهر الزينة، مثل ذيول مختلفة الأحجام. غير أن الإناث المختلفة قد تفضل ذكورًا بأطوال ذيول مختلفة. وفي كلتا الحالتَين، يَسهُل التنوع عندما تكون تفضيلات هؤلاء الأفراد محدودة وتجتمع في إطار تفضيلات أشمل للمجموعة (شكل ٧-١). وما زلنا لا نفهم متى أو لماذا تجتمع مثل هذه التفضيلات الفردية سواء للطعام أو شركاء التزاوج على هذا النحو؛ ومن شأن فهم هذا الأمر أن يقطع بنا شوطًا طويلًا نحو مساعدتنا في فَهْم آلية عمل كل من الانتخاب الطبيعي والانتخاب الجنسي لتكوين الأنواع الجديدة.



شكل ٧-١: السبل المؤدية إلى الانتواع، إمَّا من خلال الوسائل البيئية أو التفضيلات على صعيد شركاء التزاوج. يعني استغلال البيئة الملائمة أنواع الموائل وتفضيلات الطعام لدى حيوانٍ ما؛ فسمكة تتكاثر في أي مسطح من مسطحات المياه العذبة من شأنها أن تتمتَّع ببيئة ملائمة أكبر من السمك الذي يعيش في جداول المياه الصغيرة السريعة الجريان. ويمكن أن يحدث مزيد من التباين بين الأفراد عندما تغير مجموعة بأكملها تفضيلاتها فيما يتعلق بشركاء التزاوج أو استغلالها للبيئة الملائمة أو عندما يتخصَّص الأفراد بداخل المجموعة. ويحابَى الانتواع إذا كان هؤلاء الأفراد المتمايزين أكثر عرضة للتزاوج معًا.

العلاجيم والأسماك والأقفال والمفاتيح

تقدم بعض مجموعات الحيوانات أمثلةً إيضاحية جيدة للغاية على كيفية انقسام المجموعات إلى أنواع بسبب نوعٍ وحيد من الإشارات الجنسية يُستخدَم لتمييز الشريك المناسب بهدف التكاثر. غالبًا ما تُستخدَم الضفادع والعلاجيم، وحيوانات أخرى تُصدِر نداءات التزاوج، لدراسة تأثير الانتخاب الجنسي على تكوين الأنواع. فمن السهل على العلماء قياس نداءاتها، وتسجيلها، وتشغيلها كخلفيةٍ صوتية في التجارب، حيث يمكنهم ملاحظة طريقة استجابة الإناث لإشارات الذكور بمختلف أنواعها.

كان للانتخاب الجنسي دَور في الانتواع في ضفدع أمازوني، يُسمَّى «فيسيلوميوس بيترساي». فبعض مجموعات الضفادع تُصدِر نداءً بسيطًا بمكون يُطلق عليه «أنين»، ولكن في مواضع أخرى، يضيف الذكور أحيانًا مكونًا آخر يُطلق عليه «النقر». وتميل الإناث إلى تفضيل نداءات الذكور من مجموعة موطنها، وحتى في الأماكن التي تتداخل فيها الأنواع، ثمة تبادل جيني ضئيل، يوحي بأن المجموعات في طريقها نحو الانفصال بعضها عن بعض. والأهم من ذلك أن المجموعات ذات النداءات المختلفة أكثر تمايزًا من الناحية الجينية مقارنة بالمجموعات التي فصلتها نفس المساحة الجغرافية، ولكنها تتمتَّع بتعبيراتٍ صوتية مماثلة. ومن المفترض أن المجموعات ستصير أكثر تمايزًا من الناحية الجينية مع مرور الوقت. وتُعدُّ حقيقة أن سمةً منتخبة جنسيًّا قد تشعَّبت في حين ظلت الخصائص الباقية متماثلةً نسبيًّا بين المجموعات دليلًا آخر على أن الانتقاء الجنسي في حد ذاته قد حفز هذه العملية.

وعلى الرغم من أن الإشارات الجنسية الواضحة مثل نداءات الضفادع لها أهميتها في تمييز الأنواع بعضها عن بعض، فقد أدرك العلماء مؤخرًا أن الخصائص الأقل وضوحًا يمكن أن تكون جوهريةً أيضًا لإيجاد تنوع الكائنات على الأرض والحفاظ على هذا التنوع. فلكي يلتقي الحيوان المنوي بالبويضة، يجب أن تكون الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية متوافقةً معًا. يبدو هذا شرطًا بسيطًا نسبيًّا، ولكن الأعضاء التناسلية للعديد من الحيوانات، لا سيما الحشرات، مُعقَّدة على نحوٍ مثير للدهشة، إذ تكون ذات امتداداتٍ متداخلة التفاصيل ومجموعة متنوعة من الأشواك ونتوءات لدى الذكور وقنوات ملتوية لدى الإناث. كان الاعتقاد في البداية أن هذه البنى تؤدي دور المعوقات أمام عمليات التهجين بين الأنواع المختلفة فيما يُسمَّى بآلية «القُفل والمفتاح»، التي بموجبها يمكن استخدام «المفتاح» المناسب فقط من جانب الذكر لتخصيب الأنثى ذات «القفل» المتوافق مع هذا المفتاح.

الواقع أن فرضية القفل والمفتاح أشبه بالفكرة القائلة إن الانتخاب الجنسي يتمحور بالكامل حول تعرُّف النوع. ولا تفسر هذه الفكرة، رغم أنها مقبولة من الناحية البديهية، التنوع الاستثنائي للأعضاء التناسُلية بين الأنواع، ولا تفسر أيضًا لماذا تختلف درجة تعقيد الأعضاء التناسلية باختلاف نظام التزاوج. ماذا لو كانت الأعضاء التناسلية عُرضة للانتخاب الجنسي عن طريق التنافس وانتقاء شركاء التزاوج كما هو الحال مع السمات الأخرى، بدلًا من أن تكون مجرد قِطَع أُحجية يجب أن تتوافق معًا؟ إذا كان الانتخاب

الجنسي مسئولًا عن تطور شكل العضو التناسلي وحجمه، فمن المفترض أن نتوقَّع رؤية أنماطِ تشعبٍ في الأعضاء التناسلية توازي آلية عمل الانتخاب الجنسي. ومن ثم، ففي الأنواع الأحادية التزاوج، حيث تتزاوج الإناث بذكرٍ واحد فقط، تكون فرصة تأثير الانتخاب الجنسي على شكل العضو التناسلي أثناء العملية الجنسية وبعدها محدودة؛ ومن ثم يفترض أن نتوقَّع أن تُظهر هذه الأنواع تشعبًا تطوريًّا في شكل العضو التناسلي على نحوٍ أقل بكثير من الأنواع التعددية التزاوج. ويبدو أن هذا الافتراض يحظى بأدلةٍ داعمة في عدة أنواع مختلفة من الحيوانات (الفصل الخامس).

كما رأينا، من الممكن أن يعيق الانتخاب الطبيعي المبالغة في الخصائص الجنسية الثانوية المألوفة مثل التغريدات أو الريش، إذا كانت مظاهر الزينة هذه تجعل صاحبها لافتًا للضواري أكثر مما ينبغي. واتَّضح أن ثمة موازنات مماثلة بين الانتخاب الجنسي والانتخاب الطبيعي تحدُث فيما يخصُّ الأعضاء التناسلية أيضًا، وربما تتسبَّب في تشعُّبٍ تناسلي سريع، ومن ثم نشوء أنواع جديدة. على سبيل المثال، يمتلك ذكر سمك البكيلليات (وهي الفصيلة التي تضمُّ أسماك الجوبي وغيرها من أنواع الحيوانات المائية الأليفة) زعنفة شرجية كبيرة مُعدلة تقوم مقام «القضيب»، ويمكن أن تُصعِّب على السمكة السباحة وتَجنُّب الأسماك المفترسة. وهذا يعني أن كلًّا من الانتخاب الجنسي والطبيعي يعمل على تغيير شكل الأعضاء التناسلية في مثل هذه الأنواع. والواقع أن ذكورًا من مجموعات أسماك البعوض في الأماكن التي تخلو من الأسماك مفترسة تتمتَّع ببنًى تناسلية مختلفة على نحوٍ ملحوظ عن تلك الأسماك الموجودة في أماكن تُوجَد فيها أسماك مفترسة.

تلعب الموازنات المرتبطة بالانتخاب الجنسي دورًا أيضًا في الحفاظ على الفصل بين نوعَين من علاجيم قدم المجرفة الأمريكية، وهو نوع من العلاجيم التي تعيش في الصَّحْراء وتنمو شراغيفها في البرك المؤقتة في جنوب غرب الولايات المتحدة. يحدُث تهجين بين النوعَين، على الرغم من أن نتائج مثل هذا التزاوج عبر الأنواع لا تكون مواتية: فالذكور المهجَّنة قد تكون عقيمة، وتُنتج الإناث المهجنة عددًا أقل من البيض مقارنةً بالإناث النقية النوع. إذَن، لماذا لا تزال الأنواع الهجينة مستمرة؟ أليس من المفترض أن يمحوها الانتخاب من المجموعة؟

تكمن الإجابة في التفاعل بين بيئة العلجوم أثناء تطوره من شرغوف إلى علجوم بالِغ وبين نوعه. فلو كنتَ شرغوفًا في بركة تجفُّ سريعًا، فكلَّما كان بإمكانك تسريع وتيرة تطورك إلى كائن يتنفَّس الهواء، كان هذا أفضل لك. وقد اتَّضح أن الشراغيف الهجينة

تتطور أسرع من الشراغيف المنتمية إلى أحد نوعَي الأبوين. وبناء على الظروف المحيطة، سوف تحظى الأنثى التي تنتمي إلى أحد الأنواع بعددٍ أكبر من الذرية الباقية على قيد الحياة، إذا فضلت التزاوج مع ذكرٍ من نوع مختلف. وقد أوضحت التجارب بالفعل أن أنثى علاجيم قدم المجرفة الأمريكية تفضل نداءات الذكور المنتمية إلى نوعها عندما تكون البركة عميقة ومستدامة، ولكنها تفضل نداءات الذكور من نوعٍ مختلف عندما تكون البركة ضحلة ومن المرجَّح أن تجفَّ قريبًا. بالإضافة إلى هذا، تنجب إناث العلجوم التي تحظى بظروفٍ جيدة ذرية تتطور على نحو أسرع. ويصبح تفضيل الإناث للذكور من النوع «الخطأ» أكثر وضوحًا عندما تكون الإناث في ظروفٍ سيئة؛ لأنها تستفيد فيما يبدو من خلال اكتساب أي ميزةٍ تستطيع الحصول عليها لذريتها، حتى وإن كان هذا يعني أن الذرية ليست قويةً مثلما يمكنها أن تكون.

نادرًا ما تتجاذب الأضداد

بالرغم من أن علاجيم قدم المجرفة الأمريكية توضح طريقةً يمكن أن تجعل التزاوج مع نوع مختلف مفيدًا، فإن في معظم الحالات يحدث الانتخاب ضد السلالات الهجينة؛ لأنها إما تكون أقل خصوبة أو أقل قدرة على البقاء من أي نوعٍ من نوعَي الأبوين. ومن منظور حيوان فردي، سيكون من المثالي تَجنُّب إنجاب هذه الذرية المهجنة من الأساس. وإحدى الطرق للقيام بذلك هو التزاوج مع أفراد أخرى شبيهة بالفرد نفسه؛ بحيث تقترن الذكور الأكبر حجمًا بالإناث الأكبر حجمًا وتقترن الإناث الأصغر حجمًا بالذكور الأصغر حجمًا مثلًا. ونطلق على هذه العملية للتزاوج بناءً على خصائص الفرد نفسه اسم التزاوج المتلائق. يعني التزاوج المتلائق الإيجابي أن الفردين المقترنين يختاران الخصائص نفسها التي يتمتعان بها، بينما في التزاوج المتلائق السلبي يختاران الخصائص المتضادة.

وبالرغم من أن تفضيلات التزاوج تلعب دورًا في التزاوج المتلائق، فمن الأهمية بمكان إدراك أنه يختلف عن الانتخاب الجنسي، ويمكن أن تحدث العمليتان على نحوٍ منفصل أو تحدثان معًا. يحدث الانتخاب الجنسي عندما يتمتع الأفراد بالتكاثر التفاضلي بفضل قدرتهم على التنافس على شركاء التزاوج، ولكن ربما يحدث تزاوج متلائق حتى إذا كان جميع الأفراد يتمتعون بنجاحٍ تناسُلي متكافئ؛ فإذا تزاوج جميع الذكور الخضراء

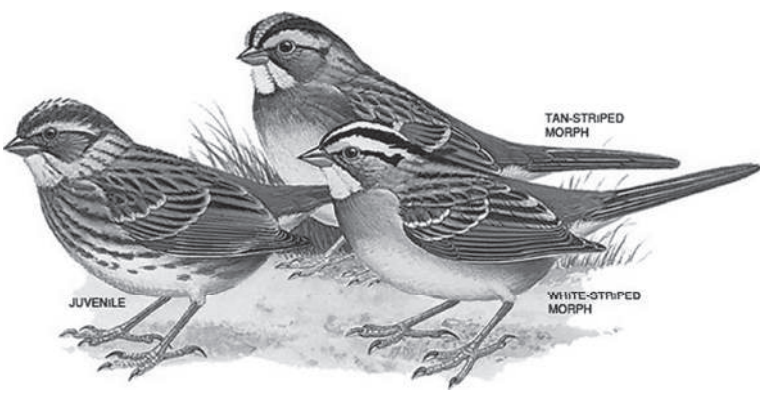
اللون مع الإناث الخضراء وتزاوج الذكور الزرقاء مع الإناث الزرقاء، ولكن لا تتمتع الأفراد الخضراء أو الزرقاء بكفاءة أعلى، ففي هذه الحالة لا يكون الانتخاب الجنسي مفعَّلًا. وعلى النقيض، إذا كانت الإناث الخضراء والزرقاء تُفضل الذكور الخضراء، لا يكون التزاوج المتلائق واضحًا وإنما يكون الانتخاب الجنسي مفعَّلًا؛ لأن الذكور الخضراء اللَّون تتمتع بنجاحٍ تناسُلي أعلى من الذكور الزرقاء اللون. وتجدُر الإشارة أيضًا إلى أن الأفراد المتشابهة الشكل يمكن أن يَئول بها الأمر إلى اقتران بعضها ببعض رغم أنها لا تستخدِم خصائصها كمعايير. إذا كان الأفراد ذوي الجودة العالية قادِرين على جذب أفرادٍ آخرين ذوي جودة عالية كشركاء تزاوج، تاركين بذلك الأفراد ذوي الجودة الرديئة ليختاروا فيما بينهم، فربما يبدو الأمر كما لو أن الفرد يختار الشريك بناءً على سماته الخاصة، في حين أنه في الحقيقة، إذا أُتيحت الفرصة، كان سيُفضل الجميع أن يكون لديه شريك ذو جودة عالية. بالمثل، إذا كانت أحجام الذكور والإناث تتفاوت على نحوٍ مشترك مع مرور الوقت ويتمُّ أخذ عيناتٍ من الأزواج على مدار فترة طويلة، ربما يبدو الأمر كما لو أن الأفراد الكبيرة الحجم والصغيرة الحجم يختار بعضها بعضًا، إلا أن الأمر هو فقط أن المجموعة المتاحة من شركاء التزاوج تتغير مع مرور الوقت. في النهاية، ربما يحدث التزاوج المتلائق إذا تعذَّرت المغازلة أو العملية الجنسية حال وجود تبايُن ملحوظ في الحجم بين شركاء التزاوج؛ ولقد أشير إلى وجود قيود من هذا النوع بالنسبة إلى الضفادع وأنواع معينة من المفصليات، لا سيما الأنواع المائية مثل الحشرات المتزلجة على سطح الماء التي ناقشناها في الفصل السادس، وفيها يحمل أحد الجنسين الجنس الآخر.

يظهر التزاوج المتلائق في كل من اللافقاريات والفقاريات على حد سواء، بما فيها البشر. وفي حالات كثيرة، يحدث التزاوج المتلائق الإيجابي بناءً على الحجم؛ فعلى سبيل المثال، في أنواع كثيرة من القشريات والحشرات، نجد أن الذكور الكبيرة الحجم تتناسل عمومًا مع الإناث الكبيرة الحجم. وربما يرجع ظهور هذا النمط إلى أن الذكور الأكبر حجمًا أكثر نجاحًا في المنافسة على شركاء التزاوج وأكثر قدرة على اختيار الإناث الأكبر حجمًا التي تضع بدَورها عددًا أكبر من البيض.

ربما تتزاوج الحيوانات أيضًا على نحوٍ تلائقي بناءً على السلوك، لا المظهر. ففي أنواع كثيرة من الطيور المغردة، تفضل الإناث التزاوج مع الذكور التي تغرد بنفس نغمة التغريدات التي يغردها آباؤها. وقد يحدث هذا النوع من التزاوج عبر عملية تُسمى

البصمة الجنسية، يتعلم فيها صغار الحيوانات مجموعة من السمات أثناء فترة حرجة ثم تستخدم هذه السمات كمعايير عند البحث عن شريك تزاوج بعد البلوغ. وعلى الرغم من أن البصمة الجنسية تنطوي على تعلم، فيمكن أن يكون لها تداعيات جينية مهمة؛ نظرًا لتثبيط التهجين واحتمال حدوث انفصال بين المجموعات.

وُجد التزاوج المتلائق الإيجابي بين البشر لمجموعة متنوعة وكبيرة من السمات، من بينها الصفات الجسدية مثل الطول والوزن النسبي وكذلك السمات النفسية مثل الميل نحو السلوك المعادي للمجتمع. كذلك يبدو أن العوامل البيئية مثل مستوى التعليم والمكانة الاجتماعية الاقتصادية تتفاوت تفاوتًا مشتركًا بين المتزوجين، وعلى الرغم من أننا نرى في مجتمعات كثيرة ميلًا لدى النساء نحو «الزواج من طبقة أعلى»، بحيث تكون النساء أكثر عُرضة من الرجال للارتباط بشركاء حياة أفضل منهنَّ تعليميًّا ومن طبقة اجتماعية أعلى منهن. ومن المثير للاهتمام أن الشركاء الذين يعيشون معًا دون زواج أكثر اختلافًا من المتزوجين، على الأقل في بعض الأحيان. ويشير علماء الاجتماع وعلماء النفس إلى أن مثل هذا التباين المشترك في الخصائص غير الجينية ربما يُعيق محاولات دراسة إمكانية انتقالها بالوراثة أو المساهمات النسبية للجينات والبيئة في تطوير السمات الشخصية أو حالات مرضية مثل السمنة.



شكل ٧-٢: في عُصفور الدُّوريِّ الأبيض الحلق، يتخذ الجنسان شكلَين مختلفَين، وتفضل الإناث التزاوج بذكَر من الشكل المعاكس لها.

على الرغم من أن التزاوج المتلائق الإيجابي أكثر شيوعًا، فهناك بعض الأمثلة المذهلة على التزاوج المتلائق السلبي. فعصفور الدوريِّ الأبيض الحلق الذي يعيش في أمريكا الشمالية يظهر في شكلَين مختلفين: عُصفورٍ دُوريٍّ ذي خطوط بيضاء، مع خطوط أفتح عند قمة الرأس، وخطوط صفراء أفتح عند العينَين، وخطوط أقل وضوحًا في الرقعة عند منطقة الحلق، وشكل آخر ذي خطوط سمراء، وهو أصغر حجمًا وأقل شراسة (شكل ٧-٢). ويُظهر الجنسان ثنائية الشكل الجنسي، التي يتسبَّب فيها اختلاف في أحد الكروموسومات. ويتزاوج زُهاء ٩٨ بالمائة من عصافير الدُّوريِّ في أي مجموعة بعصفور من الشكل المعاكس. فعندما أُتيح لعصافير الدُّوريِّ من كِلا الجنسَين وكِلا الشكلَين الاختيار بين شركاء تزاوج من كلا الشكلين، فضَّلت الإناث ذات الخطوط السمراء والخطوط البيضاء الذكور ذات الخطوط السمراء، على الأقل ما دامت العصافير كلها موجودة معًا في القفص نفسه وكانت الذكور قادرة على التفاعل مع الإناث. وحين كانت الإناث ترى شركاء التزاوج المحتمِلين عبر نافذة فقط، لم تكن تظهر أي تفضيلات. من ناحية أخرى، فضل كِلا نوعي الذكور الإناث ذات الخطوط البيضاء، ولكن فقط حين لم تَكُن تتفاعل مع الإناث. ويتم الحفاظ على التزاوج المتلائق السلبي من خلال القدرة التنافسية الأعلى لدى الإناث ذات الخطوط البيضاء، القادرة على الاقتران بالذكور المفضلة ذات الخطوط السمراء.

وقد يُساهم التزاوج المتلائق في نشوء الأنواع في إطار سياقين. أولًا: يمكن أن يتسبب في انقسام مجموعة واحدة إلى مجموعتين، مما يؤدي إلى نشوء أنواع جديدة مع استمرار وجود النوعين في المكان نفسه. ثانيًا: من الممكن أن يحافظ على التمايز الجيني للمجموعات التي يحدث اتصال فيما بينها بعد انفصالها، ومن ثم الحيلولة دون اندماجها مرة أخرى في مجموعة واحدة. ونظرًا لإمكانية حدوث تزاوج متلائق دون حدوث انتخاب جنسي، لا يقود التزاوج المتلائق دومًا إلى الانعزال التكاثري. ومما له أهمية مماثلة هو درجة اختلاف أو تنوع الإناث في تفضيلاتها للذكور.

الانتخاب الجنسي ومعدل التنوُّع التطوُّري

نعرف أن التطور يحدث لجميع الكائنات الحية، ولكن لماذا يبدو أن بعض المجموعات تغيرت قليلًا نسبيًّا على مدار فترات طويلة من الزمن، في حين انقسمت مجموعات أخرى إلى أنواع مختلفة كثيرة على مدار عشرات الآلاف أو مئات الآلاف من السنين، أي في غمضة

عين من منظور الزمن التطوري؟ يبدو أن عدة مجموعات من الحيوانات قد انحدرت من سلفٍ مشتركٍ واحد وانقسمت إلى مجموعة ثرية التنوع من الأنواع بسرعةٍ كبيرة، وكثيرًا ما يلعب الانتخاب الجنسي دورًا في هذه العملية.

الفكرة بسيطة: إذا كانت الإناث المختلفة تتمتع بتفضيلات مختلفة للإشارات الجنسية من جانب الذكور مثل التغريدات المعقدة أو الريش الملون، وترث ذريتها هذه التفضيلات، فربما أن ما كانت تمثل سابقًا مجموعة واحدة مهجنة قد انفصلت إلى مجموعات فرعية عديدة، كلٌّ منها له مجموعة من الإشارات والتفضيلات الخاصة بها. فإذا كانت الذرية تميل نحو تفضيل شركاء التزاوج المشابهين لآبائهم، فإن هذا يُعزِّز الفصل. ومع مرور الوقت، يستمر الانتخاب داخل كل مجموعة من المجموعات الأصغر، وتتشعب المجموعات أكثر، مما ينتج عنه في النهاية مجموعة من الأنواع.

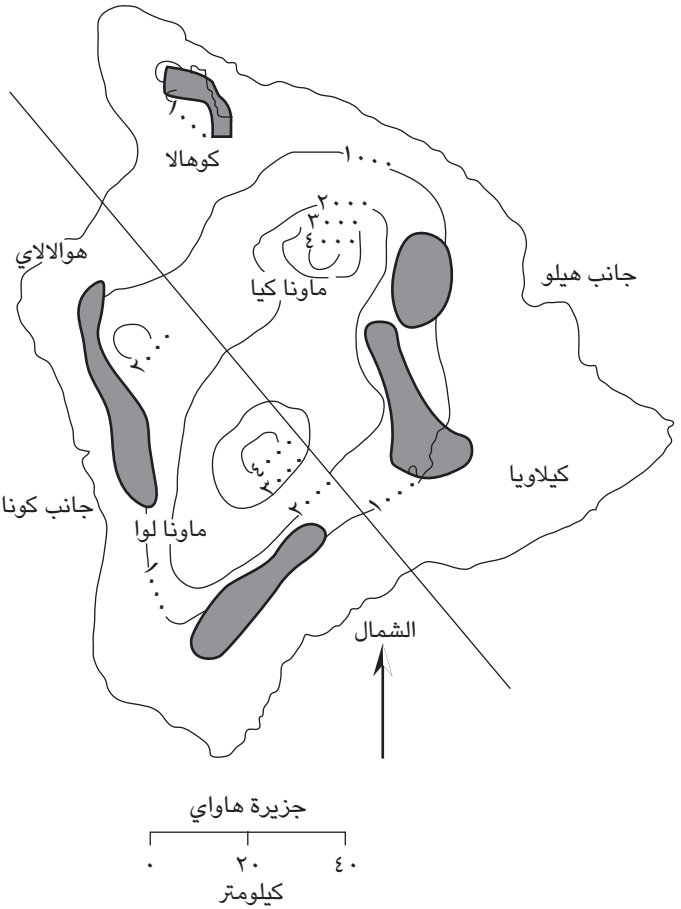
رغم أن أصل هذا المفهوم يرجع إلى داروين، فمن الصعب اختباره مباشرة. غير أنه من الممكن مقارنة عدد الأنواع في مجموعة مُعينة من الحيوانات لنرى ما إذا كانت النزعة نحو التشعُّب مقترنة بالنزعة نحو التحلِّي بمظاهر زينة جنسية مفرطة. وقد قامت إحدى الدراسات بذلك، مُستعينة بالطيور المغردة من مختلف أنحاء العالم. فحص الباحثون أزواجًا من مجموعات الطيور، مع وجود أنواع داخل كل مجموعة نشأت من سلَف مشترك. ثم قاسوا درجة اختلاف ريش الذكور والإناث في المجموعات المتنوعة. في بعض الأنواع، مثل طائر الفَرَّان، يبدو الجنسان شِبهَ متطابقَين، بينما في أنواع أخرى، مثل معظم طيور التناجر، تتمتع الذكور بألوان زاهية بينما تكون الإناث شاحبة نسبيًّا وغير لافتة للنظر. ومن المفترض أن الانتخاب الجنسي كان أشد وتيرة في الأنواع التي تنطوي على اختلافات أكبر بين الجنسين. بعد ذلك أحصى العلماء عدد الأنواع في كل زوج. وإجمالًا، كلما تزايد الاختلاف بين الذكور والإناث داخل مجموعةٍ ما، زادت الأنواع داخل هذه المجموعة، وهو ما يوحي بأن الانتخاب الجنسي قد شجَّع التنوع في الطيور المغردة.

اقتُرحت عمليات مشابهة لعددٍ من العمليات التي يُطلق عليها «التشعُّب التكيفي»، ناتجة عن تنوع سريع إلى أنواع عديدة منحدرة من سلفٍ واحدٍ عندما يُتيح تغيير ما في البيئة موارد جديدة، أو عند ظهور فرصٍ جديدة للانتخاب. وتشتمل الأمثلة الشهيرة على التشعُّب التكيفي طيور الجنة في غينيا الجديدة، وطيور حَسُّون جالاباجوس التي درسها داروين نفسه، والسمك البلطي في بحيرة مالاوي بأفريقيا، والسحالي التي تعيش على جزُر بمنطقة البحر الكاريبي. وتبدو مجموعات الحيوانات التي تعيش على الجزر

عُرضةً بصورةٍ خاصة للتشعُّب التكيفي؛ ربما لأن بمجرد ظهور فرد مستوطن، يظهر العديد من الفرص والبيئات الجديدة ويمكن لنسله أن يحتلَّ مجموعة متنوعة من الموائل ويتخذ مجموعة متنوعة من الأشكال.

ويضمُّ بعض أكثر الأمثلة المثيرة لعمليات التشعُّب التكيُّفي حيوانات أقل لفتًا للانتباه بكثير من طيور الجنة أو حتى السحالي. لطالما اشتهرت جزر هاواي بتنوُّعها الاستثنائي في الحيوانات والنباتات التي ينحصر وجودها في منطقة صغيرة فقط. وفي الكثير من الحالات، نشأت أشكال مختلفة عديدة من سلفٍ واحد استطاع أن يشق طريقه إلى هذه الجزر المنعزلة في المحيط الهادئ، وهو ما يتبين على نحوٍ رائع من خلال ذبابة الفاكهة الصغيرة الحجم. أغلب الناس يحسب ذباب الفاكهة، الذي ينتمي إلى فصيلة ذباب الخل، مجرد ذباب ضئيل الحجم باهت اللون يحوم حول الفاكهة الفاسدة أو حتى أكوام القمامة، إلَّا أن جزر هاواي بها أكثر من ٨٠٠ نوع مختلف من ذباب الخل (دروسوفيليد)، أكثر من أي مكانٍ آخر في العالم. وكل هذه الأنواع لها سلفٌ واحد مشترك، ربما أُنثى واحدة طارت أو حُملت بحرًا أو جوًّا على ساق طائر حتى وصلت إلى هاواي ومن ثم وضعت بيضها في الأرض الجديدة. والذباب الذي نجده اليوم في هاواي مختلف على نحوٍ مذهل في الحجم والمظهر الخارجي؛ إذ يتراوح طُول جسده بين أقل من ١٫٥ ملِّيمتر (١٦ جزءًا من البوصة) وأكثر من ٢٠ ملِّيمترًا (ثلاثة أرباع بوصة). ويشغل الذباب موائل مختلفة كثيرة، بداية من الغابات المطيرة الوارفة في الأودية التي تعزلها الجبال الشاهقة وحتى الحقول العشبية الموجودة على ارتفاعات شاهقة (شكل ٧-٣).

يتباين ذباب الخل على جزر هاواي في سلوكه التكاثري؛ فبعضه يضع بيضة واحدة فحسب وبعضه الآخر يضع المئات في المرة الواحدة. والانتخاب الجنسي بين الذباب متباين بالقدر نفسه، وربما تساهم الاختلافات في سلوك المغازلة والتزاوج في استمرار نشوء الأنواع الجديدة في هذه المجموعة. يعيش أحد الأنواع، المسمى دروسوفيلا الغابات، في الغابات الباردة والرطبة على ارتفاع ٧٥٠ مترًا (٢٥٠٠ قدم) فوق سطح الأرض، ويضع البيض في اللِّحاء المتحلل للأشجار. تتمتع أنواع كثيرة من ذباب الخل بطقوس تزاوج معقدة؛ إذ تُصدِر ذكور بعض الأنواع طنينًا بتردُّد أعلى مما يستطيع البشر سماعه، من خلال هزِّ أجنحتها بأنماط معقدة، وتؤدي أنواع أخرى رقصات تجتذب بها الإناث الجاهزة للتزاوج في الجوار. وتتمتَّع ذكور دروسوفيلا الغابات بمجموعة من الشعيرات على أرجلها الأمامية تفركها بأجساد الإناث أثناء فترة المغازلة، إلا أنها لا تستخدمها دومًا



شكل ٧-٣: خريطة للجزيرة الكبرى بهاواي، بها خمس مناطق يسكنها مجموعات مختلفة من ذبابة الفاكهة، «دروسوفيلا الغابات» (مظللة باللون الرمادي). تطور المجموعات الموجودة في جانب هيلو من الجزيرة، التي تكون أصغر سنًّا من المجموعات في جانب كونا، اختلافات يمكن أن تؤدي مع مرور الوقت إلى نشوء نوعٍ جديد. خطوط المنسوب مقاسة بالأمتار.

بالطريقة نفسها. وفي النصف الشمالي الشرقي من جزيرة هاواي، الذي يُسمى الجزيرة الكبرى، تحظى الذكور بعددٍ أكبر بكثيرٍ من الشعيرات من الذكور الموجودة في الجانب الجنوبي الغربي. من المفترض أن التبايُن قد تطور عبر الانتخاب الجنسي، وإذا واصلت

الإناث من الجزء الشمالي الشرقي تفضيل نوعية المغازلة التي لا يستطيع تقديمها غير الذكور ذات الأرجل المشعرة، فسوف تواصل المجموعات التمايز بطرق أخرى يمكن في النهاية أن تقسمها إلى نوعَين.

تشكيل السلوك للأنواع

تتباين أنواع ذبابة الخلِّ المختلفة من حيث المظهر والسلوك، وفي حين أنه من المُسلَّم به منذ أمدٍ بعيد أن الاختلافات في شكل الحيوانات قد تقود إلى نشوء الأنواع عبر التأثير في الطريقة التي يتعرف بها شركاء التزاوج بعضهم على بعض، فإن الدور الذي يلعبه السلوك في تكوين الأنواع مُثير أكثر للجدل. وعلى الرغم من أننا نعرف أن السلوك الذي يتَّخذ هيئة المغازلة كثيرًا ما يؤثر على انتقاء شريك التزاوج ومن ثم تبادل الجينات بين مختلف المجموعات، فلم يتَّضح بعدُ كيف يُسهِم تطور السلوك في التنوع. ويرجع السبب في ذلك جزئيًّا إلى أن السلوك مرن للغاية؛ إذ يتغير أثناء نمو الفرد أو عندما تكون الحيوانات في ظروف مختلفة، ومن الصعب فَهْم الطريقة التي يمكن أن تؤثر بها تأثيرًا مستديمًا على تطور السمات الملموسة أكثر.

غير أن إحدى الدراسات وجدت أن السلوك، على هيئة تغريد الطيور على الأقل، كان يلعب دورًا مهمًّا في تكوين الأنواع. وفي حين أن ذكور الكثير من الطيور تغرد، فإن إحدى المجموعات الرئيسة، بما فيها عصافير الملك وطيور الفَرَّان، لا تُصدِر سوى تغريداتٍ بسيطة نسبيًّا ذات عددٍ قليل من النغمات، في حين أن مجموعة أخرى، من بينها طيور السُّمْنة وطيور النمنمة، تغرد التغريدات الشجية الملهمة بالأشعار وتعتمد على جهاز صوتي شديد التميز لإصدارها. وتغريدات المجموعة الأولى متوارثة، في حين أن المجموعة الثانية بحاجةٍ إلى تعلُّم تغريداتها، عادة من الأب. فحص العلماء معدلات الانتواع، التي تحددت باستخدام العَلاقات الجينية بين أفراد مجموعةٍ ما، في مجموعة فرعية من كِلا نوعي الطيور المغردة. كما قدروا أن تطور التغريدات بين الأنواع المختلفة، من خلال مقارنة المكونات داخل كل تغريدة وتحديد إلى أي مدًى تغيرت التغريدات على مدار الزمن التطوري. في كلتا المجموعتَين، كلما زاد معدل الانتواع، زاد معدل تطور التغريدات. بل والأكثر إثارة أن تطور التغريدات كان أسرع في مجموعة الطيور التي تعلَّمت التغريدات مقارنةً بالمجموعة ذات التغريدات الفطرية. وهذا يُشير إلى أن التعلم — تعلم التغريدات على الأقل، وربما أشياء أخرى كذلك — قد يصنع فارقًا في مدى سرعة اكتساب سمةٍ ما، وبالتبعية في سرعة التطور والانتواع.

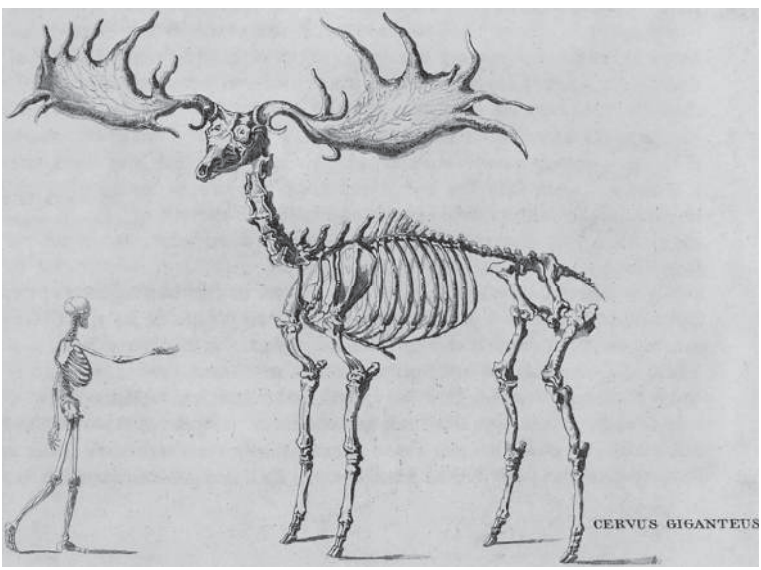
ثمة رابط آخر بين السلوك والانتخاب الجنسي واحتمالية حدوث تغيرات في تعرف شريك التزاوج يأتي من دراسة للقدرة المعرفية في أسماك الجوبي، وهي ليست من الحيوانات المعروف عنها عمومًا أنها ذات مهارات عقلية. إلا أن انتقاء شريك تزاوج، بغض النظر عن النوع، يتطلَّب التقييم واتخاذ قرارات معقَّدة وهي القدرات التي قد تشجع التنوع. والقدرة المعرفية مرتبطة بحجم الدماغ، واستخدم العلماء الانتقاء الاصطناعي في انتقاء أسماك جوبي ذات دماغ كبير الحجم وأخرى ذات دماغ صغير الحجم، مما أوضح كما ينبغي الاختلافات في القدرة على حل المشكلات.

تكهَّن الباحثون حينئذٍ بأن إناث أسماك الجوبي ذات الدماغ الأكبر حجمًا من المفترض أن تكون أكثر قدرةً على تمييز ذكر جذَّاب عالي الجودة مقارنة بقريناتها ذات الدماغ الأصغر حجمًا، ومن ثم يُفترض أن تنتقيَ ذكرًا جذابًا بوتيرة أكبر (كما رأينا في الفصل الثالث، ذكرًا ذا رقع برتقالية أزهى). ومن أجل اختبار هذه الفرضية، قيموا تفضيلات الإناث من كل من السلالات المنتقاة وكذلك تفضيلات الإناث من مجموعات الأنواع البرية التي لم تخضع لأي انتقاء بناء على حجم الدماغ. وبالفعل فضلت كل من الإناث ذات المخ الأكبر حجمًا وإناث الأنواع البرية الذكور الجذَّابة، ولكن لم تُظهِر الإناث ذات الدماغ الأصغر حجمًا أيَّ تفضيل لنوعٍ مُعين من الذكور. لم يَكُن الاختلاف في التفضيلات بسبب اختلاف في القدرة البصرية، ما يعني أن التفضيلات لأنواع مُعينة من الذكور يمكن أن تنشأ بعدَّة طرق متنوعة أثناء تطور الدماغ، ومن ثم تُوجِّه الطريقة التي تصير بها المجموعات معزولة تكاثريًّا.

هل بإمكان الجنس أن يمنع الانقراض؟

يمكن النظر إلى الانقراض بوصفه المضاد للانتواع؛ إذ تختفي الأنواع من الوجود بدلًا من أن تتنوع. وهنا أيضًا ربما يلعب الانتخاب الجنسي دورًا. فنظرًا لأنه يسفر عن سماتٍ مبالغ فيها، مثل الذيل المروحي للطاووس، ونظرًا لأن تلك السمات عادةً ما تكون مؤذية أو مكلفةً جدًّا في إنتاجها، فقد أشير في بضع حالات إلى أن الانتخاب الجنسي أحيانًا يتجاوز كل الحدود، إن جاز التعبير، ومن الممكن أن يحكم على نوع ما بالانقراض. والإلكة الأيرلندية الشهيرة خير مثال على مثل هذا الإفراط التطوري الواضح (شكل ٧-٤). كان هذا النوع، الذي يُعرَف أيضًا باسم الأيَّل الضخم، على قيد الحياة خلال العصر الجليدي (العصر البليستوسيني). كان طول الذكور يتجاوز المترَين من عند الكتفَين، وكانت قرونها

الضخمة هي الأكبر بين أفراد فصيل الأُيَّل، إذ يصل طولها من الطرف إلى الطرف الآخر ٣٫٦٥ أمتار ويبلغ وزنها ٤٠ كيلوجرامًا. وتشير الأدلة الأحفورية إلى أن الإلكة كانت لدَيها دورة شبق أو فترة وداق، تمامًا مثل الأيائل الحديثة، وهو ما يعني أن الذكور كانت تتنافس على الأرجح للوصول إلى الإناث. وإنتاج القرون أمر مكلف جدًّا، والمنافسة الشديدة على شريكات التزاوج بين الذكور من شأنه أن يُسفر على الأرجح عن إصابة المتنافسين وأحيانًا موتهم. ورغم أننا لن نعرف يقينًا، فإن الكثير من العلماء تكهَّنوا بأن الانتخاب الجنسي للقرون الضخمة أدَّى في النهاية إلى وجود عدد قليل للغاية من الذكور في مجموعة الإلكة الأيرلندية، مما أدَّى بها إلى الانقراض في نهاية المطاف.



شكل ٧-٤: هيكل عظمي لذكر الإلكة الأيرلندية الضخم المنقرض إلى جوار هيكل عظمي لإنسان بهدف المقارنة.

من ناحية أخرى، ربما يستطيع الانتخاب الجنسي أن يمنع الانقراض. فإذا كانت الإناث لا تفضل إلا أنواعًا مُعينة من الذكور، فإن الذكور الأقل تفضيلًا تقلُّ فرصها في التزاوج، وبهذا يوفر الانتخاب الجنسي نوعًا من التصفية التي تحافظ على أنواعٍ معينة

فقط من الأفراد. على سبيل المثال، وكما ناقشنا في الفصل الثالث، قد تفضل الإناث الذكور صاحبة العدد الأقل من الطفرات الضارَّة؛ ومن ثم فإن انتقاء شريك التزاوج «يمحو» الأشكال الجينية المغايرة الأقل تفضيلًا كل جيل. وبافتراض أن الذكور المفضلة هي ذكور ذات جودة أعلى من الذكور الأقل تفضيلًا، فهذا يعني أن الكفاءة الإجمالية للمجموعات المعرضة للانتخاب الجنسي الحاد ستكون أعلى من المجموعات التي لم تُعرَّض إلى هذا الانتخاب. والمحصلة النهائية مجموعات أقل عُرضة للانقراض.

وفي سبيل التحقُّق من أن هذه الفكرة ممكنة، أجرى العلماء مجموعة من التجارب باستخدام خنفساء الدقيق، وهي حشرة صغيرة كما يوحي اسمها، تغزو الدقيق وغيره من منتجات الحبوب المُخزنة. خضعت هذه الخنافس إمَّا للانتخاب الجنسي القوي أو الضعيف من خلال تنويع نسبة الجنس، بحيث حظيت بعض المجموعات بعدد ذكور أكثر من عدد الإناث (مما حفز منافسة شديدة على شريكات التزاوج)، وحظيت مجموعات أخرى بالعكس، وبعض المجموعات الأخرى تخضع إلى تزاوج أحادي قسري، بحيث استحال انتقاء شريك التزاوج (أو الانتخاب الجنسي). ثم حدث تزاوج داخلي للنسل الناتج من كل مجموعة (بحيث تزاوَج الإخوة مع أخواتهم) لاكتشاف أي طفراتٍ ربما تكون قد نشأت على مدار الأجيال السابقة. وسُمح للمجموعات بأن تنمو أو تنكمِش دون أي تدخُّل من الباحثين. وبالفعل، كانت احتمالات البقاء على قيد الحياة بعد حدوث التزاوج الداخلي للمجموعات التي تعرَّضت لانتخاب جنسي قوي أعلى، وأشار العلماء إلى أن وجود تاريخ من المنافسة على التزاوج يمكن أن يكون قد طهَّر المجموعة من الطفرات المشوهة. ولا يزال من غير المعلوم حتى الآن ما إذا كان هذا يعني أن الانتخاب الجنسي من الممكن أن يكون قد ساعد في نجاة الأنواع المهددة بالانقراض أم لا، إلا أن الفكرة تؤكد على أن فَهْم الانتخاب الطبيعي يمكن أن تكون له تداعيات عملية على حفظ الأنواع.

الفصل الثامن

الخاتمة والخطوة التالية

تمسُّ أفكارنا عن الجنس والنوع الاجتماعي جوهر كِياننا، ولا شيءَ تقريبًا سوف يكفل وجود حُجة مثل تعميمٍ فضفاض بشأن «طبيعة» الذكر أو الأنثى، أو على الأقل فيما يخصُّنا كبشَر. هل نحن أحاديو التزاوج بالفطرة؟ هل النساء ثرثارات أكثر، أو أكثر عاطفية، أو أقل ميلًا للاهتمام بالمهام الميكانيكية؟ وهل الرجال بُغاة متعطشون للسلطة؟ والأهم فيما يتعلق بجهودنا في هذا الكتاب، ما الذي تخبرنا به ملاحظاتنا عن الحيوانات بشأن تطور الجنسَين؟ إن التكاثر الجنسي هو محور حياة معظم الحيوانات، ومن ثم فالكتابة عن الانتخاب الجنسي تعني الكتابة عن كلِّ شيء تقريبًا في علم الأحياء؛ عن شكل الحيوانات وموائلها وسلوك بعضها تجاه بعض، وبالطبع كيفية تأثُّر الجنسين بالتطور.

نأمُل أن تكون الدراسات التي نوقشت في هذا الكتاب قد أكَّدت على شيء أدركه جميع الباحثين تقريبًا في مجال سلوك الحيوان، ألا وهو: أن الحيوانات تتنوَّع في سلوكها الجنسي أكثر مما نظن عمومًا، وهو ما يعني أنها لا تمثل نموذجًا للسلوك البشري الفطري، بغضِّ النظر عن طريقة تعريفنا له. فالإناث ليست دومًا الجنس الأكثر اهتمامًا وعطفًا، والذكور ليسوا دائمًا أكثر تنافسية من الإناث، وانتقاء شريك التزاوج والمنافسة يتَّخِذان أشكالًا عدَّة. وفي ظل الضغوط الانتخابية نفسها — المتمثلة في البقاء على قيد الحياة بما فيه الكفاية للتكاثر وتوريث الجينات إلى الأجيال التالية — تطوَّر لدى الحيوانات العديد من الحلول المختلفة. فذكَرُ سمكة أبو الشص هو عبارة عن جراب كامن ومذعن للحيوانات المنوية ملتصق بالأنثى، وتفضل أنثى الجندب النطاط الأمريكي الطويل القرون التناسُل مع ذكرٍ يقدِّم لها هدية عُرس مُغذية تزن ثلث كتلة جسده. وذكر بق الفراش يتحاشى

الجهاز التناسُلي للأنثى، وبدلًا من ذلك يطعن شريكة التزاوج بعضوه الذكري الأشبه بمحقن تحت الجلد، وبهذا يطلق الحيوانات المنوية داخل تجويف جسد الأنثى. وربما تكون الطفيليات قد لعبَت دورًا في تطور الخصائص الجنسية الثانوية المبهرجة لدى الذكور؛ ومن ثم تتصرف الإناث كما لو أنها طبيبات تُجري فحصًا طبيًّا، باحثة بدقة عن أي علاماتٍ مرَضية لدى شركاء التزاوج المحتملين. ويبدو أن العلماء يكتشفون كل يومٍ أمثلة جديدة وغريبة لسمةٍ ما مُستخدَمة في الجنس. ويُحذرنا هذا التنوُّع المبهر أيضًا من المغالاة في الاعتماد على نموذجٍ واحد فقط أو بضعة نماذج محدودة للأنواع لتُقدِّم لنا إجابات بشأن آلية عمل الانتخاب الجنسي؛ فقد يكون من الممكن أن نستمدَّ فَهْمَنا لعلم الوراثة بالاستعانة بذبابة الفاكهة والبكتيريا فقط، إلَّا أن هذه المجموعة المحدودة من الأمثلة لن تُفلِح أبدًا مع الانتخاب الجنسي.

في الوقت نفسه، توفر لنا مبادئ الانتخاب الجنسي إطارًا نُفسر من خلاله كل هذا التباين. سيكون من الخطأ أن ننفض أيدينا ونقول إن كل شيء مباح في المملكة الحيوانية. ثمة مقولة شهيرة لتشارلز داروين في كتاب «أصل الأنواع»: «فإذا استطاع أحد أن يُثبت أن أيَّ جزءٍ من أجزاء تركيب عضوي في نوعٍ بعينِه من الأنواع، قد استُحدث خالصًا لنفع نوعٍ آخر، لتقوَّضت نظريتي؛ لأن ذلك لا يمكن أن يُستحدث بتأثير الانتخاب الطبيعي.» بالمثل، من شأننا أن نجادل بأنه حتى أغرب السمات الناشئة عن الانتخاب الجنسي لا يمكن أن تتطوَّر إلَّا لأنها تجعل حاملها أكثر جاذبيةً أو قدرة على التغلُّب على منافسيه؛ ومن ثم تزيد من كفاءة حاملها في سياق المنافسة الجنسية. وأحيانًا تأتي هذه الكفاءة بتكلفةٍ تتعلق بالانتخاب الطبيعي؛ فعلى سبيل المثال، ربما تُبرز الطيور الملونة التي تُصدِر تغريدات عالية نفسَها أكثر بالنسبة إلى الحيوانات المفترسة. ولكن ما لم تَكُن المزايا تفوق التكاليف فيما يتعلق باجتذاب شريك التزاوج أو القدرة على المنافسة، فلن تتطوَّر هذه السمة على أي حال.

تساعدنا نظرية الانتخاب الجنسي أيضًا في تفسير الأنماط الشاسعة للاختلافات بين الجنسَين التي نراها عبر مختلف المجموعات الحيوانية. لماذا تميل الذكور، لا الإناث، بوجهٍ عام إلى امتلاك الأسلحة المستخدمة في الاشتباك مع ذكورٍ أخرى من نفس نوعها وكذا الريش والفراء وغيرها من سمات التزيُّن الأخرى التي تجعل أنواعًا كثيرة مميزة؟ تكمُن الإجابة عن هذا السؤال في طريقة تأثير الانتخاب الجنسي على الجنسين. كما رأينا، فإن قدرة الذكور على توريث الجينات إلى الجيل التالي مُقيَّدة بعدد الإناث التي يمكنها تلقيحها.

والمزيد من شريكات التزاوج — والقدرة على التنافس من أجلها — هو العنصر الأساسي للنجاح. من ناحية أخرى، تتمتع الإناث بمخزونٍ محدود من البويضات، وتلك البويضات يمكن أن تصير مُخصبة على نحوٍ شبه مؤكد. وفي حين أن الإناث يمكن أن تستفيد أيضًا من تعدُّد شركاء التزاوج، فإن نجاحها التنافُسي يعتمد إلى حدٍّ كبير على جودة العدد القليل من الذكور التي تسعى إليها لاتخاذها شركاء تزاوج. والاستثناءات قائمة، كما هو الحال مع إناث الجندب النطاط الأمريكي المتنافسة والذكور المدقِّقة في الانتقاء؛ لأن في ظروف معينة، تكون الذكور هي السلعة المقَيِّدة؛ نظرًا لأنها تُقدِّم هدايا العُرس المُغذية المكلفة.

ما هي أحدث النتائج التي توصلت إليها أبحاث الانتخاب الجنسي وإلى أين يَتَّجِه المجال؟ حظي الصراع الجنسي بقدرٍ كبير من الاهتمام على مدى العقد الأخير أو نحو ذلك، كما أوضحنا في الفصل السادس. مع بداية انطلاق أبحاث سلوك الحيوان، كان يُعتقد أنه لا يمكن لشيءٍ آخر أن يكون أكثر توافقًا من مصالح الذكور والإناث من وراء التزاوج، نظرًا بالطبع إلى أن المهمة الأساسية لإنجاب النسل واحدة لدى كِلا الجنسين. ولذا، كان يُعتقَد أن الانسجام هو القاعدة، مع وجود الإناث المتردِّدة التي تحتاج فقط إلى الاقتناع من خلال المغازلة وإبراز مظاهر الزينة بأن الوقت المناسب قد حان. غير أن ثمة نظرية الآن حول مزايا التزاوج التي كثيرًا ما تتعارَض بالنسبة إلى الجنسَين تسلط الضوء على السبب وراء ما يبدو من أن هذا الانسجام لا يتحقَّق دومًا. تكشف الفكرة القائلة إنه حتى تركيب الأعضاء التناسُلية الذكرية والأنثوية يعكس ضغوطًا انتخابية متعارضة على كِلا الجنسين، تكشف طرقًا جديدة لفَهْم وجه اختلاف الذكور عن الإناث والسبب وراء هذا الاختلاف. ولكن مرةً أخرى، قد يكون من المغري تعميمُ هذا الصراع والمغالاة في التأكيد عليه، حتى عندما تنعكس آثاره على سلوكياتٍ كثيرة وسمات أخرى، كما هو الحال مع تأثير الانتخاب الجنسي الأوسع نطاقًا. ومن وجهة نظرٍ مبدئية تنصُّ على أن الجنسين طالما كانا مُتوافقَين مع فكرةٍ أحدث عن التزاوج باعتباره ساحة قتال، نأمُل الآن أن تتعادل كفَّتا المِيزان. فليس بالضرورة أن يكون التزاوج، حتى التزاوج المتعدِّد، مؤذيًا للإناث ومفيدًا للذكور، والصراع يمكن أن يتجلَّى بدرجاتٍ متباينة من الشدة، تتراوح بين الانعدام وصولًا إلى التطرف.

ثمة نظرية أخرى حديثة نسبيًّا تُواصِل فتح أُفقٍ جديدٍ وثريٍّ أمام البحث العلمي ألا وهي الإقرار بأن الانتخاب الجنسي لا يتوقف بعد التزاوج. لقد تجلَّى تنافُس المنيِّ والانتقاء

الخفي من جانب الإناث في مجموعةٍ متنوعة وواسعة من الأنواع، وإن كان الأول أوسع انتشارًا من الأخير. لم يستثمر الذكور الطاقة في الأسلحة الظاهرة للعِيان مثل القرون أو الأجساد الضخمة وحسب؛ وإنما في حجم حيواناتها المنوية وتركيبها أيضًا. ويمكن أن تتناسل الإناث مع عدة ذكور إلا أنها تحابي مجموعة فرعية فقط من هؤلاء الذكور في أبوة ذريتها. وهذه الظواهر التالية لعملية التزاوج كثيرًا ما يغفُل عنها المراقبون؛ إلَّا أن لتأثيراتها تداعيات مهمة على التطور. ولعلَّ من أقوى الأدوات الجديدة لتعقُّب وتقييم تنافس المني والانتقاء الخفي من جانب الإناث هي التطور التجريبي، حيث يقوم الباحثون بإعادة تمثيل عمليات الانتخاب في ظلِّ ظروفٍ خاضعة للرقابة الدقيقة ومشاهدة النتائج في الوقت الفعلي.

يتيح لنا علم الجينوم، وهو علم دراسة المجموعة الكاملة لجينات الكائن الحي، طريقةً لفَهْم كل أنواع السلوكيات، بما فيها السلوك الجنسي، على نحوٍ غير مسبوق. ومن خلال الاستعانة بالتكنولوجيا المطورة حديثًا التي يمكن أن تُحدِّد التسلسلات الجينية لأجزاءٍ طويلة من الحمض النووي، يستطيع الباحثون أن يطرحوا أسئلةً حول كيفية انعكاس جينات الكائن الحي — نمطه الجيني — على شكل ذلك الكائن الحي وسلوكه؛ أي نمطه الظاهري، وهو رابط وثيق الصلة بالانتخاب الجنسي. ونظرًا لأن السلوك مرِن للغاية، فإن تحديد أُسسه الجينية يساعدنا على رؤية إلى أي مدًى قد يستطيع الانتخاب أن يُغير سمةً معينة. يتيح لنا علم الجينوم أيضًا دراسةَ، ليس الحمض النووي فقط، أو ما يُطلق عليه «برنامج» الجينات، وإنما يتيح لنا أيضًا دراسة الترانسكربيتوم، وهو الحمض النووي الريبي الذي يخبرنا بكيفية التعبير عن تلك الجينات. فامتلاك الجين أمر قائم بذاته، ولكن السؤال الحقيقي هو ما إذا كان هذا الجين يظهر حقًّا تأثيراته على الكائن الحي الذي يحمله أم لا.

بوجهٍ عام، لم يُحقق تطبيق علم الجينوم في مجال سلوك الحيوان نجاحًا أكبر من ذلك الذي حقَّقه عند استخدامه في دراسة الحشرات الاجتماعية، مثل النحل والدبابير والنمل التي تظهر سلوكيات استثنائية مثل سلوك الشغالات العقيمة التي تكرس نفسها لتحقيق الرفاهية لمستعمرتها. كيف تطور مثل هذا الشكل الاستثنائي؟ لاحظنا على مدار مئات السنين كيف أصبحت يرقات نحل العسل شغالات بينما صارت يرقات أخرى ملكات، غير أن الأسس الجينية لم تتَّضِح حتى الآن. وقد أوضحت مجموعة متنوعة من الأدوات الجينومية أن خطوات عديدة بين تحوُّل البيضة إلى ملكة أو شغالة هي خطوات قابلة

للارتداد، وهذه الجينات ليست مجرد مفتاح تشغيل وإيقاف للسلوك، وأن ثمة مسارات مشابهة يمكن استخدامها لتحقيق نتائج مختلفة.

ثمة موضوع آخر ذو صلةٍ أكبر بالانتخاب الجنسي؛ ألا وهو الاستعانة بعلم الجينوم لفَهْم تطوُّر «سلوكيات التكاثر البديلة»، التي ناقشناها في الفصل الرابع. على سبيل المثال، عُث البصل هو مفصليات دقيقة الحجم ذات صلة بالعناكب يستوطن مجموعة متنوعة من البصليات، كما يوحي اسمها، بما في ذلك الزهور مثل زهور الياقوتية أو الزعفران، وحتى البصل. ويحظى أحد أنواع عُث البصل بنوعَين تكاثُريين من الذكور قابلَين للتوريث، الذكور المقاتلة والذكور اليافعة المسالمة، مثلها في ذلك مثل متساويةِ الأرجل البحرية المذكورة في الفصل الرابع. تتمتع الذكور المقاتلة بزوجٍ ثالث أكبر حجمًا من الأرجل تستخدمها في القتال، بينما تملك الذكور اليافعة المسالمة أرجلًا شبيهة بأرجل الإناث ولا تنخرط في سلوكيات قتالية. وفي دراسة أُجريت على الترانسكربيتوم — نطاقات التعبير الجيني — لكلا النوعَين التكاثُريين من الذكور وكذلك الإناث، وُجد أن الجينات التي يُرجَّح التعبير عنها أكثر لدى الذكور تتطور بوتيرةٍ أسرع من الجينات التي يُرجَّح التعبير عنها أكثر لدى الإناث. علاوة على ذلك، تفوق النوع المقاتل من الذكور في التعبير عن عدد جينات أكثر من النوع المسالم بأربعة أضعاف. وخلَص العلماء الذين أجرَوا دراساتِهم على العث إلى أن الاختلاف بين نوعَي الذكور لا صلةَ له بوجود جينٍ معيَّن من عدمه، وإنما بالطريقة التي يُعبَّر بها عن نفس الجين في أفراد مختلفين.

اقتُرح استخدام علم الجينوم أيضًا بوصفه أداةً مفيدة لبناء فَهْم أفضل للصراع الجنسي. قد يحدث مثل هذا الصراع عند موقعٍ واحد على كروموسوم ما. وفي هذه الحالة، سيكون الجين المعبَّر عنه ويحابي كفاءة الذكر سيئًا إذا ظهر في الأنثى، والعكس صحيح. وهذا يعني أن الجين نفسه يخضع لانتخابٍ مضاد، استنادًا إلى الجنس الذي يرثه. إن تحديد الجينات التي تقف وراء الصراع الجنسي وتحديد موضعها داخل الجينوم ربما يكون من شأنه أن يطور فَهْمنا للسبب وراء إمكانية تسوية بعض الصراعات الجنسية واستمرار البعض الآخر نحو التصعيد.

ثمة مجال آخر سريع التطور في علم الأحياء التطوري؛ ألا وهو علم التَّخلُّق؛ أي دراسة التغييرات الطارئة على جينوم كائن حي خلال فترة حياته، والتي يمكن تمريرها إلى الذرية على الأقل لجيلٍ أو جيلَين تاليَين. ويتزايد إدراك العلماء لإمكانية أن تترك السلوكيات، رغم أنها قد تبدو عابرةً، بصمتِها على الجينات. ففي الكثير من الفقاريات،

تُبرمَج بعض السلوكيات المحددة للجنس قبل الميلاد وبعده مباشرة، أو خلال الانتقال من فترة النشأة إلى فترة البلوغ، عندما يتعرض المخ إلى مستوياتٍ مختلفة من الهرمونات مثل هرمون التستوستيرون. كما تحفز الهرمونات تغييرات في التعبير عن الجينات المرتبطة بالسمات المنتقاة على الصعيد الجنسي، وهو ما يعني أن البيئة يمكن أن تُغير آلية عمل الجينات. ويمكن تمرير التغيرات الجينية، بدورها، إلى الذرية. ومثل هذه التغيرات، التي تحدث داخل الأجيال، التي تطرأ على البرمجة الجينية تكون عُرضة أيضًا للأضرار البيئية مثل التلوث. ويتدارس الباحثون الطرق التي قد تؤثر بها مُسببات اختلال الغدد الصماء — المواد الكيميائية التي تُعيق الأنشطة الطبيعية للهرمونات في الجسم — في النهاية على السلوك الجنسي والسمات المرتبطة بالجنس.

يُعد التحرير الجيني أحدث الآفاق التي وصل إليها علم الوراثة، وهو طريقة لإدخال مادةٍ جينية جديدة إلى الكائن الحي واستبعاد مادة أخرى تُعتبر غير مرغوب فيها. وعادةً ما تُناقَش التقنيات المستخدمة فيه في سياق صحة الإنسان، بحيث يمكن تحرير جينٍ مَعيب وإحلال جين فعَّال محله؛ ولكن سيأتي اليوم الذي تُستخدَم فيه مثل هذه الطرق في التطور التجريبي بلا شك؛ ومن ثم يمكن أن يكون ذا صلة بالانتخاب الجنسي. تخيل إمكانية إحلال جينٍ يُوجَد عادةً لدى الإناث محل آخر يُوجَد في الذكور، والقدرة على رصد النتائج في الكائن الحي أثناء تطوره. والمستقبل هو ما سيُحدِّد كيف سيُستعان بهذه الأدوات لتساعدنا في فَهْم التطور والأسس الجينية للسلوك الجنسي.

في النهاية، على الرغم من أننا نحاول بالأساس فهم الانتخاب الجنسي لنكتسب معرفة أكبر بالعالم وسكانه، قد تكون مثل هذه المعرفة مفيدة أيضًا في مساعينا نحو الحفاظ على التنوع البيولوجي. فيمكن أن يُساعدنا فهم نظام التزاوج وسلوك المغازلة والتودُّد لدى الأنواع محل الدراسة في ضمان نجاح عمليات التزاوج. يُعلمنا الانتخاب الجنسي أن التزاوج نادرًا ما يكون عشوائيًّا، ومجرد الجمع بين ذكرٍ وأنثى من النوع المناسب لا يضمن بالضرورة نجاح التكاثر. بالإضافة إلى هذا، وكما أشرْنا في الفصل السابع، فالسماح للإناث باختيار شركاء التزاوج ربما يُتيح تطهير المجموعة من الجينات السيئة، وفي النهاية يزيد من احتمالية استمرار المجموعة أو النوع.

لا يزال هناك الكثير لمعرفته بخصوص طرق انخراط الحيوانات في عملية التكاثر. وفَهْم كيفية تطور السلوك الجنسي، بالإضافة إلى السمات المفرطة عادة المصاحبة لذلك السلوك، يعني فَهْم الطرق المعقَّدة التي تتفاعل بها الطبيعة مع التنشئة. وحتى داروين

نفسه اندهش من قدرة الانتخاب الجنسي؛ إذ ذكر في كتاب «نشأة الإنسان»: «سوف نرى أيضًا، وهو ما كان لنا أن نتوقَّعه على الإطلاق، أن القدرة على استمالة الأنثى كانت في بعض الأحيان أهمَّ من القدرة على هزيمة الذكور الأخرى في المعركة.» وبعد مرور ١٥٠ عامًا تقريبًا، نتساءل عمَّا يمكن أن نتوقَّعه بشأن أعاجيب الانتخاب الجنسي.

قراءاتٌ إضافية

مجموعة من الكتب الأكاديمية تقدم معالجات تفصيلية ممتازة لموضوع الانتخاب الجنسي:

Andersson, M. (1994). *Sexual Selection*. Princeton, Princeton University Press.

Arnqvist, G. and Rowe, L. (2005). *Sexual Conflict*. Princeton, Princeton University Press.

Eberhard, W. G. (1996). *Female Control: Sexual Selection by Cryptic Female Choice*. Princeton, Princeton University Press.

Rosenthal, G. G. (2017). *Mate Choice: The Evolution of Sexual Decision Making from Microbes to Humans*. Princeton, Princeton University Press.

Simmons, L. W. (2001). *Sperm Competition and its Evolutionary Consequences in the Insects*. Princeton, Princeton University Press.

فيما يلي مجموعة من الكتب موجهة لجمهور أعم:

Birkhead, T. (2000). *Promiscuity*. London, Faber and Faber.

Cronin, H. (1991). *The Ant and the Peacock*. Cambridge, Cambridge University Press.

Ryan, M. J. (2018). *A Taste for the Beautiful: The Evolution of Attraction*. Princeton, Princeton University Press.

Zuk, M. (2002). *Sexual Selections: What We Can and Can't Learn About Sex from Animals*. Berkeley, University of California Press.

قراءات مقترحة أكثر تحديدًا، مصنفة حسب الفصل:

الفصل الأول: فكرة داروين العظيمة الأخرى

Blaffer Hrdy, S. (1986). Empathy, polyandry, and the myth of the coy female. In R. Bleier (ed.), *Feminist Approaches to Science*. New York, Pergamon Press, pp. 119–46.

Milam, E. (2010). *Looking for a Few Good Males: Female Choice in Evolutionary Biology (Animals, History, Culture)*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Dawson, G. (2007). *Darwin, Literature and Victorian Respectability* (Cambridge Studies in Nineteenth-Century Literature and Culture). Cambridge, Cambridge University Press.

الفصل الثاني: أنظمة التزاوج، أو انتقاء الشريك، ومدة التزاوج

Emlen, S. T. and Oring, L. W. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197, 215–23.

Kvarnemo, C. and Simmons, L. W. (2013). Polyandry as a mediator of sexual selection before and after mating. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B, 368, 20120042.

Thornhill, R. and Alcock, J. (1983). *The Evolution of Insect Mating Systems*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

Shuker, D. M. and Simmons, L. W. (eds) (2014). *The Evolution of Insect Mating Systems*. Oxford, Oxford University Press.

الفصل الثالث: الانتقاء من ساحة المنافسين

Kirkpatrick, M. and Ryan, M. J. (1991). The evolution of mating preferences and the paradox of the lek. *Nature*, 350, 33–8.

Mays, H. L. and Hill, G. E. (2004). Choosing mates: good genes versus genes that are a good fit. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 554–9.

Kokko, H., Jennions, M. D., and Brooks, R. (2006). Unifying and testing models of sexual selection. *Annual Reviews in Ecology Evolution and Systematics*, 37, 43–66.

Tomkins, J. L., Radwan J., Kotiaho, J. S., and Tregenza, T. (2004). Genic capture and resolving the lek paradox. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 323–8.

الفصل الرابع: الأدوار الجنسية والتصورات النمطية

Ah-King, M. and Ahnesjo, I. (2013). The 'sex role' concept: an overview and evaluation. *Evol. Biol.* 40, 461–70.

Janicke, T., Häderer, I. K., Lajeunesse, M. J., and Anthes, N. (2016). Darwinian sex roles confirmed across the animal kingdom. *Sci. Adv.* 2, e1500983.

Knight, J. (2002). Sexual stereotypes. *Nature*, 415, 254–6.

الفصل الخامس: استمرار الانتخاب الجنسي بعد التزاوج

Kvarnemo, C. and Simmons, L. W. (2013). Polyandry as a mediator of sexual selection before and after mating. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 368, 20120042.

Parker, G. A. and Pizzari, T. (2010). Sperm competition and ejaculate economics. *Biological Reviews*, 85, 897–934.

Parker, G. A. (2016). The evolution of expenditure on testes. *Journal of Zoology*, 298, 3–19.

الفصل السادس: الصراع الجنسي

Rice, W. R. and Gavrilets, S. (eds) (2014). *The Genetics and Biology of Sexual Conflict*. New York, Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Tregenza, T., Wedell, N., and Chapman, T. (2006). Introduction. Sexual conflict: a new paradigm? *Phil. Trans. R. Soc.* B 361, 229–34.

Wolfner, M. F. (2009). Battle and ballet: molecular interactions between the sexes in *Drosophila. J. Hered*. 100, 399–410.

الفصل السابع: كيف يؤدي الجنس إلى بقاء الأنواع؟

West-Eberhard, M. J. (1983). Sexual selection, social competition, and speciation. *Quarterly Review of Biology*, 58, 155–83.

Marie Curie SPECIATION Network (2012). What do we need to know about speciation? *Trends in Ecology & Evolution*, 27, 27–39.

Panhuis, T. M., Butlin, R., Zuk, M., and Tregenza, T. (2001). Sexual selection and speciation. *Trends Ecol. Evol.* 16, 364–71.

مصادر الصور

(1–1) Anglerfish (Commons sibi/CC–BY–SA–3.0).

(1–2) Grebe courtship (Taken from “The penguin dance”, from Julian S. Huxley, “The courtship habits of the great crested grebe (Podiceps cristatus)”, *Proceedings of the Zoological Society of London* 25 (1914).)

(1–3) Drosophila courtship (Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: *Nature Reviews Genetics*, Marla B. Sokolowski, “Drosophila: Genetics meets behaviour”, Nov; 2(11): 879–90. copyright (2001).)

(2–1) Map of red–winged blackbird marsh (Redrawn from figure 2 in Gibbs HL, Weatherhead PJ, Boag PT, White BN, Tabak LM, Hoysak DJ., “Realized reproductive success of polygynous red–winged blackbirds revealed by DNA markers”, Science. 1990 Dec 7;250(4986): 1394–7. Reprinted with permission from AAAS.)

(2–2) Grouse (Artist: Bob Hines (1912–94), US Fish and Wildlife Service, Wikimedia Commons, Public Domain.)

(2–3) Jacana (David J. Tuss.)

(2–4) Gibbons (© Thomas Geissman, Switzerland.)

(3–1) Widowbirds (Chromolithograph after Frederick William Frohawk, printed by Brumby & Clark Ltd in Hull and published in *Frohawk’s Foreign Finches in Captivity*, 1899.)

(3–2) Sticklebacks (From the French natural history dictionary, *Histoire naturelle*, 1849, by D'Orbigny.)

(3–3) Water mites (Proctor, H. C. 1991. Courtship in the water mite Neumania papillator: males capitalize on female adaptations for predation. *Animal Behaviour*, 42, 589–98.)

(3–4) Lek paradox

(4–1) Katydid (Illustration by Martin Thompson.)

(4–2) Seahorses (Schematic illustration of life cycle of seahorse based on— Look, Katrien J. W. Van; Dzyuba, Borys; Cliffe, Alex; Koldewey, Heather J.; Holt, William V. (2007–02–01). "Dimorphic sperm and the unlikely route to fertilisation in the yellow seahorse", *Journal of Experimental Biology* 210 (3): 432–7/CC 1.0.)

(4–3) Ruffs (Genetic mapping of the female mimic morph locus in the ruff. Lindsay L. Farrell, Terry Burke, Jon Slate, Susan B. McRae, and David B. Lank. *BMC Genetics* 2013: 109 DOI: 10.1186/1471–2156–14–109 © Farrell et al.; licensee BioMed Central Ltd. 2013. With kind permission of Lindsay L. Farrell.)

(4–4) Isopods (Shuster, S. M. 1992. The reproductive behaviour of α, β–, and γ–males in *Paracerceis sculpta*, a marine isopod crustacean. *Behaviour* 121: 231–58.)

(5–1) Disruptive selection

(5–2) Sperm competition (Adapted from figure 2 in Parker, G. A., Lessells, C. M., and Simmons, L. W. 2013. "Sperm competition games: a general model for pre–copulatory male–male competition." *Evolution*, 67: 95–109.)

(5–3) Testes vs body weight

(5–4) Quacking frogs (Photo by Bruno Butazzo.)

(5–5) Damselflies (Reddogs/Shutterstock.com POWER AND SYRED/SCIENCE PHOTO LIBRARY.)

(5–6) Bacula (© University of Michigan Museum of Zoology, Misc. Publ. Mus. Zool; MP 113 1960.)

(6–1) Mallards (Photo by Allen Gu. https://cnx.org/contents/1VAR4MtO@3/Sexual–Conflict–and–Forced–Cop/CC–BY–SA–3.0.)

(6–2) Chase–away selection

(6–3) Sexually antagonistic selection (Republished with permission of Princeton University Press, from Arnqvist, G., and L. Rowe, *Sexual Conflict*., (2005), figure 2.5, permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.)

(6–4) Diving beetle (Bergsten, J., A. Töyrä, and A. N. Nilsson. 2001. Intraspecific variation and intersexual correlation in secondary sexual characters of three diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 73: 221–32, John Wiley & Sons Ltd, © Ranking: 2015: 31/46 (Evolutionary Biology).)

(6–5) Seed beetle penis (Image by Liam Dougherty.)

(6–6) *Drosophila* accessory proteins (Figure 1 in Bailey, R. I., P. Innocenti, E. H. Morrow, U. Friberg, and A. Qvarnström. 2011. Female *Drosophila melanogaster* gene expression and mate choice: The X chromosome harbors candidate genes underlying sexual isolation. *Plos One* 6:e17358.)

(6–7) Mouse sperm and graph (Courtesy of Professor Paul M. Wassarman.) (From Renée C. Firman, Montserrat Gomendio, Eduardo R. S. Roldan, and Leigh W. Simmons 2014. "The coevolution of ova defensiveness with sperm competitiveness in house mice", *The American Naturalist*, 183: 565–72.)

(7–1) Pathways to speciation (Janette W. Boughman, and Richard Svanbäck, "Synergistic selection between ecological niche and mate preference primes diversification", *Evolution* (2016), Vol. 71, Issue 1, pp. 6–22,

John Wiley and Sons Ltd, © Ranking: 2016: 12/48 (Evolutionary Biology); 27/153 (Ecology); 38/167 (Genetics & Heredity).)

(7–2) White–throated sparrow (By permission of Cornell Lab of Ornithology.)

(7–3) Hawaii map (Map adapted from Hampton L. Carson, “Sexual Selection: A Driver of Genetic Change in Hawaiian Drosophila”, *Journal of Heredity* 88: 343–52, 1997.)

(7–4) Irish elk (© Florilegius/Alamy/age fotostock.)

هنـــداوي