الفصل الثانى

قواعد اللعبة

من بين الأشياء التى تصيبنى بالحيرة مراقبة لعبة غريبة ثم محاولة استنباط ما يجرى! فبالرغم من السنين العديدة التي قضيتها بالولايات المتحدة ، وبالرغم من أن لعبة كرة القدم الأمريكية قد أصبحت تعرض الآن على شاشة التليفزيون البريطانى ، إلا أننى أكاد لا أعرف شيئا عنها . هناك لا شك رغبة عامة واضحة فى احراز الأهداف ، لكن مازال يستغلق على فهمي كيف تنتهى اللعبة وكيف تبدأ ، ولماذا يهتف النظارة أحيانا على حين بغتة ! قد يعزى ذلك فى حالتى إلى عدم اهتمامى الحقيقى بلعب الكرة ، لكن لعبة الكريكيت هى الأخرى مملة بالنسبة لعشاق الرياضة من البلاد الأخرى . هم ببساطة لا يفهمون قواعد اللعبة .

وقواعد اللعبة المعروفة باسم التكاثر الجنسى لا تتضح من نتائجها ، ومن ثم ظلت طريقة عمل الوراثة كتابا مغلقا حتى وقت جد قريب . يتمثل جزء من المشكلة فى أن السبيل الذى تسلكه هذه العملية يختلف كثيرا عن السبيل الذى يبدو طبيعيا . كان الأمر يبدو وكأن الصفات التى يكتسبها الآباء لابد أن تمرر إلى النسل . فأبناء الحداد بالتأكيد سيكونون أقوياء البنية ، وأبناء المجرمين سيفتقرون إلى الأمانة. كانت هذه الفكرة من الوضوح حتى لتظهر فى الإنجيل . فعندما سمح ليعقوب أن يمتلك الماعز المخطط من قطيع لابان ، وضع عيدانا مخططة قرب الآباء عند التزاوج على أمل أن يزيد من عدد الحيوانات التى ستخصه . لنفس هذا السبب تطيل النسوة الحوامل النظر إلى صور القديسين ويتجنبن رؤية المشوهين .

تطلّب الأمر سلسلة من التجارب الشاقة ، قُطعت فيها ذيول أجيال و أجيال من الفئران حتى يمكن اثبات أن الصفة المكتسبة لا تورث حقا . لنا أن نتوقع أن يكتئب الأستاذ الجاد الذى أجرى هذه التجربة لو انه انتبه إلى أن اليهود كانوا يقومون بنفس العمل على الانسان منذ آلاف السنين ، دون أن يحققوا نجاحا * .

هناك أسطورة أخرى قوية عن الوراثة تقول إن صفات الآباء تنتقل بشكل ما إلى دمائهم لتختلط فى النسل . لذا يصبح الأبناء مزيجا من صفات آبائهم . وبرغم أن هذه الفكرة – وهى نوع من وراثة المتوسط – تعجز عن تفسير السبب فى أن يشبه الطفل أحيانا بعض أقاربه الأباعد ، لا أمه ولا أبيه ، إلا أنها تتمشى بشكل جيد معقول مع صفات كالطول والوزن . ولقد دامت فكرة مزج الدم أيضا ، رغم خطئها حتى سنين قريبة مضت . يحفظ مربو الخيل سجلات عن حيواناتهم تسمى كتاب أنساب الخيل . تستبعد كل فرس تزاوجت بحصان لم يسجل فى كتاب الأنساب وحملت منه ، لأن دماءها تعتبر ملوثة وغير كفء لحمل حصان أصيل . والواقع أن تجربة مسحية أجريت على العجائز من نساء بريستول عام ١٩٧٣ أوضحت أن نصفهن يعتقدن أن هناك فرصة لأن تنجب المرأة طفلا أسود إذا كان قد ضاجعها يوما رجل أسود منذ سنين طويلة . أبدا لم يتمكن مربو الخيل – وحيزبونات بريستول – من تفهم قواعد لعبة التكاثر .

ولقد عضد داروين نفسه فكرة الوراثة عن طريق مزج الدم . فالفصل السادس من كتابه أصل الأنواع والمعنون قوانين التباين ليس مما يرضى القراء . لقد فَهم الأمر خطأ . كانت له نظرية تسمى نظرية البريعمات تقول إن أعضاء الآباء تفرز جسيمات تمر إلى الدم ثم إلى الحيوان المنوى والبويضة . وقد اعتقد أن مظهر النسل سيكون وسطا بين مظهرى الأب والأم .

* يقصد المؤلف عملية الختان (المترجم) .

لكن لو أن الوراثة كانت تسلك هذا السلوك ، إذن لَقَتَلَت الفكرةُ ـ للأسف ـ نظريةَ التطور (وهو أمر أدركه داروين فيما بعد) . لفت فليمنج چينكين النظر إلى هذه المشكلة ـ وكان أول أستاذ للهندسة بجامعة إدنبره . كتب عام ١٨٦٧ ـ بتجاهل صريح لآداب مجتمع اليوم ـ متخيلا رجلا أبيض يلجأ بعد أن تحطمت سفينته إلى جزيرة يسكنها الزنوج . افترضْ أن كانت له قوة وطاقة وقدرة الجنس الأبيض السائد ... إن هذا لا يعنى أن تكون النتيجة ... أن تصبح الجزيرة بعد عدد من الأجيال بيضاء . ربما أصبح بطل السفينة الغارقة ملكاً ... ربما أصبح له عدد كبير من الزوجات ، وأبناء ... أكثر ذكاء من الزنوج ... لكن هل هناك من يصدق أن يتحول لون سكان الجزيرة بالتدريج إلى الأبيض أو الأصفر ؟ لا يستطيع أى شخص أبيض موهوب أن يبيِّض أمةً من السود .

بيَّن چينكين أن صفات السلف البعيد ، مهما كانت قيمتها ، لا تقدم للأجيال التالية إلا إسهاماً ضئيلا ، إذا كانت دماء الاسلاف تمزج . تمتزج عندئذ الصفات وتُخفف عبر السنين حتى تختفى آثارها . إن الأمر هنا يشبه وضع نقطة من الحبر فى جالون من الماء . ومهما بلغت قيمة الحبر فى المستقبل فليس ثمة طريقة لاسترجاع النقطة . فإذا ما كانت الوراثة تعمل بنفس هذه الطريقة ، فستواجه نظرية داروين مشاكل حقيقية . ستُخفف ببساطة كل صفة مفيدة ، فى الجيل التالى . لحسن الحظ أن خرافة الدم كانت خاطئة .

ولقد قتلها جالتون نفسه بتجربة بسيطة ، قام فيها بنقل الدم من أرنب أسود إلى أخرى بيضاء ليرى إذا ما كانت الأخيرة ستنجب نسلا أسود . لم تنجب هذا النسل الاسود . ثبت خطأ الوراثة بالتخفيف ـ لكن لم يكن لدى جالتون بديل يحل محلها. كانت قوانين الوراثة قد كُشفت بالفعل دون أن يدرى داروين أو جالتون. قام بالبحث عبقرى بيولوچى آخر من عباقرة القرن التاسع عشر ـ هو جريجور مندل . عاش الرجل فى بوهيميا ونشر أبحاثه فى مجلة علمية مجهولة هى أعمال جمعية برون للتاريخ الطبيعى . أُهملت بحوثه خمسة وثلاثين عاما بعد نشرها عام ١٨٦٥ .

حاول مندل ـ الراهب الأوغسطينى ـ أن يحصل على درجة فى العلوم لكنه فشل فى إتمامها . كان مثل داروين وجالتون يعانى من نوبات كآبة تمنعه من العمل شهورا . ورغم ذلك ثابر على اجراء تجاربه . وجد أن الرسالة الوراثية تنتقل وفقا لمجموعة بسيطة من القواعد – أجرومية الچينات . لم يتمكن فيما بعد من موالاة بحوثه بسبب ضغوط الإدارة (ليرسى سابقة للعلم فى أيامنا هذه) . وتوقفت دراسة الوراثة لفترة بلغت نصف قرن .

الأجرومية مملة دائما . أكثر من معجم المفردات . لكن كيف لنا أن نتجنبها !؟ يتفحص بقية هذا الفصل القواعد الأساسية لعلم الوراثة . يتسلط مندل وبسلته لا يزال على من يقوم بتدريس هذا الموضوع ، وليس لى أن أعتذر إن أنا قدمتهما كطبق أول .

حقق مندل اختراقا مفاهيميا . فبدلاً من أن يعمل على صفات كالطول والوزن ـ شأن سابقيه ـ فقد كان تقريبا أول بيولوچى يقوم بالعد . ولقد وضعه هذا على الطريق إلى اكتشافه الهائل .

توجد بسلة الزهور ، والكثير غيرها من نباتات الحدائق ، فى سلالات نقية ، تتشابه الأفراد جميعا داخل كل سلالة . تختلف السلالات المختلفة فى صفات مثل شكل الحبة (مستديرة أو مجعدة) ولون الحبة (صفراء أو خضراء) . تتميز البسلة أيضا بأن كل نبات يحمل أعضاء التأنيث والتذكير . ومن الممكن باستخدام فرشاة أن نخصب أية زهرة مؤنثة بحبوب لقاح من أى ذكر ، ومن الممكن حتى استعمال زهرة ذكرية من نفس النبات . تسمى هذه العملية عندئذ باسم التلقيح الذاتى .

لقح مندل الأجزاء المؤنثة من نبات من سلالة خضراء البذرة بحبوب لقاح من خط أصفر البذرة . حصل فى الجيل الأول على نتائج مثيرة حقا . فبدلاً من أن يكون كل النسل وسطا بين الأبوين ، وجد أن كل نباتات الجيل الجديد تشبه واحدا من الأبوين لا الآخر . كان لها جميعا اللون الأصفر . وليس هذا على

الاطلاق بالنتيجة المتوقعة إذا ما كان دم السلالتين يختلط سويا فى مزيج أخضر مصفر .

كانت الخطوة التالية هى تلقيح نباتات هذا الجيل الأول من النباتات الصفراء البذرة تلقيحا ذاتيا . هنا ظهرت نتيجة أخرى غير متوقعة . ظهر اللونان الأصليان، الأصفر والأخضر ، ثانية فى الجيل الثانى . فأيا ما كان يسبب ظهور اللون الأخضر ، فإنه لا يزال يقوم بمهمته ، بالرغم من أنه قد أمضى جيلا داخل نباتات صفراء البذرة . إن هذا لا يتوافق أبدا من فكرة امتزاج الخصائص المختلفة لكلا الأبوين . يبدو أن الوراثة تعتمد على جسيمات لا سوائل .

تصور مندل إذن أن لون البسلة صفة تتحكم فيها أزواج من العوامل (أو الچينات كما سميت فيما بعد) . يحمل كل نبات عاملين للون البسلة ، لكن البويضات أو حبوب اللقاح تتلقى عاملا واحدا فقط . وعند الاخصاب ، عندما تلتقى حبة اللقاح بالبويضة ، يعود إلى الظهور ثانية نبات جديد ذو عاملين (أو چينين) . يتحدد لون البسلة بنوع الچينات التى يحملها النبات . فى السلالتين الأصيلتين الأصليتين كانت كل الأفراد تحمل عاملين من النوع الأصفر أو من النوع الأخضر حسب السلالة . وعندما تهجن النباتات داخل نوع واحد أصيل تظهر فى كل جيل عائلة جديدة من النباتات تطابق آباءها .

فإذا ما أخصبت حبوب لقاح من سلالة أصيلة بويضات من سلالة أخرى ، نتجت نباتات تحمل عاملين مختلفين ، واحد من كل أب . كانت هذه النباتات الخليطة فى تجربة مندل صفراء ، بالرغم من أن كلا منها يحمل مجموعة خفية من التعليمات لصناعة بسلة خضراء . نعنى أن آثار الچين الأصفر قد حجبت آثار الأخضر . نقول إن چين اللون الأصفر سائد على چين اللون الأخضر ، وأن الأخير مُتَنَحٍّ .

والنباتات الحاملة الچينين تنتج نوعين من حبوب اللقاح أو البويضات ، نصفها يحمل تعليمات صناعة البسلة الخضراء و النصف لصناعة البسلة الصفراء . هناك إذن أربع طرق يمكن بها جمع حبوب اللقاح مع البويضات عند تهجين نباتين من هذا القبيل . فربع الإخصابات يتضمن الأصفر مع الأصفر ، والربع الأخضر مع الأخضر ، والربعان (النصف) الأصفر مع الأخضر .

بيّن مندل بالفعل أن الأصفر مع الأخضر يعطى نباتا أصفر البذور ، والأصفر مع الأصفر يعطى بالطبع نباتات صفراء البذرة ، والنبات الذى يحمل چينين للأخضر تكون بذرته خضراء . وعلى هذا فإن نسبة اللونين فى الجيل الثانى ستكون ٣ أصفر: ١ أخضر . من هذه النسبة رجع مندل ليحدد القاعدة الرئيسية للوراثة .

انتج مندل هجنا باستخدام العديد من الصفات المختلفة ـ لون الزهرة ، طول النبات، شكل البذرة ـ ووجد أن نفس النسبة تنطبق على كل منها . درس أيضا وراثة زوجين من الصفات سويا : مثلا نباتات صفراء ملساء البذرة * نباتات خضراء مجعدة البذرة . مرة أخرى ينطبق قانونه على النتائج . لم يكن ثمة مزج، ولم تتأثر أنماط وراثة اللون بأنماط وراثة الشكل . إن لكل صفة چيناتها الخاصة (لا صوراً بديلة لنفس الچين) . تعتمد وراثة الصور المختلفة لنفس الصفة (اللون الأصفر أو الأخضر مثلا) ووراثة الصفات المختلفة (لون البذرة وشكل البذرة) على توزيع وحدات مادية . كان مندل هو أول من أثبت أن النسل ليس متوسط الأبوين ، وأن الوراثة تعتمد على الاختلافات لا التشابهات .

طفق البيولوچيون بعد مندل ينتقدون نتائجه (ليتهموه أحيانا بالتدليس لأن بعض النتائج كانت تتفق مع توقعات نظرية بشكل أكثر من اللازم) ويتساءلون عما قد تكون فكرته عن العوامل إن كان لديه ثمة فكرة ، ويتفكرون فى سبب إهمال نتائجه . وأيا كان السبب فى اختفاء عمل مندل ، فقد أُعيد اكتشافه فى نفس الوقت تقريبا بواسطة عدد من مربى النبات فى السنين الأولى من القرن العشرى .

بسرعة اتضح أن قوانينه تنطبق على المئات من الصفات فى الحيوانات والنباتات . كان لمندل الحظ الحسن ، أو الإلهام ، اللازم لأن يكون على صواب حيث كان سابقوه على خطأ . ليس من علم يرد أصله بشكل مباشر إلى شخص واحد مثل علم الوراثة. ولا يزال عمل مندل هو أساس كل الموضوع الهائل الذى أصبحه .

انقذ مندلُ داروينَ من مأزقه (وإن كان أى منهما لم يعرف ذلك) . فچين لون البسلة الأخضر ، أو لون الجلد الأبيض ، مهما كان نادرا ، لا يخففه وجود نسخ كثيرة من چينات الألوان الأخرى وإنما يبقى دون تغيير عبر الأجيال ، بل قد يشيع إذا ما ظهرت له ميزة .

بعد إعادة اكتشاف قانونى مندل بفترة وجيزة ، جرى استغلالهما فى تفسير أنماط وراثة الانسان . طبيعى أننا لا نستطيع إجراء تجارب التربية على البشر ، فأقل ما فيها أنها تتطلب وقتا طويلا . إنما لابد أن يعول البيولوچيون على التجارب التى تمت بالفعل أثناء قيام الناس بحياتهم الجنسية . استخدموا شجرة العائلة ، سجل الأنساب . هناك من الأنساب ما هو خيالى : يرتد حتى آدم نفسه . عمل الوراثيون دائما على عدد محدود من الأجيال ـ وإن كان ثمة واحد أو اثنان يعودان إلى الوراء مئات السنين .

نُشر أول سجل نسب عام ١٩٠٥ ، ليوضح وراثة الأيدى والأصابع القصيرة . وصفة قصر الاصابع تجرى فى العائلات وتبين نمطا صريحا ، صفة أبداً لا تتخطى جيلا . فكل من يحمل الصفة له أب أو أم ، أو جد أو جدة ... يحمل نفس الصفة . فإذا تزوج حامل الصفة شخصا لا يحمل هذا الشذوذ (كما يحدث دائما) كان نصف الذرية من حاملى الصفة . وإذا ما تزوج أى من النصف الطبيعى من هذا النسل شخصا له أصابع طبيعية ، كان النسل كله طبيعيا واختفت الصفة من هذا الفرع من العائلة .

وهذا بالضبط هو النمط المتوقع من چين سائد . نسخة واحدة منه تكفى لظهور الصفة (ومثله كان لون البسلة الصفراء) . ومعظم المصابين ، وهم ثمرة زواج بين شخص طبيعى وآخر حامل للصفة ، يحملون نسخة من الچين الطبيعى وأخرى من الچين الشاذ ـ واحدة من الأب وواحدة من الأم . ونتيجة لذلك تكون حيواناتهم المنوية ، أو بويضاتهن ، من نمطين ـ النصف يحمل الچين الطبيعى والنصف يحمل الچين الشاذ . فإذا ما كان واحد من الزوجين مصابا والآخر طبيعيا ، حمل نصف النسل الچين المعطوب ، ليكون احتمال إصابة أى طفل يجىء ثمرة مثل هذا الزواج هو واحداً من اثنين . أما إذا كان الزوجان طبيعيين ، فإنهما لن يرزقا أبدا بنسل غير طبيعى ، فهما بالطبع لا يحملان الچين المعطوب .

على أن هناك شذوذات وراثية لا تسلك هذا السبيل المستقيم . هذه هى الشذوذات المتنحية . فلكى يظهر أثرها يلزم أن يحمل الفرد نسختين من العامل الوراثى ، واحداً من كل من الأبوين . والعادة أن يحمل كل من الأبوين نسخة واحدة من الچين المتنحى المعطوب ، ويكون مظهرهما طبيعيا : كما أن الوالدين فى العادة لا يعرفان باحتمال أن ينجبا طفلا مصابا . وقد يشبه الطفل الشاذ أحد الأقارب الجانبيين ، أو أحد الأسلاف . كان هذا أمرا محيرا قبل مندل . وكانت هذه الظاهرة تسمى أحيانا الارتداد أو التأسل ، وكان الأطفال مرتدين . لكنا نعرف الآن أنهم ببساطة يطيعون قانون مندل . فلقد حصلوا بالصدفة على نسختين من چين متنح بينما كان كل من الوالدين يحمل منه نسخة واحدة .

والمثال الكلاسيكى للوراثة المتنحية هى المَهَقُ . يظهر فى انجلترا طفل أمهق بين كل بضعة آلاف ـ يفتقر إلى صبغة العين أو الشعر أو الجلد . لكن الصفة أكثر انتشارا فى بلاد أخرى ، إذ تصل إلى طفل بين كل خمسين فى بعض هنود أمريكا الشمالية . يقول كتاب أخنوخ (أحد الأسفار الملحقة بالعهد القديم من الكتاب المقدس) أن نوحاً كان أمهقا . فإذا كان كذلك ، فليس ثمة أثر كبير للچين فى سُلاَّنه .

وكل المُهق من الأطفال ، تقريبا ، يجيئون عن آباء لون جلدهم طبيعى . ولابد أن يكون كل من هؤلاء الآباء حاملا لنسخة واحدة من چين المهق تحجبها أخرى من چين الصبغة الكاملة . تحمل نصف حيوانات الأب المنوية إذن هذا الچين ، فلو أخصب أى منها بويضةَ تحمل الچين (ونصف بويضات الأم تحمله) ، فسيحمل الطفل نسختين من الصورة المتنحية ، وسيكون أمهقا . وهذه النسبة (١ من كل ٤) تظل ثابتة بالنسبة لكل طفل . وليس الأمر كما يظن البعض ممن يعتقدون أن ولادة طفل أمهق تعنى أن يكون الثلاثة بعده طبيعيين .

أنماط وراثة الانسان إذن يمكن أن تتبع القواعد التى تنطبق على البسلة . لكن يندر أن تكون البيولوچيا نقية ، ويستحيل أن تكون بسيطة . ليس من المستغرب إذن أن نعرف أن تاريخ علم وراثة الانسان كثيرا ما تضمن اكتشاف استثناءات لقانونى مندل .

فعلى سبيل المثال ، ليس من الضرورى أن تكون الچينات إما سائدة وإما متنحية . ففى وراثة بعض مجاميع الدم قد يكون لكل من الچينين أثره . فالشخص الذى يحمل الچين أ والچين ب سيكون دمه أ ب ، وبه تظهر خصائص الچينين . فإذا ما درسنا الوراثة على المستوى الجزيئى ، رحل مفهوم السيادة والتنحى . فمن الممكن دون صعوبة أن نحدد التغير فى ترتيب قواعد الدنا . يمكن بسهولة تمييز مَن يحمل نسختين من الچين الطبيعى عمن يحمل شريط دنا طبيعيا وآخر شاذا ، وعمن يحمل جرعتين من التتابع المحوَّر . مكنتنا البيولوچيا الجزيئية من مراقبة سلوك الچينات مراقبة مباشرة ، بدلاً من الاستدلال على ما يحدث عن طريق تفحص وراثة منتجاتها كما فعل مندل .

هناك نتيجة أخرى كانت لا شك ستثير دهشة مندل ، هى أن يقوم چين واحد بالتحكم فى بضع صفات . فچين هيموجلوبين الخلايا المنجلية مثلا له الكثير من

الآثار الجانبية : مَنْ يحمل نسختين من هذا الجين قد يعانى من أضرار بالمخ وقصور بالقلب وشذوذ بالهيكل العظمى . من ناحية أخرى هناك صفات (كالطول والوزن) تقع تحت تحكم عدد من الجينات . والاكثر من ذلك ، أن النسب المندلية قد تتغير إذا ما كانت بعض التراكيب الوراثية مميتة أو مفيدة .

وهذا (والكثير غيره) إنما يعنى أن دراسة التوريث قد أصبحت موضوعاً معقداً. ورغم ذلك فإن قانونى مندل ينطبقان على الانسان مثلما ينطبقان على أى كائن غيره . هما مستقيمان بطريقة عجيبة . استخدم القانونان ، بعد إعادة اكتشافهما بوقت قصير ، فى تفسير كل ما يمكن تصوره من أنماط التشابة فى العائلات (وبعض ما لا يمكن تصوره) . ظهرت خرائط أنساب طويلة ادُّعى أنها تبين أن الثورة عند الانفعال صفة يحكمها جين سائد ، وأن ثمة جيناً للرغبة فى أن يصبح الشخص بحارا ، وآخـــر للدريتومانيا – الهروب المرضىّ لدى العبيد. وهذا الدافع لإيجاد تفسيرات بسيطة لا يزال سائدا حتى اليوم ، إن يكن فقط بين غير البيولوجيين . وكيف للوراثيين – معظمهم – أن يتصوروا أن المندلية تفسر كل شىء، وقد طالما أحرقت البساطة أصابعهم !

لم يهتم مندل بمعرفة مِمَّ تصنع الجسيمات الوراثية أو أين توجد . لقد تصورها وحدات تمر من الآباء إلى الأبناء . بدأ غيره من العلماء فى التساؤل عن كنهها . وفى عام ١٩٠٩ كان الوراثى الامريكى توماس هنْط مورجان يبحث عن كائن يصلح لإجراء تجارب التربية وعثر على ذبابة الفاكهة المتواضعة . كان اختيارا ملهما. وكان عمله على هذه الحشرة ، واسمها اللاتينى دروسوفيلا ميلانوجستر (وترجمته: عاشقة العسل ذات البطن السوداء) هو أول خطوة نحو رسم خريطة الجينات البشرية.

كان الكثير من صفات ذبابة الفاكهة يورث بصورة مندلية بسيطة . غير أن مورجان وجد بضعة أنماط وراثية غريبة كانت أقل استقامة من الصفات التى درسها

مندل . فعندما كان مندل يهجن نباتات البسلة ، لم يكن مهما أى من الأبوين يحمل البذور الخضراء وأيهما يحمل الصفراء . كانت النتيجة واحدة سواء أكان الذكر أخضر والأنثى صفراء ، أو العكس . لكن بعض الصفات فى ذبابة الفاكهة أعطت نتيجة مختلفة . فالأمر بالنسبة لچينات معينة – مثل تغير لون العين من الأحمر إلى الأبيض – يتوقف على أىّ من الأبوين يحمل صفة العين البيضاء . فعند تهجين ذكور بيضاء العين بأمهات حمراء العين ، كان لكل النسل أعين حمراء ، وعند اجراء التهجين العكسى (أمهات بيضاء العين X آباء حمر العيون) كانت النتيجة مختلفة . كان لكل الأبناء أعين بيضاء ولكل البنات أعين حمراء . فوجىء مورجان بأن الجنس الذى يحمل الچين ، من الأبوين ، له أثر على مظهر النسل .

عرف مورجان أن إناث ذبابة الفاكهة تختلف عن ذكورها بطريقة أخرى . الكروموزومات هى أجسام توجد فى أزواج داخل نواة الخلية ، وتظهر كجدائل داكنة . تتشابة معظم الكروموزومات فى الجنسين ، لكن ثمة زوجا واحدا يختلف– كروموزومى الجنس . للاناث كروموزومان س كبيران ، بينما تحمل الذكور كروموزوم س واحدا ، بجانب كروموزوم ص أصغر .

لاحظ مورـان أن نمط وراثة لون العين يسلك سلوك الكروموزوم س . فالذكور ، ولهم نسخة واحدة فقط من هذا الكروموزوم (يأتى من الأم ، أما الأب فيقدم كروموزوم ص) يشبهون دائما أمهاتهم . أما الاناث فإن نسخة الكروموزوم س الآتية من الأم تصطحب نسخة أخرى من س آتية من الأب . عند تهجين أم بيضاء العين بأب أحمر العين ، يحمل النسل من الاناث كروموزوم س عليه صفة الأبيض وكروموزوم س آخر عليه صفة الأحمر . ويكون للنسل إذن ـ كما كان لمندل أن يتوقع ـ أعين تشبه أحد الأبوين ، الأحمر فى حالتنا هذه .

يبين چين لون العين ، والكروموزوم س ، نفس نمط التوارث . اقترح مورجان أن هذا يعنى أن چين لون العين يقع بالفعل على الكروموزوم س . أطلق على هذا النمط اسم الارتباط بالجنس . كانت الكروموزومات بالفعل مرشّحا جيدا لحمل الچينات ، تماما ، لأن عددها – مثل جسيمات مندل – ينصّف فى الحيوانات المنوية والبويضات ، مقارنة بالخلايا الجسدية .

تنطبق نفس هذه الأنماط على الانسان : لكل منا ستة وأربعون كروموزوما فى كل خلية من جسمه : ٢٢ زوجاً بجانب كروموزومى جنس (س ، ص) متميزين . ولما كان الكروموزوم ص يحمل عدداً قليلا جدا من الچينات ، فإن قواعد السيادة والتنحى المندلية المعروفة لا تسرى . فأى چين يحمله الكروموزوم س الواحد فى الذكر سيعطى أثره ، بغض النظر عن كونه سائدا أو متنحيا فى الإناث .

ووراثة عمى الألوان فى الانسان تشبه تماما وراثة لون العين فى الدروسوفيلا . فإذا تزوج رجل مصاب بعمى الألوان بامرأة طبيعية فسيكون كل ابنائهما من الجنسين طبيعيين . أما إذا تزوجت امرأة مصابة بعمى الألوان رجلا طبيعيا ، فإنها ستمرر صفة عمى الألوان هذه إلى كل أبنائها ، ولا تمررها أبداً إلى بناتها . ولما كانت صفة عمى الألوان تظهر فى كل ذكر يحمل كروموزوم س الشاذ (بينما يحجب الچين فى معظم النساء بآخر للرؤية الطبيعية) فإن عمى الألوان يكون أكثر شيوعاً فى الأولاد عنه فى البنات .

هناك أنواع أخرى من الشذوذ لها نفس هذا النمط . فحَثَل دوتشين العضلى مرض موهن للعضلات . قد تظهر أعراضه فى الأطفال وعمرهم ثلاث سنوات ، وكثيرا ما يستخدمون دعامات لأرجلهم فى عمر السابعة ، والكرسىّ ذا العجلات عند عمر الحادية عشرة ، وعادة ما يموتون قبل سن الخامسة والعشرين . هذا الچين مرتبط بالجنس ، مثل عمى الألوان ، ولذا نجده أكثر شيوعا فى الصبيان عنه فى البنات . أى كرب سيتملك الأبوين إذا مات ابن لهما بالحثل العضلى وعرفا أن احتمال اصابة أي من أبنائهما بهذا المرض تبلغ ٥٠ ٪ ؟ !

يؤدى الارتباط بالجنس إلى فروق مثيرة بين الجنسين . النساء يحملن نسختين من الكروموزوم س ، بينما يحمل الرجال نسخة واحدة فقط . هذا يعنى أن النساء يحملن معلومات وراثية أكثر من الرجال . ولقد رأينا فى الفصل السابق أن هناك مستقبِلين مختلفين لادراك اللون الأحمر . ولما كان هذا الجين موجوداً على الكروموزوم س ، فإن الكثيرات من النساء لابد يحملن كلا المستقبلين – وكل منهما يستشعر نقطة فى الطيف مختلفة قليلا ، أما الرجال فلا يحملونَ إلا مستقبلا واحدا . لمثل هؤلاء النسوة مجال من الخبرة الحسية أوسع مما يمتلكه أى رجلَ – على الأقل بالنسبة للضوء !

أيا كانت مزايا رؤية النساءِ العالمَ بطريقة أخرى ، فلهن مُشكلة محتملة عند التعامل مع الارتباط بالجنس . إن إضافة كروموزوم كبير فى مثل حجم كروموزوم س عادة ما تكون مميته . كيف إذن تتمكن النساء من العيش باثنين ، عندما يحتوى واحد فقط على كلِ البيانات اللازمة لصناعة إنسان طبيعى (أو رجل على الأقل) ؟ الاجابة مذهلة ! يوقـف عمل واحد من كروموزومى س فى كل خلايا جسم المرأة تقريبا . اكتشفت هذه العملية عالمة الوراثة مارى ليون ، وتسمى عملية الألينة. ربما جاء أفضل مثال من القطط . الحيوان المناسب ! تكتسب القطط المبرقشة مظهرها عن مجاميع صغيرة من الشعر الأصفر والأسود مختلطة سويا . كل المبرقش من القطط إناث . وتأتى عن تهجين فردين يمرر أحدهما لنسله من الاناث چين اللون الأسود ويمرر الآخر چين اللون الأصفر . يوقـف فى نحو نصف خلايا جلد الهريرة عمل الكروموزوم س الحامل للچين الأسود ، ويوقف فى الباقى عمل الحامل للچين الأصفر . وتكون النتيجة خليطا من لونى الشعر . ويتباين حجم البقع من قطة إلى أخرى .

يحدث نفس الشىء فى الانسان أيضا . إذا كان لامرأة إبن مصاب بعمى الألوان، فلابد أن تكون هى نفسها حاملة لمستقبل طبيعى للون الأحمر ، ومستقبل شاذ . فإذا ما سلط شعاع متحرك من الضوء الأحمر أو الأخضر عبر شبكية عينها، فإن قدرتها على تمييز لون الضوء تختلف بمرور الشعاع من مجموعة من الخلايا إلى

التالية . سنجدها تعطى توافقا تاما نصف الوقت تقريبا ، أما فى بقية الوقت فإنها لا تستطيع تمييز الأحمر من الأخضر تماما مثل ابنها الأعمى اللون . لقد أوقف عمل واحد مختلف من كروموزومى س فى كل خلية من خلايا الاحساس بالضوء: الكروموزوم الطبيعى مرة والكروموزوم الذى يحمل چين عمى الألوان مرة أخرى .

هناك اختلاف آخر هام بين الجنسين فى نمط الوراثة ، يرتبط بچينات الميتوكوندريا . عندما تخصب البويضة ينتقل منها الكثير من السيتوبلازم (بما يحمله من ميتوكوندريا) إلى الجنين النامى . أما الحيوان المنوى فيكاد لا ينقل أى ميتوكوندريا . ولقد رأينا فى الفصل السابق أن لدنا الميتوكوندريا نمطه الخاص فى التوريث ، فهو ينتقل عبر الخط الأنثوى . هو يسجل تاريخ عالم النساء ، بلا تدخل ذكرى تقريبا . لا ينحدر دنا ميتوكوندريا الملكة إليزابيث الثانية عن الملكة ڤيكتوريا (السلف من ناحية الأب) إنما عن آن كارولين ، معاصرتها الأقل شهرة والتى توفيت عام ١٨٨١ . ترجع بعض الأمراض الوراثية (مثل العمى الناتج عن تدمير العصب البصرى) إلى خطأ فى دنا الميتوكوندريا ، وتورث عبر خط الاناث . تنقل الأمهات الچين إلى أبنائهن وبناتهن ، لكن البنات فقط هن من ينقلنه إلى الجيل التالى . وهذا النمط يختلف تماماً عن وراثة الصفات المرتبطة بالجنس .

هذه إذن هى قواعد اللعبة الوراثية . والبقية بعد ذلك بيولوچيا جزيئية : ميكانيكا لا فيزياء . أما مادة الچينات فقد عرفت بعد اكتشاف إمكان تغيير شكل المستعمرات البكتيرية عن طريق ايلاج عنصر تحويل من قريب بكتيرى له مستعمرات تختلف شكلا . ولقد كان عنصر التحويل هو الدنا ، الذى اكتشف من سنين بعيدة فى تجارب مقرفة استخدمت فيها ضمادات مشبعة بالصديد . وكان أهم مادة فى البيولوچيا .

أما قصة اكتشاف الدنا ، اللولب المزدوج ، فهى أشهر من أن نكررها . يتألف الجزىء من جديلتين منضفرتين ، كل يتكون من سلسلة من القواعد الكيماوية – الأدنين ، الجوانين ، السيتوزين ، الثايمين (أ ، ج ، س ، ث) – ومعها سكـريات

ومواد أخرى . تقترن القواعد بالجديلتين مع بعضها بعضا : الأدنين فى جديلة مع الجوانين فى الأخرى ، والسيتوزين مع الثايمين . كل من الجديلتين تكمل الأخرى، وعندما تنفصلان فإن كلا منهما يعمل كقالب لصناعة جديلة أخرى مكملة . يحمل ترتيب القواعد على طول الدنا المعلومات اللازمة لانتاج البروتينات . يتـألف كل بروتين من سلسلة من الكتل ، هى الأحماض الأمينية . وتعليمات صناعة كل حمض أمينى مشفرة فى تتابعات ثلاثية الأحرف من أبجدية الدنا .

أضحت بنية جزىء الدنا جزءاً من تراثنا الحضارى . الدنا هو أداة الاتصـال بين الأجيـال . أما القدرة التى اكتسبناها حديثا على قـراءة رسالته ـ والتدخـل فيها ـ فقد حولت تفهمنا لموقعنا فى الطبيعة وسيادتنا على الكائنات التى تعمرها . يجدر بنا هنا أن نذكر أن اكتشاف قواعد اللعبة الوراثية قد تم دون معرفة بموقع الوحدات الوراثية أو المادة التى منها تصنع . كان مندل ، مثل نيوتن ، لا يهتم بالتفاصيل . يسعده كون من الجسيمات المتفاعلة والمستقلة التى تتصرف تبعا لقواعد بسيطة . عملت هذه القواعد معه جيدا . وما زالت ، فى الكثير من الأحوال ، تعمل جيدا فى أيامنا هذه .

ومثل نيوتن ، كان مندل أيضا على صواب ـ إنما فقط إلى حد معلوم . لقد حولت البيولوچيا الجزيئية قصةً جميلة تقوم على البسلة ، إلى حكاية يكتنفها الضباب ، أكثر شبها بحساء البسلـة ! والفصل التالى يصف الضـباب الوراثى الجديد.