II. الطريق إلى عصر الجينوم

الجينوم قديماً: الحرب «المنوية» الأولى !!!

من الطبيعى أن نتصور إنشغال الإنسان القديم بظاهرة الوراثة ، فالحيوانات الأليفة التى قام بتدجينها تتزاوج وتنتج دائما نسلاً من نوعها ، والنباتات التى تعلم زراعة بذورها تفعل نفس الشىء . والأهم من ذلك أن الذكور والإناث فى نسله الخاص تشبه آبائها وأمهاتها . ويعتقد الكثيرون أن الإنسان الأول قد ربط هذه الظاهرة بالإناث إلى حد كبير ، فهى التى تحمل وتلد وتعانى ، فكل المظاهر والمشاهدات تدل على ذلك ، إلا أنهم يرون أن الأنثى نفسها كانت أكثر إدراكاً لدور الذكر ، فلا يمكن أن يحدث لها ذلك دون لقائه .

إننا لا ننوى هنا أن نتتبع ظاهرة الوراثة منذ عصور ما قبل التاريخ رغم طرافة الأطروحات الخاصة بها ، والقارىء الذى يهتم بذلك يمكن أن يطلع على كتاب هانز ستيوب «تاريخ الوراثة منذ عصور ما قبل التاريخ وحتى إعادة إكتشاف مندل» (Hans Stufbe, MII, 1972) . إن تركيزنا ينصب على مفهوم الجينوم ، باعتباره البرنامج الوراثى الذى يتشكل على أساسه الكائن . لقد قدم الإغريق تصوراً متكاملاً لذلك ، ينطلق من فرضياتهم عن دور «سائل الذكر» و«سائل الأنثى» ، وذلك قبل إكتشاف ومشاهدة الحيوانات المنوية الذكرية والبويضات الأنثوية . ولأن الإنتصار للذكور كان سمة بارزة فى مجتمعاتهم الذكورية ، فقد إنحاز إلى ذلك أشهر فلاسفتهم . لذلك وصفت جدالهم حول الموضوع بالحرب «المنوية» الأولى . وسنستعرض هذا الجدال كما جاء فى كتاب لورا جولد الممتع «القطط ليست بازلاء» (Laura Gould, Copernicus, 1996) .

لم يكن الحديث بالطبع عن الجينوم ، فهو من مفاهيم القرن العشرين بعد الميلاد ، لكن الحديث كان عن السائل «المنوى» Semen ، كيف يتشكل ، وكيف يحدد الخصائص الوراثية للنسل . لقد إقترح أفلاطون وغيره أنه يتكون فى المخ والعمود الفقرى . وتوسع هيبوقراط وأنكساجوراس وديموقريطس فى ذلك ، متصورين تكونه فى كل أعضاء الجسم ، وإنتقاله عبر الدم إلى الخلايا الجنسية . وقد بقيت هذه الفكرة لفترة ، ثم إعيد إكتشافها فى القرن الثامن عشر ، بل وتأثر بها داروين نفسه ، فى تفسيره لظاهرة الوراثة قبل أن يقدم مندل أسسها وقوانينها .

وإختلف الإغريق حول وجود سائل أنثوى من عدمه ، لكنه كان يشغل مرتبة أقل حتى عند من يعتقدون بوجوده . وجاء أرسطو وديوجين ليفسرا إنتاج السائل المنوى كنتيجة للتغذية . وفلسف دور الجنسين فى تحديد الخصائص الوراثية للنسل بأن الأنثى تعطى المادة matter عن طريق دماء الحيض والذكر يعطى الشكل form ، الذى يحدده السائل المنوى . وإمتدت أفكار أرسطو لنجد صداها عند توماس الإكوينى فى القرن الثالث عشر وليوناردو داڤنشى فى القرن السادس عشر ، بل

وداروين فى القرن التاسع عشر . ووصل الأمر عند الإكوينى إلى تصور أن نشأة الأنثى تعد خطأ فى التكوين ، لأن السائل المنوى يحمل خاصية التكرر الدقيق ، التى تؤدى عند سلامة حدوثها إلى إنجاب الذكور !! أما داروين ، فقد كان أكثر إعتدالا ، وذكر أن «المرأة تصنع البرعم ، والرجل يضع العنصر الحيوى» .

لقد إقتضى الأمر الإنتظار طويلاً لمعرفة العطاء المتساوى للجنسين ، والذى إتخذ شكلا جديداً بعد مشاهدة الحيوانات المنوية والبويضات ، ووجود أنصار يعلون من شأن هذا أو تلك . لقد تصور كل من الفريقين أن الكائن الجديد يقبع بشكل مصغر جداً (مسخوط!!) إما فى رأس الحيوانى أو فى داخل البويضة . أنصار الحيوان المنوى يرون أن الأنثى تمد هذا الكائن الصغير بالغذاء حتى ينمو . أما أنصار البويضة فيرون أن سائل الذكر يستحث البويضة لينمو الكائن الذى بداخلها . إن الچينوم فى هذه الحالة ليس مادة الوراثة التى تتم ترجمتها عبر المراحل التكونية للفرد ، لكنه هذا «التكوين المسبق» المتواجد على شكل كائن فائق الصغر homunculus ، يجلس القرفصاء فى الحيوان المنوى أو البويضة . والغريب أن مثل هذه التصورات إمتدت طويلا ، وتزداد غرابتها عندما نرى مالبرانش فى أواخر القرن السابع عشر يؤكد أن لديه دليلاً رياضا على أن كل «مسخوط» من هذه المساخيط الصغيرة يحمل فى داخله مسخوطاً أصغر ، وهذا الأخير يحمل بدوره ما هو أصغر وأصغر ... إلى مالا نهاية . وهكذا تكون كل الأجيال القادمة وخصائصها سابقة التكوين !!!

وبذلك نجد أنفسنا حيال تصورين قديمين للچينوم ، فيما قبل علم الوراثة . أحدهما يقدم مفهوم الچينوم المنتشر الذى يتجمع عبر الدم فى الخلايا الجنسية ، والآخر يرى أنه «ماكيت» دقيق بمقياس رسم مصغر ، داخله «ماكيتات» أصغر فأصغر وكلاهما فكرتان مثيرتان للخيال ، وإن ثبت بعد ذلك أنه خيال غير علمى . إنهما يعبران عن مرحلة ثقافية خصبة للعقل البشرى نحو الحقيقة العلمية ، فى إصار العلاقة الجدلية بين الجنس والسياسة .

قبل ارتفاع الستار

مرت مرحلة الچينوم بعد المرحلة القديمة وقبل البداية الحقيقية لعلم الوراثة ، مع مطلع القرن العشرين ، بتراكم معرفى هام للكثير من الأفكار والملاحظات العلمية والمعملية ، التى وضعت أيدينا على «الجهاز الوراثى» الذى يحتوى على «الچينوم» فى خلايانا . لقد إخترت بعض المساهمين فى ذلك لإعطاء صورة متكاملة عن الموضوع ، دون نسيان فضل غيرهم . فالرحلة تمتلىء بالكثير من الأبطال ، الذين يتسع المجال لهم عند الحديث التفصيلى عن تاريخ البيولوچيا والوراثة . دعونا نستعرض «الخط الزمنى» لإسهاماتهم باختصار :

١٦٥٠ – هارفى يفترض وجود بويضات الثدييات ، وينتصر لدورها .

١٦٧٧ – أنطونى فان ليڤنهوك يشاهد الحيوانات المنوية السابحة فى سائلها ويسميها حُيَيْوَنات animalcules ، وإن رأى البعض أنها قد تكون ملوثات للسائل المنوى ، صاحب الدور الرئيسى فى تصورهم .

١٨٣٨ – يقدم شليدن وشوان «نظرية الخلية» باعتبارها الوحدة البنائية للكائنات الحية ، وفى العام التالى يقدم ڤيرشو «المبدأ الحيوى» ، الذى ينص على أن الخلايا الحية لا تنتج إلا من خلايا حية سابقة .

١٨٤٢ – ناجيلى يشاهد إنقسام الخلية إلى إثنتين ، ويلحظ وجود الكروموسومات .

١٨٥٩ – تشارلز داروين ينشر كتابه عن أصل الأنواع ، الذى يشير إلى علاقاتها التطورية ودور الإنتخاب الطبيعى فى ظهورها . ولا ننسى هنا أن كارل لينيوس قد قدم الطريقة التى يمكن بها تصنيف وتسمية هذه الأنواع ، قبل داروين بما يزيد على القرن لقد كانت نظرية داروين عن التطور وراء دراسة جمينومات كائنات أخرى ، ومقارنتها بالجينوم البشرى .

١٨٦٥ – قدم جريجور مندل بحثه الشهير عن البازلاء ، الذى نشر فى العام التالى ، وأهمل حتى بداية القرن العشرين . وفيه أوضح قوانين إنتقال العوامل الوراثية (التى أسماها وليام جوهانسون بالجينات عام ١٩٠٩) من جيل إلى آخر . لقد قدم مندل «الوحدة» لعلم البيولوچيا ، فجعله علما دقيقا .

١٨٧١ – فريدريك ميشر يعزل «النيوكلين» من أنوية الخلايا التى تحصل عليها من ضمادات الجروح المتقيحة وغيرها ، والذى يثبت فيما بعد إحتوائه على مادة الوراثة (DNA) المرتبطة بالبروتينات .

١٨٨٣ – والتر فليمنج يشاهد إنتظام الكروموسومات فى الإنقسام الميتوزى (الخيطى) لأنوية الخلايا ، ثم الإنقسام الميوزى (الإختزالى) ، الذى يؤدى إلى تكوين الخلايا الجنسية ، بعد ذلك بعامين . ويقدم جالتون فى هذا العام أيضا دراسة عن الفروق الوراثية مقترحا إمكانية تحسين النسل البشرى (اليوچينيا) ، وهو الإتجاه الذى بنيت عليه ممارسات غير مقبولة ، واستند عليه دعاة التفرقة العنصرية ، وتتم مناقشة عودته الجديدة إذا أسيء توظيف نتائج مشروع الجينوم .

١٨٩٠ – أوجست وايزمان ، دون معرفة مسبقة بأعمال مندل ، يقدم فى تسعينيات القرن التاسع عشر الشكل المبكر لنظرية الكروموسومات ، ويقرر أنها تحمل وحدات كثيرة (ids) محددة للخصائص الوراثية . ويخالف من يرى تجانس كل الكروموسومات ، حيث يؤكد إختلاف كل منها .

هذه هى ملامح الصورة الثرية التى تشكلت قبل رفع الستار عن «علم الوراثة» ، علم القرن العشرين ، الذى قادنا وقدناه إلى «عصر الجينوم» .

عالم القرن العشرين «يتوج» بمشروع الجينوم

إذا كان من المتفق عليه التأريخ لعلم الوراثة بإعادة إكتشاف دراسات مندل على بازلاء الزهور عام ١٩٠٠ ، فقد حرصنا على تقديم ما سبق ذلك من إسهامات تضع هذا العلم فى سياق المعرفة البشرية المتدفق . وسنحاول هنا أن تتبع «الخط الزمنى» للأعمال والإكتشافات التى أدت إلى مشروع الجينوم ، والتى قد لا تتعرض بالتركيز الكافى لبعض فروع الوراثة المتشعبة . ويهمنا هنا أن تذكر أمرين :

أولاً : أننا نعنى بوصف «علم الوراثة» باعتباره علم القرن العشرين أن بداية هذا القرن شهدت الدراسات المنهجية والبحوث المتلاحقة لهذا المجال الذي سمى بالوراثة فى منتصف العقد الأول من هذا القرن «الماضى» . وهذا لا يتعارض مع كون القرن العشرين قد شهد أهم التطبيقات الإيجابية والسلبية لعلم الفيزياء ، وأن القرن التاسع عشر قد شهد إزدهار تطبيقات الكيمياء والميكانيكا .

ثانياً : أن الطفرة الكبرى لعلم الوراثة ، التى حولت البيولوچيا (علم دراسة الكائنات الحية) من علم وصفى إلى «علم منضبط» إلى حد كبير ، جاءت من «قوة الهجين» من البيولوچيا والكيمياء (الكيمياء البيولوچية والحيوية) والبيولوچيا والفيزياء (الفيزياء الحيوية) . لقد قدم هذا العلمان للبيولوچيا الطرق والوسائل التى مكنتنا من دراسة ظواهر الحياة والوراثة على المستوى الجزيئى (البيولوچيا الجزيئية) . وهكذا تمكننا من الإمساك بمادة الوراثة ، والتعرف على تركيبها ووظائفها ، إنتهاء بسلسلة مفرداتها وعمل الخرائط الخاصة بها (الخرطنة) فى مشروع الجينوم ، وتطويعها للعزل والنقل من كائن إلي آخر (الهندسة الوراثية) .

بعد هاتين الملحوظتين الهامتين ، دعونا نرجع إلى «الخط الزمنى» المذكور :

١٩٠٠ – هوجو دى فريز ، يعيد إكتشاف مندل ، ويواكبه فى ذلك بشكل منفصل كل من كارل كورنس وإيريك فون تشرماك . لقد أخترنا دى فريز ليتصدر القائمة ، لأنه قدم لنا مفهوم «الطفرة» ، الذى تقوم عليه كل تحليلاتنا الوراثية للجينوم . ومرة أخرى لا ننسى أن وليام بيتسون قد أطلق على هذا المجال الذى أسسه مندل ، وأعاد إكتشافه دى فريز وزملائه ، إسم علم علم الوراثة Genetics عام ١٩٠٥ .

١٩٠٢ – چون سوتون يشاهد إنعزال الكروموسومات الأبوية والأمية فى الإنقسام الميوزى ، ويؤكد دور الكروموسات فى الإحتواء على العوامل الوراثية . وفى نفس العام يقترح مك كلبخ دور كروموسوم × فى تحديد الجنس . كما يتعرف جارود على أول مرض وراثى ، ويربطه بالتمثيل الغذائى ، مشيراً قبل ما يزيد عن القرن إلى المجال الأهم لمشروع الجينوم ، مجال الأمراض الوراثية وآفاق تشخيصها وعلاجها .

١٩٠٥ – وليام بيستون يسمى العلم الجديد بالوراثة Genetics .

١٩٠٩ – چوهانسون يسمى وحدات التوارث بالچينات Genes ، بعد أن كانت تسمى البانچينات والعوامل الوراثية .

١٩١٠– ينضج توماس هنت مورجان فى دراساته على ذبابة الدروسوفلا مع مجموعته الشهيرة «نظرية الكروموسومات» ويكتشف الچينات المرتبطة بكروموسومات الجنس . ويلاحظ فى العام التالى أن ظاهرة الإرتباط بين الجينات تنجم عن وجودها على نفس الكروموسوم .

١٩١٣ – يقدم الفريد سترتڤانت أسلوب بناء خرائط الإرتباط بين الچينات – والحقيقة أن أعمال مورجان وسترتڤانت وضعا أساس الخرائط الوراثية ، التى تعد هدفاً رئيسيا فى مشروع الچينوم ، وإن كانت تتم بالطرق الأحدث .

١٩٢٨ – يكتشف فريدريك جريفث التحول الوراثى فى البكتريا بانتقال «عنصر» معين من سلالة ميتة إلى سلالة أخرى حية ، ويكسبها صفة وراثية تتميز بها السلالة الميتة (القدرة على إحداث الالتهاب الرئوى فى الفيران) . وكان من السهل العنصر أن هذا العنصر مكون من مادة الوراثة .

١٩٣١ – هاريت كريجتون وباربارا ماكلنتوك تدرسان حدوث التراكيب الجديدة فى الذرة ، وتفسرانها بالتبادل المادى بين أجزاء الكروموسومات . ويلاحظ كبرت شترن نفس الشىء فى الدروسوفلا . وقد بدا واضحاً أن الكروموسومات لا تربط محتواها الچينى بشكل تام، لكنها تحدث تبادلا ماديا بينها فى الإنقسام الميوزى، مما يؤدى إلى تكوين تباديل وتوافيق عديدة فى التركيب الوراثى للخلايا الجنسية الناشئة عن هذا الإنقسام . وهذا يعزز التباين الهام لزيادة قدرة الكائنات على التكيف .

١٩٤١ – چورج بيدل وإدوارد تاتم يقدمان أول تفسير كيماوى لوظيفة الچينات (فرضية چين واحد – إنزيم واحد) . لقد توسع هذا المجال الخاص بدراسة تحكم الچينات فى تركيب البروتينات إلى الدرجة التى نرى فيها الآن الإبتداء فى «مشروع البروتيوم» بعد الإنتهاء من مشروع الچينوم ، للتعرف على كل البروتينات التى ينتجها الچينوم .

١٩٤٤ – أوزوالد آفرى وكولين ماكلويد وماكلين مكارثى يتعرفون على «عنصر» جريفث ، الذى يحدث التحول الوراثى ، ويشيران إلى أنه حامض الديوكسى ريبوز النووى (DNA) . كان هذا هو أول إثبات لطبيعة مادة الوراثة بعد أن ساد الإعتقاد بأن البروتينات أكثر ملاءمة لتلعب هذا الدور ، لتعقد وثراء تركيبها بالمقارنة بالحامض النووى (تتكون البروتينات من تتابعات مختلفة لعشرين حامضا

أمينيا ، بينما تتكون الأحماض النووية من تنابعات لأربع وحدات تسمى بالنيوكليوتيدات . كان التصور أن «لغة الوراثة» التى تتكون من عشرين حرفاً أقرب إلى القبول من لغة ذات حروف أربعة) .

١٩٥٠ – باربارا ماكلنتوك تنشر دراستها عن العناصر الوراثية المتنقلة فى الذرة ، التى سميت بعد ذلك ترانسبوزونات . وقد وجدت بعد ذلك فى كائنات أخرى ، وتشكل ملمحا واضحا فى نتائج مشروع الجينوم .

١٩٥٢ – الفريد هيرشى ومارثا تشيز يثبتان أن مادة الوراثة فى الفاج الباكتيرى (باكتريوفاج) T2 هى DNA أيضا . ويتم التأكد أن هذه المادة تلعب دور مادة الوراثة فى كل النظم الوراثية للكائنات الحية والفيروسات ، عدا بعض الفيروسات التى أتضح أن مادة وراثتها هى حامض الريبوز النووى (RNA) .

١٩٥٣ – چيمس واطسون وفرانسيس كريك يقدمان واحداً من أهم إكتشافات العلم ، نموذج الحلزون المزدوج لمادة الوراثة ، ويشيران بوضوح إلى ملاءمة تركيبه لدوره كمادة للوراثة : القدرة على التكرر الدقيق للمحافظة على الأنواع ، وهامش الطفور الذى يسمح بالتباين ويزيد التكيف . إن التعرف على خريطة إنتظام الچينات على طول هذا الحلزون المزدوج ، وسلسلة حروفه الأربعة ، هما لب «مشروع الچينوم» ، الذى يمكننا من قراءة «كتاب الإنسان» وغيره من الكائنات .

لقد وصلنا عبر هذا «الخط الزمنى» إلى نقطة تستحق أن نتوقف عندها ، بعد أن إستعرضنا كيف تمكن الفكر البشرى باستخدام المنهج العلمى أن يضع يده على مادة الوراثة ، لنعرف ماذا فعلنا بهذا الكشف ، الذى وصفناه بأنه من أهم إكتشافات العلم ، حتى وصلنا مع نهاية القرن العشرين إلى مسودة الچينوم البشرى . أو كما ذكرنا فى عنوان هذا الجزء ، كيف توج علم الوراثة ، باعتباره علم القرن العشرين ، بهذا المشروع العملاق ، الذى يفتتح عصراً جديداً . لن نعمد هنا إلى «خط زمنى» آخر ، ولكن إلى سرد مختصر يمكننا من مناقشة ثقافة هذا العصر .

بعد أن حسم سباق التعرف على مادة الوراثة وطبيعة إنتظامها ، بدأ الحديث منذ أواخر الخمسينات عن شفرتها ، فهى فى نهاية الأمر لغة شفرية تتم ترجمتها فى خلايا الكائنات الحية . وقد قدم فرانسيس كريك أفكاراً هامة فى هذا المجال .ثم شهدت الستينات إكتمال التعرف على هذه الشفرة على أيدى خورانا ونيرنبرج (١٩٦٦) . وبصرف النظر عن الجهود المكثفة ، فقد كانت الشفرة بسيطة : التتابع الطولى لحروف DNA يحدد التتابع الطولى للأحماض الأمينية فى البروتينات – كل حامض أمينى تحدده كلمة شفرية مكونة من ثلاثة حروف من DNA – أى شفرة

فى الكلمة الشفرية تغير معناها ، وبذلك يتغير البروتين الذى يحكمه الچين المحتوى على هذه الكلمة الشفرية الطافرة – هذه الطفرات تفسر العديد من الأمراض الوراثية . ولاشك أن القارىء يدرك وجود ركام من التفاصيل التى قد لا تفيد الهدف من الكراسة الحالية .

وإذا كنا قد ذكرنا فك شفرة الوراثة فى الستينات ، فإن السبعينات قد شهدت فجر الهندسة الوراثية بتوليف جزئيات DNA من كائنات مختلفة (بول برج ١٩٧٢) . كما شهدت التوصل إلى طريقة لسلسلة قواعد DNA (آلان ماكسام ووالتر جلبرت ١٩٧٧) . وقد إستحث نجاح السلسلة حلم السلسلة الكاملة لچينومات الكائنات إكتشاف «إنزيمات الحصـر» التى تقطع مادة الوراثة عند تتابعات معينة ، وكأنها مقصات وراثية متخصصة ، مم جعل هذا الأمر متصورا ، رغم ما يقتضيه من جهد ووقت وتكلفة . لذلك قدم ديفيد بوتشتين وزملاؤه (١٩٨٠) إقتراحًا لسلسلة الچينوم البشرى الكامل بعد تجزئته إلى شظايا ، وإقترح أكيوشى داوا إستخدام طرق الأتمتة والروبوت فى ذلك . وكان لنجاح كارى موليس وزملائه فى التوصل إلى تفاعل البلمرة المتسلسل (١٩٨٥) ، الذى يمكننا من الحصول على كميات كبيرة من أى كمية صغيرة من DNA ، وكذلك لنجاح ليروى هود ولويد سميث فى بناء آلة لسلسلة DNA بأسلوب الأتمتة (١٩٨٦) ، أثرا فى زيادة واقعية التفكير فى سلسلة الچينومات .

وكان من الطبيعى أن يبدأ المهتمون فى تنظيم جهودهم ، وشحذ طاقاتهم (وأسلحتهم) التنافسية . لذلك إستضاف روبرت سنشيمر إجتماعا فى جامعة كاليفورنيا (١٩٨٥) لمناقشة جدوى سلسلة الچينوم البشرى . وكانت هيئة الطاقة الأمريكية ، التى عانت من من ضعف الإهتمام ببحوث الطاقة مع تغير الظروف الدولية ورخص البترول ، أكثر مبادرة . لقد عقدت فى عام ١٩٨٦ إجتماعا لمناقشة خطط البدء فى المشروع ، مستندة إلى إمكانياتها البحثية المتميزة . لكن معهد الصحة القومى قرر فى عام ١٩٨٨ أن يكون مشاركاً رئيسيا فى المشروع وأنشأ مكتبا لذلك برئاسة چيمس واطسون ، للإستفادة من إسمه الكبير (كما ذكر واطسون نفسه) . وفى أكتوبر من العام نفسه قرر العملاقان (هيئة الطاقة ومعهد الصحة) التعاون معا ، وفى العام التالى شاركا فى لجنة تعنى بالجوانب الأخلاقية والقانونية والاجتماعية للمشروع ، وهى الجوانب التى أصر واطسون على الإهتمام بها منذ البداية ، وإقترح رصد ٣٪ من ميزانية المشروع لتغطية تكاليف أنشطتها . وفى عام ١٩٩٠ نشرت المؤسستان أول خطة خمسية للمشروع ، تقتضى الإنتهاء من الخريطة الوراثية لچينات الچينوم البشرى ، وجزء من السلسلة الخاصة بحروفه الأربعة فى عام ٢٠٠٥ . وكان التصور المطروح للمشروع مبنى على الإنتهاء منه فى خمسة عشر

عاماً ، وأن التكلفة ستبلغ حوالى ثلاثة بلايين دولار (دولار لكل حرف من حروف DNA ، حيث أنها تبلغ فى الچينوم البشرى حوالى ٣,٢ بليون حرف) . وفى العام نفسه قرر معهد الصحة القومى البدء فى محاولات واسعة لسلسلة چينومات عدد من الكائنات النموذجية (بكيتريا القولون - الميكوبلازما - الثيماتودا - الخميرة) ، لأهميتها فى المقارنات التطورية والوظيفية مع الچينوم البشرية وقد أضيفت إليها بعد ذلك كائنات أخرى كالفيران ونبات الأرابيدوبسس . وأعلن عن البداية الرسمية لمشروع الچينوم فى أول أكتوبر ١٩٩٠ .

لقد جرت بعد ذلك أمور كثيرة ، ستكون بالقطع موضوعاً فى دراسات تاريخ وسوسيولوچيا العلم عموما ، وبالذات فيما يتعلق بالعلم الكبير Big Science ، لأن هذا المشروع هو أكبر مشروع بيولوچى عرفته البشرية . وتواصلاً مع العرض الحالى ستذكر باختصار بعض المحطات الهامة ، التى تتمشى مع الهدف منه :

* إستقالة واطسون بعد خلاف مع مديرة معهد الصحة حينذاك - برنادين هيلى - حول الرغبة فى السماح باعطاء حق براءة الإختراع لمقاطع من الچينات (لأن العمل يقع فى نطاق الإكتشاف وليس الإختراع) .

* تحول المشروع إلى مشروع دولى ، حيث شارك فيه بشكل رئيسى عشرون معملاً من ستة دول ، مع مشاركات أقل من دول أخرى . كانت المشاركة المميزة من بريطانيا ، يليها فرنسا وألمانيا واليابان والصين .

* الإتفاق الأخلاقى على نشر نتائج المشروع وإمداد قواعد البيانات العامة بها خلال ٢٤ ساعة .

* ظهور كريج فنتر كمنافس من القطاع الخاص ، بعد أن عمل طويلا فى الجهات الحكومية ، حيث أسس شركة سيليرا چينومكس (١٩٩٨) ، وأستطاع الحصول على تمويل لنشاطه . لقد حقق فنتر نجاحاً قبل ذلك فى السلسلة السريعة لچينومات الكائنات الدقيقة ، وإقترح طريقة للتكسير العشوائى للچينوم ثم سلسلة المقاطع ، وإعادة ترتيبها باستخدام الحواسب (العملاقة) . تم التشكيك فى الطريقة فى البداية ، ولكن نجاح فنتر دفع «المشروع العام» إلى الإنتباه إلى خطورة المنافسة . لقد إعتمد هذا المشروع على سلسلة قطع متتالية من كروموسومات محددة ثم ترتيبها ، وقد وصفت من باب الدعابة بأنها سلسلة حكومية محافظة ، وكان هنالك إصرار على أنها الطريقة الأدق . لكن أسلوب فنتر الجرىء ، وإستفادته من معلومات المشروع العام ، جعلاه يعلن إستعداده للإنتهاء من العمل قبل المشروع الكبير (فى تنظيمه وتمويله) . لذلك أعاد أصحاب هذا المشروع حساباتهم ، وكثفوا الجهود للإنتهاء فى وقت متقارب مع الوقت الذى أعلنه فنتر .

* بعد محاولات التخفيف من حدة الخلاف ، تم الإتفاق على إعلان مسودتى المشروعين العام والخاص فى لقاء تاريخى ، شارك فيه على الهواء كل من كلينتون وبلير (يونيو ٢٠٠٠) .

* مرة أخرى عاد السباق محموما للإعلان عن المسودة التحليلية النهائية فى وقت واحد. وحدث ذلك فى فبراير ٢٠٠١ ، حيث نشرت مجلة Nature نتائج المشروع الدولى فى عدد ١٥ فبراير ، ونشرت مجلة Sience نتائج مشروع فنتر فى يوم ١٦ من نفس الشهر . وقد جرى الجدل حول موافقة المجلة على نشر فنتر لنتائجه ، مع إصراره على عدم إتاحة المعلومات الكاملة إلا لأغراض بحثية ، والرغبة فى بيعها لمن يريد الإستفادة منها .

* قبل أن يهدأ الحديث عن مشروع الچينوم ، إذا كان سيهدأ أصلا ، بدأ الحديث عن مشروع لا يقل عنه أهمية ، وهو «مشروع البروتيوم» الذى ذكرناه من قبل . لقد ظهر أن الچين الواحد يمكن أن يشارك فى بناء أكثر من بروتين ، ولذلك نجد أن عدد البروتينات البشرية يبلغ أضعاف عدد الجينات . هذه البروتينات ينعكس فيها إلى حد كبير الأهداف التى قصدناها من التعرف على الچينوم وربطه بالبروتيوم ، من دراسة للأمراض الوراثية وتشخيصها وعلاجها ، وموضوعات أكثر خلافية تتعلق بالقدرات والمواهب والسلوك والشيخوخة .. إلخ . إن تكامل المشروعين سيكون عنصراً هاماً فى العصر الجديد .

وإذا كنا سنناقش المغزى الثقافى لمشروع الچينوم فى فى القسم التالى من الكراسة ، إلا أننى أود أن أشير إلى أمر من المؤكد أنه لم يفت على القارئ ، وحاولت أن المح إليه فى مواضع كثيرة . فرغم ما قد يراه البعض من طابع «حدائى» ، ويراه البعض الآخر من طابع «بعد حدائى» ، لمشروع الچينوم ومغزى نتائجه ، التى تحلل وتفكك وتجمع وتقارن چينومات «عالم الحياة» ، إلا أن بذور التفكير فيه قديمة وموحية . ولولا الحيز الضيق لكان من الممكن التوسع كثيراً فى هذا الموضوع . إننى أذكر هذه الملاحظة حتى أؤكد أهمية الحكمة فى التعامل مع هذه النقلة النوعية فى معارفنا الوراثية ، حتى لا نخطىء فى قراءة وتفسير و«إعادة تأليف» كتب الچينومات التى عرفنا كيف تصطف حروفها . وهذا ينقلنا إلى حديثنا الختامى عن ثقافة الچينوم وعصره وإعصاره .