الفصل الثامن

حكايتنا

«ما أروع الإنسان وما أنبله من مخلوق، إنه طاقة لا حدودَ لها إن شكله وحركته وطريقته في التعبير تدفعك إلىٰ إجلاله، ما أشدَّ شبهَهُ بالملاكِ في سعيه وفي إدراكه، إنه الحيوان الأكمل، ومع ذلك فهو بالنسبة لي مجرَّدُ ذرَّةٍ هائمةٍ في هذا الوجود».

ويليام شكسبير، هاملت

في سنة 1975 نشرت عالمة الوراثة ماري كليركينغ بحثاً مثيراً في مجلة العلم، قامت بإعداده بإشراف آلان ويلسون (أبو علم الإنسان الجزيئي) في جامعة كاليفورنيا في بيركيلي؛ وقد استخدمت وسائل المقارنة البدائية المتوفرة في ذلك الوقت لتكتشف أن الإنسان وقرد الشيمبانزي هما أكثر تشابهاً من الناحية الوراثية مما اعتُقِدَ من قبل. علىٰ الرغم من انفصالهما منذ 5 ملايين سنة، وجدت كينغ أن الفرق بين النوعين في المورثات والبروتينات لا يتجاوز 1٪. تقول كينغ: «كنت أعتقد أن الموضوع سيكون كارثة لأنني لم أجد فرقاً يذكر» لكن آلان كان يقول لي (إنه اكتشاف عظيم يُظهر كم نحن شبيهون بالشمبانزي). لقد حوَّل القش إلىٰ ذهب، وهكذا كتبتُ موضوعاً ممتازاً وضع علىٰ غلاف مجلة العلم» وفيما كانت كينغ تزداد شهرةً باكتشافها مورثة الـ BRCA1 واستخدام البصمات الوراثية للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، لضمّ الأطفال المختطفين إلىٰ عائلاتهم في الأرجنتين، تابعت فرقٌ أخرىٰ

البحث لتثبت أن الإنسان والشمبانزي يشتركان بـ 98,5٪ من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين (علىٰ سبيل المثال أظهرت دراسة حديثة مفصَّلة علىٰ 10000 أساس من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الذي لا عمل له، أن الاختلاف في هذه الأسس بين الإنسان والشمبانزي لا يتجاوز 0,94٪) بالمقابل فإن التشابه في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بين الشمبانزي والغوريلا يبلغ فقط 97٪.

لا تحتاج إلىٰ شهادة دكتوراه في علم الإنسان لتستنتج أن هناك اختلافات وفروقاً جسدية وسلوكية واضحة بين الإنسان والبان تروغلودايت (أو حتىٰ الغوريلا). يمشي الإنسان منتصباً علىٰ قدميه ولديه إبهامان كبيران، كما أن جسده مغطىٰ بطبقة من الشعر. وتتطور الأثداء لدىٰ أنثىٰ الشمبانزي فقط عند الإرضاع، ولدىٰ الذكر عظامٌ في القضيب. لقد مَيَّزَ الله الإنسانَ بالقدرة علىٰ الكلام والوعي والذكاء لكي يحلِّل مادته الوراثية (وكما قال أحدهم مازحاً: السذاجة لكي يدفع تكاليف ذلك) والجرأة والاعتقاد بأنَّ الميِّزات التي وهبها الله للإنسان كثيرة جداً.

لن يكون الأمر بهذه السهولة، لكنَّ الأسلوب الوحيد لفهم الكيفية التي تشكَّلَت بها تلك الصفات التي تميّز الإنسان هو إجراء دراسة مقارنة دقيقة للمواد الوراثية. يقول السيد جون مادوكس محرر مجلة الطبيعة: «إن معرفة الأساس الوراثي لهذه التغيرات سوف يُعطي صورة أكثر وضوحاً عن تاريخ جنسنا البشري، وفهماً أعمق لمكاننا في الطبيعة».

إن الاختلاف الأكثر وضوحاً بين الإنسان والشمبانزي هو عدد الصبغيات ففي حين يملك الإنسان 23 زوجاً من الصبغيات، يملك الشمبانزي 24 زوجاً. ثمانية عشر زوج منها فقط تبدو متماثلة. ويوجد عدة تباينات مهمة بين النوعين تظهر بتلوين الصبغيات بالفلوروسنت، فالصبغي رقم 9 عند الإنسان أكبر من

مثيله عند الشمبانزي، والعكس صحيح بالنسبة للصبغي رقم 12؛ كما يوجد تباينات في الصبغي الرابع، وقد اكتشف داڤيد نيلسون وإليزابيث نيكرسون من كلية بيلر للطب Baylor College of Medicine أن المورثة المرتبطة بابيضاض الدم والمسمّاة AF4 توجد في موقع مختلف في الشمبانزي مقارنةً مع القرود الأخرىٰ، مما قد يفسر جزئياً قلة إصابة الشمبانزي باللوكيميا. هذه الالتحامات الصبيغية، وإعادات الترتيب تشكل مواقع واضحة للبحث عن التباينات المهمة فيزيولوجياً في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بين الإنسان والشمبانزي؛ لكن ربما يكون من الأجدىٰ البحث عن التباينات في تتابع الأسس التي غيّرت عمل المورثات المؤثرة كتلك التي ترمز إلىٰ عوامل النسخ التي تنظم تعبير المورثات عن نفسها.

إن الفرق بين المادتين الوراثيتين لكُلٍّ من الإنسان والشمبانزي والذي يبلغ 1,5٪ تساوي حوالى 50 مليون أساس، لكنَّ معظمها يقع في الحمض النووي الريبي الذي لا عمل له؛ وإن التغيرات التي تؤثر علىٰ تركيب أو وظيفة المورثات تشكل جزءاً من ذلك العدد. أُنشئت شركة للتكنولوجيا الحيوية في دنڤر تدعى جينوبلكس من قبل باحثَيْن من جامعة كولورادو هما: توم جونسون الخبير في مورثات الكهولة، وجيمس سيكيلا أحد الروّاد الذين طوَّروا (مع ڤنتر) طريقة قطع التتابع المعكوس. إحدىٰ الاستراتيجيات التي استخدمتها شركة جينوبلكس هي مقارنة الآلاف من المورثات المهمة بين الإنسان والشمبانزي، والبحث عن المورثات التي تحمل عدداً متميّزاً من الاختلافات بين الحموض الأمينية للپروتينات التي تشكِّلُها.

بهذه الطريقة تقول الشركة إنها حددت المورثات البشرية المسؤولة عن الذاكرة، والاستعداد للإصابة بڤيروس الإيدز. قد يكون ذلك إفراطاً في التفاؤل لكنَّ علماء جينوبلكس يعتقدون أن المورثات المسؤولة عن التغيّرات

المعرفية بين الجنسين قد لا تتجاوز الخمسين مورثة. إلىٰ الآن لم يُكتشف إلاَّ اختلاف واحد علىٰ المستوىٰ الحيوي الكيماوي في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لكلا النوعين، إلاَّ أن هذا الاختلاف يعطي صورة مذهلة عن عمل جزء دقيق من المادة الوراثية. كل خلايا الجسم تحتوي تقريباً علىٰ بروتينات سكرية في أغشيتها، وهي بروتينات أُضيف إليها سلاسل طويلة من السكريات. وأحد أهم هذه السكريات هو جزيء من السكر يدعىٰ حمض السياليك.

يمتلك الشمبانزي إنزيماً يضيف ذرة أكسجين إلىٰ جزيء حمض السياليك فنتج جزيئاً اسمه Neu 5GC. أما الإنسان فإنه لا يمتلك هذا الشكل من حمض السياليك. وقد أصبح هذا السبب واضحاً سنة 1998 عندما قارن باحث في جامعة كاليفورنيا في سان دييغو يُدعىٰ أجيت ڤاركي التتابع في الإنزيم المتباين لحمض السياليك بين الإنسان والقرد.

لقد بَيَّنَ أن المورثة البشرية الموضَّعَة علىٰ الصبغي السادس أصبحت هاجعة، وغير فعّالة بفقدها 92 أساساً عند كل الشعوب البشرية، وبالمقابل فإن هذه المورثة تعمل بشكل كامل عند الشمبانزي وكل القرود الأفريقية الأخرىٰ.

إن التغيُّر في تركيب جزيء كبيرٍ كهذا الجزيء يحمل عواقب فيزيولوجيّة مهمّة. فهو على سبيل المثال يفسِّر بشكل جذري فشل زرع كلية الشمبانزي في الإنسان في بداية الستينيات، إذ إن الجهاز المناعي سيتعامل معها مباشرة كجسم غريب.

إن كثيراً من الڤيروسات والجراثيم تتعرف علىٰ البروتينات السكرية التي تغلف الخلايا، وهكذا فإن أي تغيُّر في المورثات المسؤولة عن هذه البروتينات يفسِّر مقاومة الشمبانزي لبعض الأنتانات، ويؤثر علىٰ الطرق التي تتفاعل فيها

الخلايا وتتواصل فيما بينها. ومن المثير للفضول أن إحدىٰ الطفرات تؤدي إلىٰ زوال الجزء الأخير من حمض السياليك المهدرج من دماغ الإنسان، ولا يُعرف إلىٰ الآن أهمية ذلك. وتقوم مجموعة يابانية بهندسة فأرة تفتقد هذا الأنزيم لترىٰ تأثير ذلك علىٰ نمو أو سلوك الحيوانات، يقول ڤاركي مازحاً «ربما تتكلم فئرانهم».

هل يعقل أن الفروق الكبيرة بين الإنسان والشمبانزي تعود إلىٰ حفنةٍ من المورثات. وكذلك التباينات التي تطرأ علىٰ التوقيت أو الموضع الذي تعبِّر فيه هذه المورثات عن نفسها، يمكن أن يؤثر علىٰ تطوّر الأطراف. إن المقاومة النسبية التي يبديها الشمبانزي لڤيروس الإيدز يمكن أن تُعزىٰ إلى تغيُّر في مستقبل بروتيني واحد. ويعتقد نيلسون أن تغيُّراً واحداً في المورثات يمكن أن يزيد عدد الخلايا العصبية البدائية، مما قد يفسر، علىٰ الأقل جزئياً، الحجم الكبير للدماغ البشري. إن الإثبات النهائي لعمل مثل هذه المورثات يأتي من مراقبة وظيفتها في القرود، وهو عمل روتيني من الناحية التكنولوجية، علىٰ الرغم من الإشكاليات الأخلاقية المتعلقة به.

يقول موريس غوودمان وإيدون ماكونكي، داعيين إلىٰ مشروع لدراسة تطور المادة الوراثية البشرية بعد انتهاء مشروع كسر الشيفرة الوراثية البشرية. إن مشروعاً يدرس المادة الوراثية البدائية سيساعد علىٰ فهم انفراد الإنسان ببعض الخصائص السلوكية والتشريحية، ويلقي الضوء علىٰ سبب قابلية الإنسان للإصابة ببعض الأمراض كالإيدز والسرطان والملاريا؛ ويثير القلق العام حول الأنواع المهدَّدة. من بين عدد من العلماء البارزين الذين يدعمون مشروع دراسة المادة الوراثية البدائية، ماري ـ كليركينغ وفرانسيس كريك في حين يتعاطف ڤنتر وكولينز مع المشروع من حيث المبدأ. فقد أوضح ڤنتر أن

المادة الوراثية للشمبانزي ستكون من أولويات سيليرا، وقد بدأ كولينز بدراسة تعدد الأشكال في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للشمبانزي مستخدماً رقائق المورثات، على الرغم من أن المادة الوراثية للفئران والجرذان تشكِّل أولوية في الوقت الحاضر بسبب أهميتها لنماذج تجريبية لتطور الثدييات. لقد وصف الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بأنه أعظم الاكتشافات الأثرية على مرِّ العصور وذلك لسببٍ وجيه. ذلك إن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين هو أدقُّ محدِّدٍ لهوية الإنسان، وقد وُجِدَ له استخدام مهم في التحقيق في الجرائم، وإعادة كتابة تاريخ الرؤساء، وجمع العائلات التي فرَّقها الاختطاف ومتابعة جذور الحضارات القديمة، والبحث عن الأصول الإنسانية. وحتى قبل الانتهاء من الكسر الكامل للشيفرة الوراثية البشرية فإن العلماء استخدموا الاختلافات في تتابع الأسس لفهم أصول موجات الهجرة البشرية التي حدثت على سطح المعمورة خلال مئات الآلاف من السنين.

معظم الدراسات الإنسانية الجزيئية ركَّزت على دراسة صبغيين يُتوارثان بشكل متكامل إلى حدٍّ كبير. وإنّ الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الذي يحوي معظم المعلومات يوجد ضمن صبغي دائري صغير (يحوي 16600 أساس) ويتوضع داخل المتقدرات وهي مكوِّنات خلوية تنتج مادة كيماوية تسمَّى ATP تستخدم كوقود للخلية. اشتُقَّت المتقدرات من جراثيم كوَّنت علاقة تعاضدية مع خلايا بدائية منذ بلايين السنين، وهذا هو سبب وجود صبغيات صغيرة فيها. وبما أن الحيوان المنوي لا يحتوي على المتقدرات فإن أيَّ كائن حيٍّ جاءت متقدِّراته من طرف الأم. لذلك يشكِّل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين سجلاً دقيقاً للمادة الوراثية المنتقلة عبر الأمهات. إن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الموجود في متقدِّراتك قد جاء حصراً من أُمِّك

وهي أخذته من جدَّتك، وهكذا عبر مئات الأجيال. وعلى عكس الثلاثة والعشرين صبغياً التي نرثها من كلٍّ من الأبوين، فإن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين ليس معرَّضاً لانتقال وتبادل المواد الوراثية بين أزواج الصبغيات الذي يحدث قبل إنتاج الحيوانات المنوية والبويضات (الانقسام). السبب الوحيد للتغيُّر هو الطفرات التي تتراكم تدريجياً في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في المتقدِّرات، وبمقارنة عدد التغيُّرات في تتابع الأسس بين عيِّنات مختلفة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وتقدير المدَّة التي حدثت فيها هذه الطفرات، يستطيع علماء الإنسان الجزيئيون أن يقدِّروا العلاقة بين أيِّ عيِّنتين، والفترة التقريبية التي انفصلتا فيها عن بعضهما..

العنصر الآخر الثابت الذي يمكن أن يُستخدم في دراسة تطور الإنسان هو الصبغي Y الذي يحمل المورثة المسؤولة عن صفة الذكورة والذي يتنقل من الأب لأبنائه فقط. وهكذا فإن دراسة التغييرات التي تحدث في هذا الصبغي تلقي الضوء على انتقال المورثات عبر الآباء، مكمِّلة بذلك دراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الموجود في المتقدِّرات، والذي ينتقل عبر الأمَّهات. إن الدراسة الرائعة التي قام بها دافيد بيج من معهد وايت هيد وبروس لاهن من جامعة شيكاغو بيَّنت طريق التطوُّر الذي سلكه الصبغي Y عبر 300 مليون عام، والذي حمَّله ثلاثين مورثة تقريباً، لبعضها أهمية ملحوظة كالمورثة التي تُطْلِق الصفات المحدِّدة للذكورة، ومجموعة المورثات اللازمة لتطوُّر النطفة.

افترض بيج ولاهن أنه قبل 300 مليون عام طرأ على الصبغي Y طفرة أدَّت إلى وجود المورثة المسؤولة عن الذكورة (عند أسلافنا من الكائنات كان الجنس يتحدَّد بعوامل خارجية كالحرارة وليس بالمورثات) وخلال ملايين

السنين تعرَّض الصبغي Y لموجاتٍ من إعادة ترتيب وحذفٍ للمورثات، حيث تمَّ التخلُّص من المورثات التي لا يُحتاج إليها. نتيجة لذلك تقلَّص التشابه بين الصبغين X وY إلى درجة تعذَّر معها التبادل بينهما أثناء الانقسام، ما عدا في منطقتين صغيرتين في نهاية كلٍّ واحدٍ منهما. وهكذا فإن السبب الوحيد للتغيُّرات في الصبغي Y هي الطفرات التي حدثت في تتابع الأسس في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين. وبتحديد القطع المؤهَّبة لحدوث تغيُّرات يستطيع الباحثون مقارنة نماذج من التتابع أو النمط الوراثي، وأن يرسموا صورة لتطور المادة الوراثية عبر الآباء مكمّلة لتلك التي تمَّ الحصول عليها بواسطة دراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في المتقدرات.

في سنة 1856 حدث اكتشاف أثري مهم في كهف فيلد هوفر في وادي نياندر قرب دوسلدورف في ألمانيا. كانت الجمجمة وجزء من الهيكل العظمي الذي وجده المنقبون عن الجير في ذلك اليوم الصيفي المستحاثات الأساسية لمخلوق بدائي قديم ندعوه النيندرثال. كان النيندرثال يتميَّز بدماغ كبير، وجبهة مائلة وحافة حاجب سميكة. وقد عاش في غرب آسيا وإسبانيا مئات الآلاف من السنين. قبل حوالي 40 ألف سنة جاء مخلوق حديث إلى شرق أوروبا، وعاش مع النيندرثال مدة 10 آلاف سنة أو أكثر إلى أن انقرض النيندرثال. تقول إيان تاترسال من المتحف الأمريكي لتاريخ الطبيعة: إن ما يتميز به الإنسان هو العقل وتمكنه من استخدام عقله «إن الفن، واستخدام الرموز والموسيقى واللغة والإحساس بالغموض واستخدام الأدوات المختلفة والذكاء الحاد كلُّ هذه الأمور كانت غريبة على النيندرثال، وطبيعية بالنسبة للإنسان».

قام فريق من الباحثين في سنة 1997 يقوده سڤانت بابو عالم الإنسان الجزيئي الذي يعمل في معهد فاكس بلانك في ليبزيغ بعزل آثار من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للنيندرثال كافية لتحديد تتابع الأسس في مادته

الوراثية. وفقاً لحسابات لندهال فإن عناصر الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين تتحلَّل خلال 10 آلاف سنة، لكن إذا التصقت هذه العناصر بمواد كالهيدروكسي أباتيت الموجود في العظام والأسنان فإنها تستطيع البقاء سليمة ضعفي أو ثلاثة أضعاف هذه المدة.

وكونه قد نجح قبل عدة سنوات في استخراج الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين من عيِّنات تعود إلى العصر البرونزي، قام بابو وبصبرٍ بالغ بتحضير عدة غرامات من عظم الذراع للهيكل العظمي للنيندرثال آخذاً حذره لكي لا يختلط بحمض نووي ريبي آخر، وباستخدام طريقة التفاعل المتسلسل بواسطة البوليمراز، تمكَّن بابو من مضاعفة العيِّنة التي حصل عليها إلى درجةٍ تسمح بتحديد تتابع 379 أساساً في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، في متقدرات النيندرثال (ربما يكون أحد أسباب نجاح هذه الطريقة أنها طُبِّقت على مستحاثات موجودة في شمال ألمانيا البارد، وعندما طُبِّقت نفس الطريقة على مستحاثات من الشرق الأوسط لم تلقَ نفس النجاح) هذه القطعة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في المتقدِّرات تختلف بشكل نموذجي في ثمانية مواقع بين الأشخاص. لكن بابو وجد أنَّ هناك 27 اختلافاً بين التتابع عند إنسان النيندرثال والتتابع النموذجي الموجود في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين عند المتقدِّرات. وهذا يؤكد أن لا علاقة البتّة بين الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين عند النيندرثال ومثيله عند الإنسان.

حتى مؤيدو بابو قد يجدون صعوبة في الوصول إلى استنتاجٍ كهذا اعتماداً على عيِّنة واحدة، لكن بعد ثلاث سنوات، أكَّد فريقٌ يقوده ويليام غوودوين من جامعة غلاسكو النتائج التي توصّل إليها بابو.

قام غوودوين بتحليل عيِّنة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين مؤخوذة من مستحاثة للنيندرثال عمرها 29 ألف سنة، تمَّ اكتشافها في كهف

ميزمايسكايا في شمال القوقاز في جنوب روسيا الواقع على بعد حوالي 2000 ميل إلى الشرق من كهف فيلدهوفر. أظهر تحديد التتابع الذي تمَّ بمضاعفة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين المستخرج من عظام الأضلاع أنه يختلف في 12 موقعاً عن النيندرثال الأصلي، لكنه يختلف في 22 موقعاً عن الإنسان. هذه النتائج المؤكَّدة استبعدت احتمال أن يكون تحليل المادة الوراثية للنيندرثال تأثر بمواد غريبة، أو عوامل اصطناعية، وتؤكِّد أن ليس للإنسان علاقة نسب بالنيندرثال.

يعتبر تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للنيندرثال الحدث الأكثر أهمية في الأبحاث الوراثية للتطوُّر، ذلك الحقل الذي بدأ في اليوم الأول من سنة 1987 حينما نشر كلٌّ من: آلان ويلسون وريبيكا كان ومارك ستوكينغ بحثاً متميِّزاً في مجلة الطبيعة. قام ويلسون بمقارنة شاملة للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات عند 147 إنساناً ينتمون إلى أعراق مختلفة من أفريقيا وأستراليا وآسيا والقوقاز وغوينيان الجديدة، وقد ركَّز على الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدِّرات، لأنَّ الطفرات تتراكم فيه بسرعة أكثر من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في النواة، ولأنه يُتوارث حصراً عن طريق الأمهات، استطاع فريق ويلسون أن يجري مسحاً لاختلاف التتابع في حوالي 9٪ من صبغيات المتقدرات بقياس انشطار الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين باستخدام مجموعة من أنزيمات التحديد. بمقارنة عدد الاختلافات في التتابع بين هذه الأعراق الخمسة استطاع ويلسون أن يصنِّف التتابعات اعتماداً على درجة الاختلاف فيما بينها. إن تتابعين يختلفان عن بعضهما بعدة أسس فقط أقرب إلى بعضهما من تتابعين يكثر الاختلاف بينهما. بعبارة أخرى كلما قلَّ عدد الاختلافات في التتابع كلما كان هذان العرقان قد انفصلا عن بعضهما في فترة زمنية أقرب. وقد ضمَّن ويلسون بحثه مخططاً تفرعياً صنَّف فيه عيِّنات الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في مجموعات بحسب علاقتها مع بعضها. وقد قُسِّمت التتابعات إلى مجموعتين كبيرتين:

التتابعات الأفريقية في مجموعة، والشعوب الخمسة الأخرى في مجموعة ثانية؛ مما دلَّ على أنَّ معظم تتابعات أسلافنا نشأت في أفريقيا. وبالمقابل فإنّ كل الشعوب الأخرى لها أصول متعدِّدة. وأخيراً وبافتراض أن الطفرات حدثت بمعدل ثابت مقداره 2 ـ 4٪ كل مليون سنة، فقد توصلت مجموعة ويلسون إلى استنتاج مثير «كل هذه الأنواع من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في المتقدِّرات جاءت من أمٍّ واحدة يُفْتَرَض أنها عاشت في أفريقيا قبل 200 ألف سنة».

تعرَّض بحث ويلسون للكثير من الانتقادات في العقد الماضي، وإن كان الاستنتاج الأساسي الذي وصل إليه قد سلم من هذه الانتقادات، وهو «أنَّ الانفصالات الأولى في المادة الوراثية للمتقدرات قد حدثت في أفريقيا» كما يقول سفانت بابو ويضيف قائلاً: «بعد ذلك حصلت بعض الانفصالات في التجمعات البشرية في أماكن أخرى من العالم». ومن اللافت للنظر أن دراسة مماثلة أُجريت باستخدام علامات على الصبغي Y أظهرت نتائج مشابهة سواء فيما يتعلَّق بالتاريخ (200 ألف سنة) أو الموقع (أفريقيا) لأسلافنا الأوائل. لكن المقارنة بين الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لكل من المتقدِّرات والصبغي Y أظهر اختلافات مهمة، وهي أن «الصبغي Y لآدم» قد عاش بعد «متقدِّرات حوَّاء».

خلال السنوات القليلة الماضية ألقت دراسة العلامات في الصبغي Y الضوء على هجرة الأجناس البشرية، وبخاصةً بعد تحديد درجات العلامات الجديدة على الصبغي Y. وعلى سبيل المثال، في موقعٍ ما على الصبغي يسمَّى M42 نجد أنّ معظم الأجناس بمن فيهم الأفريقيون لديهم علامة T؛ لكنَّ شكلاً نادراً يحمل العلامة A في ذلك الموقع ويوجد في مناطق معيَّنة في أفريقيا وبنسبة 15٪. عند البوشبمن والخويزن. دراسة أخرى للعلامات أجراها فريق ميشيل هامرز من جامعة أريزونا وجد فيها العلامة A عند المخلوقات المنقرضة بما

فيهم الشمبانزي. وقد دُعِمَت هذه النتائج بقوة بالنتائج التي توصّل إليها دوغلاس والاس عالم المادة الوراثية في المتقدِّرات من جامعة إيموري في أتلانتا. فخلال السنوات القليلة الماضية قام فريق والاس بشكل منظم بتصنيف الاختلافات في تتابع الأسس في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدِّرات عند شعوب العالم.

يظن الدارسون أن حوَّاء كان لديها ثماني عشرة ابنة، لكل واحدة منهنَّ حمض نووي ريبي منزوع الأكسجين في المتقدِّرات مختلف عن الأخرى، وقد توزَّعن في أنحاء العالم. كل نموذج من هذه الحموض النووية رُمِز له بحرف معيّن.

فالهنود الأمريكيون يحملون نوع A إلى D. وهناك سبعة أنواع عند الأوروبيين قُسِمَت إلى مجموعتين من H إلى K ومن T إلى X. السلف الأول للآسيويين رُمِز له بـ M وقد انقسم إلى E - G وD - A. الجنس الأفريقي رُمِز له بـ L وقُسِمَ إلى ثلاثة أقسام L1 وL2 وL3. قارن والاس مؤخراً بين تتابعات الحموض النووية الريبية للمتقدِّرات عند 74 شخصاً من الخويزن من الشمال الغربي لصحراء كالهاري في جنوب أفريقيا، ووجد أن هذه المجموعة تمثل أكثر الشعوب الأفريقية قدماً، وأن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الموجود في متقدِّراتها يعود إلى 145 ألف سنة.

إن المقارنات التي أُجريت بين الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات والصبغي Y أظهرت نتائج مفاجئة تتعلَّق بعادات الهجرة عند الرجال والنساء في التاريخ البشري. دراسة حديثة أجرتها مجموعة لوكا كافالي سفورزا في ستانفورد أظهرت قدراً من الاختلاف بين الشعوب في العلامات الموجودة على الصبغي Y أكثر من الاختلاف في العلامات الموجودة في المادة الوراثية للمتقدِّرات. أحد التفسيرات المتميِّزة لهذه الاختلافات هو توضُّع الأبوّة، أي أن

النساء أكثر ميلاً للسفر بعيداً للانضمام إلى أزواجهن، مما يؤدِّي إلى نقص الاختلافات في الحمض النووي الريبي في المتقدِّرات.

يتطابق ذلك بصعوبة مع الصورة الشائعة عن قطاع الطرق من الرجال الأجلاف (مثل جنكيز خان) الذين كانوا يروِّعون الناس في أوروبا وآسيا في العصر الحديث. لكن تحليل المادة الوراثية أظهر أن الرجال حينما كانوا يسافرون للبحث عن زوجة (أو زوجتين) خلال الألفية الماضية كانوا غالباً ما يعودون بهنَّ إلى ديارهم.

على الرغم من الفائدة الكبيرة لدراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في المتقدرات والصبغي Y فإن هذه الدراسة تعطي نتائج متحيِّزة عن تاريخ الإنسان أي أنها تبيِّن المعلومات المتعلِّقة بأصل وهجرة النساء أو الرجال فقط. ومع التحسُّن في وسائل تحديد التتابع يستطيع العلماء الآن الحصول على معلومات مهمة متعلِّقة بالمورثات النووية. فعلى سبيل المثال قامت مجموعة بابو بتحديد التتابع لأكثر من 10000 أساس في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الذي لا عمل له في الصبغي X لـ 96 شخصاً يختلفون في الأعراق وتمَّت مقارنة الاختلافات بينهم.

هذه القطعة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين نادراً ما تمتزج مع غيرها، وهي تبعد بمقدار مليون أساس عن أقرب مورثة، مما يجعلها أقل عرضة للتأثر بأيِّ تغيُّرات تحدث في المورثات المجاورة.

يوجد عند الأفريقيين 24 تغيُّراً في التتابع فيما بينهم، في حين يوجد 17 تغيُّراً بين بقية شعوب العالم. وهذا دليل آخر على الأصل الأفريقي لتغيُّر الشكل في هذه القطعة من الصبغي X وغالباً ما ينطبق ذلك على كل المادة الوراثية البشرية.

حدَّدت دراسات بابو عمر الأصل المشترك للإنسان بحوالي 535 ألف سنة

(باحتمال خطأ قدره 20٪) وهذا يتفق مع التقدير الأقل الذي تمَّ باستخدام الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لكلٍّ من المتقدِّرات والصبغي Y. (يُتوقَّع أن يكون الزمن المحسوب لعمر الأصل المشترك أكبر بـ 3 إلى 4 مرات من الزمن المحسوب باستخدام الصبغي X أو الصبغيات الجسمية بسبب العدد الكبير للصغبيات التي دُرِست مقارنة بالحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات أو الصبغي Y).

أظهرت دراسات كاڤالي سفورزا وآخرين، وجود تنوُّع أكثر في المادة الوراثية لجنس معيَّن ـ بنسبة 80٪ ـ مما يوجد بين شعوب مختلفة. ووجدت مجموعة بابو أن ثلاث فصائل من الشمبانزي تبدي تنوُّعاً فيما بينها أكثر بأربع مرَّات من التنوُّع الذي يبديه 70 إنساناً مختلفاً من عدَّة شعوب. إن ذلك يوحي بأن معظم الاختلافات في المادة الوراثية حصل قبل خروج الإنسان من أفريقيا بشكل نسبي من مجموعة صغيرة عاشت في أفريقيا قبل 200 ألف عام.

استخدم ويلسون نفس المبدأ الذي أثبت به متقدِّرات حوَّاء لإلقاء الضوء على المزيد من الهجرات البشرية الحديثة حول العالم. أحد الروَّاد الذين قادوا هذه الأبحاث هو بريان سايكس، عالم وراثة من معهد الطب الجزيئي التابع لجامعة أكسفورد، الذي برز منذ عدة سنوات حينما أجرى تحليلاً للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في سنِّ عائلٍ لجثةٍ وُجدت في كهف شيدار في سومرست في بريطانيا عمرها 9000 سنة؛ وقد طابق الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في متقدِّرات تلك الجثة ذلك الموجود عند أدريان تارغِتْ وهو أستاذ محلِّي في المدرسة. طبَّق سكاي طريقة تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدِّرات لدراسة الهجرات البشرية، وقد بيَّنت الدراسة أن إنسان العصر القديم (البولنسي) ينتمي إلى أناس من جنوب شرق آسيا. يوسِّع سكاي دراسته الآن لتشمل كل أوروبا بتحديد تتابع 500 أساس في

الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات جُمِعَ من 6000 إنسان تبرَّعوا بعيِّنات من كل أنحاء القارة، وقد استطاع سكاي أن يصنِّف الأوروبيين إلى سبع مجموعات وراثية ذُكِرَت سابقاً وهي K - H وX - T. وهكذا وباستخدام علم التجسيم الإنساني استطاع أن يرسم ملامح سبع أمهات سمَّاهنَّ بنات حوَّاء وقال «كلُّ لحظة يتنفَّس فيها الأوروبي يستخدم في استقلاب الأكسجين نفس المورثات التي استخدمتها تلك النساء السبع».

أكبر تلك النساء هي أورسولا التي عاشت في شمال اليونان قبل 45 ألف عام، ومن أحفادها الذين هاجروا غرباً إلى فرنسا وبريطانيا كان رجل شيدار. وعاشت زينة قبل 25 ألف سنة قرب البحر الأسود، أمَّا تارا فقد قطنت منطقة توسكاني قبل 17 ألف سنة، وقد هاجر أحفادها (بمن فيهم سايكس) شمالاً إلى فرنسا وبريطانيا وإيرلندا. عاشت هيلينا قرب بايرينيس وقد انتشر أحفادها في أوروبا. وعاشت كاترين قرب فينيس قبل 10 آلاف سنة، وعاش أحفادها حول جبال الألب. أمَّا ڤالدا فقد كانت امرأة إسبانية عاشت قبل 17 ألف عام وقد هاجر أحفادها شمالاً إلى البلاد الاسكندنافية، ونشأ منهم اللابيُّون. ووُلِدَت ياسمين في سورية قبل آخر العصور الجليدية وسافر أحفادها غرباً إلى بريطانيا وبحر البلطيق. أنشأ سايكس شركة سمَّاها أسلاف أكسفورد تُمكِّن الأشخاص من تزويدها بعيِّنات من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين (تجمع بإجراء مسحة من باطن الفم بقطعة من القطن) لتحدد إلى أيٍّ من بنات حوَّاء السبع ينتمون.

كما توفِّر شركة سايكس للبريطانيين الفرصة للعثور على رابطة بين النمط الوراثي للصبغي Y لديهم وأسماء عائلاتهم. وعندما قارن سايكس العلامات الموجودة على الصبغي Y لدى ستين رجلاً يشاركونه اسم العائلة وجد أن نصفهم يحمل نمطاً وراثياً متميِّزاً، واستنتج أن كل عائلة سايكس في بريطانيا

انحدرت من شخصٍ أخذ هذا الاسم قبل 700 عام. إن أفراد عائلة سايكس الذين لا يحملون علامات مميَّزة على الصبغي Y يمكن أن تفسَّر حالتهم بالإنجاب من أبٍ آخر، وهي حالة حدثت بنسبة 1٪ في كل جيل؛ يقول سايكس: «إنها نسبة ضئيلة جداً وهي تعني أنَّ 99٪ من نساء العائلة كنَّ محترمات».

بالإضافة إلى ذلك ألقت الدراسات على العلامات عديدة الشكل الضوء على نماذج الهجرات البشرية الأحدث عبر العالم؛ قبل عدة سنوات قام كافالي سفورزا وزملاؤه بإجراء دراسة شاملة لمئة علامة في أكثر من عشرين شعباً في القارة الأوروبية. إن تواتر هذه العلامات يختلف بالتدريج عبر القارة وتعطي النماذج المدروسة أدلَّة ثمينة على أصل وعمر وانتشار الشعوب المختلفة. يمكن أن نرى مثالاً على ذلك في انتشار طفرة خطيرة كتلك المسبِّبة لمرض التليف الكيسي، والتي تشيع في شمال أوروبا والدانمارك، وتقل كلما اتجهت جنوباً.

أظهرت دراسات كافالي سفورزا التقليدية نماذج من تعدُّد شكل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للسلتيين والباسكيين المتميِّزين بأصولهم الوراثية والجغرافية. وكذلك درجات من تعدُّد الشكل لدى الأشخاص الذين ينتمون إلى الطرق التي سلكها إنسان العصر الحجري الحديث غرباً وشمالاً من الشرق الأوسط إلى إسبانيا وإيطاليا وأوروبا الشمالية. مثَّلت مجموعة أخرى الملايين في شمال فنلندا وروسيا، والهجرة الثالثة ربما كانت للنورمانديين الذين روَّضوا الخيل.

ليس مدهشاً أن دراسة الصبغي Y كانت غنية بالمعلومات، وكمثال على ذلك دراسة أصول الشعب الياباني. فقد بيَّنت أبحاث هَمَرْ أنَّ السكَّان الحاليين لليابان هم عبارة عن مزيج من ثقافتين: الأولى هي شعب جومون القديم وهم

مجموعة من الصيَّادين تعود أصولهم إلى 10 آلاف سنة، وشعب الياوي وهم مزارعون وصلوا من شبه الجزيرة الكورية قبل 2300 سنة. لكن أكثر تطبيقات دراسة علامات الصبغي Y وضوحاً تظهر في الشعب اليهودي في الشرق الأوسط وخارجه.

يذكر السفر القديم تطهير أخي موسى آرون وأبنائه «وهكذا فإنَّ جَلْدهم سيبقى ميراثاً كهنوتياً خالداً لكلِّ الأجيال» وهكذا أصبح آون أول كاهن يهودي أو كوهين؛ وتمَّ توارث هذا التقليد من الآباء للأبناء. قام هامر وكارل سكوريكي وديفيد كولدستين وزملاؤهم بدراسة علامات الصبغي Y في ثلاثمئة يهودي منهم مئة من الكوهينيين، فوجدوا أنَّ نصف الكهنة اليهود يتشاركون في نفس التوقيع الوراثي مقارنة بأقل من 5٪ من المشاركة بين بقية اليهود، وتبيَّن أن أصل هذا الصبغي يعود إلى 3000 سنة مما يتفق مع قصة الإنجيل.

إن هذا التأكيد المثير للإعجاب لتراثٍ شفوي، يشبه القصة المذهلة لليهود السود في جنوب أفريقيا والتي اكتشفها تيودور بارفِتْ وهو بروتستانتي من ويلز يبلغ من العمر 55 سنة. كان بارفت باحثاً في الدراسات اليهودية في جامعة لندن وقد أُعجب بقصة الليمبا، وهي قبيلة تتحدَّث البانتو مؤلَّفة من 50 ألف شخص يعيشون في جنوب أفريقيا وزمبابوي ويعتقد أنها القبيلة المفقودة من شعب إسرائيل.

أمتعت قبيلة الليمبا بارفِت بقصص عن أرض بعيدة مفقودة تدعىٰ سيناء وقصة غامضة عن رحلتهم عبر المحيط إلىٰ بلادهم الجديدة. إضافة إلىٰ تمسكهم بعدة تقاليد يهودية كالختان والاحتفال بيوم السبت والتضحية بالحيوانات. في رحلة إلىٰ المدينة المنقرضة تابع بارفِتْ رحلة الليمبا الطويلة إلىٰ جنوب أفريقيا بشكل معاكس مسافراً إلىٰ بقايا زمبابوي العظمىٰ إلىٰ شاطىء

أفريقيا الشرقي، حيث يعتقد أن أسلاف الليمبا جاءوا من اليمن قبل ألف سنة. اكتشف أخيراً قرية صغيرة في جنوب اليمن تسمىٰ سيناء يُعتقد أنها موطن الليمبا الأصلي.

تابع بارڤِتْ رحلته المتميزة بالتعاون مع غولدستين ونيل برادمان، أحدهما عملاق بريطاني في مجال النشر والثاني مؤسس مركز الدراسات الإنسانية الوراثية في لندن. حينما عاد إلىٰ أفريقيا الجنوبية جمع عينات من الدم من قبيلة الليمبا مخبراً رجالها بأدبٍ أنَّ عليه أن يكون حذراً لكي لا يلوِّث صبغيهَمْ Y بالصبغي Y الويلزي الخاص به. كانت نتائج دراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين مفاجئة، فقد وجد أن نسبة من الصبغي Y لقبيلة الليمبا يحتوي علىٰ التوقيع الوراثي المميز للكوهينين بمن فيهم 50٪ من البوبا إحدىٰ بطون قبيلة الليمبا الإثني عشر. هذه العلامات ظهرت أيضاً في بني إسرائيل، أقدم تجمع يهودي في الهند، وقد أظهرت دراسات حديثة تشابهاً مدهشاً في الصبغي Y بين اليهود والفلسطينيين وشعوب عربية أخرىٰ في الشرق الأوسط، وهكذا فقد ثبت أن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين هو أداة قيّمة لدراسة التاريخ اليهودي وتاريخ عدة شعوب أخرىٰ أيضاً.

أظهرت دراسة بارڤيت كيف أن تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين يمكن أن يظهر روابط غير عادية بين أفريقيا والشرق الأوسط. ويحاول بعض الباحثين اليوم أن يستخدم الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لمعرفة أصول الأمريكيين الأفارقة. وقد قام ريك كيتلز وهو عالم وراثة في جامعة هوارد في واشنطن بجمع 3200 حمض نووي ريبي منزوع الأكسجين من 40 شعباً من أفريقيا الغربية، معظم الأفريقيين الذين جُلبوا إلىٰ الولايات المتحدة جاءوا من هذه المنطقة وبخاصة من غانا ونيجيريا وسيراليون

وأنغولا. مقابل 300 دولار يستطيع كيتلز أن يقارن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لشخص ما مع المجموعة الموجودة لديه ليحدّد أصول هذا الشخص. وعلىٰ سبيل المثال استطاع مراسل في تلفزيون واشنطن أن يعرف أن جدَّه جُلب من نيجيريا، وجدَّته من الصومال والمناطق المحيطة بها. بالمقابل فإن المادة الوراثية لكيتلز القادمة من الآباء تحمل علامات تدل علىٰ أصول ألمانية، دليل قاطع علىٰ أن السادة البيض كانوا يقترنون أو يغتصبون إماءهم، (إن ثلث الأمريكان الأفارقة يحملون مورثات أسلاف بيض). تعرض مشروع كيتلز لانتقادات عنيفة كونه يربح من مآسي الآخرين، تقول فاطمة جاكسون من جامعة ميرلاند «نحن نتحدث هنا عن الاستعباد الأمريكي، والهجرة القسرية وسجناء الحرب» وتضيف «لا أعتقد أنه من الصحيح أن تسأل الناس أن يدفعوا لقاء معرفة ما قُدِّر عليهم من الله» لكنَّ كيتلز يحتج بأن كثيراً من الأمريكيين الأفارقة تواقُّون إلىٰ معلومات تربطهم بأصولهم التي انقطعت خلال فترة الاسترقاق.

يأمل عدة علماء أن يؤدي كسر الشيفرة الوراثية البشرية إلىٰ تحليل أكثر دقة وتنظيماً للاختلافات الوراثية، أو إلىٰ مشروع كشف التنوُّع في الشيفرة الوراثية البشرية. يطمح هذا المشروع إلىٰ مقارنة المادة الوراثية للشعوب المختلفة لمعرفة تاريخ الهجرات البشرية ـ مشروع لدراسة التنوع البشري قبل أن تختفي بعض الشعوب إلىٰ الأبد ـ علىٰ كُلِّ حال هذا المشروع لاقىٰ معارضة وغضباً من ممثلي كثير من الشعوب الأصلية واتهموه بأنه «غير أخلاقي» و«عنصري» واعتبروه مؤامرة لنهب ميراثهم الوراثي.

نستطيع بواسطة دراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين أن نعرف الهجرات البشرية التي تمت خلال الـ 100 ألف سنة الماضية والتي اندثرت عبر الزمان. لكن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين أصبح يُستخدم بازدياد

لدراسة الأشخاص أكثر من الشعوب، وذلك لاكتشاف الجرائم ـ حلُّ أكثر الجرائم غموضاً ـ والتاريخ الرئاسي معيداً كتابة التاريخ الروسي والأمريكي من جديد.

اخترعت طريقة كشف البصمات الوراثية من قبل السير أليك جيفريز في جامعة ليستر في منتصف الثمانينيات. كان اكتشافه لمناطق متكرّرة ومتنوعة في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بمثابة اكتشاف الشيفرة التي توضع علىٰ السلع. بمجرد الحصول علىٰ عينة تحوي علىٰ أربع أو خمسٍ من هذه المناطق فإن الفرصة عالية جداً لأن نجد شخصين مختلفين لن يتشابها في نموذج هذه المناطق. إن هذه الطريقة تشبه أخذ البصمات مع ميّزة أنَّ عينة صغيرة جداً ـ شعرة أو قطرة دم أو قطرة من نطفة ـ كافية لتزويد الفاحص بحمض نووي ريبي منزوع الأكسجين لفحصه.

لم يمضِ وقتٌ طويل قبل اكتشاف أهمية طريقة جيفريز، ففي سنة 1987 تمَّ اغتصاب وخنق فتاة اسمها داون أشورت في قرية ناربورو قرب ليستر في إنكلترا. كانت الجريمة تشبه جريمة أخرىٰ قتلت فيها طالبة مدرسية قبل ثلاث سنوات. وقد ألقت الشرطةُ القبض علىٰ عاملٍ في المطبخ في مستشفىٰ مجاور عمره 17 سنة، لكنهم لم يكونوا قادرين علىٰ إثبات تورُّطه. جمعت الشرطة عينات من 5000 رجل في المنطقة لتحديد الفاعل، وقد أغرى كولين بيتشفورك أحد أصدقائه ليتبرع بالدم عوضاً عنه، اكتشفت الشرطة الموضوع، وبعد فترة قصيرة اعترف بيتش فورك.

أظهر فريق جيفريز بعد ذلك قدرة هذه الطريقة علىٰ تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين المستخرج من العظام. في كانون الأول / ديسمبر 1989 اكتشف عامل في كارديف في ويلز بقايا فتاة صغيرة موضوعة في سجّادة وعمرها عدّة سنوات. استطاع رسَّام طبي أن يصيغ من جمجمة

الفتاة رسماً لوجهها جعل الشرطة يتعرفون علىٰ كارين برايس فتاة هربت من أهلها. قام جيفري بمقارنة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين المأخوذ من فخذ الفتاة بذاك المأخوذ من أبويها، وبمقارنة حجم ست علامات متعددة الشكل أعلن جيفرز تطابقاً تاماً، ولأول مرة اعترفت المحكمة بنتائج تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين المأخوذ من العظام. مضىٰ فريق جيفريز قُدُماً في إحراز المزيد من الإنجازات علىٰ صعيد الطب الشرعي إذ حلَّلوا بقايا وولفغانغ غيرهارد الذي غرق في البرازيل 1979. قام فريق جيفريز بتحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين من عينة أُخذت من فخذ الجثة، واكتشف أن الرجل كان (ملاك الموت) النازي جوزِفْ منغل.

إن تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات أثبت قيمةً لا توصف في لمِّ شمل العائلات التي شتّتها النظام العسكري الذي حكم الأرجنتين في السبعينيات. ففي سنة 1976 قامت الفئة التي سيطرت علىٰ الحكم في الأرجنتين بقتل 9000 معارض وقد أُعطي حوالى 200 يتيم من أطفال هؤلاء لأزواج لا أولاد لهم في الجيش، بعد الإطاحة بالحكم العسكري 1983 حاولت منظمة تدعىٰ (الجدَّات) أن تضم هؤلاء الأولاد إلىٰ عائلاتهم الأصلية. قامت ماري كلير كينغ بمقارنة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لمتقدرات هؤلاء الأطفال بأقربائهم، ولمَّت شمل عشرات العائلات. أول حالة كانت لفتاة عمرها 8 سنوات اسمها بولا إيڤالوغارس، تعيش مع ضابط شرطة سابق وصديقته. قالت جدتها إن الفتاة اختطفت من والديها حينما كان عمرها سنتين. أثبت فريق كينغ بما لا يدع مجالاً للشك أن بولا تناسب ثلاثة جدودٍ ادعوا قرابتها تقول كينغ «عندما عادت إلىٰ منزل جدَّيها الذي لم تره من قبل مَشَتْ مباشرةً إلىٰ الغرفة التي كانت تنام فيها عندما كانت صغيرة وطلبت لعبتها».

ليلة 6 تموز / يوليو 1918 انتهىٰ حكم ثلاثمئة سنة من أسرة رومانوف في روسيا بقسوة علىٰ يد البلاشفة بوابل من الرصاص. وذكرت صحيفة محليّة أن القيصر نيكولاس الثاني وأسرته الذين احتجزوا في بيت إيباتيف في إيكساترنبرغ قد أعدموا «بدون إجراءات شكلية وتماشياً مع مبادئنا الديموقراطية الحديثة» ذُوِّبت الجثث بحمض الكبريت لإخفاء معالمها، ودفنت في قبر سطحي. بعد تحديد موقع القبر بعد سبعين سنة بفضل صانع أفلام روسي أمر الرئيس بوريس يلتسين باستخراج البقايا من القبر، وقد تمَّ ترتيب ألف قطعة عظمية في تسعة هياكل ـ خمسة رجال وأربع نساء ـ تمثل القيصر نيكولا والقيصرة ألكسندرا وثلاثة من أطفالهما الخمسة، إضافة إلىٰ ثلاثة خدم وطبيب العائلة (جسدا الطفلين الآخرين تمَّ حرقهما). كشف الخبراء عن هويَّة البقايا واختلف البعض حول اختفاء زارقيتش أليكسي وماري في حين أصرَّ البعض علىٰ أن أناستاسيالا يمكن احتسابها. في أيلول / سبتمبر 1992 سافر خبير روسي في تحديد البصمات الوراثية يسمّىٰ باڤِل إيڤانوف إلىٰ لندن يحمل عينات من العظام. التقىٰ في مطار هيثرو بمدير تلفزيون الـ BBC الذي استأجر سيارة جنازة وقال «ليس من المناسب أن أحمل عظام عائلة ملكية روسية في صندوق سيارتي الڤولڤو» تم تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في مختبر بيتر جِلْ في المركز البريطاني لعلم الطب الشرعي، أظهرت اختبارات جِلْ الأولى أن خمسة من الأجساد كانت لنساءٍ والثلاثة الباقية لأقربائهن. وأظهرت دراسة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات أن بقايا ألكسندرا شابهت عينة من دوق إدنبرغ ابن أخيها الكبير (كلاهما قريب من جهة الأم لآليس زوجة هِسْ ابنة الملكة ڤكتوريا). لكن العثور علىٰ متعاون يحمل صفة القرابة من جهة الأم للقيصر كان أكثر صعوبة، وقد رفض ابن أخ القيصر التعاون لأن الحكومة البريطانية لم تعطِ عائلة نيقولا حق اللجوء السياسي بعد الثورة.

عندما عُثِر على عيِّنات من قريبين بعيدين من جهة الأم، كانت النتائج غامضة ومخيِّبة. تطابق الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات في كل العيِّنات ما عدا موضع واحد هو 16169، وقد أظهر التتابع في القريبين النموذج T في حين أن التتابع في القيصر أظهر خليطاً بنسبة 70٪ من النموذج 2 و30٪ من النموذج T. فسَّر جل وزملاؤه هذه النتيجة بأنها مثال على (التغاير) وهو مزيج من الحمض النووية الريبية منزوعة الأكسجين يحدث بشكل طبيعي، وقدَّروا أن يكون احتمال عودة العظام إلى القيصر بحوالي 99٪. ولكن ظلَّ احتمال التلوث قائماً، لذلك طُلِبَ من الكنيسة الروسية الأرثوذكسية السماح بالحصول على عيِّنة من جسد أخي القيصر جورجي رومانوف، والذي توفي بالسل سنة 1899 ودُفن في بيتسبرغ. أخذ إيفانوف العيِّنة إلى مختبر تحديد الحمض النووي الريبي التابع لمعهد القوات المسلَّحة للتشريح المرضي في ميرلاند، وبشكل لا يصدَّق أظهر الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين للمتقدرات عند جورجي نفس التغاير في الموقع 16169.

إن احتمال أن يحدث هذا التغاير في عامة الناس بين شخصين مختلفين هو 1 إلى 100 مليون. وبحضور عاطفي ليلستين في بتسبرغ تمَّ إجراء جنازة رسمية لعائلة رومانوف المالكة سنة 1998. ظلَّ بعض الأشخاص يعتقدون أن أحد أبناء القيصر قد نجا من مذبحة 1918 لكن ادعاءات آخر مدعية لحق الملكية وهي امرأة تدعى آنا أندرسون تمَّ استبعادها بتحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين. «أطول مسلسل في التاريخ الأمريكي» كما يدعوه إيريك لاندر هي الفترة الواقعة سنة 1802، حينما قام (سجلُّ ريتشموند) بكشف قصة العلاقة المحرَّمة بين الرئيس توماس جيفرسون وأَمَتِهِ المولَّدة(*) سالي هيمينغس، الأخت القانونية لزوجته مارثا ويلر. حامت الشكوك حول كون

(*) المولّدة: نصفها زنجي ونصفها أبيض. (المترجم).

الرئيس جيفرسون والد بعض أبناء هيمينغس نتيجة لعدة أسباب منها تشابه أبناء هيمينغس مع الرئيس ووجود جيفرسون في منزله في مونتيسلو حينما حملت بأولادها.

أثارت قصة جيفرسون اهتمام يوغين فوستر وهو بروفسور نصف متقاعد يسكن في تشارلوكسفيل في فيرجينيا. بدأ فوستر ينتقي متطوعين من عائلات جيفرسون وهيمينغس بحثاً عن أقارب بطرق الآباء يمكن أن يصل من خلالهم إلى رابطة مباشرة من ذكر إلى ذكر تصل إلى ابن جيفرسون وهيمينغس. ويقدّر عدد أحفاد جيفرسون الأحياء بـ 2000 شخص، لكن لا أحد منهم يحمل صبغية Y لأنَّ ابنه الشرعي الوحيد مات طفلاً.

على كلِّ حال استطاع فوستر أن يحصل على عيِّنة من دم أحفاد فيلد جيفرسون الذكور، وهو عمُّ الرئيس. كما تعاون معه جون ويكس جيفرسون حفيد حفيد حفيد إيستون هيمينغس أصغر أبناء سالي.

جمع فوستر 19 عيِّنة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين وحملها في حقائبه إلى إنكلترة حيث نقلت إلى عالم الوراثة من جامعة اكسفورد كريس تايلر سميث. وُجِدَ تطابق تام في العلامات متعدِّدة الأشكال الموجودة على الصبغي Y للعيِّنات التسع عشرة بين أحفاد فيلد جيفرسون الذكور وأحفاد إيستون هيمينغس الذكور، وقد استبعدت نفس الدراسة أن يكون جيفرسون هو والد أكبر أبناء هيمينغس (توماس وودسون).

أحدث الاكتشاف زلزالاً في أوساط مؤرِّخي الرؤساء الذين تجادلوا طويلاً في صحة ادعاءات عائلة هيمينغس.

كان توقيت التقرير متميِّزاً، إذ قال لاندر والكاتب التاريخي جوزف إيليس «إن العلاقة المحرَّمة بين مؤلِّف إعلان الاستقلال، وأَمَته الشابة تَظْهَرُ لتذكِّرنا بحقيقة أن أبطالنا بمن فيهم الرؤساء ليسوا آلهة أو شياطين، وإنما بشر من لحم

ودم بكل ما يعني ذلك من نقاط ضعف ونقص». وقد كان لاندر وإيليس يشيران بالطبع إلى الفضيحة الجنسية الحديثة التي كانت تهزُّ البيت الأبيض.

أُقفل المسلسل الفضائحي المعروف بقصة لوينسكي لأسباب ودوافع عديدة في 3 آب/ أغسطس 1998. في ذلك اليوم أخبر المكتب الفيديرالي للتحقيقات المدَّعي ستار كينيث ستار أنه حدَّد عيِّنتين من المني سُمِّيا Q 3246 على الثوب الأزرق للمتدرِّبة في البيت الأبيض مونيكا لوينسكي. وفي ذلك المساء سحب طبيب كلينتون في غرفة الخرائط في البيت الأبيض عيِّنة من الدم سمَّاها فريق التحقيقات K 39. وبعد أسبوعين أُخبر كلينتون أن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين في العيِّنتين أبدى تطابقاً كاملاً (إلى درجة معقولة من الدقة العلمية)، والاحتمال أن يكون الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين على ثوب مونيكا تابعاً لقوقازي آخر غير كلينتون كان واحداً إلى 7,8 تريليون، نتيجة لذلك أُدين الرئيس كلينتون من قبل مجلس الشيوخ الأمريكي. وقد كتب أحدهم رسالة إلى النيويورك تايمز يقارن فيها بين فضيحتي الرئيسين ويوصي المدعي العام «أن يدَّعي ضد ثالث الرؤساء الأمريكيين لمحو العار عن التاريخ الوطني».

يبدو أنه لا حدود لما يمكن أن يصل إليه تحليل البصمات الوراثية، وبدا ذلك واضحاً في فرنسا. ففي 8 حزيران/ يونيو 1759 مات ولد عمره عشر سنوات يدعى لويز تشارلز في أقبية سجون باريس بسبب الدرن، بعد عامين من قَتْلِ والده الملك لويس السادس عشر والملكة أنطوانيت على يد الثوار الفرنسيين. عند تشريح الجثة لفَّ طبيب العائلة المالكة قلب الولد في منديله واحتفظ به كتذكار عن العائلة المالكة (أما الجسد فَدُفِنَ في قبر جماعي بلا طقوس) وقد مرَّ في سلسلة من الاحتجازات قبل أن يُعْرَض في سانت دينيس في 1975 في متحف عن فرنسا حيث حُفِظ في كرة من الكريستال مع بقايا أخرى

من العائلة المالكة. وقد تجادل المؤرِّخون الفرنسيون حول هوية القلب. فمنهم من اعتقد أن الولد الذي مات في السجن هو بديل عن الملك الحقيقي الذي أُبْعِد بسرعة من أنصار الملكية، وهناك عدد من المدَّعين طالبوا بالعرش خلال المئتي سنة الماضية.

من الصعب الحصول على عضو ملكي لتحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين فيه. لكن في سنة 1999 غُطِّي الرفات بقماش بنفسجي وأُخذ إلى مختبر باريسي حيث أُخِذَت رقائق صغيرة من قلب الملك بواسطة مقص وقُطِّعت وأُرسلت إلى مختبرات جين - جاك كاسيمان في بلجيكا، وبريند برينكمان في ألمانيا. وعلى الرغم من قدم القلب، استطاع الباحثون أن يقارنوا بين الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين عند المتقدِّرات في قلب الطفل، وذلك الموجود في عيِّنات من شعر الملكة أنطوانيت، واثنين من الأقرباء الأحياء عن طريق الأم بمن فيهما ملكة رومانيا آنا. وعلى الرغم من أن التحليل لم يثبت بشكل قاطع أن القلب يعود إلى لويس السابع عشر، وليس إلى قريب آخر إلاَّ أن الظروف التاريخية أكَّدت ذلك. إن رفات الملك غير المتوَّج ينتظر الآن جنازة تليق به.

أن كثيراً من الغموض في التاريخ يمكن أن ينجلي إذا استخدم تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بشكل حكيم، وإن كان البعض يعترض على تدخُّلٍ من هذا النوع.

توفي نابليون بونابرت سنة 1821 في جزيرة سانت هيلينا بسبب سرطان المعدة، لكن ذُكِرت اتهامات بأن البريطانيين قد سمَّموه. لاقى ذلك التصديق عندما وجد مكتب التحقيق الفيديرالي آثاراً من الزرنيخ في شعر انتزع من رأسه بعد موته، مما دفع ببعض المؤرِّخين من ذوي الخيال الواسع إلى الاعتقاد أن جسد نابليون قد استُبدل قبل نقله إلى فرنسا سنة 1840. عندما فتحت السلطات

الفرنسية التابوت وجدت رجلاً ملتحياً (المفروض أن نابليون قد حُلِقَ له بعد موته) ولا توجد آثار لمهمازه الفضي.

في الولايات المتحدة تم تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لرجلٍ كان خارجاً على القانون واسمه جيس جيمس. معظم الروايات تقول إن جيس مات بالرصاص سنة 1882، ولكن بعضهم يعتقد أنه موَّه موته، وعاش تحت اسم مستعار هو: ج .فرانك دالتون إلى أن مات عن 104 أعوام، وعلى شاهدة القبر كتب تحت اسم مالتون العبارة التالية: (من المفروض أنه قُتِل 1882).

من جهة أخرى استُخدم تحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لإضافة أفضل مثال على ذلك هو الرئيس ابراهام لينكولن، الذي كانت مشيته تدل على احتمال إصابته بمرض مارفان.

ووفقاً لوصف مراسل مجلة تايم اللندنية في واشنطن فإن لينكولن كان «له كتفان منحدران وذراعان طويلتان متدليتان تنتهيان بيدين ذات أبعاد غير طبيعية تفوق أبعاد قدميه بكثير». إن المورثة المسؤولة عن مرض مارفان تمَّ اكتشافها سنة 1991 وستبدو واضحة بدراسة عيِّنة مأخوذة من شعره أو عظمه أو دمه. وبالمقابل فإن الفنان الفرنسي تولوز ـ لوتريك كان قزماً ويعتقد بعض الدارسين أنه كان مصاباً بمرض تغلُّظ العظام. حدَّد روبرت ديسنك وبروس جيلب، وهما باحثان من مستشفى جبل سيناء في نيويورك الطفرة الوراثية المسؤولة عن هذا المرض، إلاَّ أن أحفاد لوتريك يرفضون إلى الآن فحص جسد الفنان المشهور.

لا شك أن للإستخدامات الطبية الشرعية لتحليل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين دوراً كبيراً في كشف المجرمين، وتبرئة المتهمين. يقول المحامي الشهير باري شيك الموجد لمشروع البراءة «إن الحمض النووي الريبي

منزوع الأكسجين هو الأداة الأمثل لإثبات البراءة». وقد عمل فريقه على إثبات براءة سبعين متهماً في الولايات المتحدة، ثمانية منهم يواجهون عقوبة الإعدام. يقول شيك «هناك بريء واحد بين كل تسعة أشخاص يُعدمون في الولايات المتحدة». هذه الأخطاء ـ كما يقول دائماً ـ مروِّعة. ومن الطبيعي أن تكون القوة الإحصائية لاستخدام البصمات الوراثية فعَّالة فقط في حال فهمت المحكمة القضية، ولم يكن هناك عوامل أخرى مؤثِّرة.

تألَّق نجم شيك في قضية أو. جي. سيمبسون الذي اتُّهم في مقتل زوجته السابقة ورجل آخر. وسط اتهامات بالعنصرية وعدم الكفاءة، وُجِّهت بشكل رئيسي ضد قسم شرطة لوس أنجليس. وكان الدليل الحاسم في 45 عيِّنة دموية تمَّ حفظها بسرِّية. ففي نهاية الادعاء العام قالت ماريا كلارك: إن احتمال أن يكون شخص آخر غير سيمبسون لديه الصيغة الوراثية التي وجدت في عيِّنات الدم في ساحة الجريمة هو 1 إلى 57 بليوناً (أكثر بعشر مرَّات من عدد سكَّان الأرض).

في المملكة المتحدة حيث وُلِدت طريقة البصمات الوراثية يحتوي مركز وطني لمعلومات الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين على 700 ألف عيِّنة وقد استخدم للبحث في 75 ألف جريمة بمعدل 500 جريمة في الأسبوع. لكن شِكْ لاحظ أن عدداً قليلاً من التبرئات حدثت باستخدام البصمات الوراثية. وفي الولايات المتحدة يوجد لدى نظام تصنيف الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين التابع لمكتب التحقيقات الفيديرالي حوالي 250 ألف عيِّنة، وآلاف العيِّنات التي لم تُحلَّل بعد. وهناك حدود لتطبيق طريقة البصمات الوراثية، ففي فرنسا استُخدمت عيِّنة من جسد المغني الشعبي يِفْس مونتاند لحل قضية لها علاقة بالأبوّة، وقد بُرِّىء في النهاية. القضية الأغرب كانت حينما داهمت قرية برنتينغثورب الهادئة موجة من الجرائم السخيفة، وهي أن كلباً يوسخ الأرصفة،

وأن صاحبه لا ينظِّف وراءه. اقترح مجلس البلدة إنشاء مركز معلومات يضم ثلاثين حمضاً نووياً ريبياً للكلاب الموجودة في القرية، ويمكن استخدامها لكشف الفاعل. إلاَّ أن الفكرة لم تلق تأييداً وأُلغيت. لكن استخدام البصمة الوراثية للحيوانات المنزلية ترك أثره في تاريخ الجرائم. ففي تحقيقات أجرتها الشرطة سنة 1996 لكشف جريمة قُتِلت فيها امرأة كندية شابة، وُجدت بجانب منزلها سترة جلدية تحتوي وَبَرَ قطَّة؛ وبتحليل عيِّنة دم من قطة زوج المقتولة وُجِد تطابق تام مما ساعد في إدانة المتهم، وقد قام بالتحليل ستيفن أوبراين في معهد السرطان الوطني.

obeikandl.com