الفصل الأول

نظرة عامة سريعة

ولكن عندما يكون الثور والبقرة أبيضين كاللبن فإنهما لا ينجبان قط عجلا فاحم السواد

هذه ملاحظة لشكسبير وردت فى «تيتوس أندرونكيوس» وهى واحدة من ملاحظات كثيرة تشهد على ما يظهر جلياً من التواصل فى عملية التوارث. فالبقر ليس فحسب ينجب بقراً بدلا من أن ينجب الخيل أو الكنغرو، ولكنه أيضا ينزع إلى أن ينجب عجولا لا تلبث أن تصبح بقراً بالغا ذا لون وخصائص أخرى تماثل ما للوالدين مماثلة يمكن تبينها. والأمر كذلك أيضا بالنسبة لتناسل البشر. فعندما ينجب فردان طويلان نسبيا أطفالا، فإن أفراد ذريتهما ينزعون أيضا إلى الإتصاف بالطول. ولو اشتريت لحديقتك بعض بذور نبات أبى خنجر، ستجد أن النبات ينزع لأن يكون مشابها لما هو مصور على كيس تعبئة البذور. وكلمة «ينزع» ضرورية، لأننا نعرف أيضا أن الصفات التى لحيوان أو نبات معين لا يمكن حقا تمريرها كلها بالتربية أو أنها لا يمكن تتبعها كلها بوضوح من أحد الأجيال للجيل التالى. فقد يكون الأب والأم بدينين، ولكن طفلهما ينمو إلى فرد بالغ وزنه أقل من الوزن المتوسط. وفيما عدا حالات التوائم المتطابقة، فإن الإخوة غالباً ما يختلف أحدهم عن الآخر، وأحياناً يكن الإختلاف دراماياً. وقد تفشل تربية الحيوانات فى الحصول على النتائج المتوقعة.

ومن الممكن أن تكون الصورة التى على كيس تعبئة البذور صورة مضللة إلى حد خطير.

وقد ظلت عقول الباحثين تحاول طيلة قرون فهم ذلك الثبات جد الواضح فى توارث الخصائص فى الحيوانات والنباتات، وتحاول أيضا فهم ذلك التباين الذى نراه فى العائلات وتلك التغيرات التى تحدث أحياناً ما بين جيل والتالى. وقد حاولت هذه العقول أيضا استيعاب الإجابة عن سؤالين محوريين. الأول، أى الخصائص يتم توارثها حقا، وأيها التى تتأثر بعوامل التغذية والبيئة وغيرها من العوامل الخارجية؟ وبكلمات أخرى ما هى الإسهامات النسبية للطبع والتطبع؟ وثانيا، ما هى الآليات التى تحدد الصفات المتوارثة ـ كلون الزهرة مثلا، أو وقوع الإصابة بمرض وراثى فى البشر كالهيموفيليا (*)؟ كيف يتم نقل خصائص من هذا النوع من أحد الوالدين لذريته؟

والبيولوجيون وهم يبنون فهمنا الحالى للتوارث قد اعتمدوا فى أول الأمر على الملاحظات البسيطة لكل من التماثل والتباين، مما هو واضح فى الحياة على الأرض بكل زخمها. وبالنسبة للبشر، ساعدت أشجار العائلات على وجه التحديد فى إظهار الأنماط المتكررة للصفات المتوارثة. على أن التسجيل البسيط لهذه الملاحظات وإجراء مقارنات لها قد تم تعزيزه تدريجيا بمزيد من الخبرة العلمية. فأتت أولا الدروس المستفادة من إجراء محاولات كانت فى أول الأمر عشوائية بعض الشئ، ولكنها ما لبثت أن إتصفت بعدها بحنكة متزايدة، وهى محاولات تربية الحيوانات الأليفة وحيوانات التغذية ونباتات المحاصيل بحيث تكون ذات صفات مرغوب فيها. ثم أخذ العلماء فى زمن أحدث خلال القرن الماضى فى فحص طبيعة التوارث فحصا يتزايد دقة، وذلك بإجرائهم لتجارب فعلية تمتد عبر الأجيال. وكشفت النتائج عن الدقة الخارقة التى تتناسخ بها صفات معينة من جيل للتالى، كما كشفت أيضا عن الأساس المادى لكل من التغيرات المفاجئة والتدريجية حيثما يحدث أى منهما.

(*) نزعة وراثية إلى النزف. (المترجم).

ونحن الآن، مع ما حدث من تقدم فى التحوير الوراثى، لدينا الإمكانات لتغيير التكوين الوراثى للكائنات الحية بوسائل تتصف بالدقة الشديدة، كما أنها أيضا وسائل متمايزة عن التغيرات التى تحدث بالفعل فى الطبيعة. وقد نجمت هذه التطورات عما حدث من أوجه التقدم المتلاحقة فى فهمنا للجزيئات المسئولة عن التوارث.

والبيولوجيون عندما بدأوا فى أول الأمر فى ممارسة علم الوراثة، استخدموا فى عملهم وحدات للتوارث ـ عرفت بعد ذلك بأنها «الجينات». وقد تخيل البيولوجيون أن هذه الوحدات إذ تمرر من الوالد إلى الذرية فإنها أدوات مادية لحمل الصفات التى من مثل لون الشعر البشرى ولون بتلات الزهور. وإذا كان علماء التشريح الأوائل مثل يحدقون أمامهم فى الهيكل العظمى للإنسان، فإن علماء الوراثة الأوائل فى مفارقة لذلك كان عليهم أن يدرسوا أشياءهم تلك ـ أى الجينات ـ دون أن يكون لها أى شكل معروف أو ملموس. فوجود الجينات كان أمراً يمكن إستنباطه فحسب من ظهور خصائص معينة فى النسل فى أعقاب إتحاد جنسى، وفى نتاج تربية الحيوان والنبات.

ومرت عقود طويلة قبل أن تصل الجهود المشتركة لعلماء الوراثة هم وغيرهم من العلماء إلى أن تجمع لنا ما لدينا من صورة حديثة عن الجينات. ونحن نعرف الآن أن الجينات هى أجزاء من «الكروموزومات»، التى تتخذ موقعها فى نوى الخلايا الحية. والجينات هى قطع من حامض دنا (حامض دى أوكسى ريبونيوكلييك) الذى يحمل المعلومات التى تحدد الصفات الوراثية فى شكل شفرى، تماما مثلما تحوى النوتة الموسيقية التعليمات لأداء قطعة موسيقية. وما أن فهمنا جيداً هذا الأساس الفيزيقى للتوارث حتى صار من الممكن التفكر فى وسائل لتعديل الجينات تعديلا اصطناعيا لأهداف طبية وزراعية وغير ذلك من الأهداف. وهذا هو ما يعنيه التحوير الوراثى.

وعلم البيولوجيا الجزيئية هو فى القلب من الثورة البيولوجية التى يسرت مثل هذه

الخطط. والبيولوجيا الجزيئية، التى تأسست على الإكتشافات التى جرت فى كمبردج أثناء الخمسينيات والستينيات، تركز على جزيئات معينة موجودة داخل الخلايا الحية وتتصف بأنها كبيرة جداً ـ وهى أساسا البروتينات والأحماض النووية (دنا و «رنا ـ أى حامض الريبونيوكلييك» الوثيق الصلة بدنا). وتفسر البيولوجيا الجزيئية كيف أن التعليمات الشفرية المحمولة على هيئة جينات تشكل اللولب المزدوج لدنا، تتم ترجمتها بمساعدة رنا إلى بروتينات محددة. وبعض هذه البروتينات تشكل جزء من بنية الخلايا الحية والأنسجة. وبعضها الآخر هو «إنزيمات» تحفز تفاعلات كيماوية معينة. وهى معاً تحدد مظهر وسلوك الكائنات التى هى جزء منها.

والبيولوجيا الجزيئية تفسر الملامح الرئيسية الثلاثة للتوارث. فهى تفسر النسخ الأمين لدنا، وبالتالى للجينات التى يحملها، وذلك عندما تنقسم الخلايا وعندما يتم تمرير مادة التوارث من جيل إلى التالى. وهى ثانيا، توضح كيف يتم تخليط جينات الوالدين معا لتنتج توليفات جديدة كنتيجة للإتحاد الجنسى. وثالثا، فإنها تبين كيف ينبثق ما هو مستحدث من خلال «الطفر». فأساس الطفر هو أخطاء فى عملية النسخ، وكذلك أنواع أخرى من التغيير فى بنية دنا.

كانت هذه هى الأسئلة التى انقض عليها علماء البيولوجيا الجزيئية أثناء أول عقدين أو ثلاثة من علمهم الجديد، وهذه الأسئلة تمثل الألغاز الرئيسية فى لبيولوجيا.

على أن البيولوجيا الجزيئية توقفت خلال الخمسة عشر عاما الأخيرة عن أن تكون نشاطا توصيفيا محضا، أى فرع من العلم الخالص. فقد أصبح لها الآن نتاجها من التطبيقات. وهناك الآن طرق لتحديد موقع الجينات وخصائصها بدقة هائلة، وطرق لتعديلها ولنقل الجينات من أحد الكائنات للآخر. والتكنيكات التى من هذا النوع قد جعلت حرفة التحوير الوراثى أمرا فى حيز الإمكان.

وأول ما تم إجراؤه من عمليات نقل للجينات كان فى «البكتريا» و «الميكروبات»

الأخرى. وكنتيجة لذلك فإن الشركات الصناعية أصبحت تقوم بالفعل بتسخير الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا لتصنيع الأدوية وغيرها من المنتجات. وفى أول الأمر ثبت أن التحوير الوراثى للنبات هو أكثر صعوبة، ولكنه الآن قد أصبح أيضا من بين ما يطرح عمليا. وحاليا، فإن أقل تقدم حدث فى التحوير الوراثى هو ما يتعلق بالحيوان بما فى ذلك الإنسان. ورغم أن هذا النوع من البحث فيه ما يقدم إمكانات لفوائد كثيرة، إلا أنه يطرح مشاكل عملية وأخلاقية أعظم من تلك التى تتولد عن التحوير الوراثى فى الميكروبات والنباتات.

والتحوير الوراثى له من الدلالات المتعلقة بالأخلاقيات والأمان، ما قد أدى بالفعل إلى جذب إنتباه الإعلام جذبا له اعتباره. بل إن ثمة رواية ألفها ديزموند باجلى عنوانها (العدو) تركز على هذه القضية. وقد حدث فى بعض الأقطار على الأقل أن كان النقاش الجماهيرى حول هذه القضية تحت هيمنة أعضاء جماعات التأثير (اللوبى) التى تعارض بدرجة أو أخرى هذه التطويرات الجديدة. أما العلماء أنفسهم، الذين كانوا أول من طرح على الساحة الجماهيرية والسياسية الهواجس المثيرة للقلق بشأن المخاطر المحتملة للتحوير الوراثى، فإنهم الآن ينزعون إلى المحاجة بأنه مع توافر سبل التحكم العلمى والتشريعى والأخلاقى، فإن معظم هذا المبحث هو مما يمكن أن يستمر العمل فيه دون أى خطر ذى دلالة. وقد ساهم العلماء إسهاما حميما فى تطوير هذه اللوائح التنظيمية هى ووسائل الأمان. والآن، إذ تتولد من هذه التكنولوجيا الجديدة إمكانات لفوائد جمة متزايدة فى الطب والزراعة والمجالات الأخرى، فإن من الضرورى أكثر من أى وقت آخر أن يجرى البحث والتطور مستقبلا فى ظل من الفهم والدعم الجماهيرى.