مقدمة قصيرة جدًا

جون ريد

الوراثة

ترجمة ياسمين العربي

الوراثة

مقدمة قصيرة جدًّا

تأليف
جون وولر

ترجمة
ياسمين العربي

مراجعة
الزهراء سامي

هنـــداوي

الوراثة

جون وولر

Heredity

John Waller

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: ٣ ٣٠١٥ ٥٢٧٣ ١ ٩٧٨

صدر الكتاب الأصلي باللغة الإنجليزية عام ٢٠١٧.
صدرت هذه الترجمة عن مؤسسة هنداوي عام ٢٠٢٢.

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 © John Waller 2017. *Heredity* was originally published in English in 2017. 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

الإهداء	٧
تمهيد	٩
١- النفس والبذور والشوفينية ٢٥٠٠ قبل الميلاد–٤٠٠ ميلاديًّا	١١
٢- الجنس والبذرة والخطيئة في العصور الوسطى	٢٣
٣- الوراثة في أوائل العالم الحديث ١٤٥٠–١٧٠٠	٢٩
٤- الوراثة في عصر التنوير	٤٣
٥- الوراثة في القرن التاسع عشر	٥٧
٦- الجزيئات والبشر	٧٥
٧- آفاق جديدة	١٠٣
٨- التقدُّم المحرَز والإمكانات	١٣٣
قراءات إضافية	١٣٩
مصادر الصور	١٤٥

الإهداء

إلى إستير وتشارلي.

تمهيد

يعرض هذا الكتابُ تاريخَ الأفكار المتعلقة بكيفية انتقال سِمات الآباء إلى الأبناء. غير أنه لن يكون سردًا تقليديًّا ينصبُّ تركيزه على الاكتشافات العلمية فحسب. إنَّ كتابًا لا يعرض سِوى اللحظات التي اكتُشِف فيها شيءٌ صحيح عن الوراثة ربما سيُكرس بِضع صفحاتٍ لآلاف السنوات التي تسبق عام ١٨٠٠، بينما يُخصص مائةَ صفحة لتناول القرنَين الأخيرين وحدهما. ذلك أنَّ كل ما قيل تقريبًا في موضوع التوارث لم يكن صحيحًا حتى وقتٍ قريب للغاية. فالآليَّات البيولوجية التي تؤدِّي إلى الانتقال الوراثي معقدةٌ للغاية ومحيرة، حتى إنه لم يكن من الممكن معرفتُها قبل العصر الحديث، بما فيه من تكنولوجيا فائقةٍ وميزانيات ضخمة مخصَّصة للعلوم.

إن الاكتفاء بالحديث عن قصص النجاح في هذا المجال هو تجاهلٌ لحقيقة أن التفكير في الوراثة قد شكَّل جانبًا مُهمًّا من الخبرة البشرية لآلاف السنين. ثم إنَّ الخطأ في الأفكار المتعلقة بتوارُث الصفات البدَنية والعقلية هو ما أكسبَها في كثيرٍ من الأحيان أهميةً تاريخيةً كبيرة. لقد هيمنَت الادِّعاءات المؤيدة لوجود اختلافاتٍ فطرية بين الرجال والنساء، وبين الأغنياء والفقراء، وبين أفراد المجموعات العِرقية المختلفة، والادِّعاءات المضادَّة لها، على المناقشات المتعلقة بالوراثة. ولهذا يتبع هذا الكتاب ثلاثةَ خيوطٍ رئيسية تتشابك في كثيرٍ من الأحيان: أولًا: الجهود التي بُذِلَت لاكتشاف الآليات التي تورَّث بها الصفات، وثانيًا: محاولات العلماء لتطبيق مفاهيمِ الوراثة على السِّمات العقلية البشرية، وثالثًا: الرغبة العامة في الاستشهاد بأفكار الوراثة؛ إما لدعم أشكال عدم المساواة — الاجتماعية أو الجنسية أو العرقية — أو لإدانتها.

إنَّ هذا الكتاب لا يسعى إلى تقديم دراسةٍ شاملة للأفكار المتعلقة بالوراثة؛ فالموضوع أكبرُ بكثيرٍ من أن يسَعَه كتابٌ ضئيل الحجم كهذا. وقد ركزتُ أيضًا بشكل كبير على أوروبا

الغربية وأمريكا. ويرجع السبب في هذا إلى أنَّ مُعظم الإنجازات في الدراسة العِلمية للوراثة قد تحقَّقَت في هذه المناطق. غير أنَّ سببي هذا ليس كافيًا من منطلَق أن العديد من الثقافات لديها تكهُّناتها الخاصة بشأن طبيعة التوارُث. علاوة على ذلك فإن التوظيف الأيديولوجي للمُعتقَدات المتعلقة بالاختلافات الوراثية لم يقتصر قطُّ على الشعوب الأوروبية ولا على أحفادهم من الأمريكيين. فلو أنَّ مجالًا أكبرَ قد توفَّر لأمكن إثباتُ أنَّ التنميط القائم على ادعاءاتٍ زائفة بشأن الاختلافات المتأصِّلة لطالما كان سِمةً مشتركة على نطاقٍ واسعٍ من المجتمعات البشرية؛ إذ إننا نميل مع الأسف إلى رؤية العالم من المنظور الذي يُفيدنا على حساب مصالح الآخرين. بالرغم من ذلك، يجدُر بنا ألا نتبنَّى نظرةً قاتمة تجاه جنسنا البشري؛ فتاريخ التفكير بشأن الوراثة يؤكِّد أيضًا قدرتَنا المذهلة على فَهْم التعقيد المذهل للعالم الطبيعي.

الفصل الأول

النفس والبذور والشوفينية
٢٥٠٠ قبل الميلاد–٤٠٠ ميلاديًّا

البدايات

يمكننا أن نكون على يقينٍ إلى حدٍّ كبير من أنَّ أسلافنا من نوع «الإنسان العاقل» الذين ظهَروا في أفريقيا منذ نحو ٢٠٠ ألف عام، أدرَكوا أنَّ الذُّرية تُشبه الآباء. فلا بدَّ أنَّ فكرة أنَّ الآباء يُنجبون صغارًا يتمتَّعون بالخصائص الجسدية والسلوكية لنوعِهم كانت واضحةً لهذا السلَفِ البشري الذكي الجديد. يمكننا أيضًا أن نفترِض بثقةٍ أن أسلافنا من الصيَّادين وجامعي الثمار قد لاحَظوا استمراريةَ السِّمات المميِّزة عبر أجيال عائلاتٍ بعينِها. فبسبب نظامهم الغذائيِّ الجيد نسبيًّا وانخفاض عِبء المرض، كان أفرادُ جماعات الصيد وجمع الثمار يعيشون على الأغلب أعمارًا طويلةً بما يكفي لملاحظة تَكرار ظهور بعض السمات في بعض الذريات، مثل طول القامة وقِصَرها، أو الأنف المعقوف، أو الذقن البارز، أو ارتفاع عظام الوجنتَين. غير أننا لا نملك دليلًا فِعليًّا مكتوبًا على تأمُّل الناس لطبيعة الجنس والوراثة قبل العصر البرونزي في بلادِ ما بين النهرَين قبل نحو خمسة آلاف عام. فبدءًا من أول المجتمعات التي مارسَت القراءة والكتابة وانتهاءً بالعصور القديمة المتأخِّرة، يَنظر هذا الفصل في محاولات الفلاسفة والمعالجين لِفَهم تكوُّن الحياة الجديدة، إضافةً إلى كيفية تطبيقِهم لمفاهيم الوراثة لشرح الاختلافات الحقيقية والمتخيَّلة بين الرجال والنساء وبين مختلِف المجموعات الاجتماعية والعرقية في العالم القديم.

مفاهيمُ إعجازية

من الجليِّ أنَّ تسجيل ما اعتقده القدماءُ عن الوراثة قد اعتمد على ظهورِ نُخَب فكرية يتمتَّعون بالقدرة على تدوينِ تفسيراتهم للعالم من حولهم. وقد استلزم هذا التطورُ أن تتخلَّى بعضُ الجماعات عن الصيد وجمعِ الثمار، وأن يؤسِّسوا مجتمَعاتٍ مستقرَّةً كما حدَث بعد الألفية العاشرة قبل الميلاد عندما بدأَت الشعوب التي تسكن سُهول الهلال الخصيب الرسوبية بالشرق الأوسط في زراعة القمح وتربية الماعز. إضافةً إلى ذلك، قامت حضاراتُ وسط أمريكا وجنوبها، وغرب أفريقيا، وشرق الصين، بالتحوُّل ذاتِه إلى الزراعة، كلٌّ على حدة. لقد استطاعت المجتمعات الزراعية المبكِّرة أن تُنتج فائضًا من الحبوب والفاكهة واللحم، مما حرَّر أقليةً متزايدة من الأفراد من العمل المضني اليومي، وسمح بظهور البلدات والمدن التي سكَنها التجَّار والحِرفيُّون، والنخب الملَكية والمحاربة، والكهَنة، والفلاسفة، والشعراء، والمعالجون. وعندما بدأت هذه المجتمعات الزراعية المبكرة في الانخراط في أمور التِّجارة والحرب والاستعمار، كان عليها أن تجد سُبلًا للتواصُل عبر مسافاتٍ طويلة ولحفظ سجلَّات المعاملات والاتفاقيات. كان هذا هو ما ألهمهم في النهاية اختراع الكتابة. وقد أتاح ما تَحقَّق في أواخر الألفية الرابعة قبل الميلاد في الهلال الخصيب من استخدامٍ للرموز المجردة لإيصال المعنى، تسجيلَ نظرياتٍ عن العالم الطبيعي وتبادُلَها.

إنَّ مَن كتبوا عن تكوُّن الحياة الجديدة في الحقبة التي امتدَّت من العصر البرونزي في بلاد الرافدَين إلى زوال الإمبراطورية الرومانية الغربية في أواخر القرنِ الخامس الميلادي قد اعتقَدوا في الغالب أنَّ الأمر يعتمِدُ على نوعٍ من أنواع التدخُّل الإلهي. وقد ساعَدَت نُظم الاعتقاد الماورائية في تفسير الخبرات الحياتية التي لم يكن من الممكن التنبُّؤ بها في معظم الأحيان، والظواهر التي لم يكن من الممكن تفسيرها مُطلقًا بدون هذه النظم. تعود أقدمُ هذه الأمثلة على إشارة البشر لطبيعة التكاثر إلى الشعوب السومرية بجنوب بلاد الرافدَين، وهم رُوَّاد الكتابة الذين نقَشوا رموزًا مِسمارية الشكل في الصَّلصال الرطب.

يتحدث أحدُ هذه الألواح «المسمارية»، الذي يعود تاريخه إلى نحوِ عام ٢٤٥٠ قبل الميلاد، عن أنَّ الملوك يولَدون من بذرة الآلهة. وبعد ذلك بألفَي عامٍ تقريبًا، رأى جامِعو العهد القديم المجهولون بالمثل أنَّ ظهور الحياة الجديدة حدثٌ إعجازيٌّ؛ فنجد على سبيل المثال في قصة أيوب البارِّ التي كُتِبَت في وقتٍ ما بعد القرن السابع قبل الميلاد، أنَّ الإلهَ جلَبه من «مادة غير مُشكَّلة»، وكساه «جلدًا ولحمًا»، ونسجَه «بعظام وعصَب».

ازدهَر هذا المنظورُ المجاوز للطبيعة في المجتمعات اليونانية والرومانية. ففي القرن الرابع قبل الميلاد، رجَّح الفيلسوف الأثينيُّ أفلاطون أن الذريةَ صنيعةُ نفوسٍ خالدة ترتبط بمادةِ الدماغ والنخاع ذات الطبيعة الخاصة. وافترض الرواقيون، وهم أعضاءُ مدرسةٍ فلسفية تأسَّسَت في أثينا في أوائل القرن الثالث قبل الميلاد، وجودَ مبدأ إلهيٍّ يسود الكون، ويبثُّ الروح في المادة، ويمنح للكائنات الحية وغير الحية بِنْيتَها. والرومان أيضًا وجَّهوا نظرَهم إلى السماء. وكان من المفترض بالمتزوجين حديثًا من أثريائهم أن يُمارسوا الجماع في أَسِرَّةٍ مُعدَّة خصوصًا كي يتسنَّى جذبُ قوة الحياة غير المادية إلى بذرة الزوج. وحتى الكُتَّاب المسيحيون في العصر الروماني ظلُّوا يحتفون بالقدرة التوليدية لإلههم على الرغم من معارضتهم لمثل هذه الطقوس الجنسية الفاحشة. فقد اعتبر أوغسطين الهيبوني، وهو أسقف من شمال أفريقيا تُوفِّي عام ٤٣٠ ميلاديًّا، عمليةَ إنجاب الأطفال برُمتها أمرًا جسَديًّا كريهًا، لدرجة أنه علَّق عليها بعبارته المشهورة: «نحن نُولَد من بين البراز والبول». لكن ما يَشفع لعملية التكاثر على الأقل أن كلَّ طفل «هو خليقة الإله الأسمى كليًّا».

البذور والأخلاط والهواء

بحلول القرن الخامس قبل الميلاد، كانت نُخبةٌ صغيرة من الفلاسفة والأطباء، التي عاشت في دول المدن بإقليم البحر الأبيض المتوسط وبحر إيجة، تُنتِج تفسيراتٍ للتكاثُر رفَضَت كلَّ هذا الحديث عن الآلهة والأرواح. فقد دعم الأطباء الأبقراطيون الذين ازدهَروا في جزيرة كوس اليونانية خلال أواخرِ القرن الخامس، والنصفِ الأول من القرن الرابع قبل الميلاد، فكرةَ «شمولية التخلُّق».

وَفقًا لهذه النظرية، يتكوَّن النسلُ من الاتحاد الماديِّ للمادة من جسمِ كِلا الوالدَين. فقد قال الأبقراطيون إن أنشطةً مثل الجنس تُهيج الأوعية والسوائل في الجسم، مما يؤدِّي إلى تكوين سائلٍ رغوي غنيٍّ يحتوي على جميع المواد اللازمة لتكوين جسمٍ جديد. بعد الجماع، يمتزجُ هذا «المَنيُّ» في الرَّحِم ويتَّخذ تدريجيًّا شكلَ كائنٍ جديد. كانت فرضية الأبقراطيين بشأن الكيفية الفعلية التي يتطوَّر بها الجنينُ من بذور الوالدين مبهمةً بطبيعة الحال. غير أنهم كانوا على يقينٍ تمامًا من أن الآلهة لا تتدخَّل في الأمر تدخلًا مباشرًا.

قدمَت فكرةُ شمولية التخلُّق أساسًا مَفاهيميًّا راسخًا للحديث عن الوراثة. فقد زعم الأبقراطيون بأننا نُشبه والدَينا لأننا نتكوَّن من «البذور» التي تتشكَّل من «جميع أجزاء»

جسدَيهما. وأضافوا أن النسل عادةً ما يتمتَّع بمزيجٍ من سِمات الأم والأب؛ نظرًا إلى وجود منافسة دائمة بين بُذور كِلا الوالدين. وبناءً على هذا، إذا كان أحدُ الوالدين لا يُنتج سوى كميةٍ صغيرة من البذور الضعيفة، فإن خصائص زوجِه هي التي ستظهر بوفرةٍ في نسلهما. أوضح الأبقراطيون أيضًا أن الوالدَين يُورِّثان نزعاتهما للإصابة بالأمراض. نبعَ هذا الاعتقاد من القاعدة الأوَّلية التي وضَعوها والتي تفيد بأن الصحة محكومةٌ بالنِّسَب بين أربعة سوائلَ أو أخلاط تُوجَد داخل الجسم، وهي الدمُ والبلغم والعُصارة الصفراء والعُصارة السوداء، وأن الأمراض المختلفة تنشأ نتيجةَ زيادةِ هذه السوائل أو نُقصانِها. ولما كانوا يعتقدون أنَّ البذور تتشكَّل من الأخلاط، ولو جُزئيًّا على الأقل، فمن المرجَّح أن يرث الأطفال النزعةَ لإصابتهم بأنواعٍ مُعيَّنة من عدم التوازن الخلطي.

نتج عن فكرة شمولية التخلُّق أيضًا نمطٌ من التفكير بشأن الوراثة، شديدُ الاختلاف في نواحٍ أساسية عن نمطِ تفكيرنا اليوم فيها. فلم يكن لدى الأبقراطيون أيُّ وسيلة لمعرفة أن مادة الوراثة تحظى بحمايةٍ جيدة من القُوى الخارجية؛ إذ تُوجَد في الأعضاء الجنسية. وعِوضًا عن ذلك، فبِناءً على افتراضهم بأن البذور تُستخلَص من البِنَى الجسدية الفعلية والسوائل الموجودة لدى الوالدين، وهو افتراضٌ قائم على قدرٍ كبير من العقلانية؛ كان من المنطقيِّ بالنسبة إليهم أن يعتقدوا أنَّها تَنقل إلى النسل الخصائصَ المكتسَبة من الأمهات والآباء. ثَمة نصٌّ أبقراطي كلاسيكي يورِدُ مثالًا من إحدى المجموعات العرقية، وهم الماكروسيفالي (أو ضِخام الرأس)، الذين يُذكر أن أطفالهم كانوا يولَدون بجَماجمَ مُطوَّلة. عَزا الكاتبُ هذه السِّمة إلى كونها نتيجةً لربط أجيالٍ من الماكروسيفالي لرءوس أبنائهم؛ لاعتقادهم أن الجِباه العالية من علامات الجمال. وعلى الرغم من توقفهم عن هذه الممارسة وقتًا طويلًا، فمن الواضح أنَّ نسلهم ظلَّ يحمل هذا الإرث الوراثي بشكلٍ ظاهر. وبهذا، أصبحَت وراثة الخصائص المكتسَبة حقيقةً بديهية لدى علماء اليونان والرومان. ففي القرن الأول الميلادي، وضع بلينيوس الأكبرُ، الذي كان دارسًا للتاريخ الطبيعي وقائدًا للقوَّات البحرية والفيالق، قائمةً طويلةً بـ «العلامات، والشامات، والعيوب، والندوب» التي انتقلَت فيما يبدو من الآباء إلى نسلِهم.

رغم أنَّ فكرة شمولية التخلُّق قد حظِيَت بانتشارٍ كبير على مدار الحقبة الكلاسيكية القديمة، فقد ظهرت فيها جوانب ضعف فادحة. فعلى سبيل المثال، لو كان المَنيُّ يُنتَج من أجسام الوالدين، فلماذا لا يولَد الأطفال بخصائصَ جنسيةٍ ثانوية كاللِّحى، والثديَين، وشعر العانة؟ الحقُّ أنَّ مثل هذه المشكلات قد أقنعَت أرسطو، وهو الذي ألف عشَرات الأعمال

التي تتمتع بقدر مدهش من الأفكار الثاقبة في المنطق، والبلاغة، والسياسة، وعلم الكونيات، والتاريخ الطبيعي، بحتميةِ خطأ فكرة شمولية التخلُّق. وفي كتابه «تولُّد الحيوانات» عام ٣٥٠ قبل الميلاد، قدَّم أرسطو بديلًا مبتكَرًا للغاية بناه على فكرةٍ قديمة تقول بأن الذكر يوفِّر البذْرة وأن الأنثى لا توفِّر سوى المادة. اعتمدَت نظريته أيضًا على مفهومٍ قديم آخَر، وهو الحرارة الفطرية. فنظرًا إلى أن الأجسام الدافئة حية وأن الجُثث باردة، بدا من المنطقيِّ افتراضُ أنَّ نوعًا معينًا من الحرارة هو نفسُه أساس الحياة. وكان الفلاسفة القدماء قد افترَضوا خطأً بالفعل أن النساء أضعفُ بطبيعتهنَّ وأقلُّ عقلانيةً من الرجال؛ لأن أجسادهن أكثرُ برودة. بعبارة أخرى، ظنَّ هؤلاء الفلاسفةُ أن مخزون النساء من الحرارة الفطرية أقل؛ ومِن ثَم فما يُطِقْنه من نشاطٍ بدني وعقلي أقلُّ حيويةً مما يُطيقه الرجال. وقد طُبِّقَت هذه الفكرة بسهولة على مسألة التولُّد. فقد ذكَر أرسطو أنَّ الفائض في الطعام والشراب لدى كلٍّ من الرجال والنساء يتحول إلى دمٍ يمرُّ بعضٌ منه بمرحلةِ هضم إضافية. وفي أجسام النساء الأكثر برودة، يُنتج هذا دم الحيض وحليب الثدي. أما في أجسام الذكور الأكثرِ سخونةً، فإنَّ الدماء الفائضة تُنقَّى إلى أعلى مستوًى على الإطلاق، ومن ثَم تُكوِّن سائلًا رغويًّا ساخنًا، أو المَنيَّ.

غير أنَّ المَنيَّ الذكري الساخن ودمَ الحيض الأكثرَ فتورًا لم يَكونا من وجهةِ نظر أرسطو هما العواملَ الخلَّاقة في عملية التولُّد. وإنما رأى أنَّ دِفْء مَنيِّ الرجل يجعل منه أداةً مثالية لنقل الأساس الحقيقي للتولُّد، وهو «الروح». وصف أرسطو هذا المفهومَ بطريقةٍ مبهَمة باعتباره «معادلًا لعنصر النجوم». وأوضح أن الروح، تسري في المَنيِّ على نحوٍ مُشابهٍ لسريان الفقاعات في الحليب، وتلتقي بكتلةٍ من دم الحيض في الرحم. وبعد ذلك، تُضفي هذه الروحُ شكلًا على مادة الأنثى بأن تنقل إليها سلسلةً من الحركات، مثلما أنَّ حركات أذرُع النجار وأدواته تُمكِّنه من تشكيل بيتٍ من الخشب أو الحجارة. تابع أرسطو فرضيَّتَه بأن الحركات الكامنةَ في رُوح الذكر التي تستحثُّ نموَّ الجنين تُستبدَل بها فيما بعدُ حركاتٌ كانت خاملةً من قبل تردُ في تسلسلٍ مُحكَم مشكِّلةً أعضاءً، وأنسجةً، وبِنًى جديدة. غير أن هذه العملية لا تتوقَّف عند مرحلة الولادة. فقد رجَّح أرسطو أن الروح تُواصل عملها طَوال حياة الكائن الحي، مما يسمح بتغيُّر الجسم بمرور الوقت.

وعلى الرغم من أن أرسطو أحبَّ بساطةَ النموذج الذي نسَب أدوارًا مختلفة لكلٍّ من الذكور والإناث، يبدو أنه قد شعر أن الدليل المتمثِّل في مشاركة الأطفال لسِمات أمَّهاتهم

أقوى من أن يستطيع أحدٌ إنكاره. ولهذا أقرَّ بأن كتلةَ دم الحيض لدى المرأة تحتوي على صورةٍ «ضعيفة» من الروح. قبِل أرسطو أيضًا الفكرةَ القائلة بإمكانية وراثة الخصائص المكتسَبة؛ فقد روى عن رجلٍ من بلدةٍ قريبة من مَصبِّ البوسفور انتقلَت سِمتُه المميزة إلى ابنه في مكانها نفسِه.

إنَّ هذه النظريات اليونانية عن الجنس قد ألهمَت بعض الكتَّاب اقتراح مخطَّطات لتحسين النسل؛ بهدف تحسينِ جودة الصفات الوراثية لدى المواطنين. ففي كتاب «الجمهورية»، الذي ألَّفه أفلاطون نحوَ عام ٣٨٠ قبل الميلاد، ترِدُ خُطةٌ للحفاظ على وجود حكَّام رَفيعي المستوى من خلال ضمانِ تكاثرِ «أفضل الرجال» مع «أفضل النساء في أكبرِ عددٍ ممكن من الحالات»، إضافةً إلى التخلِّي عن النسل صاحبِ الصفات «الأسوأ» وعدم تربيته على الإطلاق. أرسطو أيضًا طالبَ بأن يكون من مسئولية المشرِّعين تحديدُ المواطنين «المناسبين للزواج». وأوصى أيضًا بالإسراع في إعدام الرُّضَّع المولودين بتشوُّهاتٍ خِلْقية.

كلوديوس جالينوس: موهبة رائعة في التوليف بين الأفكار

خلال القرن الثاني الميلادي، جُمِعَت الأفكار القديمة والملاحظات الحديثة معًا على يدِ أحد أكثر كُتَّاب العصر إبداعًا في مجال الطب، وأغزَرِهم إنتاجًا. عمل كلوديوس جالينوس، الذي وُلِد في مدينة بيرجامون اليونانية في ١٢٩ ميلاديًّا، طبيبًا لِمُصارعي رئيس الكهَنة في آسيا، ثم أصبح فيما بعدُ الطبيبَ الشخصيَّ لكلٍّ من الإمبراطور ماركوس أوريليوس والإمبراطور سيبتيموس سيفيروس. إضافةً إلى ذلك، وضع جالينوس نموذجَ الأخلاط الأربعة لأبقراط في إطارٍ تفسيريٍّ متين للغاية، حتى إنه ساد في مجال الطب الأكاديمي لأكثرَ من ١٥٠٠ عام.

اعتمد جالينوس في تفسيره لكيفية ظهور الحياة الجديدة نموذجًا يُسمى بـ «البذرة المزدوجة»، ربط فيه بين أفكار الأبقراطيين وأرسطو. وفقًا لجالنيوس، فإنَّ كِلا الوالدين يُنتج المادةَ التي يتشكَّل منها الأطفال. ولما لم يستطع تجاهُلَ حقيقةِ أنَّ الأبقراطيين عجزوا عن توضيح كيفية تشكُّل مَنيِّ الوالدين عديم الشكل، اتبع جالينوس أرسطو في زعمِه بأن البذرة تحتوي على قوةٍ ما، تُسمَّى «النطفة» وتتحكم في تطورِ الجنين مرحلةً تِلْو الأخرى. وأضاف أن «النطفة» الأنثوية هي بالتأكيد أضعفُ النطفتَين، لكنها تؤدي القدرَ الكبير من عملها دون أن يُعيقها المَنيُّ الذكري الأكثرُ سخونة.

قدَّم جالينوس أيضًا نظريةً فسيولوجية عن الكيفية المحتملة لتوارث الصفات العقلية. لم يكن النظر إلى الصفات النفسية والجسدية على أنها صفاتٌ قابلة للوراثة بالشيء الجديد؛

فقد أشار الكاتب المسرحي يوربيديس في القرن الخامس قبل الميلاد أنَّ «الرجل الصالح لا يمكن أن ينحدرَ من نسلِ أبٍ فاسد»، و«الأشرار ينحدرون في العادة من الأشرار». لكن جالينوس قدَّم نموذجًا أكثرَ تفصيلًا بشأن كيفية انتقال السِّمات الشخصية من الآباء إلى الأبناء. لقد تعلم أنَّ أخلاط أبقراط هي الركائز البيولوجية لأربعة أنواعٍ أساسيةٍ من الطبائع؛ فأوردةُ النشِطين المتفائلين تتدفَّق بها دماءٌ غزيرة، وسريعو الغضب لديهم وفرةٌ في الصفراء، والمكتئبون يُعانون من فائضٍ في المِرَّة السوداء، والهادئون الفاترون يَشغل البلغمُ حيزًا كبيرًا في أجسامهم. تابع جالينوس طرْحَه بأنه عندما تنتج البذرة فإنها تأخذ من أخلاط كِلا الوالدين. ومن ثَم تُصبح شخصيةُ الطفل أقربَ إلى شخصية الوالد الذي قدَّم البذرة الأقوى.

الجنس والنوع الاجتماعي وعلم الأحياء

للفكرة القائلة بأنَّ المرأة هي الشريكُ الأقلُّ تأثيرًا في عملية التكاثر تاريخٌ يمتدُّ إلى ما قبل أرسطو بكثير. فقد تضمَّنَت الأشعار الجنسية السومرية والبابلية التي يعود تاريخها إلى عام ألفين قبل الميلاد تقريبًا؛ دعواتٍ من الإناث، مثل: «أيها المزارع، احرث الحقل [حقلي]!» وتلبيةً صريحةً من الذكور، على غرار: «دعيني أحرث الحقل». وكِلا الموقفين ينطويان على الاعتقاد بأنَّ المرأة لا تُقدم سوى بيئةٍ خِصبة تنمو فيها بذرةُ الذكر. وفي القرن الخامس قبل الميلاد، عبَّر الكاتب المسرحي التراجيدي اليوناني إسخيلوس عن هذه الفكرة على نحوٍ أكثرَ صراحة. فكتب أنَّ الأم «تُغذي البذرة التي زُرِعَت فيها» فحسب، فهي لا تختلف كثيرًا عن مجرد «غريب» «يحرس نَبْتَ غيره».

بالنسبة إلى أرسطو، كان لفكرة أنَّ جسم المرأة أبردُ من جسم الرجل آثارٌ عَملية في تحديد الأوقات التي يجب فيها على المواطنين الزواجُ والتكاثر. ذلك أنه رأى أنَّ الأفراد تُنتج أفضلَ البذور جودةً عندما تكون أجسامُهم ساخنة. تَمثل التطبيق العمَلي لهذا في اعتقاده بأنَّ التوقيت الأمثلَ لزواج الفتيات هو «في سنِّ الثامنة عشرة» بينما التوقيتُ الأمثل لبحث الرجل عن عَروس هو عندما يكون «في السابعة والثلاثين أو قبلَ ذلك بقليل». رأى أرسطو أيضًا أنَّ الزواج في العمر المناسب يَزيد فُرص الفرد في إنجاب الذكور، وهو ما كان اعتبارًا مهمًّا لدى أرسطو الذي كان يرى أنَّ الذكر «بطبيعته أسمى، بينما الأنثى أدنى». وقد فسَّر هذا الاعتقادَ بأنَّ «إنجاب الإناث يَكثر لدى الشباب ومَن يقتربون من التقدُّم في العمر بدرجةٍ أكبر مما هي عليه لدى مَن هم في رَيْعان العمر»؛ إذ لا تكون «الحرارة الحيوية قد اكتملَت

بعدُ في الفئة الأولى، وهي تتناقص في الفئة الثانية». إضافةً إلى ذلك، رأى أرسطو أنَّ الرجال ذَوي القضيب الطويل عُرضةٌ لإنجاب الفتيات لأن مَنيَّهم يكون قد برد بعض الشيء بحلول الوقت الذي يصل فيه إلى الرحم، بينما منيُّ الرجال ذَوي الأعضاء الأقصر يبرد بدرجة أقل.

يمكن تفسير الرغبة في التقليل من شأن إسهام الأنثى في عملية التكاثر بنظرة المجتمعات الزراعية القديمة للعالم وتبعيَّة المرأة فيها. فالأشخاص الذين كانت حياتهم تعتمد على المحاصيل التي تُنتجها التربة قد تأمَّلوا ولا بدَّ حقولَ القمح وبساتينَ الزيتون، بينما كانوا يُفكرون في عملية التكاثر. ولَّما لم يكن الدَّورُ الذي تلعبه كلٌّ من الأعضاء التناسلية للذكر والأنثى في تكوين بذور النبات مفهومًا حتى القرنِ الثامنَ عشر الميلادي؛ فليس من المستغرَب أن تستنتج الشعوبُ القديمة أن أحد الوالدين يوفر البذرة بينما لا يوفر الآخَر سوى ما يُعادل التربة الغنيَّة. لا شك أيضًا في أنَّ التحقير الأيديولوجي من شأن النساء كان يعكس الهيكل الأبَوي للمجتمعات التي كانت تخضع فيها النساءُ للذكور اجتماعيًّا واقتصاديًّا وسياسيًّا. (وحتى رفْع أرسطو من قيمة القضيب الصغير قد لاقى رَواجًا ثقافيًّا واسعًا، فنجد في مسرحيات أريستوفان أن «العضو الصغير» كان مصطلحًا للتعبير عن الحبِّ في الفن والدراما اليونانيَّين، بينما كانت الأعضاء التناسلية الكبيرة مَدْعاةً للسخرية.)

عِلاوةً على ذلك، فحتى النتائج التجريبية الأوضحُ دلالةً لم تستطع إثباتَ أنَّ المرأة تُسهِم بصورةٍ متساوية في تشكيل الجيل القادم. ففي أواخر القرن الرابع قبل الميلاد بالإسكندرية، ذكَر عالمُ التشريح اليوناني هيروفيلوس أنه عثر في بطون النساء على بِنًى مكافئة للخصيتَين الذكريتَين. وبالرغم من أننا نعرف الآن أنه اكتشف المبيضَين، كان من السهل حينها إيجادُ تفسيرٍ آخَر لمثل هذه الملاحظات. وفي هذه الحالة، استطاع الأرسطيون الراغبون في الحدِّ من دور الأم في تكوين الجنين أن يتَجاهلوا اكتشاف هيروفيلوس بالنظر إلى المبايض، باعتبارها خُصًى ضامرةً لا تتعدى في أهميتها أهميةَ الحلَمات في صدور الرجال.

التَّخَيُّل والتشابه

مال الكُتَّاب القدماء بالفعل إلى الاتفاق على آليةٍ مختلفة تمامًا تُفسر الكيفية التي يتشكَّل بها النسل، وهي تطبيع الجنين بالانطباعات الذهنية لكِلا الوالدين في أثناء الجماع، وعن طريق الأمِّ أيضًا خلال الحمل. في سِفْر التكوين بالكتاب المقدَّس، جعَل يعقوب نِعاجَه تلدُ حُمْلانًا مخطَّطة ومرقَّطة بجعلها تُحدق في شرائح اللِّحاء أثناء حملها.

أورد أرسطو الفكرةَ نفسَها وتبع جالينوس خُطاه، حيث سرد قصةً قديمة لملكٍ قبرصي مشوَّه جعل زوجته تُحدق في التماثيل الجميلة أثناء الجماع كي يتمكَّن خيالُها من أن يمحوَ القُبح الذي تحمله بذرتُه.

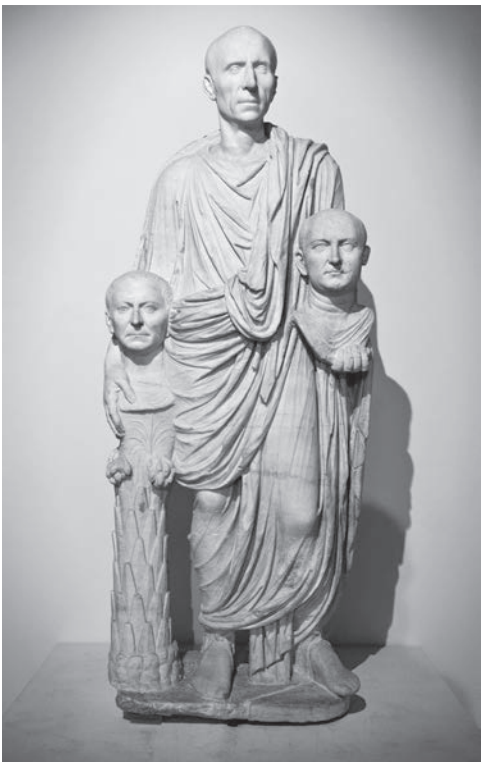
كان للاعتقاد نفسِه في قوة الخيال دورٌ مركزي في الرواية الرومانسية اليونانية الشهيرة «القصة الإثيوبية»، التي كُتبَت في القرن الثالث الميلادي أو الرابع، والتي تحكي عن ملكةٍ إثيوبية أنجبَت ابنةً بيضاء على الرغم من لونِ بشَرة زوجها الداكنة. وخوفًا من اتهامها بالفاحشة، تُرسل المولودةَ الجديدة لتُربَّى بعيدًا في مصر. تنكشف «الحقيقة» في الخاتمة الدرامية، وهي أن لون بشَرة الابنة يرجع في الواقع إلى أن والدتها حدَّقَت خلال حملها بها في صورةٍ لأندروميدا ذاتِ البشرة الفاتحة تُوجَد في حجرة نومها. وتلك إشارةٌ إلى التناغم الحميم بين الآباء والأبناء.

البرابرة والعامة

كثيرًا ما استخدم اليونانُ والرومان مفاهيمَ الاختلافات المتوارَثة لتعليل التدرجات الهرمية الاجتماعية والعِرقية وتبريرها، تمامًا مثلما استخدَموها لإضفاء الشرعية على تبعية النساء.

تخيَّل الأرستقراطيون القدماء، أَثَرةً منهم، أنهم ينتمون إلى عِرقٍ من الكائنات السامية فطريًّا. فقد دعا النبلاءُ الأثينيون أنفسَهم «يوباتريد»؛ أي «نسل الآباء الصالحين». وصُرِّح للأرستقراطيين الرومان من أعضاء مجلس الشيوخ بارتداء أقنعةٍ من الشمع تتَّخذ أشكالَ أسلافهم النبلاء؛ تذكيرًا لهم بأن أوردتهم تتدفَّق بها دماءُ أسلافهم الأبطال (الشكل ١-١). كان الأفراد من النخب يُصرُّون كما هو متوقَّعٌ على ادعاءِ امتلاكِ نسلهم للصفات الخاصة عندما كانوا يشعرون بالتهديد من ارتقاء العامة. ولهذا، عبَّر ثيوجنيس شاعرُ القرن السادس قبل الميلاد عن سخطه إزاءَ تحوُّل الذين كانوا في السابق «يرتدون خِرَقًا من جلد الماعز» إلى «عِلْية القوم الجدد». ابتكر ثيوجنيس أيضًا ذلك الردَّ الأرستقراطي الكلاسيكي على حَديثي الثراء، وهو أن المرء «لا يُمكنه على الإطلاق أن يجعل من الرجل العاميِّ نبيلًا بتثقيفه». وأثار إدخال الديمقراطية إلى أثينا خلال القرن الخامس قبل الميلاد ثوراتٍ مماثلةً من جانب الأرستقراطية المهمَّشة التي عمدَت إلى تشويه سُمعة العامة باعتبارهم يفتقرون بطبيعتهم إلى العقلانية.

في معظم الأحيان، تشكَّلَت الآراء اليونانية والرومانية فيما يتعلق بطبيعة الأجانب، الذين كانوا غالبًا ما يُسمَّون بـ «البرابرة»، بما يتلاءم مع متطلَّبات جَنْي المال والاستيلاء على



شكل ١-١: تمثال روماني من الرخام، يُعرف باسم «توجاتوس باربيريني»، يرجع إلى نحو القرن الأول الميلادي. يُمثل الجسم الكامل نبيلًا رومانيًّا يحمل اثنَين من رءوس أسلافه المتوفَّين.

إمبراطورياتهم. فكثيرًا ما كان الحكم الإمبراطوري يستلزم استعدادًا للنظر إلى المجموعات العرقيةِ الأخرى؛ على أنها لا تختلف سوى على المستوى الثقافي. ذلك أن بضعة من الإمبراطوريات القديمة هي التي كان يمكن الحفاظُ عليها من دون استعانةِ القُوى المنتصِرة بالنُّخَب المتعاونة في البلاد الأصلية. فقد اعتمد الرومانُ تحديدًا على برابرة الماضي من ذَوي المكانة العالية، الذين أصبَحوا مُشاركين نشطين في مشروع الإمبريالية الرومانية. وعلى العكس من ذلك، فحين كان الأمر يتعلَّق بغزو البرابرة أو استعبادهم، كان الإغريق والرومان ينسبون إليهم تدنِّيَ الطباع فطريًّا. أشار أرسطو إلى العبيد من سُلالة البرابرة

باعتبارهم «أدواتٍ مُتحرِّكة»؛ أي وسائل موفِّرة للعمالة حُبِيَت على نحوٍ غير ملائم بالقدرة على الكلام والتنفُّس. وقد عزَّز خطرُ الهجمات البربرية من هذه التوجهات العنصرية. فبعدَ هزيمة القوط للجيش الروماني في عام ٣٧٨ ميلاديًّا سرعان ما استخدم الشاعرُ أوريليوس برودينتيوس لغةً وحشية؛ حيث زعم أنه «كاختلاف الروماني عن البربري، ذلك هو اختلاف الإنسان عن الحيوان» (الشكل ١-٢).

شكل ١-٢: نقش من تابوت بورتوناتشيو، يعود تاريخه إلى نحوِ عام ١٨٠ ميلاديًّا، يُصور النقشُ معركةً بين الجنود الرومان والألمان «البرابرة» من رجال القبائل بالقرب من نهر الدانوب.

قدَّمَت نظرية «الخلط الجغرافي»، التي وضَعَها علماءُ اليونان والرومان، أساسًا فكريًّا رسميًّا لتعبير كراهية الأجانب. فوَفقًا للنموذج الخلطي، يرتبط كلُّ سائل من سوائل الجسم الرئيسية بزوجَين من الصفات الأساسية؛ فالصفراء ترتبط بالسخونةِ والجفاف، والمِرَّة السوداء بالبرودة والجفاف، والبلغمُ بالرطوبة والبرودة، والدمُ بالسخونة والرطوبة. وقد قيل إنَّ مستوياتٍ مُعيَّنةً من السخونة والرطوبة في الهواء تؤدِّي إلى إنتاج الجسم لقدرٍ أكبر من الخليط المناظر؛ ومثلما عَلِمنا، كان التوازن بين الأخلاط يُعَدُّ من العوامل التي تُشكل تطوُّرَ كلٍّ من السمات الجسدية والنفسية. ونظرًا إلى الاختلاف الكبير في المناخ من منطقةٍ

إلى أخرى، فإن ذلك يستتبع ظهورَ صفات عقلية مميزة لدى سكان المناطق المختلفة. استخدم الإغريق هذا التبرير المنطقي للقول بأن حرارةَ آسيا القاسيةَ أدَّت إلى جعلِ الفُرس حكماء، لكنها جعَلَتهم أيضًا خانعين للغاية، بينما استعان به الرومانُ للقدح في شعوب بلاد الغال بوصفهم شُجعانًا نظرًا إلى برودة المناخ في الشمال لكنهم همَجيون. وأضاف كلوديوس بطليموس، مُنجِّم وعالمُ فلَك روماني من القرن الثاني الميلادي، إلى النظرية زعمًا آخر يتمثَّل في أنَّ قُوى الكواكب تتسبَّب هي أيضًا في اختلافات بين الأعراق؛ لأن النجوم والكواكب التي تسطعُ على المناطق المختلفة تؤثِّر في الأخلاط التي يُنتجها الجسم.

من حيث المبدأ، يختلف الخلطُ الجغرافي عن العنصرية البيولوجية نظرًا إلى عدم تأكيده على أن الاختلافات العرقية ثابتةٌ بالوراثة. وبناءً على هذا، تحدَّث المؤرخ الرومانيُّ ليفي عن قنصل كان على وشك خوضِ معركةٍ في آسيا الصغرى ضد جيشٍ يحتوي على فرقةٍ من قوات الغال، فهدَّأ من رَوع فَيالِقه بأنْ أخبرهم أنَّ هؤلاء المحاربين الذين كانوا شرسين من قبلُ قد لانوا بسبب مناخ الشرق اللطيف. بالرغم من ذلك، كان العلماء القدماء يَعْزون للأجانب الصفاتِ التي كانت خارجةً عن قُدرتهم على السيطرة أو المقاومة. وفقًا لهذا، فما دام البرابرة في أوطانهم الأصلية، كان يمكن أن يُنظَر إليهم على أنَّ لديهم جوهرًا ثابتًا أدنى. ولم يتَّفِق الجميع أيضًا على إمكانية التخلُّص من آثار الحرارة والرطوبة بسهولة. كانت نظريةُ شمولية التخلُّق متَّسقةً مع الادعاء بأن الصفات الناتجة عن المناخ سوف تُصبح وراثيةً مع مرور الوقت ومُقاوِمةً للتغيُّرات اللاحقة. عبَّر ليفي نفسُه عن هذا الاحتمال في مقطعٍ سرَد فيه أن مجموعةً من المستعمِرين اليونانيين قد طُمْئِنوا بألَّا داعيَ للخوف من الانحطاط بسبب العيش في مكانٍ يسكنه البرابرة؛ لأن «الانتقال إلى أرض أخرى لا يغير من أصل الفرد أو عاداته».

إنَّ التضارب بين قصتي ليفي يوضح الفجوة بين المفاهيم القديمة للوراثة وتلك التي قدَّمَها العلمُ الحديث. فقد افترض القدماء أنَّ البذور والأجنَّة تكون في حالةٍ من التفاعل الديناميكي مع العالم الخارجي، ومن ثمَّ تتشكَّل الكائنات الجديدة من خلال مزيجٍ من التأثيرات الخالدة والعابرة. وظلَّ هذا الاعتقاد قائمًا أكثرَ من ألفيَّةٍ ونصف بعد انهيار الإمبراطورية الرومانية في الغرب.

الفصل الثاني

الجنس والبذرة والخطيئة في العصور الوسطى

بحلول أوائل القرن السادس الميلادي، ومع انسحاب فيالِقِ روما وظهورِ ممالكَ بربريةٍ مستقلة، لم تعُد شعوب أوروبا الغربية تشعر بقوة الحكومة الرومانية. فقد أدى انهيارُ الإمبراطورية الرومانية إلى تدهورٍ كبير في التجارة وضياعِ كمٍّ هائل من المعرفة القديمة. غير أنه في العام الميلاديِّ الألف، سمح التقدمُ في الزراعة والنقل والمالية، إضافةً إلى تحسُّن المناخ، بزيادةِ عائدات المحاصيل وازدهار التجارة مرةً أخرى. وقد دعَمَت هذه الزيادةُ الكبيرة في الثروة بدَورها انتعاشًا في النشاط العِلمي، وشجَّعَت على التوسُّع في أراضي الممالك الأوروبية، وأدَّت إلى ظهور تدرجاتٍ هرمية اجتماعية أكثرَ تعقيدًا. ومِن ثمَّ أسهَمَت هذه العواملُ جميعُها في جعل مفاهيم الوراثة المتنافِسة أعظمَ أثرًا بكثيرٍ مما كانت عليه طيلة أكثرَ من ٥٠٠ عام.

أرسطو في مقابل إحياء جالينوس

سمح توسُّع التجارة للعلماء في أواخر القرن الحادي عشر بالحصول على نسخٍ من المخطوطات اليونانية والرومانية القديمة عن طريق الفلاسفة العرب في شمال أفريقيا وإسبانيا الإسلامية. ومن خلال الترجمات اللاتينية، تمكَّن شُبَّانُ الطبقات العليا في مجتمع العصور الوسطى حينَذاك من قراءة أجزاءٍ كبيرة من أعمال أرسطو وجالينوس، وبعض المقتطفات من أعمال أبقراط والأطباء الإسكندريِّين، إضافةً إلى التعليقات التي وضعها العلماء البارزون من المسلمين على النصوص القديمة (الشكل ٢-١). وفي الجامعات الجديدة التي أمكنَ تأسيسها بالثروة المكتسَبة من الزراعة والتجارة، ساد تأثيرُ العلماء

شكل ٢-١: الطبيب قسطنطين الأفريقي من القرن الحادي عشر يُعطي محاضرةً في الطب. وُلِد قسطنطين في شمال أفريقيا ثم سافر إلى إيطاليا وترجَم الأعمال البارزة في مجال طبِّ العرب.

الذين عُرفوا باسم «المدرسيِّين»، والذين أخَذوا على عاتِقِهم مهمةَ التوفيق بين مبادئ المسيحية وحِكمة الفلاسفة القدماء مثل أرسطو، الذي لقَّبوه بإيجازٍ يعكس التوقيرَ بلقَب «الفيلسوف». لم يكن من السهل جلبُ أفكارِ شخصٍ وثَني زعم بأن العالم ليس له بدايةٌ ولا نهاية إلى الحظيرة الكاثوليكية. غير أنه في مسألة التكاثر، لم يكن الأمر يستلزم سوى درجةٍ مُتواضِعة من الابتكار لإعادة تعريف مفهوم «الروح» الأرسطي على أنه الروح المسيحية، أو للقول بأن التكاثر يحدث من خلال نوعٍ آخر من القوة يُمنح إلهيًّا، وأطلقوا عليه اسم «الفضيلة» أو «المَلَكة». ووَفقًا لكِلا الرأيَين، فإنَّ الحياة لا تُبعث في المادة ومن ثمَّ تصبح قادرةً على نقل صفات الأبوَين إلا بعد تدخُّل الإله.

حفَّزَت إعادةُ اكتشاف النصوص الأساسية لأرسطو وجالينوس وتعليقات العلماء العرب؛ ذلك الجدلَ القديم بشأن إسهام الأمِّ في تشكيل نسلِها. مال المدرسيُّون لتأييد نسخةٍ مبسَّطة من أفكار أرسطو لا تُنتج المرأةُ وفقًا لها أيَّ نوع من البذور. ثَمة نصٌّ مجهولُ المؤلف يعود إلى أواخر القرن الثالث عشر، حمَل عنوانًا جذابًا وهو «أسرار النساء» أدَّى إلى توسيع نطاق النسخةِ المبسطة من المبادئ الأرسطية للغاية؛ فقد ورَد في هذا النص أنه إذا قذف قِطٌّ بمنيِّه على عُشب وأكله إنسان دون قصدٍ منه، فربما «تتكون قطط في معدته». على العكس من ذلك، تبنَّى معظمُ أطباء العصور الوسطى النموذجَ الثنائيَّ البذرة الذي قال به أتباع أبقراط وجالينوس. وبناءً على هذا، أكَّد الجراح الفرنسي جي دي شولياك أنَّ «البذرة تُنقح في خصيتَي الرجل والمرأة على حدٍّ سواء».

على غِرار أسلافهم القدماء، اعتقد أطباءُ العصور الوسطى أن البذور تُكسِب النسلَ سِمات الأسلاف إضافةً إلى التغييرات التي حدَثَت بفعل تأثيراتٍ أسرعَ زوالًا. وقد تعلموا في مدارس الطب صيغةَ جالينوس الكلاسيكية بشأن اكتساب البذور لطبيعة الأخلاط لدى الوالدَين كِلَيهما. تعلَّموا أيضًا أنَّ البذور قد تنتج من أخلاطٍ أفسدَها مرضُ أحد الوالدين. ولهذا، حذَّر برنارد دي جوردون، وهو طبيبٌ تدرَّب في جامعة مونبلييه، من توريث «البذرة غير النظيفة» التي تتسبَّب في مرض الجذام.

إضافةً إلى ذلك، أخَذ كُتَّاب العصور الوسطى من اليونان والرومان مثل بطليموس، ذلك الاعتقادَ بأنَّ المواقع النِّسبية للنجوم والكواكب والقمر في وقتِ حدوث الحمل تقريبًا، لها تأثيرٌ جزئي في محتويات البذرة. فعلى سبيل المثال، نجد أنَّ نصَّ «عن النطفة» الذي يعود تاريخه إلى القرن الثاني عشر، قد حذَّر الآباء ذَوي المزاج السوداوي من ممارسة الجنس في الأوقات التي تؤدِّي فيها حركاتُ الكواكب إلى غلَبة المِرَّة السوداء على بقية الأخلاط في الجسم. ذلك أنَّ هذا سيؤدي إلى ولادة أطفالٍ مُصابين بكآبةٍ لا شفاء منها.

قيل أيضًا إنَّ ثَمة عواملَ مختلفة «تاليةً» على الجماع، تؤثر فيما إذا كانت صفاتُ الوالدَين ستظهر في الجيل القادم أم لا. فقد ورَد في نصِّ «أسرار النساء» أنَّ تشكيل الرأس يتأثَّر ببرج الحمَل، بينما يتأثَّر تشكيلُ الرقبة ببرج الثَّور، أما المعدة والأمعاء والأضلاع والعضُدان فيتأثر تشكيلُها ببرج العذراء. وبناءً على هذا، افترضوا أنَّ حدوث اضطراباتٍ في السماء من شأنه تغييرُ مسار نموِّ الأجنَّة. علاوةً على ذلك، أثار مؤلِّفو العصور الوسطى الفكرةَ القائلة بأنَّ خيال الأم قد يُفسِد عملية التكاثر. فنجد أنَّ الراهب الفرنسي فنسنت

دي بوفيه نصَح الحوامل من النساء بعدم التحديق على الإطلاق في القرود، إذا أَرَدْن تجنُّبَ ولادة صغارٍ تُشبه القرود.

لقد اعتقد أطباءُ العصور الوسطى أن أيَّ شيءٍ يؤثر على البذور أو الأجنَّة، حتى وإن نشأ من أسبابٍ عابرة، يمكن أن يُصبح جزءًا لا يتجزَّأ من نسيج الجسم وأن ينتقل إلى جيلٍ أو أكثر. فعلى سبيل المثال، رجَّح برنارد دي جوردون، أنه إذا كان الجُذام ناتجًا عن أي سببٍ حدث قبل الولادة، فإن المصابَ به «يبدو أنه لا يمكن شفاؤه». لم يكن معنى هذا أنَّ الوراثة تُقرر المصير لا محالة؛ فقد أكَّد بعضُ الأطباء أن اتباع أسلوبِ حياةٍ صحيٍّ يمكن أن يَقِيَ من ظهور الجذام الوراثي. بالرغم من ذلك، اعتقد الكُتَّاب في مجال الطب أنَّ السِّمة الوراثية قد تبقى خاملةً في مثلِ هذه الحالات، ثم تُسبب مرضًا فتاكًا في الجيل اللاحق. وبالمثل أيضًا، فعلى خلفيةِ التجارة والغزو، أعاد عددٌ من العلماء البارزين صياغةَ عقيدة الخلط الجغرافي القديمة، مؤكِّدين على أن الاختلافات المادية الناتجة من البيئة قد تُصبح وراثية. ففي القرن الثالث عشر، كتب الأرستقراطيُّ البافاري والراهب ألبرتوس ماجنوس أنَّ الإثيوبيين سُودُ البشرة؛ لأنهم تكوَّنوا في أرحامٍ حارَّة وجافة؛ حيث يحترق المَنيُّ سريعًا تاركًا بقايا ترابيةً داكنة. وأوضح مُعاصِرُه بارثولوميو الإنجليزيُّ أن «البرودة أُمُّ البياض». وقد قيل إن مِثل هذه السِّمات العِرقية تُصبح متأصلةً لدرجة أنها تنتقلُ إلى الأبناء حتى لو هاجر آباؤهم بعيدًا عن موطنهم الأصلي. غير أن قِلةً فقط هم مَن تخيَّلوا أن سِماتٍ كلَون البشرة ستبقى دون أن يطرأ عليها تغييرٌ أكثرَ من بضعةِ أجيال. فقد زعم ألبرتوس أنه على الرغم من أن الأفارقة الذين ينتقلون إلى الشمال الأكثرِ رطوبةً سيُنجبون أبناءً في سواد «أسلافهم الأوائل»، فسرعان ما سيكتسبُ أحفادُهم اللونَ الفاتح نفسَه الذي يتمتع به جيرانُهم. كانت الاختلافات الوراثية تُرى على أنها مستمرةٌ لكن ليس إلى الأبد.

النوع الاجتماعي والعرق وعدم المساواة

مثلما هو الحال في العالم الكلاسيكي، كان يمكن للعلماء، وحتى مَن هم خارج النطاق الكنَسي والجامعات، التعبيرُ عن تبَعية النساء والأفراد الذين لا ينتمون إلى الجماعة العِرقية أو الاجتماعية، في سياق الوراثة.

كان للوضعِ المتدنِّي للمرأة في العصور الوسطى نظيرُه في تصويرها على أنها أدنى مرتبةً من الرجل من حيث إسهامُها في عملية الوراثة. وكان المتوقَّع من النساء أن يَكُنَّ

تابعاتٍ مخلصاتٍ لأزواجهن، وأن يُكرِّسن القدْرَ الأكبرَ من اهتمامهنَّ للأمور المنزلية. بِناءً على ذلك، حاجَج العلماءُ بأن البرودة المزعومةَ لأجسادهن وأدمغتهن قد رجَّحَت لديهنَّ العاطفةَ على العقل. فبالنسبة إلى القدِّيس توما الإكويني، وهو فيلسوف لاهوتي إيطالي من القرن الثالث عشر، فإن «النوع الأنثوي يُنتَج ... نتيجةَ خطأٍ في القدرة التكوينية للبذرة التي يتعذَّر عليها تحويلُ مادة الجنين إلى الصورة الذكَرية». وأضاف، تماشيًا مع معشوقِه أرسطو، أن المرأة «هي «ذكَرٌ مشوَّه»». من الواضح أن علم الأحياء كان يُعِد النساءَ لأدوارهنَّ الاجتماعية المحددة.

أمكن أيضًا التعبيرُ عن التصورات المتعلقة بالشعوب الأجنبية من خلال الاختلافات المتوارثة. فلدَينا قدرٌ وافِر من الأدلة على وجودِ إهاناتٍ عنصرية كانت متداوَلةً على حدود أوروبا العنيفة.

فعندما وسعَت الجيوش السكسونية وفرسان التيوتون أراضيَهم إلى الشرق، تحدَّث أحدُ أساقفة القرن الثاني عشَر عن أعدائهم واصفًا إياهم بأنهم «ليسوا رجالًا، بل وحوشًا بشَرية». سادت مثلُ هذه التوجُّهات أينما تعذرَت إقامةُ العلاقات السلمية أو انعدَمَت الرغبة فيها. فعلى سبيل المثال، اعتاد معظمُ حكام الدول الصليبية في الأرض المقدَّسة على تصوير المسلمين على أنهم أدنى أخلاقًا و«مشوَّهين بطبيعتهم»؛ وذلك بسبب تخوُّفهم من محاولة التعاون مع الرعايا المسلمين الذين كانوا يفوقونهم عددًا ويحتقرونهم. بالرغم من ذلك، ظهرَت تصوراتٌ مختلفة بعض الشيء؛ حيث كان للجماعات العرقية مصلحةٌ راسخة وواضحة في تكوين الصداقات والاندماج. في بداية عهد إنجلترا النورمانية، على سبيل المثال، تزوَّج الفاتحون على الفور من العائلات الباقية للنُّخَب الأنجلوسكسونية من أجل تأمين ثرواتهم، وتحييد إمكانية أن يقودوا جيوشًا للمتمرِّدين.

كان الأرستقراطيُّون في العصور الوسطى مفتونين بخيالات الدم النبيل، مثلهم في ذلك مثل أسلافِهم من اليونان والرومان. يتجلَّى هذا في كَثرة ما ظهر من شعارات النبالة ورموزها خلال القرن الثاني عشر. قدم رامون لول المولود في ميورقة أساسًا منطقيًّا إنجيليًّا للخُيلاءِ الأرستقراطية التقليدية؛ فكتب أنه بعد طردِ آدم وحواء من جنة عَدْن، مُنِحَت الفروسية «للأكثر ولاءً» لتكون حصنًا له ضدَّ الشر. وقد انتقلت فضائلُ هؤلاء الفرسان الحقيقيِّين من الأب إلى ابنه منذ ذلك الحين.

لقد أثار ارتقاءُ وضيعي المولد استفزازَ النبلاء وأقلامَهم المأجورة على حدٍّ سواء للتأكيد على أهمية النَّسَب. واستنادًا إلى منطق ثيوجنيس نفسِه، كتب أحدُ شعراء البلاط

إلى ريتشارد قلب الأسد ملك إنجلترا عام ١١٩٠: «لا تجعلنَّ من عبدك سيدًا، ودَع الفلَّاح ليقوم بالعمل الملائم له ... فهو سيرجع في نهاية اليوم إلى طبيعته.» غير أنَّ حقيقة اتِّسام القدْر الكبير من سلوك الفرسان في واقع الأمر بالوحشية والفظاظة كانت كفيلةً لإنكار بعض الكُتَّاب على الأقل لتأثير الوراثة. وبناءً على هذا، وجَّه أحدُ كهَنة القرن الثاني عشر، وهو لامبرت لو بيج، إلى البابا كاليستوس الثالث سؤالًا وجيهًا: «ألم يخلق الإلهُ خالق الكون جميعَ البشر على وجه الأرض من رجلٍ واحد؟»

بحلول أواخر القرن الخامس عشر، كان الفلاسفة والأطباء والنبلاء والجنود في أوروبا يوظِّفون فكرة الوراثة بطرقٍ كانت ستُعَد مألوفةً للغاية لدى الرومان واليونان. فبخلاف محاولةِ التوفيق بين المسيحية وعلم الأحياء الكلاسيكي، لا يُوجَد سوى قدرٍ ضئيل من الأدلة على وجود ابتكارات مَفاهيمية؛ سواءٌ في الاستخدامات التطبيقية للمفهوم أو استخداماته الأيديولوجية. لكنَّ هذا سيبدأ في التغيُّر على مدى القرون التالية مع ظهور الحديث من التقنيات ونُهج اكتساب المعرفة، إضافةً إلى مشاركة الأوروبيِّين المتزايدة في التجارة والاستعمار وتجارة الرقيق.

الفصل الثالث

الوراثة في أوائل العالم الحديث
١٤٥٠–١٧٠٠

ثَمة عواملُ عديدة منحَت مفهومَ التوارث أهميةً جديدة خلال بداية العصر الحديث. أول هذه العوامل هو تجدُّد الحماس تجاه التراث الفكري للحقبة الكلاسيكية القديمة إضافةً إلى اختراع الطباعة، مما أتاح لمزيدٍ من الناس التعرفَ على الأفكار القديمة بشأن الجنس والوراثة. وثانيها أنَّ ظهور الشكوك لاحقًا بشأن صحة النظريات الكلاسيكية، قد دفع بعضَ العلماء إلى تطوير طرقٍ جديدة جريئة لتفسير التشابهِ بين الآباء والأبناء. أما ثالثُ هذه العوامل فهو أنَّ الزيادة الهائلة في توسُّع التجارة الدولية، والاستعمار، والتنقُّل القسري لكلٍّ من البشر والحيوانات، قد جعل من الأسئلة المتعلقة بقُدرة الظروف على التأثير في عملية التكاثر الجنسي حاجةً عملية مُلحَّة.

إحياء ليوناردو

عاد للمَراجع القديمة رونقُها خلال القرنَين الرابع عشر والخامس عشر؛ إذ راح المفكِّرون، تحت رعاية الأمراء والأرستقراطيين، يجوبون مكتبات أوروبا؛ أملًا في العثور على أعمالٍ بارزة مهمَلة لكُتَّابٍ مثل أرسطو وجالينوس وأفلاطون، تخلو من إضافات علماء المسلمين وأخطاءِ النسخ التي قام بها الرُّهبانُ النُّسَّاخ. ونتيجةً لهذا؛ كفل اختراعُ آلة الطباعة في عام ١٤٤٠ تقريبًا تعلُّمَ عددٍ غيرِ مسبوق من الناس للنظريات البيولوجية التي وضَعها القدماءُ في صورة ترجماتٍ جديدة للكلاسيكيات اليونانية والرومانية؛ فقد أصدرَت عواصمُ

النشر كالبندقية، وبازل، وباريس خلال القرن السادس عشر ٥٩٠ طبعةً من أطروحات جالينوس وحده.

يمكننا إدراكُ مدى الانتشار الذي أصبحَت عليه الأفكار الكلاسيكية بحلول أوائل القرن السادس عشر من محاولة بارتولوميو دا فينشي لاستنساخ أخيه غير الشقيق المتوفَّى. وُلِد ليوناردو دا فينشي لواحدٍ من أبناء طبقة النبلاء في فلورنسا وفتاةٍ من الفلاحين هي أدنى من أن يُذكر اسمُها في سجلِّ المواليد. ولما كان بارتولوميو يعتقد أنه يضمُّ في صُلْبِه ما يُمكِّنه من تكوين ليوناردو جديد، عزَم على أن يجد لنفسه امرأةً من القرية نفسِها. لا بد أنه بدا غريبَ الأطوار في تَجواله عبر فينشي بحثًا عن فتاة فقيرة جديرة ببذرته. على أي حال، تعرَّف على امرأةٍ شابة من أصول ريفيَّة، وجد أنها ملائمة، وتزوَّجَها. وفي عام ١٥٢٩ أنجبَت له ابنه بييرينو، الذي نشأ وسط الكروم والأسطح الفخارية نفسِها التي نشأ فيها ليوناردو. سارت التجرِبة في البداية بسلاسة؛ إذ أصبح بييرينو في سن السابعة عشرة فنانًا مبتدئًا موهوبًا. غير أنه مات بعد ذلك بالحمَّى.

كانت جهود بارتولوميو متماشية تمامًا مع المعتقدات التقليدية عن التكاثر. فقد كان الأمل في أن تحمل بذرتُه جوهرَ البراعة الفنية متوافقًا مع المسلَّمة البيولوجية القائلةِ بأنَّ التشابه بين الذرية والآباء هو القاعدةُ العامة في الطبيعة؛ فالرجل الذي لا يُشبه أسلافَه هو، كما كتب الشاعر الإيطالي توركواتو تاسو في القرن السادس عشر، «وحش مشوَّه الخِلقة». غير أنَّ التوقُّع المعتاد بأنَّ الذرية يجب أن تُشبه الآباء كان يعني أيضًا إثارةَ الفضائح إذا كان الطفل لا يُشبه مَن تزوَّجَته الأم.

ولاقتناع الطبيب والمؤلف الأندلسي الشهير خوان هورتي بقوة الوراثة، حاجَجَ في كتابه عام ١٥٧٥ أنَّ الحكومات يجب عليها أن تُنظم قرارات الزواج، فتُزوج النساءَ ذَوات «الذكاء المنخفض» و«الشعر الأشقر الخفيف»، الجميلات برجال «أذكياء» «كثيفي الشعر» «قبحاء». وعلى غرار أسلافهم من العصور الوسطى، حذَّر الأطباءُ مثل هورتي من مخاطر تلويث الأجيال القادمة ببذورٍ أفسدها المرض.

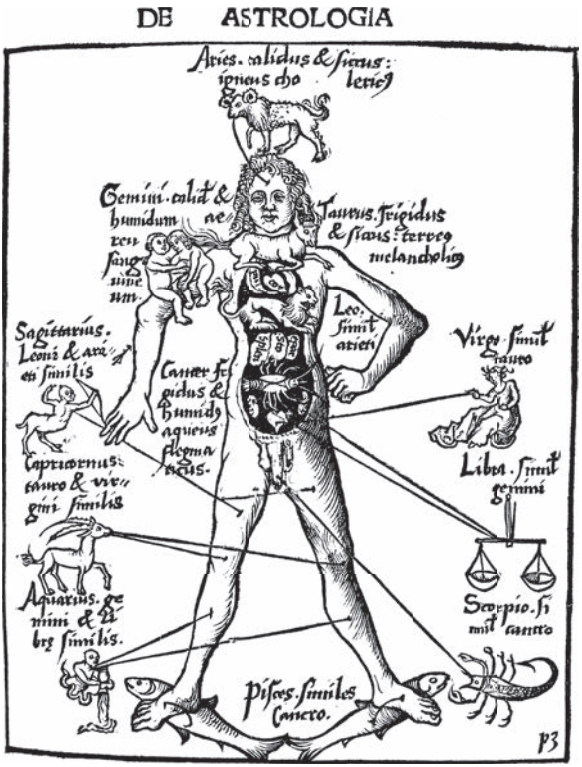
عكسَت تجرِبة بارتولوميو إحدى الركائز الأساسية الأخرى في معتقدات بدايات العصر الحديث بشأن التكاثر، وهي أن كِلا الوالدين ينقلان خصائصَ الأجداد إلى نسلِهما. ففي الكتاب صاحبِ التأثير الواسع «علم وظائف الأعضاء» الذي ألَّفه طبيبُ البلاط الفرنسيُّ جان فرنيل عام ١٥٤٢، لا نجد أيَّ تعبيرٍ عن الشك في أن المرأة تُنتج بذورًا، حتى وإن كانت أقلَّ فاعلية من تلك التي يقذفها الذكر. وقد تجسَّد هذا النموذج الثنائي

البذرة في كتاب ويليام هارفي «عن تولُّد الحيوانات» الصادر عام ١٦٥١. كان هارفي يفخر بالتزامه بمفاهيم أرسطو؛ إذ كان اكتشافه للدورة الدموية مُستوحًى بعض الشيء من اعتقادٍ أرسطي يقول بكمال الحركة الدائرية. غير أنه عندما بدأ في تشريح الطيور والأيائل السمراء لاستكشاف أسرار التكاثر، خلصَ هارفي إلى أن حياة جميع الحيوانات تأتي من انبثاقٍ روحي من مَنيِّ الذكر إضافةً إلى بويضة الأنثى التي تنقل سِمات الأم إلى نسلها. ظل كثيرٌ من الكُتَّاب يرون أنَّ بذرة الأنثى أضعفُ من بذرة الذكر، لكن قلة منهم قد أنكَرَت وجودها على الإطلاق.

أيَّد بارتولوميو أيضًا الرأي التقليدي القائلَ بوجود مجموعة واسعة من العوامل البيئية التي يمكن أن تؤثر في البذور والأجنَّة. وصلَت هذه الطريقة في التفكير إلى جمهور عريض للغاية حين أصدَرَت المطابع منشورات إرشادية عن التكاثر لتُباع للآباء والأمهات الحريصين على تحسين صفات صِغارهم. فقد قيل إنَّ لتوقيت الجماع أهميةً كبيرة. وتمشيًا مع النصائح القديمة، نُصح الرجال والنساء بالامتناع عن التزاوج حتى تصل أجسادهم إلى الحرارة المناسبة. فقد كتب هورتي أن قذف الصبيِّ المراهق يكون رطبًا جدًّا، حتى إن أيَّ طفل ينشأ عنه «سيكون بالتأكيد متخلفًا». قيل أيضًا إنَّه لا بد من تركِ مدةٍ مُلائمة للطعام كي يُهضَم مُكوِّنًا بذورًا ذاتَ جودة عالية. ولهذا؛ كانت ممارسة الجنس بعد تناول الطعام تُعدُّ العملَ الأكثر حماقةً على الإطلاق. الحقُّ أنَّ هورتي قد نصح بأن تُترك بذرةُ الذكر مدةَ ثلاثة أيام قبل الجماع كي «تنضجَ وتُعتَّق». وبهذا يمكنها أن تغلب بذرةَ زوجته الأضعف، مما يَزيد من درجةِ ما يكتسبه الطفل من هيئته، فيتوفر له بذلك تأكيدٌ على أبوَّته. لكن هذا لم يكن يعني إمكانيةَ تيقُّن الزوج من أبوَّته تمامًا. فقد ذكَرت بعض النصوص الشعبية أن المرأة يمكنها أن تُبعد عن نفسها تهمة الحمل من عشيقها إذا التزمَت بتخيُّلِ زوجها خلال ممارستها للزنا وفي أثناء الحمل.

لا نعرف ما إذا كان بارتولوميو قد اعتقد في قُوى النجوم أم لا، لكن الأرجح أنه أيَّد الرأيَ المعتاد بأنَّ لها دورًا مباشرًا في تكوين البذور ونموِّ الأجنة (الشكل ٣-١). يرجع الانبهار المتزايد بعلم التنجيم بقدرٍ كبير إلى ترجمةِ مجموعةٍ من الأوراق المكتشَفة في مخبأٍ بديرٍ مقدوني خلال ستينيَّات القرن الخامس عشر. سُمِّيَت هذه الأوراق باسم «متون هرمس»، ونُسِبت خطأً إلى ملكٍ كاهن من ملوك مصر القديمة يُدعى بهرمس الهرامسة؛ وقد أقنعَت هذه الأوراقُ دارسي الطبيعة بأنَّ الأرض ليست سِوى عالم مُصَغَّر أو نسخةٍ مُنَمنَمة من الكون النَّجْمي، وأنَّ القُوى الروحية تهبط من النجوم والكواكب بانتظام.

ومن ثَم كان على الأزواج أن يحرصوا على تنسيقِ أوقات الجماع وَفقًا لحركات الأجرام السماوية المواتية لذلك.



شكل ٣-١: «عن علم التنجيم» أو «الإنسان من منظورِ علم التنجيم» من كتاب جريجور ريش «اللؤلؤة الفلسفية» لعام ١٥٠٣.

كان أوائلُ كُتَّاب العصر الحديث مقتنعين أيضًا بأنَّ الإله قد خلَق البشر على نحوٍ تؤدِّي فيه الخطيئةُ تلقائيًّا إلى ولادة نسلٍ مشوَّه. وكانت ممارسة الجنس مع المرأة الحائض تُعَد أمرًا شنيعًا وخطيرًا للغاية. ورأى الطبيبُ الهولندي ليفينوس ليمنيوس أن البحَّارة على وجه الخصوص أكثرُ عُرضةً لهذا الخطر؛ إذ يعودون من رحلات طويلة متلهِّفين لإشباع رغباتهم المكبوتة و«يُهرَعون بجنونٍ إلى زوجاتهم في عُجالة» دون التوقُّف

للاستفسار عمَّا إذا كنَّ في وقتِ الحيض، أم لا. وتحدَّث ليمنيوس عن «وحش» وُلِد بهذه الطريقة لبحَّار وزوجته، له رقبةٌ طويلة و«عينان عدائيَّتان»، وقد قفز من الرحم وركض في أرجاء الغرفة حتى تمكَّنَت القابلاتُ من الإمساك به وخنقِه حتى الموت.

عن البشر والخيل

كانت مبادئُ الخلط الجغرافي لم تزَل رائجةً إلى حدٍّ كبير عندما ابتكر بارتولوميو دا فينشي تجرِبتَه في التوالد. فعَزا الكُتَّاب الاختلافات في لون البشرة وحتى في الدين والحكومة إلى التبايُنِ في مدى التعرُّض للرطوبة، وضوء الشمس، وتأثير الأفلاك. غير أنهم شعَروا بالحاجة إلى تصحيح جوانبَ معينةٍ من النظرية القديمة. فعندما بدأ الإنجليز في رؤية أنفسِهم على أنهم يؤدُّون أدوارًا رئيسة على مسرح العالم، سخطوا على سُمعتهم الكلاسيكية القائلة بأنهم سريعون في القتال لكنهم بطيئو التفكير. ففي عام ١٦٦٤، رفض رجلُ الدين توماس واكينتون هذه الافتراءاتِ القديمةَ بالإصرار على أن «أمير جميع درجات الحرارة» في الشمال البارد يمنح الإنجليز مزيجًا مثاليًّا من الدم والبلغم، يتجسَّد في «العقول الخلَّاقة» و«الفهم الحصيف». وبحلول هذا الوقت كانت بعضُ الشكوك الأكثر جديةً قد أخذَت في الظهور بشأن صحة التصورات الأبسط من نظرية الخلط الجغرافي.

طَوال المدَّة التي لم يتجاوز فيها مجالُ النفوذ الأوروبي شمالَ أفريقيا والبحر الأسود إلا قليلًا، لم تُوجَد سِوى فرصٍ قليلة لاختبار نظرية الخلط الجغرافي. وقد بدأَت النسخة القياسية من هذه النظرية تبدو متزعزعة فورَ أن اخترق البرتغاليُّون والإيطاليون بسُفنهم ساحلَ غرب أفريقيا، وأبحَروا إلى البحر الكاريبي والبرِّ الرئيسي لأمريكا، وداروا حول رأس الرجاء الصالح لِيَصلوا إلى إمبراطوريات التجارة الشاسعة في الشرق. وكلما ابتعد الأوروبيُّون في إبحارهم، بدا التوافق بين أشعَّة الشمس ولون البشرة أقلَّ. لقد فوجئ المؤرِّخ الإيطالي بييترو مارتيري بوجودِ شعوبٍ ذات بشَرة فاتحة نِسبيًّا في منطقة البحر الكاريبي، فبدا الأمريكيون الأصليون في وصفه لهم وكأنهم قبائلُ فايكنج معزولة؛ حيث كتب: «هؤلاء الناس بِيض البشرة، ولهم من الشعر ما هو طويل وأصفر.»

كان الأدهى من ذلك لم يزَل في انتظارِ أصحاب النسخة الأكثرِ سذاجةً من نظرية الخلط الجغرافي. فقد اتَّضح بالتجرِبة أن الأطفال المولودين في أنجولا أو منطقة البحر الكاريبي لأبوَين أبيضَين لم يقترن أيٌّ منهما إلا بزوجه لا يخرجون من الرحِم ببشَرةٍ داكنة. انخرط التاجر جورج بست في مناقشة نقائصِ نظرية الخلط الجغرافي؛ إذ ذكر

في عام ١٥٧٨: «أنا عن نفسي رأيت إثيوبيًّا أسودَ كالفحم قدم إلى إنجلترا، وتزوَّج من امرأةٍ إنجليزية بيضاء، وأنجب ابنًا أسودَ تمامًا مِثلَه.» وعندما تناول الطبيبُ الإنجليزي السير توماس براون مسألةَ لون البشرة في كتابه الصادر عام ١٦٤٦ بعنوان «تساؤلات بشأن الكثير من العقائد المتلقَّاة والحقائق المغلوطة الشائعة»، وهو بمثابة هجوم لدحض الخرافات المنتشرة في «الأخطاء الشائعة»، اعترف بأنه واثقٌ من شيء واحد فقط، وهو أن لون البشرة ينتقل بدقةٍ من الآباء إلى الأبناء.

كيف أمكن إذن التوفيقُ بين السواد الدائم لدى الأفارقة والبياض المزعوم لآدم وحواء؟ حاجَج الكثيرون، استنادًا إلى الأبقراطيين وألبرتوس ماجنوس، أن آثارَ بيئة الأجداد غيرُ دائمة، لكنها تستغرق عدةَ أجيال لتُمحى؛ فقد قدَّر الأب دوبوس، على سبيل المثال، أن الأمر سيستغرق نحو عشَرة أجيال من العيش في الدول الإسكندنافية كي يحصلَ أحفادُ أفارقة جنوب الصحراء الكبرى على خُصَل من الشعر الأشقر وبشرةٍ بيضاء. واتجه آخَرون إلى الدين بحثًا عن تفسيرات. فاقترحَت قلةٌ من هؤلاء الكُتَّاب أن الإله قد خلَق أزواجًا عدةً من آدم وحواء، يُمثل كلٌّ منها عرقًا من الأعراق البشرية. وقدمت قراءة جديدة مغلوطة لقصة لعنة حام الواردة بالكتاب المقدَّس بديلًا أقلَّ ابتداعًا. فبحسب سِفر التكوين، عندما سكر نوحٌ تمامًا وتعرَّى، غطَّى ابناه يافث وسام عُرْيَ أبيهما كما يقتضي الواجب. أما حام فسَخِر من عُريه. وعندما استيقظ نوح، علم بلهوِ حام المُهِين ولعَن كنعان ابنَ حام وسائرَ ذريته بأن يحيَوْا حياةَ العبودية. وصحيحٌ أنَّ هذه الفقرة من الكتاب المقدَّس لا تنطوي على أي إشارة إلى لون البشرة، فإنَّ ذلك لم يمنع الكُتَّاب من الزعم بأن ورَثة حام الملعونين قد وُهِبوا البشرة السوداء التي ورِثَتها جميعُ الأجيال المتعاقبة. واستند بعضُ الكُتَّاب أيضًا إلى اللعنة الحاميَّة لتبرير استعباد الأفارقة. وفي كِلتا الحالتَين، افترضوا أن الصفات الموروثة ثابتةٌ تمامًا.

كان الأوروبيون الذين استقرُّوا في إمبراطورياتٍ بعيدة متلهِّفين جِدًّا للاعتقاد بأن جوهرهم العِرقي لن يتغيَّر بالتأكيد. ونزعَت العائلات الإسبانيةُ الأصلِ التي وُلِد أفرادها ونشَئوا في إمبراطورية العالم الجديد الإسبانية؛ إلى الاعتقاد بأنَّ السِّمات الوراثية ثابتة ومستقرة. ذلك أنَّ البديل كان يعني الاعترافَ بأنَّ تمييزهم عن المواطنين الأصليين لن يُصبح ممكنًا في النهاية. وعلى العكس من ذلك، سرعان ما أصرَّ الإسبان الذين أبحَروا من إسبانيا لتولِّي المناصب الإدارية على جَدارتهم بِشَغل أرقى المناصب؛ لأن طبيعتهم لم تتأثَّر بطعامِ أمريكا الوسطى والجنوبية ولا نُجومها، ولا حرارتها ولا رطوبتها.

كان لحركة الشعوب بين المناطق المناخيَّة التي شجَّعَت على هذا التدقيق في نظرية الخلط الجغرافي؛ نظيرتُها في نقل الخيول من منطقةٍ إلى أخرى. فعلى الرغم من انتقالها من الأجواء المشمِسة في بلدان البحر الأبيض المتوسِّط أو الشرق الأوسط إلى مناخات الشمال الأكثرِ عتمة، دُهِش مُربُّو الخيول الأرستقراطيون وسَعِدوا عندما اكتشَفوا أن كثيرًا من ذرية خيل الجينيت الإسباني، وخيل نابولي السريع، وخيول البرابرة والأتراك؛ قد احتفَظَت بسِمات نسلِها. وأدرَكوا أن الصفات الفطرية عنيدةٌ للغاية فيما يبدو. لهذا السبب قال الكاتب الإنجليزي توماس بلوندفيل للمشترين أن يكونوا «حذرين جدًّا عند اختيار أول ذكرٍ وأنثى من الخيول». وعلى الرغم من أنَّ هذا الرأي لم يحظَ بموافقة الجميع، فلا شك بأنَّ مَن يملكون ترَف تربية الخيول قد زاد اقتناعهم بأنَّ لنِسَبها أهميةً كبيرة.

البويضات والنُّطف والآلات

إلى جانب التبجيل الذي حظيَت به التقاليدُ القديمة، نجد تطورًا مُوازيًا لطرقٍ جديدة في التفكير بشأن كيفية حدوث التكاثر. فخلال القرن السابع عشر، حاججَ عددٌ من فلاسفة الطبيعة بأن مهمة العلم هي شرحُ العالم على أساس العلاقات الماديَّة بين الأسباب والنتائج بقدرِ الإمكان. ويرتبط هذا المنعطَفُ الميتافيزيقي ارتباطًا وثيقًا «بالفلسفة الميكانيكية» للفيلسوف الفرنسي وعالم الرياضيات رينيه ديكارت. فاستنادًا إلى المذهب الذرِّي لديموقريطوس في القرن الخامس قبل الميلاد، زعَم ديكارت أن المادة تتألَّف من ذراتٍ صغيرة وهبَت عند «الخلق» أنواعًا محدَّدة من الحركة. وقال ديكارت إن الفلسفة الطبيعية يجب أن تُعْنى بحركات هذه الجُسيمات الخفيَّة والتصادمات فيما بينها. ورأى ديكارت أنَّ مَن يلجَئون إلى «الأرواح» و«القُوى النَّجمية» و«الموادِّ السماوية» لتفسير ما يجري في العالم إنما يستحضرون كلماتٍ لا تُفسر في الواقع أيَّ شيء.

كانت ثقة «الديكارتيين» في هذا المنهج كبيرةً للغاية حتى إنهم حاوَلوا اختزال الإنجاب إلى عملية ميكانيكية فحَسْب. افترَض ديكارت أنَّ بذور الوالدين تتكوَّن من جُسيمات دقيقة تُستخلَص من جميع أجزاء جسدَيهما. وفور دخول البذور إلى الرحم، تخضع لحرارة التَّخمُّر وتبدأ في الدوران. في هذه المرحلة تتجمَّع الجسيمات أو تتفرَّق وفقًا لاختلافاتٍ بسيطة في الحجم، والشكل، والوزن. لكنَّ ديكارت نفسه أدرك عيوبَ هذه النظرية. وأدركها كثيرٌ من الآخرين أيضًا. فقد خلص الفيلسوف الطبيعي الاسكتلنديُّ جورج جاردن في ١٦٩١ إلى أن «جميع قوانين الحركة المكتشفة حتى الآن لا يُمكنها أن

تُعطي سوى تفسيرٍ ضعيف لتكوين نباتٍ أو حيوانٍ ما.» تعرَّض ديكارت أيضًا لمزيدٍ من الانتقادات من المجتمعات العلمية الجديدة التي اجتمع فيها الفلاسفةُ الطبيعيون لمشاهدة الطبيعة وهي تخضع للتجرِبة. ففي أماكنَ كالجمعية الملَكية في لندن، التي تأسَّسَت عام ١٦٦٠، نوشد المشاركون بالابتعاد عن التخمين لصالح مُراقبة التجارِب الدقيقة ثم الاتفاق على ما شُوهِد فيها. في هذا السياق، يبدو الحديث عن جسيماتٍ دقيقة دائرةٍ تنظيرًا أهوج.

في ذلك الوقت، أدى اختراع المجهر إلى تحسين قدرة الفلاسفة الطبيعيين على التعلم من خلال الملاحظة المنهجية بدرجةٍ كبيرة. وقد مكَّنَت هذه الأداةُ البالغةُ الأهميةِ أيضًا من كشفَين جوهريَّين فيما يتعلق بالجنس والوراثة، وهما رؤيةُ الحيوانات المنوية لأول مرة واكتشافُ الحويصلات المبيضية. ففي عام ١٦٧٧، فحص رائدُ الفحص المجهري الهولندي أنطوني فان ليفينهوك بعضًا من السائل المنوي تحت مجهره وشاهد «ديدانًا منَوية» صغيرة تسبح في كلِّ مكان. أسرعَ بكتابة خطابٍ إلى الجمعية الملكية اعتقادًا منه أنه اكتشف الناقلاتِ الفعليةَ للوراثة من الذكر. وعلى الرغم من أن ليفينهوك عزَّز حُجته بعثوره عليها في السائل المنوي للكلاب والأرانب والأسماك أيضًا، فقد تجاهل معظمُ العلماء هذه «الديدان المنوية» باعتبارها محضَ طفيليَّات.

في الوقت نفسِه تقريبًا ظهَرَت أدلةٌ قوية على وجودِ بويضات لدى الإناث. ففي عام ١٦٦٧، شرَّح دانماركيٌّ يُدعى نيكولاس ستينو، كان يعمل لدى دوق توسكانا الأكبر، أنثى قرشِ كلب البحر، وميَّز ما يُشبه البيض في «خُصيتَيها الأنثويتَين». لم تمضِ مدةٌ طويلة حتى لاحظ عالم التشريح الهولندي رينييه دي جراف أنَّ مبيضَي إناث الأرانب يتغيَّران قربَ وقتِ الحمل. فقد لاحظ أنَّ بعض الحويصلات الصغيرة الموجودة على سطحَيهما تختفي تاركةً خلفها نُدْبةً صفراء. تمكَّن دي جراف بعد ذلك من أن يُميز في أرحام أرانبه من الأجنَّة النامية بعددِ ما كان يُوجَد في المبيض من «أجسام صفراء». وحينها بدا افتراضُ أنَّ الحيوانات تتطوَّر من بويضات تُطْلِقها المبايض مُرجَّحًا أكثرَ من أي وقتٍ مضى.

لقد ساعدَت هذه الاكتشافاتُ في الإلهام بنظرياتٍ تكهُّنية جديدة بشأن التكاثر. ففي العقود الأخيرة من القرن السابع عشر، قدَّم بعض الفلاسفة الطبيعيين نظريةً تُسمَّى «نظرية البويضة»، وتقول بأنَّ مِبيضَي الأنثى الأولى في كل نوع من الأنواع التي شكَّلَها الإله تضمُّ جميعَ ما سيوجد في هذه الحياة من كائناتِ نوعها. ولم تزَل هذه الكائناتُ الدقيقة تفقس منذ حواء، وستستمرُّ في ذلك حتى يُستنفَد العددُ الكلي الأصلي. وقد عَزا معظمُ المعتقدين في نظرية البويضة التشابهَ بين أفراد العائلة بزعمهم أن الأجنَّة الموجودة

شكل ٣-٢: «حيوان منوي» أو «أنيسيان» من كتاب نيكولا هارتسويكر «مقال عن البصريات» الصادر عام ١٦٠٤.

مسبقًا لا تحتوي سوى على أهمِّ البِنَى والسِّمات، ومن ثم لا يزال بإمكانها اكتساب سِمات أبَوية مُعينة في أثناء الإخصاب أو الحمل. عوضًا عن ذلك، اقترح بعضُ الفلاسفة أن الأجنة المسبقةَ التشكيلِ تُحمَل في الحيوانات المنوية التي تعرَّف عليها أنطوني فان ليفينهوك، لكن النقاد أوضحوا أنَّ هلاك عدد لا يُحصى من الحيوانات المنوية في كل مرةِ قذف، يعني أنَّ القول بـ «النظرية المنوية» سيعني أن الإله يسمح بـ «عددٍ لا حصرَ له من جرائم القتل» (الشكل ٣-٢).

كان أتباعُ «نظرية الوجود المسبق» أبعدَ ما يكونون عن السذاجة. وقد لاقَت الفكرةُ قَبولًا واضحًا لدى الفلاسفة الطبيعيِّين الذين ساءهم أنَّ الفلسفة الميكانيكية لديكارت لم

تُفسِّر ما تنطوي عليه عمليةُ التكاثر من تعقيدات، لكنهم لم يَرغبوا أيضًا في العودة إلى طرح النُّفوس والأرواح بصفتها تفسيراتٍ للظواهر الطبيعية. إضافةً إلى ذلك، فقد جعَلَت المجاهرُ النظريةَ قابلةً للتصديق. فمع ظهور كائناتٍ بالغة الدقة للعين تحت عدسات المجهر، ازدادت معقوليةُ تصور ملايينِ الأجنة المطويَّة بدقة في مِبيضَي كلِّ أنثى. في الوقت نفسِه، كانت العدسات لا تزال بدائيةً لدرجةٍ لا يمكن معها لأحدٍ أن يضع النظرية في اختبارٍ فعال. وبناءً على هذا، نشأ خلافٌ كبير بين المدافعين عن نظرية الوجود المسبق وأولئك الذين ظلُّوا يرَون أنَّ وجود القُوى الروحية ضروريٌّ جدًّا لتفسير الجنس والوراثة.

النوع الاجتماعي والعِرق والنخبة

أدَّت التفسيرات التي طوَّرها العلماء فيما يتعلق بالنوع الاجتماعي إلى تقديس تبَعية المرأة اجتماعيًّا وسياسيًّا، كما حدث في القرون السابقة. ولمَّا أن حُرِمَت النساء من تلقِّي التعليم، ومُنِعنَ من المشاركة السياسية العلنية، وصار المتوقَّع منهن أن يخضعنَ بلطفٍ لسلطة الرجل داخل المنزل وخارجَه، فإنَّ النساء اللاتي طالبنَ بمزيدٍ من الحقوق، كُنَّ عُرضةً للاتهام بانتهاكِ واجباتٍ تفرضها عليهن طبيعتُهن المتأصلة. وقد عبَّرَت باسوا ماكين، وهي صاحبةُ أكاديميةٍ لتعليم الفتيات في لندن في القرن السابع عشر، عن أسَفِها من الاعتقاد السائد بأن «النساء لم يوهَبْن من العقل ما حُبِيَ به الرجال، وأنَّ التعليم لن يُحسِّن منهنَّ مثلما يفعل بالرجال».

إنَّ هذه الصورة للأنوثة المتواضعة قد تعارضَت مع رؤيةٍ أخرى مختلفة للغاية، تُصوِّر المرأة على أنها تفتقرُ بشدة إلى الذكاء حتى إنها لا تستطيع التحكم في دوافعها الأساسية. فقد حاجج الفقيه القانوني الفرنسي جون بودن في القرن السادس عشر بأن أدمغة النساء أصغر من أدمغة الرجال ومن ثمَّ يستسلمن بسهولة لشهواتهن الغرامية. ونتيجة لذلك، على حدِّ قوله، فإنهنَّ كثيرًا ما يقَعْن ضحيةً لأحابيلِ إبليسَ الجنسية. وقد وافق قاضي بوردو المختصُّ بمطاردة الساحرات، بيير دو لونكر، على أن الشيطان «يغلب النساءَ أكثرَ مما يغلب الرجال»؛ لأنهن «بطبيعتهن أكثرُ حماقة».

إضافةً إلى ذلك، اكتسبَت الادعاءاتُ بوجود اختلافاتٍ فطرية في القدرة العقلية زخمًا في الحديث عن الشعوب غير الأوروبية، مع التوسُّع السريع في الاستعمار والرِّقِّ، بدايةً من أواخر القرن الخامس عشر. وكان المستوطنون في منطقة البحر الكاريبي والأمريكتَين هم

على وجه التحديد الأكثرَ ميلًا لتصويرِ الشعوب من دون البيض على أنها أدنى فِطريًّا. فأولئك الذين أبحَروا إلى الكاريبي والبرازيل وأمريكا الوسطى، عازمين على ريِّ تعطُّشِهم للسلطة والثروة، سرعان ما خلَصوا إلى تبريرٍ ذاتيٍّ مفاده أن الشعوب الأصلية ليسوا سِوى بشرٍ بدائيِّين، بل هم أقربُ إلى الوحوش منهم إلى البشر، وأنهم مُهيَّئون بطبيعتهم لحياةٍ قصيرة من العبودية في المناجم والمزارع. وشهد القرنان السادس عشر والسابع عشر أيضًا إدخالَ نظامٍ رسميٍّ للتصنيف العِرقي إلى المستعمرات الإسبانية في المكسيك وبيرو، يُعرَف باسم «نظام الكاستاس» (أو نظام الطبقات)، وتتحدَّد حقوقُ الفرد وواجباته ومكانته في هذا النظام بناءً على نِسَب الدماء التي تجري في جسمه. يُعبر مصطلح «الكاستاس» عن الأشخاص ذَوي الأصول المختلطةِ الأعراق، وكانوا ينقسمون إلى فئتَين أساسيتَين: فئة ميستيثو التي يكون فيها أحدُ الوالدَين أوروبيًّا والآخَر أمريكيًّا أصليًّا، وفئة مولاتو التي تضمُّ نسل الوالدين اللَّذين يكون أحدُهما أوروبيًّا والآخرُ أفريقيًّا، (الشكل ٣-٣). قضى الإسبان باستبعاد «الكاستاس» من المناصب الرسمية، وحِرمانهم من الالتحاق بالجامعة، وإلزامهم بالعيش في مناطقَ معيَّنة من البلدان والمدن. وبهذه الطريقة سعَوا لاحتكار أرقى الوظائف والمناصب في المجتمع الاستعماري. وقد قيل إن الإسبان من ذَوي الدم النقيِّ وحدهم هم الكائنات العاقلة بطبيعتها، أو gente de razón «أي العقلاء».

ما من حالةٍ تتجلى فيها قوةُ المصلحة الذاتية الاجتماعية والاقتصادية في الترويج للعنصرية بأوضحَ مما تتجلَّى في حالة العبيد الأفارقة الذين شُحِنوا قسرًا من جنوب الصحراء الكبرى إلى الأمريكتَين. أدرك الأوروبيُّون أنهم يستطيعون جنْيَ الثروات بإنتاج سِلَع مثل السكَّر فيما ضمُّوه إلى أراضيهم من مساحاتٍ شاسعة. غير أنَّ إنتاج السكر كان عملًا شاقًّا وخطيرًا، لدرجةٍ يقلُّ معها عددُ من يرغبون في العمل بالمزارع طواعيةً. ولهذا أنشأ الملَّاكُ والمشرفون مزارعَ السُّخرة التي راحوا ينقلون إليها الأفرادَ من الساحل الغربي لأفريقيا. ولما أن تأسَّسَت المستعمرات على التبعية الوحشية للسود من الرجال والنساء والأطفال السود، فقد بدأ المستعمِرون البيضُ في الحديث عن عَبيدهم الأفارقة، باعتبارهم «أقربَ إلى الوحوش» التي يمكن بيعُها «كما نبيع الأغنام» دون أدنى وازعٍ أخلاقي. لقد دفَعَتهم النفعيةُ الاقتصادية إلى نزع صفة الإنسانية عن الأفارقة.

وعلى العكس من ذلك، كان الأوروبيون في كثيرٍ من الأحيان يُسرفون في مدح شعوب الهند، والصين، واليابان. فقد كتَب المُبشِّر الإيطالي نيكي-سولدو أورجانتينو في عام ١٥٧٧ عن الصينيِّين: «يجب ألا تعتقد أن هؤلاء الناس برابرة»؛ لأننا «من دون الإيمان

شكل ٣-٣: لوحةٌ تنتمي إلى النوع الفني الذي يُعرَف بـ «الكاستا» والذي انتشر في إسبانيا الاستعمارية؛ وهي بريشة الفنان خوان باتريسيو مورليت رويز (المكسيك، ١٧١٣-١٧٨١). كان هذا النوع الفني الشائع يُصنف نسل التوليفات المختلفة من الوالدَين ذَوي الأصول الأوروبية والأفريقية والهندية، ويُرتبهم في طبقات.

... نُصبح برابرةً عظامًا مقارنةً بهم.» إنَّ هذه الاستثناءات من القاعدة العامة المتمثلةِ في إهانة الأوروبيِّين لغير البيض، تُخبرنا بالكثير عن دوافع أولئك الذين يُطلقون العنان للأيديولوجيات العنصرية. فالأرجحُ أنَّ البرتغاليين والإسبان كانوا عادةً ما يَجْنون من شراء السِّلع الكمالية في الشرق مالًا أكثرَ بكثير مما يَجْنونه من تحويل السكَّان المحليين إلى عبيدٍ بالسخرة في المزارع. ثم إنَّ الأوروبيِّين كانوا يفتقرون إلى التفوُّق العسكري الضروري لتمكينِهم من استغلال السكان الأصليِّين بوحشية. وبدلًا من ذلك، أسفَرَت الحاجةُ إلى التعاون مع الحكَّام الأصليين والتجَّار عن التعاطف وإدانة التنميط العرقي الفج. لو كانت شعوبُ الهند أو الصين أو اليابان عُرضةً على نحوٍ مُميت للإصابة بالحصبة، والجدري، والإنفلونزا، كما كانت شعوبُ الأمريكتَين، فلربما اختلَف الوضع. لكن الحظَّ لم يُحالف

الأوروبيِّين هذه المرة؛ فقد اندمجَت مجموعاتُ جراثيم أوروبا والشرق الأقصى منذ مدةٍ طويلة بعد قرونٍ من الهجرة، والتِّجارة، والإغارة.

نرى مثالًا صارخًا على كيفيةِ تعزيز الظروف لنزع صفةِ الإنسانية عن الفئات الضعيفة في أوائل العصر الحديث بإسبانيا حيث ظلَّت الكنيسة عدةَ قرون وحتى عامة الناس من المتديِّنين في بعض الأحيان، يُحاولون تحويل اليهود إلى المسيحية. وأخيرًا، في عام ١٤٩٢، عندما أُعطي اليهودُ الإسبان خيارَ التحوُّل عن اليهودية أو مغادرة المملكة، وافق الكثيرون منهم على التعميد. وحينها جَزِعَت العائلات المسيحية القديمة إذ وجدَت أنه صار عليها أن تتنافسَ على المناصب المربحة في الكنيسة والدولة مع «المتحوِّلين» من أصحاب التعليم الجيد نِسبيًّا. ونتيجةً لهذا فقد استثمَروا بحماسٍ في نظرية وراثية شيطنَت اليهود باعتبارهم ينتمون إلى «أنساب منحرفة» تَحول بينهم وبين أن يكونوا مسيحيِّين حقيقيين.

ما كان هؤلاء الإسبان المستاءون سوى مجدِّدين للمزاعم القديمة القائلة بأن نَسْل الأُسَر الأرستقراطية هم وحدهم الجَديرون بتبوُّؤِ المراتب العالية. ولم يَبْدُ على الإطلاق أنَّ هذا الزعمَ المغلوط يَضعُف في أوائل العصر الحديث. حقيقة الأمر أنَّ نبلاء أوروبا راحوا يُغْلون من قيمة سُلالاتهم بحماسٍ زائد عندما حاولَت الدولُ الساعية إلى تحقيق المركزية الحدَّ من استقلالهم، وعيَّنَت مُوظفِين من الطبقات الاجتماعية المتوسطة مِمَّن تلقَّوا تدريبًا رسميًّا في المالية والإدارة والقانون. الحق أنه لم يكن ثمة داعٍ كبيرٌ للقلق بالنسبة إلى معظم الأرستقراطيين، يستدعي نعيقَهم بشأن أهميةِ امتلاك نوع الدم الصحيح. فقد كان معظمُ الملوك لا يزالون يطلبون ولاءهم كي يتمكَّنوا من حكم المقاطعات البعيدة عن مقرَّات الحكومة الملكية. علاوةً على ذلك، فإنَّ معظم المترقِّين في المكانة الاجتماعية لم يكن لدَيهم أيُّ اهتمامٍ بتحدِّي مفهوم الطبقة الأرستقراطية عن نفسها بوصفها سلالةً متفوقة. وقد فضَّلوا تزويجَ أبنائهم وبناتهم من النُّخَب القديمة حتى يتمكَّن ورَثتُهم يومًا ما من التباهي بأسلافهم النبلاء. حتى أولئك الأدنى في المكانة الاجتماعية قد استفادوا من مجدِ الولادة الأرستقراطية باصطناع أنسابٍ مُزيفة. وقد عزَّزَت مثلُ هذه الحيل أيديولوجيةَ الدم النبيل.

أَوْرَث كُتَّابُ أوائل العصر الحديث لخلفائهم في القرن الثامن عشر ميراثًا من المعتقَدات المختلطة عن الوراثة. فقد كانت الأفكارُ التي تبنَّاها العديد من الأطباء، والفلاسفة الطبيعيون، والآباء، ومُربُّو الحيوانات، والأرستقراطيون، والمستعمرون بشأن كيفية حدوث التكاثر وأنواع الصفات الموروثة، لا تختلف عن أفكار الحقبة الكلاسيكية القديمة إلا قليلًا.

بالرغم من ذلك، ظهرَت رُؤًى جديدةٌ مهمة؛ فأولًا: مكَّنَت الملاحظة المنهجية من اكتشاف الحيوانات المنوية والبويضات في مجموعةٍ متنوعة من أنواع الحيوانات، وثانيًا: شجَّع انتقالُ البشر والخيول الرأيَ القائل بأن الاختلافات الوراثية أكثرُ استدامةً مما كان يُزعَم قبل ذلك. إضافةً إلى ذلك، فقد كان لظهور المنهج التجريبيِّ القدرُ نفسُه من الأهمية؛ إذ وفَّر شرطًا ضروريًّا لحدوث التقدُّم العلمي المذهل في القرون التالية.

الفصل الرابع

الوراثة في عصر التنوير

نضج مفهوم الوراثة خلال عصر التنوير. فقد ظهر من علماء النبات وعلماء الطبيعة روَّادٌ في الدراسة المنهجية للجنس والتوارث، ونقَّح الفلاسفة الطبيعيون أفكارَهم بشأن كيفية إنتاج البذور لأجسامٍ حية، وصار مربو الحيوانات المحترفون أبرعَ في اختيار السِّمات المرغوبة والحفاظ عليها، وأدَّى ميلادُ نظرية للتطور في نهاية القرن الثامن عشر إلى وضع الوراثة في صميم الجدل العلمي. في الوقت نفسِه، كان للأفكار المتنافسة فيما يتعلق بالوراثة دورٌ مركزي في الفلسفات السياسية في عصر الثورة هذا، وفيما يتعلق أيضًا بقضايا النوع الاجتماعي والعبودية والاستعمار من ردود فعلٍ ومواقفَ متعارضة ونتيجةً لهذا كله، اكتسبَت الفكرةُ القائلة بوجود اختلافات فطرية بين الناس أهميةً علمية وسياسية غيرَ مسبوقة.

علم الوراثة

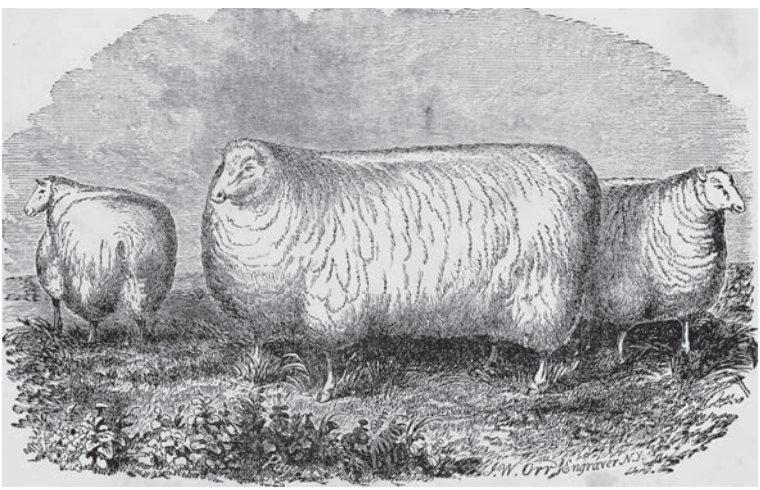
في القرن الثامنَ عشر، قدم الفلاسفة الطبيعيون والعاملون بتربية النباتات والحيوانات أدلةً جديدة على الوراثة من الوالدين كلَيهما والاستقرار النسبي للسِّمات الموروثة عبر الأجيال. وتركَّز السؤال عمَّا إذا كان كِلا الوالدين يُسهِمان بموادَّ وراثية، في سياق المناقشات بشأن مدى وجاهة نظرية الوجود المسبق. فعرَف المدافعون عن نظرية البويضة أو النظرية المنوية أنَّ أضعف نقاطِ نظريتهم تتجلَّى عند محاولة تفسير التشابُهِ بين الطفل ووالدَيه. وحاجَج معظمُهم أن الأجنَّة المسبقة التشكيل أشبهُ بشِباك تمتلئ بطريقةٍ ما في الرحم بالصفات الأبوية. أدى إدراكهم هذا إلى توقفهم عن تقديم نظريات عن التوالُد تخلو من تأثير بعض القُوى وعوامل الجذب مثلما كانوا يفعلون في البداية. بالرغم من ذلك، ظلَّت

نظريةُ الوجود المسبق رائجةً بين النخبة من الفلاسفة الطبيعيِّين حتى آخرِ لحظات القرن الثامنَ عشر. غير أنَّها لم تبدُ منطقيةً لمعظم مَن كانوا يُشاركون في تجارِب التوالُد الفعلية.

جمَع علماء النبات في القرن الثامنَ عشر أدلةً قوية على وراثة الصفات من كِلا الوالدين. وكان عمل السويديِّ الرائد في تصنيف النبات والحيوان، كارولوس لينيوس، على درجةٍ خاصة من الأهمية. فعَبْر سلسلةٍ من تجارِب التوالُد الخلطي، قدَّم الدليل الأقوى حتى ذلك الوقتِ على أن النباتات تتكاثر جنسيًّا وليس لاجنسيًّا. وفي عام ١٧٦٠، حصل على جائزةٍ من أكاديمية سانت بطرسبرج الإمبراطورية؛ لوصفه انتقالَ خصائصِ كلٍّ من الأبِ والأم في نبات القُنب. لم يتوقَّف لينيوس عند هذا الحد واقترح تشكُّلَ أنواعٍ جديدة باستمرار من خلال تهجين الذكور والإناث من مختلِف أنواع النباتات والحيوانات. تخيَّل لينيوس أن التوالد الخلطيَّ يستكمل الخلقَ الإلهيَّ بتشكيلِ أنواع جديدة دائمًا ما كانت جزءًا من الخطة الإلهية الأصلية.

ومن المراعي والإسطبلات في أوروبا ورَدَت المزيدُ من الرُّؤى بشأن طبيعة الوراثة. فبحلول أوائل القرن الثامنَ عشر، كان مربُّو الخيول في يوركشاير ولينكولنشاير في إنجلترا، حيث أصبحَت سباقاتُ الخيول رائجةً للغاية ومربحة، يحتفظون بـ «سجلَّات الفحول» لتسجيلِ نَسَب ما أطلقوا عليه خيول «ثوروبريد»، وهي خيولُ سباقٍ مهجَّنة من الخيول العربية الأصيلة والخيول الإنجليزية. تعلَّم المربُّون أن النسَب عاملٌ أساسي في سرعة خيل السباق وقوةِ تحمُّلها. وشاركهم مربُّو الأبقار والأغنام في هذا الرأي السريع الانتشار والقائل باستدامة الصفات الموروثة. ففي عشرينيَّات القرن الثامن عشر، استورد السويدي جوناس ألسترومر كِباش المارينو من إسبانيا، وزوَّجها بالنِّعاج الأصلية في موطنه، ثم لم يجد بعد ذلك غضاضةً في تزويج إناثِ هذه الذرية بكباش المارينو التي أنجبَتها. على الرغم من الظروف الجوية الرطبة والعاصفة في أقصى الشمال، كان ما أنتجَته أغنامُ ألسترومر من صوف المارينو أفضلَ مما تُنتجه نظيراتُها الإسبانية. وفي مقاطعة ليستر الإنجليزية، شرَع روبرت باكويل، «أمير مربِّي الماشية» في تنفيذ برنامَج توالُدٍ اتَّسم بدرجةٍ أكبرَ من المنهجية، وقام على تزاوج المحارم والاستبعاد بالسُّبل العديمةِ الرحمة (الشكل ٤-١). وبهذه الطريقة أنتجَ سُلالة أغنام ليستر الجديدة التي سَمِنَت سريعًا وامتلأَت باللحم في القطعيات الأكثر إدرارًا للرِّبح. ذُهل مُزارعو أستراليا وأمريكا، الذين اشترَوا كِباش باكويل لتزويجها بنِعاجهم، عندما رأَوا أن خصائص سلالة ليستر الجديدة ظلت مستقرةً في ظروفٍ مغايرة تمامًا لظروف منطقة ميدلاندز الإنجليزية.

إضافةً إلى ذلك، أجرى عددٌ قليل من العلماء دراساتٍ منهجيةً بشأن التوارث في البشر. ففي عام ١٧٥٣، نشر عالمُ الفلَكِ والرياضيات الفرنسي بيير لوي مورو دو موبرتيس، نتائجَ دراسةٍ لعائلة روه في برلين، التي وُلِدَ فيها الأبُ ياكوب روه بإصبَعٍ زائد في كلٍّ من يدَيه وقدَميه، وقد ورث هذا الأمرَ عن جَدَّته عبر والدته. وأنجب ياكوب بدوره عدةَ أطفال، اثنان منهم بأصابعَ زائدة. لم يكن مثلُ هذا النمط من التوارث، كما أوضح موبرتيس، ليتماشى مع الأشكال الأبسطِ من نظرية البويضة أو النظرية المنوية؛ لأن احتمالية تَكْرار ظاهرةِ تعدد الأصابع في عائلة روه على مدار ثلاثة أجيال متتالية عن طريق الصدفة لم تكن سوى واحدٍ في كل ٨ تريليونات.



شكل ٤-١: أغنام مهجَّنة في ولاية كنتاكي باستخدام أساليبِ باكويل.

جسَّد موبرتيس رغبةَ فلاسفة القرن الثامن عشر في شرح العمليات الجسدية من خلال قُوًى شبيهةٍ بالقوانين. فقد لاحظ أن العظيم إسحاق نيوتن قد كشف عن قوةٍ تُسمى الجاذبية لا يمكن استيعابها إلا من خلال آثارها. وبناءً على ذلك، اقترح موبرتيس أن الإله قد حَبا جُسيمات المادة في البدء بأنواعٍ معيَّنة من النشاط. وواصل طرْحَه قائلًا إنَّ «العناصر» التي تتكوَّن منها بذورُ الوالدين تنطوي على «مبدأٍ للذكاء» جوهري، وهو يُمكِّنها عند الانتقال من أجسام الوالدين إلى الغُدد التناسلية والرحم، من الاحتفاظ

بـ «ذاكرة» لـ «مواضعها السابقة». وبهذه الطريقة يرثُ الأطفال من والديهم سِماتِهم وميولَهم.

اختلَف كُتَّاب عصر التنوير بشأن مدى سهولة تغيير التأثيرات العابرة من الصفات الوراثية للأجنَّة. غير أنَّ معظم الأطباء وعلماء الطبيعة قد اتفَقوا على أن ما يطرأ على جسد الوالدين من تغيراتٍ بارزة ومستمرَّة يكون له تداعياتُه الوراثية. فمثلما هو الحال في القرون السابقة، توقَّعوا أنَّ الحالات الطبية المزمنةَ تنتقل بالوراثة، وأنها تقضي على بضعة أجيال مِمَّن يعيشون حياةً صحية. طبَّق عالمُ الطبيعة الفرنسي البارز جورج لوي لوكلير، كونت بوفون، المنطقَ نفسَه في محاولته لشرح التشابُه بين الكائنات الحية المصنَّفة في الجنس نفسِه. فعندما عُيِّن بوفون رئيسًا للحدائق الملَكية بباريس عام ١٧٣٩ وضَع فرضيةً مفادها أن جميع نباتات الجنس الواحد تأتي في الواقع من خُطة توارثٍ واحدة، أو «قالب داخلي» تحمله البذور، وهو يوجِّه التنظيم السليم للمادة. وحاجج بوفون، على سبيل المثال، أن النَّمِر، والكَوْجر، والنمر المرقَّط هي حيوانٌ واحد في الأساس، ولا تبدو مختلفةً إلا لأنها سكَنَت بيئاتٍ مُتباينة. وقد اعتبر أنَّ هذه التغيراتِ كلَّها انعكاسية، لكنه خمَّن أن الأمر سيستغرق بضعةَ أجيالٍ بعد نقل الكَوْجر إلى أفريقيا حتى تنموَ لديه بُقَعُ النمرِ السوداءُ وفِراؤه الأصفر.

تجادَل العلماء والمحامون أيضًا فيما إن كان التشابهُ دليلًا يُعتمَد عليه في إثبات الأبوَّة، أم أنه يشير فحسبُ إلى الشخص الذي كانت تُفكر فيه المرأةُ في أثناء ممارسة الجنس والحمل. الحقُّ أنَّ هذه الفكرة الأخيرة قد لاقَت استحسانًا لدى جمهورٍ أوسع، مثلما يتَّضح ذلك من استخدام القوة التوليدية لخيالِ الأنثى أداةً مهمة في حبْكة العديد من الروايات الرائجة في القرن الثامنَ عشر. وعلى العكس من ذلك، فعندما كان يتعيَّن على المحاكم في المجتمعات المالكة للعبيد اتخاذُ قرار بشأن قضايا الأبوَّة بعد إنجاب النساء البِيض أطفالًا ذَوي بشَرة داكنة، كانوا عادةً ما يُقرِّرون أنَّ صبغة الجلد هي نتيجةُ التوارث وليس الخيال. ففي نهاية المطاف، كيف كان لهم أن يضبطوا الحدودَ العِرقية إذا كانت عمليةُ التوالد تخضع للأهواء بمثلِ هذه الدرجة المقلقة؟

الكائنات الوحيدة الخلية والبشر

ثمة طرقُ منافَسةٍ في التفكير بشأن الوراثة قد تصدَّرَت المشهدَ في نهاية القرن الثامن عشر عندما قدَّم رجلان ادِّعاءً بارزًا؛ مفاده أن الأنواع تتطوَّر باستمرارٍ من أشكالٍ بسيطةٍ

إلى أشكال مُعقَّدة. انطوَت النظريةُ التطورية على استبعادِ فكرة أنَّ عُمر الأرض لا يتعدَّى بضعةَ آلافٍ من السنوات مثلما أشار الكتابُ المقدَّس، وتبنَّى بدلًا من ذلك الاعتقادَ القائل بأنَّ الكوكب قد خضَع لمرحلةٍ طويلة جدًّا من التغيير المضطرِب. إضافةً إلى ذلك، شكَّك بعضُ علماء الطبيعة في روايةِ تاريخ الأرض الواردة في سِفر التكوين، مدفوعين في ذلك بالبيانات الجيولوجية، كالأدلة على تراجُع المحيطات وتراكُم طبقات الصخور التي يبدو أنها شُكِّلَت في أوقاتٍ مختلفة تمامًا. غير أن نظرية التطور الكاملة لم تظهر إلا تدريجيًّا. فقد كان على علماء الطبيعة أن يُنكروا أولًا فكرةَ أن الأنواع جميعها كانت موجودةً في جنة عَدْن.

اتخَذ كونت بوفون عدة خطوات في هذا الاتجاه عندما حاجَج في عام ١٧٧٨ أنَّ الكوكب ظهر إلى الوجود قبل عشَرات الآلاف من السنين على شكلِ كرةٍ صخرية منصهرة. ولمَّا أدرك أنَّ الطبقات الصخرية غالبًا ما تحتوي على مجموعاتٍ مميزة للغاية من الحفريات، أثار المزيدَ من الغضب باقتراحه أنَّ العديد من الأنواع النباتية والحيوانية لم تظهر إلا في وقتٍ متأخر للغاية من تاريخ الأرض. زعم بوفون أنَّ الخالق قد صنَع في بداية الزمان مجموعةً محدودة من «القوالب الداخلية». واقترح أنَّ الأمر قد تطلَّب انتظارَ بعضِ هذه القوالب دهورًا حتى تبرد الأرضُ بما يكفي لتشكيلِها إلى كائناتٍ حية قادرة على البقاء. بالرغم من ذلك، لم يتخيَّل بوفون وجودَ عمليةٍ تطوُّرية تتطور الميكروبات من خلالها تدريجيًّا إلى أشجار بلُّوط، أو بشَر، أو تماسيح. كان لا بد لهذه القفزة الجريئة في المفاهيم أن تنتظر.

لأُسرةٍ من الطبقة الأرستقراطية الفرنسية الأدنى، وُلِد جان باتيست شوفالييه دو لامارك عام ١٧٤٤، وأُحيلَ إلى التقاعد من الجيش في عام ١٧٦٦، فأصبح عالِمَ نباتٍ بارعًا، وفي عام ١٧٩٣ عمل في مُتحف الأعشاب الملَكي في باريس لدراسةِ الحشرات والديدان. وعلى مدار السنوات القليلة التالية لذلك، أدرك لامارك أنَّ الأنواع اللافقارية لا يختلفُ بعضُها عن بعضٍ في الغالب إلا بفروق طفيفة للغاية. بدأت الحواجزُ التي تفصل بين الأنواع تبدو أقلَّ صرامةً. تساءل أيضًا عن السبب في أنَّ العديد من الحفريات الموجودة على منضدته تنتمي إلى أنواعٍ من الكائنات لا يبدو أنَّ لها نظائرَ حية. اقترح بعضُ علماء الطبيعة أنَّ هذه المخلوقات ستُكتشَف كامنةً فيما هو ناءٍ من البحار أو الغابات أو الصحاري. لكن لامارك شكَّك في ذلك. فقد كان العديد من المستكشفين مشَّطوا أرجاءَ الكوكب بحلول ذلك الوقت. بدا إذن أنَّ حفرياته كانت تنتمي ولا شكَّ إلى أنواع قد انقرضَت قبل وقتٍ طويل.

يبدو أنَّ لامارك اختبر في هذه المرحلة تنافرًا مَعرِفيًّا بين الاعتراف بالاختفاء الجماعيِّ للأنواع والإيمان بحِكمة الربِّ القدير وإحسانه. وقد حلَّ التناقض بتخيل أنَّ الكائنات الحية تتطوَّر بمرور الزمن. فاعتقد أنها لا تنقرض وإنما تُغيِّر من صورتها من أجل البقاء. وصف لامارك في كتابه «فلسفة علم الحيوان» الصادرِ عام ١٨٠٩ نظريةً تطورية تستند إلى وجود قوتين مُتكامِلتَين تدفعان جميعَ الكائنات الحية لتُصبح أكثرَ تقدمًا. استنتج أنَّ أُولى هاتين القوتَين هي امتلاك الكائنات الحية لـ «نزعةٍ للتقدُّم» متأصِّلةٍ فيها، تدفعها للتطور إلى كائناتٍ معقَّدة. وأوضح أنَّ ثانيَتَهما هي أنَّ النباتات والحيوانات تزداد براعةً في التكيف على نحوٍ أفضل؛ لأنها عندما تسعى للحصول على المزيد من الطعام أو الهواء أو الضوء، فإنَّ البِنَى العضوية التي تستخدمها تصبح أكثرَ تطورًا، ثم تُنقل هذه التعديلات وراثيًّا إلى نسلها.

يُعَد لامارك أولَ مَن قدَّم صياغةً مفصَّلة لنظرية للتطور، لكنه لم يكن أولَ من استند إلى توارث الخصائص المكتسَبة في شرح كيفية تطور الكائنات الحية. فقد دُهِش إرازموس داروين، الطبيبُ والشاعر وعالم الطبيعة، من ظهور الحفريات التي استُخرِجَت في أثناء إنشاء شبَكات القنوات التي امتدَّت آنذاك عبر المناظر الطبيعية في منطقة ميدلاندز الإنجليزية التي كانت تتحول إلى التصنيع سريعًا. وقد لاحظ أيضًا عن قربٍ ما كان يمكن إنتاجُه من تغييراتٍ عبر التهجين الانتقائي للحيوانات. دفعه ذلك كلُّه إلى التساؤل عما إذا كان العالم العضوي ثابتًا كما ادَّعى الناس، وصرَّح في كتابه «قوانين الحياة العضوية» الصادر عام ١٧٨٩ تصريحًا صادمًا بأننا جميعًا قد تطورنا من أبسط أشكال الحياة.

الوراثة والسياسة

ما من شكٍّ في وجود ارتباطٍ وثيق بين الأفكار المتعلقة بالوراثة وبين المشهد السياسي لعصر التنوير. فقد شهدت هذه الآونة اهتمامًا كبيرًا غيرَ مسبوقٍ بالادِّعاءات المؤيدة لشرعية النظُم الأرستقراطية وأيديولوجيات اختيارها، والادِّعاءات المعارِضة لذلك. لم يُبالِغ الراديكالي الفرنسي آبيه سياس في كُتيِّبه الشهير الصادر عام ١٧٨٩ عندما قال إنَّ «أفراد الطبقة ذاتِ الامتياز ينظرون إلى أنفسهم باعتبارهم نوعًا آخَر من الكائنات». ففي جميع أنحاء أوروبا، كانت النخبُ من مواليد الطبقات الرفيعة لا تزال هي المهيمنة على أرقى المناصب في إدارة البلاد، وتولِّي المراتب العسكرية العُليا، والمناصب الكنسية الرفيعةِ المستوى. وحتى في المستعمرات البريطانية بأمريكا الشمالية، حيث كانت أوجُه التفرِقة الاجتماعية محدودةً

في العادة إلى حدٍّ كبير، تحدث النيويوركي إفرايم باين عن «مُترَفي الجنوب» الذين يعدُّون أنفسهم «رتبة متفوقة من الحيوانات».

تبعًا لذلك، استغلَّ أنصار الإصلاح السياسي الحُجَّة الداعية للمساواة التي تقول بأنَّ السمات العقلية مكتسَبةٌ وليست وراثية. فأعلن الفيلسوف كلود أدريان إلفسيوس في عام ١٧٥٨ أنَّ جميع الناس «لديهم استعدادٌ متساوٍ للفَهم» (أحرق جلاد باريس كتبَه). وشجب الثوريُّون الأمريكيون في عام ١٧٧٦ مخطوطةَ «التباهي بالمولد واللقب» باعتبارها عَرَضًا من أعراض الاستبداد البريطاني. إضافةً إلى ذلك، أدرك أعضاءُ نادي «اليعاقبة» الثوري الفرنسي أنهم، من خلال إجبار النبلاء على تدميرِ قوائم أنسابهم وطِلاء شعارات النبالة على عرَباتهم بدلًا من ذلك، يُهاجمون الأساس الرمزي للأرستقراطية.

على الرغم من كلِّ التقتيل الذي دار في فرنسا، فقد استمرَّت الطبقات الأرستقراطية في أوروبا ولم يَمْسسها شيءٌ في العموم على مدار القرن التالي. يرجع هذا من ناحيةٍ إلى أنهم ظلُّوا كِبار مُلَّاك الأراضي، وأنهم وجَدوا أدوارًا مهمَّةً يؤدُّونها في الدولة الحديثة، ويعود من ناحيةٍ أخرى إلى حرصِ حديثي الترقِّي في المكانة الاجتماعية على الانضمام إلى صفوفهم. يعكس الأدبُ الشعبي لذلك العصرِ خروجًا عن كثيرٍ من أوجُه التقدير اللاإرادي التقليدي للنَّسَب النبيل. فراح الرِّوائيون يُعيدون إنتاج الحبْكة الشهيرة الخالدة لـ «حكاية اللقيط» التي يُكتشَف فيها أن رجلًا فاضلًا وفقيرًا على نحوٍ مُتناقِض يحمل دماءً نبيلة. فعلى سبيل المثال، اتضح في نهاية رواية «توم جونز» لهنري فيلدنج أن توم طيِّب الجوهر رغم نزَقِه، كان ابنَ أخت الإسكوايرِ. ولم تتمكَّن الثورة الأمريكية أيضًا من القضاء على رغبة العائلات الاستعمارية البارزة في التعظيم من شأن ثروتهم ومكانتهم، بالحكايات المختلَقة عن النسَب النبيل. فقد استخدم جورج واشنطن خَتْمَ الأسلاف العائلي في مُراسَلاته.

حتى الذكور من كُتَّاب عصر التنوير الأكثر راديكاليةً لم يمتدَّ تأييدهم للمساواة ليشملَ النساء. وواصل الكُتَّاب في مجالات العلوم تزويدَ اللغة العِلمية بما يؤيد وجودَ فوارق حسَب النوع الاجتماعي. فقد شرح عالم الطبيعة الفرنسي بيير كبانيس أنَّ البِنْية النسيجية للذكور أكثرُ متانة؛ ومِن ثَم فهم يتفوَّقون فِكريًّا وأخلاقيًّا على الإناث. وأخذَت الكاتبات في توضيح عدم الترابط المنطقي الذي تتَّسم به مثلُ هذه السرديات. وفي ظل الثورة الفرنسية، طالبَت أوليمب دي جوج أن تعترف الدولةُ الثورية بملاءمة شَغْل المرأة لأي منصبٍ رسمي (الشكل ٤-٢). وفي أمريكا أيضًا، قادت الثورةُ إلى الاقتراح بوجوبِ أن تعود الإصلاحات السياسية بالنفع على النساء مثلما تعودُ على الرجال. فقد كتبت

أبيجيل آدامز إلى زوجها جون آدامز مُطالِبةً أن تعكس التغييراتُ الدستورية القدراتِ الفعليةَ للنساء. غير أنَّ عصر التنوير لم يجلب للقضية النسوية سوى القليل من المكاسب الملموسة. فعند إعدام دي جوج في نوفمبر ١٧٩٣، كتبَت إحدى الصحف أنها برَغبتها في أن تكون «من رجال الدولة» قد «نسِيَت الفضائل الملائمة لجِنْسها» نسيانًا لا يُغتفَر. الحقُّ أنَّ طلب أبيجيل آدامز لم يُصَد بقسوةٍ شديدة. بالرغم من ذلك، فقد ازدرى جون آدامز مَطلبها باعتباره أشبهَ بعِصْيانِ عبدٍ أو طفل.

شكل ٤-٢: إعدام أوليمب دي جوج في عام ١٧٩٣.

كان كُتَّاب عصر التنوير مُهتمِّين بتنظيم كلِّ ما يتعلَّق بأرحام النساء أكثرَ من اهتمامهم بتعزيزِ مُشاركتهن السياسية. وثَمة تطوُّران رئيسيان جعَلا من تخيُّلِ إصدار

قوانينَ لتحسين النسل أمرًا يبدو أقلَّ غرابةً بالنسبة إلى الحكومات. أوَّلهما أنَّ قادة الدول التي تتَّجه بشكلٍ متزايد إلى المركزية أدرَكوا أن قدرتهم على التفوُّق على القُوى المنافسة تستلزم عمالًا وجنودًا وبحَّارة أصحَّاء؛ وكانت قدرتهم على التدخُّل لتعزيز صحةِ السكان ورغبتهم في ذلك تزداد تدريجيًّا. وثانيهما أنَّ مُفكِّري عصر التنوير كانوا مُقتنِعين بأنَّ تطبيق العلم سيؤدِّي إلى تأسيس مجتمعاتٍ أكثر عدلًا، وصحةً، وعقلانيةً، ونظامًا. عبَّر الدكتور الألماني يوهان بيتر فرانك عن وجهةِ النظر القائلة بأنَّه ينبغي للعلم أن يوجِّه سياسةَ الدولة. وكان ذلك ينطوي على اتخاذ القرار بشأن مَن يجب أن يتكاثر ومَن لا يجبُ أن يتكاثر. فقد كتب في عام ١٧٧٩: «لا يمكن تركُ الأشخاص العاديِّين يتحكَّمون في قضيةٍ يعتمد عليها في الواقع مصيرُ المجتمع والبشرية جمعاءَ اعتمادًا وثيقًا بلا شك.» لم تُسفر طموحات فرانك عن شيء، لكنه لم يكن إلا شخصًا غريبَ الأطوار.

اعتقد بعضُ المفكرين أنه يمكن تحقيقُ أهداف تحسين النسل دون التدخُّل في الزواج. فقد كتب عالم الرياضيات ورجلُ الدولة الفرنسي الماركيز دو كوندورسيه — الذي لم يَخفُت تفاؤله لأنه اضطُرَّ إلى الاختباء خلال عهدِ الإرهاب من بلطجية روبسبيار — أن الأجيال القادمة ستكون في ذكاء سقراط، وستبلغ من العمر الطويل ما بلَغه موسى، وذلك بفضل التحسينات الوراثية التي ستتراكم عندما تتولَّى الدولة الرعاية المناسبة بصحةِ الناس وتعليمهم. وقد بشَّر بأنَّ «قابلية الإنسان للكمال غيرُ محدودة حقًّا». غير أنَّ الاقتصادي الإنجليزي المبجَّل توماس مالتوس انتقد الأمرَ خشيةَ أن تُشجع مثلُ هذه الأفكار الفلاحين على تحدِّي النظام الاجتماعي القائم، وحاجج في ذلك بأن احتمالية تجنُّب نوعنا للأسى والموت المبكِّر محدودةٌ للغاية. ذكر مالتوس أن «الإطار البشري» لم يتغيَّر تقريبًا «منذ أن بدأ العالم»، مُعلنًا بذلك أنَّ نطاق التقدُّم الوراثي محدود. لقد وضع السياسيُّون المحافظون مثل مالتوس نسخةً «جامدة» للوراثة تقول بأنَّ طبائعَنا الجوهرية نادرًا ما تتغيَّر، وذلك على عكس التقدُّمية الواعدة التي تطرحها نسخةُ كوندورسيه «اللينة» القائلة بمرونة البذور والأجنَّة.

الإثنية والعِرق

لم يخلُ عصر التنوير من أفكارٍ مُغايرة بشأن الوراثة، وقد شكَّلَت هذه الأفكار أيضًا جزءًا لا يتجزَّأ مما كتبه علماءُ هذا العصر عن التنوُّع الإثني. يمكن بالفعل تصنيفُ كُتَّاب

علم الأعراق (الإثنولوجيا) إلى فريقَين تُوجَد درجاتٌ كثيرة من الاختلاف بين آرائهم، بدايةً من القول بأنَّ النَّسَب لا يُمثل أهميةً كبيرة على الإطلاق في تفسير التبايُن الثقافي، وحتى نقيض ذلك المتمثِّل في القول بوجود اختلافاتٍ وراثية بين الأعراق البشرية لا يمكن رأبُها.

يُجسِّد الطبيب الألماني يوهان فريدريش بلومنباخ مثالًا على الفريق القائل بأنَّ مفهوم الوراثة لا يتَّخذ إلا أهميةً محدودة في المناقشات المتعلقة بالتبايُن العِرقي. وعلى الرغم من أنه حاوَل توصيفَ خمسة أعراقٍ مختلفة — القوقاز، والإثيوبيون، والأمريكيون، والمنغوليون، والملايو — على أساس قياس جَماجمها، فقد رأى بلومنباخ أنَّ صبغة الجلد من آثار البيئة المحلية وقد يتغيَّر في غضون بضعة أجيال. إضافةً إلى ذلك، أنكر بلومنباخ بشكلٍ قاطع أنَّ القدرات الفكرية لا تتساوى لدى الأعراق. وافَقه في ذلك آدم فيرجسون وآدم سميث، وهما شخصيَّتان بارزتان في عصر التنوير الاسكتلندي. وقد نقَّحا فكرة قديمة بالفعل مفادها أنَّ المجتمعات البشرية جميعها ستمرُّ ولا بد بمراحل تطورية بدايةً من الصيد وجمعِ الثمار، وصولًا إلى التجارة المتقدِّمة. وبمرور الوقت وبالمحاكاة، توقَّع فيرجسون وسميث أنَّ جميع المجموعات العِرقية ستصل إلى مستوى الأوروبيِّين البِيض في وقتٍ ما بالمستقبل غيرِ البعيد.

ثَمة نظريةٌ أخرى تنطوي على درجةٍ أكبر من العنصرية قد صوَّرَت الأعراق البشرية على أنها متمايزةٌ وراثيًّا لكنها قادرةٌ على «التحسُّن» البيولوجي. فقد أوضَح كونت بوفون على سبيل المثال، أنَّ أسلاف الأعراق من غير البيض قد «تدهوَروا» جسَديًّا ونفسيًّا بعد الابتعاد عن «المناخ الأكثر اعتدالًا» الواقع بين درجَتَي العرض أربعين وخمسين (حيث يقع وطنه الأصليُّ فرنسا). وتوقَّع بوفون أن الأمر سيستغرق عدةَ أجيال حتى يعودوا إلى النوع «المثالي» إنْ هم رجَعوا للعيش، على سبيل المثال، بالقرب من باريس أو تولوز. ليس من المستغرَب إذن أنَّ سكان الأمريكتَين من البيض كانوا شديدي الحساسية تجاه هذا الزعم القائل بأنهم في طَوْر الانحطاط. فعندما تهوَّر آبيه راينال الذي كان قصيرًا، في طرحِ هذا الادعاء خلال تناوُله الطعامَ في باريس مع بنجامين فرانكلين وتوماس جيفرسون، طلب الأخيرُ من روَّاد المطعم الفرنسيين والأمريكيين أن يقفوا ظهرًا لظهر؛ كي يُمكِنَ الحكمُ على الفرق بين أطوالهم. وفاز الأمريكيون في هذه المقارنة.

لم يكن جيفرسون ليبراليًّا مُستنيرًا في مسألة العِرْق. وإنما كان على العكس من ذلك، يُمثل الطرَف العنصري؛ إذ كان هو نفسُه من مالكي العبيد. ففي كتابه «ملاحظات عن ولاية فرجينيا»، أصرَّ جيفرسون على وجود «فارق فعلي» في الطبيعة يفصل بين البِيض

والسود. وفي هولندا، حاول عالم التشريح بيتروس كامبر تقديمَ دليلٍ تجريبي يؤيِّد هذا الافتراض. فبِحساب زوايا الوجه في مجموعة الجماجم الموجودةِ لدَيه، ادَّعى أنَّ الأوروبيِّين من اليونان والرومان يتَّسمون بالدرجة الأدنى من بُروز الفك؛ ومِن ثَم يمكن القولُ إنهم العِرْق الأكثرُ مثاليةً بالفطرة. أما الأفارقة، فقد قال كامبر إنهم ينحرفون كثيرًا عن هذه المثالية. لاقت مثلُ هذه المزاعم استحسانَ العلماء الذين لم تكن العبوديةُ تثير لديهم إلا النَّزْر القليل من تأنيب الضمير، إن كانت تُثيره لديهم من الأساس.

العِرق والعبودية والإمبراطورية

زاد حجمُ الاتصال الأوروبي بالشعوب غيرِ البيضاء زيادةً كبيرة خلال القرن الثامن عشر. وتؤكِّد السجلَّات الراصدةُ للتفاعلات بين الأوروبيين وشعوب جميع أجزاء الكرة الأرضية؛ على وجود الأنماط نفسِها التي وصَفْناها بالفعل في بلاد العصور القديمة، والوُسطى، وأوائل العصر الحديث؛ إذ تعكس تصوراتُ الأوروبيين عن المجموعات العرقية الأخرى وطريقةُ معاملتهم؛ مدى الأمان والربح الذي رأى الأوروبيُّون أنه سيعود عليهم باستمالة هذه المجموعات العرقية، أو التعاون معها، أو استيعابها.

متى ما صارت الظروف مواتيةً للهيمنة الوحشية، سلَّم رجالٌ ونساء لم يقرَءوا قطُّ لبوفون أو كامبر ولا سمعوا عنهما بأنه يحقُّ لهم معاملةُ المنتمين إلى مجموعاتٍ أخرى على أنهم أقلُّ من بشرٍ كاملين، وذلك بفضل تفوُّقِهم الوراثي على نحوٍ ما. وكانت التصوراتُ عن السكان الأصليين في الأمريكتَين أكثرَ حدةً في كثير من الأحيان. فنجد على سبيل المثال أنَّ أحد البيض من سكَّان أمريكا الشمالية قد قال: «ليس من الممكن أبدًا طمسُ الأخلاق الشرسة للهنديِّ الأصلي.» واستنتج أحدُ المفكرين الإسبان من تأمُّلاته أنَّ «صفات» الأمريكيين الأصليين «شبيهةٌ بصفات ذَوات الأربع». وقد شكَّل هذا التصورُ للهنود، على أنهم دون البشر، إغراءً متوقَّعًا لفئاتٍ مُعيَّنة من سكان العالم الجديد، وهم: المزارعون في المناطق النائية من البرازيل الذين لم يقدروا على تحمُّل نفقات الأفارقة أو إحضارِهم، فأَسَروا الهنود بدلًا منهم، والمستعمرون الإنجليز في أمريكا الشمالية الذين باعوا أَسرى الحرب من الأمريكيين الأصليين عبيدًا في مقاطعة كارولينا، أو أرسَلوهم إلى جزر الهند الغربية، والمستوطنون البيض ومُضاربو الأراضي في أمريكا الشمالية الذين انزعَجوا من محاولات السلطات البريطانية لمنع زحفِهم غربًا واستغلوا فكرة «الهندي السيئ» المبتذَلة للدفاع عن استعمارهم العنيد للأراضي الواقعة وراء جبال الآبالاش.

كان السعيُ وراء المكانة والربح عاملًا أساسيًّا أيضًا في تجريد أفارقة جنوب الصحراء الكبرى من صفة الإنسانية على مدار قرنٍ من الزمان شُحن فيه ما لا يقلُّ عن ستة ملايين ونصفِ مليون شخص عبر المحيط الأطلسي في الجحيم الخانق لسفن الرقيق من أجل العمل في مَزارع الأمريكَتَين. وفي البرازيل، ومنطقة البحر الكاريبي، والولايات الجنوبية في أمريكا الشمالية، حيث اعتَمدَت الأنظمة الاقتصادية على تصدير المحاصيل التي يُنتجها الرقيق، كانت الاستجابات العنصرية مُحفَّزةً بقوة (الشكل ٤-٣). فإذا طُولِب البيض بتبرير النقص في تعاطفهم تجاه العبيد أشاروا إلى اختلافاتٍ مزعومة في الدم، أو شبَّهوا العبيد بالحيوانات أو الجمادات. في عام ١٧٩٨، أشار حاكمٌ في إسبانيا الجديدة إلى أنه كان بتِجارته للماشية المحلية في مقابل العبيد الجامايكيين إنما كان يعمل في «تبادل اللحوم باللحوم».

شكل ٤-٣: التسلسل الهرميُّ العِرقي لدولة البرازيل في عصر العبودية. لوحةٌ للفنان الفرنسي جيان بابتيست ديبريه الذي وثَّق جوانبَ مختلفةً للحياة البرازيلية بين عام ١٨١٦ وعام ١٨٣١.

عادةً ما كانت عنصريةُ الجماعات المستعمِرة تتعمَّق بمرور الوقت؛ بسببِ ما تفرضه وحشيةُ النظام من عواقب. وكثيرًا ما كان البيض الذين استَعبَدوا أعدادًا كبيرة من الشبَّان والشابات يُعانون من حالةِ قلق مُزمنة؛ خشية أن يسعى ضحاياهم للانتقام. أدى هذا الشعورُ بالذُّعر إلى تشويهِ سُمعة الأفارقة بوصفهم «ميَّالين بطبيعتهم» «للاضطرابات، والاغتصاب، والوحشية». إضافةً إلى ذلك، شجَّع الخوفُ من تمرُّدِ العبيد في أمريكا الشمالية

استحسانَ النخب الاستعمارية لشيءٍ من الإصلاح الديمقراطي. فنظرًا إلى خوفِهم الشديد من تكاتُفِ الفقراء البيض مع العبيد الساخطين؛ سعَوا إلى خلقِ الشقاق بين المجموعتَين من خلال الاعتراف بالمجموعة الأولى بصفتهم أعضاء في النخبة العِرقية، ومنحِهم مزيدًا من الحقوق السياسية المحدودة. فراح الأكثرُ تواضعًا من البيض يعتقدون على نحوٍ متزايد أنهم يختلفون في طبيعتهم عن العبيد الأفارقة اختلافًا جوهريًّا.

علاوةً على ذلك، زاد الدافعُ لنزع صفة الإنسانية عن غير البيض عندما تمكَّنوا من تحدي الهيمنة الاجتماعية والاقتصادية للبيض. كان هذا يحدث في المعتاد عند تحرير الأسياد للأطفال الذين أنجَبوهم من نساءٍ مستعبَدات، أو عندما كان العبيد يَجْنون من زراعة محاصيلهم الخاصة وبيعِها أو أداء العمالة الماهرة، ما يكفي من المال لشراء حرِّيتهم. وقد أثار ذلك بالطبع رِدَّةَ فعلٍ عنصريةً عنيفة. فسارع أبناءُ السلالات الأوروبية الذين لم يكن ثمة ما يَجْنونه من السماح لغير البيض بـ «العبور العرقي» في الدفاع عن «هيمنة أصحاب البشرة البيضاء» بادِّعائهم أن أي شخص ينتمي بنسَبِه إلى الأفارقة أو الأمريكيِّين الأصليين، لدَيه «دمٌ ملوَّث» إلى الأبد. ووضَعَت السلطات في إسبانيا الجديدة والبرازيل مصطلحاتٍ متكلَّفةً للحديث عن تقسيمات الدماء، وعملت أيضًا على تشكيلِ وعيٍ كبير بالأنساب؛ للحدِّ من عدد «الكاستاس» الذين يرتقون في المكانة. وبالمثل أيضًا، سنَّت الولايات الأمريكية الشمالية قوانينَ عقابية لمكافحة الزواج المختلط في محاولةٍ لإبطاء الزيادة في عدد السكان مختلِطي الأعراق. وبالرغم من ازدهار الحركات المناهِضة للعبودية في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية، التي أجَّجَتها حركاتٌ على غرار جمعية الأصدقاء الدينية، والحركة الإنجيلية وحركة المساواة التنويرية؛ فقد ظلَّ نزعُ صفة الإنسانية عن غير البيض هو القاعدةَ في الأمريكتين.

استمرَّت العنصرية بين الأوروبيين في الشرق، لكن قبضتها كانت أقلَّ إحكامًا؛ إذ كانوا يفتقرون في المعتاد إلى القوة الساحقة اللازمة لإخضاع السكان الأصليين. ففي الهند، حيث أقامت شركة الهند الشرقية البريطانية إمبراطوريةً عملاقة، كانت الحاجة إلى تأمين الدعم العسكري المحليِّ ورضا الأمراء والتجَّار والفلاحين لا تزال تفرض درجةً كبيرة من التواضع العرقي. وسواءٌ أنظرنا إلى العلاقات السياسية بين البريطانيِّين والهنود، أو نظرنا إلى العلاقات التِّجارية أو الجنسية، فإننا نجد شواهدَ على مواءمات ثقافية كانت غائبةً في العديد من السياقات الاستعمارية الأخرى. غير أنه بحلول نهاية القرن كان موقفُ الشركة قد تعزَّز. حينها فقط بدأ البريطانيون في استخدام هذا النوع من اللغة العنصرية التي أصبحَت شائعةً في السرديَّات الفيكتورية عن شعوب الهند.

لقد تغيَّرَت مفاهيمُ الوراثة خلال القرن الثامن عشر، وبقيَت على حالها في الآن نفسِه. وعلى الرغم من استمرار الخلافات بشأن مدى سهولةِ اكتساب التباينات الوراثية أو محوِها، فقد حقَّق الأكاديميُّون والمهنيُّون من مُربِّي الماشية تقدُّمًا ملحوظًا في الدراسة التقنية في مجال التوارث. إضافةً إلى ذلك، بدأ علماءُ الطبيعة في إدراكِ احتمالية أن تكون التغييراتُ الوراثية هي التي تؤدِّي إلى تغيُّر الأنواع بمرورِ الوقت. غير أن روح البحث العلميِّ الدقيق نادرًا ما كانت تمتدُّ إلى أولئك الذين حاوَلوا تطبيق مَفاهيم الوراثة على قضايا مثل النوع الاجتماعي، أو الطبقات الاجتماعية، أو العِرْق. فقد كانت أساليبُ عصر التنوير في تناول قضية الاختلاف بين البشر خاضعةً تمامًا للتيَّارات الاجتماعية للعصر والسياسية، مثلما كان عليه الحالُ في القرون السابقة أيضًا.

الفصل الخامس

الوراثة في القرن التاسع عشر

للقرن التاسع عشر أهميةٌ خاصة في تاريخ الأفكار المتعلِّقة بالوراثة؛ بسببِ ما تَحقَّق خلاله من تقدُّمٍ هائل في العلوم البيولوجية وما شهده من صراعٍ حادٍّ بين الآراء المتعارضة بشأن طبيعة النوع الاجتماعي، والطبقات الاجتماعية، والعِرْق. فقد استفادت الدراسة العِلمية للوراثة من المجاهر المحسَّنة بشكلٍ كبير، ونشأةِ المختبَرات البيولوجية، والتجارِب الدقيقة التي أُجريَت على تكاثر النبات والحيوانات. بالرغم من ذلك، فمُجدَّدًا نرى أنَّ تقدم العلوم الإنسانية كان أقل؛ إذ بقِيَت خاضعةً لمعتقدات عصرٍ يميل إلى تحقير النساء وغير البيض والطبقات الاجتماعية الدنيا، وهي مُعتقَدات زائفة رغم قوَّتها الأيديولوجية.

علماء النبات

على الرغم من أنه لم يكن يُوجَد في بدايةِ القرن ما يُمكن معرفتُه عن الموادِّ المكوِّنة للبذور، والبويضات، والحيوانات المنَويَّة، تَمكَّن الباحثون من اكتساب بعض المعرفة عن أنماط التوارُث في الحالات التي وُفِّقوا فيها في اختيار الأنواع التي يَدرُسونها. وفي أوائل القرن التاسع عشر، بدأ مُربُّو النباتات يتوصَّلون إلى رؤًى جديدةٍ مهمة. فأجرى الإنجليزي توماس أندرو نايت تجارِبَ التلقيح الخلطيِّ على أنواعٍ مختلفة من أشجار التفاح والكُمِّثْرى والبرقوق في محاولةٍ لتخليق سُلالاتٍ هجينة أقوى، ولاحقًا زاوَجَ عالمُ النبات الألماني كارل فريدريش فون جرتنر بين ٧٠٠ نوع مختلِفٍ من النباتات لتكوينِ ما يقرب من ٢٥٠ صِنفًا هجينًا. لاحَظ كلٌّ من نايت وجرتنر أنه عند إجراء التلقيح بين نباتَين هجينَين فإن عددًا معيَّنًا من نَسلِهما دائمًا ما يحمل سِماتٍ أشبهَ بسمات السلَفَينِ لا الهجين نفسه. اتضح أنَّ الكائنات الهجينة لا تُولِّد ما يُشبهها باستمرار. فمن الواضح أنَّ

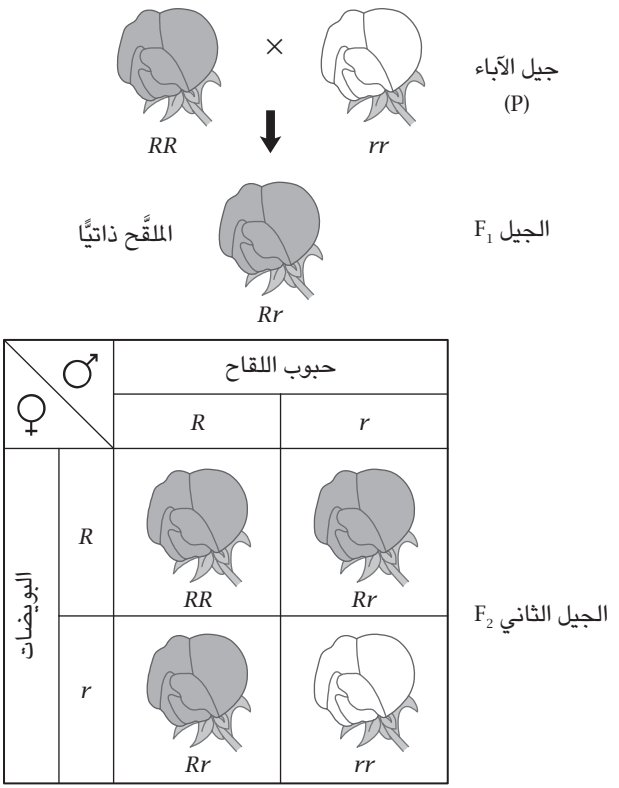
بعض سِمات النباتات يمكن أن تختفيَ في الشكل الهجين، لكنها تُعاود الظهور في الجيل التالي. كان ما يراه علماء النبات هو مبادئَ الهيمنة والانعزال، وإن كانوا لم يفهَموها إلا جزئيًّا.

حينها أتى دورُ الراهب السيليزي جريجور مندل. انضمَّ مندل الذي كان ابنَ فلَّاحين من المزارعين إلى الدير الأوغسطيني في برنو في عام ١٨٤٣، ولم يكن ذلك بدافعٍ من تَقْوى عظيمة بل لحاجةٍ ماسَّة إلى المال. عُيِّن مدرسًا وأُرسل إلى جامعة فيينا لدراسة العلوم الطبيعية. بعد عودته إلى برنو، بدأ سلسلةً من التجارِب كان الهدفُ منها، على ما يبدو، هو اختبارَ فرضية كارولوس لينيوس القائلةِ بأن الأنواع الجديدة تنشأ نتيجةَ التزاوج بين الأنواع الهجينة. ومن حُسن حظه أنه اختار نوعًا يتميَّز بتركيبٍ وراثي غايةٍ في البساطة، وهو نباتُ البازلاء الصالحُ للأكل. وعلى غِرار سابِقيه في هذا المجال، ولَّد مندل سُلالاتٍ نقيةً من نباتاته، ثم أنتج أنواعًا هجينة. وقد ركَّز في هذه التجارِب على سبع سِمات مختلفة: شكل القَرْن ولونه، وشكل البذور ولونها، وموضع الزَّهرة ولونها، وارتفاع النبات.

في إحدى هذه التجارِب، زاوَجَ مندل بين نباتاتٍ ملساءِ البذور وأخرى مجعَّدة البذور. في الجيل الأول، أو F_1، كانت بذورُ النباتات كلُّها مَلْساء. وقد استنتج من هذا أنَّ النعومة صفةٌ «مهيمِنة» بطريقةٍ ما على صفة التجعُّد «المتنحِّية».

قام مندل بعد ذلك بالتلقيح الذاتي لنباتات الجيل F_1. وقد تجسَّدَت عبقريتُه في أنه تمكَّن من التعرُّف على نمطٍ عددي ثابت في نتيجة عمليات التزاوج هذه؛ إذ كانت تُوجَد في المتوسط ثلاثةُ نباتاتٍ ملساءِ البذور لكلِّ نباتٍ واحد مجعَّد البذور. وقد لاحظ النسبة ١:٣ مِرارًا وتَكرارًا مع سِماتٍ أخرى. استنتج مندل أنَّ نسبة البذور الملساء في مقابل البذور المجعدة تُمثل في الواقع نسبةَ واحدٍ من السلالات النقية ملساء البذور، واثنَين من السلالات الهجينة، وواحدٍ من السلالات النقية المجعدة البذور. أدرك مندل أنَّ التفسيرَ الأمثل لوجودِ هذا النمط هو افتراضُ أن كل سمةٍ هي نتيجةُ «عناصر» مميزة، وأن نوعًا واحدًا فقط من عناصرِ كلِّ سمةٍ هو القادرُ على دخول خليةٍ جنسية واحدة. يمكن التعبير عن هذه العملية بطريقةٍ أخرى، وهي أنَّ عُنصرَي النعومة والتجعد يُقاوم كلٌّ منهما الآخَر بطريقةٍ ما عند تكوُّنِ «الأمشاج» (بالمصطلح الحديث) (الشكل ٥-١). تتحقق نسبة ١:٣ لأنه عندما يتزاوجُ هَجينان، ثَمة احتمالات ثلاثة من أربعة بنموٍّ النبات من بذرةٍ تحتوي على عناصرِ السِّمة المهيمنة، واحتمالٌ واحد من أربعةٍ بنموٍّ النبات من بذرةٍ لا تحتوي إلا على عناصر السمة المتنحِّية. وبناءً على هذا، لا يصبح تمثيلُ العناصر المتنحية مُمكنًا إلا

في الحالة الأخيرة. أسمى مندل هذه الظاهرةَ بقانون الانعزال. وقد رأى أيضًا أنَّ سِماتٍ كارتفاع النبات، ولون البذور وتجعُّدِها تُورَّث بشكلٍ منفصل؛ أي إنَّ النبتة الطويلة يمكن أن تحتويَ على بذورٍ مجعَّدة أو ملساء، ويمكن لهذه البذور أن تكون خضراءَ أو صفراء. كان معنى قانون التوزيع المستقلِّ أن النسل يتَّسم بمجموعةٍ عشوائية من السمات الأبوية.



شكل ٥-١: تمثيلٌ حديث لقوانين جريجور مندل للوراثة. في هذه الحالة، «العناصر» الوراثية المسئولة عن تكوين زهورٍ أرجوانية هي المهيمنة على تلك التي تُنتج زهورًا بيضاء. نتيجةً لذلك، لا تظهر الزهور البيضاء إلا عندما لا تحتوي خلايا النبات الجديدِ على أيٍّ من «عناصر» الزهور الأرجوانية.

بعد أن أكَّدت النتائج التي توصَّل إليها من خلال التجارِب التي تضمَّنَت ما يقرب من ٢٩ ألفَ نبتةِ بازلاء، كتب مندل ورقته البحثيَّة «تجارِب على تهجين النباتات» وقرأَها على جمعية برنو للتاريخ الطبيعيِّ في ربيع عام ١٨٦٥. نُشِرَت الورقة بعد عام دون أن تحظى بإشادةٍ كبيرة. قِلةٌ فقط هم مَن فَطِنوا إلى أهمية الورقة، ويعود ذلك بدرجةٍ كبيرة إلى أنه لم يكن ثمة ما يدعو للتفكير في نبات البازلاء الصالح للأكل على أنه يُمثل نمطًا قياسيًّا بأيِّ شكل من الأشكال. وعندما تحوَّل مندل نفسُه من دراسة البازلاء الجدير بالثقة إلى دراسة الأنواع النباتيَّة الأقلِّ تجانسًا، بدأ أنَّ نسبتَه الدقيقة لم تَعُد تتحقَّق. كان حينها قد أصبح رئيسَ دير برنو وهجر البحوث النباتية إلى حدٍّ كبير. ولم ترجع نتائجُ مندل إلى الضوء إلا في عام ١٩٠٠.

الوراثة اللينة والجامدة

في غضون ذلك، دوَّى النقاشُ بشأنِ مُرونة البذور والأجنَّة دون أيِّ بارقةِ أمل وشيكة في التوصُّل إلى قرار. وقد أثارت عقيدةُ المخيلة الأمومية شكوكًا أكثرَ من ذي قبل؛ ففي عام ١٨٣٩ أكَّد كاليب تيكنور، أستاذُ الصحة العامة في نيويورك، أنَّ ثمة «أغلبية» الآن «تسخر من الفكرة باعتبارها سخفًا كبيرًا». بالرغم من ذلك، فقد زعم أحدُ أساتذة التوليد في جامعة فيرجينيا عام ١٨٨٩ أن حجم الأدلة يدعم تمتُّع عقل الأم بالقدرة على نقل الصور إلى جنينها. لاقَت الفكرةُ رَواجًا على المستوى الشعبي أيضًا. فقد شاع الاعتقادُ بأنَّ جوزيف ميريك، المعروف باسم «الرجل الفيل» قد اكتسَب تشوُّهاته الشديدةَ نتيجةَ الذُّعر الذي أصاب والدتَه الحامل عندما طرحَها أرضًا أحدُ أفيلة العروض.

ظلَّت معظمُ النقاشات المتعلقة بالوراثة محصورةً في إطارٍ كلاسيكي كان يعزو إلى سلوكيات الوالدين والعوامل البيئية التي يتعرَّضان لها؛ دورًا مُهمًّا في تحديد شكلِ ذُريتهما. فعندما كتب تشارلز داروين كتابه «تبايُن الحيوانات والنباتات تحت تأثير التدجين» عام ١٨٦٨ سلَّم بأنَّ السِّمات المكتسَبة جسديةٌ وعقلية تنتقل إلى النَّسل في بعض الأحيان على الأقل. وفي إشارةٍ صريحة لأبقراط، ذكَر داروين في «فرضيته المرحلية شمولية التخلُّق» أن جميع خلايا الجسم «تُنتج حبيباتٍ دقيقةً أو ذرَّات» (أطلق عليها اسم «البُرَيعمات») وهي تلتقي في الغُدد التناسلية وتتجمَّع لتُشكل كائناتٍ جديدة. ووفقًا لداروين، فإن هذه العملية يمكن أن تؤدِّيَ إلى أن تُصبح التغيرات التي تطرأ على أجسام الوالدين وراثية.

لطالما قَبِل الأطباءُ هذا المنطق بالطبع. فقد قالوا إن الرئة المصابة بالسُّل، والمفاصل المصابة بالنقرس، والدماغ المختل؛ ذلك كلُّه يُنتج بذورًا معيبة تنقل القابلية للإصابة بالأمراض إلى الجيل التالي. وكان الاعتقاد السائد أنَّ نَسْل مَن أفرَطوا في ممارسة الجنس أو تناوُل الكحول معرَّضون بدرجةٍ كبيرة لإلحاق الضرر بأجسادهم وعقولهم؛ ومِن ثمَّ تعريض صحة أحفادهم للخطر. بدا أن علم وظائف الأعضاء يؤيِّد تحذيرات الكتاب المقدَّس من أن «ذنوب الآباء» تُفتقَد في «الأبناء وفي الجيل الثالث والرابع». وبجرعةٍ كبيرة من الفكر التطهيري الذي تبنَّاه المهاجرون على السفينة مايفلاور، كتب الطبيب ساموبل جريدلي هاو من ماساتشوستس: «فلندع الفسيولوجيا تُعلِّم الناس أن كل فُسوق سيتبعه ولا بد عواقبُ وخيمة» في هيئة أطفالٍ مرضى.

صارت رؤيةُ علماء الطبيعة للوراثة تعتمِد بشكلٍ كبير على موقفهم من نظرية التطوُّر. ففي العقود الأولى من القرن التاسعَ عشر استنَدَت نظريةُ التطور إلى مفهوم توارث الخصائص المكتسَبة. حتَّ هذا علماءَ الطبيعة، الذين اعتبَروا اللاماركية مفهومًا لا دينيًّا ومشكوكًا فيه من الناحية العِلمية، على أنْ يُعيدوا تعريفَ مَفاهيمهم عن الوراثة بما يحول دون إمكانية التغيُّر التطوري. وتحقيقًا لهذه الغاية؛ أشار البارون جورج كوفييه، عالمُ التشريح الفرنسي الموقَّر الذي انتقد لامارك بشدةٍ حتى في رثائه له عام ١٨٢٩، إلى أنَّ الحيوانات المحنَّطة التي اكتشفها علماءُ الآثار الفَرنسيُّون في أهرامات الجيزة كانت مُطابِقةً هيكليًّا للأفراد التي لا تزال على قيدِ الحياة من الأنواع نفسِها. لذلك، خلص كوفييه إلى ضرورة وجود آليةٍ فسيولوجية تمنع تراكُمَ أوجُه التباين الوراثية الجديدة بما يتجاوز حدًّا ثابتًا وضيقًا.

بالرغم من ذلك، كانت مصداقيةُ نظرية لامارك تزداد بمرور كلِّ عَقدٍ من الزمان. فقد أخبرَت الأدلةُ التي كشَفَت عنها طبقاتُ الصخور وأحافيرها المميزة عن أرضٍ قديمة شهدَت تاريخًا طويلًا من حلول الأنواع الجديدة محلَّ الأنواع القديمة. عِلاوةً على هذا، فاكتشافُ أنَّ أنواعًا على تلك الدرجةِ من الاختلاف مثل أسماك القرش والدجاج والخنازير والبشر، تمرُّ جميعها بمراحلَ مماثلةٍ في وقتٍ مبكِّر من تطورها الجنيني قد أشار إلى احتماليةِ أنها ربما تكون قد تطوَّرَت من شكل بدائيٍّ مشترك.

تحول داروين إلى الاعتقاد بالتطور نتيجة ما رآه في أثناء إبحاره حول العالم بين عامَي ١٨٣١ و١٨٣٦ على متن سفينة البيجل التابعةِ لخِدْمة جلالة الملكة. ولما كان يقضي أسابيعَ على الشاطئ في كل مرةٍ لجمع العيِّنات، فقد اكتشف حفرياتٍ تجمع بينها وبين

حيوانات لم تزَل حية، مثل حيوان الكسلان والقوارض والفِيَلة واللاما، أوجُهُ شَبهٍ قوية. وقد لعب طائرُ جالاباجوس المحاكي أيضًا (وليس الشُّرشُوريَّات) دورًا مهمًّا في اكتشافه هذا. عرَف داروين أن جزر جالاباجوس ذاتُ أصل بركاني حديثٍ إلى حدٍّ ما. وقد أثارَت حقيقةُ وجود نوع مختلِف من الطيور المحاكية في كلِّ جزيرة السؤالَ التالي: هل تدخَّل الإله حقًّا عدةَ مرات لِيَخلق طائرًا مُحاكيًا مختلفًا لكل جزيرة؟ بدا التفسيرُ الأبسط هو أن سلفًا قد طار من البرِّ الرئيسي لأمريكا الجنوبية ثم تكيَّف في أشكال مختلفة على كل جزيرة.

أبقى داروين على هَرطقته العِلمية سِرًّا بينما كان يُفكر في الآليات التي يمكن أن تدفع التغيُّر التطوري. وهو لم يشكَّ قط، مثلما رأينا، في إمكانية توارُثِ الخصائص المكتسَبة، لكن أفكاره بشأن أصول الاختلافات الوراثية سرعان ما جعَلَته يتجاوزُ لامارك. كان يعرف أنَّ التعديلات الوراثية العشوائية التي يُطلِق عليها مربُّو الحيوانات والنباتات «المُسوخَ»، تظهر في بعض الأحيان. رأى أن هذه التعديلات كارثيةٌ في المعتاد، لكن يتضح بين حينٍ وآخَر أنَّ أحدَها نافع. قرأ داروين بعد ذلك في سبتمبر ١٨٣٨ كتابَ توماس مالتوس «مقالة عن مبدأ السكان» الذي أصرَّ فيه الاقتصاديُّ العنيد على أن البؤس والموت هما العواقب الطبيعية للتفاوت الأبدي بين النموِّ السكاني والموارد المحدودة. وحينها أدرك داروين بسرعةٍ توحي بعقلٍ مهيَّأ، أن مثل هذه النُّدرة يُمكنها أيضًا أن تُحفز التطور. إذا كان عددُ مَن يولَدون أكبرَ مما يمكن دعمُه بأيِّ حال من الأحوال، وإذا كانت الكائنات الحية تتمتَّع بدرجاتٍ متفاوتة من اللياقة الموروثة، فسيؤدي التنافسُ إلى تفضيلِ بقاء بعض السلالات على الأخرى. وعبر التراكُم البطيء للاختلافات الوراثية النافعة، ستخضع الأنواعُ لتغيراتٍ بمرور الوقت. وحينما أقدم داروين على تأليف كتابه «أصل الأنواع» عام ١٨٥٩، خلص إلى أن الجماعات البرية تختلف كثيرًا لدرجةٍ تجعل عمليةَ «الانتقاء الطبيعي» قائمةً على الدوام تقضي على الكائنات الحية، أو تُبقي عليها بحسَب مدى استعدادِها لاجتياز معركة الحياة المستمرَّة.

جمع فهم داروين للوراثة والتطور بين قديمِ المفاهيم وجديدها. فعلى غِرار أسلافه الكلاسيكيِّين، تقصَّى التبايُنَ الوراثي في تفاعلات الأجسام مع البيئات الخارجية. فقد تحدَّث داروين عن «التأثيرات غير المباشرة» للبيئة على «الجهاز التناسلي»، على النحوِ الذي يتسبَّب في إفساد العملية الطبيعية للنسخ، وشذوذ الخلايا الجنسية والأجنة عن النَّموذج الأبَوي. غير أن داروين قد خالف التطوريِّين الأوائلَ في جانبٍ واحد واضح؛ وهو أنه رأى

أنَّ معظمَ تلك التغيرات التي تُحفزها البيئة «عشوائية». وحاجَج بأن التعديلات الجديدة لا تكون مفيدةً للكائن الحي إلا بين الحين والآخَر.

بحلول عام ١٨٥٩، عندما ظهرَت طبعةٌ كتاب «أصل الأنواع»، كانت فكرة التطور قد أصبحَت بالفعل أقلَّ جذريةً بكثير. فقد تكرَّر طرحُ هذه الفكرة بشكلٍ مُوسَّع على يدِ عالم الاجتماع البارز هربرت سبنسر والعديد من مشاهير الكُتَّاب. علاوةً على ذلك، فقد توصَّل ألفريد راسل والاس في عام ١٨٥٨ إلى نظريةٍ مماثلة حتى إنَّ بحثه وبحث داروين قد قُدِّما رسميًّا معًا في اجتماعٍ للجمعية اللينية في لندن. وعلى الرغم من مقاومة العديد من أبناء إنجلترا الفيكتورية للادِّعاء القائل بأن البشَر قرودٌ منتصبةُ القامة، رضَخ معظمُ علماء الطبيعة في غضون مدةٍ قصيرة من الزمن للأدلة الدامغة على تغيُّر الأنواع. غير أنَّ قِلةً فقط هم مَن قبلوا مبادئَ داروين القائلةَ بالتعديلات الوراثية العشوائية والانتقاء الطبيعي. فقد فضَّل معظمُهم الاعتقادَ بأنَّ توارُثَ الخصائص المكتسَبة هو الآلية المحرِّكة للتطوُّر؛ لأنها تشير إلى أن الكائنات الحية تتكيَّف على نحوٍ فعَّال مع بيئاتها. جعل هذا التطورَ يبدو أكثرَ اعتدالًا وكفاءة. وببعض التعديلات، أمكن تقديمُ فكرة لامارك عن «الميل الطبيعي للتقدُّم» باعتبارها الوسيلةَ التي تؤدي إلى تحقُّق خُطةٍ إلهية خيِّرة.

الوراثة الجامدة في الصدارة

على الرغم من رَواج النُّسَخ اللاماركية لنظرية التطور، بدأت الأدلة الداعمةُ للوراثة الجامدةِ في التراكم في ذلك الحين. فقد ساعد الهوسُ بتربية الكلاب النقيةِ السُّلالة على تعليم الطبقات الوُسطى ما كان يعرفه مربُّو الخيول من النخبة منذ مدة، وهو أن السِّمات الموروثة عادةً ما تستمرُّ دون تغيُّر على مدار أجيالٍ مُتعاقبة. وكان معظم المشاركين في عروض الكلاب التي أقيمت لأول مرة في عام ١٨٧٣ مثل عرض «كرفتس»، مقتنعين بأن صفات أنواع الكلاب تنتقل بالتكاثر باتساقٍ دقيق إذا أمكَن تفادي تلوُّثِها ببذور السلالات «الأدنى».

نشأَت شكوكٌ مماثلة بشأن الوراثة الليِّنة بين المربِّين من العلماء الذين أُتيح لهم نطاقٌ غير مسبوق لدراسة التباين في النباتات والحيوانات التي تنمو في أجزاءٍ مختلفة من إمبراطوريات أوروبا المترامية الأطراف. تساءل علماء النبات وعلماء الحيوان عمَّا إذا كانت المجموعات الحيوانية والنباتية تتكيَّف بشكلٍ طبيعي مع المناخات المتنوِّعة على

نحوٍ يُمكِّنهم من الاستفادة من تربية أنواعٍ غريبة بالقرب من أوطانهم. وفي «حديقة التأقلُم» الباريسية، ربَّى علماءُ الطبيعة آلافَ النباتات وبعضَ الحيوانات مثل الألْبَكة، والياك، والزرافات، والكنغر، والفِيَلة والجِمال، وفرَس النهر، متوقِّعين أنها ستخضع لشكلٍ بيولوجي من أشكال «الفرنسة». لم يمضِ وقتٌ طويل حتى بدا بوضوح أنَّ افتراضاتهم الداعمةَ للوراثة اللينة قد صارت مُهترئة. فلم يبدُ أن وراثة الأنواع غيرِ الأصلية قد طالها التغيُّر.

في الربع الأخير من القرن أجرى عددٌ من الباحثين المزيدَ من الدراسات الرسمية عن توارُث الخصائص المكتسَبة. ففي عام ١٨٧٠، أحضر رجلُ العلم الإنجليزي فرانسيس جالتون عشرات الأرانب البيضاء والرمادية الفِضِّية واستخدم أنبوبًا لتمرير الدم إلى شراييِنها السباتية. وزعم جالتون أنَّه إذا كانت بُريعمات داروين موجودةً بالفعل، فسيظهر في نسل الأرانب البيضاء تصبُّغاتٌ باللون الرمادي، وستُنجِب الأرانب الرمادية ذُريةً أفتحَ لونًا. غير أنَّ ذلك لم يحدث. ولهذا قرَّر جالتون أنَّ توارُث الخصائص المكتسَبة ليس له سوى دورٍ ثانوي. وفي ثمانينيَّات القرن التاسع عشر، أضاف عالمُ الأحياء الألمانيُّ أوجست وايزمان إلى الحُجَّة خطوةً أخرى. فقد أكَّد أن المادة الوراثية، أو «البلازما الجنسية»، تبقى منفصلةً تمامًا عن باقي الجسم وتنتقل كاملةً من جيلٍ إلى جيل. ربَّى وايزمان مئاتِ الأجيال من الفئران وقطع ذيولَها. بالرغم من ذلك، فلم يحدث قطُّ أن وُلِدت صغارُ الفئران مبتورةَ الذيول. فأعلن أن هذا دليلٌ واضح على أن خبرات الحياة لا تؤثر فيما يُنقَل إلى النسل.

لا شك أنَّ رفض وايزمان للوراثة الليِّنة قد استند إلى عدة عقودٍ أحرز فيها أخصائيُّو الفحص المجهري في المختبرات التي تُموِّلها الدولة في ألمانيا تقدُّمًا هائلًا في فَهم عملية الإخصاب. في أواخر ثلاثينيَّات القرن التاسع عشر، تمكَّن الباحثان الألمانيان ماتياس شلايدن وثيودور شوان، باستخدام مجاهرَ مجهَّزةٍ بعدسات مركَّبة عاليةِ الجودة، من تمييز الخلية بوصفها الوحدةَ الوظيفية الأساسية لدى جميع الكائنات الحية. وفي منتصف القرن أثبتَ البولندي الألماني روبرت ريماك والألماني رودولف فيرشو أن جميع الخلايا تنتج من انقسام الخلايا الموجودة سابقًا. كان لـ «نظرية الخلية» الجديدة انعكاساتٌ رئيسية على مجال البحث في كيفية حدوث التكاثر. فمن خلال تحليل بَيض الضفادع، تمكَّن علماءُ الأحياء من إثبات أن بويضة الأنثى خلية. تبيَّن أيضًا أنَّ الحيوان المنويَّ ذو طبيعةٍ خلَوية. إضافةً إلى ذلك، أدى رصدُ الحيوانات المنوية لاحقًا برءوسها المدفونة

في الطبقات الخارجية للبيوض إلى تخلِّي علماء الأحياء عن فرضية أن الحيوانات المنوية ليست سوى طفيليات. لكنهم لم يتمكَّنوا في حينِها من تحديد الوظيفة الدقيقة للحيوانات المنوية. فقد اعتقد بعضُ علماء الأحياء البارزين أنها تبقى خارج البويضة، وتنتقل إلى الذرَّات داخل «حركة جوهرية» تُذكِّرنا بـ «الروح» التي تحدَّث عنها أرسطو.

جلَبَت العقودُ الأخيرة من القرن ثلاثة اكتشافات عميقة الأهمية في مسيرة فهم الوراثة. ظهر أوَّلها خلال سبعينيَّات القرن التاسعَ عشر حين أثبتَ عالمُ الحيوان الألماني أوسكار هيرتويج، في دراسته لقنفذ البحر الأبيض المتوسط، أن الإخصاب يشتملُ في الواقع على «اندماج» نواة البويضة مع نواة أحدِ الحيوانات المنوية. وتَحقَّق ثاني هذه الاكتشافات بفعل تطور المجاهر وتقنيات التصبيغ؛ إذ تَمكَّن علماء الأحياء حينها من رؤية الخيوط السلكية التي نُسميها الكروموسومات، ومن دراسة العمَلية المذهلة لانقسام الخلايا أو «الانقسام الميتوزي». فمن خلال التحديق في عدسات مَجاهرهم العينيَّة، تمكَّنوا من رؤية الكروموسومات وهي تُصبح أكثرَ سُمكًا وتنقسم إلى جُزأَين، ورؤية النصفَين ينتقلان إلى طرَفَين متقابلين في الخلية وينمو بينهما غِشاءٌ جديد. في هذه المرحلة، توجد خليَّتان تحتوي كلٌّ منهما على مجموعةٍ كاملة من الكروموسومات حيث كانت تُوجَد خليةٌ واحدة فقط. أما الاكتشاف الثالث فهو أنَّ الدراسات التي أُجرِيَت على الخلايا الجنسية كشَفَت أنها لا تحتوي إلا على نصفِ الكروموسومات من خلايا الجسم، وأن مادتها حين تجتمع عند الإخصاب تُكوِّن خليةً تحتوي على العدد الكامل من الكروموسومات.

لم يُثبت أيٌّ من هذا أن الكروموسومات هي مادة الوراثة. ولم يثبت أيضًا أن الكروموسومات الفردية يختلف بعضُها عن بعض. غير أنَّ مطلع القرن الجديد قد شهد تجرِبةً أجراها عالمُ الأحياء الألماني ثيودور بوفيري، وأشارت بقوةٍ إلى أن كل كروموسوم هو حاملٌ مميز للمادة الوراثية. فقد تلاعب بوفيري بأمشاجِ أجنة قنفذ البحر التي تحتوي في المعتاد على ٣٦ كروموسومًا، لكي يُنتج أجنةً تحتوي أمشاجُها على أعدادٍ مختلفة من الكروموسومات. وقد أثبتَ بهذا أنَّ الأجنَّة ذاتَ الكروموسومات المعتادة الستة والثلاثين هي وحدَها التي أمكن أن تنموَ لتُصبح كائناتٍ حيةً قادرةً على البقاء. لم يقتصر ما استنتجه بوفيري على أن النموَّ الطبيعي يتطلب العددَ الصحيح من الكروموسومات، وإنما استنتج أيضًا أنه لا بد من وجودِ أنواعٍ مميزة من الكروموسومات، وأنَّ جميعها يؤدِّي أدوارًا مختلفة وأساسية في نموِّ الكائنات الجديدة. ظلَّت الكثيرُ من الأمور غيرَ واضحة، لكن الأدلة كانت تتزايد على أن الكروموسومات كياناتٌ مُستقرَّة تنقل الصفات من جيلٍ إلى جيل.

الوراثة والفقر وتحسين النسل

على الرغم من كل التطوُّر التقني الذي شهده علمُ الأحياء الجديد، لم تكن ادِّعاءات علماء العصر الفيكتوري بشأن وراثة السمات العقلية تبتعدُ عن المواقف الأيديولوجية التقليدية إلا فيما ندر. فقد كان المختصُّون من النخبة، ومنهم غالبية الكُتَّاب العلميِّين، شديدي الميل لاعتبار أنفسهم ينتمون إلى طبقةٍ وراثية من الأذكياء ومُستقيمي الأخلاق. فزعم فرانسيس جالتون في كتابه «العبقرية الوراثية» الصادر عام ١٨٦٩ أنه استنتج من تجميع أنساب المئات من الشخصيات البارزة، أنَّ الذكاء وراثيٌّ إلى حدٍّ كبير. وكتب عن «مجرات العباقرة» التي يمكن للمرء تكوينُها عن طريق تزويج أفراد النخب، التي تتمتع بقدراتٍ عقلية رفيعة، بعضِهم ببعض.

علاوةً على ذلك، أعرَب جالتون وغيرُه من الكُتَّاب عن قلقهم بشأن تكاثُر الطبقات الدُّنيا الناتج عن التصنيع والتحضُّر. فقد كان سكَّان «العشوائيات البشرية الموبئة» في الطرف الشرقي من لندن، أو حي فايف بوينتس في نيويورك، أو شارع دو لا مورتيليري في باريس؛ سببًا لتوجُّس الكثيرين من طبقات صاحبي الأملاك. كانت الفئة المناصرة لهذا الرأي في ازدياد، ونظرَت إلى الطبقات الاجتماعية الدنيا باعتبارها ميَّالةً بطبيعتها للكسل والإهمال؛ ومِن ثَم فستظل دائمًا خارج نِطاق الحضارة. فقد رأى هربرت سبنسر على سبيل المثال أنه ينبغي حرمانُ الأشدِّ فقرًا من جميع المساعدات الخيرية كي يموتوا آخِذين معهم خصائصَهم البيولوجية المعيبة إلى القبر. تعمَّق هذا النوع من الاحتقار العديم الشفقة فورَ أن كشف علماءُ الدراسات السكَّانية أنَّ الطبقات الدنيا كانت تُنجب من الأطفال أكثرَ ما تُنجبه النخب. وقد حذَّر ويليام جراهام سمنر أستاذُ جامعة ييل من أن البديل الوحيد لـ «قانون البقاء للأصلح» هو «البقاء لغير الأصلح».

ثَمة كُتَّاب آخَرون قد رأَوا أنه لا يُمكن كبحُ جِماح التدهور العِرقي إلا عن طريق سياساتٍ لتحسين النسل تفرضها الدولة. ودعا مُناصرو هذا الرأي إلى كلٍّ من «تحسين النسل السلبي»؛ أي الحدِّ من تكاثر مَن يفترض أنهم غيرُ ملائمين، و«تحسين النسل الإيجابي»؛ أي مكافأة مَن يبدو أنَّهم أصلحُ لإنجاب المزيد من الأطفال. لاقت فكرةُ تحسين النسل استحسانًا واسعًا بحلول نهاية القرن. في ألمانيا، دعا الدكتور فيلهلم شالماير إلى تحسين النسل؛ لتخليص الدولة من عِبء المرضى المزمنين و«الصعاليك البلهاء». وقال أيضًا إن بعض الذين يُعانون من عيوبٍ شديدة يجب منعُهم من التكاثر.

الجنس والنوع الاجتماعي وعلم الأحياء

تبنَّى علماء الأحياء في القرن التاسع عشر أيضًا افتراضاتٍ تقليديةً عن الاختلاف الفطري بين الجنسَين. فقد زعم العلماء الذكورُ أنَّ النساء بطبيعتهن لا يصلحن إلا للأعمال التي لا تتطلَّب قدراتٍ ذهنية، وعزَوْا ذلك إلى أن متوسط وزن أدمغة الإناث أخفُّ من أدمغة الرجال بمقدار خمس أوقيات (الشكل ٥-٢). ادَّعَوا أيضًا أنَّ النساء يتَّسِمن بقدرٍ أكبر من العاطفة الغريزية التي تُؤهِّلهن لأداء الوظائف المنزلية وواجبات تربية الأطفال. أضاف الأطباءُ أنَّ هذه الحساسية الجوهرية نفسها تعني أن النساء اللواتي يطمحن في المزيد يُعرِّضن صحتهن ومستقبلَ العِرق للخطر. فكتب إدوين سي كلارك، أستاذُ الطب بجامعة هارفارد، في عام ١٨٧٣ أنَّ النساء اللواتي يسعَين للتعليم العالي عُرضةٌ لأن يُصَبن بالعُقم، والمرض، والجنون، وصِغَر الصدر، وأن يُصبحن كالخُصْيان في عدم اكتراثهنَّ بالجنس، وأنهنَّ عُرضةٌ لإنجاب نسلٍ مصاب بعيوب وراثية إذا تمكَّنَّ، رغم كل الصعاب، من الحمل.

من الواضح أنَّ هذه الادِّعاءات «العلمية» كانت تعكس تقسيمَ العمل على أساس الجنس في أُسَر الطبقة المتوسِّطة والعُليا في العصر الفيكتوري، كما أنها تعكس أيضًا حقيقةَ ارتباط الاحترام الاجتماعي بعدم اضطرار الزوجة للعمل خارج منزل الزوجيَّة. وحتى بعض النساء اللواتي حقَّقْن إنجازًا بارزًا قد اتَّفَقن مع هذه التوجُّهات. فقد شبَّهَت إليزابيث جاسكل جنسَها بـ «الإوز الملائكي»، وهي المؤلِّفة الإنجليزية صاحبةُ رواية «الشمال والجنوب» (١٨٥٥).

بالرغم من ذلك، فقد ظهَرَت الحركاتُ النسوية التي طعَنَت في تلك الكراهية البيولوجية للنساء. وغالبًا ما كانت تقود تلك الحركاتُ نساءً قد نمَت لديهنَّ تطلُّعات للحياة المِهنية والحقوق السياسية بعد أن تزعَّمن حركاتٍ خيرية. وقد زاد النموُّ السريع في تعليم المرأة من حجم هذا التيار. فبحلول عام ١٩٠٠، بلَغَت نسبة طلَّاب الجامعات في أمريكا من الإناث ٣٧%، ولم يكن لدى الكثير منهنَّ أيُّ استعداد لقَبول نظامٍ قانوني واجتماعي وسياسي يُطالب بخضوعهن للرجال. وفي بريطانيا، حاجَج الفيلسوف جون ستيوارت ميل وشريكته هارييت تايلور بأن «مكانة الشخص طوال الحياة» لا يجب أن تتحدَّد بِناءً على ما إذا كان قد «ولد فتاةً لا فتًى». وفي مؤتمر سينيكا فولز عام ١٨٤٨ بنيويورك، رفضَت الناشطة النسوية الأمريكية إليزابيث كادي ستانتون الادعاءات

شكل ٥-٢: كاريكاتور بعنوان «زوجتي امرأةٌ مثقَّفة» لجورج كروكشانك يُمثل الاعتقادَ السائد بأن المرأة المتعلِّمة تخلُّ بالنظام الطبيعي. وتوحي النظارةُ الداكنة التي ترتديها المرأة بالاعتقاد الطبي السائد أن النساء المولَعات بالكتب والمطالعة عُرضةٌ لإنهاك بِنْياتِهن. طُبع في «التقويم الهزلي» «ذا كوميك ألماناك» عام ١٨٤٧.

القائلة بوجود اختلافاتٍ تشريحية بين أدمغة الذكور والإناث بوصفها محضَ «هُراء». وفي تصدِّيهن لمخاوف المرأة المستعبَدة التي زاد توجُّه كراهية النساء في حالتها من مآسي ما تُعانيه من المثالب العرقية، أدانت الناشطاتُ النسويات الأمريكيات ذواتُ الأصل الأفريقي أمثالُ سوجورنر تروث؛ الرأيَ القائلَ بأن المرأة ضعيفةٌ وغير ذكية (الشكل ٥-٣). قالت سوجورنر تروث في عام ١٨٥٢: «لقد حرَثْتُ، وحصَدت، وقشَّرتُ الغِلال، وقطعت، وجزَزْت؛ فهل يستطيع أيُّ رجل القيامَ بأكثرَ من ذلك؟»

العُنصرية العلمية

اختلف علماءُ القرن التاسع عشر بشكلٍ كبير بشأن طبيعة الاختلافات بين المجموعات العرقية. ففي أوائل القرن التاسعَ عشر، قِلةٌ فقط هم مَن كانوا على استعدادٍ للحِجَاج بأن خاصيةً جسدية مثل لونِ البشرة يمكن أن تتغيَّر في جيلٍ واحد. وقد اقترب الأكاديميُّ

شكل ٥-٣: صورة شخصية فوتوغرافية للأفريقية الأمريكية المناهِضة للعبودية والناشطة في مجال حقوق المرأة سوجورنر تروث (عام ١٨٧٠ تقريبًا).

الأمريكي صمويل ستانهوب سميث من تبنِّي موقفٍ بيئي خالص قدْرَ الإمكان. فقد سلَّط الضوء على حالة العبد السابق هنري موس الذي بدأتْ بشرتُه في التحوُّل إلى اللون الأبيض عندما انتقَل إلى فيلادلفيا عام ١٧٩٢. فسَّر سميث ما حدث لموس على أنه دليلٌ على أن السُّود يمكن أن يُصبحوا بِيضًا إذا تعرَّضوا لأشعةِ شمس أكثرَ خفوتًا وللآثار «المبهجة» للحرية و«الحضارة» حتى لو استغرق ذلك في المعتاد أكثرَ من جيل. وقد تبنى مُعارضو العبودية، مثل سميث، هذه النظرياتِ شِبهَ البيئية؛ في محاولةٍ لإثبات «الوحدة البيولوجية للنوع البشري».

أصرَّ أصحاب النظريات البيئية في معظم الأحوال على المساواة العقلية الفعلية أو المحتملة بين «الأعراق» البشرية. فقد خلَص العالم البريطاني الواسعُ الاطلاع ويليام هيول إلى أن «الزنجي شقيقُنا»؛ إذ إنه يتمتَّع بـ «الملَكات العقليَّة نفسِها» و«المشاعر ودوافع التصرُّف نفسِها التي نتمتَّع بها». أضاف هيول بوضوحٍ أن فاسدي الأخلاق من المزارعين في الأمريكَتَين «يعتقدون أن الزنوج يتمتَّعون بالملَكات البشرية، لكنهم يتظاهرون بعكسِ ذلك من أجل تبرير استعبادهم».

غير أنَّ العديد من علماء الطبيعة قد اعترَضوا على هذا الطرح. فقد احتفى جورج كوفييه بالصفات «الراقية» للقوقاز، مُحاجًّا بأن جميع الأعراق أدنى من الأوروبيِّين البِيض. وتمشيًا مع دَحضِه لأفكار لامارك، نفى كوفييه إمكانيةَ تراكُم التحسينات الوراثية بمرور الوقت. أنتج العلم الأمريكيُّ من مجالِ وصف الأعراق البشرية ما يمكن لنا أن نتوقَّع صدورَه من أمةٍ يعتمد نموُّها الاقتصادي على عَرَق الملايين من العبيد السود ومُعاناتهم. صار الطبيب صمويل مورتون من فيلادلفيا مشهورًا بحساب أحجام أدمغة الجماجم من مختلِف الأعراق. وقد ضُمِّنَت بعض القرارات الغارقة في الذاتية بشأن تضمين دفعاتٍ بعينها من الجماجم أو عدم تضمينها أن تؤكِّد بياناته على التسلسل الهرمي العِرقي القياسي الذي يتصدَّره القوقازيون. إضافةً إلى ذلك، فقد احتكم مُعجَبا مورتون، جوسيا كلارك نوت وجورج جليدون، إلى بياناتٍ تشريحية زائفة؛ للدفاع عن وجهةِ نظرهما بأن الأفارقة بحاجةٍ إلى «عباءة العبودية الواقية». ورفض نوت وجليدون نظريةَ «أُحادية المنشأ» الدينيةَ الأكثرَ تقليديةً، التي تقول بأن جميع البشر ينحدرون من جَدٍّ واحد، وفضَّلوا عليها نظريةَ «تعدُّد المنشأ»، وهي النظرية المنافسة التي تقول بأن الأعراق البشرية تُشكِّل أنواعًا منفصلة ينحدِر كلٌّ منها من آدم وحوَّاء مختلفَين.

قيَّم أوروبا بعضٌ من «أصحاب نظرية تعدُّد المنشأ» الذين رأَوا أنَّ التاريخ هو نتيجةُ التفاعلات بين الأنواع المتمايزة وغيرِ المتكافئة بيولوجيًّا. من هؤلاء على سبيل المثال، الجرَّاح الاسكتلنديُّ روبرت نوكس الذي قال إنَّ «العِرق أو النسَب الوراثي» هو «كل شيء؛ فهو ما يُكسِب المرءَ طِباعه». وفي فرنسا، أكَّد كونت دو جوبينو على التفوق الدائم للبيض في كتابه «مقالة حول عدم تساوي العروق البشرية» عام ١٨٥٣. أعلن جوبينو أن «الحضارة غيرُ قابلةٍ للنقل» وأن «العِرق الآري» يجب أن يتجنَّب الاختلاطَ مع الأعراق الأخرى مهما كلَّفَه ذلك.

العرق والعبودية والاستعمار

نجد صورة متنوِّعة بالقدر نفسِه خارج العالم الأكاديمي حيث كان للتوجُّهات المتعلقة بالمجموعات العرقية الأخرى قوةٌ أكبر بكثير في تقديم المساعدة لها أو الإضرارِ بها. فعلى غِرار ما حدث في القرون السابقة، ازدهرَت توجُّهات التقسيم إلى «هم ونحن» حيثما رغبَت الجماعات المهيمنة في استغلال مجموعاتٍ أخرى أو تقليل المنافسة على المِهَن اللائقة. ففي أمريكا الشمالية وبعد اختراع مَحْلج القطن عام ١٧٩٣، كان الكثير من الجنوبيِّين يَجْنون ثرواتٍ من زراعة القطن على نحوٍ جعَلَهم يُفكرون في احتمالية أن يكون البشرُ متساوين. وفي جنوب أفريقيا، حيث أُقيمت مناجمُ تُدِرُّ ربحًا كبيرًا بعد اكتشاف الذهب في ويتووترسراند والماس في كيمبرلي خلال أواخرِ القرن التاسع عشر، أكَّدَت نقاباتُ البيض على وجود اختلافات بيولوجية ثابتة بين البيض والسود؛ بُغيةَ القضاء على تطلُّعات الأفارقة في شَغْل الوظائف التي تتطلَّب المهارات العاليةَ والأفضل في رواتبها.

وعلى النحو نفسِه، كانت الشعوب الأصلية التي حاولَت مقاومة انتهاك المستوطنين البيض دائمًا ما تخضع لهذا التجريد من الإنسانية القائم على أساسٍ أيديولوجي. فقد رأى إل فرانك بوم، مؤلفُ كتاب «ساحر أوز العجيب»، أنه من المستحسَن محوُ «شعب سو الوحشي من على وجه الأرض». وفي أستراليا، كان السكان الأصليون يُضرَبون بالرصاص دون رحمةٍ على يد المستوطنين الذين طَمِعوا في أراضي أجدادهم بهدفِ تربية الأغنام عليها، ويوصَفون عادةً بأنهم محضُ حيوانات. تتجسَّد هذه النظرةُ في كلام الراعي الثريِّ جيمس ماكارثر الذي يقطر بمنطقٍ عِرقي يخدم أغراضه الذاتية: «طُرد السكان الأصليون المتبطِّلون عديمو القيمة من الأرض التي لم يعرفوا كيف يستفيدون منها، ولم يقدروها حقَّ قدرها؛ لإفساح المجال لعِرقٍ أكثرَ نُبلًا من الكائنات.» ثَمة بريطانيٌّ يُدعى جي آر بيبركورن، كان قد وصَل مؤخرًا إلى مستعمَرة كيب في منتصَف القرن، وقد أدرك وجودَ هذا الدافع نفسِه في جنوب أفريقيا ووصفه. فقد قال إن تصوير شعب الزولو على أنهم «متوحِّشون يتعذَّر إصلاحهم» هو «افتراءٌ وذريعة ممَّن يسعَون لنهب حقوقهم الطبيعية كبشر».

مثلما هو الحال دائمًا، كان للتوازن النسبيِّ للقُوى أثرُه في مدى رؤيةِ الشعوب الأصلية باعتبارها أدنى مرتبةً من الناحية الوراثية. ففي الهند البريطانية، لعبَت المخاوفُ الاستعمارية دورًا رئيسيًّا في تشكيل المواقف العرقية. ذلك أنه لم يكن من الممكن أن يحكم البريطانيُّون مثلَ هذا الحجم الكبير من الأرض والسكان دون تعاوُنِ الشعوب الأصلية،

لكن النخبة البيضاء التي كانت أقلَّ في العدد كثيرًا خشِيَت تزعزُعَ استقرار سلطتها إذا زادت درجةُ الاستيعاب عن حدٍّ معيَّن. ونتيجةً لهذا عامَل البريطانيون المتوترون الهنودَ بازدراء عنصري، لا سيَّما بعد التمرُّد الهندي في العامَين ١٨٥٧ و١٨٥٨. وكانت هذه السلوكياتُ تقف في بعض الأحيان في طريق الإدارة الفعالة للبلاد. فعندما حاولَت الحكومةُ الهندية في عام ١٨٨٣ تمريرَ مشروعِ قانون عبر البرلمان البريطاني يسمح للهنود المؤهَّلين بالعمل في القضاء، خرَجَت خاليةَ الوِفاض من مجلس العموم. وقال أحدُ أعضاء البرلمان إنه لا بد من الامتناع عن فعلِ أيِّ شيءٍ يُقلل ما لدى البريطانيِّين من «شعور فطري بالتفوُّق» على الهنود.

وفي أماكن أخرى، شهدَت أيديولوجيات نزع الصفة الإنسانية التي استُخدمت لتبرير الاستعمار والرِّق تقويضًا فعالًا خلال القرن التاسع عشر. حقَّقَت حملاتُ إلغاء العبودية التي شارك فيها العبيدُ السابقون، وأعضاء جمعية الأصدقاء الدينية، والمسيحيون الإنجيليون نجاحاتٍ كبيرةً في الأمريكتين. فقد أعلن دُعاة إلغاء الرِّق أننا جميعًا «خُلقنا على صورة الرَّب». ومما لا يقلُّ عن ذلك أهميةً أيضًا أنَّ غير البيض تمكَّنوا في بعض الأحيان من اكتسابِ درجةٍ من القوة التفاوضية التي أتاحت لهم تحدِّيَ سيادة البيض. كان حدوثُ هذا ممكنًا في الأماكن التي أتاحت لهم الرأسمالية فيها تحقيقَ نجاحٍ اقتصادي. ففي جميع أنحاء أمريكا اللاتينية، على سبيل المثال، كان بإمكان السُّود الأحرار والخلاسيِّين والمستيزوس من الموهوبين في ريادة الأعمال الذين حالفهم الحظُّ؛ التغلبُ على عقَبات القانون والتحيز. وبفضل تزايُد ثروة الأقلية من غير البِيض، تمكَّنوا من أن يُصبحوا أزواجًا جديرين بأبناء الأصول الأوروبية. وبناءً على ذلك، ألغت الدولةُ الأرجنتينية في عام ١٨٧٠ جميعَ الموانع العرقية للزواج.

إضافةً إلى ذلك، استغلَّ غيرُ البيض في الأمريكتين الحروبَ الأهلية للتصدِّي للقوانين العنصرية. ففي أمريكا الإسبانية، انتهَت العبودية العِرقية بعد أن قدَّم غزو نابليون لإسبانيا والبرتغال في العامَين ١٨٠٧ و١٨٠٨ للنخب البيضاء من شعوب الكريول؛ الفرصةَ في الحصول على الاستقلال. ثم إنَّ قادة الثوار في أمريكا اللاتينية كانوا في حاجةٍ إلى العبيد؛ للخدمة في جيوشهم، ومن ثَم وافقوا على منحِهم الحريةَ بعد الاستقلال. لا شك أنَّ التشريعات القانونية في الدول الحديثةِ الاستقلال مثل المكسيك لم تُلْغِ الصورَ النمطية العنصرية أو التمييزَ لأغراض المصلحة الذاتية. غير أنه بينما استمرَّت شعوب الكريول في الرفع من شأن بياض البشرة، لم تبقَ الأمور على حالها. فحيثما صار بإمكان السود،

و«الكاستاس»، والهنود حينذاك التصويتُ في الانتخابات، وأن يكون منهم المقاتلون والجنودُ للإطاحة بالأنظمة المحافظة، كان لا بد من أخذِهم على محمل الجِدِّ أكثرَ من ذي قبل.

على الرغم من ذلك، فإن العقود التي أعقَبَت تحريرَ العبيد في أمريكا الشمالية عام ١٨٦٣ تؤكِّد مدى صلابةِ التوجُّهات والممارسات العِرقية أمام التغييرات التشريعية. فقد استندَت الصورة الذاتية للأمريكيين البِيض بصفتهم أسمى عِرقيًّا إضافةً إلى مراكزهم في سيادة الاقتصاد إلى تبعية ذَوي الأصول الأفريقية. ولهذا، فقد صاغ البِيضُ الجنوبيون بعد الحرب الأهلية، الفروقَ العرقية القديمة بحزمٍ عاجل، فكان كلٌّ مِن نزعِ حقِّ الاقتراع، والقتل والترهيب، وقوانين مُناهضة الاختلاط العِرقي؛ من ثِمار إلغاء العبودية. كتب تشارلز كارول في كتابٍ كان من الكتب الأكثر مبيعًا عام ١٩٠٠، وكان يُبرر الاستبعادَ الواسع الانتشار للسودِ واستغلالَهم، إنَّ «الرجل الأبيض هو رجلُ الحضارة في المقام الأول».

ولا ينبغي لنا أيضًا أن نفترض أن مَن نأَوْا بأنفسهم عن المشاعر العنصرية كانوا أكثرَ إنسانيةً بالضرورة. فالحديث عن الإمبريالية كوسيلةٍ نافعة في إعداد الشعوب الأصلية لحكمها الذاتي على سبيل المثال، لم يزد عن كونه ذَرًّا للرماد في العيون. وسنجد أنَّ روح «المهمة الحضارية» لم تُنشَر بدرجةٍ من الاستغلال أكبرَ من تلك التي شهِدَتها أواخرَ القرن التاسع عشر عندما تحدث الملك ليوبولد الثاني ملك بلجيكا عن اختراق «الظلام الذي يُخيِّم على» شعوب أفريقيا، بينما كان يُخطط هو لمغامرةٍ اقتصادية خبيثة، أودَتْ بحياة الملايين في الكونغو.

خلال القرن التاسع عشر، اتضح وجودُ فجوة كبيرة بين ما جنَيْناه في المختبرات والحقول والحدائق من معرفةٍ بشأن الوراثة، وبين ما يتعلق بالجنس والطبقة الاجتماعية والعِرق من خرافاتٍ تخدم المصالح الذاتية، قد تأسَّسَت عليها معظمُ الأفكار عن الوراثة البشرية. وحتى إذا كان استخدام آلاتٍ مثل أداة قياس السُّمك وتطور أساسيات علم الإحصاء قد جعل العلمَ البشري يبدو تجريبيًّا، فإنَّ بعض الكُتَّاب لم يدمجوا افتراضاتهم الأيديولوجية في نظرياتهم عن الاختلافات البشرية. لا يعني هذا بالطبع أن مَزاعم علماء أمثال كوفييه، وجالتون، ومورتون أحدَثَت اختلافًا عميقًا في كيفية النظر إلى إخوانهم من البشر ومُعاملتهم على أرض الواقع. فقد ظلَّت الحقائقُ السياسية والاقتصادية هي التي تُحدد المواقف والسلوكيات تجاه النساء، والفقراء، والشعوب غير البيضاء.

الفصل السادس

الجزيئات والبشر

يصفُ هذا الفصلُ مظاهرَ الذكاء، والمهارة، والقُبح التي تطوَّرَت بها الأفكار المتعلقة بالوراثة وانتشرَت منذ أوائل القرن العشرين وحتى الستينيَّات منه. في غضون ستين عامًا، حقَّق علم الأحياء الجزيئية الجديد في فَهْم الوراثة معدلًا من التقدُّم فاق كلَّ ما أُنجِز في هذا المجال خلال الألفيات السابقة. وبالرغم من كلِّ هذه الإنجازات، لم يَنْأَ مجالُ علم الوراثة فورًا عن القوالب النمطية لعلم الأحياء الفيكتوري. فقد دافع بعضُ علماء الوراثة البارزين عن التدرُّجات الاجتماعية، والعِرقية، والقائمة على النوع الاجتماعي. وفضَّل آخَرون التعقيمَ القسري لِمَن اعتُبروا أدنى وراثيًّا، والقتلَ الجماعيَّ لهم في ألمانيا النازية. غير أنَّ الآراء المعارضة لهذه العقائد الماهوية، مثل الأيديولوجيات اليسارية، وحركات الحقوق المدنية، والجهود المتضافرة لمحاربة الإمبريالية قد حفَّزَت ردَّ فعلٍ قويًّا ضدَّ جميع الادعاءات الداعمة لدور الوراثة. واستمرَّت المعتقدات المتباينة جوهريًّا فيما يتعلق بصلةِ الوراثة بشئون البشر في تشكيلِ آراء اجتماعية وسياسية متضاربة.

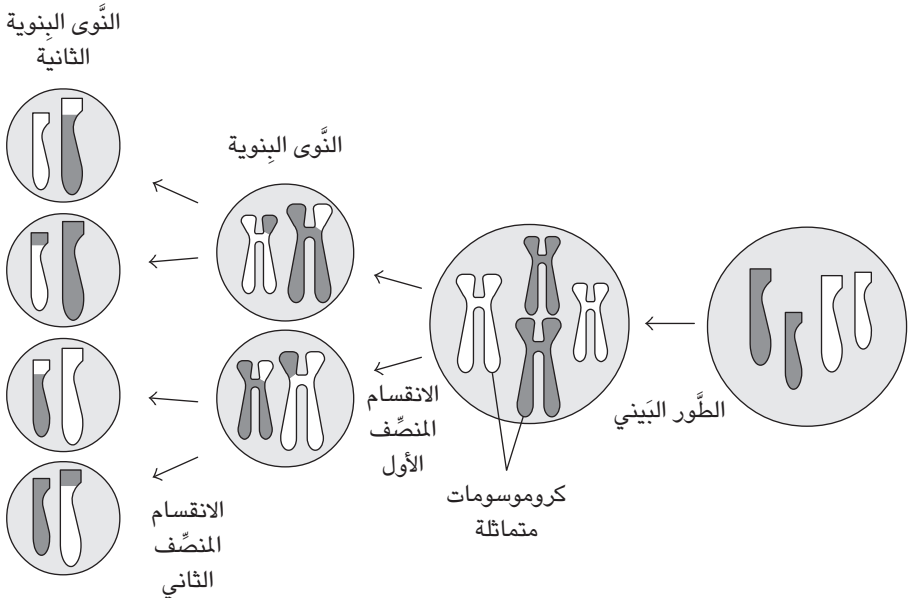
انتصار المندلية

في عام ١٩٠٠، كُشِفَ عن قوانين مندل للانعزال والتوزيع المستقلِّ والسيادة من غياهب التاريخ. فقد ظهر عالمُ الأحياء التجريبيُّ البريطاني ويليام باتسون داعمًا رئيسيًّا للمندلية، بعد أن قرأ تجارِبَ مندل على نباتات البازلاء بينما كان مسافرًا على متن أحدِ القطارات من كامبريدج إلى لندن. قدَّم باتسون مصطلحًا صار الآن مألوفًا، وهو «الأليل» للإشارة إلى شكلٍ من شكلَين مختلفَين أو أكثر من الوحدة الوراثية نفسها، إضافةً إلى مصطلح «متغاير اللاقحة»؛ للإشارة إلى الحالة التي يَحمل فيها الكائنُ الحي أليلَين مختلفين لِسِمة

معيَّنة، ومصطلح «متماثل اللاقحة» الذي يشير إلى وجود شكلٍ واحد من أشكال الأليل. في الوقت نفسِه تقريبًا، أسهم العالم الدنماركي فيلهلم جوهانسن بمصطلح «الجين» وقدَّم التقسيم المفاهيمي بين «النمط الجيني»؛ أي ما يرثُه الكائن الحي، و«النمط الظاهري»؛ أي الهيئة التي تظهر عليها الهبة الوراثية. غير أن إثبات صحة نظرية مندل قد استغرق وقتًا.

تضمَّنَت إحدى المراحل الرئيسية في هذا الصدد إيجادَ الدليل على أن سلوك الكروموسومات خلال تكوين الخلايا الجنسية، أو «الانقسام المنصِّف» يتوافقُ مع أنماط التوارث كما وصَفَتها نظريةُ مندل. وفي عامَي ١٩٠٢ و١٩٠٣، نشر الأمريكي والتر ساتون، استنادًا على عمل تيودور بوفيري، نتائجَ دراساته للانقسام المنصِّف في الجنادب. وصف ساتون كيف أنَّ الخلايا التي تحتوي على العدد الكامل من الكروموسومات، قد تضاعف فيها عددُ الكروموسومات المتطابقة في المظهر، مما أدَّى إلى تضاعُفِ عددِها. انقسمَت الخلية بعد ذلك إلى خليتَين وليدتَين، انقسَمَتا بدورهما لتُنتِجا أربعَ خلايا جنسية، تحتوي كلٌّ منها على نسخةٍ واحدة فقط من كلِّ كروموسوم (الشكل ٦-١). كانت الصورة تتَّضح أكثرَ فأكثر؛ فعند الإخصاب تندمج خليتان جنسيتان تحتوي كلٌّ منهما على نصف العدد الكامل المعتاد من الكروموسومات؛ وذلك لتكوين «لاقحة» يوجد بها العددُ الكامل من الكروموسومات اللازمة لتكوين كائنٍ جديد. أدرك ساتون أيضًا أنه إذا كانت الجيناتُ موجودةً على الكروموسومات، فإن قوانين مندل ستنتج تلقائيًّا مما رآه يحدث في أثناء الانقسام المنصِّف. غير أنَّ هذه الملاحظات تركَت مجالًا للشك؛ فحتى باتسون قد شكَّك في وجود أيِّ علاقة بين الأليلات المندلية والكروموسومات.

جاء الدليلُ الأوضح على صحةِ نظرية مندل من مختبر توماس هانت مورجان في جامعة كولومبيا بنيويورك. فقد شرَع في عام ١٩٠٨ في دراسةٍ تجريبية عن التطور من خلال البحث عن حدوثِ طفرات جديدة. اختار مورجان كائنًا حيًّا نموذجيًّا لهذا الغرض، وهي «الدروسوفيلا»، أو ذبابة الفاكهة، التي تُنتج ما يقرب من ٣٠ جيلًا في السنة؛ ومِن ثمَّ لم يُضطَرَّ إلى الانتظار طويلًا حتى ظهورِ الطفرات. سجَّل مورجان طفراتٍ عديدةً كان أولها في عام ١٩١٠، وهي ذبابة متحوِّرة بيضاءُ العينَين. والمهم في الأمر أنَّ هذه الطفرات كانت تتبع في المعتاد النمطَ المندلي للسِّمات المتنحِّية. علاوةً على ذلك، ارتبطَت سِمة العين البيضاء بوراثة الكروموسوم Y لذكَر ذبابة الفاكهة. تحوَّل مورجان من التشكيك في أهميةِ نظرية الكروموسوم المندلية إلى الاقتناع التام بها. غير أنه لم يكتفِ بذلك، وتابع فريقُه الأبحاث ليُثبت وجودَ جينات «محوِّرة» تؤثر في تمثيلِ الجينات الأخرى.



شكل ٦-١: رسمٌ تخطيطي مُبسَّط لعملية الانقسام المنصِّف. في نواة تحتوي على زوجَين من الكروموسومات قدم كلٌّ من الأبوين واحدًا منهما، تتضاعف الكروموسومات قبل العبور وقبل خضوعها لانقسامَين لِتُنتج أربعةَ أمشاج.

سرعان ما أضاف مختبرُ مورجان إلى هذه النجاحات من خلال استغلال سِمة غير متوقَّعة في سلوك الكروموسوم. فقد كشَفَت تجارِبُ التكاثر أنه على الرغم من أن الجينات التي تُوجَد على الكروموسوم نفسِه عادةً ما تُنقَل معًا، فإنَّ هذه القاعدة لا تنطبق في بعض الأحيان. وبناءً على هذا، فقد يحدث أحيانًا أن يُمثِّل جين الأجنحة الصغيرة الحجم الذي يُوجَد عادةً في كروموسومات الجنس الذكَري في أحد أفراد الذريَّة من الإناث. أصاب «عالم الخلايا»، أو عالم الأحياء الخلوية، البلجيكي فرانس يانسينس في اقتراحه القائل بأنه عندما تلتفُّ كروموسوماتُ الأم والأب بعضُها حول بعض في أثناء الانقسام المنصِّف، قد تتبدَّل أماكنُ بعض الأجزاء فيما بينها في عمليةٍ تُسمى «التعابر». أدرك مورجان وتلميذه إيه إتش ستورتيفانت أنه في حالة وجود جينَين أحدهما قريبًا من الآخر، فإنَّ احتمالية انفصالهما أقلُّ كثيرًا من احتمالية انفصال الجينات التي تُوجَد على مسافاتٍ

بعيدة في الكروموسوم. بعد قياس المعدَّل الدقيق لتعابر عشَرات من السِّمات المختلفة في ذبابة الفاكهة، نشر ستورتيفانت في عام ١٩١٣ أول خريطة كروموسومية أوَّلية.

بعد ذلك، أوضَح مَن أجْرَوا التجارِب على ذبابة الفاكهة كيفيةَ نشأة الاختلافات الوراثية. وقد اتضح من اكتشاف كروموسومات كبيرة على غير المعتاد في الغدد اللعابية لذباب الفاكهة ذات التصبُّغ المميز للغاية، أنَّ الاختلافات يمكن أن تنشأ خلال انقسام الخلية. وثَّق مختبر مورجان عمليات التعابر الكروموسومي، إضافةً إلى حذفِ بعض أجزاء الكروموسومات أو مضاعفتِها أو عكسِها، ووثَّق أيضًا انتقال أجزاء من الكروموسوم إلى أماكنَ أخرى من الجينوم. ومن خلال دراسة التأثيرات الظاهرية لمثل هذه العمليَّات، بدَءوا في تحديدِ وظيفة نطاقات فردية في الكروموسوم. وفي عام ١٩٢٧، أثبَت أحدُ أمهرِ طلاب مورجان، وهو هيرمان جيه مولر، من خلال ذبابِ الفاكهة أنَّ الأشعَّة السينية تتسبَّب في طفراتٍ جينية. فكلما زاد الإشعاعُ زاد عددُ الأليلات المتحورة.

ثَمة باحثون آخَرون أيضًا كشَفوا عن أنَّ الأمراض البشرية تتوافقُ أحيانًا مع أنماط الوراثة البسيطة التي وصفها مندل. في عام ١٨٩٧، عرَّف الطبيبُ الإنجليزي أرتشيبالد جارود مرضَ ألكابتنيوريا باعتباره اضطرابًا وراثيًّا، وهو مرضٌ يجعل البول يتحول إلى اللون البنِّي المائل إلى الأسود. وسرعان ما أدرك باتسون أنَّ هذا المرض ينتج عن جين مُتنحٍّ. وفي مناطق أخرى، وثَّق علماء الأحياء أنماط الوراثة المندلية لفصائل الدم الرئيسية، وكذلك دَور الجينات في أمراض مثل الضُّمور العضلي الدوشيني والعَمى الليلي.

أسفَرَت هذه الاكتشافاتُ عن طريقةٍ ثورية جديدة في فَهْم الوراثة جعَلَت كلَّ ما تَحقق قبلها يبدو ساذَجًا للغاية. فبحلول أواخِر العشرينيَّات من القرن العشرين، أدرك علماءُ الوراثة أننا جميعًا نتلقَّى موادَّنا الوراثية من كِلا الوالدين، وأنَّ الجينات تتكوَّن من وحدات مادية دقيقة تصطفُّ على الكروموسومات، وأن الاختلافات الوراثية تنشأ نتيجةَ عبور أجزاء من الكروموسوم خلال الانقسام المنصِّف أو نتيجةً لطفرات صغيرة تُسببها أضرار بيئية مثل التعرُّض للإشعاع. عرَفوا أيضًا أنَّ الجينات تتفاعلُ بطرقٍ مُعقَّدة بعضها مع بعضٍ ومع البيئة. وقد بدا أنَّ هذه الاكتشافات لا تترك أيَّ مجالٍ لتوارُث الخصائص المكتسَبة. فأنَّى أن تُدمَج تَجارِب الحياة التي تؤثِّر على خلايا الجسم في كروموسومات الخلايا الجنسية التي لم تترك الخصيتَين والمبيضَين قط؟

حقيقة الأمر أنَّ نظرية توارث الخصائص المكتسَبة لم تزدهر إلا بفضلِ تروفيم ليسينكو في الاتحاد السوفيتي. ففي عام ١٩٢٧، عرَّض ليسينكو بذورَ القمح للرطوبة

والبرد، متوقعًا أن تنبت أسرعَ في الربيع. لم تكن النتائجُ مبهرة. بالرغم من ذلك، بدأ يُقدم الزعم الزائف بأنَّ البذور قد تغيَّرَت وراثيًّا فصار نسلُها مُعَدًّا للإنبات مبكِّرًا. بدا هذا إنجازًا باهرًا؛ إذ كان يعني أنَّ الرُّوس الذين يعيشون في مناطقَ تتَّسم مواسمُ النمو فيها بالقِصَر أن يزرعوا بذورَ ليسينكو ويتوقَّعوا الحصول على محاصيلَ وفيرة. وتحمَّس جوزيف ستالين للقيمة الدعائية لوجود «ابن متواضع من عموم الفلَّاحين المزارعين» يهزم النُّخبَ العِلمية البرجوازية في الغرب، ومن ثَم سمح لليسينكو بالتخلُّص من مُنافسيه المندليِّين. فمات نيقولاي فافيلوف، الذي رفض (على حدِّ تعبيره) أن «يتحول» إلى «المذهب الليسينكووي»، في السجن بسبب سوء التغذية. ساد عِلمُ ليسينكو الزائفُ في الخمسينيَّات من القرن العشرين، وكانت له آثارٌ كارثية على المزارعين الروس الذين تبنَّوا أساليبه. وبعيدًا عن الاتحاد السوفييتي، كان شبح لامارك قد أصبح ساكنًا منذ زمنٍ طويل.

التزاوُج المتأخِّر بين داروين ومندل

بحلول ثلاثينيَّات القرن العشرين، كانت البشريةُ قد علمَت عن الوراثة ما يكفي لأن يتمكَّن علماءُ الأحياء أخيرًا من إدراك التوافُق بين الانتقاء الطبيعي الداروينى وعلم الوراثة المندلية. ففي وقتٍ سابق من القرن، كانت مجموعةٌ من علماء الأحياء البريطانيين عُرفوا باسم «خبراء الإحصاء الحيوي» قد حاجَجوا بأنَّ قوانين مندل لا تنطبق إلا على توارُث الصفات المحددة، مثل ما إذا كانت عينا الشخص زرقاوَين أم بُنيتَين أو ما إذا كانت زهورُ نبات البازلاء أرجوانيةً أم بيضاء. أما السمات التي تختلف باستمرار، مثل الطول والوزن، فقد أصرُّوا على أن وراثتها تنطوي على انتقال أعدادٍ لا تُحصى من الوحدات الممتزجة التي لا يمكن لها جميعًا أن تنعزل. زعَم خبراء الإحصاء الحيويِّ أيضًا أن التطوُّر يحدث من خلال الانتقاء الطبيعي لعددٍ كبير للغاية من الاختلافات الصغيرة لدى جماعةٍ ما. وفي المقابل، أصرَّ المندليون الأوائل على أن جميع السِّمات تخضع لقوانين مندل، وأن التطور يحدث من خلال الطفرات الكبيرة المفاجئة نِسبيًّا. قالوا أيضًا إنَّ التطور التدريجيَّ على النمط الداروينى لا يمكن أن يحدث لأنَّ الاختلافات الوراثية الصغيرة ستختلط دائمًا وتَئول إلى الاندثار عندما تتزاوجُ الكائنات الحية مع غيرها من أفراد النوع.

حدث التوافقُ بين الرأيَين تدريجيًّا. أظهر علماءُ الوراثة أن الأنماط الظاهرية يمكن أن تختلف باستمرارٍ في الجماعات، لكنها تظلُّ نتاج عدد قليل من الجينات التي تتبع القوانين المندلية. بعبارةٍ أخرى، تَنتج معظمُ الصفات عن جيناتٍ متعدِّدة لا يكون لكلٍّ

منها على حدةٍ سوى تأثيرٍ متواضع. وجمَع علماء الأحياء أيضًا الكثيرَ من الأدلة على وجود مستوياتٍ عالية من الاختلاف الجيني بين الجماعات تسمح بعمل الانتقاء الطبيعي الداروينيِ وَفقًا لها. إضافةً إلى ذلك، ففي العشرينيَّات والثلاثينيات من القرن العشرين، ظهر بالأدلة الكمية على يد سيوال رايت في أمريكا وآر إيه فيشر وجيه بي إس هولدين في بريطانيا أنَّ الانتقاء الطبيعيَّ يقود التغييرَ التطوُّري من خلال العمل على هذه المتغيرات الجينية العشوائية الصغيرة. وقد صار هذا الاتحادُ بين علم الوراثة المندلي والانتقاء الطبيعي معروفًا باسم «التخليق التطوري».

تمويل البحث في علم الوراثة

في أوائل القرن العشرين، أدَّى اكتشافُ وجود قواعد صارمة محددةٍ للتوارث إلى تغييرِ التصوُّر المعتاد عن أهمية دراسة الوراثة. وبعد أن كان مجالًا هامشيًّا إلى حدٍّ ما، بدأ علمُ الوراثة في جذب التمويلات الكبيرة ودعمِ المؤسسات. نشأ هذا الدافعُ لتمويل العمل في علم الوراثة نتيجةً لإدراك أمرَين؛ أولهما أنَّ المندلية قد تُحدِث ثورةً في التربية التِّجارية للنباتات والحيوانات، والثاني أنها قد تُوفر المعلوماتِ اللازمةَ لتنظيم التكاثر لدى البشر.

كانت تربية المحاصيل والماشية في ضوء قوانين مندل تُبشِّر بقدرتها على إطعام أعدادٍ كبيرة من الجماعات الحضارية في العصر الصناعي. وسرعان ما أُنشِئَت مراكزُ تجريبية لدراسة الوراثة النباتية والحيوانية في أوروبا وأمريكا. عملت الكليةُ الزراعية ببرلين عن كثبٍ مع المربِّين التجاريِّين، في حين عيَّنَت وزارة الزراعة الأمريكية علماءَ درَّسوا المندلية بهدفِ إنتاج سُلالاتٍ هجينة جديدة من الذُّرة. ومن اللافِت للنظر أن أول جمعية تشكَّلَت لعلم الجينات كانت جمعيةَ المربِّين الأمريكيين، التي تأسَّسَت عام ١٩٠٣ لتطبيق الوراثة المندلية لـ «تحسين النباتات والحيوانات».

أدَّت الرغبة في التحكم في التكاثر لدى البشر إلى تشكيلِ دافعٍ آخَر. ففي بريطانيا والولايات المتحدة وألمانيا والدول الاسكندنافية وغيرها، استغلَّ علماءُ الأحياء المندليةَ باعتبارها تُقدِّم أساسًا عِلميًّا لتنظيم التكاثر. وتحقيقًا لهذه الغاية، موَّلَت مؤسسةُ كارنيجي مكتبَ سجلِّ تحسين النسل في لونج آيلاند، الذي ترأَّسَه المندلي وعالمُ تحسين النسل تشارلز دافنبورت. وبتوجيهِ المدير هاري لافلين، أصدر العاملون الميدانيُّون آلافَ الاستبيانات التي تمكَّنوا من خلالها من تحديد الأنساب. مدفوعين بالحماس لا الدقة في

كثيرٍ من الأحيان، سعى هؤلاء لإثباتِ أنَّ سماتٍ مثل إضمار الأحقاد ونزف الدم الوراثي والذكاء والبرود الجنسي، وحتى تربية النحل، على تنوُّعها الشديد، تخضع جميعُها لقواعدِ التوارث المندلية. وعلى غِرار العديد من مُعاصريه من علماء الأحياء، ترسَّخ في اعتقاد لافلين أنَّ الجريمة والدِّعارة، والمرض العقلي والفقر، كل ذلك ينتج عن جيناتٍ يمكن استئصالها عن طريق التعقيم القسري.

وجد تحسينُ النسل في علماء الوراثة في أوائل القرن العشرين قاعدةً عريضة من المؤيدين. بالرغم من ذلك، لم يؤيِّدْه الجميعُ بحماس؛ فقد أدان تي إتش مورجان، على سبيل المثال، «التصريحات المتهوِّرة» للداعين لتحسين النسل. لكنَّ آخَرين اعتبروا أنه الفرع التطبيقيُّ لمجال علم الوراثة، ليس إلا. وبدعمٍ من علماء الأحياء مثل دافنبورت، سُنَّت في نهاية العشرينيَّات من القرن العشرين قوانينُ التعقيم الإجباري في أربعٍ وعشرين من الولايات الأمريكية. وبإلهام من قوانين التعقيم الأمريكية، درَّس علماء الأحياء الألمان علم تحسين النسل في العشَرات من المقررات الجامعية. فنجد أنَّ عالِمَي الأحياء المرموقَين، يوجين فيشر وفريتز لينز قد أيَّدا فكرة تحسين النسل في كتابٍ شهير قرأه أدولف هتلر عندما كان في السجن إثرَ محاولة الانقلاب الفاشلة التي قام بها عام ١٩٢٣. وثَمة أمورٌ ثلاثة على الأقل جمَعَت بين علماء تحسين النسل هؤلاء: أولها تلك المغالاة الشديدة في تقدير قوةِ الوراثة، وثانيها رؤية الحياة من منظورِ تحليل التكلِفة للجودة الجينية المفترضة، وثالثها الرغبة في تحسين الوضع المهني، وهو ما كان يُمكنهم توقعُه إذا أصبحوا هم أصحابَ القرار فيمن يجب أن يُسمح له بالتكاثر.

علاوةً على ذلك، حظيَت مذاهبُ تحسين النسل بالتأييد الكبير بين رجال الطبقة المتوسطة ونسائها ممَّن هم خارج النطاق الأكاديمي؛ إذ أزعجَتهم الأعباءُ الضريبية المرتفعة وحجم القذارة والجريمة في المجتمعات الحضرية. تضخَّم عدد الأعضاء من العامة في جمعيات تحسين النسل نظرًا إلى اقتناع قطاعاتٍ من الجمهور بأن الطبقات الاجتماعية الدُّنيا قد شكلَت بقايا من البشر الضعفاء أخلاقيًّا وفكريًّا، وأنَّ الطبقات المتحضرة عرضةٌ لخطر أن يطغى عليها المعادون للمجتمع وغير المنتجين. وعندما وافقَت المحكمةُ العليا في أمريكا على تعقيم شابةٍ يُزعم أنها «بلهاء» كانت تُدعى كاري باك، تضاعفَ معدَّل التعقيم القسري من ١٦٠٦٦ في عام ١٩٣٢ إلى ٣٣٠٣٥ في عام ١٩٣٩. وسرعان ما كان لكَندا، والدنمارك، والسويد، وفنلندا، والنرويج قوانينُ التعقيم الخاصة بها.

العقلية الداعمة لدور الوراثة

لقد رأى علماءُ تحسين النسل مثل دافنبورت أنَّ ضعف الذكاء، والإجرام، والانحلال الأخلاقي تنتج عن جيناتٍ مندلية فردية أفسَدَت الفقراءَ من السكان الأصليِّين والمهاجرين. وعلى أيدي «علماء القياس النفسي»، أصبحَت اختباراتُ الذكاء الجديدة وسيلةً مفضَّلة لتأكيد مثلِ هذه التحيُّزات. فأجرى روبرت إم يركيس، الذي تلقَّى تدريبه على يد دافنبورت، اختبارات الذكاء لمليون و٧٠٠ ألف رجل جُنِّدوا للقتال في الحرب العالمية الأولى. وقد كان أداء الجنود الذين لا يتحدثون الإنجليزيةَ في الإجابة عن الأسئلة أسوأ، كما هو متوقَّع، مِمَّن كانت معرفتُهم بالثقافة أصلية. بالرغم من ذلك، ادَّعى يركيس وزميلُه لويس تيرمان أنَّ المهاجرين من «جنوب وجنوب شرق أوروبا» أدنى فِطريًّا من «السلالات الشمالية والألبية». ولم يكن لدى يركيس وتيرمان أيضًا الكثيرُ من الاعتقادات الجيدة بشأن الأمريكيين الأفقرِ المولودين في البلاد. فعندما اعتمدَت جامعات رابطة «آيفي» الأمريكية الاختبارات الموحَّدة خلال ثلاثينيَّات القرن العشرين، لم يكن من المتوقَّع قط، حسَب قول المؤرخ نيكولاس ليمان، تمييزُ أكثرَ من «بضع سندريلات» من المولودات للمُزارعين، أو التجَّار، أو أصحاب الأعمال الصغيرة.

على الأقل كانت جامعاتُ رابطة «آيفي» تقبل النساءَ حينذاك في بَرامجها للحصول على الشهادات الأكاديمية. لكن مما يسترعي الانتباهَ حقًّا أنَّ العديد من المناصرين لحقِّ النساء في التصويت في العقود الأولى من القرن العشرين لم يُؤكِّدوا على المساواة الفطرية في الذكاء بين الذكور والإناث. فعلى الرغم من حصول النساء على حقِّ التصويت في العديد من الدول الغربية، حاجَجَت الكثيرُ من النسويات بأنه ينبغي حصولُ النساء على حقِّ التصويت؛ لأنهن أسمى أخلاقيًّا من الرجال، لا أندادًا لهم في المَلَكات الفكرية (الشكل ٦-٢). غير أنَّ هيلين هاميلتون جاردنر استشرَفَت استمرارَ شعبية الاعتقاد القائلِ بوجود اختلافات فطرية في القدرات العقلية بين الجنسَين. وعندما تُوفِّيَت عام ١٩٢٥ أوصَت بتشريح دماغها في جامعة كورنيل. وقد رأى أحدُ العلماء الذين أجْرَوا تشريحه أنه متطورٌ على نحوٍ استثنائي.

في أوائل القرن العشرين أيضًا، ازدهر الاعتقاد بأن البشر بطبيعتهم غيرُ متساوين في إمبراطوريات أوروبا المترامية الأطراف، وفي الولايات الجنوبية للولايات المتحدة الأمريكية؛ حيث نصَّت قوانينُ جيم كرو على الفصل العنصريِّ في المدارس، والمواصلات العامة، والمطاعم، وحتى نوافير الشرب. وبدا من العديد من البريطانيين في الهند نقصٌ مذهل في التعاطف مع الملايين الذين لَقُوا حتفهم خلال مجاعاتٍ مُتتالية بين عامَي ١٨٧٦ و١٩٠٢.

شكل ٦-٢: اعتقال إحدى المطالِبات بحقِّ تصويت المرأة في لندن في أكتوبر ١٩١٣.

وفي غرب أفريقيا الألمانية، كان شعب الهيريرو يُعدُّ عديم القيمة حتى إن المستعمرين أرسَلوا إلى أوطانهم بطاقاتٍ بريديةً عليها صورُهم وهم يعملون حتى الموت. وبعيدًا في الجنوب، كان أحفادُ المستوطنين الهولنديين والبريطانيين في جنوب أفريقيا يضَعون الإطارَ القانوني الذي تطوَّر إلى نظام الفصل العُنصري. وفي أمريكا الشمالية، وجد استطلاعٌ في عام ١٩٣٩ أنَّ ٧١ في المائة من البِيض يعتقدون أنَّ «الزنوج» أقلُّ ذكاءً.

التشكيك في الوراثة

على الرغم مما سبق، تعرَّضَت المزاعم الزائفة لدافنبورت، ولافلين، ويركيس لانتقاداتٍ حادَّة خلال ثلاثينيَّات القرن العشرين. فقد تراجع علماءُ الأحياء في أمريكا بشكلٍ متزايد

عن الخُبث والوقاحة اللتين اتَّسمَت بهما القاعدة العامة من دُعاة تحسين النسل. ففي عام ١٩٢٧ علَّق الطبيب الأمريكي لويليس باركر قائلًا: «من الناحية الجينية فإن البشر لقطاءُ مُتغايرو اللاقحة، وهجينٌ متعدِّد الصفات.» وفي عام ١٩٤٠، أغلقَت مؤسسة كارنيجي مكتبَ تسجيل تحسين النسل، غيرَ عابئةٍ بصرامة عمل لافلين.

ظهرَت موجةٌ جديدة من التحليلات تُسلط الضوء على الافتراضات الاجتماعية الساذَجة التي شكَّلَت التفسيرات السابقة لبيانات معدَّل الذكاء. فقد قدم الباحثون، مثلُ عالمة النفس الأمريكية ليتا هولينجورث حججًا قوية، على أن الفجوة في الإنجاز بين الذكور والإناث تَنتج عن التفاوت في التنشئة الاجتماعية. وعلى الرغم من أنَّ اكتشاف الهرمونات الجنسية وفَّر لغةً جديدة للتعبير عن الاعتقاد بوجودِ فروقٍ فطرية بين الجنسين؛ فقد قوَّضَت اختباراتُ معدل الذكاء الادعاءاتِ القائلةَ بأن الإناث أقلُّ ذكاءً من الذكور. وفي عام ١٩٢٢ أعلن ترمان نفسُه أنَّ الاختبارات المعيارية أيَّدَت أخيرًا «مطالبة المرأة بالمساواة الفكرية مع الرجل». علاوةً على ذلك، ظهَرَت دراساتٌ طعَنَت في النظريات الداعمة لدور الوراثة في الطبقات الاجتماعية، ومنها الدراساتُ التي أجْراها مركزُ أبحاث رعاية الطفل لجامعة آيوا، والتي زعمَت أن أبناء الآباء من ذَوي الدخل المنخفض يُحققون معدَّلَ ذكاءٍ مرتفعًا إذا تحسَّنَت بيئاتهم المنزلية.

في الوقت نفسِه، كانت إحدى مدارس الأنثربولوجيا الحديثة تُعارض الفكرة القائلة بأن الأعراق متمايزةٌ وراثيًّا. في لندن، افترضت «الأنثروبولوجيا الوظيفية» التي طرحَها برونسيلاف مالينوفسكي أنَّ جميع المجموعات البشرية تُنتج أفكارًا وممارساتٍ لا يمكن مقارنتها وَفقًا للمعايير نفسِها مع الحضارة البيضاء، باعتبارها الحضارةَ المثالية. وفي أمريكا أيَّد هذه الحُجةَ فرانز بواس، وهو عالم أنثروبولوجيا من المهاجرين الألمان، وقال إن فكرة الفرد «المثقَّف» هي فكرة «نسبيَّة تمامًا». كرَّس طلاب بواس، بمَن فيهم روث بنديكت ومارجريت ميد، حياتَهم المِهنية لانتقاد «التفاخر العنصري» الذي تتَّسمُ به الأنثروبولوجيا الفيزيائية. ففي حديثها عن «الإنسان البدائي»، قالت بنديكت إنَّ «خليَّتَه الجنسية لا تحمل عنصرًا واحدًا من عناصر نظامه الاجتماعي، أو لغته، أو دينه».

إضافةً إلى هذا كلِّه، كانت الضغوط الاجتماعية والسياسية تزداد ضدَّ التحيُّزات العنصرية والطبقية التي حافَظَت على العقلية الداعمة لدَور الوراثة. ففي أمريكا الشمالية، صار صوتُ السود بدرجةٍ أكبر في العموم واكتسَب مزيدًا من الثقة، بسبب الهجرة بين عامَي ١٩٠٠ و١٩٤٠ التي قام بها أكثرُ من مليون ونصف منهم إلى المدن الشمالية مثل

شيكاغو وديترويت وبيتسبرج، حيث تمكَّنوا من التصويت، وممارسة درجةٍ من النفوذ السياسي، والحصول في بعض الأحيان على عضوية النقابات العمالية. وراح الكُتَّاب السُّود مثلُ دبليو إيه بي دو بويز يستخدمون بَلاغتَهم في إدانة العنصرية المؤسسية التي أبْقَت السودَ «خلف جدارٍ من الظلم الاجتماعي». في الوقت نفسِه، أدَّى صعودُ حركات الطبقة العاملة البيضاء إلى تقويض مصداقية العقلية الطبقية. فوفقًا للكاتب الإنجليزي روبرت روبرتس «مات الانصياعُ القديم» بدرجةٍ كبيرة بعد الحرب العالمية الأولى. وراح عددُ الرجال العاملين الذين يعتقدون أنَّ الفروق الطبقية أمرٌ طبيعي «كالعُقد في الأخشاب» يقلُّ أكثرَ فأكثر.

ينطبق الأمر نفسُه فيما يتعلق بالمشاعر الاستعمارية القديمة، التي صار الحفاظُ عليها أكثرَ صعوبةً مع تغير الظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية. فصحيحٌ أنَّ احتلال الهند ظلَّ قَمعيًّا، لكن الحرب العالمية الأولى قد ترَكَت خزائنَ بريطانيا فارغة، وحدودها أوسع، وقدرتها على الدفاع أقل. ولَّما بات من الواضح أنه لا سبيل لإنقاذ حُكم بريطانيا في الهند إلا بمنح السُّلطة للمزيد من الهنود، فقد بدَأَت العنصريةُ الصريحة في التراجع. وفي أفريقيا، ضعفَت قوةُ الحكام البيض بفعل القُوى الاقتصادية التي كانوا قد أطلَقوا لها العِنان بأنفسهم. وفي الأماكن التي شهِدَت إجبارَ السكان الأصليين على العمل المدفوع الأجر في المناجم والمصانع، صار على السلطات الاستعمارية حينذاك أن تتصدَّى للبروليتاريا الحضَرية التي استطاعت تنظيم نفسِها على نحوٍ أفضلَ كثيرًا من نظيراتها في المناطق الريفية. وفي جنوب أفريقيا شرع المؤتمرُ الوطني الأفريقي في مقاطعةِ الحافلات والإضراب؛ سعيًا لتحقيق أوضاعٍ أفضل. وطوَّر أنطون ليمبيدي أيديولوجيةَ الفخر العرقي، التي كانت بمثابة تِرْياق لقرونٍ من سموم تشويه الذات والتحقير منها. فقد أعلن قائلًا: «يجب أن نؤمن حقًّا أننا لسنا بأقلَّ شأنًا من أي عرقٍ آخَر على وجه الأرض.» كل هذه الحركات قد لاقت نجاحًا محدودًا، بل إنَّ بعضها استثار انتقامًا وحشيًّا، غير أنها أرْسَت الأُسس لحركةٍ فعالة ما بعد الحرب؛ لمقاومةِ تنظيم المجتمعات على أساسٍ عنصري.

الحرب والرعب والهولوكوست

رغم أنَّ الحجج المناهِضة لِدَور الوراثة أحرَزَت تقدمًا في بعض الأماكن، فمع صعود هتلر والحزب النازيِّ إلى السلطة في ألمانيا أصبحَت فَظاظة علم الأعراق وعلم تحسين النسل

سياسةً رسمية. بدأت الفظائعُ في ثلاثينيَّات القرن العشرين حين تصاعدَ الأمر من التعقيم القسري لمن اعتُبروا أنهم يُعانون من أمراضٍ وراثية إلى مقتل الأطفال والكبار الذين يُعانون من عيوبٍ وراثية مزعومة. أعقب ذلك فظائعُ يصعب تصوُّرها بعد غزو روسيا في يونيو ١٩٤١، حيث قُتل ما يقرب من ستةِ مَلايين يهودي، وتسعةِ ملايين مُواطن روسي من المدنيِّين وأسرى الحرب، وما يقرب من مليونَي بولندي غيرِ يهودي، ومائتَي ألفٍ على الأقل من جماعتَي السنتي والروما، إضافةً إلى ١٠ آلاف تقريبًا من المثليِّين رجالًا ونساءً (الشكل ٦-٣). لم يَعُد من المقبول النظرُ إلى الهولوكوست باعتباره عملَ عصابةٍ صغيرة من القادة النازيِّين من ذَوي الميول العنصرية الوحشية، وقواتهم شِبهِ العسكرية (وحدات إس إس أو شوتزشتافل) المتعصبة. فارتكابُ هذه الجريمة الأخلاقية البشعة يستدعي اشتراكَ أعدادٍ كبيرة للغاية من الأشخاص في الترويج للرؤية النازية المتمثلة في «النقاء العرقي».

حدَّد المؤرخون عددًا من العوامل التي جعَلَت المشاركةَ في الإرهاب النازيِّ مقبولةً لدى الكثيرين. والحقُّ أنَّ العلماء أسهَموا في الأمر بطرقٍ عدة. فقد قدَّموا مفاهيمَ بيولوجية استخدمَها النازيُّون لشيطنة الألمان اليهود ولِوَصمِ غير المنتجين بأنهم «أكَلة عديمو الفائدة». فعلى سبيل المثال، لبِثَ يوجين فيشر عقودًا يؤكِّد فيها على التفوق الفطري «للعرق» النوردي ودونيَّة اليهود. وتمكَّن النازيون أيضًا من الاعتماد على الدعم الطوعيِّ للعلماء والأطباء في تنظيم جرائمهم وتنفيذها. فعلى الرغم من أن علماء الأحياء البارزين مثل فيشر نادرًا ما كانوا يُشاركون في صياغة قوانينَ تحسين النسل ولم يُشاركوا في وضع خُطة الحلِّ النهائي، كان للنازيِّين أن يُعوِّلوا على قَبولهم الضِّمني. وحتى العلماء الذين لم يؤيِّدوا التطرف النازيَّ في تحسين النسل، فقد قدَّروا على الأقل التمويلَ الإضافيَّ والمكانةَ التي حصلوا عليها في ذلك الوقت. فقد قالت ابنةُ أحد العلماء في وقتٍ لاحق إن والدها «كان على استعدادٍ أن يبيع نفسه للشيطان مقابلَ أن يحصل على المال لمعهده». ثم إنَّ زملاء فيشر في برلين لم يتحرَّجوا من استخدام البيانات والعينات البيولوجية المستمَدَّة من تَجارِبه الكريهة المتعلقة بالوراثة البشرية، التي كانت تُجرى في معسكر أوشفيتز للاعتقال والإبادة على يدِ جوزيف منجليه.

ثَمة عواملُ هيكلية أيضًا ساعَدَت في حدوث الهولوكوست. فنظرًا إلى أنَّ ألمانيا دولةٌ حديثة، كان لديها من القوة العسكرية والشرطية ما يُمكنها من إحباط المقاومة، فضلًا عمَّا كانت تتمتع به من خبرةٍ تكنوقراطية وجهاز بيروقراطي لازمَين لتنفيذ جرائمِ قتلٍ

شكل ٦-٣: اليهود الألمان وهم مُجبَرون على حمل لافتاتٍ مُعادية للسامية في الأول من أبريل عام ١٩٣٣.

على نطاقٍ واسع. إضافة إلى ذلك، يُشير المؤرخون إلى المزيد من العوامل المباشرة التي سمَحَت للأيديولوجيات العنصرية أن تنتهيَ بالإبادة الجماعية. من هذه العوامل فشلُ الخطط السابقة المتمثِّلة في توطين ملايينِ اليهود على نحوٍ دائم في بولندا أو روسيا أو مدغشقر، وتصاعد عدم المبالاة بالمعاناة الإنسانية الناجمة عن مُتابعة الحرب الوحشية في الاتحاد السوفييتي، والسياق المواتي لصياغة السياسات المتطرِّفة، الذي نتَج عن وجود عدة وزارات تُحاول كلٌّ منها التفوقَ على الأخرى من أجل مصلحة هتلر الشخصية، ثم هنالك الفرصة التي سنحَت للكثيرين بالاستفادة من الدخل والمكانة الناشئَين من المشاركة في الاضطهاد والقتل الجماعي لليهود. علاوةً على ذلك، فإنَّ عمليات القتل النازية توضِّح

الاستعدادات النفسية التي من شأنها أن تدفع بالعاديِّين من الرجال والنساء لارتكاب الفظائع. يبدو أن الحسَّ الأخلاقي للعديد من الجناة قد تَعطَّل جرَّاء تَلقِّيهم للأوامر من جهاتٍ عُليا؛ إذ كانوا يخشَون انتهاكَ القواعد الجديدة للجماعة، وهم لم يشعروا بمسئوليةٍ أخلاقية مباشرة لانخراطِ الكثيرين في تنفيذ سياسات الإبادة الجماعية.

لم تقتصر تلك الفظائعُ العنصرية على ألمانيا وحدَها. فقد انتشرَت المواقفُ المعادية للسامية في أمريكا، وأوروبا الشرقية، وبريطانيا، وفرنسا. وتعاون المكتبُ المسئول عن «الشئون اليهودية» في فرنسا الفيشية طَواعيةً مع النازيِّين لإرسال نحوِ ٨٠ ألفًا من اليهود إلى معسكرات الموت. وتجلَّت الوحشية الراعبةُ في تصرفات الجنود في ساحات الحرب الأخرى. فقد كانت جرائمُ اليابانيين في اغتصاب نانكينج في عامَي ١٩٣٧ و١٩٣٨ ومعاملتهم البشعة للنساء في كوريا والصين والفلبين، وفي أماكنَ أخرى؛ إنكارًا شِبهَ كامل لإنسانيةِ ضحاياهم.

اكتشاف الجين

بعد الحرب العالمية الثانية، ساعد ما تكشَّف من الحقائق عن السياسات النازية لتحسين النسل في التخفيف من رغبة علماء الأحياء في إصدار تصريحاتٍ فجَّة بشأن بيولوجيا السِّمات العقلية البشرية. غير أنَّ هذا التحولَ لم يحدث بين عشيةٍ وضُحاها. فقد أشار عالمُ الأحياء الأمريكي ثيودوسيوس دوبجانسكي في عام ١٩٤٧ إلى أن تعريف مصطلح «الأعراق» في «الموسوعة الأمريكية» «يبدو كأنَّ مَن كتبه هو السياسي النازي الألماني يوزف جوبلز». واستمرَّ إجراء عمليات التعقيم القَسْريِّ في الولايات المتحدة والدول الاسكندنافية. لكنَّ عدد عمليات ربطِ أنابيب الرحم وقطع القَناة المنوية قد تراجع، وأُغلِقَت العديد من جمعيات تحسين النسل. علاوةً على ذلك، أيَّد العلماء على نطاقٍ واسع تصريحَ اليونيسكو لعام ١٩٥٣ بأنَّ العِرْق «خُرافة اجتماعية» وليس «حقيقةً بيولوجية».

بالرغم من تراجع مِصداقية علم تحسين النسل، لم يَنفُضْ مُحبُّو الأعمال الخيرية من القطاع الخاصِّ أيديَهم من علم الوراثة. وإنما استحوذت الدراسةُ العلمية للوراثة على اهتمام رجالٍ مثل وارين ويفر المسئول بمؤسسة روكفيلر، والذي استشرفَ مستقبلًا يمكن فيه تعديلُ المجتمع بحيث يكون خاليًا من الأمراض، والصراعات، واللاعقلانية. لكنه كان يرى أنَّ «علم الإنسان الجديد» الذي تَصوَّره لا بد أن يرتكزَ على البحث التجريبيِّ الدقيق. ففي جامعاتٍ مثل معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، جمعَت أموال روكفيلر وكارنيجي آنذاك

علماء بارعين وجهزَت مختبراتهم بأحدث المعدات. ما الذي كان يتبقَّى إذن؟ توضيح الأساس الجزيئيِّ للوراثة. كان البحث الوراثيُّ على وشك التوسع بدرجةٍ كبيرة.

بحلول عام ١٩٤٠، كان علماءُ الأحياء جميعهم تقريبًا يتَّفقون على أن الجينات هي وحداتٌ بيوكيميائية متفرِّدة تُحمَل على الكروموسومات في مواقعَ محدَّدة. غير أنهم افترَضوا خطأً أنَّ الجينات تتكوَّن من البروتينات. فلأن سلاسل البروتين يمكن أن تتكوَّن من ٢٠ حمضًا أمينيًّا مختلفًا تتشكَّل في العديد من آلافٍ من التوليفات؛ بدا من المنطقيِّ افتراضُ أنها هي وحدَها التي تتمتَّع بأعلى مستوياتِ التخصص اللازمة لإنتاج الحياة بجميع أشكالها المتنوِّعة المذهلة للعقول.

كانت الأدواتُ الفعلية للوراثة، وهي الأحماض النووية، قد عُزِلت بالفعل من خلايا الدمِ البيضاء في عام ١٨٦٩. ولاحقًا أوضحَ علماءُ الأحياء الذين كانوا يعملون في ألمانيا أن الأحماض النووية تتألَّف من خمسة مُركَّبات: الجوانين، والأدينين، والسيتوزين، والثايمين، واليوراسيل. وبحلول عام ١٩٣٠، أثبت الروسيُّ فيبوس ليفين أيضًا أنها تأتي في شكلَين مميَّزَين، وهما الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين (ويُعرف اختصارًا بالحمض النووي) أو دي إن إيه، وقواعده هي الجوانين، والأدينين، والسيتوزين، والثايمين (يُشار إليها على التوالي بالرموز G، وA، وC، وT)، والحمض النووي الريبوزي أو آر إن إيه، الذي يحلُّ فيه اليوراسيل (ويُشار إليه بالرمز U) محل الثايمين. غير أن قلةً فقط هم مَن اقترَحوا أنَّ الأحماض النووية هي مادة الوراثة. وحتى ليفين نفسه استهزأ بالدي إن إيه بوصفه «جزيئًا غبيًّا».

ثمة خطوةٌ أخرى مهمَّة في طريقِ إدراك أهميَّة الأحماض النووية قد تحقَّقَت في مختبر فريدريك جريفيث بلندن عام ١٩٢٨. ففي أثناء دراسة بكتيريا المكوِّرات الرِّئوية المميتة عادةً، ربَّى جريفيث منها سلالتَين مختلفتَين، الأولى مُكورات رئوية مُميتة تُشكل مستعمراتٍ ملساءَ بسبب الكبسولات الكبيرة التي تُغلف كلَّ بكتيريا على حدة: (النوع S)، أما السلالة الثانية فهي غيرُ مميتة وتُشكل مستعمرات خشنةَ السطح؛ لأنها تفتقر إلى الطبقات الواقية، ومن ثمَّ يسهل على جهاز المناعة التقاطُها: (النوع R). وفي إحدى التجارِب، حقَن جريفيث بعضَ الفئران بمزيجٍ من بكتيريا النوع S بعد أن قتله بالحرارة، وبكتيريا حية من النوع R عديم الضرَر. من المثير للدهشة أن بعضَ الفئران قد ماتت. وعند تشريح جُثثِها، وجد أنَّ المكورات الرئوية من النوع R قد اكتسبَت طبقاتٍ ملساء من خلال تواصُلها مع النوع الميت S فحسب. علاوةً على ذلك، عندما تكاثرَت البكتيريا نقلت

إلى ذريتها ذلك الشيءَ الذي جعَلها تُكوِّن الكبسولات الملساء. لقد صادف جريفيث، دون أن يُدرك، عمليةً تُعرف الآن باسم «التحوُّل» تتمثل في انتقال الجينات من خليةٍ بكتيرية إلى أخرى. وبعد عَقدٍ من الزمان، اكتسب اكتشافُه أهميةً حقيقية.

في مختبره الذي موَّلَته مؤسسةُ روكفيلر في مدينة نيويورك، كرَّر آزوولد ثيودور إيفري وزملاؤه نتيجةَ جريفيث ثم طرَحوا السؤال الرئيسي: ما الذي نُقل تحديدًا من بكتيريا النوع S إلى بكتيريا النوع R؟ كان اكتشافُ ذلك سيستلزم منهم فحصَ جميع المكونات المتنوِّعة للخلية البكتيرية حتى لا يتبقَّى أمامهم سِوى «مبدأ التحويل». بدأ فريق إيفري بتصميم طريقةٍ لفتح كبسولات النوع S وتمرير محتوياتها عبر مرشحٍ دقيق. بدا جَليًّا أنَّ المادة التي تقطرَت في دوارقهم كانت تحتوي على مبدأ التحويل؛ لأنها تسبَّبَت في اكتساب المكورات الرئوية من النوع R للكبسولات التي تدلُّ على تحوُّلها إلى النوع المميت. بعد استعمالهم جهاز الطرد المركزي، والكحول، والأحماض، والإنزيمات، والحرارة، والتيَّار الكهربائي للتخلُّص من البروتينات، والدهون، والسكَّريات في كل مرحلةٍ من مراحل الاختبار؛ لمعرفةِ ما إذا كان مبدأُ التحويل لم يزَل قائمًا، انتهى بهم الأمرُ ببقايا «ليفية» بيضاء «تلفُّ نفسها حول قضيبٍ زُجاجي مثلما يلتفُّ خيطٌ على بكرة». كان الشيء الوحيد الذي أضعف قدرتَه على تحويل المكورات الرئوية من النوع R إلى خلايا قاتلة، هو إنزيمًا معروفًا بتحليله للحمض النووي. حصَلوا بعد ذلك على بعضٍ من الحمض النووي المستخرَج من غدةٍ زعترية ثديية ووجَدوا أن بقاياها الخيطيةَ البيضاء تصرَّفَت بالطريقة نفسِها التي تصرَّفَت بها الدفعة الأصلية من الحمض النووي. وفي مقالٍ نُشر عام ١٩٤٤ عرَض إيفري وفريقه بياناتهم بحذَر.

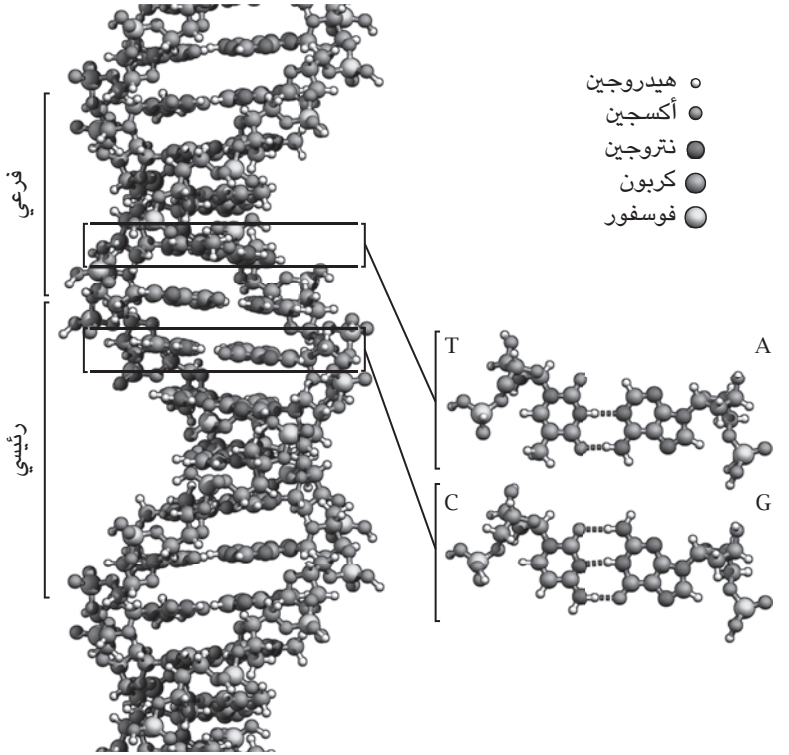
ظهر دليلٌ آخر على أن الحمض النووي هو الركيزة الفيزيائية للوراثة من عمل شبكةٍ غير رسمية من العلماء الأمريكيِّين، عُرِفَت باسم «مجموعة العاثيات»، ومن أبرز أعضائها اثنان من العلماء المهاجرين من أوروبا الفاشيَّة، وهما سلفادور لوريا وماكس ديلبروك. بعد أن التقى لوريا وديلبروك عام ١٩٤٠، أعادا توجيهَ دراسة علم الوراثة إلى مجموعاتٍ جديدة من الكائنات الحية، وهي البكتيريا المعويَّة «الإشريكية القولونية» وطائفة من الفيروسات، وهي العاثية التي تتكاثرُ داخل بكتيريا الإشريكية القولونية قبل أن تنفجر مُدمِّرةً بذلك مُضيفَها السابق. وفي عام ١٩٤٣، أثبتَت مجموعةُ العاثيات أنَّ البكتيريا تحتوي على جينات. كان هذا الاكتشاف يعني أنَّ علماء الأحياء يستطيعون

دراسة الوراثة في الكائنات الوحيدة الخلية البسيطة في تركيبها البيوكيميائي، التي تتكاثر بسرعةٍ مذهلة.

لم يمضِ وقتٌ طويل حتى حصَلوا على صورٍ بالمجهر الإلكتروني لعاثيات لها رءوس توجد فوق أغلفة أضيق بدَت مُثبَّتة على جدران الخلايا البكتيرية من خلال مجموعاتٍ من الألياف الذيلية. ظنَّ هؤلاء العلماء أنَّ سلوك العاثيات شبيهٌ بحَقنٍ تحت الجلد، أي إنها تلتصقُ بجدار الخلية قبل حقن جيناتها في السيتوبلازم البكتيري. لكن إذا كان الأمر كذلك، فما الذي يُنقَل إلى البكتيريا من أجل إنتاج الجيل القادم من العاثيات؟

في عام ١٩٥٢، تعاون العالم الأمريكي ألفريد هيرشي، الذي كان عضوًا بارزًا في مجموعة العاثيات، مع مساعِدته مارثا تشيس لابتكار تجرِبة بهدف معرفة الإجابة. استفادا من حقيقة أنَّ البروتينات تحتوي على الكبريت دون الفوسفور، بينما تحتوي الأحماض النووية على الفوسفور لكنها لا تحتوي على الكبريت. بعد السماح للفيروسات العاثية بالنموِّ في وجود الفوسفور والكبريت المشِعَّين، أمكن لهيرشي وتشيس حينئذٍ معرفةُ ما إذا كانت العاثية قد أدخَلَت أحماضًا نووية في البكتيريا التي غزَتْها أم أنها أدخلت بروتينات. اكتشفا أن مُعظم الحمض النووي للعاثية قد انتهى به المطافُ في البكتيريا، بينما بقي معظمُ البروتين خارجَها. وبهذا قدَّمَت التجرِبةُ دليلًا آخَر على مسئولية الحمض النووي عن الوراثة.

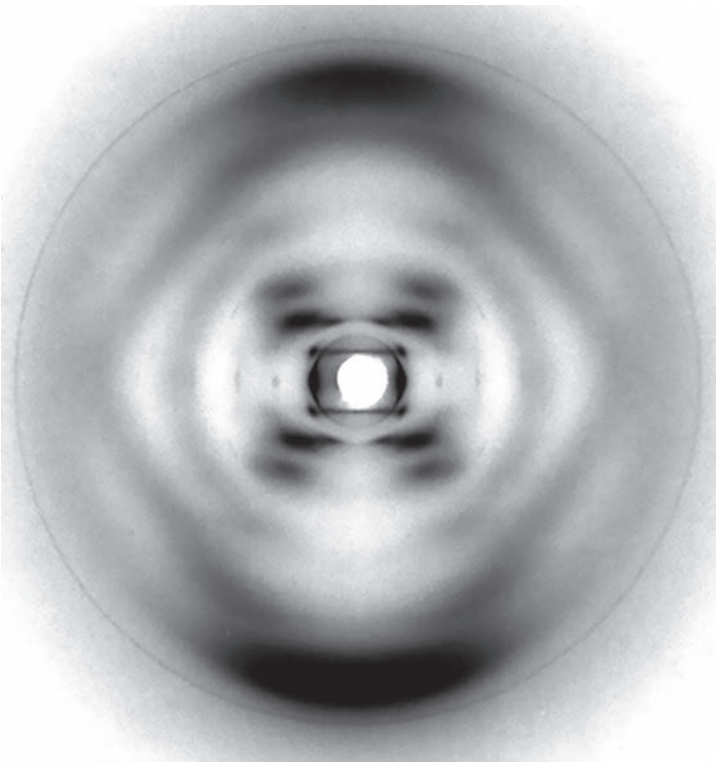
تبقَّى للعلماء آنذاك إثباتُ أنَّ جزيئات الحمض النووي قادرةٌ على إنتاج التعقيد المذهل الذي يتَّسم به العالم العُضوي. وهذا ما حقَّقه فرانسيس كريك وجيمس واتسون في مارس عام ١٩٥٣ عندما صمَّما نموذجًا ثلاثيَّ الأبعاد للحمض النووي من الورق المقوَّى، والأسلاك، والصفائح المعدنية. وقد أعلنا بعد شهرٍ في صفحات مجلة «نيتشر» اكتشافَهما لتركيب الحمض النووي. أوضح واتسون وكريك أن الجُزَيء يتكوَّن من شريطَين متشابكين — لولب مزدوج — له عمودٌ فقري من السكر والفوسفات في الخارج، بينما تتَّجه كلُّ القواعد للداخل وتربِطُها معًا روابطُ هيدروجينية تتشكَّل منها قواعدُ متكاملة؛ إذ يرتبط الأدينين دائمًا بالثايمين ويقترن الجوانين دائمًا بالسيتوزين (الشكل ٦-٤). لاقى هذا التركيبُ المقترَح قَبولًا على الفور لعدةِ أسباب. أولها إدراك العلماء أنَّ وجود أربعِ قواعد مُرتَّبة في توليفات مختلفة سيسمح بالفعل بتوفير التخصُّص المطلوب لإنتاج عددٍ مذهل من مختلِف جُزيئات البروتينات. وثاني هذه الأسباب أنَّ ثَمة آليةً واضحة للتضاعف الذاتيِّ قد بدَت لهم؛ ذلك أنه إذا تفكَّك شريطا الحمض النووي كأسنان



شكل ٦-٤: تركيب جزء الحمض النووي يظهر فيه الشكلُ اللولبي للشريطَين المكوَّنين من النيوكليوتيدات المُتكامِلة، حيث يقترن الثايمين (T) دائمًا بالأدينين (A) ويقترن السيتوزين (C) بالجوانين (G).

السَّحَّاب، فيمكن لكلٍّ منهما أن يُمثل قالبًا لتكوين نسخةٍ طبق الأصل من الآخَر. إضافةً إلى ذلك، فقد قدَّم التركيب الذي توصل إليه واتسون وكريك فَهمًا منطقيًّا متأخرًا لاكتشاف عالم الأحياء إروين تشارجاف المثير للاهتمام عام ١٩٥١ بأنَّ الحمض النووي لكلِّ نوع من الكائنات الحية يحتوي على الأدينين مع الثايمين بنسبة ١:١، ويحتوي على السيتوزين مع الجوانين بنسبة ١:١.

على الرغم من أنَّ اكتشاف واتسون وكريك، غالبًا ما يُروى على أنه قصةٌ درامية عن العبقرية الفردية، فإنَّ أوانَ اكتشاف تركيب الحمض النووي قد آنَ بالفعل بعد سنواتٍ



شكل ٦-٥: نمط حيود الأشعة السينية، المعروف بالصورة ٥١، الذي التقَطَته روزاليند فرانكلين عام ١٩٥١ في كلية الملك في لندن. قدَّمَت هذه الصورةُ دليلًا قويًّا على التركيب اللولبي للحمض النووي.

من التقدُّم في التصوير البِلَّوري بالأشعة السينيَّة؛ لا سيَّما في مختبر كافنديش بجامعة كامبريدج، مما أتاح للعلماء معرفةَ ترتيب مواقع الذرَّات في الجزيء (الشكل ٦-٥). تعمل هذه التقنية بإطلاقِ حُزَمٍ من فوتونات الأشعَّة السينيَّة على مادةٍ كيميائية في شكلٍ بِلَّوري، تَحيد منها على ورقٍ فوتوغرافي. وتتحدَّد ترتيبات الذرات والجزيئات من خلال توزيع الضوء والظل في الصورة. يُمكِن للباحثين بعد ذلك استخدامُ طرق كَمِّية معقَّدة؛ للتوصل إلى التركيب البلوري نفسِه من خلال الصورة. وقد شهد التقاطُ الصور لأنماطِ حُيود

الأشعة السينية وتحليلِها تقدمًا كبيرًا بحلول عام ١٩٥٣؛ ومن ثمَّ أصبح حلُّ لغزِ تركيب الحمض النووي ممكنًا بدرجةٍ كبيرة. علاوةً على ذلك، فقد اعتمد واتسون وكريك بشكلٍ كبير على إنجازاتِ زملاء لهم ومنافسين. غير أنَّ قلةً فقط في ذلك الوقت هم مَن أدرَكوا ما يَدينان به من فضلٍ كبير لاطِّلاعهم، بصفة غير رسمية، على صورِ حيود الأشعة السينية التي التقطها موريس ويلكنز وروزاليند فرانكلين في كلية الملك في لندن، ولِمَا قامت به فرانكلين من تحليلات رياضية لصورها.

اكتشاف كيفية عمل الجينات

شجَّع اكتشافُ تركيب الحمض النووي على التفكير في الوراثة باعتبارها نقلًا للمعلومات في شكلِ أبجديةٍ تتكوَّن من أربعة أحرف. فقال الروسي المولد جورج جاموف إنَّ النواة هي في الواقع «مخزن للمعلومات». غير أنَّ أحدًا لم يعرف أيَّ شيءٍ تقريبًا عن الكيفية التي يعمل بها الحمض النووي بالفعل. وفي عام ١٩٥٧، صمَّم اثنان من علماء الأحياء الأمريكيين، ماثيو ميسلسون وفرانكلين شتال، تجرِبةً أثبتَت صحةَ فرضيةِ واتسون وكريك، القائلةِ بأنَّ الشريطَين المُتكامِلين للحمض النووي ينفصل أحدُهما عن الآخر، فيتسنَّى للجزيئات الوليدة أن تتشكَّل على قالَبَي الشريطين الأصليَّين. في غضونِ سنواتٍ قليلة، تمكَّنَت شبكةٌ من العلماء في فرنسا وبريطانيا والولايات المتحدة، من رسم الخطوط العريضة للنظام المعقَّد الذي تُمثَّل الجيناتُ من خلاله. فأوضَحوا أنَّ العملية تعتمد على ثلاثة أنواع على الأقل من الحمض النووي الريبوزي.

أولًا: يتشكَّل جُزيء الحمض النووي الريبوزي بمحاذاة التسلسل المحدَّد للحمض النووي الذي سيتمُّ «نسخه». ينتج عن ذلك «حمض نووي ريبوزي رسول» (mRNA) قصيرُ الأجل يشتمل على تسلسلٍ من القواعد المُتكامِلة مع الحمض النووي الأصلي. وهذا الحمض النووي الريبوزي الرسول ينقل المعلوماتِ الجينيةَ إلى سيتوبلازم الخلية حيث تلتقي آليةٌ دائمة من الآليات الخلوية تُسمى «الريبوسوم» (rRNA). تتمثل وظيفة الريبوسوم في أخذ الرسالة الواردة في الحمض النووي الريبوزي الرسول وترجمتها إلى سلسلةِ بروتين مكوَّنةٍ من الأحماض الأمينية بالترتيب الصحيح تمامًا. وتتمتَّع الريبوسومات بالقدرة على تجميع البروتينات لأن نوعًا آخَر من الحمض النووي الريبوزي، وهو الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA)، يختار الأحماض الأمينية الصحيحة ويحملها إلى الريبوسوم ويُسلمها إليه. «يقرأ» الريبوسوم شفرة الحمض النووي الريبوزي الرسول

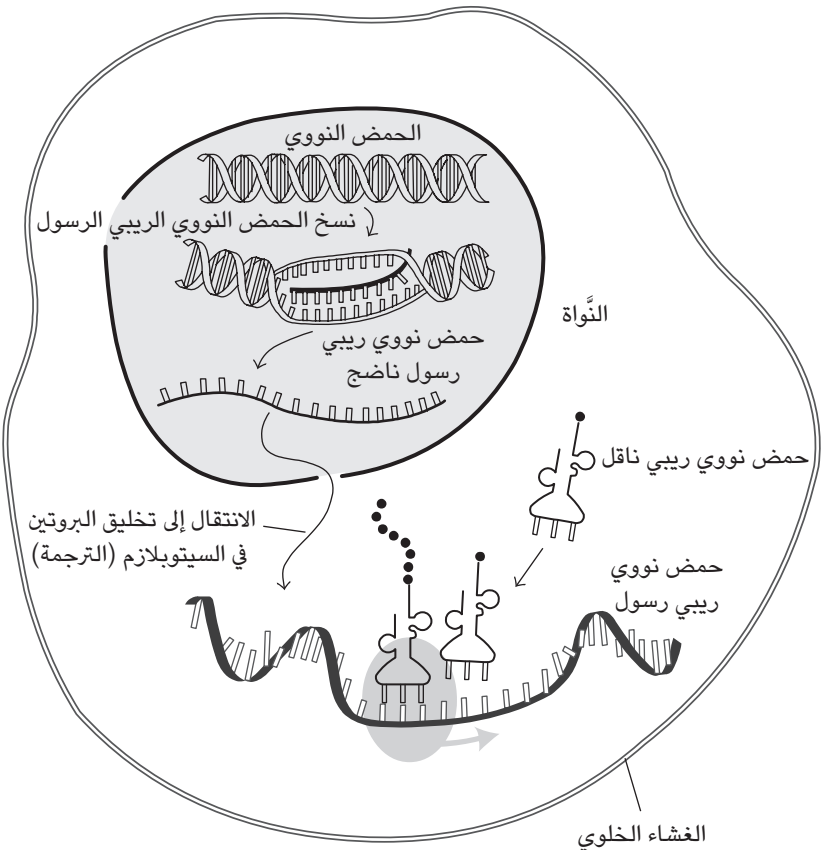
من بدايتها إلى نهايتها، مطابقًا تسلسُلَه من الأحرف A وU وG وC مع الأنواع المناسبة لها من الأحماض الأمينية (الشكل ٦-٦). يرتبط كلُّ حمض أميني مع الحمض الأميني التالي له برابطةٍ كيميائية؛ فتخرج من الريبوسوم سلسلةٌ طويلة من البروتينات جاهزة لأداء وظيفتها كإنزيم، أو هرمون، أو تُكوِّن خليةً جديدة.

كان علماء الوراثة يعرفون بالفعل أنَّ القدرة على تشفير البروتينات لا تُوجَد لدى جميع أجزاء الحمض النووي. فلا بدَّ من اشتراك بعض التسلسلات في التحكُّم في مكانِ تشكيل الحمض النووي الريبوزي الرسول وزمانه، والتحكُّم أيضًا في مقدارِ البروتين الناتج. بحلول أوائل خمسينيَّات القرن العشرين، تمكَّنَت عالمةُ الوراثة الأمريكية باربرا مكلينتوك من تقديم نتيجةِ أبحاثها لعقودٍ على الذُّرَة، التي كشَفَت عن مجموعةٍ رائعة من الجينات «التنظيمية».

بالرغم من ذلك، فقد أُهمِلَت اكتشافاتها مع الأسف، وأحد أسباب ذلك أن أفكارها بدَت صعبةَ التصديق. استلزم الأمرُ عملَ جاك مونود، وفرانسوا جاكوب، وزملائهما في باريس خلال أواخر خمسينيَّات القرن العشرين للكشفِ عن شيءٍ من التعقيد المذهل للتنظيم الجيني.

كانوا يدرسون كيف أنَّ البكتيريا الإشريكية القولونية تطوَّرَت لإنتاج الإنزيم الضروري لهضم سكَّر اللاكتوز في حالةِ وجود السكَّر بالفعل فحسب. وبهذا توصَّل علماءُ الأحياء الفرنسيون إلى فكرة «المَشغل». فقد أدركوا أنه لا بدَّ من وجود العديد من الجينات التنظيمية التي تقع مباشرةً قبل — أو «في اتجاه» — الجينات التي تُشفِّر إنزيمَ هضم اللاكتوز بالفعل. افترضوا، على نحوٍ صحيح، أنَّ أحدَ هذه الجينات يُشفِّر بروتينًا «مُثبطًا» يَحول فِعليًّا دون وصولِ «آلية النسخ» إلى الجينات المسئولة عن تشفير الإنزيم ما لم يكن اللاكتوز موجودًا بالفعل. نتيجةً لذلك، لا يمكن للحمض النووي الريبوزي الرسول أن يتشكَّل. وسرعان ما أصبح الْمَشغل مفهومًا أساسيًّا في علم الوراثة. إنَّ تَشكُّل الكائنات الحية المعقَّدة قد أصبح ممكنًا بفضل تطوُّر الجينات «التنظيمية» التي تتحكَّم في نشاط الجينات «التركيبية». وعلى الرغم من أنه اتضَح فيما بعدُ أنَّ علم الوراثة الحيواني أكثرُ تعقيدًا بكثيرٍ من «بدائيات النَّوَى» أحادية الخلية مثل الإشريكية القولونية، فقد تحقَّق بالفعل تقدمٌ هائل في المفاهيم.

كانت الأدلة تتزايدُ أيضًا على وجود نوعٍ مختلف من التنظيم الجيني. ففي عام ١٩٥٨، نقل عالمُ الأحياء البريطانيُّ جون جوردون جينوم ضِفدع بالغ إلى بيضةِ ضفدع



شكل ٦-٦: تمثيلٌ مبسَّط لعملية تخليق البروتين. ينفصل شريطا الحمض النووي مدةً وجيزة، مما يسمح بتشكيل الحمض النووي الريبوزي الرسول في عمليَّةٍ تُعرَف بالنسخ. بعد ذلك يترك الحمض النووي الريبوزي الرسول النواة حيث يرتبط بريبوسوم. ويقرأ الريبوسوم كلَّ «شفرة جينية» (كودون) بالترتيب، مضيفًا الأحماضَ الأمينية المناسبة التي وصَلَت إليه عن طريق الأحماض النووية الريبوزية الناقلة، حتى يصل إلى كودون التوقُّف. وينتج عن ذلك سلسلةُ بروتين.

فارغة، وراح يُراقب نموَّ الشراغيف. ورغم ما تُمثله التجرِبة من إنجازٍ رائع، فهي لم تنجح إلا في بعض الأحيان. بدا أنَّ شيئًا ما قد حدَث لجيناتِ الضفدع البالغ جعَل من الصعب عليها استعادةَ أدائها السابق. صكَّ بلديُّ جوردون، كونراد وادينجتون، مصطلحَ

«علم التَّخَلُّق»، الذي يعني «عِلم ما فوق الجينات»، للإشارة إلى العوامل التي قد تؤثِّر على التعبير الجيني دون تغيير الشفرة نفسِها. في عام ١٩٦١، أثبتَت تلميذتُه ماري ليون وجودَ هذه الظاهرة. فعن طريق تعريض كروموسومات فأرةٍ أنثى لأصباغٍ فلورية، أظهرَت ليون أنَّ أحدَ كروموسومَيها X، يبدو مختلفًا تمامًا عن الآخَر. كان الكروموسوم المختلفُ صغيرًا ومكثَّفًا ومن المحتمل أنه قد عُطِّل لمنعِ التعبير المزدوِج لجينات الكروموسوم X. كان هذا مثالًا واضحًا على التغيُّر ما فوق الجيني. وتبيَّن فيما بعدُ أنَّ إضافة جزيئاتٍ صغيرة تُعرَف باسم مجموعات الميثيل تعمل على تعطيل الكروموسوم X.

كان الاكتشاف المهمُّ التالي هو فَهْمَ الجانب الرئيسي في كيفيةِ تشفير الحمض النووي للبروتينات. وسرعان ما أدرك جاموف أنَّ الأمر سيبدو أكثرَ منطقيةً إذا كان كلُّ حمضٍ أميني يتوافق مع ثلاثِ قواعدَ متتالية، على سبيل المثال ACT أو CCC أو GCT. ذلك أنَّه لا يمكن لتسلسلٍ من الحمض النووي لا يتضمَّن سوى حرفَين تشفير الأحماض الأمينية العشرين بالكامل، بينما يسمح تسلسلٌ من ثلاثةِ أحرف أن يُسفِر عن مجموعةٍ كبيرة من ٦٤ حمضًا أمينيًّا. سُمِّيَت هذه المجموعات المكوَّنة من ثلاث قواعد للحمض النووي «كودونات». وبحلول عام ١٩٦٦، أدَّت براعةٌ استثنائية إلى تحديد الكودونات الخاصة بكلِّ حمض من الأحماض الأمينية. وفي أثناء ذلك، عرَف الباحثون أنَّ معظم الأحماض الأمينية تُشفَّر باثنين من الكودونات المختلفة أو أكثر، مع ظهور القاعدة المتغيرة دائمًا ثالثةً في التسلسُل. علاوةً على ذلك، وجَدوا أيضًا أنَّ الكودونات تلعب دورًا مَركزيًّا في التنظيم الجيني؛ فالتسلسلات الثلاثية الأحرف، مثل التسلسل UAG في العاثيات، تعمل بمثابةِ إشارات «التوقف»؛ إذ تُخبر آليةُ النَّسخ بحين توقُّفها عن نسخ أحدِ أجزاء الحمض النووي.

الجزيئات والطب والعقل

من المختبرات الجيدةِ التجهيزات التي تأسَّسَت في حقبةِ ما بعد الحرب جاءت أيضًا سلسلةٌ من الاكتشافات في علم الوراثة الطبي. ومن هذه الاكتشافات العظيمة تحديد طبيعة اضطراب فقر الدم المنجلي. يحدث هذا الاضطرابُ عندما تحتوي خلايا الدم الحمراء، التي تحمل الأكسجين في أنحاء الجسم، على نوعٍ غير معتادٍ من الهيموجلوبين يؤدي إلى انثناء الخلايا في شكلٍ يُشبه المنجل. لا تتمكَّن الخلايا حينئذٍ من الحركة بسلاسةٍ عبر الأوعية

الدموية؛ ومِن ثَمَّ تتسبَّب في انسداداتٍ خطيرة. وفي عام ١٩٤٩، اكتشف عالمُ الوراثة الأمريكيُّ جيمس في نيل، أنَّ مَرض فقر الدم المنجليِّ ينتج عن توارُث جينَين متنحِّيَين. وفي العام نفسِه، وجد الكيميائي لينوس بولينج أنَّ الهيموجلوبين السليم يختلف على مستوى التركيبِ الجزيئي عن الهيموجلوبين الموجود لدى مَن يُعانون من فقر الدم المنجلي. وفي ورقةٍ كلاسيكية صدَرَت عام ١٩٥٦، شرح فيرنون إنجرام الباحث في جامعة كامبريدج كيف أنه قسَّم نوع الهيموجلوبين المعتاد والنوع غير المعتاد منه إلى عدةِ قِطَع، ووجد باستخدام عديدٍ من التقنيات المختبرية أنَّ السبب في اختلاف هيموجلوبين الخلايا المنجلية يعود إلى استبدال حمض أمينيٍّ واحد فقط. وبناءً على هذا، تأكَّد وجودُ رابطٍ ما بين حدوث طفرة واحدة أدَّت إلى هذا التباين في البروتين.

أسهَم علماء الخلايا باكتشافاتهم المهمَّة أيضًا. فعلى مدار مدةٍ طويلة، وجد الباحثون صعوبةً في معرفة الكثير عن الكروموسومات البشرية؛ لأنها كانت تُظهِر تحت مَجاهرهم كُتلًا مبهَمة الشكل صغيرة الحجم. غير أنهم اكتشَفوا، في منتصف الخمسينيَّات من القرن العشرين، أنَّ إضافة محلولٍ مِلحيٍّ منخفض التركيز يجعلها تنتفخ وتنفصل، واكتشفوا أيضًا أنَّ الكولشيسين، وهو مادةٌ كيميائية مشتقَّة من زعفران الخريف، يُجمدها في عملية انقسام الخلايا. وأخيرًا، تمكَّن علماء الأحياء من الاتفاق على أنَّ الخلايا البشرية تحتوي في المعتاد على ٢٣ زوجًا من الكروموسومات. وتمكَّنوا أيضًا حينَها من اكتشافٍ عن أن متلازمة داون تنتج عن وجودِ نسخةٍ إضافية من الكروموسوم ٢١، وأنَّ الذكور المصابين بمتلازمة كلاينفلتر يولَدون بكروموسوم X إضافي، وأنَّ متلازمة تيرنر تنشأ عند غيابِ أحد الكروموسومَين X لدى الإناث.

خيَّمَت غمامةُ النازية على أيِّ تقدم علميٍّ يتعلق بالتكاثر البشري. وبحلول عام ١٩٥٧، عندما أنشأ الطبيبُ الأمريكي فيكتور ماكوسيك عيادةً لعلم الوراثة الطبي في مستشفى جونز هوبكنز، تعلَّم علماءُ الأحياء ما يكفي لتقديم التشخيصات الجينية لبعض الاضطرابات الوراثية والكروموسومية على الأقل وتقديم المشورة بشأنها. أصبح بإمكان الوالدين اللذَين وُلد لهما طفلٌ مصاب بمرضٍ وراثي معرفةُ احتمالات أن يُولَد لهما أطفالٌ آخَرون مصابون بالمرض نفسِه. وبِناءً على هذا، كانا يستطيعان اتخاذَ القرار بشأنِ ما إذا كانا سيُخاطران بإنجابِ طفلٍ آخَر أم لا. أكان هذا تحسينًا للنسل تحت اسمٍ جديد؟ قدَّمَت الجهات المانحة الخاصة التي لم تزل تدعم تحسينَ النسل التمويلَ الأساسي للعيادات، وكان بعضُ علماء الوراثة الطبية يرَون أنهم يُساعدون في تحسين «المجموع الجيني».

بالرغم من ذلك، أصرَّ معظم استشاريِّي الوراثة على أنَّ علم الوراثة الطبية يرتكز على المعرفة العِلمية الدقيقة، وأنَّ قرارات الوالدين طوعية، وأنَّ الهدف الرئيسيَّ هو تخفيفُ معاناة الأفراد. غير أنَّ هاجس تحسين النسل القديم ظل قائمًا.

إضافةً إلى ما سبق، كان العديدُ من علماء الأحياء يُراعون الانتقادات المتعلقة بالنخبوية والعرقية الفجَّة التي استندَت إليها حركاتُ تحسين النسل السابقة. ونتيجةً لذلك، أصبحَت أساليبُ علماء القياس النفسي أكثرَ تطورًا. وكان ظهورُ دراسات التوائم الحديثة قد قدَّم بالفعل وسيلةً قوية لمحاولةِ الفصل بين دور الطبيعة ودور التنشئة. انبثقَت دراساتُ التوائم في العشرينيَّات من القرن العشرين بعد أن أدرك العلماءُ وجود نوعين من التوائم: التوائم الأحادية اللاقحة (MZ) التي تنشأ من انقسام بويضة مخصَّبة واحدة؛ ومِن ثَم تكون متطابقةً جينيًّا تمامًا، والتوائم الثنائية اللاقحة (DZ) التي تنمو من إخصاب بُويضتَين منفصلتين، ومن ثَم تتشارك في ٥٠ في المائة فقط من جيناتها. حاجَج الباحثون بأنَّ الاختلاف بين التوائم الأحادية اللاقحة والتوائم الثنائية اللاقحة يوفِّر طريقةً طبيعية للتغلُّب على الاعتراض القائل بأن التشابُه بين التوائم ربما يرجع للتنشئة المشتركة بقدرِ ما يرجع إلى الجينات المشتركة. تستند هذه الطريقةُ إلى افتراض أنَّ التوائم الأحادية اللاقحة والتوائم الثنائية اللاقحة قد تلَقَّوا تنشئتهم في بيئاتٍ متشابهة تمامًا. وبناءً على هذا، إذا تبيَّن أنَّ التوائم الأحاديةَ اللاقحة أكثرُ تشابهًا في إحدى السمات من التوائم الثنائية اللاقحة، فيمكن لعلماء النفس الزعمُ بأن الوراثة لها دورُها في ذلك. وعلى العكس من ذلك، إذا كانت درجة التباين واحدة لدى كلٍّ من التوائم الأحادية اللاقحة والتوائم الثنائية اللاقحة، فليس ثَمة سببٌ للاعتقاد بأن الجينات قد لعبَت دورًا رئيسيًّا. ولتحييد آثارِ التنشئة المشتركة بدرجةٍ أكبر، تضمَّنَت بعضُ دراسات التوائم المقارنة بين توائم يتَلقَّون التنشئة ذاتَها وتوائم يتلقَّون تنشئة مختلفة تمامًا؛ نظرًا إلى تباعُدهم في الطفولة. وبالجمع بين دراسات التوائم والتقنيات الإحصائية الحديثةِ الظهور، ادَّعى علماءُ النفس قدرتَهم على تقدير الدرجة التي يمكن أن نَعزوَ إليها الاختلافَ بين الأشخاص في سماتٍ مثل الذكاء إلى امتلاكهم لهباتٍ وراثية مختلفة.

بالرغم من ذلك، لم تتَّسم نتائجُ الدراسات التي أُجريَت على التوائم بالموثوقية المؤكدة. صحيحٌ أنها قدَّمَت دليلًا جيدًا على أنَّ الأمراض العقلية مثل الفصام تنطوي على عنصرٍ وراثي مهم، لكن التأكيد على قابليةِ توريث سِمةٍ كالذكاء قد أثارَت الجدَل. ففي بريطانيا، ظل عالم النفس التربويُّ سيريل بيرت يُحاجج في المدَّة من أربعينيَّات إلى ستينيَّات القرن

العشرين على أن «القدرات العقلية» «متوارَثة» إلى حدٍّ كبير. وقد استمدَّ بياناته من دراسة عشرات التوائم المتطابقة الذين نشَئوا في منازلَ مختلفة، وكانت معدلاتُ ذكائهم على الرغم من ذلك متشابهةً للغاية. بالرغم من ذلك، فبعد وقتٍ قصير من وفاة بيرت، ظهرَت أدلةٌ تشير إلى احتمالية أنه ربما اختلَق نتائجه. ما من إجماع بشأنِ ما إذا كان بيرت قد تورَّط في احتيالٍ عِلمي أم لا، لكن العديد من علماء النفس طعَنوا في افتراضه القائل بأن الذكاء سِمةٌ تتحدَّد وفقًا للوراثة إلى حدٍّ كبير. فقد أوضحوا أنَّ التوائم المتماثلة التي انفصلَت عند الطفولة عادةً ما كانوا يُعيَّنون إلى أُسَرٍ متماثلة؛ مما يعني أنَّ تنشئتَهم لا تجري في بيئاتٍ متمايزة على الإطلاق. إضافةً إلى ذلك، أشارت دراساتٌ كتلك التي أجراها كينيث ومامي كلارك وروبرت روزنتال في أمريكا إلى أنَّ الأفراد أو المجموعات عندما يشعرون بأنهم أقلُّ ذكاءً، فإنهم يؤدُّون أداءً سيئًا نسبيًّا في الاختبارات المعيارية.

عصر الحقوق المدَنية وإنهاء الاستعمار

إنَّ ما حدَث بعد الحرب من فضحٍ للفظائع النازية لم يقهر الأوهامَ الأيديولوجية بشأن الاختلافات الفِطرية. ففي جنوب أفريقيا، زادت حدَّة التوجُّهات العنصرية والممارسات؛ إذ عمِلَت العقول المدبِّرة لنظام الفصل العُنصري بتصميمٍ منهجيٍّ للحفاظ على سيادة الأقلِّية البيضاء. وفي أمريكا، أسهَمَت التوجُّهات العنصرية في استبعاد معظم السُّود من الوظائف الجيدةِ الأجور والرهون العقارية والقروض، فوجَد العديدُ من الأمريكيِّين السُّودِ أنفسَهم مهجورين في المدن الداخلية ذاتِ الأحوال المتدهورة؛ نتيجةً لانتقال الصناعة إلى الضواحي أو خارج البلاد. فمتى ما شعَر السكَّانُ البيض أنَّ مكانتهم أو هُويَّتَهم تتعرَّض للتهديد لجَئوا للصور النمَطية العنصرية. ولهذا عندما هاجر الهنودُ الغربيُّون إلى بريطانيا بعد الحرب، حُرم العديدُ منهم من تأجير المساكن ولم يكن مُرحَّبًا بهم في الحانات والكنائس. علاوةً على ذلك، كان ونستون تشرشل يُفكر في اتخاذ العبارة «لتبقَ بريطانيا بيضاءَ» شعارًا لحملته الانتخابية.

بالرغم من ذلك، كانت شعبيةُ الأيديولوجيات الداعمة لدَور الوراثة تنخفض في أجزاء كثيرةٍ من العالم، أو تصبح على الأقل أقلَّ صلةً بالسياسة. فنظرًا إلى أنَّ القُوى الاستعمارية قد أضعَفَتها الحربُ العالمية الثانية ومُواجهة المعارضة الواسعةِ النطاق، فقد حاولَت الحفاظ على إمبراطورياتها بدرجةٍ ما عن طريق استمالة النخب المتعلِّمة من السكان الأصليِّين. وعلى أي حال، راحت المستعمَرة تِلْو الأخرى تنال استقلالها في الآونة

من أواخر أربعينيَّات القرن العشرين وحتى سبعينيَّاته. فاحتفل الرئيس السنغالي ليوبولد سنجور بـ «القضاء على جميع أشكال التعصُّب». وحقَّقَت حركةُ الحقوق المدنية الأمريكية سلسلةً من الانتصارات القانونية البارزة بين عامَي ١٩٥٠ و١٩٦٥، بدايةً بطلب المحكمة العُليا بإلغاء الفصل العنصريِّ في المدارس إلى منع اختبارات الإلمام بالقراءة والكتابة المصمَّمة لحِرمان السُّود من حقِّهم في الاقتراع.

إضافةً إلى ما سبق، ضعفَت التفسيرات الداعمة لدور الوراثة في عدم المساواة الاجتماعية؛ بسببِ ما حدث بعد الحرب من نموٍّ اقتصادي أدَّى إلى مرحلةٍ من الحراك الاجتماعي السريع. وفي حقبة الستينيَّات والسبعينيَّات من القرن العشرين، زادت الوظائف المكتبيَّة التي تتطلَّب معرفةً تقنية، مما دفع أربابَ العمل إلى توظيف الرجال والنساء الذين أثبَتوا قدرتَهم عبر مؤهِّلاتٍ قابلة للقياس. وشهد عددُ الأماكن في الجامعات أيضًا زيادةً كبيرة. فقد كانت حاجةُ الاقتصاد المتنامي إلى العمَّال المهَرة والمتعلمين تعني أنه يمكن استيعابُ أحفاد المهاجرين إلى أمريكا الشمالية من أيرلندا وجنوب أوروبا وشرقِها. وفي بريطانيا بعد عام ١٩٤٤، كان الأطفال من الطبقات المتوسطة والعاملة يخضعون لاختبار ذكاءٍ في عمر الحادية عشرة، وكان أصحاب الأداء الجيد منهم يتلقَّون التعليم في مدارس القواعد اللُّغوية الذي يُعِدُّهم للمِهن الإدارية. وبالرغم من احتفاظ النخب بميزةٍ كبيرة، فإنَّ المهارات المهنية والمؤهلات التعليمية كانت تَلْقى التقديرَ على حساب النسَب.

وبالمثل، حظيَت الحُجج النِّسوية بشأن المساواة الفكرية للذكور والإناث بالرَّواج. فبعد الحرب مباشرة تعزَّزَت الصورُ النمطية لأدوار الجنسَين بسبب تزوُّج النساء في عمرٍ أصغر مما كُنَّ يتزوَّجن فيه قبل الحرب، وإنجابهن عددًا أكبر من الأطفال. غير أن التوجُّهات المتعلقةَ بنساء الطبَقة الوسطى، ومنهنَّ الزوجات والأمهات اللائي يعملن خارج المنزل قد بدأَت في التغيُّر في ستينيَّات القرن العشرين، نتيجةً لحاجة الاقتصادات المزدهرة في مرحلة ما بعد الحرب إلى انضمامِ المزيد من النساء إلى صفوف القُوى العاملة. وقد أثبتَت الزيادةُ في نسبة مشاركتهن أن الإناثَ قادراتٌ تمامًا على القيام بالوظائف التي تُعَدُّ عادةً وظائفَ للذكور.

لقد شهد الثلثان الأوَّلان من القرن العشرين تقدُّمًا كبيرًا في مجال علم الوراثة، وفي إسهام علماء الأحياء الأجلَّاء في بعضٍ من أسوأ الجرائم في التاريخ ضدَّ الإنسانية. فبعد الحرب العالمية الثانية مباشرةً أصبح معظمُ علماء الوراثة حَذِرين بالفعل من التورُّط في السياسة الاجتماعية. غير أنه لم يكن ممكنًا أن يتراجعَ علم الوراثة عن أنظار الرأي العام.

علاوةً على ذلك، ظهرَت في ذلك الحين توقعاتٌ مشوقة أو راعبة (حسَب وجهةِ نظرِ كل شخص) ستنتج عن تغيير الجينومات البشرية في المستقبل. ولما كان عالم الأحياء الأمريكيُّ جوشوا ليدربيرج يُدرك العقَبات العمَلية التي تنطوي عليها هذه الفكرة، صكَّ لها في عام ١٩٦٣ المصطلح algeny، وهو مزيجٌ بين المصطلحَين الإنجليزيَّين لكلٍّ من «الخيمياء» alchemy و«علم الوراثة» genetics. وبعد عَقدٍ واحد من الزمان، أنتج علماءُ الوراثة في المختبر أولَ جُزيءِ حمضٍ نووي يحتوي على جيناتٍ من مُختلِف أنواع الكائنات الحية. ذلك أنَّ العلم له طريقته في اختصار الآفاق الزمنية المعتادة للتقدُّم البشري.

الفصل السابع

آفاق جديدة

على مدار الخمسين عامًا الماضية، ظهَرَت العديدُ من التوجُّهات التي تركَت أثرًا عميقًا على طريقة تفكيرنا في الوراثة. استمر مجالُ علم الجينات في تحقيقِ تقدمٍ مذهل تؤثرُ نتائجه في الحياة خارج المختبر بدرجةٍ أكبر من أيِّ وقتٍ مضى. لقد غيَّرَت الأبحاثُ المتعلقة بالجينات أفكارَنا عن بعض الأمراض وطرقِ علاجها، وغيَّرَت في مكونات الأطعمة التي نشتريها، وأعادت تعريفَ طريقةِ فَهمِنا لماضينا التطوري. ولم تختفِ الأيديولوجياتُ الداعمة لدور الوراثة بالطبع مع التعقيد المتزايد لمجال علم الجينات. فقد أسهَمَت الأفكار المُجَرَّدة من الصفة الإنسانية بشأن الاختلاف الإثنيِّ في عمليات الإبادة الجماعية الأخيرة وفي استمرارِ عدم المساواة العِرقية. لكننا نجد في هذا السياق أيضًا تحولًا حديثًا؛ فقد شهدَت الأنظمةُ الديمقراطية المستقرَّة تراجعًا في التعبير الصريح عن النخبوية البيولوجية، والعنصرية، وكراهية النساء. غير أنَّ استمرار هذا التوجُّه في المستقبل من عدمه لا يزال غيرَ واضح على الإطلاق.

ميلاد الحمض النووي المعاد التركيب

بحلول نهاية ستينيَّات القرن العشرين، كان مجال الأحياء الجزيئية على وشك أن يُحقق نموًّا هائلًا. اعتمدَت هذه الآونة المذهلة من التقدُّم على اكتشاف مجموعةٍ من الإنزيمات التي كان من الممكنِ إعادة توظيفها بذكاءٍ في الأبحاث الجينية. أولًا، عزل آرثر كورنبرج في عام ١٩٥٦من البكتيريا الإشريكية القولونية الإنزيمَ الذي يربط النيوكليوتيدات معًا من أجل تكوين الشريطَين المُتكامِلَين اللازمين لتضاعُف الحمض النووي. أسمى كورنبرج هذا الإنزيم بـ «إنزيم بَلْمرة الحمض النووي». وثانيًا، نقَّى العلماء في عام ١٩٦٧ إنزيمًا

يُسمَّى «إنزيم الربط» الذي يؤدي الوظيفةَ المهمة المتمثلةَ في إعادة توصيل شرائط الحمض النوويِّ التي تقطَّعَت على سبيل المثال؛ بسبب التعرُّض للأشعة فوق البنفسجية. وثالثًا، وجد الباحثون أنَّ البكتيريا طوَّرَت إنزيماتٍ دفاعيةً لتدمير الحمض النووي للفيروسات الغازيَّة. عُزِلت هذه الإنزيمات لأول مرة في عام ١٩٧٠، وعُرِفَت بـ «إنزيمات القطع»، وهي تقصُّ الحمض النووي في تسلسُلاتٍ معيَّنة من النوكليوتيدات. فعلى سبيل المثال، يقوم الإنزيم EcoR1 بالقصِّ كلما صادفَ التسلسل GAATTC والتسلسل المكمل له.

فتحَت هذه الإنزيماتُ مجالَ الحمض النووي المعاد التركيب. ففي عام ١٩٧٢، اعتمد بول بيرج وزملاؤه من جامعة ستانفورد على ابتكاراتٍ سابقة لتكوين أولِ جُزيء حمض نووي مُعادٍ تركيبُه. استخدَموا إنزيمات القص لقطع شُطَفٍ من الحمض النووي للعاثيات، واستخدموها بعد ذلك في تقطيع الكروموسوم الحلقي من فيروس SV40 الموجود لدى القِرَدة. بعد ذلك، جمَعوا بين مقطعَي الحمض النووي وترَكوا إنزيمَ الربط يخيط الحمض النووي للعاثية في كروموسوم SV40. وبهذا ابتكر مختبر بيرج أول جزيءِ حمضٍ نووي مُشتقٍّ من كائنَين مختلفَين. حُسِّنَت العملية باستخدام إنزيمٍ آخر لتكوين امتدادات — أو «نهايات لاصقة» — في شريطَي الحمض النووي عن طريق إضافة عددٍ من النيوكليوتيدات في نهايات الحمض النووي لكلٍّ من العاثية وكروموسوم SV40. وقد سهَّل هذا من ارتباطِ تتابُعَي الحمض النووي. في الوقت نفسِه تقريبًا، استفاد هربرت بوير الباحث بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو وستانلي كوهين الباحث بستانفورد من اكتشاف بلازميدات البكتريا، وهي كروموسوماتٌ إضافية صغيرة حَلْقية الشكل تتكاثر داخلَ الخلايا البكتيرية. أدرك الباحثان أنهما إذا تمكَّنا من إدخال جينٍ غريب في أحد البلازميدات، فإنَّ الآلية الخاصة بالخلية ستُنتِج ملايينَ النُّسخ. وفي عام ١٩٧٣، نجح بوير وكوهين في ذلك. فقد تمكَّنا من إدخال شُطفةٍ من الحمض النووي لشرغوفٍ في بلازميد باشرَ التكاثر في بكتيريا الإشريكية القولونية.

وبعد أن أصبح من الممكِن «وصلُ» أجزاء من الحمض النووي في العاثيات أو البلازميدات إلى جانب التسلسُلات التنظيمية المناسبة، صار من الممكن تحليلُ مُنتَجاتها البروتينية. تمثَّلت الفكرة الأساسية من هذا في معرفة المزيد عن الحمض النووي لأحد الأنواع، من خلال النظر فيما يُنتج عند إدخاله في كائنٍ حي لدينا معرفةٌ جيدةٌ نسبيًّا بحمضه النووي. زادت أهميةُ هذه الطريقة أكثرَ فأكثر عندما اكتشف العلماء إنزيماتِ قِطَعٍ جديدة تقطع الحمضَ النووي عند تسلسلاتٍ مختلفة؛ مما أتاح لهم عزْلَ تسلسلاتٍ

جديدة من الحمض النووي. إضافةً إلى ذلك، سهَّل كلٌّ من هوارد تيمين من جامعة ويسكونسن ماديسون وديفيد بالتيمور من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، من عملية استنساخ الجينات الفردية. كانا يبحثان عن إنزيم يُفسِّر قدرةَ «الفيروسات العكسية» على تحويل حمضِها النووي الريبوزي إلى الحمض النووي المزدوج الشريط، الذي يتسلَّلُ إلى جينوم المضيف. أتى بحثُهما بثِماره في عام ١٩٧٠ عندما اكتشَفا مُنفردَين إنزيمَ «النسخ العكسي». كان معنى هذا الاكتشافِ أنَّ العلماء يستطيعون استخراجَ الحمض النووي الريبوزي الرسول من الخلايا، واستخدامَ إنزيم النسخ العكسيِّ لتكوين أشرطة الحمض النووي المناظِرة، وتوليد نُسَخ من الجين في العاثيات أو البلازميد.

لا شك أنَّ الأمراض البشرية مثَّلت أهدافًا واضحةً للبحث الجيني باستخدام طرقِ إعادة التركيب. وكانت الأبحاثُ الجينية المتعلقة بالسرطان قد أحرَزَت تقدمًا كبيرًا بالفعل، ويعود ذلك جزئيًّا إلى زيادة ميزانيات البحث بعد إعلان ريتشارد نيكسون عام ١٩٧١ «الحرب على السرطان». توصَّل الباحثون إلى أنَّ السرطان قد يحدث نتيجةَ أنشطةِ عائلةٍ من الجينات، تُسمَّى الجينات الورمية، وهي تُشارك في تنظيم معدَّل انقسام الخلايا. تؤدي الطفراتُ إلى تعطيل إشارة توقُّف الخلايا عن الانقسام. اتضح أيضًا أن السرطانات تنتج عن طفراتٍ تُعطل الجينات التي تعمل «مُثبِّطات للأورام». نتجَت عن هذه الأبحاث أيضًا صورةٌ لجينوم عُرضة لهذا الضرر، لكنه مجهَّز بمِثل هذا النوع من الآليات المعقَّدة المضادة للسرطان؛ ومن ثمَّ فهو لا يتعرَّض للنمو الخلَويِّ غير المنظَّم عادةً إلا بعد عددٍ من الطفرات. لقد أتاح ظهورُ تكنولوجيا إعادة التركيب الدراسةَ المفصَّلة للعمليات الجينية.

في أوائل ثمانينيَّات القرن العشرين، نجح فيليب ليدر وتيموثي ستيوارت من جامعة هارفارد في إنتاج أول فأرة «معدَّلة الجينات» مهيَّأة للإصابة بالسرطان. فبعد استخدام طرق إعادة تركيب الحمض النووي لتثبيت جينٍ ورَمِيٍّ في أحد الفيروسات العكسية التي تُصيب الفأرة؛ استخدَما الحُقنَ المجهريةَ لإيصال جزءٍ من الفيروس إلى أجنَّة الفأرة. على الرغم من أنَّ انخفاض معدل الامتصاص شكَّل عقَبةً أمام ليدر وستيوارت، فقد وجدا أنَّ الفيروسات فعَّلتْ إنزيم النسخ العكسي في بعض الأجنَّة لإدخال حمضها النووي، بما في ذلك الجين الورَمي، في الخلايا الجنسية للفأرة. وبحلول عام ١٩٨٨، أصبح «فأر السرطان» المعروفُ باسم «أونكوماوس» متاحًا تِجاريًّا مع حمايةِ حقوق المِلْكية الفكرية، مما أتاح للعلماء دراسةَ الجينات السرطانية بسهولةٍ غير مسبوقة. وسرعان ما عرَف علماء الأحياء بعد ذلك كيفيةَ إدخال الجينات في الخلايا الجذعية الجنينية للفئران. هذه الخلايا

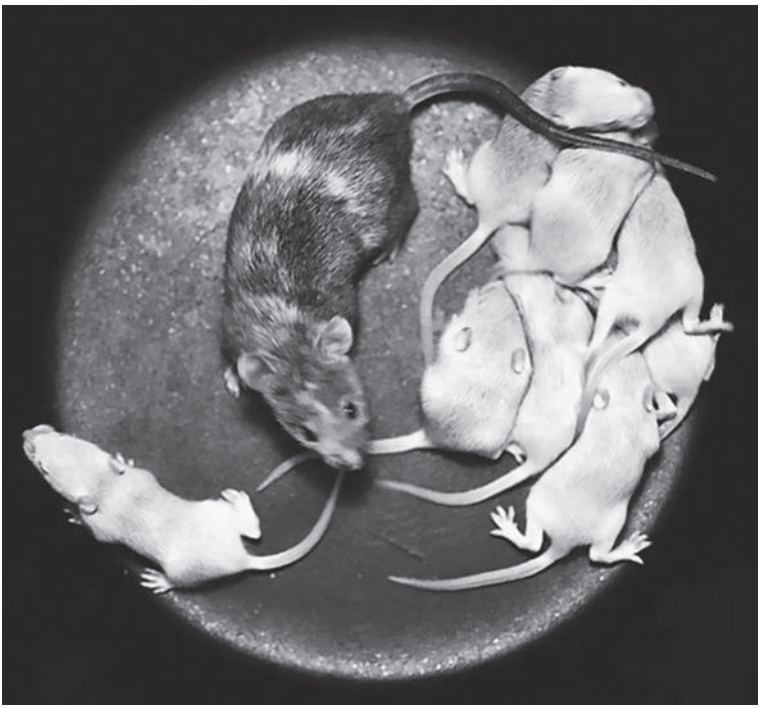
هي القادرة على إنتاج أيِّ جزءٍ من أجزاء الجسم (باستثناء المشيمة)؛ لأنها لم تتلقَّ بعد الإشارات التي تفيد بتطوُّرها إلى أنواع محدَّدة من خلايا الجسم. يستخرج علماء الأحياء الخلايا الجذعية الجنينية ويعرضونها لأطوال مصمَّمةٍ خصوصًا من الحمض النووي، تحتوي على جينات مُعَدَّلة. وبمعدَّلِ واحدٍ في الألف تقريبًا، يخضع الجين الأجنبي والجين الأصلي لنوع التعابُر الكروموسومي الذي درَسه مورجان قديمًا في أوائل القرن العشرين. بعد ذلك، يحقن علماءُ الأحياء الخلايا الجذعية الجنينية المعاد تركيبها في أجنَّة الفئران كي يتطورَ بعضُها إلى خلايا جنسيةٍ تحمل الطفرة. يمكنهم بهذه الطريقة إنتاجُ فئران «معطلة الجين»، تحمل نسخةً صامتة من أحد الجينات؛ مما يُمكِّنهم من إلقاء الضوء على كيفية عمل الجين الطبيعي. يمكنهم أيضًا إنتاجُ فئران «معدَّلة جينيًّا» أُضيف إلى حمضها النووي تسلسلاتٌ وظيفية جديدة.

إنَّ الأبحاث الجديدة في علم الجينات تعتمد بشكلٍ كبير على تطويرِ مثل هذه النماذج الحيوانية المعادِ تركيبُ أحماضها النووية (الشكل ٧-١). فيمكن للمختبَرات تصميمُ أو شراء كائنات حيَّة مُبرمَجة لتكون نماذجَ لأمراض الصرع، وألزهايمر، والسرطانات، والسِّمنة، وأمراض القلب، ومرض باركنسون، واضطرابات القلق، والعديد من الحالات الأخرى. وبرغم الاختلافات الكبيرة بين كيفية عمل الجينات في الفئران وفي البشر، فأوجُه التشابُه بين البشر وهذه النماذج الحيوانية كافيةٌ لأن يتعلمَ منها علماءُ الأحياء قدرًا هائلًا عن التعبير الجينيِّ والمسارات الخلوية التي يكون لها دورٌ في ظهور مجموعةٍ واسعة من الأمراض.

اصطياد الجينات

أتاحت إنزيماتُ القطع إمكانيةً مثيرة أخرى، وهي تتبُّع الجينات الفردية إلى مواقعها على الكروموسومات. لطالما كان هذا الأمرُ مهمةً صعبة إذ ينطوي على تحديد موقعٍ واحد بين أزواج قواعد الجينوم البشري البالغِ عددُها ثلاثةَ مليارات زوج. غير أنه صار ممكنًا بعد اكتشاف العلماء في أواخر سبعينيَّات القرن العشرين أنَّ إنزيمات القطع لا تقصُّ كروموسومات جميع الأفراد بالطريقة نفسِها. هذا لأننا جميعًا قد وَرِثنا «طفرات قاعدية»، مثل تغيير القاعدة G إلى A، التي تؤدِّي أحيانًا إلى إضافة تسلسلات النوكليوتيدات التي تقطع عندها إنزيمات قطع معيَّنة الحمض النووي، أو إزالة هذه التسلسلات. ينتج عن

هذا أنَّ إنزيمات التقييد تقطع جينوم كلِّ شخصٍ إلى أجزاء بأطوالٍ مختلفة. تُسمَّى هذه الاختلافات «تعدُّد أشكال طول الجزء المقيَّد» أو RFLPs.



شكل ٧-١: فئران مُعطَّلة الجين. يتَّضح في هذه الصورة والدٌ بُنيُّ اللون مع نسلِه الفاتح اللون. عُدِّلَت بعضُ الخلايا الجذعية للوالد لإسكات جين ما. وقد اقترن هذا التعديل بإضافةِ جينٍ لِلَون الفرو الفاتح حتى يتمكَّن الباحثون من معرفة النسل الذي وَرِثَ الجين المعدَّل.

يمكن تصوير تلك المجموعة المعينة من تعددِ أشكال طول الجزء المقيد لدى شخصٍ ما عن طريق لطخة، وهي تقنيةٌ طوَّرَها إدوارد ساوثرن في جامعة إدنبرة عام ١٩٧٥. في هذه الطريقة تُستخدَم إنزيمات التقييد على أطوالٍ من الحمض النووي وتُفصَل مجموعة تعدُّد أشكال طول الجزء المقيد عبر مادةٍ هُلامية وَفْقًا لحجمها باستخدام تيَّارٍ كهربائي. بعد ذلك يمتصُّ الشريطان غشاءً من النايلون يثبتهما في مكانهما. وتُمرَّر عبر السطح «المجسات»

المشعَّة التي تضمُّ تسلسلاتٍ قصيرةً من الحمض النووي المعروف وقوعها في صورٍ محددة من تعدد أشكال طول الجزء المقيَّد. إذا وجدَت هذه المجساتُ تسلسلاتٍ قاعديةً مُتكامِلة ترتبط معها (وهو ما يُسمى «التهجين»)، فستظهر في فيلم الأشعة السينية. وبهذه الطريقة، يمكن التعرفُ على وجود صورٍ محدَّدة من تعددِ أشكال طول الجزء المقيَّد.

في عام ١٩٨٠، أدرك عالمُ الأحياء ديفيد بوتستين وزملاؤه أنه إذا وُجِد جينٌ مسبِّب لأحد الأمراض على جزءٍ من الجينوم بالقرب من صورةٍ محددة من تعدد أشكال طول الجزء المقيَّد، فسيورَث الاثنان معًا في المعتاد. وفي مِثل هذه الحالة، فإن تحديد موقع الصورة المحددة من تعدُّد أشكال طول الجزء المقيَّد سيكشف أيضًا عن الموقع التقريبي للجين المسبِّب للمرض. وانطلاقًا من هذه الملاحظة، بدأ عالِما الوراثة الأمريكيَّان نانسي ويكسلر وجيم جوزيلا في عام ١٩٨١ محاولةَ معرفة ما إذا كانت تُوجَد أيُّ صور معروفة من تعدُّد أشكال طول الجزء المقيد تتوافق مع مرضِ هنتنجتون، وهي حالةٌ مندلية سائدة تؤدي إلى اضطراباتٍ حرَكية، واضطرابات نفسية، ثم الموت في نهاية المطاف. اتجهَت ويكسلر إلى مجتمعٍ فنزويلي ريفيٍّ يُعاني معاناةً مأساوية من عبء المرض، ورجَعَت من هناك بمئاتٍ من عينات الدم.

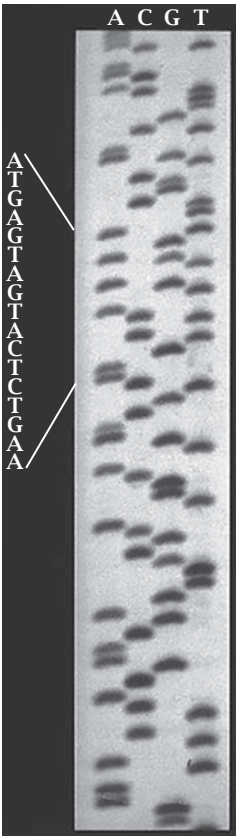
وفي بوسطن، قطَّع جوزيلا الحمض النووي بإنزيمات التقييد، ثم استخدم الكثيرَ من مجسَّات الحمض النووي المشعَّة على مجموعةٍ من صورِ تعدُّد أشكال طول الجزء المقيد. كانا يأمُلان في تهجين المجسِّ بجينومات مرضى هنتنجتون، دون جينومات مَن أسعدهم الحظُّ بالنجاة من البلاء. وقد وجد جوزيلا أنَّ أحد المجسَّات تمكَّن من ذلك بالفعل؛ كان ذلك هو المجس G8 الذي لم يُضِئ على صورة الأشعة السينية إلا في وجود الحمض النووي للمصابين بمرض هنتنجتون. بدا جَليًّا أنَّ المجس G8 يحتوي على تسلسلٍ كان مُكمِّلًا لامتداد الحمض النووي الذي يحتوي هو أيضًا على جين مرض هنتنجتون. ومن أجل معرفةِ الكروموسوم الذي يقع عليه الجين، استخدم ويكسلر وجوزيلا بعد ذلك تقنيةً جديدة تُسمى «التهجين الموضعي». استُخدم مجس G8 على مجموعةٍ من الكروموسومات فُصِلت أشرطتُها كيميائيًّا. وجد ويكسلر وجوزيلا أنه هُجِّن في أعلى الذراع القصيرة للكروموسوم ٤. وبهذا تمكَّنَا من تحديد الموقع التقريبيِّ لجين مرض هنتنجتون.

بحلول منتصف ثمانينيَّات القرن العشرين، تمكَّن علماء الأحياء أيضًا من استخدام عمليةٍ تُسمى «سير الكروموسوم» لتحديد مواقع الجينات بدقةٍ أكبر. تنطوي هذه العمليةُ على البدء من أحدِ مؤشِّرات تعدُّد أشكال طول الجزء المقيَّد، ثم الانتقال ببطءٍ على طول

شريط الحمض النووي واستنساخ أجزاءٍ صغيرة من الحمض النووي تباعًا؛ لتحديد الجينات التي قد تكون مسئولةً عن تشفير سِمات معيَّنة. باستخدام هذه التقنية، صار لدى عالم الوراثة البريطانيِّ بيتر جودفيلو في عام ١٩٨٩ سببٌ وجيه للاعتقاد بأن أحَد جينات الكروموسوم Y وهو الجين (SRY) مسئول عن تحفيز نموِّ الخُصيتَين لدى الذكور. وقد أكَّد هذه الحالةَ بأن أوضح أنَّ النساء المصابات بمتلازمةِ سوير مِمَّن يَبْدون إناثًا من الناحية البيولوجية، لكن يحملنَ الكروموسوم الجنسي الذكري، يتَّسمن بطفرةٍ في هذا الجين تحديدًا. وفي هذه المرحلة أيضًا، تعرَّف العلماء على عددٍ من الجينات المهمة الأخرى. فعلى سبيل المثال، استطاع لابتشي تسوي وجاك ريوردان في تورنتو وفرانسيس كولينز من جامعة ميشيجان العثورَ معًا في عام ١٩٨٩ على موضع جين التليُّف الكيسي، حيث يؤدي حذفُ ثلاثة أزواج من القواعد إلى ظهور بروتين مَعيب يتسبَّب في تراكُماتٍ خطيرة من الملح في العرق، وسوائل الجهاز الهضمي، والمخاط.

تحديد تسلسل الجينات البشرية

لقد اعتمد التقدُّم في تحديد الجينات المسبِّبة للأمراض على تطورٍ مُوازٍ، وهو قدرة علماء الوراثة على التوصل للتسلسل الفعلي للأحرف A، وT، وC، وG التي تُشكِّل فُرادى الجينات. ففي أواخر سبعينيَّات القرن العشرين، ابتكر كلٌّ من والتر جيلبرت وألان ماكسام في هارفارد، وفريدريك سانجر في كامبريدج طرقًا مختلفةً للقيام بذلك (الشكل ٧-٢). وقد أظهر «تسلسل» الحمض النووي بعضَ الأشياء المدهشة بشأن جينومات «حقيقيات النُّوِي» مثل البشر. من هذه الأمور على سبيل المثال، أنَّ جيناتنا لا تتراصُّ عادةً في مقاطعَ مُنظَّمة ومحددة من الجينوم كما قد يتوقَّع المرء. فعلى خلاف ذلك، قد ينقسم الجينُ الواحد إلى عدة قطعٍ تفصل فيما بينها امتداداتٌ طويلةٌ من القواعد غيرِ المُشفِّرة. أطلق جيلبرت عام ١٩٧٧ على هذه المناطق غير المُشفِّرة اسمَ «الإنترونات» وعلى أجزاء التشفير «الإكسونات». إنَّ مقاطعة الإنترونات لتسلسل التشفير تعني أن ما يقوم به جهاز النَّسخ لا يقتصر إطلاقًا على نسخِ شفرةٍ متواصلة بين كودونات «البدء» و«التوقف». ففورَ أن ينسخ «الحمض النووي الريبوزي الرسول الأولي»، الإنترونات والإكسونات المرتبطةَ بالجين، ينبغي على البِنَى الخَلوية التي تُسمى «جسيمات التضفير» أن تتحركَ لقصِّ الإنترونات وربطِ الإكسونات معًا، مُكوِّنةً بذلك جزيئًا فعالًا.



شكل ٧-٢: قراءة شفرة الحمض النووي باستخدام الطريقة التي ابتكَرها فريد سانجر. تتضمَّن هذه الطريقةُ التدخُّل في التكوين الطبيعي للحمض النوويِّ التكاملي بحيث تنتهي الشرائطُ الجديدة عند قواعدَ مختلفةٍ على تسلسل الحمض النووي الأصلي. يمكن بعد ذلك وضعُها على مادةٍ هُلامية يمرُّ عبرها تيارٌ كهربائي لفصل الشرائط حسب الحجم. ومن خلال ترتيب الشرائط حسب الحجم، يظهر التسلسل الكامل.

تبلورَت فكرةُ تسلسل الجينوم البشري بأكمله في اجتماع في كولد سبرينج هاربور في صيف عام ١٩٨٦. كانت التطورات التقنية تَزيد من قابليةِ المشروع للتنفيذ أكثرَ فأكثر. وفي أواخر ثمانينيَّات القرن العشرين، ابتكر كاري موليس، عالمُ الكيمياء الحيوية

في شركة سيتس للتكنولوجيا الحيوية بكاليفورنيا، وسيلةً جديدة للإنتاج السريع لأعدادٍ كبيرة من نُسَخٍ منفردة لتسلسلات الحمض النووي. عُرِفَت هذه التقنية باسم تفاعل البَلمرة المتسلسل (PCR). ينطوي هذا التفاعلُ على فصل شريطَي الحمض النووي بدرجاتِ حرارة عالية في وجود إنزيم بلمرة الحمض النووي المقاوِم للحرارة. يُشكل الحمض النووي بعد ذلك شريطَين مُتكامِلَين. ومع التَّكرار عشرات المرات، فإنَّ عملية التسخين متبوعةً بالتبريد تُمكِّن إنزيمَ البلمرة من «مضاعفة» جزء الحمض النووي الأصلي إلى الآلاف أو الملايين من النُّسَخ المتطابقة اللازمة للتحليل الجيني. عِلاوةً على ذلك، فقد أصبحَت قراءة الشفرة الجينية أسرع وأقلَّ تكلفةً في عام ١٩٨٥ عندما تمكَّنَت شركة «أبلايد بايوسيستمز» الموجودةُ في كاليفورنيا من أتمتة طريقة سانجر لتحديد التسلسل. وبناءً على هذا، صار مُمكنًا حينذاك التغلبُ على تحدياتِ مشروع الجينوم البشري بغضِّ النظر عن الثغرات الميكانيكية.

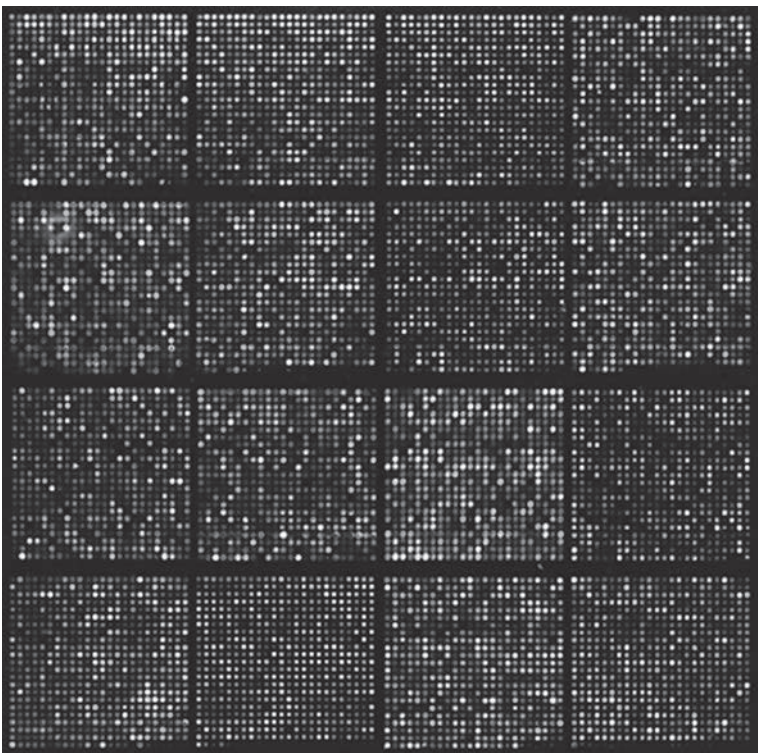
في عام ١٩٩٠، وتحت قيادة واتسون ومن بعده فرانسيس كولينز، بدأَت مجموعاتٌ في الولايات المتحدة الأمريكية، وبريطانيا، وفرنسا، وألمانيا، واليابان في جهدٍ جماعي لتحديد تسلسل الجينوم البشري. وقد واجَهوا تحدِّيًا تقنيًّا هائلًا، ثم أصبح قاسيًا أيضًا عندما أعلن كريج فنتر، عالمُ الأحياء ورجل الأعمال البارع، عن نيَّته في إحراز السَّبق على هذا المشروع المموَّل من القطاع العام. وفَّرَت شركة فينتر، «سيليرا»، الاستثمار المالي الضخم اللازم لإقامة منشأةٍ كبيرة في ولاية ماريلاند مجهَّزةٍ بثَلاثِمائة آلةٍ من آلات تحديد التسلسل؛ فقد توقَّع المستثمرون جنْيَ الأرباح من براءات الاختراع في تحديد التسلسلات ذاتِ الصِّلة بالحقل الطبي.

في هذه المناسبة، وقف كولينز وفينتر متجاورَين بجانب الرئيس بيل كلينتون في السادس والعشرين من يونيو عام ٢٠٠٠؛ للإعلان عن اكتمال «أوَّل مسح» للجينوم البشري. غير أنهما لم يُحددا في الواقع سوى ٩٠ في المائة فقط من تسلسلِ الحمض النووي الغنيِّ بالجينات، وهو ما لم يكن بعيدًا عن خُطة العمل الموعودة على أي حال. وباستخدام الأساليب التي طوَّرها فريق كولينز، تم تحديدُ تسلسل ٩٩ في المائة من المناطق الغنيَّة بالجينات في الحمض النووي البشري بحلول عام ٢٠٠٤.

كان المشروع العامُّ أيضًا قد تقدَّم بسرعة كافيةٍ لضمان إتاحةِ شفرة الجينوم البشريِّ مجانًا على الإنترنت.

ظهور المصفوفات الجينية الدقيقة

على الرغم من أن مشروع الجينوم البشري قد وفَّر تسلسلًا مرجعيًّا حيويًّا لتحديد مناطقِ تشفير الجينوم، فهو لم يُقدِّم سوى رؤيةٍ محدودة عما يفعله كلُّ جين بالفعل. وخلال منتصَف تسعينيَّات القرن العشرين، أدَّى ظهورُ المصفوفات الدقيقة للحمض النووي إلى زيادةٍ كبيرة في الكفاءة التي يمكن بها لعلماء الأحياء معرفةُ أيُّ الجينات يرتبط بوظائفَ بعينها. المصفوفة الدقيقة هي قطعةٌ صغيرة من الزجاج، أو البلاستيك، أو السيليكون يُرفَق بها الآلاف من مجسات الحمض النووي المنفصلة، التي تكون تسلسلاتها ومواقع كروموسوماتها معروفة بالفعل (الشكل ٧-٣).



شكل ٧-٣: مصفوفة جينية دقيقة: يوضح الوميض مستوى نشاطِ الجين في أنسجةٍ مختلفة لفأر.

إنَّ استخدام الروبوتات التي تُعَدُّ وظيفتها في الأساس طباعة المجسات واحدًا تِلْو الآخر، تجعل هذا الإجراءَ فعالًا بدرجةٍ كبيرة. يمكن للباحث الحصول على الحمض النووي الريبوزي الرسول من الخلايا المعنيَّة، واستخدام إنزيم النسخ العكسي لتحويله إلى حمض نووي مُتكامِل، وإضافة الصبغة الفلورية. عند إدخال هذه الشرائط في المصفوفة، فإنها تُهجَّن بأيِّ مجسات مُتكامِلة. وترتبط درجة الوميض بعددِ شرائط عينة الدراسة التي ارتبطَت بمجسٍّ مُعيَّن. وهذا يوضح الجينات التي يتم التعبير عنها ومستوى نشاطها.

تُعَد المصفوفاتُ الدقيقة للحمض النووي مفيدةً على نحوٍ خاص في أنها تُتيح لعلماء الأحياء تتبُّعَ الأسبابِ غير الواضحة للأمراض الوراثية. فبالحصول على الحمض النووي الريبوزي الرسول من خلايا المرضى والمجموعات الضابطة، يمكن لعلماء الأحياء معرفةُ الجينات الموجودة أو النشطة أو كِلَيهما، لدى نطاقٍ واسع من الأشخاص الذين يُعانون من مجموعةٍ كبيرة من الأمراض. وقد ازدادت كفاءةُ مثلِ هذه الدراسات بعدما حدَّدت المشاريع التعاونية الملايينَ من الاختلافات الأليلية، التي تُسمى تعدُّدَ الأشكال للنوكليوتيد الواحد (SNPs)، وتُشكل غالبيةَ الاختلافات الجينية بين البشر. ومنذ عام ٢٠٠٥، أتاح هذا تأسيسَ دراسات الترابط الجينومي الكامل (GWA) التي يقوم فيها الباحثون بإدخال الحمض النووي المجزَّأ للأشخاص، بسِماتٍ معيَّنة أو من دونها، إلى مصفوفاتٍ دقيقة منقَّطةٍ بأعدادٍ هائلة من تعدُّد الأشكال للنوكليوتيد الواحد. فيمكن للتهجين بين أجزاء الحمض النووي وصورٍ محددة من تعدد الأشكال للنوكليوتيد الواحد؛ أن يُشير إلى وجود علاقة سببية بين ظهور سمةٍ معيَّنة وبين الجينات في منطقة الكروموسومات التي يقع فيها تعددُ الأشكال للنوكليوتيد الواحد.

في الواقع، تظهر سماتٌ عديدة من التفاعلات المعقَّدة لمواقعَ متعددة؛ مما أثبتَ صعوبة إظهارِ روابط واضحةٍ بين تعدد الأشكال للنوكليوتيد الواحد وأنماط ظاهرية بعينها. لذلك يستخدم علماءُ الأحياء المصفوفاتِ الدقيقةَ أكثرَ كثافةً من ذي قبل وأحجام كبيرة للغاية من العيِّنات. وفي عام ٢٠١٦، نشَرَت مجلة «نيتشر» مثالًا بارزًا على مقياس دراسات الترابط الجينومي الكامل الحديثة. كان الباحثون في جامعة هارفارد يدرسون الجين C4 بحثًا عن دليلٍ على ارتباطه بالفصام. ذلك أنَّ ارتباط تنويعات الجين بصورٍ مختلفة من تعددِ الأشكال للنوكليوتيد الواحد يعني إمكانيةَ إجراء دراسات الترابط الجينومي الكامل. وبالاستعانة بما يقرب من ٣٠ ألف مريض بالفصام وأكثرَ من ٣٥ ألف شخصٍ من المجموعات الضابطة، تبين أن نُسخًا معيَّنةً من الجين C4 مرتبطةٌ بالمرض ولا شك.

بالرغم من ذلك، فحتى المصفوفات الدقيقة التي تحمل أعدادًا كبيرة للغاية من صورِ تعدد أشكال النوكليوتيد الواحد، لا تحتوي إلا على عينةٍ من الأزواج القاعدية التي يبلغ عددُها ثلاثة مليارات والتي تُشكِّل الجينوم البشري. ونتيجةً لهذا، يتحوَّل التركيز إلى المقارنة بين جينومات مكتملة التسلسل. فمنذ عام ٢٠٠٠، أسهَمَت الروبوتات، وأجهزة الكمبيوتر القوية للغاية، والرياضيات المعقَّدة في تسهيل العقَبات المالية والتقنية أمام تطبيقِ مثلِ هذه الأساليب. لقد بلَغَت تكلفةُ مشروع الجينوم البشري نحوَ ثلاثة مليارات دولار. أما الآن فتبلغ تكلفةُ قراءة جينوماتنا ما يقرب من ألفِ دولار فحسب، ولا يزال هذا السعرُ في انخفاض.

تجليات

أتى البحثُ الجيني ببعض النتائج اللافتة للنظر. فقد اتَّضح أننا، نحن البشر، لا نمتلك سِوى ٢٠٦٨٧ تقريبًا من الجينات المشفِّرة للبروتين، تتناثر وسطَ ما يقرب من ثلاثة مليارات درجةٍ من سُلَّم الحمض النووي اللولبي. إنَّ هذا العدد أقلُّ من ربع ما يُوجَد في القمح، وهو لا يَزيد عن عددِ نظيراتها لدى الدودة الأسطوانية البسيطة إلا بمقدار ١٧٩٦ جينًا فقط. عرَف علماء الأحياء أيضًا أن جينًا واحدًا، تتخلَّله الإنترونات، يمكن أن يُقرأ كُليًّا أو جُزئيًّا فقط؛ ومن ثَم يمكنه تشفيرُ أكثرَ من بروتين حسبما يقتضي الحال. تُعرف هذه العملية باسم «الوصل البديل». علاوةً على هذا، فقد اكتشَف العلماء ما أدهش الكثيرين منهم، وهو أنَّ بعض الحسابات يشير إلى أن نحو واحدٍ في المائة فقط من الحمض النووي هو الذي يُشفِّر البروتينات، بينما يُخصص منه ١٠ في المائة لتنظيم التعبير الجيني.

أضافَت أبحاثُ علم التَّخَلُّق مزيدًا من التعقيد إلى صورةِ كيفية تنظيم التعبير الجيني. فخلال منتصف تسعينيَّات القرن العشرين، أدرك علماءُ الأحياء أن بروتينات الهيستون، التي تعمل في المعتاد سقَّالاتٍ للحمض النووي، قد تؤثر في كيفية التعبير عن أحد الجينات. علاوةً على ذلك، يمكن نسخُ آثار عملية مَثْيَلة الحمض النووي وتعديل الهيستون في أثناء مضاعفةِ الحمض النووي. ففي دراسةٍ أُجريت عام ٢٠١٣، تعرَّضَت ذكورُ الفئران لمزيجٍ من رائحةٍ معيَّنة وصدمة كهربائية. وقد تبيَّن لاحقًا أنَّ «أبناء» هذه الفئران و«أحفادها»، وهي لم تتعرَّض لهذا المزيج، تتمتَّع بحساسيةٍ استثنائية لهذه الرائحة وتُصاب بالتوتر في وجودها. فبطريقةٍ ما، وصَلَت إشارةٌ كيميائية إلى الخصيتَين وجعلت الجين المعنيَّ

المستقبلَ للرائحة على مستوًى عالٍ من التعبير الجيني. وقد تطورَت القدرة على نقلِ هذه السِّمة بين الأجيال لإعداد الكائنات الحية إعدادًا أفضلَ للظروف البيئية المحتملة. ونظرًا إلى فوضى البيانات الوبائية على وجه الخصوص، فإننا لا نعرف بعدُ مدى تأثيرِ آليَّات الوراثة فوق الجينية في جينوم نوعنا البشري.

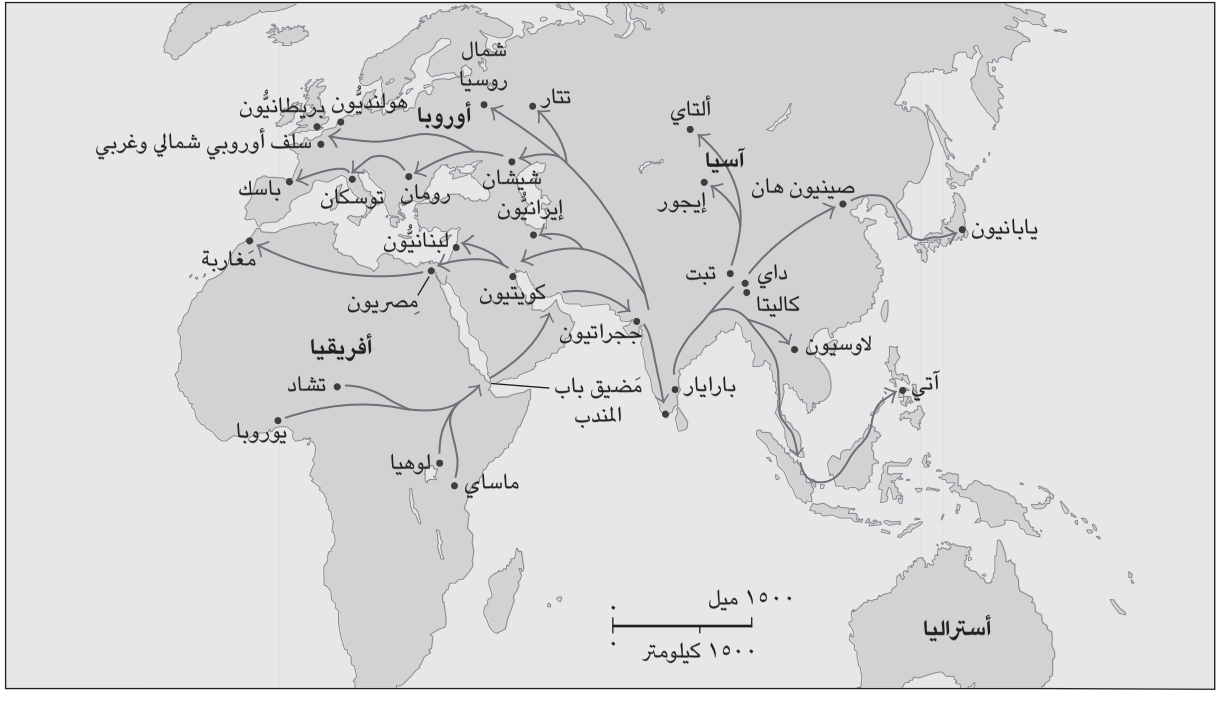
إحدى كُبرى المفاجآت أيضًا هي الكمُّ الهائل من الحمض النووي الذي لا نعرف الهدفَ من وجوده. على الرغم من تسميته بـ «نُفاية الحمض النووي»، فالجدال محتدمٌ بشأن مقدارِ ما هو غيرُ وظيفيٍّ منه في واقع الأمر. فالكثير من المناطق التي تُوجَد فيها هذه «النُّفاية» تحتوي بالفعل على البقايا غير العاملة من الجينات (والمعروفة باسم «الجينات الزائفة») التي كانت مفيدةً للأسلاف التطوُّريين ولم يعُدْ لها دورٌ الآن. ونَمة مناطقُ أخرى من الجينات غير المُشفِّرة مشتقةٌ من الفيروسات العكسية للحمض النووي الريبوزي التي دخلَت الجينوم منذ مدةٍ طويلة، وأصبحت اتِّكاليةً في الأساس. ربما يكون الاكتشاف الأكثر روعةً هو «العناصر القابلة للنقل»، وهي امتداداتُ الحمض النووي التي يمكنها تغييرُ مواقعِها في الجينوم. كانت مكلينتوك هي أولَ من يتعرَّف على هذه العناصر الجينية المتنقِّلة في أربعينيَّات القرن العشرين. ومن المعروف الآن أنها تُشكل أكثرَ من ٤٠ في المائة من الجينوم البشري.

كشف تحليلُ الشفرات الجينية الكثير عن الماضي التطوري. فيبدو أنَّ الخلايا حقيقية النواة، مثل تلك التي تتكوَّن منها أجسادُنا، قد ظهرت منذ نحو مليار ونصف مليار سنة عندما استقرَّت كائناتٌ وحيدةُ الخلية في خلايا أخرى شكَّلَت معها علاقاتٍ تكافلية. ومن المقبول الآن على نطاقٍ واسع أن الميتوكوندريا، وهي تلك البِنَى الصغيرة في الخلايا الحقيقية النواة التي تحول الطاقة إلى شكلٍ يمكن استخدامُه، قد نشَأَت من إحدى سُلالات بكتيريا «ريكتسيا» التي تتشارك معها في عددٍ هائل من القواعد. إضافةً إلى ذلك، يُلقي علمُ الوراثة الضوءَ على العلاقات التطورية بين الأنواع الحية. فقد اتضح من درجة التشابُه الجيني بين الكائنات الحية الموجودة أنها جميعًا تنحدرُ من سلَفٍ مشترك شامل أخير، عاش منذ نحو ثلاثة مليارات ونصف مليار سنة. ويمكن لعلماء الأحياء أيضًا معرفةُ درجة القرابة بين الأنواع المنفردة؛ إذ تتراكم الطفرات مع حدوث الانتواع، ومن ثم يسمح قياسُ الاختلافات الجينية بإعادة بناء الشجرة التطوُّرية المتفرِّعة. وقد اتضح أننا نتشارك أكثرَ من ٩٨ في المائة من حمضنا النووي مع الشمبانزي، وهو ما يُعدُّ انقسامًا جينيًّا مماثلًا لذلك الذي حدَث بين الفِيَلة الأفريقية والفيلة الهندية.

إضافةً إلى ذلك، تُتيح تقديراتُ معدَّل حدوث الطفرات الحسابَ التقريبيَّ لتوقيت انحرافنا التطوري عن الرئيسيات الأخرى. فقد أظهرَت مقارنةُ التسلسلات الجينية للبيتا جلوبين، وهو أحدُ مكونات بروتين الهيموجلوبين، فرقًا بنسبة ١,٦ في المائة فقط بين الشمبانزي والبشَر. يُشير هذا إلى أن السلالة التي أدَّت لظهور الإنسان العاقل تفرَّعت قبل نحو ستةِ ملايين سنة.

كان للبيانات الجينية أهميةٌ فريدة في إعادة بناء تصوُّرٍ لتوقيتِ تطوُّر البشر وهجرتهم. ففي عام ١٩٨٧، قاست ألان ويلسون، ومارك ستونكينج، وريبيكا إل كان، الاختلافاتِ الوراثيةَ في الحمض النووي للميتوكوندريا في ١٤٧ شخصًا من خمسِ مَناطق جغرافية مختلفة. وأشار مستوى الاختلاف إلى أن نوعنا قد تطوَّر قبل ما يقلُّ عن ٢٠٠ ألف سنة. علاوةً على ذلك، تدلُّ حقيقة أن العينات الأفريقية هي التي تضم معظم صور الاختلاف دليلًا شديدَ القوة على أن نوعنا البشري قد تطوَّر في تلك القارة. فالشعوب غيرُ الإفريقية تتَّسم بأنَّ لديها عددًا أقلَّ من الصور المميزة لتعدد أشكال طول الجزء المقيد، ويعود ذلك بدرجةٍ كبيرة إلى أنهم غادَروا أفريقيا في مجموعاتٍ صغيرة نسبيًّا لم تحمل سوى مجموعاتٍ فرعية من العدد الكامل لاختلافات الحمض النووي للميتوكوندريا (الشكل ٧-٤). وقد أثبتَت الدراساتُ اللاحقة صحةَ هذه النتائج الأوَّلية. يقلُّ التنوع الوراثي مع الابتعاد عن المهد التطوري للإنسانية في أفريقيا. فمثلما يخلص عالم الحفريات البريطاني كريس سترينجر: «كلنا أفارقةٌ في جوهرنا.»

إنَّ ابتكار تفاعل البَلْمرة المتسلسل والقدرة المحسَّنة لأجهزة الكمبيوتر؛ أتاحا للعلماء تحديدَ تسلسلِ بعضِ أجزاء الحمض النووي النادرة للغاية التي تعود إلى الأنواع المنقرِضة من أسلاف البشر. كان عالم الأحياء السويدي سفانتي بيبو، ولا يزال، هو الرائدَ في هذا المجال. فقد أدهش فريقُ بيبو الكثيرين حين وجد دليلًا على أن أحفاد الإنسان العاقلِ، الذين استقرُّوا في أوروبا والصين وغينيا الجديدة، يحملون الآن ما يقرب من اثنَين في المائة من الحمض النووي لإنسان نياندرتال. وفي عام ٢٠١١، حدَّد تسلسلُ الحمض النووي المستخرَج من عَظْمة إصبع أنثى شابةٍ تنتمي إلى نوعٍ من أشباه البشر يُسمى إنسان دينيسوفا، كانت قد ماتت في سيبيريا قبل ٤٠ ألف سنة. يبدو أن أكثرَ من ثلاثةٍ في المائة من جينوم مجموعة الميلانيزيون العِرقية الحديثة يرجع إلى إنسان دينيسوفا. ربما تكون هذه الجماعاتُ البشرية قد طوَّرَت أساليبَ تكيفيةً ساعَدَتها على البقاء في بيئاتٍ غير مألوفة.



شكل ٧-٤: الطرق والاتجاهات التقديرية للهجرة البشرية من إفريقيا حسَب تحليل الحمض النووي.

وعلاوةً على كل شيء، أكَّد تحديد التسلسل على حقيقة أنَّ البشر متشابهون وراثيًّا إلى حدٍّ كبير. لقد اتضح أنَّ جينوماتنا لا تختلفُ عادةً إلا في زوجٍ قاعدي واحد من كل ألف زوج، وتكمن غالبيةُ هذه الاختلافات في مناطقَ غيرِ مُشفِّرة. ثم إنَّ معظم الاختلافات الجينية تُوجَد «داخل» الجماعات. فقد وجَدَت دراسةٌ أُجريت في عام ٢٠٠٢ على ٣٧٧ موقعًا وراثيًّا في أكثرَ من ألف شخص من ٥٢ منطقة أن ٩٥ في المائة من الاختلافات تكمنُ في كلٍّ من هذه المجموعات وأن خمسةً في المائة فقط هي التي تحدث بين الجماعات الكبرى. إنَّ هذا يعكس مستوى الهجرة والاندماج الذي أدَّى إلى تمثيل معظم الاختلافات في كل المجموعات البشرية. فقد اتضح أنَّ عددًا قليلًا من التواترات الأليلية هو الذي يرتبطُ بقاراتٍ بعينها؛ فالأوروبيُّون مثلًا لديهم الجين المتحوِّر SLC24A5، وهو المسئول عن إنتاج لون البشرة الفاتح. بالرغم من ذلك، توجد تواترات أليلية أخرى تحدث في التدرُّجات الجغرافية، أو الميول، وليس لها علاقةٌ بالمناطق القارِّية المرتبطة بالأعراق البشرية في علم الأحياء التقليدي.

الطبيعة والتنشئة والدماغ البشري

كان من الأهداف الأساسية للبحث في الوراثة: فَهْمُ مدى تأصُّل الصفات العقلية البشرية. وبعد تعرُّض الدراسات السابقة للنقد المبرَّر، نُقِّحَت الطرق المستخدمة في دراسات التوائم في العقود الأخيرة. ففي عام ١٩٧٩، بدأ توماس بوشارد من جامعة مينيسوتا دراسة MISTRA (دراسة مينيسوتا عن التوائم الذين نشَئوا منفصلين) التي استغرَقَت عشرين عامًا، وتضمَّنَت إجراء اختبارات جسدية، واختبارات القياسات النفسية، والاختبارات النفسية على التوائم الأحادية اللاقحة والثنائية اللاقحة الذين نشَئوا منفصلين، إضافةً إلى مجموعاتٍ من التوائم الأحادية اللاقحة والتوائم الثنائية اللاقحة الذين نشَئوا في منزلٍ واحد. خَلَص فريق بوشارد إلى أن الوراثة مسئولة عن ٧٠ في المائة تقريبًا من اختلافِ معدَّل الذكاء بين المجموعات، وعن ٥٠ في المائة تقريبًا من الاختلافات المتعلقة بالشخصية. وقدَّم عالم الوراثة الأمريكيُّ روبرت كلونينجر أدلةً على قابلية وراثةِ أربعة أنواع من الشخصية: السعي لما هو جديد، وتجنُّب الضرر، والاعتماد على المكافأة، والمثابرة. وتشير بعضُ دراسات التوائم الأخرى إلى أن علم الجينات يُفسر نحو ٨٠ في المائة من التبايُن في حالةِ مرض الفصام، و٧٠ في المائة في حالة الاضطراب الثنائيِّ القطب.

بالرغم من ذلك، لا يمكن تعميمُ هذه النتائج بثقةٍ على جميع الجماعات، مثلما يشير إلى ذلك الباحثون. ذلك أنَّ الجيناتِ نفسَها قد تتَّخذ تعبيرًا مختلفًا باختلاف السياقات البيئية، والاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية. فالادِّعاءات بشأن قابلية الوراثة لا تنطبق في معظم الأحيان «إلا» على الجماعة المعيَّنة التي خضَعَت للقياس. ولهذا يتطلَّب الأمرُ انتباهًا شديدًا عند تفسير المزاعم الخاصة بمعدَّل الذكاء. ففي ورقةٍ عِلمية نُشِرَت عام ١٩٦٩، حاجج عالمُ النفس بجامة بيركلي، آرثر جنسن أنه لا يوجد أيُّ قدرٍ من التعليم يمكن أن يرفع متوسِّطَ معدل ذكاء الأمريكيين الأفارقة إلى مستوى البِيض. واستنتج جنسن ومؤلِّفون آخَرون من هذا أنَّ «التعليم التعويضي» مَضْيعةٌ للمال. على الرغم من ذلك، وبصرف النظر عن الإشكالية في اختزال ظاهرةٍ متعدِّدة الأوجُه مثل الذكاء إلى مجردِ درجة رقمية، فإنَّ الدراسات التي تدَّعي وجودَ اختلافات فطرية في معدَّل الذكاء بين «الأعراق البشرية»، كثيرًا ما تغفل أنَّ تطبيع القوالب النمطية يتسبَّب في ضعف أداء المجموعات. ففي إحدى الدراسات الكلاسيكية، اختفَت الفجوة في درجات اختبار الذكاء بين الطلاب البيض والأمريكيين الأفارقة تقريبًا، عندما أُخبر الخاضعون للتجرِبة أنهم يحلُّون ألغازًا فحسب وليس اختبارَ ذكاء. ذلك أنَّ الخوف من تأكيد الصور النمطيَّة يُحفز استجاباتِ التوتُّر التي قد تضعف قدرة الشخص على الأداء بما يتناسبُ وقدراتِه الفعليةَ. علاوةً على ذلك، فإن حقيقة ارتفاع معدَّل ذكاء لدى جميع المجموعات البشرية على مدى عددٍ من العقود الأخيرة تؤكِّد على قابلية الأداء المعرفيِّ للتطويع.

وعلى هذا المنوال أيضًا، يدحض معظمُ الباحثين المعاصرين الادعاءَ القديم القائل بأن النساء يولَدْن بقدراتٍ عقلية تختلف اختلافًا كبيرًا عما يتمتَّع به الرجال. فالتفاوتات البارزة بين الجنسَين في القدرات المتعلقة بالرياضيات، على سبيل المثال، لا تظهر سوى في البلدان التي لا تحظى فيها النساءُ إلا بفُرصٍ قليلة في السياسة والبحث. ما يتَّضح باستمرارٍ أنَّ الذكور والإناث متشابهون للغاية من الناحية النفسية إلا فيما يتعلق ببعضِ جوانب الأداء الحركي، والسلوك الجنسي، والعدوانية. وليست هذه الاستثناءاتُ باللافتة للانتباه. فربما يكون الذكور، الذين يُنتجون في المتوسط مستوياتٍ أعلى من هرمون التستوستيرون، قد تطوَّر لديهم مستوًى أعلى من العدوانية. غير أننا نجد تداخلًا إحصائيًّا كبيرًا بين الذكور والإناث في هذه الخاصية، ونجد أنَّ التفاوتَ طفيفٌ للغاية في الثقافات التي لا تُشجع الذكور على التصرف بعدوانية.

لقد وفَّر التحليل الجزيئي طرقًا جديدةً لدراسة دَور الوراثة في مختلِف جوانب علم النفس البشري. ففي بداية تسعينيَّات القرن العشرين، لاحظ دين هامر في معاهد الصحة

الوطنية أنَّ الرجال المثليِّين أكثرُ عرضةً لأن يكون لهم أقاربُ مثليُّون من ناحية الأم، أكثر مما قد يكون لديهم من ناحية الأب؛ مما يشير إلى وجودِ دَورٍ للكروموسوم X في ذلك. أظهر المزيدُ من التحليل بعد ذلك أن ٣٣ من أصل ٤٠ من الأشقاء المثليِّين في عينته؛ لديهم المنطقةُ القصيرة نفسُها من الكروموسوم X المسمَّاة Xq28. كما زعم عددٌ من الدراسات الأخرى إيجادَ علاقة بين مجموعاتٍ مختلفة من السلوك وبين أجزاءَ محددةٍ من الكروموسومات. فثمة رابطٌ على سبيل المثال بين النزعة لارتكاب الجرائم وطفراتٍ بتعطيل الجين في أحد مواقع الكروموسوم X يُسمى الجين MAOA، وهو مسئولٌ عن نشاط الناقلات العصبية.

تُواجه الأبحاث التي تربط الجينات بالسلوكيات البشرية مشكلةً في قابلية التَّكرار؛ فغالبًا ما تفشل فِرَقُ البحث الأخرى في التحقُّق من صحة النتائج الأصلية. بالرغم من ذلك، فحتى إذا أمكنَ التأكدُ من دور الجينات في السِّمات السلوكية، فإنَّ مثل هذه الدراسات لا يُضفي مِصداقيةً على القول القديم بالحتمية الجينية. فقد صار علماء الوراثة يُدرِكون الآن أنَّ التعبير الجينيَّ عادةً ما يكون شديدَ التعقيد. بالنظر إلى حقيقة أنَّ النتيجةَ القائلة بدَور المنطقة Xq28 لم تتكرَّر إلا في عددٍ قليل فقط من الدراسات، يؤكد هامر أنه إذا كانت هذه المنطقة الجينومية مسئولةً بالفعل عن التوجُّه الجنسي، فهي ليست سوى جينٍ واحدٍ من بين عدةِ جينات وثيقة الصلة تتفاعلُ مع العوامل البيئية بطرقٍ معقَّدة. فحقيقةُ أنَّ احتمالية أن يُصبح أحد الذكور مِثليَّ الجنس تَزيد بنسبة ٣٠ في المائة في حالة وجود أخٍ أكبر، وتزيد بالمعدَّل نفسِه مع زيادة عدد الإخوة الكبار من الذكور؛ تُظهر بوضوح أنَّ التوجُّه الجنسيَّ ينطوي على ما هو أكثرُ بكثيرٍ من الجينات. وبالمثل أيضًا، توضِّح إحدى الدراسات عن الجين MAOA الأهميةَ المحتملةَ لبيئة الطفل. على الرغم من ارتباط المتغيِّر MAOA بالسلوك الإجراميِّ بالفعل، فلم تثبت صحةُ الارتباط إلا على مَن تعرَّضوا للإيذاء الشديد في طفولتهم.

إنَّ أكثر ما يُهمُّنا في هذه المسألة أنَّ معظم الجينات المسئولة عن السلوك البشري لها تأثيراتٌ فردية صغيرة؛ لأن معظم الصفات العقلية تُسهِم فيها جيناتٌ متعدِّدة، وهي نتيجةُ التفاعلات المعقَّدة بين الجينات بعضها مع بعض، وبين الجينات والبيئة. يتَّضح هذا من دراسات الترابط الجينومي الكامل عن الذكاء. فعند فحصِ جينومات سبعة آلافِ طفل في عمر سبع سنوات بحثًا عن وجود أيٍّ من صور تعددِ أشكال النوكليوتيد الواحد البالغِ عددُها ٥٠٠ ألف، لم يُوجَد منها سوى خمسةٍ فقط هي التي ترتبط أساسًا بمعدَّل

الذكاء، ولم يكن من شأن أيٍّ منها تفسيرُ أكثرَ من ٠٫٤ في المائة فقط من الاختلاف بين طفلٍ وآخَر. ولهذا فإنَّ الحديث عن «جين لمعدَّل الذكاء» أو «جين للشخصية» هو حديثٌ خاطئ تمامًا.

الطب وعلم الوراثة و«علم تحسين النسل الجديد»

حتى الآن، اتضح وجودُ ارتباط قويٍّ بين العوامل الوراثية والآلاف من الحالات الطبية. فيمكن لعلماءِ الأحياء في بعض الحالات التنبُّؤ باحتمالية إصابة الشخص بمرضٍ ما؛ نظرًا إلى وجود أليلات معيَّنة. فعلى سبيل المثال، يدلُّ الجين غيرُ الطبيعي BRCA1، الذي اكتُشف في عام ١٩٩٣، على احتماليةِ إصابة المرأة الموجود لديها بسرطان الثدي بنسبةٍ تبلغ من ٥٥ إلى ٦٥ بالمائة، ووجودِ احتمالية تبلغ ٣٩ في المائة للإصابة بسرطان المبيض ببلوغها سنَّ السبعين. ويؤدي الجين LRRK2 إلى إصابة ٧٤ في المائة من حامِليه بمرض باركنسون ببلوغ سنِّ الثمانين. وتزداد احتماليةُ إصابة الشخص القوقازي الذي يولَد بنسختَين من الصورة ε4 للجين APOE بمرض ألزهايمر، بمقدار ثمانيةِ أضعافٍ عن شخصٍ ليس لديه أليلات ε4.

كان لمثلِ هذه التطورات بعضُ الآثار المهمة في الممارسة الطبية. فمنذ منتصَف ستينيَّات القرن العشرين، ساعد اكتشاف اختبار اضطراب الفينيل كيتونيوريا الوراثي، الذي يمكن أن يتسبَّب في إعاقةٍ ذهنية واضطراب عقلي، في ظهور المشورة الجينية. وسرعان ما بدأ الفحص الجماعي في بريطانيا، وكندا، والولايات المتحدة الأمريكية في منتصف ستينيَّات القرن، ووُضِع نظامٌ غِذائيٌّ خاصٌّ للأطفال الذين تبيَّنَت إصابتُهم بالفينيل كيتونيوريا. وفي عام ١٩٧١ بدأ الفحص لتحديد المصابين بمرض تاي ساكس الأكثر شيوعًا بين اليهود الأشكناز، الذي يؤدِّي إلى إصابة الأطفال بالعمى والصمَم والشلل، ثم الموت في عمر الرابعة أو الخامسة. إنَّ إجراء اختبار الإنزيم يُتيح للزوجَين معرفةَ ما إذا كان كِلاهما يحمل الجينَ المتنحِّي. نتيجةً لذلك، انخفض عددُ الأطفال المولودين بهذه الحالة انخفاضًا ملحوظًا. بدأ أيضًا الفحص لفقر الدم المِنجلي في عام ١٩٧١.

وبعد مدةٍ قصيرة، ظهر عددٌ من التطورات التي يسَّرَت إجراء الفحص على ملايين المقبِلين على الإنجاب. فأوَّلًا: كان ظهور اختبار بزل السائل الرهلي في عام ١٩٦٦ يعني أنه يمكن اكتشاف الشذوذ الكروموسومي «في الرحم». وسرعان ما تحسَّنَت القوة التشخيصية لاختبار بزل السائل الرهلي مع استخدام خردل الكيناكرين، الذي يُشكل ترتيبات مميزةً

من الشرائط الفلورية عند مُلامسة الحمض النووي؛ ومن ثَم يُتيح للفنيِّين التعرف على الشذوذ الكروموسومي بسهولةٍ أكبر. وثانيًا: أتاح السماحُ بالإجهاض في عددٍ من الدول الغربية للأمهات بإجهاض الأجنة لأسبابٍ طبية. بحلول عام ١٩٧٤، كان لدى الولايات المتحدة نحوُ ٤٠٠ عيادةٍ للصحة الجينية، وانخفضَت أعدادُ متلازمة داون بنحوِ الثلث في بعض الولايات.

ولَّد التقدُّم في تشخيص الأمراض السابق للولادة الكثير من الجدل. فقد حاجَج النقادُ الذين لا يُعارضون الإجهاض من حيث المبدأ أن الإنهاء الانتقائيَّ للحمل لأسبابٍ طبية يُنشئ شكلًا جديدًا من أشكال تحسين النَّسل. وزعَموا أنه ينطوي على الاعتقاد بأنَّ بعضَ الحيوات من الأفضل ألَّا تُعاش، وهو يُقلِّل في الوقت نفسِه من قيمة حياة المصابين بتلك الحالة بالفعل. عِلاوةً على ذلك، ربما لا تكون جميعُ قرارات الإجهاض مبنيَّة الاختيار المستنير؛ إذ قد يستند بعضُ الآباء في أحكامهم على الشعور بالالتزام الاجتماعي، أو عدم قدرتهم على فَهْم البيانات الجينيَّة. وفي المقابل، أكَّد المؤيِّدون لإجراء الاختبارات أهميةَ منح المقبِلين على الإنجاب الحرية في تقريرِ مستوى المعاناة المقبول لنسلِهم، والاستقلالية في تحديدِ قدرتهم الشخصية على تربية طفلٍ يُعاني من مَشاكلَ صحيةٍ كبيرة. وهم يُشيرون إلى عدم وجود تضارُبٍ حتميٍّ بين منعِ ولادة أطفال يُعانون من اضطراباتٍ وراثية وإيلاء الرعاية المناسبة للمُصابين بهذه الأمراض.

اشتدَّ الجدلُ بعد ظهور التشخيص الجينيِّ السابق لزراعة الأجنة (PGD) في عام ١٩٨٩. يمكن للوالدَين الآن اختيارُ الإخصاب «خارج الرحم» (داخلَ أنابيب الاختبار) من أجل اختبارِ وجود جيناتٍ بعينها في الأجنَّة. وبِناءً على هذا، يمكن التخلصُ من أي أجنَّة متماثلةِ اللاقحة يُحتمل إصابتها بمرض تاي ساكس، أو التليف الكيسي، أو مرض فقر الدم المنجلي، أو ثلاسيميا بيتا، أو التي تحمل الجينَ السائد لمرض هنتنجتون. يَعتبر كثيرٌ من الناس التشخيصَ الجيني السابق لزراعة الأجنَّة خطأً من الناحية الدينية؛ إذ ينطوي، على حدِّ قولهم، تدمير حياة نُفخَت فيها الروح. ويُشير آخَرون إلى إمكانية استخدامه للتخلُّص من الأجنةِ الإناث في الثقافات التي تُفضل الأبناء من الذكور. ثمة احتمالٌ أيضًا في أن ينتقل بنا التشخيصُ الجيني السابق لزراعة الأجنة إلى عالم «تصميم الأطفال» المحفوف بالجدل.

بالرغم من ذلك، لم تَعُد الاختبارات الجينية مرتبطة بالتكاثر فحَسْب. فيمكن لأيِّ شخص يملك المالَ إرسالُ عينة من حمضه النووي إلى مختبرٍ تجاري للحصول على تحليلٍ

لاحتمالات إصابته بأمراض مختلفة. ومتى كانت المعلوماتُ موثوقة، وهو ما لا يتحقَّق دائمًا بأيِّ حال من الأحوال، يمكن لهذا النوع من المعرفة زيادةُ الاحتراز والتشجيع على الفحص المنتظم، كما قد يُسفِر في بعض الأحيان عن التوصية بالجراحة الوقائية. أثار توفرُ الاختبارات الجينية أيضًا مخاوفَ كبيرة. فقد تمكَّنَت بعضُ المعامل من جنيِ أرباحٍ كبيرة عن طريق تسجيل براءاتِ اختراع للجينات التي تتعرَّف عليها اختباراتها؛ فقد بالغَت شركة ميرياد جنتيكس، على سبيل المثال، في سعر اختبار جينات BRCA1 لدرجة أن العديد من النساء المعرَّضات للخطر أصبحنَ خارج السوق بسبب التكلفة. ثمة مخاوفُ كبيرة أيضًا بشأن كيفية استخدام شركات التأمين للبيانات الجينية؛ فحتى إذا مُنِعَت شركات التأمين من الحصول على نتائج الاختبارات الجينية، لا يزال بإمكانها في المستقبل ممارسةُ التمييز بتقديم أقساطٍ أرخص للعملاء الذين يُقدمون المستنداتِ التي تُثبت صحتهم الوراثية وبفرضِ أقساطٍ أعلى على الآخرين.

الطب وإعادة التركيب

أدَّى ظهورُ الحمض النووي المعادِ تركيبُه في أوائل السبعينيَّات إلى ظهور آفاقٍ مثيرة للبحث في أشكالٍ جديدة من العلاج. فالقدرة على نقل الجينات بين كائناتٍ تفصل بينها نطاقاتٌ زمنية تطورية شاسعة؛ تُتيح للعلماء تشكيلَ أنواع هجينة مفيدة. غير أنه سرعان ما ظهرَت المخاوف بشأنِ ما إذا كان السعيُ وراء التقدُّم التقني يؤدي إلى إغفال اعتبارات الأخلاق والسلامة. ولهذا السبب اجتمَع علماءُ الجينات، والمحامون، والصحفيون في عام ١٩٧٥ في اجتماع آسيلومار بولاية كاليفورنيا؛ للتفكير في القضايا الأخلاقية والعَملية التي أثارتها التطوراتُ الأخيرة، ولوضع السياسات لتقليل مخاطرِ تسرُّبِ طفراتٍ خطيرة من المختبرات.

سرعان ما استوعب أصحابُ رءوس الأموال المغامرون الإمكاناتِ التجاريةَ لعلم الأحياء الجزيئية. وفي عام ١٩٧٦، أسس هيرب بوير وروبرت سوانسون معًا شركةَ جينينتيك الناشئةَ في مجال التكنولوجيا الحيوية. وقد شرَعا في إدراج أحدِ الجينات في بلازميد يُنتج الأنسولين، ومن ثَم توفير بديل لاشتقاقه من بنكرياس الأبقار والخنازير المذبوحة. بدأ بوير وفريقُه ببناء جينات سلسلتَي الأنسولين قاعدةً تِلوَ الأخرى. نجحوا بعد عامَين في إدخال جيناتهم الاصطناعية في البلازميدات جنبًا إلى جنبٍ مع التسلسلات التنظيمية اللازمة. وفي عام ١٩٨٢، منحَت إدارةُ الغذاء والدواء الأمريكيةُ الترخيصَ لشركة

إيلي ليلي وشركائه لطرح الأنسولين المعاد تركيبه في السوق. في ذلك الوقت، كانت تُوجَد أيضًا عقاقيرُ أخرى مصنوعةٌ بتكنولوجيا إعادةِ التركيب. وبحلول عام ١٩٨٤، قُدِّرَت الاستثماراتُ في هذا النوع من البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية بنحوِ ثلاثة مليارات دولار بالفعل.

يمكن أيضًا تعديلُ جينومات الثدييات الكبيرة لأغراضٍ طبية. ففي عام ١٩٩٦، أعلن العلماءُ في معهد روزلين باسكتلندا أنهم أعادوا برمجةَ خليةٍ جسدية؛ كي تعمل خليةً جذعية جنينية، عن طريق نقل النَّواة من خليةِ ضرع نعجة إلى خليةِ بيضةٍ أُزيلت النَّواة منها. حفَّزَت الإشارات الواردة من السيتوبلازم نموَّ أول حيوان مُستنسَخ: النعجة دوللي. وبعد مدةٍ قصيرة، تَبِعَتها أنواعٌ أخرى من الحيوانات المستنسَخة؛ كالفئران، والأبقار، والماعز، والخنازير. لم يكن الهدفُ من ذلك تمهيدَ الطريق لاستنساخ البشر، بل هندسة حيواناتٍ لكي تُنتج بعضَ منتجات الجينات البشرية التي يمكن بيعُها. على سبيل المثال، شرَعَت شركة «بي بي إل ثيرابيوتكس» في محاولة إنتاج أبقارٍ يحتوي حليبها على بروتينٍ بشري يمكن بيعُه على نطاقٍ واسع كمُكمِّل غذائي للأطفال.

ثمة احتمالٌ جذَّاب آخر قد بدأ في الظهور خلال ثمانينيَّات القرن، ويتمثَّل في ظهور نهجٍ طبي مخصَّص بالكامل، تُصمَّم به العلاجاتُ بما يتفق مع السِّمات الجينية لكلِّ فرد. فلدينا «علم الصيدلة الجيني» الذي يَعِدُ بجعل العلاج أكثرَ أمانًا وفعالية. نظرًا إلى أنَّ العقاقيرَ قد تُلحق الضرر بالأشخاص الذين لديهم أنماطٌ جينية معيَّنة، يمكن استخدام تحديد التسلسل للكشف عن أصحاب الحساسية المفرِطة. يمكن لعلماء الأحياء أيضًا معرفةُ ما إذا كان المريض يتمتَّع بالخصائص الجينية التي تُمكِّنه من الاستجابة لعقارٍ معيَّن. وإذا علموا أن الدواء لن يُجْدِيَ نفعًا، فيمكنهم حمايةُ المرضى من الآثار الجانبية، وتجنيبُ أنظمة الرعاية الصحية النفقاتِ غيرَ المبرَّرة. وسيكون لمثل هذه المعلومات أهميةٌ وفائدةٌ كبيرة فيما يتعلق باستخدام الأدوية الجديدة المضادة للسرطان، وهي باهظة الثمن.

شهدَت السنوات الأخيرة تطويرَ علاجات للسرطان، تستهدفُ مساراتٍ محددةً للإشارات في الخلايا البشرية، التي تُسبِّب انتشار الخلايا القاتلة إذا تُرِكَت دون سيطرة. ففي عام ٢٠٠١، أطلقَت شركة نوفارتس عقارَ «إيماتينيب» لعلاج ابْيِضاض الدم النقوي المزمِن، وهو سرطانٌ ينتج عن نشاطِ أحد الجينات الورمية. يُنتِج هذا الجينُ الورمي إنزيمًا «فاعلًا» على الدوام، ومِن ثَم يُحفز الانقسامَ غيرَ المنضبط للخلايا. طوَّر الباحثون عقارًا

يُعطِّل نشاطَ هذا الإنزيم. ونتيجةً لهذا ازداد معدلُ بقاء مريضِ ابيضاض الدم النقوي المزمن على قيد الحياة، والمقدَّر بخمس سنوات، إلى الضعف تقريبًا. ثمة نهجٌ آخر يتمثَّل في صُنع أجسامٍ مضادَّة تُهاجم بروتيناتٍ معيَّنةً على أسطح الخلايا السرطانية التي تُعزز نموَّ الخلايا بلا قيود.

إضافةً إلى ذلك، ظهرَت استراتيجيةٌ علاجية مختلفة بعضَ الشيء تنطوي على استخدام فيروس عكسي مُعدَّل؛ لإدخال جيناتٍ طبيعية إلى خلايا أجسام المرضى المصابين بالاضطرابات الوراثية. وبعد نتيجةٍ مبكِّرة غامضة، استُخدِمَت هذه الطريقةُ في عام ١٩٩٩ بجامعة فيلادلفيا لعلاج شابٍّ يفتقر إلى الجين الذي يُشفِّر أحد الإنزيمات الأساسية للكبد. وبعد مدةٍ وجيزة من حَقنِه بفيروسات البرد المعدَّلة، قام جسدُه بردٍّ فعل مَناعي جسيم، مما أدَّى إلى فشل العضو وموتِ الدماغ. ليست معوِّقاتُ العلاج الجيني الفعَّال بالهيِّنة على الإطلاق؛ فحتى إذ تمكَّن العلماء من إيصالِ ما يكفي من الحمض النووي للعضو المتضرِّر بمستوياتٍ مقبولة، تبقى المشكلة أن الجينات المُستنسَخة قد تدخل إلى أيِّ جزءٍ من الجينوم وتُخلُّ بنشاط الجينات الأخرى.

بالرغم من ذلك، فقد أدَّت الأخطاءُ المبكرة إلى ظهور نُهجٍ أخرى لتطوير العلاجات الجينية، تتَّسم بقدرٍ أكبر من الحذر والسيطرة. ففي عام ٢٠٠٠ أعلنَت فِرَقٌ فرنسية وبريطانية أنها أدخلَت جينًا تصحيحيًّا في خلايا نخاع العظام لعشرين فتًى يُعانون من حالةِ عَوز المناعة المشترك الشديد، التي تُؤدي عادةً إلى الموت في السنة الأولى من العمر إذا تُرِكَت دون علاج. كانت نتائجُ الدراسة الطويلةِ الأجل مشجِّعةً للغاية. وفي عام ٢٠١٤، أعلن فريقٌ لندني أنه حقَن في الوريد جينًا لتعزيز تخثُّر الدم لدى عشَرةٍ من مرضى هيموفيليا ب الشديدة. لم يتحمَّل المرضى نقْلَ الجينات فحَسْب، بل أظهَروا أيضًا انخفاضًا واضحًا للغاية في نوبات النزيف. وقد بدأَت الآن أمثلةُ العلاج الجيني الناجح في التزايد.

عصر الأحياء الجزيئية

إنَّ تصفح الأخبار اليومية يكشف لنا على الفور كيف أنَّ تقنيات الحمض النووي المعادِ تركيبه، وتحديدَ تسلسُل الجينات؛ قد جعَلَ ظاهرةَ الوراثة وثيقةَ الصلةِ بحياتنا. ولا شك أنَّ بعض هذه التطبيقات للتكنولوجيا الحيوية قدَّمَت لنا نفعًا كبيرًا. فقد ذكرنا بالفعل إسهامَها في تطوير عقاقيرَ وعلاجاتٍ جديدة. إضافةً إلى ذلك، أمكن تطوير البصمات الجينية، التي تنطوي على التعرُّف على الأشخاص على أساسِ مجموعاتٍ من متغيرات

الحمض النووي الفريدة، التي قدَّمَت الكثيرَ من الفوائد العمَلية؛ إذ ساعَدَت في سَجنِ آلاف المجرمين وتبرئةِ العديد من المتَّهَمين أو المحكومِ عليهم خطأً، وأتاحت أيضًا التعرُّفَ على جثثِ ضحايا الديكتاتوريات العسكرية، ولمِّ شمل العائلات التي شتَّتتها النزاعات.

أدَّت إعادة التركيب أيضًا إلى إنتاج كائنات حية مُعدَّلة وراثيًّا. وقد أُنتِجَ كثيرٌ من هذه الكائنات لأغراض استهلاك الإنسان. رُخِّصَت أولُ المحاصيل المعدلة وراثيًّا للاستخدام في أوائل التسعينيَّات. وفي عام ١٩٩٩، بلَغَت المساحة التي زُرِعَت بها هذه المحاصيلُ على مستوى العالم مساحةَ دولة نيوزيلندا تقريبًا. وبحلول عام ٢٠١٤ كان ما يقرب من ٩٤ في المائة من فول الصويا و٩٦ في المائة من القطن في الولايات المتحدة قد نبَتَ من بذورٍ معدَّلة وراثيًّا. صُمِّمَت المحاصيل المعدلة وراثيًّا لزيادة ما تُنتجه من الغلال، ولكي تتمتعَ بقيمةٍ غذائية أعلى وقدرةٍ أكبر على مقاومة الميكروبات والآفاتِ ومبيدات الأعشاب. وتُستخدَم الآن طرقٌ مُماثلة لتصميم كائناتٍ معدَّلة جينيًّا، مثل البعوض المعدَّل وراثيًّا، للمساعدة في مكافحة الأمراض الفتَّاكة مثل الملاريا، وحمَّى الضنك، والحمى الصفراء.

بالرغم من ذلك، فقد أتت مجالاتُ علم الوراثة والتكنولوجيا الحيوية في بعض النواحي بخيبة الأمل أو المخاوف. فثمة شعورٌ منتشر على نطاقٍ واسع بأن ثمار البحث الجيني كانت متواضعةً نِسبيًّا مقارنةً بحجم التمويل الذي تلقَّته. وعلى العكس من ذلك، سنرى أنَّ كثيرين يخشَون إمكانيةَ استخدام تكنولوجيا إعادة التركيب للتغيير في الوراثة البشرية، وهو احتمالٌ يمكن القول إنَّ تطبيقه يصبح أكثرَ سهولةً على نحوٍ متزايد. وفي الوقت الحالي، نجد أنَّ الاستخدام الواسعَ النطاقِ للمحاصيل والحيوانات المعدَّلة وراثيًّا يستمرُّ في إثارة المخاوف. فعلى الرغم من أنَّ الجمهور الأمريكي قد تقبَّل ابتكار الأغذية المعدَّلة وراثيًّا بسرعة، نَفَر العديدُ من الأوروبيِّين مما وصَفوه بـ «طعام فرانكنشتاين». وصحيحٌ أنَّ المخاوف من العواقب الصحية لتناوُلِ هذه المحاصيل لم تَثبت بعد، لكن عددًا منها لا يزال قائمًا. يتوقع بعضُ الخبراء أن التشابُهَ الجينيَّ للمحاصيل سيُقلل من قدرتها على مواجهة مُسببات الأمراض الجديدة. ويُحذر آخَرون من تسرُّب الجينات العابرة إلى جينومات الحشائش المجاورة، فتكتسب بذلك مقاومةً جامحة لمبيدات الأعشاب.

ثمة انتقاداتٌ أخرى وُجِّهَت لوسائل الإعلام وأنصار البحث الجيني؛ لتشجيعهم الجمهورَ على المبالغة في تقديرِ أهمية الوراثة في فَهم الصفات البشرية. فعادةً ما نجد تجاهلًا لحقيقةِ أنَّ دراسات التوائم تَخلُص دومًا إلى أنَّ العوامل البيئية تُسهِم بدرجةٍ كبيرة في ظهور السمات المعتادة وغيرِ المعتادة أيضًا. ويُعَد هذا التركيز على الوراثة إشكاليًّا؛

لا سيَّما حين يُثبِّط عن إجراء الأبحاث العلمية لتحديد الأسباب غير الوراثية للأمراض، مثل الأنظمة الغذائية، والملوِّثات، والسموم البيئية، والعدوى. ثَمة احتمالٌ آخَر لا يقلُّ عن سابقه في إثارة القلق، وهو أن يُعزز التركيزُ المتزايد على علم الوراثة من الرغبة القديمة في تقسيم نوعِنا البشري إلى فئاتٍ بيولوجية متمايزة.

أيديولوجيات الاختلاف البشري

خارج المختبر، استمرَّت الأيديولوجيات التي تَنسب الاختلافاتِ في الثروة والمكانة إلى الوراثة على مدى نصفِ القرن الماضي. ويكفي أن ننظر إلى استمرار الفصل العنصريِّ في جنوب أفريقيا، بأيديولوجيته الرسمية لِسيادة البيض، حتى عام ١٩٩١، ونزع الصفة الإنسانية عن شعب التوتسي خلال الإبادة الجماعية في رواندا في عام ١٩٩٤، ومذبحة سربرنيتسا عام ١٩٩٥ التي شهِدَت مقتلَ أكثرَ من ثمانية آلاف بوسنيٍّ مسلم على يدِ جنود صِرْب البوسنة. إضافةً إلى ذلك، ظلَّت عواملُ التمييز الجنسي، والعنصرية، والنخبوية تؤدِّي إلى نقص تمثيل النساء والأقليات وأبناء الطبَقات العاملة، في الوظائف المرموقة والأدوار السياسية. لكن حتى مع ذلك، تُوجَد أدلةٌ جيدة على تراجُع المعتقَدات الشوفينية التي تستند إلى الأفكار القائلة بوجود الاختلاف الوراثي. فقد تراجعَت لغةُ علم الأحياء جزئيًّا لصالح زيادة التركيز على الثقافة والشخصية.

يتجلَّى هذا التحول التدريجيُّ عن مظاهر التعبير العلَني عن العنصرية البيولوجية في المواقف تجاه المهاجرين. ففي أوروبا ما بعد الاستعمار، كان العداءُ موجَّهًا بدرجةٍ كبيرة نحو المهاجرين من الممتلكات الاستعمارية السابقة، لا سيَّما المهاجرين من ذَوي الأصول الإسلامية. فبحلول عام ٢٠٠٤، كان هناك في فرنسا مليونان من المهاجرين وأبنائهم يتعرَّضون للتمييز الشديد، ويعيشون في ظروفٍ دون المستوى المقبول على حافَاتِ المدن الكبرى. وعقب توسُّعِ الاتحاد الأوروبي في العامَين ٢٠٠٤ و٢٠٠٧، طالت الضغائنُ العِرقيةُ مُهاجري أوروبا الشرقية؛ ففي المملكة المتحدة، أسهَم النفورُ من البولنديين والرومانيين بشكلٍ كبير في انتصار حملة الاستفتاء على خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي عام ٢٠١٦. بالرغم من ذلك، فقد صار زعماءُ «اليمين الجديد» وأنصارُه في أوروبا أقلَّ ميلًا للتعبير علَنًا عن وجهات نظرهم العنصريةِ في عصرنا الحاليِّ، بعد أن أصبحَت غيرَ مقبولة اجتماعيًّا في العديد من الأوساط.

بات من الأكثر شيوعًا لدى الأحزاب المناهِضة للمهاجرين وأتباعهم؛ الحديثُ بلغة الثقافة بدلًا من لغةِ الاختلاف البيولوجي. فكلُّ ما يتطلَّبُه الأمرُ هو إظهار أن أنماط التفكير الثقافية تمتدُّ بجذورها عميقًا لدرجةٍ تعوق فكرةَ الاندماج. وعلى هذا الأساس كان بوُسع السياسيِّ البريطاني المحافِظ إينوك باول أن يُنكر بشدةٍ كونه عنصريًّا، بينما أصرَّ في عام ١٩٦٨ على أنَّ «الهندي الغربي أو الهندي لا يُصبح إنجليزيًّا بولادته في إنجلترا.» فبهذه الطريقة تفعل لغةُ الثقافة ما كانت تفعله لغةُ العِرق. علاوةً على ذلك، يؤدي التمييزُ المتكرر ضد المهاجرين إلى استمرار فقرهم واغترابهم الثقافي، الذي يُمكن لأعضاء الثقافات السائدة اعتبارُه دليلًا أكيدًا على عجزهم عن الاندماج الحقيقي.

يتَّضح من بيانات الدراسات الاستقصائية الأمريكية أيضًا انخفاضُ العنصرية البيولوجية تجاه الأمريكيِّين الأفارقة. فقد وجدَت إحدى الدراسات الاستقصائية الوطنية أنه في حينِ وافق عام ١٩٤٢ نحوُ ٥٣ في المائة من الأمريكيين البيض على أن أصحاب الأصول الأوروبية ينتمون إلى عِرقٍ أسمى فِكريًّا، فقد انخفضَت هذه النسبةُ إلى ٢٠ في المائة بحلول عام ١٩٥٦. ووجدَت دراسةٌ أخرى في عام ١٩٨٦ أنَّ ١٤ في المائة فقط من البيض كانوا مستعدِّين للقول بأن السُّود أكثرُ فقرًا بسبب «ميراثهم البيولوجي». وبالمثل أيضًا، توضِّح الدراسات تناقصًا في تأييدِ الفصل العرقي في المدارس والقوانين التي تمنع الزواجَ بين الأعراق. في الوقت نفسِه، تكشف البياناتُ الاستقصائية أن الغالبية العظمى من البيض يُعارضون المعاملة التفضيلية للسود في التوظيف أو الترقية، وأنَّ احتمال اعتراضهم على زيادة ميزانيات الرعاية الاجتماعية يَزيد بدرجةٍ كبيرة إذا ما عرَفوا أن معظم الفقراء من الأمريكيِّين الأفارقة وليسوا بِيضًا.

في محاولةٍ لحلِّ هذا التناقض الواضح بين انخفاض معدَّلات العنصرية ووجودِ معارضة قوية لمساعدة السود في التغلُّب على أعباء العنصرية التاريخية؛ يفترض عددٌ من العلماء ظهورَ «عنصرية جديدة». تستند هذه العنصرية إلى اعتقادٍ خاطئ بأن الأمريكيين الأفارقةَ فقراءُ بدرجةٍ غير متناسبة؛ لأنهم لا يعملون بكدٍّ مثلما يعمل البيض. ذلك أنَّ الدراسات الاستقصائية الوطنية توضح دائمًا أنَّ العدد الأكبر من الأمريكيين يعتبرون السودَ أكثرَ كسلًا من البيض، ويرتبط هذا التصورُ ارتباطًا وثيقًا بتفضيل التخفيض في الإنفاق على الرعاية الاجتماعية. فرؤية السود باعتبارهم كُسالى تؤدي إلى الشعور بعدم أحقِّيتهم في المساعدة. ثَمة ما يدعم أن هذا الموقفَ لا ينطلق في الأساس من العنصرية القديمة، وهو أنَّ العديد من أولئك الذين يكرهون إنفاقَ الأموال على الرعاية الاجتماعية

للسود يدعمون في واقع الأمر برامجَ مصمَّمةً لتعزيز فرصهم في تحسين الذات، مثل برنامج «هيد استارت».

يتجلَّى تراجعُ الأيديولوجيات الداعمةِ لدور الوراثة بالقدر نفسِه في رؤية مُواطني المجتمعات الغربية الحديثة للطبقات الاجتماعية. لم يزل الفقراء البيض عُرضةً في بعض الأحيان للتحقير الذي ينزع عنهم صفةَ الإنسانية؛ فتتحدَّث الصحف البريطانية مثل صحيفة «ديلي ميل» بشكلٍ لاذع عن «الطبقة الدُّنيا الوحشية»، ولم يزَل استخدامُ مصطلح مثل «أحمر الرقبة» في أمريكا يحمل أكثرَ من مجرد تلميح بالازدراء العنصري، وهو مصطلح كان يُطلَق في الأصل على فقراء المزارعين الذين احمَرَّت رِقابهم من التعرض للشمس، وصار يُستخدم في الإشارة إلى الأفراد الأكثر فقرًا والأقلِّ ثقافةً ووعيًا. بالرغم من ذلك، فقد صار مفهومًا في العموم أن الفقر والثروة مرتبطان بالجهد والإنجازات الفردية، أكثرَ من ارتباطهما بالنَّسَب. وجدَت الدراسةُ الاستقصائية البريطانية للمواقف الاجتماعية التي أُجرِيَت عام ٢٠٠٩ أن ٧٤ في المائة و٨٤ في المائة من الأشخاص اعتبروا التعليم والعمل الجادَّ، على التوالي، هما الأمْرَين الأكثرَ «للترقِّي». أما مَن اختاروا «الانحدار من عائلةٍ مناسبة» باعتباره العاملَ المهمَّ للترقي، فلم تَزِد نسبتُهم عن ١٤ بالمائة. يمكن القول إنَّ هذه النتائج متوقَّعةٌ بعض الشيء. فمثلما رأينا، أصبحَت الهياكل الطبقية أقلَّ جمودًا بعد الحرب العالمية الثانية مع التوسُّع في الوظائف الإدارية وإدخال أدواتٍ تكنولوجية جديدة ومتطورة تقتضي توظيفَ ذَوي المهارات التقنية. ونتيجةً لهذا، صار النسبُ بلا مَهارات مهنية يكتسبها المرءُ بالعمل الجادِّ أمرًا يصعب إقناعُ الآخرين بميزةٍ له.

فبدلًا من تباهي الشباب والشابَّات بأصولهم الطبقية، أصبح عليهم الآن تكريسُ قدرٍ كبير من الوقت لبناء ما يُسميه عالم الاجتماع فيليب براون «سرديَّة قابلية الفرد للتوظيف». الحقُّ أنَّ بناء هذه السردية لا يستلزم الحصولَ على درجاتٍ جيدة فحَسْب، بل يستدعي أيضًا وجودَ شيءٍ من التاريخ الفردي في السفر إلى الخارج، والتدريب الداخلي، والأنشطة الخارجة عن نطاق المقررات الدراسية، وذلك كلُّه مما يُساعد الفردَ على الالتحاق بجامعاتٍ جيدة ومِهَن برواتبَ مُجزية. لا تزال الخلفية العائلية بالطبع تحظى لدى كثيرين بأهميةٍ كبيرة على أرض الواقع. فبينما يتعيَّن على أعدادٍ كبيرة من المتعلِّمين رجالًا ونساءً أن يتنافسوا الآن على وظائف القطاعَين الإداريِّ والمهني، التي لم تَعُد تتوسَّع بمعدلِ توسُّعها في العقود السابقة، فإنَّ مَن وُلدوا لأسرٍ تُمكِّنهم من الحصول على تعليمٍ باهظ الثمن وغيرها من الفرص يتمتَّعون بميزةٍ كبرى. بالرغم من ذلك، فعادةً ما يُنظر إلى

النجاح والفشل في هذه البيئة التنافسية في سياق الجهد الفردي، لا في سياق علم الجينات أو الامتياز.

ثمة سببٌ آخرُ لتراجع التفسيرات الوراثية لعدم المساواة العرقية والطبقية؛ وهو تراجعُ شعبية التفسيرات الهيكلية أيضًا. فقد لاقى التقليلُ الضخم من شأن العوائق أمام الترقِّي الاجتماعي إعجابًا واضحًا لدى الأثرياء نسبيًّا. ذلك أنه يُمكِّنهم من النظر إلى مكانتهم باعتبارها أمرًا مكتسَبًا بالكامل، ورؤية أنَّ الفقراء هم المسئولون عمَّا لحق بهم من سوء حظٍّ يستحقُّونه. ولهذا التفسير ما يؤيِّده من الدراسات التي توضِّح أنَّ المقتدرين ماليًّا هم مَن يرَون على الأرجح أنَّ النظام الاجتماعي عادلٌ ومنفتح لكلِّ مَن يبذل جهدًا بالفعل. نتج عن ذلك رؤيةٌ لعدم المساواة تُضفي الشرعية على التسلسل الهرمي بفعاليةٍ لا تقلُّ عن فعالية المعتقدات القديمة بشأن الاختلافات المتوارثة في إضفاء هذه الشرعية.

علاوةً على ذلك، نُلاحظ تضاؤلَ الاعتقادِ بأنَّ النساء بطبيعتهنَّ أكثرُ عاطفيةً من الرجال وأقلُّ عقلانية. يتَّضح هذا من زيادة مُشاركة المرأة في قطاعات العمل التي كان يُهيمن عليها الرجال في السابق، وحقيقة أنَّ النساء اللاتي يتخرَّجن الآن في الجامعات أكبرَ عددًا من الرجال. وانخفض أيضًا عددُ الأمريكيِّين الذين يرَون أنَّ النساء يجب أن يكنَّ ربَّاتِ بيوت من ٤٠ في المائة في عام ١٩٧٠ إلى ١٨ في المائة فقط في أواخر التسعينيَّات. لم يثبت بالطبع أنَّ جميع قطاعات الاقتصاد تقبل الموظَّفات؛ فوظائف الطبقة العاملة مثل البناء، والسباكة، وقيادة الشاحنات لم تزل مقصورةً على الرجال بالدرجة نفسِها التي كانت عليها في خمسينيَّات القرن العشرين تقريبًا. غير أن المفاهيم قد تغيَّرَت مع تزايُد اعتياد الرجال على عمل النساء في مجموعةٍ مختلفة من المهن، ومع تحدِّي الأيديولوجيات الليبرالية، بما في ذلك الموجة النسوية الثانية، لوجهات النظر القديمة بشأن طبيعة الاختلاف بين الجنسَين.

على الرغم من ذلك، لا تزال المعتقَدات الجوهرية بشأن الاختلاف بين الجنسَين قائمة. فخلال تسعينيَّات القرن العشرين، انتهى التوجُّه الذي استمر عقودًا من الزمن نحو تشكيلِ مواقف تتَّسم بدرجةٍ متزايدة من المساواة فيما يتعلَّق بالنوع الاجتماعي. ولم تشهد الدراساتُ الاستقصائية تزايُدَ الليبرالية مجدَّدًا إلا في القرن الحادي والعشرين، وهي لا تزيد بالمعدَّل الذي كانت عليه في السبعينيَّات من القرن العشرين أو الثمانينيَّات. تباطَأ أيضًا التقدمُ نحو تحقيق المساواة في الأجور والفرص. ففي عام ١٩٧٠، لم يكن متوسطُ أجر المرأة العاملة في الولايات المتحدة يَزيد عن ٥٩ في المائة من متوسط أجرِ الذكر، وقد

ارتفع إلى ٨١ في المائة فقط بحلول عام ٢٠١٥. وبحلول عام ٢٠٠٢، كان تمثيلُ النساء في الوظائف المرتفعة الأجور لا يزال ضعيفًا في الولايات المتحدة، وفي جميع الأماكن الأخرى أيضًا. ففي شريحة الراتب الأعلى بدخلٍ سنوي قدرُه مليون دولار أو أكثر، كان يوجد ١٣ رجلًا لكل امرأة واحدة.

تشرح عالمةُ الاجتماع باولا إنجلاند أنَّ المساواة بين الجنسين توجد الآن جنبًا إلى جنب مع «إيمان قوي (وإن كان ضِمنيًّا في كثير من الأحيان) بوجود ماهية للنوع الاجتماعي، ذلك المفهوم القائل بوجود اختلاف جوهري وفِطري بين الرجال والنساء في الاهتمامات والمهارات». وقد وجَدت العديدُ من الدراسات المُصمَّمة للكشف عن التحيزات الضمنية أن المرأة في المتوسط تُعد ألطفَ من الرجل، ولكنها أقلُّ كفاءةً منه. عِلاوةً على ذلك، فإنَّ النساء اللائي يتَّسمن بالحزم والحسم المرتبطَين بالذكورة، قد يُحفزن ردودَ فعلٍ سلبية بين الزملاء. ونتيجةً لهذا، تزيد احتماليةُ النظر إلى الرجال باعتبارهم رموزًا شرعية للسلطة، بينما يقلُّ عدد النساء اللاتي يُرقَّين لهذه الأدوار، أو يقلُّ عدد مَن يرون في أنفسهن إمكاناتٍ كبيرةً للقيادة.

طُرِحَت نظرياتٌ مختلفة عن سبب تباطؤ التقدُّم نحو قدرٍ أكبر من المساواة بين الجنسين في العقود الأخيرة، ومن ذلك الصعوبة الهائلة في تغيير الصور النمطية الراسخة ثقافيًّا، ورد الفعل العنيفة التي تُثيرها وسائل الإعلام ضد النساء العاملات، ممَّا شجع الاعتقادَ بتعارض الحياة المهنية مع المتطلبات المكثَّفة للأمومة في العصر الحديث، وحقيقة أنَّ عددًا صغيرًا نسبيًّا من الرجال هم الذين تحدَّوا الصور النمطية القديمة بعمَلِهم في المهن المعروفة بأنها مهنٌ نسائية؛ مثل التمريض ورعاية الأطفال، ورغبة الكثير من الرجال في الاحتفاظ بمكانتهم، ربما في المنزل على وجه الخصوص حيث لا تزال النساءُ العاملات يُشاركن بنسبةٍ غير متكافئة في الأعمال المنزلية.

من المهم أيضًا ملاحظةُ أنَّ العديد من النساء يخضعن لتضافُر آثارِ عدة أنواع مختلفة من التحيز. فالنساء اللاتي ينتمين للأقليات وللطبقة العاملة يواجِهْن عدةَ عقَبات عليهن التغلبُ عليها إذا كن يرغبن في تحسين مكانتهن الاجتماعية. فلْتتأمَّلْ فقط عمق الازدراء العنصري، والطبقي، القائم على النوع الاجتماعي الذي تُصدِّره الاستعارةُ التي يقوم عليها مصطلحُ «مَلَكة الرعاية الاجتماعية» النمطيَّة. إنه مصطلحٌ يفتري على الفقيرات من الأمريكيات الأفارقة بأنهنَّ يُفرِطْن في الإنجاب للحصول على مدفوعاتٍ أعلى من الرعاية الاجتماعية، بالرغم من عدم وجود دليل على أن النساء اللاتي يتلقَّين مدفوعات الرعاية الاجتماعية يُنجبن أطفالًا أكثرَ من أولئك اللاتي لا يحصلن عليها.

ذكَر هذا الفصلُ عددًا من التطورات التاريخية المهمة. لقد زاد فهمنا للوراثة بمعدل مذهل، وأثر ذلك في الطب، والزراعة، وعلم الأدلة الجنائية، ومعرفتنا بالتطور، والإدراك البشري، والشخصية. وأدت اكتشافاتُ علم الجينات إلى تقويض العقائد الوحشية بشأن الدُّونية الوراثية التي كانت شائعةً من قبلُ بين العلماء الأمريكيين والأوروبيين. رافقَ هذا انخفاضٌ أوسعُ نطاقًا في القَبول العام للشوفينية البيولوجية. بالرغم من ذلك، لا يجدر بنا المبالغةُ في تقدير أهمية هذا التحوُّل. فلا تزال أقليةٌ لا بأس بها تؤيد الخرافات التقليدية في مجال الوراثة بشأن العِرق، والنوع الاجتماعي، والطبقة الاجتماعية. علاوةً على ذلك، على الرغم من التقدم المحرَز نحو التغلُّب على الصور النمطية للدُّونية الفكرية للإناث، فالأدلة كثيرةٌ على استمرار الاعتقادات الضمنية بأن المرأة عليها أن تكون مُربيةً لا طَموحة ومكافحة.

الفصل الثامن

التقدُّم المحرَز والإمكانات

الوراثة في سطور

بعد آلاف السنين من التكهُّنات والتخبُّط ثم التقدم في نهاية المطاف، أصبح علماءُ الوراثة الآن قادرين على شرح كيفية تكوينِ التفافات الحمض النووي للبروتينات التي تتشكَّل منها أجسامُنا جميعًا، وهم يستطيعون إخبارَنا بالكثير جدًّا عن كيفية تأثير الجينات في سلوكنا، بل إنهم يُطوِّرون الآن طرقًا لإدخال جيناتٍ جديدة في خلايا الإنسان؛ لمواجهة آثار الطفرات الجينيَّة الخطيرة. أتت هذه الإنجازاتُ نتيجةَ آلاف السنين من الملاحظة، والتجرِبة، والجهد الفكري. فقد تابعنا هذه القصةَ بدءًا من فلاسفة أثينا القديمة إلى اختصاصيِّي الفحص المجهري في أوائل العصر الحديث، وإلى صفوف البازلاء الحُلوة المرتَّبة في حديقة دير جريجور مندل، وحتى الوقت الحالي الذي يشهد المصفوفاتِ الجينية الدقيقة، والمسح الكامل للجينوم، والكائنات المعدَّلة وراثيًّا. إنَّ هذا التقدُّم المذهل في القرنَين الماضيَين قد استلزم ما هو أكثرُ بكثير من تعاقب العلماء الموهوبين فحسب؛ ذلك أنه اعتمد على ظهور العلم التجريبي، والاستفادة من البحث الوراثي في مجال الزراعة، وتوفُّر التمويل من الحكومات ومن مستثمري القطاع الخاصِّ الطامعين في التكسُّب من الاختبارات والعلاجات الجديدة، وتطوير تقنيات المختبرات التي مكَّنَت من رؤية بِنَى الخلايا والجزيئات ووظائفها، وانتقاء الكائنات الحية موضوع التجارِب التي يمكن من خلالها الكشفُ عن أسرار انتقال الصفات بالوراثة.

رأينا أيضًا أنَّ الفكرة القائلة باختلاف البشر وَفقًا لمولدهم نادرًا ما خلَت تمامًا من الضرر. فكثيرًا ما طُرِحَت فكرةُ الاختلافات الفطرية بنيَّة أيديولوجية تتجاوز حدودَ الدليل والمنطق. وبوتيرةٍ مذهلة مثيرة للقلق، انجرفت شعوبُ الغرب نحو الاعتقاد بأن المرأة،

والطبقات الاجتماعية الدُّنيا، والغرباءَ من المجموعات الإثنية؛ لديهم جوهرٌ مغاير أقلُّ شأنًا لا يتغير من جيلٍ إلى جيل إلا بالقدر القليل، إن كان يتغير من الأساس.

على الرغم من تركيز هذا الكتاب على أوروبا والأمريكتين؛ يجب التأكيدُ على أن النزعة إلى اعتبار مجموعاتٍ معيَّنة من الأشخاص أقلَّ قيمة في ذاتهم يُلاحَظ في أنحاء عديدةٍ أخرى من العالم. فقد قال العلَّامة الفارسيُّ ابنُ سينا في القرن الحادي عشر إنَّ بعض أنواع الأشخاص «عبيدٌ بالفطرة» وهم «لا يصلحون لأمورٍ أسمى». وسلَّط المؤرِّخ جورج إم فريدريكسون الضوءَ على التمييز الياباني القديم تجاه الكوريِّين المولودين في اليابان واستبداد الرعاة من قبيلة التوتسي في رواندا وبوروندي بمزارعي الهوتو في عصورٍ ما قبل الاستعمار. ثمة خلافٌ بشأنِ ما إذا كان النظام الطبقي الهندي عُنصريًّا وَفقًا للتعريف الاصطلاحي للكلمة، لكنه يتماشى على أي حالٍ مع المعتقد الماهاوي بأن بعض المجموعات مختلفة جوهريًّا. ففي دراسةٍ أُجريَت عام ٢٠٠٧، طلب راماسوامي ماهالينجام من بعض البراهمة (أفراد الطبقة العُليا) وبعض الداليت (أو طبقة المنبوذين) قراءة «قصة عن حدثٍ تبديل بين طفلَين عند الولادة»، تحكي عن طفلٍ من الطبقة العليا رُبِّي في عائلةٍ من الطبقة الدنيا، أو طفلٍ من الطبقة الدنيا رُبِّي في عائلة من الطبقة العُليا. في النهاية، كان براهمة الطبقة العليا أكثرَ ميلًا من داليت الطبقة الدنيا؛ للاعتقاد بأن الطفل سيتخذ حين يكبر هُويةَ الطبقة التي وُلد فيها.

ربما يبدو أنَّ ظواهر العنصرية وكراهية النساء والنخبوية؛ متعارضةٌ مع تطور الأفكار العلمية المذهلة عن الجنس والوراثة. وقد عرَض هذا الكتابُ كِلا الروايتَين نظرًا إلى تداخلهما في كثيرٍ من الأحيان. فمثلما أنَّ الفلاسفة في العصور الكلاسيكية القديمة قد اختلَقوا عن الاختلاف البشري نظرياتٍ تتوافقُ تمامًا مع استعباد أَسْرى الحرب من الأراضي الواقعة خارج حدود الإمبراطورية اليونانية، أيَّد بعضُ أبرز علماء الوراثة في النصف الأول من القرن العشرين تعقيمَ المجرمين والمجانين والذين يُعانون من صعوباتٍ في التعلم، أو فصْلَهم عن المجتمع أو قتلهم. ينبغي ألَّا نندهش في حقيقة الأمر من هذا الافتقار إلى الحياد لدى الكثير من المفكرين الكبار. فقد رُبِّي المثقَّفون الذين ينتمون إلى النخب الاجتماعية في أوروبا وأمريكا على أنهم أرقى من حيث النوعُ الاجتماعي، والطبقة الاجتماعية، والعِرق. ولم يكن غالبيتُهم على استعدادٍ لتحدي الرأي التقليدي، الذي يُعزز بالطبع إحساسَهم بتقدير الذات؛ فللتباهي والمصلحة الذاتية إغراءٌ قوي.

شهدت العقودُ الأخيرة انخفاضًا مذهلًا في مصداقية الماهوية البيولوجية. فقد أبطل العلمُ الادِّعاءات الفجَّة المتعلقة بوراثة الاختلاف البشري دون إنكارِ دور الجينات في الذكاء والشخصية. في الوقت نفسِه، صارت درجةُ عدم القَبول الاجتماعي لفكرة إسناد الاختلافات في الوراثة لطبقات بأكملها من البشرية أكبرَ كثيرًا. بالرغم من ذلك، فمعرفة ما إذا كان هذا الاتجاه سيستمرُّ أم لا، هو أمرٌ أبعدُ ما يكون عن الوضوح. وعلى أي حال، لن يُشكِّل ما يقوله علماءُ الأحياء عن تعقيد علم الوراثة فارقًا كبيرًا في أنظار أولئك الذين يرغبون في شيطنة أفراد الجماعات الأخرى.

آفاق مستقبلية غامضة

ثَمة أمرٌ واحد يُمكننا الجزم به في هذا السياق، وهو أن علم الجينات سيأخذُنا على الأرجح إلى نطاقٍ أخلاقي وَعْر. ذلك أنه أدَّى إلى ابتكاره طرقًا جديدة للتغيير في جينوماتنا. فعلى مدى السنوات القليلة الماضية، قلَّت الصعوباتُ التقنية لتعديل الحمض النووي البشريِّ بعد اكتشاف آليةٍ مناعية بكتيرية تُسمَّى CRISPR-Cas9. ففي عام ٢٠٠٠، اكتشف فرانسيسكو موجيكا من جامعة أليكانتا، خلال دراسته لجينومات البكتيريا التي تعيش في المستنقَعات المالحة، الكثيرُ من التَّكرارات الغريبة المكوَّنة من ٣٠ قاعدةً تتخلَّلها فواصلُ قصيرة (سُمِّيت لاحقًا CRISPR؛ اختصارًا للتَّكرارات العنقودية المتناظرة القصيرة المنتظمة التباعد). بمقارنة تسلسلات الفواصل بقاعدةِ بيانات، وجد أنها تُطابق ترتيبات النيوكليوتيدات في بعض أنواع العاثيات. خمَّن موجيكا بشكلٍ صحيح أنه وجد جهازًا مَناعيًّا بكتيريًّا. وقد أظهرَت الأبحاث اللاحقة أنَّ البكتيريا حين تكتشف وجود العاثيات، فإن الجينات القريبة من مصفوفات CRISPR الخاصة بها تنسخ الفواصلَ إلى الأحماض النووية الريبوزية التي تطفو حول الخلية. تُصحَب هذه الأحماض النووية الريبوزية ببروتينٍ يُسمَّى Cas9. وإذا عثر الحمض النووي الريبوزي على جزءٍ تكاملي من الحمض النووي للعاثيات، فإن بروتين Cas9 يقطع سلاسلَ حمضها النووي. إضافةً إلى ذلك، تعمل تسلسلاتُ CRISPR بمنزلة ذِكريات للهجمات الفاشلة وتسمح باستجابةٍ مَناعية سريعة إذا تكرَّر غزوُ الأصناف نفسِها من العاثيات مرةً أخرى.

كان الاكتشاف المهمُّ التالي هو إدراكَ إمكانية إعادة بَرمجة هذا النظام بما يسمح بالتعديل في الجينات. ففي ٢٠١٢، أدخَل باحثون في خليةِ فأر حمضًا نوويًّا ريبوزيًّا إلى

جانب بروتين Cas9. وكانوا قد أعَدُّوا هذا الحمض النووي الريبوزي خصوصًا — ويُسمى حمضًا نوويًّا ريبوزيًّا مُوجَّهًا — لأن يرتبط بتسلسل الحمض النووي المُتكامِل في الخلية. عندما حدَّد الحمض النووي الريبوزي موقعَ هدفِه، شقَّه بروتين Cas9 تاركًا مجموعتَين من الأطراف المقطوعة. حاول الحمض النووي على الفور إصلاحَ نفسِه، في عمليةٍ تتضمَّن وجود إنزيماتٍ تُعيد تقليمَ الأطراف المقتطَّعة؛ مما يؤدِّي إلى إعادة تشكيل النيوكليوتيدات المفقودة، ثم إعادة إغلاق السلسلة. ولأن هذه العملية قد تؤدي إلى أخطاء ربما ينتج عنها تعطيلُ الجينات، فقد وجد الباحثون وسيلةً جديدة فعَّالة لإنتاج فئرانٍ معطَّلة الجين. غير أنَّ معالجة آلية الإصلاح ذاتها قد يسمح يومًا ما بالاستعاضة عن الجينات البشرية على نحوٍ دقيق للغاية. وباستخدام أنواعٍ أخرى، يمكن لعلماء الأحياء بالفعل تحديدُ أحد الجينات وقطعُه ببروتين Cas9. إذا امتلأت الخليةُ بالنُّسخ المرغوبة من الجين، فستدمجها آلية إصلاح الحمض النووي للخلية في بعض الأحيان عند محاولة إصلاح الضرر الذي خلَّفَه بروتين Cas9. تدلُّ المؤشرات المبكِّرة على أنَّ هذه الطريقة، وغيرَها من الطرق الأخرى قيْدَ التطوير، ربما تُحدِثُ تحولًا كبيرًا في علاج الأمراض الوراثية؛ إذ يمكن استخدامُ آلية CRISPR-Cas9 في تصحيح الجينات المعيبة في خلايا الجسم.

ثَمة إمكانيةٌ كبيرة أيضًا لاستخدام هذه التكنولوجيا لتحفيز تعديلاتٍ يمكن تَوارثُها. يُحاجج بعضُ المعلقين بأن تعديل الأجنة البشرية أو الخلايا الجنسية سيَظل غيرَ آمنٍ في المستقبل البعيد بسبب التعقيدات المذهلة للآليات التنظيمية الجينية والتفاعلات بين الجينات بعضِها ببعضٍ وبين الجينات والبيئة. وعلى الرغم من أنَّ زعمهم هذا ليس صحيحًا بالضرورة، فدائمًا ما تنطوي الأساليبُ التكنولوجية الجديدة على مخاطرَ غيرِ متوقَّعة. فهل سيكون الآباء الذين يهتمُّون برفاه أطفالهم، بما فيه الكفايةُ لأن يُفكروا في اتباع العلاج الجيني بالخلايا الجنسية، مُستعدِّين بالفعل لخوض مثلِ هذه المقامرة؟

إنَّ القرار بخوض المخاطرة من عدمه سيتوقَّف جُزئيًّا على المنافع المحتملة. ليس من الصعب تخيلُ استخدام وسائل تكنولوجية مثل آلية CRISPR-Cas9 لاستبدال الجينات التي تؤدي إلى التليُّف الكيسي، أو فقر الدم المنجلي، أو مرض هنتنجتون. ولكن التساؤل هو ما إذا كانت النُّهُج الحاليَّة ستظل مفضَّلةً على عمليات التعديل في الخلايا الجنسية. يمكن للأزواج بالفعل القيامُ بفحص العوامل الوراثية والتشخيص الجيني السابق لزراعة الأجنَّة، أو يمكنهم الحصول على الأمشاج من متبرِّعين. من المحتمل أيضًا أن يجلب المستقبلُ علاجاتٍ جينيةً تعمل على خلايا الجسم؛ ومن ثَم لا تتطلب تغييرًا في العوامل الوراثية

للفرد. بالرغم من ذلك، توجد مزايا مستقبليةٌ محتملة للعلاج الجيني بالخلايا الجنسية. فهي تُبشِّر في المقام الأول بإمكانية تفادي المشكلة الكلاسيكية للعلاج الجيني الموجَّه لخلايا الجسم؛ وهي الصعوبة الشديدة في إيصالِ ما يكفي من نُسَخ الجين الطبيعي إلى الأعضاء والأنسجة دون تنشيطِ استجابةٍ مناعية، أو تعطيلِ عمل الجينات الأخرى. أما استخدام التعديل الدقيق بآلية CRISPR-Cas9 على الأجنَّة أو الخلايا الجنسية، فيمكن أن يضمن أنَّ كل خلية تحتوي على الجين المناسب في المكان المناسب تمامًا جنبًا إلى جنب مع الجينات التنظيمية التي تُنشطه وتُعطله بشكل صحيح.

علاوةً على ذلك، قد نتمكَّن يومًا ما من استخدام أنظمةٍ مثل CRISPR-Cas9 لإدخال الجينات المعروفة بأنها تحدُّ بشكلٍ كبير من احتمالية الإصابة بأمراض كألزهايمر وأمراض القلب والسكَّري وفيروس نقص المناعة البشرية. الأكثر إثارةً للجدل هو احتمالية استخدام تدخُّلات العلاج بالخلايا الجنسية لتحسين السِّمات غير الطبِّية. ذلك أنَّ الجينوم البشري يتضمَّن على سبيل المثال، جيناتٍ فرديةً ذاتَ تأثير ملحوظ على الأداء الرياضي. وقد تُصبح تدخلاتُ العلاج بالخلايا الجنسية قادرةً في المستقبل على استهدافِ مثل هذه التسلسلات الفعالة للغاية.

على الرغم من وجود عقَباتٍ تقنية هائلة في طريق تطبيق تكنولوجيا تحرير الجينات على البشر، فإن المسائل الأخلاقية المتعلقة بمِثل هذه الوسائل التكنولوجية لم تَعُد تقتصر على المجال الأكاديمي. ففي عامَي ٢٠١٥ و٢٠١٦، أعلنَت فِرَقٌ من العلماء في الصين أنهم حاوَلوا استخدام تكنولوجيا CRISPR-Cas9 لتحفيز تغييراتٍ جينية في أجنَّة بشَرية لا تملك مُقومات الحياة. وفي عام ٢٠١٥، ناشد بعضُ علماء الأحياء البارزين في أمريكا بالعزوف عن إجراء «التعديل الجينومي بالخلايا الجنسية» حتى تحظى تداعياتُه بالقدْرِ اللازم من المناقشة. إضافةً إلى ذلك، كشفت الدراساتُ الاستقصائية للمواقف العامة عن التخوُّف حيال استخدام تحرير الجينات في الأجنة لأسبابٍ غير طبِّية.

الفلاسفة أيضًا قد تنوَّعَت مواقفهم. فأوصى البعضُ بالتناول الجادِّ لرد الفعل القَلِق الذي يشعر به الكثيرون تجاه التغيير في الخلايا الجنسية. يعتقد عالمُ الأخلاق المحافظ ليون كاس أنَّ «عامل التقزُّز» من الأمر ينشأ عن حَدْسٍ أخلاقي عميق بخطأ هندسة الخلايا الجنسية. فهو يُحاجج مثلًا أن تعديل جينات الأشخاص لزيادة ذكائهم أو جمالهم جينيًّا سيُشوِّه الوجود البشري؛ لأننا لن نشعرَ حينها بالفخر الشخصي بإنجازاتنا. ثمة اعتراضاتٌ أخلاقية أخرى تستند إلى مخاوف أن يؤدِّي تعديلُ الخلايا الجنسية إلى زيادة

الظلم والصراع. فقد تنبَّأ عالم الأحياء لي سيلفر أن زواج الرأسمالية وتكنولوجيا الجينات سيؤدي إلى تكوين طبقةٍ عُليا جينية، «الأثرياء جينيًّا»، ستقفُ في وجه «الطبيعيِّين» الذين سيكونون أقلَّ قدرةً في المعتاد.

لا يقتنع العديدُ من الكُتَّاب بالاعتراضات الأخلاقية على العلاج الجيني، ويرَون أنَّ الهندسة الوراثية وسيلةٌ لتحسينِ رفاه الإنسان، وتجاهلُها غيرُ أخلاقي. يؤكِّد البريطانيُّ الباحث في أخلاقيات علم الأحياء، جون هاريس على سبيل المثال، أنه لا يُوجَد في الواقع شيءٌ جذري من الناحية الأخلاقية بشأن تعديل الخلايا الجنسية؛ لأننا نحن البشرَ «مُحَسِّنون» بطبيعتنا؛ إذ طوَّرْنا الأدوية لمكافحة الأمراض، والمأوى والملابس لتحدِّي تقلُّبات المناخ، واللغة المكتوبة لإثراء قدرتنا على التفاعل والتعلم والتنظيم.

من المستحيل في الوقت الحاضر معرفةُ ما إذا كان تعديلُ الخلايا الجنسية سيجعل الناسَ أكثرَ صحة، أو ذكاءً، أو وسامةً. وليس من المرجَّح أيضًا أن يكون الأكاديميُّون هم أصحاب الحكم النهائي في هذه المسألة. لا شك أنَّ الحوافز التِّجارية ستتفوَّق إذا اكتُشِفَت وسائلُ آمنة لإجراء تعديلات على الخلايا الجنسية، سواءٌ أكانت لأغراضٍ طبية أم غيرِ طبية. وحتى إذا لم يُسمَح بتطوير التقنيات في مُختبَرات العالم المتقدِّم، فمن المرجَّح أن يُجرى ذلك في الأجزاء الأقلِّ تنظيمًا من العالم. فرغم كل شيء، من الصعب منعُ البشر من محاولةِ توفير فرصةِ حياة أطولَ وأكثرَ إرضاءً لأنفسهم وأحبائهم، مهما كانت التداعياتُ الأوسع نطاقًا.

قراءات إضافية

Good general accounts of the history of heredity and genetics include: Ernest Mayr, *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance* (Belknap Press, 1982); Nicholas Russell, *Like engend'ring like: heredity and animal breeding in early modern England* (Cambridge University Press, 1986); Peter J. Bowler, *The Mendelian revolution: the emergence of hereditarian concepts in modern science and society* (Johns Hopkins University Press, 1989); and John Farley, *Gametes and spores: ideas about sexual reproduction*, 1750–1914 (Johns Hopkins University Press, 1982).

الفصل الأول: النفس والبذور والشوفينية

For ancient thinking about sex and heredity see Marten Stol, *Birth in Babylonia and the Bible* (Brill Academic Publishers, 2000); Conway Zirkle, 'The early history of the idea of the inheritance of acquired characters and of pangenesis', *Transactions of the American philosophical society*, 35/2 (1946), pp. 91–151; D. M. Balme, 'Human is generated by human', in Gordon Dunstan (ed.), *The human embryo: Aristotle and the Arabic and European traditions* (University of Exeter Press, 1990); and Thomas Laqueur, *making sex: body and gender from the Greeks to Freud* (Harvard University Press, 1992). For detailed analyses of Graeco–Roman ideas about gender, class,

and ethnicity see: Benjamin Isaac, *The invention of racism in Classical Antiquity* (Princeton University Press, 2004), Greg Woolf, 'Beyond Romans and natives', *World archaeology*, Vol. 23/3 (1997), pp. 339–50, Josiah Ober, *Mass and elite in democratic Athens: rhetoric, ideology, and the power of the people* (Princeton University Press, 1990), and P. A. L. Greenhalgh, 'Aristocracy and its advocates in Archaic Greece', *Greece and Rome*, 19 (1972), pp. 190–207.

الفصل الثاني: الجنس والبذرة والخطيئة في العصور الوسطى

Good accounts of medieval theories about inheritance are: Helen Rodnite Lemay (ed.), *Women's secrets: a translation of Pseudo-Albertus Magnus's De secretis mulierum* (SUNY Press, 1992); Luke E. Demaitre, *Leprosy in premodern medicine: a malady of the whole body* (Johns Hopkins University Press, 2007); and Päivi Pahta, *Medieval embryology in the vernacular: the case of De spermate* (Société néophilologique, 1998). For the application of the concept of heredity to questions of gender, class, and ethnicity see: Joan Cadden, *The meanings of sex difference in the Middle Ages: medicine, science, and culture* (Cambridge University Press, 1995); David Crouch, *The birth of nobility: constructing aristocracy in England and France 900–1300* (Pearson Education, 2001); Jonathan Spence, *The Chan's great continent: China in western minds* (W. W. Norton, 1998); Robert Bartlett, *The making of Europe: conquest, colonization, and cultural change, 950–1350* (Princeton University Press, 1993); Miriam Eliav-Feldon, Benjamin Isaac, and Joseh Zielger (eds), *The origins of racism in the west* (Cambridge University Press, 20.5).

الفصل الثالث: الوراثة في أوائل العالم الحديث ١٤٥٠–١٧٠٠

For theories about heredity Justin E. H. Smith (ed.), *The problem of animal generation in early modern philosophy* (Cambridge University

Press, 2006) and Staffan Müller-Wille and Hans-Jörg Rheinberger (eds), *Heredity produced: at the crossroads of biology, politics, and culture, 1500-1870* (The MIT Press, 2007). For the application of ideas of heredity see: Jorge Esguerra, 'New World, new stars: patriotic astrology and the invention of Indian and Creole bodies in Colonial Spanish America, 1600–1650', American historical review, 104/1 (1999), pp. 133–68; Winthrop D. Jordan, *White over black: American attitudes toward the Negro, 1550-1812* (University of North Carolina Press, 1968); and Alden T. Vaughan, 'From White Man to Redskin: changing Anglo-American perceptions of the American Indian', *The American historical review*, 87/4 (Oct. 1982), pp. 917–53.

الفصل الرابع: الوراثة في عصر التنوير

Detailed accounts of Enlightenment theories of heredity include Jacques Roger, *The life sciences in eighteenth-century French thought*, ed. Keith R. Benson and trans. Robert Ellrich (Stanford University Press, 1997); Raymond Stephenson and Darren Wagner, *The secrets of generation: reproduction in the long eighteenth century* (University of Toronto Press, 20.7); and Clara Pinto Correia, *The ovary of Eve: egg and sperm and preformation* (University of Chicago Press, 1998). For the use of concepts of heredity to talk about gender, social class, and race see: Londa L. Schiebinger, *Nature's body: gender in the making of modern science* (Rutgers University Press, 2004); William Doyle, *Aristocracy and its enemies in the age of revolution* (Oxford University Press, 2009); and Ira Berlin, *Many thousands gone: the first two centuries of slavery in North America* (Belknap Press of Harvard University Press, 1998).

الفصل الخامس: الوراثة في القرن التاسع عشر

For Victorian debates about heredity see: Peter J. Bowler, *Evolution: the history of an idea* (University of California Press, 2009); Janet Browne,

Charles Darwin: a biography, vol. 1 & 2 (Princeton University Press, 1996 & 20.5); George W. Stocking, Jr, *Victorian anthropology* (Free Press, 1991); and Warwick Anderson, 'Climates of opinion: acclimatization in nineteenth-century France and England', *Victorian studies*, 35/2 (1992), pp. 135–57. For the role of hereditarian concepts in discussions of gender, class, and race: Caroll Smith-Rosenberg and Charles Rosenberg, 'The female animal: medical and biological views of woman and her role in nineteenth-century America', *The journal of American history*, 60/2 (1973), pp. 332–56; Stephen Jay Gould, *The mismeasure of man*(W. W. Norton, 1996); Robin Blackburn, *The American crucible: slavery, emancipation and human rights* (Verso, 20.5); Ronald Takaki, *A different mirror: a history of multicultural America* (Back Bay Books, 2008).

الفصل السادس: الجزيئات والبشر

For the history of genetic research see: Garland Allen, *Life science in the twentieth century* (John Wiley & Sons, 1975); Horace Judson, *The eighth day of creation: makers of the revolution in biology*(Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1996); Matthew Cobb, *Life's greatest secret: the race to crack the genetic code* (Basic Books, 20.7). For the history of eugenics and scientific racism: Daniel Kevles, *In the name of eugenics: genetics and the uses of human heredity* (Harvard University Press, 1995); Mark B. Adams, *The wellborn science: eugenics in Germany, France, Brazil, and Russia* (Oxford University Press, 1990); Alexandra Minna Stern, *Eugenic nation: faults and frontiers of better breeding in modern America* (University of California Press, 20.7); and Elazar Barkan, *The retreat of scientific racism: changing concepts of race in Britain and the United States between the World Wars*(Cambridge University Press, 1993).

For modern ideas of pedigree and class: Arthur Marwick, *Class: image and reality in Britain, France and the USA since 1930* (Macmillan, 1990)

and Nicholas Lemann, *The big test: the secret history of the American meritocracy* (Farrar, Straus and Giroux, 2000). For ideas about gender see the essays contained in Janet A. Kourany (ed.), *The gender of science* (Pearson, 2001) and Carl N. Degler, *In search of human nature: the decline and revival of Darwinism in American social thought* (Oxford University Press, 1992).

الفصل السابع: آفاق جديدة

For good overviews of recent developments in genetics and their practical and ethical dimensions see: Siddhartha Mukherjee, *The gene: an intimate history* (Scribner, 2016); Francis S. Collins, *The language of life: DNA and the revolution in personalized medicine* (Harper Perennial, 2011); Nicolas Rasmussen, *Gene jockeys: life science and the rise of biotech enterprise* (Johns Hopkins University Press, 2014); Chris Stringer, *Lone survivors: how we came to be the only humans on Earth* (St Martin's Griffin, 20.5); John Harris, *Enhancing evolution: the ethical case for making better people* (Princeton University Press, 2010); Keith Wailoo, Alondra Nelson, and Catherine Lee (eds), *Genetics and the unsettled past: the collision of DNA, race, and history* (Rutgers University Press, 2012); and Brian G. Dias and Kerry J. Ressler, 'Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations', *Nature neuroscience*, 17 (2014), pp. 89–96.

For studies on human intelligence and genetic variation see: Claude Steele and Joshua Aronson, 'Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans', *Journal of personality and social psychology*, 69/5 1995), pp. 797–811; N. A. Rosenberg et al., 'Genetic structure of human populations', *Science*, 20/298 (2002), pp. 2381–5; and L. M. Butcher et al., 'Genome-wide quantitative trait locus association scan

of general cognitive ability using pooled DNA and 500K single nucleotide polymorphism microarrays', *Genes, brain and behavior*, 7/4 (2008), pp. 435–46.

For changes and continuities in attitudes towards race, class, and gender, see: Martin Gilens, *Why Americans hate welfare: race, media, and the politics of antipoverty policy* (University of Chicago Press, 2000); Ramaswami Mahalingam, 'Essentialism, power, and the representation of social categories: a folk sociology perspective', *Human development*, 50/6 (2007), pp. 300–19; Donald R. Kinder and Lynn M. Sanders, *Divided by Color: Racial Politics and Democratic Ideals* (University of Chicago Press, 1996); Paula England, 'The gender revolution', *Gender & society*, 24/2 (2010), pp. 149–66; Shelley J. Correll (ed.), *Social psychology of gender (JAI Press Inc., 2007); and Phillip Brown, 'Education, opportunity and the prospects for social mobility', British journal of sociology of education, 34 (20.5), pp. 678–700.*

مصادر الصور

(1–1) The Togatus Barberini (Erin Babnik/Alamy Stock Photo).

(1–2) Relief from the Portonaccio sarcophagus (© Lanmas/Alamy Limited/age fotostock).

(2–1) Constantine the African (The Bodleian Library University of Oxford, Rawl. C. 328, f. 3r).

(3–1) 'De Astrologia' or 'Astrological man' from Gregor Reisch's 1503 *Margarita philosophica* (Wellcome Library, London).

(3–2) A 'Spermatozoon' or 'Homunculus' from Nicolas Hartsoeker's 1604 *Essay de dioptrique* (Wellcome Library, London).

(3–3) Colonial Spanish casta painting by Juan Patricio Morlete Ruiz (Los Angeles County Museum of Art (LACMA), Gift of the 2011 Collectors Committee M.2011.20.3, www.lacma.org).

(4–1) Sheep bred in the State of Kentucky using Bakewell's methods (Courtesy of UNC Chapel Hill Libraries).

(4–2) The execution of Olympe de Gouges (© The Trustees of the British Museum).

(4–3) The racial hierarchy of the Brazilian slave state (The Miriam and Ira D. Wallach Division of Art, Prints and Photographs: Print Collection, The New York Public Library. 'Retour à la ville, d'un propriétaire de

chácara; Litière pour voyager dans l'interieur.' The New York Public Library Digital Collections. 1834–1839).

(5–1) Gregor Mendel's laws of heredity (Universal Images Group North America LLC/Alamy Stock Photo).

(5–2) George Cruikshank's 'My Wife is a Woman of Mind' (Chronicle/Alamy Stock Photo).

(5–3) The African American abolitionist and women's rights activist, Sojourner Truth (Sojourner Truth Artist: Randall Studio, *c.*1870, Albumen silver print. National Portrait Gallery, Smithsonian Institution).

(6–1) Simplified schematic of meiosis (Wikipedia/Zephyris CC BY–SA 4,0).

(6–2) The arrest of a suffragette in London (Library of Congress Prints and Photographs Division Washington, DC).

(6–3) German Jews being forced to carry anti–Semitic signs (Yad Vashem Photo Archive).

(6–4) The structure of the DNA molecule (Wikipedia/Zephyris CC BY–SA 3,0).

(6–5) X–ray diffraction pattern (King's College London, Wellcome Images).

(6–6) Simplified representation of protein synthesis (Wikipedia CC BY–SA 3,0).

(7–1) Knockout mice (Jenny Nichols, Wellcome Images).

(7–2) Reading the DNA code using the method developed by Fred Sanger (Cancer Research Technology, Wellcome Images).

(7–3) Gene microarray (Louis M. Staudt (Photographer). National Cancer Institute).

(7–4) The estimated routes and directions of human migration out of Africa on the basis of DNA analysis (Genographic Project. Courtesy of International Business Machines Corporation. Unauthorized use not permitted).

هنـــداوي