

### III. مستقبل البيولوجيا:

★ الاتجاهات الجديدة

★ التلاقى (وحدة المعرفة)

obeikandi.com

تاريخ العلم نهر متصل الجريان، نشأت منابعه فى الحضارات القديمة، التى وظفت خيالها فى فهم العالم بالسحر والخرافة والأسطورة، كما وظفت غريزة البقاء والحاجة - التى توصف بحق، بأنها أم الاختراع - فى تقديم حلول تطبيقية بسيطة لمشكلاتها. ومن الإنصاف ألا نحمل ثلاثية السحر والخرافة والأسطورة الإنطباعات السلبية، التى ترتبط بها اليوم. فقد مثلت أصول ما يمكن أن نصفه «بميتافيزيقا العلم» كما ندرسها حالياً. كما أنه من الإنصاف أيضاً أن نعد الحلول التطبيقية البسيطة أصولاً للتكنولوجيا، التى سبقت العلم الذى نمارسه اليوم. وأضافت الحضارة الإغريقية بعداً عقلانياً، حافظت عليه الحضارة العربية الإسلامية وأضافت إليه، ونقلته إلى أوروبا عن طريق الأندلس، مما أسهم فى ظهور عصر النهضة، بعد أن تباطأ جريان نهر المعرفة كثيراً فى العصور الوسطى.

ومع تراكم المعرفة، اقتضى التقدم أن تظهر لنهر العلم العديد من الروافد المتخصصة، التى مورس فيها التفكيك والاختزالية، حيث أفادا فى تعميق المعرفة فى مختلف المجالات.

ومع الحاجة إلى الاعتماد المتبادل بين العلوم ومناهجها، وتعاضم دور التقدم العلمى والتكنولوجيا فى التغيير المجتمعى، ظهرت الحاجة إلى الرؤية الأشمل من منظور وحدة المعرفة، لأن كل العلوم والمعارف تستهدف الإنسان والحياة البشرية فى نهاية الأمر.

انطبقت هذه المسيرة على البيولوجيا وعلومها المتخصصة، وعلاقتها بالعلوم الأخرى، سواء أكانت علوماً طبيعية (الفيزياء والكيمياء، بل والرياضيات وعلوم الحاسب)، أو علوماً اجتماعية وإنسانية (السياسة والاقتصاد والاجتماع والفلسفة، ناهيك عن الأركيولوجيا والجغرافيا والتاريخ). وامتد التفاعل ليشمل العلاقة بالدين والروحانيات والفنون والآداب!!! لقد اتسعت الصفحات السابقة لذكر دور علاقة الفيزياء والكيمياء فى التحول الجزيئى للبيولوجيا، والرياضيات وعلوم الحاسب فى تحويلها إلى علم معلوماتى. كما سمحت المقاربة الثقافية للعرض بالإشارة المختصرة إلى بعض نماذج العلاقات الأخرى، مثل الأبعاد السياسية والأخلاقية والاجتماعية «لليوجينيا»، التى تستهدف القائلون بها تحسين النسل البشرى، وكذلك الموقف

الرافض للتطور وعلم الحفريات لأسباب دينية. ومازال فى الجعبة الكثير، الذى يؤكد أهمية التلاقى والتفاعل فى بزوغ الاتجاهات الجديدة فى العلم وإنضاج مفهوم وحدة المعرفة.

### III. ١. الاتجاهات الجديدة

يؤكد تاريخ العلم، قديماً وحديثاً، أن بزوغ فرع جديد للمعرفة والبحث يودى إلى آثار مجتمعية كبيرة وممتدة. ويعد التحول الجزيى للبيولوجيا، وظهور علم البيولوجيا الجزيئية، نموذجاً مثالياً. فمنذ سبعين عاماً تقريباً (أواخر ثلاثينيات القرن العشرين) اقترح ويفر إجراء البحوث التى تستعين بالفيزياء فى الدراسات البيولوجية. وأدى هذا الاتجاه إلى معرفة بناء الدنا فى الخمسينيات، وفك الشفرة الوراثية فى الستينيات، وبداية التوليف الوراثى (تكنولوجيا الدنا المولف) فى السبعينيات، التى شهدت أيضاً تقنيات سلسلة وحداته البنائية (النيوكليوتيدات). فى الثمانينيات عرفت الطريقة التى يمكن بها إكثار كميات شديدة الضآلة منه، لاستخدامها فى مختلف الأغراض البحثية والتطبيقية (تفاعل البلمرة المتسلسل). وبناء على ذلك، صار

من الممكن فى التسعينيات ظهور دراسة الجينوميات، واستخدام الحاسوبية فى البيومعلوماتية. ولم تقتصر فائدة هذا التقدم على الفهم الأفضل لظواهر الحياة، وتغيير الكثير من معارفنا عنها وعن أنفسنا، باعتبارنا جزءاً من عالمها. بل امتد التأثير من مجرد التحول الهائل فى العلوم البيولوجية، إلى تحول أكبر فى آفاق تطبيقاتها فى الزراعة وإنتاج الغذاء، والطب والرعاية الصحية والدوائيات، ودراسات البيئة والتنوع الحيوى. وقامت عليه صناعات تقدر عوائدها الحالية والمتوقعة بتريليونات الدولارات. وثار حولها قضايا أخلاقية وقانونية واجتماعية كثيرة.

يعد المثال السابق تعبيراً عن تغير النسق Paradigm فى العلم الحديث، الى صار مؤسسياً، يقوم فى كثير من الأحوال على مفهوم العلم الكبير Big science، ويتميز بزوال الفاصل بين العلم والتكنولوجيا. لقد صار العلم علماً تقنياً - Techno science، يمول وتنظم أنشطته وفعالياته لتحقيق أهداف تقنية قريبة أو بعيدة المدى. وما دام العلم تقنياً، فالبعد التكنولوجى

يعنى مباشرة الاتصال مع المجتمع والتشابك مع ثقافته وأخلاقياته، بالإضافة إلى سياسته واقتصادياته وقوته وأمنه. إن التكنولوجيا الجديدة والبازغة، التي تدرج تحت العلم التقنى، لا تتميز فقط بكونها عابرة للقطاعات، توظف في العديد منها، لكنها أيضاً «مزدوجة الغرض» dual - purpose تستخدم سلماً وحرياً. هذا الأمر يضع تحدياً حقيقياً أمام سقف التقدم للدول النامية، التي ستجد صعوبة في الانضمام الفعال إلى نادى المتقدمين، حتى لو استطاعت ذلك. والعلوم البيولوجية ليست استثناءً فى ذلك، فالحديث عن تقدمها يرتبط عند البعض بمحاذير تطوير الأسلحة البيولوجية، وهذه قصة أخرى تجعلنى أتوقف لحظة عند نموذج دال حدث فى منطقتنا، لا أستطيع أن أمنع نفسى من ذكره، قبل العودة إلى الاتجاهات الجديدة فى البيولوجيا.

فى أواخر الثمانينيات، وقبل الصدام الأمريكى المدمر مع صدام حسين، زاره وفد من الكونجرس، ونشرت الصحف بعض ما جاء فى حديث مقتضب مع الوفد، حيث ألحوا إلى أن

إمكانيات العراق قد تسمح بصنع الأسلحة البيولوجية. وكان الرد، الذي أعتقد أن هنالك من جهزه له، أن معنى ذلك أن يوقف العراق تطوره في العلوم البيولوجية التي تفيد في تنميته. فمعامل البيولوجيا المتطورة يمكن توجيهها إلى ذلك فعلاً. لا يحتاج هذا النموذج إلى تفصيل أكثر، ليدل على ما أشرنا إليه من وضع التقدم العلمي للدول النامية تحت المجهر، وإن كان من الممكن ذكر موضوع الملف النووي الإيراني، بكل تعقيداته التي لا محل لها هنا، والمعايير المزدوجة بالنسبة لإسرائيل. ولا بأس مع هذه الحكاية البيولوجية الجادة عن صدام والعراق، أن تذكر حكاية طريفة، نشرتها الصحف أيضاً، وأظنها «مفبركة»، تدرج تحت الحرب الدعائية. حيث ذكر أن بعض العلماء العراقيين عزموا، بعد نجاح استنساخ دوللي، السفر إلى الخارج (بريطانيا على ما أذكر) لامتلاك ناصية هذه التقنية الجديدة، والعودة لاستنساخ صدام، لتحكمهم هذه النسخة بعده ضمناً لمستقبل العراق!!! لم نتوقف في ذلك الحين أمام الحكايتين بالقدر الكافي، وإن استدعاهما الحديث عن ثقافة

البيولوجيا فى عرضنا الحالى. والآن، دعونا نصل ما انقطع، لنستكمل عرضنا للتوجهات الجديدة والبازغة فى العلوم البيولوجية، وآثارها المستقبلية، بعد أن مهدنا لذلك بذكر آثار التحول الجزئى لها.

### البيومعلوماتية والبيولوجيا الحاسوبية:

ذكرنا فى سردنا لتطور البيولوجيا فى مرحلة «ما بعد الجينوم»، شيوع فكرة «الخرطنة» mapping، واقتراح العديد من المشروعات التى يسميها البعض «بالأوميات»، لاحتوائها إلى لاحقة «أوم Ome -» التى اقترنت طويلاً بالمجموع الجينى للكائن (الجينوم). وكان أكثرها نضجاً مشروع «البروتيوم»، الذى يحدد خريطة البروتينات، التى تتحكم جينات الكائن فى تكوينها. صاحب ذلك التفكير فى الاستفادة من إمكانيات المعلوماتية للتعامل مع الفيض الهائل من المعلومات الخاصة بالجينات والبروتينات، وعلى هذا الأساس ظهرت «البيومعلوماتية» Bioinformatics والبيولوجيا الحاسوبية Computational Biology.

ورغم أن البعض يستخدم المصطلحين السابقين دون تفرقة، وأن البيولوجيا الحاسوبية تتداخل أحياناً في مفهومها مع بيولوجيا النظم، التي سنتعرض لها فيما بعد، إلا أننا نستطيع أن نحدد الفارق بينهما في اختصاص البيومعلوماتية، كما يوحى اسمها، بالتعامل مع المعلومات البيولوجية، واختصاص البيولوجيا الحاسوبية بالفروض التي يتم على أساسها هذا التعامل. والعامل المشترك بينهما يتمثل في توظيف الوسائل والأدوات الرياضية لاستخلاص المعلومات المنظمة من البيانات الغزيرة التي توفرها تقنيات البحوث البيولوجية، مثل تتالي وسلسلة الجينومات بترتيب نتائج تحليل شظايا الدنا المستخدمة في السلسلة، وكذلك دراسة تنظيم عمل الجين باستخدام المصفوفات الجزيئية وغيرها من الطرق، التي لا مجال لشرحها التفصيلي في هذا العرض المختصر. ويمتد استخدام البيومعلوماتية والبيولوجيا الحاسوبية إلى مجالات البيولوجيا التطورية وقياس التنوع الحيوى وتحليل التعبير الجيني والبروتيني، والدراسة المقارنة للجينومات الخاصة بمختلف الكائنات، ودراسة الطفرات الخاصة بالسرطان، وغير ذلك.

وكما شرحنا قبل ذلك، ساعد هذان الاتجاهان المترابطان إلى درجة ملحوظة في التحول المستقبلي للبيولوجيا إلى «علم معلوماتي»، دون أن يعنى ذلك العودة إلى التفكيك والاختزالية بصورتها السابقة. إن هذا التوجه يتم في ضوء الحرص على التعامل المنظومي والنظرة الكلية، وهو التعامل الذى يؤكد الاتجاه المستقبلي التالى الذى أطلق عليه اسم «بيولوجيا النظم».

### بيولوجيا النظم:

هذا الاتجاه بدأ التوسع فى استخدامه فى سياقات مختلفة للعلوم البيولوجية منذ عام ٢٠٠٠. فهو «مجال» field لدراسة التفاعل بين مكونات النظم البيولوجية، وكيف تؤدي هذه التفاعلات إلى ظهور وظائف وسلوك هذه النظم البيولوجية على مختلف مستوياتها، من الجزيئات إلى عشائر الكائنات (مثال ذلك منظومة الإنزيمات ونواتج التمثيل الغذائى فى مسارات هذا التمثيل المختلفة).

وهو «نسق» paradigm مضاد للنسق الإختزالي، الذى ينجح فى التعرف على مكونات التفاعل، لكنه يفشل فى

توضيح بزوغ الخصائص الجديدة للنظام كمحصلة لهذا التفاعل. إن بيولوجيا النظم تقوم على تضمين المسببات والآثار المتعددة فى شبكة العلاقات البيولوجية، وندرسها بصورة أفضل بالقياسات الكمية وإدماج البيانات فى نماذج رياضية. إنها تجمع أجزاء الصورة معاً، ولا تأخذ كل منها منفرداً كما تفعل الإختزالية، ولذلك فهى تغير فلسفتنا فى دراسة ظواهر الحياة، كما يقول ديس نوبل.

كما يراها البعض وسيلة لتقديم «بروتوكولات إجرائية» للبحوث البيولوجية، و«ظاهرة اجتماعية/ علمية» تتبنى استراتيجية تدعو إلى تجميع البيانات المعقدة لتفاعلات النظم البيولوجية، التى تأتى من مختلف المصادر التجريبية بينية الفروع interdisciplinary والتخصصات. وهى بذلك تعد ملائمة لدراسة خرائط «الأوميات»، التى ذكرناها سابقاً، وغيرها.

وجدير بالذكر هنا أن بيولوجيا النظم مرشحة لتطبيقات هامة، بدأت حساباتها وتقديراتها الاقتصادية فى كثير من

الدول. فقد لفت انتباهي دراسة كندية حديثة، على سبيل المثال لا الحصر، تذكر أن سوق تكنولوجيا البيولوجيا القائمة على المعلوماتية بلغ ٣٨ بليون دولار، وأن عوائد النواتج التي ظهرت على أساس توظيف بيولوجيا النظم ستبلغ ٧٨٥ مليون دولار خلال عام ٢٠٠٨. وتشير هذه الدراسة إلى أهمية بيولوجيا النظم المستقبلية في مجال الصحة والبيئة، واكتشاف الأدوية الجديدة، والزراعة، والدفاع البيولوجي Biodefence وغير ذلك من المجالات.

### **تطبيقات البيولوجيا التطورية:**

يرى جيم بل أن البيولوجيا التطورية تقدم الكثير من التطبيقات المرشحة لأن تكون من تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين. ويعتقد بحق أنها تعاني من مشكلة الصورة المجتمعية لها. فالبعض يشير إلى الآثار السلبية لتطبيقاتها، والبعض الآخر يرى أنها مجال أكاديمي بحت. ومن السهل دحض هذه الصورة غير الموضوعية بتوضيح أمثلة من الإنجازات التي قامت على أساس مفهومها:

\* تحسين المحاصيل الزراعية وسلالات حيوانات المزرعة،  
بالتربية والانتخاب والتهجين... إلخ، عمل يقوم فى  
أساسه على البيولوجيا التطورية.

\* قيام إنتاج الفاكسينات الأفضل على الأسس التطورية،  
رغم عدم إدراك الكثيرين لذلك. وحتى مشاكل استخدام  
الفاكسينات لها أساس تطورى يستوجب الدراسة  
والمواجهة.

\* اعتماد مجالات تطوير الدواء والصناعات البيوتكنولوجية  
المستقبلية على البيولوجيا التطورية، حيث توجد براءات  
اختراع تقدر بمبالغ ضخمة تقوم على حث التطور (أو  
تفاديه) فى المختبر، قبل توظيف النتائج خارجه.

لقد دفعنا غالباً لعدم إدراكنا الكافى للبيولوجيا التطورية  
بالاستخدام المكثف للمضادات الحيوية والمبيدات، حيث أدى  
ذلك إلى انتشار السلالات المقاومة. وفى ضوء الدروس  
المستفادة، يمكن أن تتقدم تكنولوجيات البيولوجيا التطورية فى  
عدة مجالات، من بينها:

\* إطالة الزمن الفعال لاستخدام الدوائيات والكيماويات،  
بمواجهة مشكلات تطور مقاومة الكائنات الضارة  
المستهدفة.

\* بناء الشجرة التطورية للعلاقة بين الكائنات، وتوظيفها في  
الدراسات الأساسية والتطبيقية.

\* تتبع أثر وتطور مسببات الأمراض والأوبئة، والبحث عن  
نقاط الضعف اللازمة لمواجهتها.

\* الإنتاج الصناعي للكيماويات والعوامل الحيوية، «بالتطور  
الموجه».

وبذلك فإن البيولوجيا التطورية ستكون وراء العديد من  
التكنولوجيات الطبية والزراعية، بل والقانونية والأمنية (التصدى  
للحرب البيولوجية نموذجاً). وستكون مقاومة الوبائيات من أهم  
مجالاتها الحيوية الواعدة.

## بيولوجيا التطور والتكوين:

سبق أن ذكرنا الجمع بين التطور والوراثية فيما سمي  
«بالنظرية التركيبية الجديدة» new synthesis، التي حاولت

حل مشكلة داروين مع ميكانيكيات الوراثة وقوانينها التي قدمها مندل، بالإضافة إلى مفهوم الطفرة المحدثة للتغير الوراثي والتباين كأساس لعمل الانتخاب الطبيعي. وهو المفهوم الذي قدمه دى فريز، أحد من أعادوا اكتشاف أعمال مندل، وأظن أنه كان يعتقد تجاوزه في الأهمية!!! بعد ذلك، قدم ستيفن جولد والدرج تفسيراً للانفجار التطوري في بعض الأحقاب التطورية بمفهومها عن الإتزان المتقطع punctuated equilibrium. ثم ظهرت دراسات التطور على المستوى الجزيئي، بعد نجاح التعامل مع جزئيات الدنا والبروتينات. ومع ذلك بقيت مجالات دراسة طريق تكوين الكائن المعقد من خلية بسيطة مخصصة (الزيجوت)، ووظائف المخ وظهور الوعي والشيخوخة، أكثر إلغازاً وأقل نضجاً.

وفي الآونة الأخيرة، التي تميزت كما كررنا كثيراً بتجميع الفروع البحثية وصولاً إلى الصورة الأكبر، ظهر الاتجاه إلى الجمع بين التطور Evolution والتكوين Develop-ment، وصار يعرف اختصاراً بمصطلح evo - devo، بأخذ المقطع الأول من الكلمتين وأفضل هنا أن نقوم بتعريبه (كتابة

بحروف عربية)، لأن ترجمته ستكون أكثر تعقيداً وأقل جاذبية، رغم انتصارى لأهمية الترجمة قدر الإمكان.

إن مجال «إيثو - ديفو» يعنى بدراسة نشأة وتطور تكوين الجنين؛ وكيف تؤدي تحورات التكوين وعملياته إلى ظهور الخصائص والملامح الجديدة؛ ودور المرونة التكوينية فى التطور؛ والكيفية التى تؤثر بها الإيكولوجيا والبيئة على التغير التكويني والتطورى؛ والأسس التكوينية للتماثل بين الكائنات. إنه باختصار يقارن من منظور تطورى، بين العمليات التكوينية لمختلف النباتات والحيوانات؛ فى محاولة لتحديد علاقات النسب البعيدة بينها، وكيفية بزوغ العمليات التكوينية الخاصة بكل منها خلال التاريخ التطورى. ورغم أن الاتجاه إلى المقارنة بين تكوين الفرد وتطور النوع يعود إلى القرن التاسع عشر، إلا أن «إيثو - ديفو» اكتسب زخماً كبيراً بالاكتشافات الخاصة بالجينات المنظمة للعمليات التكوينية، وتأثير التغيرات والتحورات فوق الوراثة epigenetic على التكوين والتطور معاً، لما تحدته من تباين على المستوى الجينى والتعبيرى خلال التكوين.

ويرى البعض أنها قد تفسر إشكالية تطويرية هامة، هى فهم

آلية ظهور المستويات الأعلى من التطور macroevolution . إن المستويات الدقيقة الأصغر microevolution يمكن مشاهدتها وإحداثها، أما المستويات الأكبر ففرضياتها أكثر من حقائقها. وعموماً فإن دراسات إيثو - ديفو تدرس المجموعات الجينية المحددة لشكل الكائن، وتقارنها بين الكائنات المختلفة، ونوعيات الطفرات المحدثة للتباين التكويني. وأعتقد، رغم أن هنالك من يرى أنها لم تنضج بعد كاتجاه محدد المعالم، أن فوائدها العلمية والعملية ستأكد في المستقبل. إن هذا الاتجاه قد يساعد في فهم أسباب تباين المقاومة والإصابة ببعض الأمراض، العضوية والميكروبية، في الكائنات ذات العلاقة التطورية. وفي معرض فهم المستويات التطورية العليا، قد يسهم هذا الاتجاه، وأضع خطوطاً كثيرة تحت كلمة قد، في فهم تطور المخ ونشأة الوعي.

وبصرف النظر عن صحة هذا الرأي الذي اقترحته بالنسبة لدراسات إيثو -- ديفو، فإن تطور المخ ونشأة الوعي يعدان بلا جدال قمة «تطور التكوين»!!! لقد استأذن علماء الطبيعيات الفلاسفة، بشكل مجازي، وأدخلوا المخ إلى المعمل. إنهم

يعكفون على عمل خرائط للمخ (الخرطنة مرة أخرى كإتجاه)، تستخدم نماذجها الأولى (التي ظهر أحدها في ٢٠٠٤) في دراسة المخ في الصحة والمرض. وبجانب الدراسات التشريحية التقليدية، والدراسات الفيزيائية والكيميائية الأكثر حداثة، يستخدمون النماذج الرياضية والحاسوبية والمحاكاة في دراسته. لقد سميت تسعينيات القرن العشرين «بعقد المخ»، لأن المعلومات التي تراكمت عنه في هذا العقد تفوق كل ما سبقها كما وكيفاً. وظهرت نوعية جديدة من التكنولوجيات، تسمى «تكنولوجيات المخ» التي ستحدث ثورة هائلة في التعليم والتدريب (قد نصل في المستقبل إلى شيوع عبارة «لم يرسب أحد»، بدلاً من عبارة «لم ينجح أحد»!!!). وأدخلوا في المخ رقائقا إلكترونية، تجعل الإنسان يتواصل «فكرياً» وليس مادياً، مع الكمبيوتر، استطاع بواسطتها إنسان مصاب بشلل رباعي أن يقرأ بريدته الإلكترونية!! وهنالك من اختار، مثل كيفن فارقيك، حياة السيبورج Cyborg، الذي يجمع بين الإنسان ومستحدثاته التكنولوجية بزراعة الرقائق المتصلة بأعصابه ليتواصل مع عالمه الخارجي، مفلسفاً ذلك بأنه لا يريد للآلة

التي اخترعها أن تفوقه وتنتصر عليه، لذلك قرر الالتحام معها!!!

## الحياة الاصطناعية والبيولوجيا التخليقية:

نشأ مفهوم الحياة الاصطناعية Artificial Life باعتباره علم وفن اختبار النظم المتصلة بالحياة، وعملياتها وتطورها، عن طريق المحاكاة التي تستخدم فيها النماذج الحاسوبية والروبوتات ومعطيات الكيمياء الحيوية. وبذلك فهي تقوم على محاكاة البيولوجيا التقليدية بإعادة التركيب أو التخليق الافتراضى للظواهر البيولوجية. وهى بذلك تشكل برامجا لجزئيات وكائنات وتدرس تفاعلاتها وتطور نتائجها حاسوبيا. وتستخدم برامج محاكاة للغة الدنا DNA أو لكائنات افتراضية وتدرس سلوك الأفراد والعشائر، وتضع فى البرامج! إمكانيات التباين والطفور وتدرس نتائجهما... إلخ. وتقارن بين تطور معطيات هذه البرامج عبر الزمن، وهل ستؤدى طفراتها إلى أشكال أفضل موأمة أم لا.

ورغم أن هذه الدراسات مرشحة للاستمرار، لما تعطيه من

نتائج مثيرة فى مجال البيولوجيا النظرية، والتطور والتكوين بالذات، إلا أن الاتجاه الأكثر حداثة، المسمى بالبيولوجيا التخليقية Synthetic Biology (إختصاراً syn-bio) يمثل نقلة ثورية، ذات آثار أخلاقية وقانونية واجتماعية أكبر، لأنه يتعامل مع إمكانيات تخليق أشكال حية جديدة، يطلق عليها البعض نفس الوصف السابق (الحياة الاصطناعية)، وهو خلط غير دقيق، قد يحله التعريف الأوسع للحياة الإصطناعية بتضمينها نماذج المحاكاة والنماذج الفعلية، والتي تجمع بين الاثنين مثل الاتجاه إلى استخدام الدنا كجزء معلوماتى فى الحاسوبية.

وتاريخ مصطلح البيولوجيا التخليقية يعود إلى عام ١٩٧٤ عندما استخدمه العالم البولندى فاكلو سيبالسكى، إلا أن تطبيقاته الحديثة تجمع بين البيولوجيا والكيمياء والهندسة ومفهوم إعادة الكتابة أو التحرير، المأخوذ من البرمجيات، والذي يستند إلى إمكانية إعادة بناء النظم الحيوية بشكل أبسط، يسهل التعامل معه. إن البيولوجيا التخليقية تريد تصميم وبناء وظائف ونظما جديدة غير متوفرة فى الطبيعة، وتوجيهها لإنتاج

طاقة بديلة أو كيماويات نادرة، وغير ذلك من الأهداف التطبيقية. ومن نجوم هذا المجال الخطير (بمعنى الأهمية والخطورة معا) كريج فنتر، الذى كاد أن يسبق المشروع الدولى للجينوم البشرى فى شركته الخاصة، لولا الاتفاق معه على الإعلان المشترك للمسودة الأولى للجينوم. لقد اقترح منذ ما يقرب من عشر سنوات مشروعاً لبناء جينومات أبسط للميكروبات، يزال منها ما يمكن الاستغناء عنه، ثم تعاد إلى خلية نزع منها برنامجها الوراثى لتكون كائناً معدلاً. وهو الآن يعمل على بناء وتكوين أجزاء حيوية تؤدى إلى ظهور كائنات جديدة تماماً.

ويستشعر البعض أهمية الحرص فى السماح بهذا الاتجاه، مشيرين إلى أن أشكال الحياة الناتجة، إذا ما ثبتت خطورة بعضها، ستكون أخطر أشكال التلوث، لأن التلوث البيولوجى غير محدود بالكمية التى تطلق فى البيئة، لكنه قابل للتكاثر فى البيئة. إن الشكل الجديد المنتج بأسلوب الحياة التخيلية سيمثل شكلاً قابلاً للتكاثر الذاتى، أو ما يسمى self-replicator، ويكفى ذلك لإدراك مخاطره المحتملة، إذا ما أضفنا إلى

ذلك القابلية للتطور والالتفاف حول وسائل مقاومته، إذا ما  
استشعرنا ضرورة ذلك.

وإذا كنت قد ذكرت الشكل العلمى الأهم للخطورة،  
المتمثل فى التكاثر الذاتى، فهناك تحفظات أخرى علمية  
وأخلاقية. إن الإخلال بالتوازن الحيوى البيئى يمكن أن يذكر  
فى هذا السياق. وأخلاقيا ودينيا يرى البعض فى هذا الأمر  
تجاوزاً للتعامل الحكيم مع عالم الحياة، لأننا غير مؤهلين لأن  
نمارس دور الخلق أو playing God، كما يقولون فى الغرب.  
وهذا أمر ممجوج فى ثقافتنا. وأذكر فى هذا السياق، ما قاله  
ديفيد سوزوكى، العالم الكندى اليابانى الأصل، فى كتابه  
الشهير عن أخلاقيات الوراثة (Genethics)، الذى جمع فى  
عنوانه بين لفظى الأخلاق والوراثة والكائنات فى عالم الحياة  
من أهمية احترام الحدود الطبيعية بين الكائنات. فما بالك  
بعدم الاكتفاء بالتوليف بينها، كما هو الحال فى الهندسة  
الوراثية، وتجاوز ذلك إلى إدخال أشكال جديدة تماماً إلى هذا  
العالم المتوازن؟! وعموماً، فهذا الجانب يحتاج إلى مزيد من  
الدراسة، ليس من باب العداة للعلم، ولكن ترشيد توظيفه بما  
لا يضر البشر!

## وأخيراً: تكنولوجيات جاءت لتبقى!!!

فى إطار الثورة العلمية والتكنولوجية، أو العلم التقنى كما يطلق عليه البعض بشكل أكثر مهنية، شهدت العقود الأخيرة من القرن العشرين تطوراً هائلاً لعدد من التكنولوجيات البيولوجية ذات الآثار المجتمعية الكبيرة. وفيما يلى، نذكر باختصار بعض أمثلتها الواضحة:

\* يعد التكاثر من أهم الخصائص الطبيعية فى عالم الحياة منذ بدء الخليقة. وقد درس القدماء دور الذكر والأنثى، أو الحيوان المنوى والبويضة فى تكوين الأفراد الجديدة. واليوم ندرس دور التكنولوجيا فى حل مشاكله. فبعد التلقيح الصناعى ووسائل منع الحمل، جاء الإخصاب خارج الرحم (أو تكنولوجيا أطفال الأنابيب، كما تسمى شعبياً). وفى العالم الحالى (٢٠٠٨) تحتفل ليزا براون، أو طفلة أنابيب ولدت عام ١٩٧٨، ببلوغها الثلاثين. وقد ظهرت بعد ذلك تقنيات أخرى مثل الحقن المجهري للبويضة بحيوان منوى واحد سليم، وإنضاج الحيوانات المنوية معملياً. وتمارس الكثير من عمليات تحويل

الجنس. كما تجرى الدراسات على إمكانية استكمال نمو الجنين في رحم اصطناعى. وتجرى عمليات تجميد الحيوانات المنوية والبويضات والأجنة، وحفظها لحين الحاجة إليها. هذا بالإضافة إلى دراسة الأساس البيولوجى والنفسى للتوجه الجنسى للأفراد، ودور الوراثة فى كونهم طبيعيين (يميلون إلى الجنس المخالف) أو مثليين (يميلون إلى نفس الجنس). كما يقترح البعض الوسائل التى تؤكد حقوق المثليين فى الحصول على نسل له علاقة بيولوجية بهم. وتبيع الشركات الحقيقة والوهم فى علاج عنة الذكور. وإكسابهم فحولة جنسية بعد الأوان (القياجرا والسياليس والايفيدرا)، وتطالب الإناث باهتمام مماثل !!!

\* ومن التكنولوجيات التى جاءت لتبقى أيضاً، العلاج الجينى gene therapy، بوضع نسخ سليمة من جينات تعوض العيب فى التركيب الوراثى للأفراد. لقد بدأت محاولات العلاج الجينى فى مطلع التسعينات، وحدثت نجاحات لا بأس بها عام ٢٠٠٠ (الطفلة أشانتى، التى عولجت من أحد أمراض نقص المناعة). وهنالك تراث

فى تدقيق بروتوكولات هذا العلاج، وإن كان من المؤكد التغلب على عقباته.

ولا يمكن ذكر تكنولوجيا العلاج الجينى دون أن تذكر إمكانية استخدام وسائلها فى «التعزيز الوراثى» genetic enhancement. هل يمكن، بجانب علاج الأمراض الذى لا يصح أن نرفضه، لأن ذلك لا يكون عداً للعلم فقط، ولكن عداً للبشرية، أن تفكر فى «تصميم الأطفال» ليكونوا أكثر جمالاً أو قوة أو ذكاء؟ هنالك من يدعم ذلك بالتساؤل: إذا أردت تعليماً أفضل لأطفالك، ألا ترسلهم لمدارس خاصة متميزة، ذات تكاليف عالية؟ وإذا أردت علاجهم الأكفأ، ألا تذهب بهم إلى المستشفيات الخاصة؟ لماذا نرفض إذا إعطائهم الفرصة فى الحصول على جينات أفضل، إذا كان ذلك ممكناً وآمناً؟ لقد أنتجت المعامل «الفأر الذكى» و«الفأر العملاق» بهذا التعزيز. هل نطبق ذلك على البشر؟ والمناقشات الراضة كثيرة أيضاً. فالبرنامج الوراثى السلوكى للأفراد معقد، لا يمكن تصور توجيهه بخفة. كما أن

فكرة التعزيز توحى بالتمييز الوراثي، الذي يؤدي إلى ظهور فصيلين من البشر: الأغنياء چينيا، والفقراء چينيا. ألا تكفى فجوة الغنى والفقير الاقصادى، التى نجاهد فى مواجهتها؟ عموماً، سيبقى العلاج الجينى، وسيخضع التعزيز لقوة العرض والطلب من ناحية، والضغط المجتمعى المتحفظ من ناحية أخرى. ودون مبالغة فى التشاؤم، أظن أن العرض والطلب يفوق فى قوته الخطاب الأخلاقى فى الزمن الحالى.

\* مع دراسات المناعة والتوافق النسيجى، ظهرت تكنولوجيات نقل الأعضاء والأنسجة، التى أنقذت حياة الكثيرين. وظهرت معها أشكال تجارية مرفوضة، ومحاولات للتنظيم. وباكتشاف الخلايا الجذعية أو خلايا المنشأ stem cells ظهر الأمل فى توظيفها فى دراسات الهندسة النسيجية، لأن هذه الخلايا تستطيع أن تتشكل إلى كل أنواع الخلايا بجسم الكائن. هنالك عقبات فنية عديدة، تجرى محاولات التغلب عليها لتحقيق هذا الأمل. وقد حاول البعض إنتاج أو استنساخ أجنة للحصول على الخلايا

الجدعية الجينية منها، ورفض ذلك أخلاقياً من قبل من يعتقد أن الجينين كائن حي له حقوقه الكاملة، التي لا يجب أن تعتدى عليها. وهناك تقدم في المجال يسمح بالحصول على الخلايا الجذعية من السائل الأمنيوني المحيط بالجنين دون الإضرار به. وعموماً، تؤكد مرة أخرى أن الخلايا الجذعية وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية، قد جاءت لتبقى. وستساعد في علاج الكثير من الأمراض العضوية وأمراض الشيخوخة (السكر والأوعية والكبد والزهايمر... إلخ)، رغم الحظر الحكومي الذي يضعه البعض (جورج بوش) على بحثها!!!

\* في عصر الجينوم وما بعده، ستساعد معلومات الجينومات والبروتيومات وغيرهما في عشرات التطبيقات الطبية والزراعية والبيئية، وفي دراسة التنوع الحيوي والفروق بين الأفراد والعشائر... إلخ. واعترافاً «بالمبدأ الإنسي»، الذي اعترفت من قبل بأنه يضع الإنسان في مركز الاهتمام، أود أن أشير هنا إلى الاتجاه إلى توظيف هذه المعلومات في تصميم الأدوية والعقاقير الملائمة للأفراد-individual

ised، التي تقلل الآثار الجانبية، وتزيد من الفعالية بالنسبة للمريض.

\* أخيراً، أود أن أشير إلى اتجاه يستحق أن نتساءل حياله عما يصح أن يبقى منه. هنالك من يرى أننا على أعتاب المستقبل ما بعد البشرى، الذى توظف فيه ترسانة المعلومات الجينية بكل إمكانيات العلاج والتعزيز، والمعلومات الكيماوية التى تمتد من الدوائيات إلى السلوكيات والمزاج النفسى، لظهور ما يعده المحلل السياسى فرانسيس فوكوياما تجاوزا للإنسانية. إن المقتنعين بذلك لهم جمعياتهم ومواقعهم على الإنترنت، التى تنتشر بياناتهم، ويسمون أنفسهم «البشر الإنتقاليون» - transhumanists، وصولاً إلى ما بعد البشر Posthumans. هل من حق الإنسان، الذى يهندس الطبيعة، أن يهندس المهندس، وأن يطور نوعه؟ إن فوكوياما يرى أن الخطاب الأخلاقى لا يكفى، ولا أملك إلا أن أوافق على ذلك. لا بد من التنظيم، محلياً وعالمياً، حتى نحافظ على مفهوم «العلم النافع»، ونتلافى «العلم المارق»، لو صححت

التسمية. إن مفهوم «العلم النافع» مؤسس في ثقافتنا العربية الإسلامية، التي لا نحسن الدفاع عنها، رغم أنه يمكن أن يكون من وسائل هذا الدفاع في هذه اللحظة التاريخية للعلم والعالم معاً!!!

### III. ٢. التلاقى (وحدة المعرفة)

لا شك أن قراءة هذه الكراسة الصغيرة تشير إلى العديد من حالات التلاقى بين مختلف المعارف العلمية، الطبيعية والاجتماعية والإنسانية، ولا تخلو من إشارات عن علاقة البيولوجيا بالإبداع فى الفن والأدب. لقد حدثت الثورة البيولوجية من تلاقى الفيزياء والكيمياء مع البيولوجيا، الذى أنتج التحول الجزيئى فى دراسة ظواهر الحياة. واليوم، نحن على أعتاب ثورة جديدة تتلاقى فيها معطيات الجينوم وبقية «الأوميات» مع دراسات السلوك والوعى ونشاط المخ (ألا يمكن أن نقول العقل أيضاً؟). وشهد تاريخ البيولوجيا والوراثة لقاءات عديدة مع السياسة والاقتصاد والاجتماع، من التمييز العرقى والإثنى على أسس وراثية (الجنس الآرى، والأبيض والأسود

والأصفر... إلخ)، والحرب التجارية بين أوروبا وأمريكا بسبب الأغذية المهندسة الوراثية، بل ورفض دولة أفريقية تعاني من الجوع قبول منحة من هذه الأغذية لخطورتها المحتملة، رغم أن الجوع خطورته مؤكدة!!!

ويبدو أن التلاقى هو شفرة المستقبل فى التقدم العلمى. إن اللقاء بين البيوتكنولوجيا والمعلوماتية والنانوتكنولوجيا (BINT) ونواتج هذا اللقاء الثرى، قد دفعا مؤسسة راند إلى إجراء دراسة عنه تحت عنوان «رؤية ٢٠٢٠»، حددت فيها مجالات الإنجاز وفرص الدول الممكنة فيها. وقد اشتملت الدراسة على المتاح لمصر وغيرها من الدول فيه، وإن كنا نطمح إلى ما هو أزيد من الوارد فى هذا التقرير.

وفى مقاربة للاتجاهات الجديدة والباذغة للعلم والتكنولوجيا New and Emerging Sciences and Technologies (NEST) والإعلان عن تمويل مشروعات غير تقليدية لدراستها من قبل الاتحاد الأوروبى، توجد أكثر من حالة للتلاقى؛ فى دراسة «ماذا يعنى أن تكون إنساناً؟»، و«البيولوجيا التخليقية» التى ذكرناها سابقاً، و«الديناميكيات الثقافية»، وغير

ذلك من الدراسات الخاصة بتحليل الظواهر المعقدة للعلم وغيرها.

إن التلاقى هنا يعنى غالباً التوحيد unification الذى يـؤدى إلى ما اسميه «قوة الهجين»، كما يحدث فى التزاوج بين السلالات النباتية والحيوانية المختلفة والمتباعدة. إن قوة الهجين الناجمة من تلاقى وتوحيد الفروع والمعارف العلمية تؤدى إلى نتائج جديدة نوعياً وكمياً. وقد قدم عالم البيولوجيا الاجتماعية ولسون تصوراً لهذا التلاقى، فى عمل متميز ظهر عام ١٩٩٨ تحت عنوان consilience. هذه الكلمة تعنى لغة «القفز معاً». إن لقاء العلوم والمعارف يمكنها من القفز معاً نحو المستقبل.

وقد أورد ولسون الكثير من الأمثلة على هذا التلاقى، مثل لقاء التطور والوراثة فى النظرية التركيبية الجديدة، ونظريات توحيد قوى الطبيعية، ووحدة الغرض بين العلم والدين ، وكذلك العلم والفلسفة. والحاجة إلى توحيد المعرفة عبر مختلف التخصصات فى العلوم الطبيعية والاجتماعية والإنسانية. ويعنينا هنا الأمثلة الخاصة بالعلاقة بين العلوم

البيولوجية المختلفة من ناحية، والعلاقة بين البيولوجيا ومختلف العلوم والمعارف الأخرى. إن هذه الملاحظة الأخيرة شديدة الأهمية، أو هكذا أراها لأنى عشتها عبر خمسين عاماً من بدء الدراسة الأكاديمية للبيولوجيا فى العام الدراسى ١٩٥٨/١٩٥٩ وحتى الآن!!! نعم، البيولوجيا يمكن أن تكون واسطة العقد فى كل المعارف، وهى همزة الوصل بين الطبيعى من ناحية والإنسانى والاجتماعى والإبداعى من ناحية أخرى. إن قمة دراسة الطبيعة تتمثل فى دراسة «الحياة» وقمة دراسة الإنسانى والاجتماعى والإبداعى هى فهم «الوعى»، والتلاقى بينهما منهجياً وبحثياً يمثل اتجاهاً مستقبلياً مؤكداً.

obeikandi.com

خاتمة :  
الأخلاق هي الحل!!!

obeikandi.com

لعل القارىء يتفق معى على أن التقدم العلمى بشكل عام، والتقدم فى البيولوجيا، التى يسمى القرن الحالى بها وتكنولوجياها، بشكل خاص، يحتاج إلى تنظيم يستند إلى إطار أخلاقى واضح. وقد فضلت أن ننهى الحديث عن قصة البيولوجيا بكلمات عن أخلاقياتها. هذه الأخلاقيات تستمد من منظومة القيم الإنسانية، التى يعد الدين مصدرها الأساسى، مع أخذ التعددية بين الثقافات المختلفة فى الاعتبار. إن اليونسكو تولى هذا الأمر عناية كبيرة فى كل إعلاناتها الاسترشادية، التى توافق عليها الدول الأعضاء.

وأخلاقيات البيولوجيا Bioethics، صارت مجالاً متطوراً ومحترماً، له برامج دراسية ودرجات علمية فى العديد من الجامعات. وتشكل فى الدول المختلفة اللجان الخاصة به، التى تتعاون مع اللجنة الدولية باليونسكو. وفيما يتعلق بالبيولوجيا هنالك إعلانات هامة، تترجم إلى مختلف اللغات المستخدمة فى الأمم المتحدة، بما فى ذلك اللغة العربية، عن التعامل مع الجينوم البشرى والعلاقة بين أخلاقيات البيولوجيا وحقوق الإنسان وغير ذلك، كما هو الحال بالنسبة للممارسات الطبية،

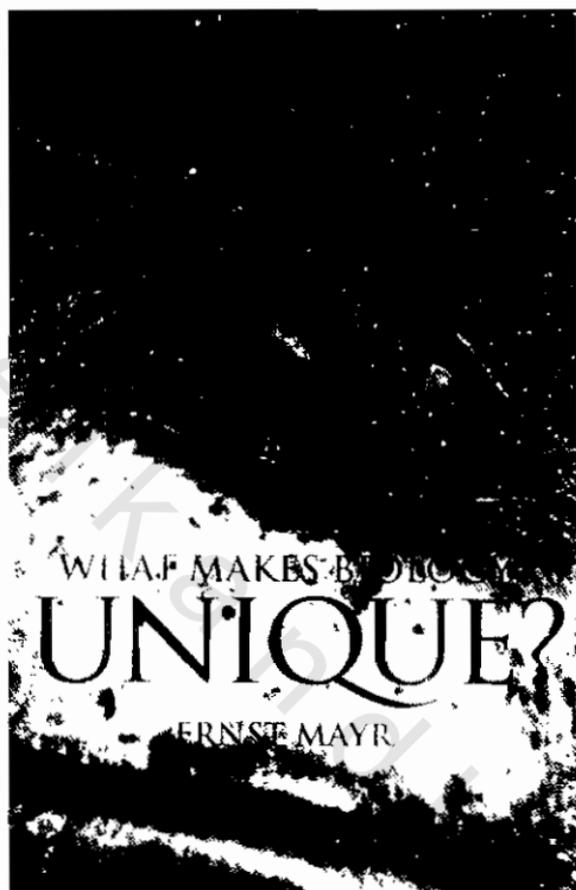
التي ركزت عليها أخلاقيات البيولوجيا قديماً، قبل تنوع التطبيقات البيولوجية الحديثة في الزراعة والبيئة والصناعة. وعموماً تقوم أخلاقيات البيولوجيا على المبادئ المعروفة للأخلاق عموماً: الاستقلالية والوعي والمسئولية في القرار الأخلاقي الذي تتخذه بناء على معرفة كافية autonomy، والعدالة في أن تحب لغيرك ما تحب لنفسك Justice، والحرص على أن يكون الأثر الناتج عن القرار نافعاً وخيراً do what is good وتلافى ما هو ضار do no harm. ألا تجد مثلي قيمك وثقافتك في هذه المبادئ الأربعة؟!!!

# قصة البيولوجيا :

تحليل ثقافى لعلم الحياة !!!

ملحق الصور

obeikandi.com



غلاف كتاب أرنست ماير الأخير، الذي يشرح فيه تفرد البيولوجيا  
(مطبعة جامعة كامبردج، ٢٠٠٤).



جدارية في كهف يقع في أسبانيا، تصور رحلة صيد حدثت منذ  
قرابة عشرة آلاف عام.



غلاف دورية من أهم دوريات البيوتكنولوجيا، حرص محررها  
المصرى الصديق (دكتور رافت الجويلي) على أن تكون الصورة الدائمة  
لغلاف أعدادها معبرة عن «الفجر المصرى» لهذا المجال.



أرسطو، الذي يعد من أهم من التفت إلى الأفكار البيولوجية من  
فلسفة الإغريق، وقد وضع تصنيفا للكائنات الحية، وامتد تأثير أفكاره في  
البيولوجيا وغيرها لفترة طويلة.



الأعضاء الداخلية للجسم البشري، كما صورت في العصر الذهبي  
للحضارة الغربية الإسلامية



U A S I L E A E .

أندرياس فاسيليوس، رائد التشريح، يمارس العمل أمام عدد كبير من  
المشاهدين المنبهرين.



الكون الأصغر - صورة من القرن التاسع عشر، تظهر الجسد البشري  
وكانه جوهر العالم (المبدأ الإنسي)؟



أنتوني فان ليثنهوك، الذي أطلعنا على عالم الميكروبات المجهرية،  
التي لا تشاهد بالعين المجردة.



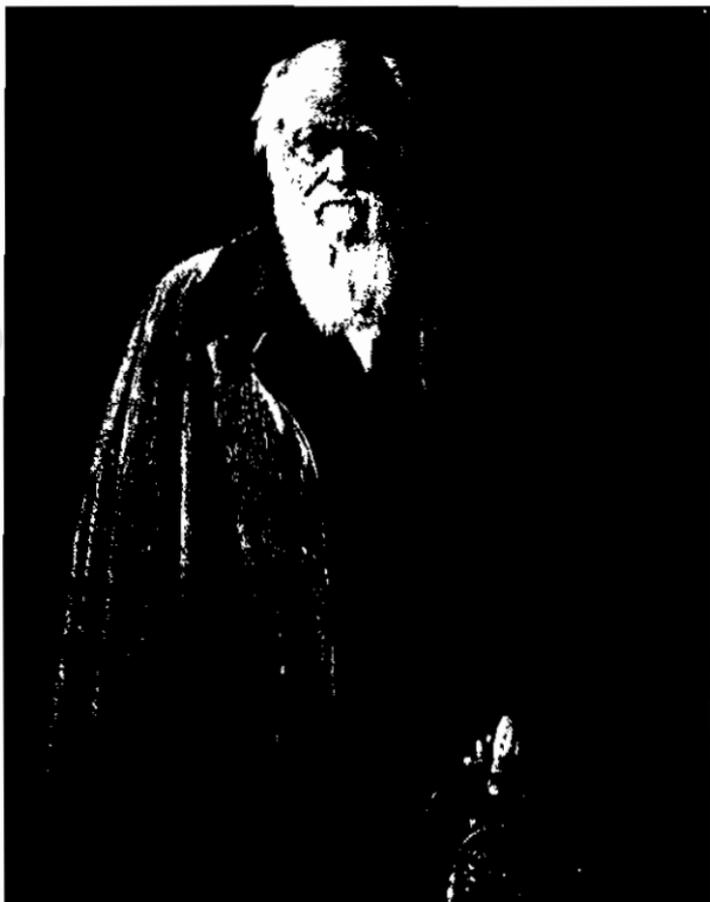
شليدن وشوان، اللذان قدماهما وفيرشو، كل بشكل منفصل ما  
صار يعرف «بنظرية الخلية».



باستير، الذى قضى على نظرية التولد الذاتى، وقاد إلى فهم الأساس  
الجرثومى للأمراض.



جان باتيست لامارك، صاحب نظرية التطور عن طريق توارث الصفات المكتسبة.



تشارلز داروين ، الذى قدم الفكرة الخطيرة ، كما يصفها البعض :  
التطور وأصل الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعى .



الفريد رسل والاس، الذى توصل إلى نفس استنتاجات داروين عن التطور، ولم يغط العالم الكبير حقه، وان كان ذلك دافعا لينشر كتابه عن أصل الأنواع.



توماس هنرى هسكلى، بولدج داروين، الذى أطلق عليه ذلك  
لدفاعه المستميت عن الدارونية والتطور وهو القائل: كيف لم تخطر هذه  
الفكرة بذهنى من قبل؟ معبراً عن صحتها وبدايتها.



جريجور مندل ، مؤسس علم الوراثة ومكتشف قوانينها.



الدنا DNA أو مادة الوراثة، الذى وصف بحق بأنه «أجمل جزئى فى العالم»، وألهم الفنانين وكتاب الخيال العلمى.



جيمس واتسون، أحد مكتشفى التركيب الحلزونى لمادة الوراثة،  
وأول من أدار مشروع الجينوم البشرى، قبل أن يكمله فرانسيس كولينز.  
لقد قال عن مغزى المشروع: لقد كنا نعتقد أن أقدارنا فى السماوات،  
لكننا اكتشفنا أنها فى الجينات!!! أما كولينز المؤمن فقد ألف كتابا عن  
الجينوم وصفه فيه بلغة الرب، مشيرًا إلى عبارة كليتون عن الجينوم.



غلاف كتاب مات ريدلي عن فرانسيس كريك، الذي ظهر بعد وفاته. وفيه يصف كريك بمكتشف شفرة الوراثة، وهو الأمر الذي أغضب نيرنبرج (هاربر كولنز، ٢٠٠٦).



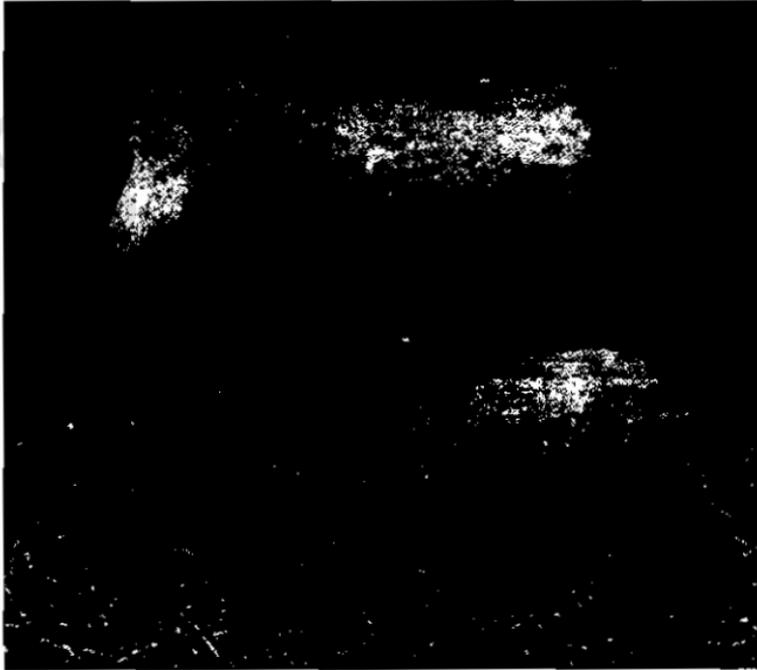
فرانسيس كولينز، مدير مشروع الجينوم الرسمى، وكريج فتر الذى  
كاد أن يسبقه من خلال شركته الخاصة. والأخير يعمل حالياً فى مجال  
البيولوجيا التخليقية.



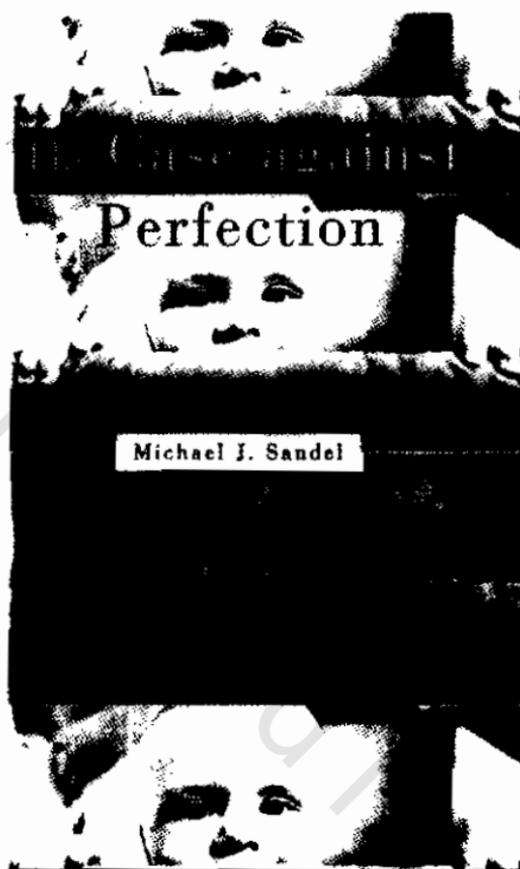
الفأر العملاق الناتج بالهندسة الوراثية، مقارنا بالحجم الطبيعي لأفراد سلالته.



منذ ١٩٩٠ وحتى ١٩٩٩ عولج أكثر من ٤٠٠٠ مريض جينيا، وفشلت هذه الحالات، محدثة يأسا كبيرا، خصوصا مع موت بعض المرضى بسبب الحساسية للناقل المستخدم لإدخال مادة الوراثة فى خلاياهم. وعاد الأمل، مع نجاح علاج أشانتي دى سيلقا من مرض مناعى حاد عام ٢٠٠٠. فبعزل خلايا الدم البيضاء، أو خلايا T الخاصة بالجهاز المناعى، وتنميتها فى المعمل، وحقن نسخ طبيعية من الجين المعالج للحالة عن طريق ناقل معين، والتأكد من النجاح، نقل قرابة بليون خلية معالجة إلى دم أشانتي. ووصل بعض الخلايا إلى نخاعها العظمى، وبدأ الانقسام معلنا شفاء أشانتي، أول أمل للعلاج الجينى، وإن كان الطريق طويلا.



أشهر نعمة في التاريخ «دوللي»، التي استنسخها إين ويلموت عام  
١٩٩٦، وولدها الأول «بونى»، المولود بالطرق الطبيعية. لقد أثارت جدالاً  
عنيفاً حول إمكانية استنساخ الإنسان.



غلاف كتاب ميشيل ساندل، الذي خصصه لنقد التعزيز الوراثي  
(مطبعة جامعة هارفارد، ٢٠٠٧).



المسح الدقيق للمخ، الذي صارت دراساته وتكنولوجياه المحتملة من  
أهم المجالات المستقبلية.

CONSILIENCE  
THE UNITY OF KNOWLEDGE  
Edward O Wilson

غلاف كتاب إدوارد ولسون الشهير عن تلاقى العلوم ووحدة المعرفة، وفيه يشير إلى الدور المحوري للبيولوجيا في ذلك (الفريد نوب، ١٩٩٨).