الفصل الأول

# فرسان اللولب المزدوج

إنها لمعجزة حقاً أننا كنا قبل 50 سنة على جهل تام بالمادة الوراثية واليوم نحن على وشك معرفة البصمة الوراثية الكاملة للإنسان.

جيمس واتسون

في عدد مجلة العلم الصادر في 7 آذار / مارس 1986 دعا رئيس معهد الحرير ريناتو دوبليكو، الإيطالي الحائز على جائزة نوبل، إلى إطلاق مشروع ضخم لكسر الشيفرة الوراثية حتى نتمكن من معرفة التغيّرات الوراثية التي تؤدي إلى مرض السرطان.

دافع دوبليكو عن هذا المشروع بقوله: «إن مشروعاً على نطاقٍ واسع سيكون أجدى من جهود مبعثرة في الحرب ضد السرطان التي أعلنها نيكسون سنة 1971.

إن هذا المشروع سيؤدي إلى دراسة كُل الأمراض التي تصيب الإنسان وليس السرطان فقط، وبتحديد تتابع الثلاثة بلايين رمز في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، سيتمكن العلماء من معرفة 100 ألف مورثة تحمل تعليمات صنع البروتينات في أجسامنا.» وما زال صدى كلمات دوبليكو يتردّد إلى الآن:

«إن هذا المشروع لا يقل أهميةً عن غزو الفضاء، لذلك يجب أن ينفَّذَ بالحماسة نفسها، وبما أنّ كسر الشيفرة الوراثية البشرية

ستنعكس آثاره على البشرية كلها فمن الطبيعي أن يكون هذا المشروع عالمياً».

كان ما كتبه دوبليكو في مجلة العلم التصريح الأقوى الذي دعم موجة التأييد المتنامية لمشروع من هذا النوع، وكان قد سبقه قبل أشهر والتر جلبرت الباحث في جامعة هارفارد والحائز على جائزة نوبل، وذلك في ندوة نظمها روبرت سينشيمر رئيس جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز للبحث في تأسيس مركز لكسر شيفرة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وقتها لخّص جلبرت نتائج الاجتماع قائلاً «إن معرفة الترتيب الكلّي لتتابع الأسس في المادة الوراثية البشرية هو الكأس(*) المقدسة لعلم الوراثة البشرية، وهو الأداة الأمثل لاستقصاء دقائق عمل الجسم البشري».

لقد أصبحت دراسة المادة الوراثية الكأس المقدسة للباحثين في العلوم المختلفة، فعلماء الفيزياء يرون فيها دراسة لإحدى اللبنات الأساسية التي تدخل في تركيب المادة، وعلماء الفيزياء الحيوية يأملون أن تمكِّنَهم هذه الدراسة من معرفة التركيب الثلاثي الأبعاد للبروتينات، في حين يهدف علماء الكيمياء من تلك الدراسة إلى إيجاد طرقٍ لصنعِ مواد تتمتع بقدرة عالية على الثبات.

إن مشروع دراسة المادة الوراثية البشرية قد نال شعبية واسعة، كما تعرض أيضاً إلى الكثير من الانتقادات؛ فعالم الوراثة رتشارد ليونتن كتب سنة 1992 «إن اختيار جزيء الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين كرمزٍ لهذا المشروع وتقديسه بشكل مبالغ فيه يدلّ على انسلاخ هؤلاء العلماء (ومنه يهود من أوروبا الشرقية وملحدون) عن الدين السماوي» لقد انتقد ليونتن بشدة هالة التقديس التي أحاط بها الكهان المعاصرون (العلماء) الحمض النووي الريبي البشري

(*) الكأس المقدسة: هي الكأس التي شرب المسيح منها في العشاء المقدس والتي راح المسيحيون فيما بعد يجدّون في البحث عنها. (المترجم).

منزوع الأكسجين والتي وصلت إلىٰ حدِّ العبادة؛ وبرّأ الصحفيين الذين كانوا ينقلون فقط ما يقوله العلماء. وفي رأي ليونتن أن هذا أدّىٰ إلىٰ تحويل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين من مجرّد جزيءٍ في جسم الإنسان إلىٰ مخطط للجنس البشري يحمل طابعاً حتمياً، وحتىٰ تعبير مخطط الجنس البشري نالَ نصيبَهُ من الانتقاد أيضاً، يقول إيان سيتوارت محرر مجلة السر الآخر للحياة: «إن المورثات ليست مخططات للجنس البشري، إنها كوصفات إعداد وجبات الطعام في كتاب للطبخ فهي تخبرنا عن المواد الضرورية لصنع البروتينات، وما هي كميتُها، وفي أيِّ ترتيبٍ يجب أن توضع، ولكنها لا تعطينا خطة لإنتاج البروتين بشكل كامل وصحيح».

وفي كتاب المادة الوراثية البشرية رفض مات ريدلي أيضاً استخدام تعبير مخطّط الجنس البشري لوصف المادة الوراثية البشرية، لأن خريطة ثنائية الأبعاد لا يمكن تمثيلها بشكل صحيح برمز رقمي وحيد البعد، وفضَّل ريدل وصف المادة الوراثية بأنها «كتاب ضخم أو وصفة بالغة الطول» ربما يكون التعبير المجازي الأكثر ملائمة للمادة الوراثية البشرية هو وصفُها بالمنظِّم الأوَّلي للعناصر الكيماوية، أو الجدول الدوري كما اقترح إيريك لاندر الباحث في معهد وايت هيد وأحد أبرز الشخصيات المسؤولة عن مشروع كسر الشيفرة الوراثية البشرية.

كان أول واضع لجدول العناصر الكيماوية هو ديمتري إيفانوفيتش مندليف، الابن الأصغر في عائلة سيبيريَّةٍ فقيرة الحال مكوّنة من 14 ولداً. كان مندليف مشغوفاً بفهم الصفات الفيزيائية للعناصر، وقد أصبح هذا الرجل الطويل الأحدب الذي يشبه راسبوتين في صرامته، وهو في الثلاثين من عمره أستاذاً في الكيمياء اللاعضويّة في جامعة بتسبرغ، وكانت أبحاثه تنصبُّ علىٰ فهم العلاقات الذريّة بين مجموعات العناصر، وهو موضوع حقّق فيه بعضُ الباحثين شيئاً من التقدم. فعلىٰ سبيل المثال لاحظ عالم الكيمياء الإنكليزي جون نيولاندز أنه يمكن تصنيف العناصر المختلفة إلىٰ ثماني مجموعات اعتماداً

علىٰ صفاتها الكيماوية والفيزيائية بحيث أن الأولىٰ تشبه الثامنة والثانية تشبه التاسعة وهكذا.

قوبل قانون نيولاندز والذي عُرِف بقانون الثُمانيّات بالسخرية، ورأى بعضهم أن نظريته كانت ستحظىٰ بقبول أكثر لو رتَّبَ العناصر بشكل ألفبائي. أمّا منديليف فقد قام بشكل مماثل للعبة الورق (الشدَّة) بكتابة أسماء العناصر الواحدة والستين علىٰ بطاقات، ثمّ حاول ترتيبها في صفوف وأعمدة اعتماداً علىٰ وزنها الذريّ، وتجاربه الخاصة ونتائج أبحاث زملائه؛ تحدوه رغبة شديدة في نشر أبحاثه باللّغات الخمس. وفي إحدىٰ ليالي شباط 1869 شاهد منديليف في حلمه جدولاً يحتوي ترتيباً لجميع العناصر.

في آذار / مارس 1869 كتب منديليف بحثاً عن (العلاقة بين الخواص والأوزان الذريّة للعناصر) وقدمه في مؤتمر الجمعية الكيماوية الروسية، وبعد فترة وجيزة سافر إلىٰ إنكلترة ليلقي محاضرته أمام الجمعية الكيماوية في قاعة فاراداي المهيبة، وقد قدمت له الجمعية هديةً مالية مغلفةً بغلافٍ حريري يحمل لون العلم الروسي فاعتذر عن قبولها قائلاً «لا يمكنني أن أقبل أجراً علىٰ عملٍ دفعني إليه الحبُّ وبخاصة في ردهاتِ قاعةٍ أُنشِئَتْ تذكاراً لميشيل فاراداي» وقد أرسلت الجمعية فيما بعد أواني مزخرفة هديةً إلىٰ روسيا عوضاً عن ذلك.

علىٰ الرغم من أن منديليف اتبع الأوزان الذرية المعروفة للعناصر الكيماوية إلاّ أنه لم يتقيد بها حينما كانت غريزته توحي له بذلك، وأكثر ما يدعو إلىٰ الإعجاب أنه ترك فراغات في جدوله عندما أحسَّ أنَّ هناك عناصر لم يتم اكتشافها بعد؛ وقد اكُتشفت لاحقاً ثلاثة عناصر (الغاليوم، الجرمانيوم، السكانديوم) بنفس الصفات التي تنبّأ بها منديليف مما أقنع زملاءه أن الجدول الذي وضعه يمثل الصورة الحقيقية لطبيعة العناصر الكيماوية.

في سنة 1955 وبعد خمسين سنة من وفاته حظي منديليف بأعظم شرفٍ يمكن أن يناله كيماوي (حتىٰ أعظم من جائزة نوبل) حينما قام العلماء بتصنيع

واحد ومئة عنصر اعتماداً علىٰ جدوله الدوري، وسمّوا العنصر المشع قصير الأجل «مندليڤيوم». وهكذا انضمَّ مندليف إلىٰ قائمة العلماء الذين سُمِّيت عناصر بأسمائهم بعد وفاتهم كألبريت إينشتاين وألفرد نوبل وإينريكوفيرمي.

أصبح جدول مندليف الدوري الأيقونة الأهم في علم الكيمياء بل أهم أداة في الحقبة الصناعية، لذلك لم يكن غريباً أن يقارن ر. ج. ب ويليامس عالم الأحياء في جامعة أكسفورد بين الجدول الدوري وعلم الأحياء حين قال: «إن علم الأحياء هو البحث عن الكيمياء وهي تؤدي وظيفتها» وقد عبَّر لاندر عن ذلك بشكل بليغ حين قال: «إن مشروع المادة الوراثية البشرية يهدف إلىٰ إيجاد الجدول الدوري لعلم الأحياء، وهو ليس جدولاً مؤلفاً من مئة عنصر ولكنه يحتوي علىٰ مئة ألف مورثة. إنه ليس مستطيلاً توزّع عليه العناصر حسب تكافئها بل هو شجرة تعكس علاقة القرابة والانجذاب الوظيفي بين مورثات الإنسان» إنّ كسر شيفرة المادة الوراثية البشرية بشكل كامل سوف يبيّن الخصائص الأساسية لكُلِّ المورثات البشرية، ويمكِّننا من معرفة وظيفتها، وكيفية تفاعلها فيما بينها، ووضعِ ذلك كُلِّه في صورة متكاملة تعكس عمل جسم الإنسان وكيفيّة تطوره. وكما استطاع مندليف ونيولاندز وغيرهما من علماء الكيمياء أن يحدّدوا اللبنات الأساسية في علم الكيمياء وهي العناصر حسب كتلتها وشحنتها الكهربائية، فإن علماء الأحياء اليوم أصبحوا قادرين علىٰ تحديد صفات كل مورثة باستخدام طريقة تقطيع الشريط الوراثي وغيرها من التقنيات الحديثة.

ولكن وكما أوضح فرانسيس كريك فهناك فرق واضح بين الجدول الدوري والمادة الوراثية، وهو أن العناصر التي يضمُّها الجدول الدوري تكوِّن اللبنات الأساسية لكُلِّ هذا الكون، أمّا المورثات فلا يُشترط بها أن تكون ذاتها علىٰ كوكبٍ آخر إذا افترضنا وجود حياةٍ علىٰ ذلك الكوكب، لأن الصدفة لعبت دوراً كبيراً في نشأةِ الحياةِ كما نعلم.

إن مقارنة تسلسل الأسس في المادة الوراثية بالجدول الدوري هو تشبيه

رائع ولكنه عملياً محدود الفائدة، فالشريط الوراثي ما هو إلاَّ قائمة طويلة من الأجزاء المصفوفة إلىٰ جانب بعضها تماماً كطائرة البوينغ التي تضم 100 ألف جزء لكن كما يقول إيريك لاندر: «حصولك علىٰ قائمة بالأجزاء لا يعلِّمُك كيف تضمُّها إلىٰ بعضها»:

إن تحديد تسلسل الأسس في المادة الوراثية البشرية سوف يحدّد هويّة خمسين إلىٰ مئة ألف مورثة، وسوف يُعطي الطب دفعة هائلة إلىٰ الأمام، لكنَّ معرفةَ كُلِّ المورثات لا يفسِّرُ بحد ذاته كيف يعملُ جسمُ الإنسانِ وعقلُه.

إنَّ ما كتبه دوبليكو في مجلة العلوم سنة 1986 دفع بالوسط العلمي إلىٰ الاهتمام بمشروع المادة الوراثية البشرية لكنه لم يكن هو صاحب الفكرة، فتشارلز ديليزي مدير مكتب الصحة والبيئة في وزارة الطاقة درس إمكانية القيام بمشروعٍ كهذا علىٰ مدىٰ ستة أشهر. كان هدف وزارة الطاقة معرفة تأثير الإشعاع الذري علىٰ إحداث تشوهات في المورِّثات، وكان أهم مشاريعها إجراء دراسة على اليابانيين الناجين من القنابل الذرية للبحث عن إمكانية ازدياد التشوّهات الولادية فيما بينهم.

في آذار / مارس 1986 وقبل أيّام من نشر تعليق دوبليكو استضاف ديليزي مجموعة عمل صغيرة في (سانتا في) للبحث في فكرة كسر الشيفرة الوراثية تحت إشراف وزارة الطاقة، معظم المشاركين اتفقوا علىٰ أنَّ كسر شيفرة المادة الوراثية أمر ممكن ولكن بعد رسم خريطة مبدئية للشريط الوراثي. أثار البعضُ شكوكاً حول قدرة وزارة الطاقة علىٰ القيام بمشروعٍ كهذا حتىٰ أن ديڤيد بوتستين المهذار عالم الوراثة في جامعة ستانفور، وأوَّلَ من اقترح رسم خريطة للمادة الوراثية البشرية قال معلِّقاً علىٰ مبادرة وزارة الطاقة: «إنه مشروعٌ لتشغيل صانعي القنابل العاطلين عن العمل».

بعد شهرين من دعوة دوبليكو إلىٰ المشروع العلمي الكبير، مشروع المادة الوراثية، اجتمع حشدٌ من علماء الوراثة في مختبر كولدسبرينغ هاربر في لونغ

أيلاند في نيويورك، وكان عنوان المؤتمر «علم الأحياء الجزيئي لحكمة الإنسان» وقد تمَّ ترتيب هذا المؤتمر من قبل مدير المختبر جيمس واتسون، في ذلك الوقت كانت الشائعات تدور حول تبني وزارة الطاقة لمشروع كسر الشيفرة الوراثية، وقد تمَّ نقاش في هذا الموضوع في إحدىٰ اجتماعات المؤتمر وأيَّدَ بول بيرغ الحائز علىٰ جائزة نوبل هذه الفكرة.

إن أكثر المتحمّسين لاقتراح دوبليكو كان والتر جلبرت الحائز علىٰ جائزة نوبل والذي اقترح كسر الشيفرة الوراثية بشكل عشوائي، وذلك بتفكيك المادة الوراثية وتحديد تتابع الأسس في قطع الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين ثم إعادة ترتيبها من جديد؛ وقد قدَّر جلبرت كلفة هذا المشروع بثلاثة بلايين دولار. أثارت دعوة جلبرت استياءً واسعاً وبخاصة في أوساط الباحثين الشباب؛ إن كلفة ثلاثة بلايين دولار أي بمعدل دولار لكُلِّ أساسٍ من أسس الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين سوف تحجب الدعم المالي عن بقية الأبحاث حتىٰ ولو وزِّعت هذه الكلفة علىٰ مدىٰ 15 سنة، وعلىٰ أيَّةِ حال فإنَّ نسبة المنح المالية التي يقدِّمها المعهد القومي للصحة كانت قد انخفضت في نهاية الثمانينيات من 40٪ إلىٰ أقل من 25٪.

كان جلبرت مقتنعًا بقدرة القطاع الخاص علىٰ كسر الشيفرة الوراثية، وقد وضع خطة لتأسيس شركة خاصة به اسمُها شركة المادة الوراثية البشرية. كانت خطته تقضي بجمع مئات العلماء تحت سقف واحد ليقوموا بكسر الشيفرة الوراثية علىٰ مدىٰ عَشْرِ سنوات بكلفة 300 مليون دولار، ثمَّ تُعرض نتائج أبحاثهم للبيع. وإذا عدنا إلىٰ الوراء سنجد أن خطته لم تختلف كثيراً عن الخطة التي قدَّمها كرايج ڤنتر قبل عقدٍ من الزمن، لكنَّ الخبراء اعتبروا خطة جلبرت لتخصيص مشروع المادة الوراثية إسفافاً ينافي روح التعاون التي يجب أن تسود أجواء البحث العلمي. ولأسباب مختلفة منها المتاعب التي خلقها المدير التنفيذي في بيوجن، وانهيار سوق الأسهم سنة 1987 لم يستطع جلبرت أن يجمع المال الكافي وانهار حلمه بتأسيس شركة خاصة لكسر الشيفرة الوراثية.

بعد عدة سنوات حقّق جلبرت نجاحاً أكبر حينما أوجد شركة (ميريد جينيتكس) في سولت ليك وهي الشركة التي حدّدت أول مورثة مسؤولة عن سرطان الثدي BRcA1 سنة 1994. نشأ جدلٌ فلسفيٌّ آخر ضدَّ كسر الشيفرة الوراثية بشكل كامل مقتضاه: ما الفائدة من تحديد تتابع الأسس في ثلاثة وعشرين زوجاً من الصبغيات في حين أن المورثات تشكل 5٪ فقط من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين؟ وقد سخر عددٌ من العلماء الذين اجتمعوا في كولدسبرينغ هاربر من فكرة جلبرت الداعية إلىٰ قراءة كل المادة الوراثية، وآثروا بدلاً من ذلك تحديد تتابع الأسس ضمن المورثات فقط. وقد دعا العالم الجنوب أفريقي سيدني برنر أحد رموز علم الوراثة المعاصر منذ البداية إلىٰ التركيز علىٰ الجزء الضئيل من المادة الوراثية الحاوي علىٰ المورثات ثمَّ الانتقال بعد ذلك إلىٰ الجزء الأعظم الذي لا تُعرف وظيفتُه؛ وقد كتب في مقال طريفٍ ساخراً:

«لستُ ممن يعتقدون أن كسر الشيفرة الوراثية هو أمر ممل، لا فائدة منه، أو أنه يشبه معسكر اعتقال يُجمع فيه علماء الأحياء لقضاء عقوبة تصل إلىٰ تحديد 20 مليون أساس. علىٰ العكس إنه مشروع علىٰ غاية من الأهمية يدعو إلىٰ التحدي وسوف يجذب إليه أفضل علماء الأحياء».

في سنة 1987 تشكل مجلس أبحاث قومي برئاسة بروس ألبرتس ليبحث في جدوىٰ مشروع المادة الوراثية البشرية، وخرج بتقرير نهائي يدعم فكرة مشروع عالمي بقيادة الولايات المتحدة الأمريكية لكسر الشيفرة الوراثية البشرية، وقدم التقرير خطوطاً عريضة عن كيفية تنظيم هذا المشروع، وبما أن كلفة تحديد تتابع الأسس في المادة الوراثية كانت عالية (بضعة دولارات لكُلِّ أساس) فإن الهيئة اقترحت تأجيل المشروع حتىٰ تتطور تكنولوجية كسر الشيفرة الوراثية وتصبح أقل كلفة، ودعت إلىٰ تركيز الجهود علىٰ رسم خريطة للمادة الوراثية، وكذلك دراسة المادة الوراثية لكائنات أخرىٰ كالفأر وذبابة الفاكهة

وبعض الفطور والجراثيم مما سيساعد على فهم عمل المورثات البشرية. ودعت الهيئة إلى التركيز على تطوير تكنولوجية كسر الشيفرة الوراثية، واقترحت تخصيص مبلغ 200 مليون دولار كل سنة وعلى مدى 15 سنة لهذا المشروع، ممّا يتطابق مع تقدير جلبرت السابق، لكنها لم تُبدِ رأيها في أفضليّة وزارة الطاقة أو المعهد القومي للصحة لتبني المشروع.

في ذلك الوقت كانت وزارة الطاقة قد مضت قدماً، وعرضت خطّتها على الكونغرس في آذار / مارس 1987 وطلب ديليزي ميزانية قدرها 12 مليون دولار لسنة 1988 لكنّ جيمس وينغاردن كان يسعى أيضاً لتمرير مشروع للمادة الوراثية يتبناه المعهد طالباً من الكونغرس دعماً ماليّاً قدره 50 مليون دولار، وقد اقترح تأسيس مكتب جديد لأبحاث المادة الوراثية البشرية يكون له الحق في توزيع المنح المالية التي يحصل عليها. طلب واتسون من مدير المعهد القومي للصحة أن يعين عالماً بارزاً ليطمئن الكونغرس وعامة الناس والوسط العلمي إلى أن تحديد تكاليف هذا المشروع ستتم على أسسٍ علميّة ولن يكونَ مشروعاً تغتني جهات معينة على حسابه، كانت الفكرة جيدة ورأى كثير من المراقبين أنّ واتسون نفسه كان الشخص الأنسب لهذه المهمة.

في سنة 1928 السنة التي ولد فيها واتسون في شيكاغو نشر باحث خجول في وزارة الصحة البريطانية نتائج تجربة «لا يمكن لإنسانٍ عاقل أن يقوم بها» هذه التجربة كان لها تأثير مباشر على إنجازه العظيم بعد 25 سنة من ولادته.

كان فرِدْ كريفيث يدرس فوعة(*) المكورات الرئوية والتي بيَّنَ أنها ذات نوعين مختلفين: نوعٌ ذو فوعة وله مظهر أملس، ونوعٌ آخر لا فوعة له ذو مظهر خشن. في تجربته التقليدية حقن فرِدْ مكورات خشنة حيّة وأخرى ملساء ميّتة في مجموعة من الفئران، بعد يومين ماتَ عددٌ من الفئران وقد وجد كريفيث في دمها مكوَّرات خشمة حيّة، وبطريقة ما تحوّلت الجراثيم التي لا فوعةَ لها إلى

(*) الفوعة: قوة السمّية.

جراثيم ذات فوعة، وعُزيَ ذلك إلىٰ البروتينات وليس إلىٰ السكريات أو الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين.

لفتت نتائج تجربة كريڤيث انتباه أوسوالد أڤيري عالم المناعة المشهور في جامعة روكفلر في نيويورك والذي أمضىٰ عشرَ سنواتٍ يبحث عن العامل المسؤول عن تحوّل الجراثيم من نوعٍ إلىٰ آخر، وفي عددٍ هائل من التجارب قام أڤيري وكولين ماك ليود وبعدهما ماكلين مك كارتي بزراعة الجالونات من الخلايا المصابة بالجراثيم، وباتباع طريقة الحذف توصّلوا إلىٰ اكتشاف (العامل الناقل) لقد أكّدتْ مجموعة من الاختبارات الكيماوية والإنظيمية والمناعية أن العامل الناقل لم يكن بروتينات وإنما مادة تمَّ تجاهلُها مدةً طويلةً من الزمن.

بدأت قصة هذه المادة قبل 75 سنة عندما عزل لأول مَرَّة عالم الكيمياء الحيوية السويسري جوهان ميشر (مادة نووية) من الصديد الموجود علىٰ ضمادات جراحية وقد سُمِّيَتْ هذه المادة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين.

في سنة 1943 عندما كان واتسون ذو الخمسة عشر ربيعاً يلتحق بجامعة شيكاغو كتب أڤيري مقالاً يتحدث فيه عن نتائج أبحاثه، وقد مرَّرَ هذا المقال إلىٰ بيتون روس رئيس تحرير مجلة الطب التجريبي التي تصدرها جامعة روكفلر، وقد أوشك أڤيري أن يُعلن في هذا المقال أن المورثات مكوّنة من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لكنَّ حذره الزائد حال دون ذلك؛ يقولُ في مقاله:

«إن المادة المدروسة وبناءً علىٰ خواصها الكيماوية والفيزياية هي شكل متبلمر(*) وكثيف من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وإذا ثبتت نتائج الأبحاث الحالية يمكننا القول: إن

(*) مُتَبَلْمر: مؤلف من عدة أجزاء مجموعٌ بعضُها إلى بعض. (المترجم).

الحموض النووية هي التي تنقل الخواص الحيوية، أما الأساس الكيماوي لهذه العملية فلا يزال مجهولاً».

ولقد أطلق أڤيري لخياله العنان مَرَّةً واحدة حينما ضمَّنَ مقالته سَطْراً كتبه ج.ب. ليشس في مجلة العلم 1926، كان ليشس قد بيَّنَ في مقاله ذاك أن الصبغيات تتكوَّن من كميات متماثلة من البروتينات والحمض النووي وقد شكَّكَ أڤيري بصحة الاعتقاد السائد بأن المادة الوراثية هي البروتينات، يقول في مقاله «قد لا تحمل الصبغيات مصيرنا وقدرنا ولكنها علىٰ الأقل تحمل صفاتِ أجسامنا بما في ذلك لون أهدابنا، وبإمكاننا التساؤل حول احتمال أن تكون الحموض النووية لا تقل أهمِّيَّةً عن الحموض الأمينية» ولكن عندما أعاد روس المقال إلىٰ أڤيري بعد أسبوعين مذيَّلاً ببعض الملاحظات كان قد حذفَ تلك الفقرة لعدم وجود الأدلة الكافية علىٰ صحتها، غير أن أڤيري عبَّر عن أفكاره تلك بحريَّةٍ أكثر بعيداً عن الرسميات حينَ كتبَ رسالةً إلىٰ أخيه عالم الجراثيم يصفُ فيها الاختراق الذي أحدثه هو ومجموعتُه باكتشاف المادة التي نقلت صفات الجراثيم الملساء ذات الفوعة إلىٰ الجراثيم عديمة الفوعة، يقول أڤيري في رسالته تلك.

«إذا كنّا علىٰ صواب فهذا يعني أنَّ أهمية الحموض النووية لا تقتصر فقط علىٰ دورها في بناء الصبغيات، بل هي مواد فعالة تحدّد الخواص الكيماوية الحيوية وصفات الخلايا، وهذا يعني أن مادة كيماوية باستطاعتها أن تحدث تغيّراتٍ وراثية في الخلايا.. إنه من الممتع أن تنفخ الفقاعات ولكن من الأفضل أن تفقأها بنفسك».

قبل نَشْرِ مقالته بفترة وجيزة نظَّم أڤيري حلقة دراسية تحدَّثَ فيها عن الدلائل التي تدعم الاعتقاد بأن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين هو الجزء المهم الذي ينقل الصفات في المكوَّرات العقدية؛ ويتذكر مك كارتي

كيف قوبل أڤيري بعاصفةٍ من التصفيق تبعها صمتٌ عميق عندما انهمكَ المستعمون بالإنصاتِ إلىٰ مضمونِ أبحاثه.

إن الأبحاث التي قام بها أڤيري وماك كارتي ومك ليود كانت نموذجاً لأبحاث القرن العشرين (لم يكن غريڤيث حيّاً ليباركها، فقد قُتِلَ في غارة علىٰ لندن 1941) وقد وصفها السير بيتر ميدوار الحائز علىٰ جائزة نوبل بأنها «أكثر الأبحاث إثارةً وروعة في تاريخ علم الأحياء في القرن العشرين» ولكن وقتها لم تُستحسنْ تلك الأبحاث وتمَّ تجاهلها، لقد اختار أڤيري لنشر نتائج أبحاثه مجلة مُقَرَّبة من علماء المناعة، لكنَّها لم تكن واسعة الانتشار بين علماء الوراثة وعلماء الأحياء الذين كانوا يتحفظون علىٰ الأبحاث التي يتمُّ إجراؤها علىٰ الجراثيم كذلك لم يكن توقيت نشر المقال مناسباً فقد نُشِرَ في شباط / فبراير 1944 عندما كان تورُّط الأمريكان في الحرب العالمية الثانية في ذروته، لذلك لم يقرأهُ إلاَّ عدد محدود من القراء الأمريكيين العاديين الذين لا يعملون في الخارج (انتشرت فيما بعد بعض الآراء كتلك التي تمنَّت لو أن أڤيري طلب طباعة ثلاثمائة نسخة إضافية). سبب آخر أدّىٰ إلىٰ عدم أخذ مقال أڤيري علىٰ محمل الجد هو النقد الذي وجهه البروفسور ألفرد ميرسكي من جامعة روكفلر، وهو أن المواد التي حضَّرها أڤيري كانت مختلطة بكميات قليلة من البروتين الذي يمكن أن يكون هو العامل الناقل للصفات الوراثية. ويعتقد مك كارتي أن الانتقادات التي وجهها ميرسكي دفعت بلجنة جائزة نوبل إلىٰ إسقاط اسم أڤيري من لائحة المرشحين.

إن القبول الواسع لأفكار أڤيري لم يحصل إلاَّ سنة 1952 عندما بيَّنَ ألهيرشي ومارثا تشيز أن المعلومات الوراثية في الڤيروسات محمولة علىٰ الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين وليس علىٰ الغلاف البروتيني (كانت التجربة التي دلّت علىٰ ذلك هي أن نزع غلاف الڤيروسات لم يُضعف قدرتَها علىٰ الإمراض) علىٰ كُلِّ حال حالتْ وفاة أڤيري سنة 1955 دون حصوله علىٰ جائزة نوبل.

كان أكثر المتأثرين بأعمال أڤيري، إيروين تشارغاف عالم الكيمياء النمساوي الذي هاجر إلىٰ الولايات المتحدة سنة 1928 وقد قام بمشاركة إيرنست فيشر بدراسة المكوّنات الكيماوية للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين من عدة مصادر، واستطاع عزل وتحديد كميات الأسس الأربعة المكوّنة لهذا الحمض وهي: الأدينين (A) والستيوزين (C) والغوانين (G) والثايمين (T). وفي سنة 1949 دحضا الرأي السائد بأن هذه الأسس توجد بكميات متساوية وقد لاحظ تشارغاف أمراً آخر «ميّزة هائلة ولكن ربّما لا معنىٰ لها» وهي أنه مهما كان مصدر الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين فإنَّ كمية الأدينين فيه تساوي كمية الثايمين، وكذلك كمية الغوانين تساوي كمية الستيوزين. اعتبر تشارغاف أن نسبة 1/ 1 هذه قد تكون مجرد مصادفة لكن أهميتها الكبيرة توضَّحت فيما بعد.

لم يلعب ممثلٌ دورَ العالم المندفع المتشبِّث برأيه المنهمك بأبحاثه، كما فعل جيف غولدبلم؛ وقد لعب هذا الدور عدّة مرّات عندما مثَّل دور العالم سيث براندل في فيلم الطيران، أو عالم الهيولىٰ إيان مالكولم في فيلم: حديقة الديناصورات والعالم المفقود؛ أو عالم الكمبيوتر داڤيد ليڤينسون في فيلم: يوم الاستقلال. إلاَّ أن قليلاً من الناس عرفوه من خلال الأداء القوي الذي مثَّل فيه دور جيمس واتسون في الفيلم الوثائقي الذي أعدته هيئة الإذاعة البريطانية 1987 بعنوان «السباق لاكتشاف اللولب المزدوج» والمعروف أيضاً بـ «قصة الحياة» هذا الفيلم صوَّر الأحداث الدراماتيكية التي رافقت اكتشاف بنية الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين (ربما كان من الحكمة أن هيئة الإذاعة البريطانية رفضت اقتراحات بأن يلعب ودي آلن دور واتسون، وبيتر أو تولي دور كريك).

أحد المشاهد المفضلة في ذلك الفيلم المشهد الذي يصوِّر واتسون في تشرين الثاني / نوفمبر 1951 يجلس لا مبالياً، يمضغ العلكة في مؤخرة قاعة لا يوجد فيها الكثير من الناس في جامعة كينغ في لندن، حين تحمل إليه مصوَّرة

البلورات الموهوبة روزاليند فرانكلين البحث الذي أعدَّته عن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين. وبعد حديث قصير تخيل فيه واتسون كيف ستبدو روزي (كما كان يسمّيها) لو أنها استغنت عن النظارات وصفَّفَتْ شعرها، ينتقل اهتمامه إلىٰ مجلة التايم الموجودة علىٰ المقعد المجاور، وفجأة يلفت انتباهه نموذج عن بلورة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين مصورةً بالأشعة السينية. لم يكن لدىٰ واتسون خبرة واسعة بتصوير البلورات، لكنها كانت كافية ليلاحظ أن صورة الحمض النووي الريبي تمثل شكلاً لولبياً. وعندما عاد إلىٰ كامبردج حاول واتسون أن يتذكر المحاضرة التي قدمتها فرانكلين عن «خلايا الوحدة» و«محتوىٰ الماء» والتي اعتمد عليها، هو وكريك في رسم نموذج للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين مؤلفاً من ثلاث سلاسل، لكن عندما رافقت فرانكلين أستاذها موريس ويلكين إلىٰ كامبردج للإطلاع علىٰ النموذج كانت ردَّة فعلها مخيبة للآمال. لقد تبيَّن أن واتسون قد أخطأ في تحديد محتوىٰ بلورات الحمض النووي الريبي من الماء إلىٰ عُشْر المقدار الصحيح، لقد شكّل النموذج فشلاً ذريعاً.

يعتقد كريك أن غولد بلم في لعبه لدور واتسون، أظهره مهووساً؛ وأنَّ مشهد مضغ العلكة كان صورة نمطية أمريكية. لكن غولد بلم أتقن وبشكل عفوي دور الشاب الأمريكي الناحل الذكي الذي يتفوق علىٰ البريطانيين الأكبر سنّاً منه.

وصل واتسون ذو الاثنين والعشرين ربيعاً إلىٰ مختبر كافيندش في كامبدرج في أيلول / سبتمبر سنة 1951.

أحد علماء الوراثة البارزين وصف واتسون بقوله «طويل، أخرق ناحل، ركبتاه في الهواء، جواربه مدلاةٌ إلىٰ كاحليه، عيناه تحدقان علىٰ الدوام وفمه مفتوح؛ إنه مزيج مُدْهِشٌ من الخَرَقِ والقسوة» كان واتسون يصغر كريك (الذي لم يحصل علىٰ الدكتوراه بعد) باثنتي عشرةَ سنةً، وكان كريك أنيق المظهر، لبق

الحديث، على عكس صاحبه واتسون الذي كان يتسكع كالمتشرِّد، ويهذر مطلقاً صوتاً متميّزاً (لا يزال يتميَّزُ بذلك إلى الآن) لكنَّهما كان يكمِّلان بعضهما البعض بشكل رائع: كريك كان على إطلاع واسع على علم الفيزياء وتصوير البلورات وواتسون كان مشغوفاً بالبحث عن صفات المورثات. كان كلاهما يعتقد أن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين أكثر أهمية من البروتين في نقل الصفات الوراثية، وكان كما وصفهما زميلهما ماكس بيروتز «يتشاركان في صفة العجرفة التي تميز رجلين نادراً ما يجدان من يوازيهما في الذكاء».

بعد فشل نموذج الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين مُنِع كريك من البحث في هذا المجال، وطُلبَ منه أن يُركِّز على رسالة الدكتوراة. وفي بداية سنة 1953 التقى كريك وواتسون بتشارغاف الذي وصفهما بـ «بائعي البسطة اللذين يتحدثان عن اللولب» لقد خَشِيَ كريك وواتسون أن تتبخر أحلامهما بالنجاح بعد أن قام عالم كيمياء من كاليفورنيا اسمه لينوس بولينغ بإرسال تفاصيل عن النموذج الذي صنعه للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين إلى سن بيتر في كامبردج، لقد كافح بولينغ للحصول على جائزة نوبل في الكيمياء والسلام لكن فرصته للحصول على جائزة ثالثة ذهبت أدراج الرياح. وما يدعو إلى الدهشة أن نموذج بولينغ الذي تبدو فيه الأسس المكوّنة للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين متجهةً إلى الخارج، كان مشابهاً إلى حد كبير للنموذج الفاشل الذي صنعه واتسون وكريك اللذان ذهبا مباشرة إلى حانة قريبة حانة (إيغل) ليشربا نخب فشل بولينغ. كتب واتسون «مع أن الرياح لم تزل تجري بما لا نشتهيه فإن لينوس لم يربح جائزة نوبل» بعد عدة أيام زار واتسون ويلكينز للبحث في الخطأ الذي ارتكبه بولينغ، وعُرِضَتْ عليه صورة جديدة بالأشعة السينية التقطتها فرانكلين للحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين الصورة (51)، أظهرت الصورة الصليب العاتم الذي لاحظ واتسون أنه يُشبه اللولب وفي اللحظة التي رأى فيها واتسون الصورة ارتخى فكُّه وأخذ يفكر بسرعة ليصل إلى الاستنتاج بأن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين قد يكون مكوَّناً من

سلسلتين وليس ثلاث. وفي أثناء عودته إلىٰ كامبردج ترسخت قناعته بذلك كما يقول «في الوقت الذي رجعتُ فيه قررتُ أن أبنيَ نموذجاً مكوَّناً من لولبٍ مزدوج، لا شك أن فرانسيس سيوافق علىٰ ذلك، فمع أنه عالم فيزياء إلاَّ أنه يعلم أن البنىٰ الكيماوية المهمة تكون دائماً علىٰ شكل أزواج».

الصورة رقم (51) كانت عاملاً حاسماً في تحديد بنية الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين لكنها لم تكن كافية بحد ذاتها، لقد اكتشف واتسون أخيراً تفاصيل بنية بلورات الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين التي صوَّرتها فرانكلين (والتي فاتته قبل 4 أشهر) واقترح كريك ترتيب الأسس علىٰ شكل شريطين يلتفان بشكل لولبي بحيث يكون ترتيب الأسس إلىٰ خارج اللولب؛ ولم يستطع واتسون أن يؤكد أن اتجاهها يجب أن يكون إلىٰ الداخل، وبمثابرة لا حدود لها صنع واتسون نماذج للأسس من الورق المقوَّىٰ كما اقترح عليه زميلُه (جيري دونا هو) وأخذ يحاول صفّها بطرقٍ مختلفة كطفلٍ يلعب بلعبة الصورة المقطعة إلىٰ أجزاء صغيرة، وقد لاحظ أن الأدينين يقترن دائماً بالثايمين والسيتوزين بالغوانين، وأنَّ كل زوج يرتبط بالآخر برابطة كيماوية ضعيفة، وهكذا ودفعة واحدة حَلَّ واتسون لغز النسبة التي اكتشفها تشارغاف 1/ 1 (أدينين + ثايمين = سيتوزين + غوانين).

وكانت الأسس تصطفُّ بشكل حميم داخل الهيكل المعدني للولب المزدوج مما يوحي بأن الشريط الواحد من هذه الأسس يمكن أن يشكل قالباً لصنع شريط جديد، وأن هذه هي الطريقة التي تتضاعف بها المادة الوراثية. لذلك لم يكن غريباً أن يسرع كريك إلىٰ حانة إيغل ليعلن علىٰ الملأ «أنه وواتسون وجدا سِرَّ الحياة» وكان ذلك في اليوم الأخير من شباط / فبراير 1953.

من الذين توافدوا إلىٰ كامبريدج ليشاهدوا اللولب المزدوج كان سيدني برنر الذي تذكر ذلك المشهد قائلاً «كان أكثر أيام حياتي إثارة وكأنني أشاهد عملاً موحًىٰ به من السماء».

طُبع البحث المكون من 900 كلمة والذي أعلن فيه واتسون وكريك اكتشاف شكل الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين من قِبَل إليزابيث أخت واتسون مدفوعة بنصيحة أخوية «أن تشارك في أهم حدث في علم الأحياء منذ كتاب داروين» أما ترتيب إسمي المؤلفين اللذين حقّقا أهم اكتشاف علمي في القرن العشرين فقد تمَّ تحديده بالاقتراع برمي قطعة من النقود في الهواء.

في صفحتين صغيرتين في 25 نيسان / أبريل 1953 في مجلة الطبيعة، أعلن واتسون وكريك بداية حقبة جديدة في علم الأحياء الجزيئي وذلك بعد 500 سنة تقريباً من سقوط القسطنطينية بيد الأتراك الحدث الذي رافق انبثاق فجر النهضة الأوروبية. كان البحث مختصراً (إلىٰ درجة أن واتسون وكريك لم يذكرا أعمال ڤيري 1944) ومرفقاً بصورة بسيطة عن اللولب المزدوج. وفي الصفحتين اللتين أعقبتا البحث نُشِرَ تقريران علىٰ علاقة بالموضوع، أحدهما من ويلكينز والآخر من فرانكلين يعرضان نماذج عن بلورات الحمض النووي الريبي صوّراها بالأشعة السينية تدعم فرضية النموذج اللولبي بما في ذلك الصورة (51) شجع هذان التقريران كريك وواتسون علىٰ كتابة بحث آخر أكثر توضيحاً للولب المزدوج بعد 5 أسابيع من نشر البحث الأول، وذلك علىٰ صفحات مجلة الطبيعة وذكرا أنَّ «كل تتابع لأزواج الأسس يمكن أن يعبر عن بنية معينة، إن تتابع الأسس هو الشيفرة التي تحمل المعلومات الوراثية» واقترحا أنَّ سبب حدوث الطفرات الوراثية يمكن أن يكون تغيّراً في شكل أو ترتيب تتابع هذه الأسس. إنه من المدهش أن نعلم بعد خمسين سنة أن الاكتشاف الثمين الذي حقّقه واتسون وكريك قد لقي استقبالاً بارداً من بعض العلماء العاملين في هذا المجال وبخاصة تشارغاف الذي استاء من الطريقة التي استُغِلَّتْ بها نتائج أبحاثه وقياساته. ولكن ما لا يدعُ مجالاً للشكِّ أنَّ واتسون وكريك حقّقا ما سمّاه بيتر ميدوار «الإنجاز العلمي الأعظم في القرن العشرين» ومن الذين انبهروا باللولب المزدوج كان الفنان الإسباني المشهور سلفادور دالي الذي قال «بالنسبة لي هذا الاكتشاف هو دليلٌ قاطع علىٰ وجود الله» وقد رسم دالي إحدىٰ لوحاته عن

الحمض النووي الريبي وجعل عنوانها «تقدير إلىٰ كريك وواتسون» كانت اللوحة تمثل ثلاثة أجزاء من الوجود [الحياة ـ الموت ـ الحياة الآخرة] وقد مثَّلَ دالي الحياة بشريط الحمض النووي الريبي، والموت بشكل مكعب، والحياة الآخرة بصورة للربِّ ينحني ليبعث الروحَ في المسيح.

حينما سُئِلَ واتسون مؤخّراً عن أعظم إنجاز أحرزه في حياته لم يأتِ جوابه ـ كما هو متوقع ـ اكتشاف اللولب المزدوج، بل كان تأليف كتاب اللولب المزدوج الرواية التي كتبها سنة 1968 والتي تحدث فيها بحياد عن السباق لاكتشاف الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين. وقد منع رئيس جامعة هارفرد نتيجة لضغوط أشخاص عديدين منهم كريك وويلكينز مؤسسة النشر في الجامعة من نشر الكتاب، والذي كان واتسون يريد تسميته (جِم المخلص) وأخيراً تمَّت طباعة كتاب اللولب المزدوج من قبل أثينيوم سنة 1968 وحقق يومها أعلى رقم في المبيعات.

لقد اختلفت ردود الأفعال حول مذكّرات بيبي عن العلم الحديث بشكل كبير، كثيرٌ من القراءِ تمتَّعَ بالصراحة الشديدة وروح الدعابة الفائقة التي كشف فيها واتسون عن هواياته (التنس والبنات) والأمور التي يكرهها (الطعام الإنكليزي والطقس) وطموحاته (جائزة نوبل) لقد كشف واتسون في كتابه أنَّ العلماء أشخاص فارغون متعجرفون وهم بشر قبل ذلك (يُعتبر كريك استثناءً فقد قال إنه لم يشك لحظةً في الأمر).

اثنان من مؤلفي أكثر الكتب مبيعاً رحباً بحرارة بانضمام واتسون إلىٰ القائمة وهما جاكوب برونوسكي مؤلف كتاب (صعود رجل) الذي يعتقد أنَّ كتاب واتسون «يتصف بالبراءة والسذاجة التي يحكي بها الأطفال قصَّةً ملفَّقة» وأليكس كومفرت صاحب كتاب (متعة الجنس) الذي شبّه واتسون بسبايك ميليغان في قصة (الأحمق) وقال مبدياً إعجابه بحبِّ واتسون للظهور كقاصٍّ بارع (يمكننا أن نفعل ما هو أسوأ من منحهِ جائزة نوبل ثانية للأدب).

لكنَّ كثيراً من العلماء صُدمَ بموقف واتسون المتعالي من زملائه وسابقيه وفي رأي الكثيرين أن أعظم تجاوز ارتكبه واتسون كان إهماله لدور روزاليند فرانكلين التي توفيت بالسرطان سنة 1958 عن عمرٍ لا يتجاوز السابعة والثلاثين لذلك لم تشارك في جائزة نوبل التي حصل عليها واتسون وكريك وويلكينز سنة 1962. لقد سمَّىٰ الكاتب برندا مادوكس فرانكلين بـ «سليڤيابلاث الكيمياء الحيوية الجزيئية التي ضحَّتْ بهديتها في سبيل مجد الرجال» وقد استعادت فرانكلين اعتبارها بفضل شهادة واتسون البليغة في ختام كتاب اللولب المزدوج وفي آذار / مارس سنة 2000 افتتحت الأميرة آني مبنىٰ باسم فرانكلين ووينكلينز في كلية كينغ في لندن.

لقد فوجيءَ واتسون بأن فرانكلين تقبّلت مباشرة نموذج اللولب المزدوج عندما شاهدته، ذلك النموذج الذي طابق شكوكها المتزايدة (من خلال تجاربها الخاصة) بأن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين يجب أن يكون ذا بنية لولبية، وأن الأسسَ تتوضَّعُ فيه علىٰ شكل أزواجٍ يكمِّلُ بعضُها بعضاً بطريقةٍ ما، وفي الحقيقة يمكننا القول: لو أن واتسون وكريك لم يكتشفا بنية الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين فإنَّ واحداً من فرانكلين أو ويلكينز أو بولينغ كان سينجح في ذلك خلال سنة أو سنتين. ولكن بالطبع ليس من المتصوّر أن طريقاً آخر لاكتشاف بنية الحمض النووي الريبي سيكون أكثر إثارةً من الأحداث التي أدت بواتسون وكريك إلىٰ صنع نموذجٍ عن هذا الحمض أصبح أيقونة النصف الثاني من القرن الماضي.

لقد مَرَّ عشرون سنة علىٰ اكتشاف واتسون وكريك للولب المزدوج قبل أن يتمَّ تصويره بشكل مباشر، وذلك سنة 1973 حينما قام أليكسندر ريتش عالم الأحياء البنيوي في معهد ماساتشوسيت للتكنولوجيا بإنتاج نموذج لترتيب الذرات في بلورات الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وبعد أن شاهد

واتسون الصور هاتف ريتش ليشكره لأنه «سينام قرير العين لأول مرة منذ عشرين سنة».

بعد اكتشاف اللولب المزدوج غرق كريك وواتسون في سيلٍ من الدعوات لحضور نشاطات مختلفة، لذلك طبع كريك النموذج التالي للردِّ علىٰ الدعوات التي تتوافد عليه:

إن الدكتور كريك يشكركم علىٰ رسالتكم لكنَّه يعتذر عن قبول دعوتكم لِـ:

| | | |
|---|---|---|
| توقيع الكتاب | كلمة بعد العشاء | المشاركة في المؤتمر |
| التقاط صور | حضور حفل تقديري | قبول منصب الرئيس |
| شفاء أمراضكم | مساعدتكم في مشروعكم | قبول منصب المحرر |
| إجراء مقابلة | قراءة موضوعكم | تأليف كتاب |
| حديث على الراديو | إلقاء محاضرة | تلقي درجة شرف |
| الظهور على التلفزيون | | |

لم يكن كريك انعزالياً، لكنَّه كان مشغولاً بإتمام شهادة الدكتوراه التي حصل عليها أخيراً سنة 1954 عن بحثٍ بعنوان (حيود الأشعة السينية عديدات الببتيد والبروتينات) كان كريك مشغولاً بتحدٍ جديد وهو اكتشاف الطريقة التي يُترجَمُ بها الشريط الرتيب للأسس الأربعة في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين إلىٰ عشرين حمض أميني تشكل اللبنات التي تتكوَّنْ منها البروتينات.

لقد كان اللولب المزدوج هو الدليل النهائي علىٰ أنّ الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين هو المادة الوراثية، وفسَّرَ كيفية انتقال التعليمات الوراثية من خلية إلىٰ أخرىٰ. ولكن العلماء ظلّوا يجهلونَ الطريقة التي يُنتجُ بها هذا الحمض أنواعاً لا حصر لها من البروتينات التي تشكِّل أجسامنا.

قبل سنتين من اكتشاف واتسون وكريك، تمكن عالم الكيمياء في جامعة

كامبردج ڤرد سانغر من تحديد تتابع الحموض الأمينية في جزءٍ من مادة الأنسولين مما أوحىٰ بوجود شيفرةٍ مورِّثةٍ للأنسولين لا يمكن إلاَّ أن تكون ضمن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين.

إن المتغير الوحيد في اللولب المزدوج هو ترتيب الأسس الأربعة المختلفة والتي تتوضح علىٰ شكل أزواج كأدراج سلم داخل الشريطين الملتفين للولب، بحيث أن كُل دورة كاملة للولب تحتوىٰ علىٰ عشرةٍ من هذه الأزواج وبطريقة ما فإن تجاور هذه الأسس مع بعضها يحدد عشرين حمضاً أمينياً مختلفاً.

لنفرض أن الشيفرة الوراثية مكونة من تتابع 4 أسس سيكون هناك $4^2 = 16$ طريقة يمكن أن تتجاور بها هذه الأسس وهو أقلُّ من عدد الحموض الأمينية مما يعني أن الشيفرة يجب أن تتكون من تتابع ثلاثة أسس بحيث يكون هناك $4^3 = 64$ طريقة يمكن أن تتجاور بها هذه الأسس وهو عدد يكفي ويزيد لتشفير عشرين حمضاً أمينياً.

بعد عدة أشهر من اكتشاف اللولب المزدوج تلقىٰ كريك وواتسون رسالة من عالم الكونيات الطموح الروسي المولد جورج غامو. كان الرجل معروفاً لديهما ففي سنة 1948 نشر غامو بحثاً مهماً مع تلميذه رالف آلفر يتوقع فيه أن الآثار الدالة علىٰ منشأ الكون سيتم تحديدها علىٰ شكل إشعاعات أساسية وستكون الدليل الملموس علىٰ حدوث الانفجار الكبير(*) وكعادته في المزاح المُغْرِض أغرىٰ غامو عالم فيزياء آخر وهو هانس بيرث بأن يُضيف اسمه إلىٰ البحث؛ وهكذا أصبحت قائمة المؤلفين (آلفر ـ بيرث ـ غامو) كإشارة إلىٰ ألفا وبيتا وغاما الأحرف الثلاثة الأولىٰ في الترتيب الهجائي للأحرف اليونانية. وقد

(*) الانفجار الكبير: نظرية في منشأ الكون يقول أصحابها: إنّ الكون كان كتلة صغيرة ثم انفجرت مشكلة المجرات.

اكتُشفت هذه الإشعاعات بعد عقدين من الزمن ومع ذلك لم يحصل غامو (ربما خطأً) علىٰ جائزة نوبل. تضمَّنت رسالة غامو حلاً جذرياً للشيفرة الوراثية، لقد رأى أن الأسس في الحمض النووي الريبي تكوِّن سلسلة من الفراغات علىٰ شكل معينات، ترتبط بها الحموض الأمينية لتشكل البروتينات، وأنَّ «تتابع الأسس بطريقة معينة يحدّد تتابع المعينات». وكتب غامو في مجلة الطبيعة سنة 1954 بحثاً تنبأ فيه، ومن خلال حساباته الخاصة، أن عدد الطرق التي يمكن أن تصطفُّ بها الأسس إلىٰ جانب بعضها هو عشرون طريقة، مما يطابق عدد الحموض الأمينية. كانت فكرة غامو هي وجود شيفرة متراكبة. فعلىٰ سبيل المثال إذا كان لدينا التتابع التالي غوانين ـ ستيوزين، أدينين ـ ثايمين فإنّ غوانين ـ ستيوزين ـ أدينين يمكن أن يكون شيفرة لحمض أميني معين؛ وستيوزين ـ أدينين ـ غوانين شيفرة لحمض آخر، ويمكن أن تتجمع هذه الحموض علىٰ سطح اللولب المزدوج. علىٰ كُلٍّ حال فإنَّ سيدني برنر أدرك أن نظرية الشيفرة المتراكبة لا تفسر التنوع الهائل في ترتيب اللبنات المكوِّنة للبروتينات كتلك التي اكتشفها سانغر وآخرون.

كان لدىٰ كريك سبب وجيه آخر لرفض نظرية غامو. لقد سمَّىٰ نظريته نظرية التتابع؛ وقد أحدثت أصداءً مدوّية غطَّتْ حتىٰ علىٰ اكتشاف اللولب المزدوج. كتب كريك (إن خصوصية قطعة معينة من الحمض النووي تتحدّد فقط بتتابع الأسس المكوِّنة له، وهذا التتابع هو شيفرة مبسطة لتتابع الحموض الأمينية المكوِّنة لبروتين معين). بعبارة أخرىٰ، اعتقد كريك أن المورثات تحتوي علىٰ كُلِّ المعلومات اللازمة لتحديد بنية البروتينات. وبدلاً من نظرية غامو عن الشيفرة المتراكبة، خرج كريك بنظريتين ذكيتين عن الشيفرة الوراثية، وللأسف فقد ثبتت صحة واحدة منهما فقط.

نظريتُه الأولىٰ اقترح فيها أن الحموض الأمينية لا ترتبط مباشرة بالحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وإنما ترتبط بوسيط هو الذي يجمعها علىٰ شكل شريط، وقد ثبت فيما بعد صحةُ ذلك. أما النظرية الأخرىٰ فكانت أكثر

تميُّزاً وسمّاها (الشيفرة المجردة من الفاصلة) وهي تقضي بأن كل ثلاثة أسس مرتبة بطريقة ما ترمز إلىٰ حمض أميني معين. فعلىٰ سبيل المثال إذا كانت الثلاثية التالية: سيتوزين ـ أدينين ـ ثايمين ترمز إلىٰ حمض أميني ما، فإن الاحتمالين الآخرين أي: أدينين ـ ثايمين سيتوزين، وثايمين ـ سيتوزين ـ أدينين لا يرمزان إلىٰ شيء. وبهذه الطريقة لم يعد هناك حاجة لوجود فواصل بين ثلاثيات الأسس، تخبر الخلية أين تبدأ المورِّثة. وبشكل مخادع فإن نظرية كريك فسَّرت تشفير 20 حمض أميني بالضبط؛ وقد كتب كريك فيما بعد يسترجع ذكرياته «تصور أن تستخدم الأرقام السحرية 3 (3 أسس) و4 (4 أسس) لتخرج بالرقم السحري 20 عدد الحموض الأمينية».

وأخيراً نشر كريك وبشكل رسمي نظريتَه عن «الشيفرة المجردة من الفاصلة» في مجلة «أحداث الأكاديمية الدولية للعلوم» سنة 1957 ولكن ظهر فيما بعد أن ثقة كريك بذكائه كانت مفرطة إذ ثبت خطأ نظريته الفادح مما دفع هورس جودسون المؤرخ العظيم لعلم الأحياء الجزيئي أن يقول: «كانت أروع نظرية في علم الأحياء تم إسقاطها وإثبات خطئها».

في الفترة نفسها تقريباً اكتشف برنر وآخرون أن التعليمات في الشيفرة الوراثية كانت تُنقل إلىٰ خارج نواة الخلية بواسطة شريط مؤقَّت من الحمض النووي الريبي RNA يمثل نسخة مطابقة عن شريط واحد من الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين DNA؛ وسمّي بالحمض النووي الريبي الناقل. لقد كان اكتشاف الحمض النووي الريبي الناقل هو المفتاح إلىٰ حل معضلة الشيفرة الوراثية.

كان صانع المفتاح عالم يافع غير معروف يعمل في المعهد الوطني للصحة اسمه مارشال نيرنبرغ، وقد صمَّمَ طريقة لصنع كميات قليلة من البروتين في أنبوب اختبار بإضافة حمض نووي ريبي ناقل اصطناعي إلىٰ أسس معروفة التتابع.

إنَّ أول حمض نووي ريبي ناقل صنعه نيربيرغ كان مكوَّناً بكامله من أساس اسمه اليوراسيل، وهو يستخدم في الحمض النووي الريبي الناقل في كل موضع يوجد فيه الثايمين في الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين؛ وقد أنتج بروتيناً مكوَّناً كلُّه من حمض أميني واحد هو الفينيل آلانين، وكان ذلك دليلاً قاطعاً على أن الثلاثية: يوراسيل - يوراسيل - يوراسيل هي شيفرة الفينيل آلانين. في البداية عرض نيرنبرغ نتائج أبحاثه في آب / أغسطس سنة 1961 في مجلس قليل العدد في المؤتمر الدولي للكيمياء الحيوية في موسكو، وعندما علم كريك بالاكتشاف الذي توصل إليه نيربيرغ دعاه إلى إعادة محاضرته أمام مئات المشاركين في مجلس مكتمل العدد في نفس المؤتمر؛ واعتبر كريك أن هذا الاكتشاف هو بداية عهد جديد، وقد نال نيربيرغ بفضله جائزة نوبل في الطب أو الفيزيولوجيا سنة 1968.

بعد إجراء عدد مذهل من التجارب على الجراثيم أثبت كريك وبرنر أن الشيفرة مكتوبة على شكل ثلاثيات. لقد قاما بإحداث طفراتٍ بإضافة أو حذفِ أساسٍ واحد كُلَّ مرَّة بحيث يعطِّل مورثة معينة؛ وهكذا عرفوا تتابع الأسس في هذه المورثة وحدَّدوا الأسس الثلاثة التي إذا أُضيفت أو حُذفت استعادت المورثة وظيفتها؛ ومع أن هذا الاكتشاف لم يشتهر كما اشتهر اكتشاف كريك وواتسون إلاَّ أن السير جون مادوكس اعتبره «البحث الأكثر تألُّقاً بين الأبحاث التي قامت مجلة الطبيعة بنشرها». وفي نهاية سنة 1966 كانت الشيفرة الوراثية بأكملها قد كسرت رموزها: أربعٌ وستّون ثلاثية مكوَّنة من أربعةِ أسس تحمل التعليمات الخاصة بعشرين حمضاً أمينياً، إضافة إلى التعليمات المتعلقة بابتداء وإنهاء صنع البروتين.

في سنة 1976 حصل كريك على درجة أستاذ في معهد سالك في كاليفورنيا حيث باشر وهو في الستين من عمره في مجابهة تحدٍّ آخر في علم الأحياء، وباعترافه الشخصي كانت تجاربه تنقصها البراعة، لكنه ترك بصماته في

هذا المجال؛ ونشر العديد من الأبحاث القيّمة حول الذاكرة ونحوها من مواضيع علم الإدراك.

في نفس السنة التي نُشِرَ فيه كتاب اللولب المزدوج ترك واتسون جامعة هارڤارد ليصبح مشرفاً علىٰ مختبر كولد سبرينغ هاربر جاعلاً منه مركزاً من أهم مراكز البحث في البلاد.

لقد تألق «جِم المخلص» في الجوِّ الساحر للساحل الشمالي للونغ آيلاند وأخذ يرأس اللقاءات العلمية المهمة، ويختلط بالطبقة المخملية في نيويورك ويعيش حياته كإمبراطور للكيمياء الحيوية الجزيئية. قبل سنتين أكرمني واتسون بجولة سياحية في سيارته الفولفو الموثوقة؛ وأخذ يشيرُ بطربٍ إلىٰ البيوت الفخمة لجيرانه الأغنياء كتشارلز وانغ صاحب شركة الكومبيوتر المتحدة. ولا شك في أنَّ بيته التقليدي المطل علىٰ ميناء كولد سبرينغ كان يمثل بالنسبة له شريطاً طويلاً من الذكريات المتعلقة بمهنته المتميّزة، ولكن في ذلك اليوم كان مشروع كسر رموز المادة الوراثية البشرية يواجه مشكلة حقيقية شبيهةً بذلك السياج العالي الذي يحجب عن منزل واتسون المناظر الخلابة للميناء.

في أيار / مايو 1988 عرض جيمس وينغاردن علىٰ واتسون منصب المدير المساعد لمشروع أبحاث المادة الوراثية البشرية، وعلىٰ الرغم من عمله في مختبر كولد سبرينغ هاربر فإن واتسون لم يتردّد أبداً، وقد قال فيما بعد «مَرَّة واحدة فقط ستتاحُ لي الفرصة لأسخر حياتي العلمية لأكمل الطريق من اللولب المزدوج إلىٰ معرفة الثلاثة بلايين رَمز في المادة الوراثية البشرية» كان الوقت قد حان لكسر شيفرة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين.

استطاع واتسون ببراعة أن يصد الانتقادات العلمية لمشروع المادة الوراثية البشرية في الوقت الذي كان يبحث فيه عن دعم سياسي.

كان أول وأهم قراراته (وقد صرح به بشكل عفوي خلال مؤتمر صحفي) أن يخصص 5٪ من ميزانية المشروع لدراسة المضامين الأخلاقية والقانونية

والاجتماعية لمشروع المادة الوراثية البشرية. لقد بذل واتسون جهداً مخلصاً لإعداد المجتمع لسيل المعلومات القادم. إن التقدم السريع في فهم الأمراض الوراثية الشائعة أثار أسئلة مهمّة حول التمييز العنصري الوراثي، والعلاج الناقص وتحسين النسل، وقد كتب واتسون مشيراً إلىٰ فظائع النازيين ضد اليهود والغجر والمتخلفين عقلياً «لا نحتاج إلىٰ من يذكّرنا أن العلم في أيدي الأشرار يمكن أن يحدث أذىٰ كبيراً».

في تشرين الأول / أكتوبر 1989 أصبحت مؤسسة واتسون هي المركز الوطني لأبحاث المادة الوراثية البشرية، وخُصِّصَ لها مبلغ 60 مليون دولار لسنة 1990 وهو ضعف المبلغ الذي خُصِّصَ للقسم التابع لوزارة الطاقة؛ لقد أقلع مشروع المادة الوراثية البشرية رسميّاً في تشرين الأول / أكتوبر 1990 ولكن تكاليف هذا المشروع الناشىء ظلّت موضوعاً حساساً. حينما أخطأت مجلة الطبيعة سنة 1991 ونشرت خبراً مفاده أن مشروع المادة الوراثية البشرية علىٰ وشك الحصول علىٰ زيادة في مخصصاته المالية تصل إلىٰ 334 مليون دولار كتب إليها واتسون منتقداً: «ما نشرتموه سيعطي القارىء غير المُطلّع انطباعاً خاطئاً ومبالغاً به عن حجم مخصصات الحكومة الأمريكية لمشروع الشيفرة الوراثية وذلك سيثير قلقاً لا مبرّر له» بالرغم من منزلة واتسون الرفيعة والوعود بأن اكتشافات طبية هامة سوف تدعم المشروع وتحشد التأييد اللازم له، إلاّ أن عدداً من العلماء لم يزل لديه الكثير من التحفظات، وكان برنارد د. دافيس عالم الوراثة في هارڤارد هو الذي قاد المعارضة.

في تموز / يوليو 1990 قام دافيس مع مجموعتين من زملائه أعضاء الهيئة التدريسية بشجب المبادرة «ذات الدوافع السياسية» وكانت حجتهم أنه كما لو يؤدِّ كسر شيفرة المادة الوراثية لبعض الڤيروسات إلىٰ زيادة فهمنا لكيفية عمل هذه الڤيروسات، فإن نفس الأمر ينطبق علىٰ شيفرة المادة الوراثية البشرية. يقول دافيد: (إن النظر إلىٰ الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين بعدسة

مكبرة هو أمر خاطىء) (كمن ينظر إلىٰ لوحة بواسطة المجهر) ويقول مستنتجاً: (إن هدفنا الأساسي هو فهم المادة الوراثية البشرية وما تنتجه من مواد، وليس كسر الشيفرة الوراثية، فقط لأنها موجودة) وقد أبدىٰ عالم المورثات والمؤلف البريطاني ستيف جونس نفس التحفظات إذ يقول: «إن كسر الشيفرة الوراثية سيضعنا في موضع رجل غير موسيقي ينظر في نوطة (واغنر رينغ) حيث سيجد أجزاء من معلومات لا تعني له شيئاً علىٰ الإطلاق لكنها في الواقع تحكي قصة مذهلة لو فهم معناها».

علماء آخرون كانوا قلقين بشكل جدي من احتمال سوء استخدام المعلومات الوراثية كسلفادور لوريا المشرف السابق علىٰ واتسون الذي يقول: «هل سيتحول البرنامج النازي لإفناء اليهود أو (العناصر المنحطة) الأخرىٰ بعمليات القتل الجماعي إلىٰ برنامج أكثر لطفاً ورقيّاً يقوم بتحسين الجنس البشري، وذلك بإصلاح المادة الوراثية البشرية وتحويلها إلىٰ النمط الأبيض المسيحي المتفوق اقتصادياً» إن تلميح لوريا إلىٰ الرئيس بوش في استخدامه لعبارة (أكثر لطفاً ورقيّاً) لم تلفت انتباه أحد في الجناح الغربي.

في سنة 1989 أقيم حفل في البيت الأبيض لمنح الميدالية الوطنية للشرف لعدد من الأشخاص، من بينهم ستانلي كوهين وهربرت بوير اللذان أوجدا طريقة تأشيب(*) الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، وقد وصف الرئيس جورج بوش مساهمة الحكومة في مشروع علم الأحياء الكبير بـ «مبادرة المادة الوراثية البشرية».

لقد صمم مشروع المادة الوراثية البشرية ليكون مشروعاً دولياً لكنَّ ثلثي العمل ستقوم به هيئات جامعية وحكومية في الولايات المتحدة، والباقي ستتولاه بريطانيا وفرنسا وألمانيا واليابان.

---

(*) التأشيب: تطعيم الحمض النووي بأجزاء معينة لانتاج بروتينات معينة.

لقد كادت الصراحة التي جعلت واتسون مقرّباً لدىٰ السياسيين أن تُحدث أزمةً دوليّة حينما وبَّخَ واتسون عالماً يابانياً كبيراً علىٰ مساهمة بلاده الضئيلة في مشروع المادة الوراثية الدولي، وقال له: «لن تكسب شيئاً بتظاهرك بالحماقة».

لكنَّ متاعب واتسون الحقيقية كانت تقترب منه بتعيين برنادين هيلي رئيسةً للمعهد الوطني للصحة من قبل الرئيس بوش سنة 1991. في بداية سنة 1992 تورّط واتسون وبرناردين في سلسلة متصاعدة من المشاحنات والمناظرات الحادة حول عدة مواضيع، أحد هذه المواضيع كان الأسهم التي يملكها واتسون في عدد من أكبر شركات الأدوية والتكنولوجيا الحيوية، مما أعطىٰ انطباعاً أن النزاع بينهما كان نزاعاً علىٰ المصالح علىٰ الرغم من أن واتسون كان يعلن أرباحه علىٰ الملأ كُلَّ سنة. موضوع الخلاف الثاني كان نقد واتسون اللاذع لـ فريدريك بورك، المقاول الثري الذي كان يحاول إغراء اثنين من علماء المورثات لرئاسة معهد خاص جديد لكسر الشيفرة الوراثية. إلاَّ أنَّ الخلاف الأساسي كان ذا بعد فلسفي أكثر عمقاً يتعلق ببراءة اختراع كسر الشيفرة الوراثية. فهيلي أيّدت بقوة قرار المعهد الوطني للصحة المثير للجدل القاضي بطلب براءة اختراع لاكتشاف مئات من المورثات التي تمَّ تحديدها من قبل العالم كرايج ڤنتر الذي يعمل في المعهد الوطني للصحة، وكان الهدف من هذا القرار هو الحصول علىٰ اعتراف من مكتب براءة الاختراع بمشروعية منح براءة اختراع لمن يكتشف مورثات مجهولة الوظيفة؛ ومما زاد الطين بلة أن هيلي استشارت ڤنتر في شأن مستقبل أبحاث المادة الوراثية، في حين أمرت واتسون بالكفِّ عن انتقاداته أمام العامة.

استقال واتسون فجأةً في نيسان / أبريل 1992 معتبراً أنه قد أصبح غير قادر علىٰ الدفاعِ عن موقعه، كان ذلك خسارة فادحة لمشروع كسر شيفرة المادة الوراثية البشريةِ، إذ لا أحد كواتسون يجمع بين المكانة العلمية والبراعة السياسية. أطلق واتسون الرصاصة الأخيرة حين عودته إلىٰ كولد سبرينغ هاربر

مخبراً مجلة الطبيعة: «لا أعرف كيف وُجِدَ شخص يخلفني، ولا أعرف أحداً لا يملك أسهماً، كما أني لا أعرف من يستطيع العيش مع رئيستي».

كانت التوقعات المبكرة عن خليفة واتسون تدور حول دانييل ناتانز (على الرغم من أنه سخر من هذا الاقتراح). وعلى كل حال أبرز النجاح المبكر لمشروع المادة الوراثية البشرية جيلاً جديداً من القادة ـ ليسوا روّاد ثورة علم الوراثة في السبعينيات بل الذين رسموا خريطة المادة الوراثية البشرية في الثمانينيات ـ جيل جديد من العلماء الذين يستطيعون تحديد المورثات المسببة للأمراض، والإبحار في كمٍّ هائل من أشرطة الصبغيات، ليجدوا ضالتهم. وكانت هذه هي الغاية التي ينشدها عامة الناس من إنفاق ثلاثة بلايين دولار على المشروع.

عندما كانت هيلي تلمِّح إلى توظيف فرانسيس كولينز أحد علماء الوراثة البارزين مكان واتسون، عُرِض على كولينز الذي ساهم بشكل غير مباشر باستقالة واتسون عرضاً استثنائياً جعله يفكر بالاستقالة من المعهد الوطني للصحة.

على الرغم من الإخفاق الذريع الذي مُنيت به شركة المادة الوراثية البشرية (شركة كسر شيفرة الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين والتي كانت سابقة لأوانها بعدة سنوات) فإن والتر جلبرت كان يتمتع بنظرة ثاقبة إلى أبحاث علم الوراثة بشكل عام، ومشروع المادة الوراثية بشكل خاص؛ إذ إنه حثَّ علماء الأحياء أن يصبحوا متضلعين في علم الكومبيوتر، وأن يقبلوا الانقضاضَ السريع للكومبيوتر كعنصر جديد في أبحاث علم الوراثة.

كم من الوقت سيستغرقه هذا الانقضاض، يقول جلبرت: «أتوقع أن المعلومات المتعلقة بشفرة المادة الوراثية لكل الأحياء النموذجية ونصف المادة الوراثية للإنسان ستكون في متناول أيدينا خلال فترة تتراوح بين 5 و7 سنوات وسنتمكن من كسر شيفرة كل المادة الوراثية البشرية في نهاية هذا العقد».

كان ذلك في 10 كانون الثاني / ديسمبر 1991.