III. مستقبل البيولوجيا :

★ الاتجاهات الجديدة

★ التلاقى (وحدة المعرفة)

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 حاليا. كما أنه من الإنصاف أيضاً أن نعد الحلول التطبيقية البسيطة أصولاً للتكنولوچيا، التى سبقت العلم الذى نمارسه اليوم. وأضافت الحضارة الإغريقية بعدا عقلانيا، 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، وتعاظم دور التقدم العلمى والتكنولوچى فى التغيير المجتمعى، ظهرت الحاجة إلى الرؤية الاشمل من منظور وحدة المعرفة، لأن كل العلوم والمعارف تستهدف الإنسان والحياة البشرية فى نهاية الأمر.

انطبقت هذه المسيرة على البيولوچيا وعلومها المتخصصة، وعلاقاتها بالعلوم الأخرى، سواء أكانت علوما طبيعية (الفيزياء والكيمياء، بل والرياضيات وعلوم الحاسب)، أو علوما اجتماعية وإنسانية (السياسة والاقتصاد والاجتماع والفلسفة، ناهيك عن الأركيولوچيا والجغرافيا والتاريخ). وامتد التفاعل ليشمل العلاقة بالدين والروحانيات والفنون والآداب!!! لقد اتسعت الصفحات السابقة لذكر دور علاقة الفيزياء والكيمياء فى التحول الجزيئى للبيولوچيا، 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 «لليوچينيا»، التى استهدف 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 يؤدى إلى آثار مجتمعية كبيرة وممتدة. ويعد التحول الجزيى للبيولوچيا، وظهور علم البيولوچيا الجزيئية، نموذجا مثاليا. فمنذ سبعين عاماً تقريباً (أواخر ثلاثينيات القرن العشرين) اقترح ويفر إجراء البحوث التى تستعين بالفيزياء فى الدراسات البيولوچية. وأدى هذا الاتجاه إلى معرفة بناء الدنا فى الخمسينيات، وفك الشفرة الوراثية فى الستينيات، وبداية التوليف الوراثى (تكنولوچيا 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 الچينوميات، 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. وثارت حوله 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 تقنيا، فالبعد التكنولوچى

يعنى مباشرة الاتصال مع المجتمع والتشابك مع ثقافته وأخلاقياته، بالإضافة إلى سياسته واقتصادياته وقوته وأمنه. إن التكنولوجيات الجديدة والبازغة، التى تندرج تحت العلم التقنى، لا تتميز فقط بكونها عابرة للقطاعات، توظف فى العديد منها، لكنها أيضاً «مزدوجة الغرض» dual - purpose تستخدم سلماً وحرباً. هذا الأمر يضع تحدياً حقيقياً أمام سقف التقدم للدول النامية، التى ستجد صعوبة فى 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، وقبيل الصدام الأمريكى المدمر مع صدام حسين، زاره وفد من الكونجرس، ونشرت الصحف بعض ما جاء فى حديث مقتضب مع الوفد، حيث ألمحوا إلى أن

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

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

البيومعلوماتية والبيولوچيا الحاسوبية:

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

ورغم أن البعض يستخدم المصطلحين السابقين دون تفرقة، وأن البيولوچيا الحاسوبية تتداخل أحياناً فى مفهومها مع بيولوچيا النظم، التى سنتعرض لها فيما بعد، إلا أننا نستطيع أن نحدد الفارق بينهما فى اختصاص البيومعلوماتية، كما يوحى اسمها، بالتعامل مع المعلومات البيولوچية، واختصاص البيولوچيا الحاسوبية بالفروض التى يتم على أساسها هذا التعامل. والعامل المشترك بينهما يتمثل فى توظيف الوسائل والأدوات الرياضية لاستخلاص المعلومات المنظمة من البيانات الغزيرة التى توفرها تقنيات البحوث البيولوچية، مثل تتالى وسلسلة الچينومات بترتيب نتائج تحليل شظايا الدنا المستخدمة فى السلسلة، وكذلك دراسة تنظيم عمل الچين باستخدام المصفوفات الجزيئية وغيرها من الطرق، التى لا مجال لشرحها التفصيلى فى هذا العرض المختصر. ويمتد استخدام البيومعلوماتية والبيولوچيا الحاسوبية إلى مجالات البيولوچيا التطورية وقياس التنوع الحيوى وتحليل التعبير الچينى والبروتينى، والدراسة المقارنة للچينومات الخاصة بمختلف الكائنات، ودراسة الطفرات الخاصة بالسرطان، وغير ذلك.

وكما شرحنا قبل ذلك، ساعد هذان الاتجاهان المترابطان إلى درجة ملحوظة فى التحول المستقبلى للبيولوچيا إلى «علم معلوماتى»، دون أن يعنى ذلك العودة إلى التفكيك والاختزالية بصورتهما السابقة. إن هذا التوجه يتم فى ضوء الحرص على التعامل المنظومى والنظرة الكلية، وهو التعامل الذى يؤكده الاتجاه المستقبلى التالى الذى أطلق عليه اسم «بيولوچيا النظم».

بيولوچيا النظم:

هذا الاتجاه بدأ التوسع فى استخدامه فى سياقات مختلفة للعلوم البيولوچية منذ عام ٢٠٠٠. فهو «مجال» field لدراسة التفاعل بين مكونات النظم البيولوچية، وكيف تؤدى هذه التفاعلات إلى ظهور وظائف وسلوك هذه النظم البيولوچية 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 الإختزالى، الذى ينجح فى التعرف على مكونات التفاعل، لكنه يفشل فى

توضيح بزوغ الخصائص الجديدة للنظام كمحصلة لهذا التفاعل. إن بيولوچيا النظم تقوم على تضمين المسببات والآثار المتعددة فى شبكة العلاقات البيولوچية، 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 دنيس نوبل.

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

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

الدول. فقد لفت انتباهى دراسة كندية حديثة، على سبيل المثال لا الحصر، تذكر أن سوق تكنولوچيا البيولوچيا القائمة على المعلوماتية بلغ ٣٨ بليون دولار، وأن عوائد النواتج التى ظهرت على أساس توظيف بيولوچيا النظم ستبلغ ٧٨٥ مليون دولار خلال عام ٢٠٠٨. وتشير هذه الدراسة إلى أهمية بيولوچيا النظم المستقبلية فى مجال الصحة والبيئة، واكتشاف الأدوية الجديدة، والزراعة، والدفاع البيولوچى Biodefcnce وغير ذلك من المجالات.

تطبيقات البيولوچيا التطورية:

يرى چيم بل أن البيولوچيا التطورية تقدم الكثير من التطبيقات المرشحة لأن تكون من تكنولوچيات القرن الحادى والعشرين. ويعتقد بحق أنها تعانى من مشكلة الصورة المجتمعية لها. فالبعض يشير إلى الآثار السلبية لتطبيقاتها، والبعض الآخر يرى أنها مجال أكاديمى بحت. ومن السهل دحض هذه الصورة غير الموضوعية بتوضيح أمثلة من الإنجازات التى قامت على أساس مفهومها:

* تحسين المحاصيل الزراعية وسلالات حيوانات المزرعة، بالتربية والانتخاب والتهجين... إلخ، عمل يقوم فى أساسه على البيولوچيا 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 البيوتكنولوچية المستقبلية على البيولوچيا التطورية، حيث توجد براءات اختراع تقدر بمبالغ ضخمة تقوم على حث التطور (أو تفاديه) فى المختبر، قبل توظيف النتائج خارجه.

لقد دفعنا غالياً لعدم إدراكنا الكافى للبيولوچيا التطورية بالاستخدام المكثف للمضادات الحيوية والمبيدات، حيث أدى ذلك إلى انتشار السلالات المقاومة. وفى ضوء الدروس المستفادة، يمكن أن تتقدم تكنولوچيات البيولوچيا 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 فى الدراسات الأساسية والتطبيقية.

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

* الإنتاج الصناعى للكيماويات والعوامل الحيوية، «بالتطور الموجه».

وبذلك فإن البيولوچيا التطورية ستكون وراء العديد من التكنولوچيات الطبية والزراعية، بل والقانونية والأمنية (التصدى للحرب البيولوچية نموذجًا). وستكون مقاومة الوبائيات من أهم مجالاتها الحيوية الواعدة.

بيولوچيا التطور والتكوين:

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

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

وفى الآونة الأخيرة، التى 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 «إيفو - ديفو» يعنى بدراسة نشأة وتطور تكوين الجنين؛ وكيف تؤدى تحورات التكوين وعملياته إلى ظهور الخصائص والملامح الجديدة؛ ودور المرونة التكوينية فى التطور؛ والكيفية التى تؤثر بها الإيكولوجيا والبيئة على التغير التكوينى 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 «إيفو - ديفو» اكتسب زخماً كبيراً بالاكتشافات الخاصة بالجينات المنظمة للعمليات التكوينية، وتأثير التغيرات والتحورات فوق الوراثية epigenetic على التكوين والتطور معاً، لما تحدثه من تباين على المستوى الجينى والتعبيرى خلال التكوين.

ويرى البعض أنها قد تفسر إشكالية تطورية 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 إيڤو – ديڤو تدرس المجموعات الچينية 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 ستتأكد في المستقبل. إن هذا الاتجاه قد يساعد في فهم أسباب تباين المقاومة والإصابة ببعض الأمراض، العضوية والميكروبية، في الكائناته 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 إيڤو -- ديڤو، 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 (التى ظهر أحدها فى ٢٠٠٤) فى دراسة المخ فى الصحة والمرض. وبجانب الدراسات التشريحية التقليدية، والدراسات الفيزيائية والكيماوية الأكثر حداثة، يستخدمون النماذج الرياضية والحاسوبية والمحاكاة فى دراسته. لقد سميت تسعينيات القرن العشرين «بعقد المخ»، لأن المعلومات التى تراكمت عنه فى هذا العقد تفوق كل ما سبقها كما وكيفا. وظهرت نوعية جديدة من التكنولوچيات، تسمى «تكنولوچيات المخ» التى ستحدث ثورة هائلة فى التعليم والتدريب (قد نصل فى المستقبل إلى شيوع عبارة «لم يرسب أحد»، بدلاً من عبارة «لم ينجح أحد»!!!). وأدخلوا فى المخ رقائقا إلكترونية، تجعل الإنسان يتواصل «فكريا» وليس ماديا، مع الكمبيوتر، استطاع بواسطتها إنسان مصاب بشلل رباعى أن يقرأ بريده الإلكترونى!! وهنالك من اختار، مثل كيڤن ڤارڤيك، حياة السيبورج Cyborg، الذى يجمع بين الإنسان ومستحدثاته التكنولوچية بزراعة الرقائق المتصلة بأعصابه ليتواصل مع عالمه الخارجى، مفلسفا ذلك بأنه لا يريد للآلة

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

الحياة الإصطناعية والبيولوچيا التخليقية:

نشأ مفهوم الحياة الاصطناعية Artificial Life باعتباره علم وفن اختبار النظم المتصلة بالحياة، وعملياتها وتطورها، عن طريق المحاكاة التى تستخدم فيها النماذج الحاسوبية والروبوطات ومعطيات الكيمياء الحيوية. وبذلك فهى تقوم على محاكاة البيولوچيا التقليدية بإعادة التركيب أو التخليق الافتراضى للظواهر البيولوچية. 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 مواءمة أم لا.

ورغم أن هذه الدراسات مرشحة للاستمرار، لما تعطيه من

نتائج مثيرة فى مجال البيولوچيا النظرية، والتطور والتكوين بالذات، إلا أن الاتجاه الأكثر حداثة، المسمى بالبيولوچيا 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، والتى تجمع بين الاثنين مثل الاتجاه إلى استخدام الدنا كجزىء معلوماتى فى الحاسوبية.

وتاريخ مصطلح البيولوچيا التخليقية يعود إلى عام ١٩٧٤ عندما استخدمه العالم البولندى ڤاكلو سيبالسكى، إلا أن تطبيقاته الحديثة تجمع بين البيولوچيا والكيمياء والهندسة ومفهوم إعادة الكتابة أو التحرير، المأخوذ من البرمجيات، والذى يستند إلى إمكانية إعادة بناء النظم الحيوية بشكل أبسط، يسهل التعامل معه. إن البيولوچيا 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 كائنا 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 البيولوچى غير محدود بالكمية التى تطلق فى البيئة، لكنه قابل للتكاثر فى البيئة. إن الشكل الجديد المنتج بأسلوب الحياة التخليقية 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؟!! وعموما، فهذا الجانب يحتاج إلى مزيد من الدراسة، ليس من باب العداء للعلم، ولكن ترشيد توظيفه بما لا يضر البشر!

وأخيراً: تكنولوچيات جاءت لتبقى!!!

فى إطار الثورة العلمية والتكنولوچية، أو العلم التقنى كما يطلق عليه البعض بشكل أكثر مهنية، شهدت العقود الأخيرة من القرن العشرين تطوراً هائلاً لعديد من التكنولوچيات البيولوچية 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 التكنولوچيا فى حل مشاكله. فبعد التلقيح الصناعى ووسائل منع الحمل، جاء الإخصاب خارج الرحم (أو تكنولوچيا 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 المجهرى للبويضة بحيوان منوى واحد سليم، وإنضاج الحيوانات المنوية معملياً. وتمارس الكثير من عمليات تحويل

الجنس. كما تجرى الدراسات على إمكانية استكمال نمو الجنين فى 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 بيولوچية بهم. وتبيع الشركات الحقيقة والوهم فى علاج عنة الذكور. وإكسابهم فحولة جنسية بعد الأوان (الڤياجرا والسياليس والايڤيدرا)، وتطالب الإناث باهتمام مماثل!!!

* ومن التكنولوچيات التى جاءت لتبقى أيضاً، العلاج الچينى gene therapy، بوضع نسخ سليمة من چينات 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 تريث

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 عداءً للعلم فقط، ولكن عداء للبشرية، أن تفكر فى «تصميم الأطفال» ليكونوا أكثر جمالاً أو قوة أو ذكاء؟ هنالك من يدعمم ذلك بالتساؤل: إذا أردت تعليما 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 ممكنا وآمنا؟ لقد أنتجت المعامل «الفأر الذكى» و«الفأر العملاق» بهذا التعزيز. هل نطبق ذلك على البشر؟ والمناقشات الرافضة كثيرة أيضاً. فالبرنامج الوراثى السلوكى للأفراد معقد، لا يمكن تصور توجيهه بخفة. كما أن

فكرة التعزيز توحى بالتمييز الوراثى، الذى يؤدى إلى ظهور فصيلين من البشر: الأغنياء چينيا، والفقراء چينيا. ألا تكفى فجوة الغنى والفقر الاقتصادى، التى نجاهد فى مواجهتها؟ عموماً، سيبقى العلاج الچينى، 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 تكنولوچيات 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

الجذعية الجنينية منها، ورفض ذلك أخلاقياً من قبل من يعتقد أن الجنين كائن حى له حقوقه الكاملة، التى لا يجب أن تعتدى عليها. وهنالك تقدم فى المجال يسمح بالحصول على الخلايا الجذعية من السائل الأمنيونى المحيط بالجنين دون الإضرار به. وعموماً، أؤكد مرة أخرى أن الخلايا الجذعية وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية، قد جاءت لتبقى. وستساعد فى علاج الكثير من الأمراض العضوية وأمراض الشيخوخة (السكر والأوعية والكبد والزهايمر... إلخ)، رغم الحظر الحكومى الذى يضعه البعض (چورچ بوش) على بحوثها!!!

* فى عصر الچينوم وما بعده، ستساعد معلومات الچينومات والبروتيومات وغيرهما فى عشرات التطبيقيات الطبية والزراعية والبيئية، وفى دراسة التنوع الحيوى والفروق بين الأفراد والعشائر... إلخ. واعترافاً «بالمبدأ الإنسى»، الذى اعترفت من قبل بأنه يضع الإنسان فى مركز الاهتمام، أود أن أشير هنا إلى الاتجاه إلى توظيف هذه المعلومات فى تصميم الأدوية والعقاقير الملائمة للأفراد individual-

ised، التى 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» transhu-manists، 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 أوافقه على ذلك. لابد من التنظيم، محليا وعالميا، حتى نحافظ على مفهوم «العلم النافع»، ونتلافى «العلم المارق»، لو صحت

التسمية. إن مفهوم «العلم النافع» مؤسس فى ثقافتنا العربية الإسلامية، التى لا نحسن الدفاع عنها، رغم أنه يمكن أن يكون من وسائل هذا الدفاع فى 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 البيولوچيا بالإبداع فى الفن والأدب. لقد حدثت الثورة البيولوچية من تلاقى الفيزياء والكيمياء مع البيولوچيا، الذى أنتج التحول الجزيئى فى دراسة ظواهر الحياة. واليوم، نحن على أعتاب ثورة جديدة تتلاقى فيها معطيات الچينوم وبقية «الأوميات» مع دراسات السلوك والوعى ونشاط المخ (ألا يمكن أن نقول العقل أيضاً؟). وشهد تاريخ البيولوچيا 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 تعانى 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 والبازغة للعلم والتكنولوچيا New and Emerging Seiences and Technalogies (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 يؤدى 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 نوعيا وكميا. 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

البيولوچية المختلفة من ناحية، والعلاقة بين البيولوچيا ومختلف العلوم والمعارف الأخرى. إن هذه الملاحظة الأخيرة شديدة الأهمية، أو هكذا أراها لأنى عشتها عبر خمسين عاماً من بدء الدراسة الأكاديمية للبيولوچيا فى العام الدراسى ١٩٥٨/١٩٥٩ وحتى الآن!!! نعم، البيولوچيا 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.

خاتمـــة :

الأخـلاق هـــى الحـل!!!

لعل القارىء يتفق معى على أن التقدم العلمى بشكل عام، والتقدم فى البيولوچيا، التى يسمى القرن الحالى بها وبتكنولوچياتها، بشكل خاص، يحتاج إلى تنظيم يستند إلى إطار أخلاقى واضح. وقد فضلت أن ننهى الحديث عن قصة البيولوچيا 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.

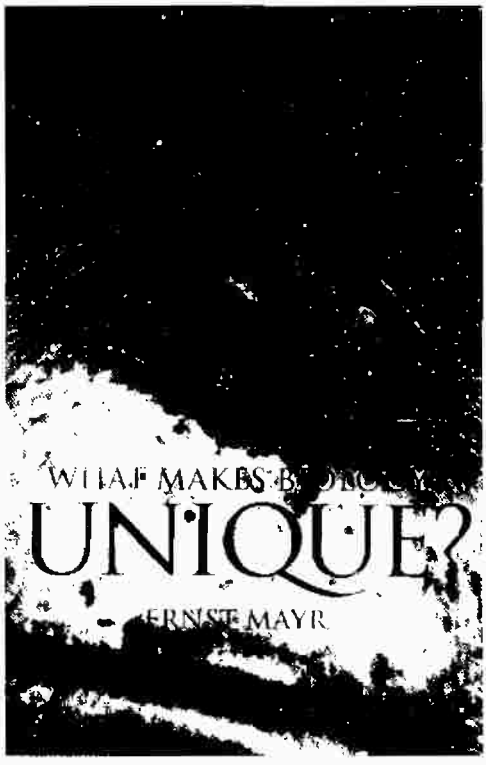
وأخلاقيات البيولوچيا Bioethics، صارت مجالاً متطوراً ومحترماً، له برامج دراسية ودرجات علمية فى العديد من الجامعات. وتشكل فى الدول المختلفة اللجان الخاصة به، التى تتعاون مع اللجنة الدولية باليونسكو. وفيما يتعلق بالبيولوچيا هنالك إعلانات هامة، تترجم إلى مختلف اللغات المستخدمة فى الأمم المتحدة، بما فى ذلك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

التى ركزت عليها أخلاقيات البيولوجيا قديما، قبل تنوع التطبيقيات البيولوجية الحديثة فى الزراعة والبيئة والصناعة. وعموماً تقوم أخلاقيات البيولوجيا على المبادىء المعروفة للأخلاق عموماً: الاستقلالية والوعى والمسئولية فى القرار الأخلاقى الذى تتخذه بناء على معرفة كافية autonomy، والعدالة فى أن تحب لغيرك ما تحب لنفسك Justice، والحرص على أن يكون الأثر الناتج عن القرار نافعًا وخيراً do what is good وتلافى ما هو ضار do no harm. ألا تجد مثلى قيمك وثقافتك فى هذه المبادىء الأربعة؟!!!

قصـــة البيولوچيا :

تحليل ثقافى لعلم الحياة !!!

ملحق الصور



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

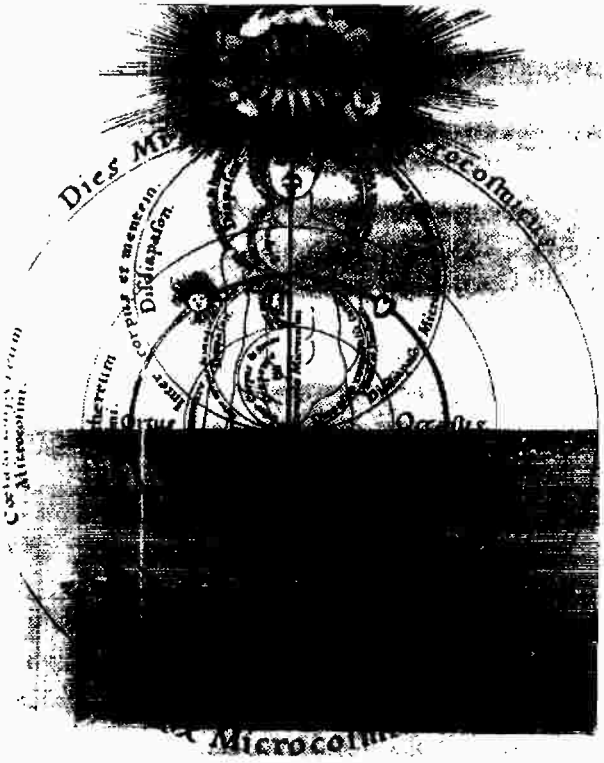
جدارية فى كهف يقع فى أسبانيا، تصور رحلة صيد حدثت منذ قرابة عشرة آلاف عام.

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

أرسطو، الذى يعد من أهم من التفت إلى الأفكار البيولوجية من فلاسفة الإغريق، وقد وضع تصنيفا للكائنات الحية، وامتد تأثير أفكاره فى البيولوجيا وغيرها لفترة طويلة.

الأعضاء الداخلية للجسم البشرى، كما صورت فى العصر الذهبى للحضارة الغربية الإسلامية

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



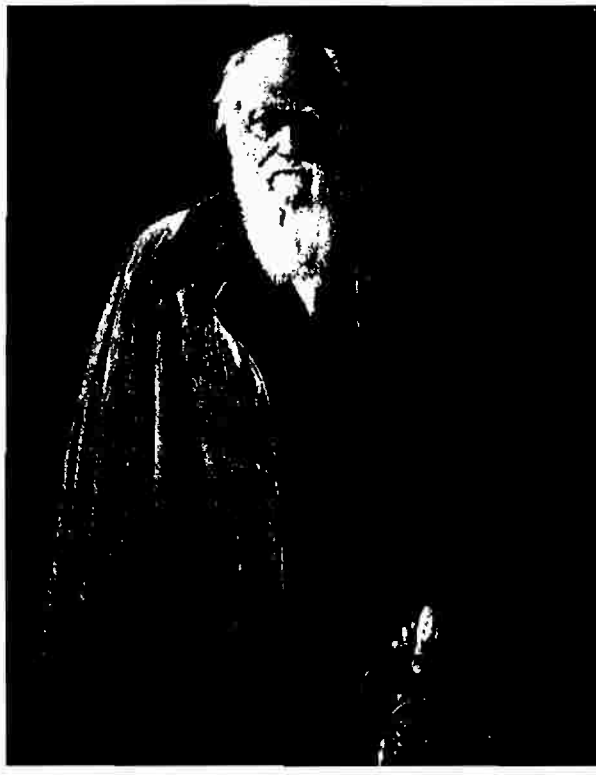
الكون الأصغر – صورة من القرن التاسع عشر، تظهر الجسد البشرى وكأنه جوهر العالم (المبدأ الإنسى؟)

أنتونى فان ليڤنهوك، الذى أطلعنا على عالم الميكروبات المجهرية، التى لا تشاهد بالعين المجردة.

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

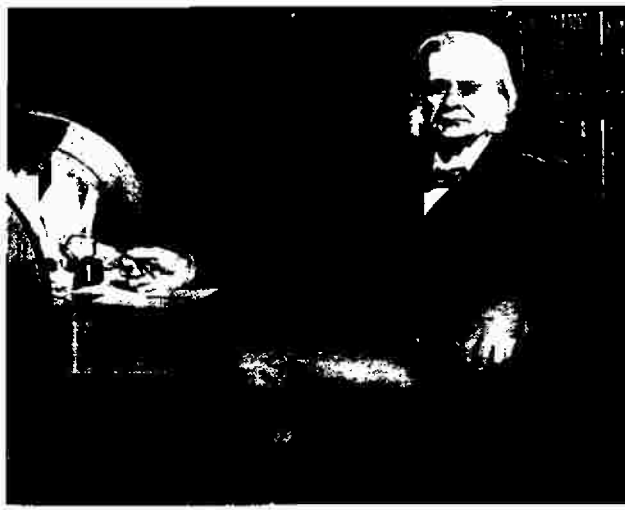
باستير، الذى قضى على نظرية التولد الذاتى، وقاد إلى فهم الأساس الجرثومى للأمراض.

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



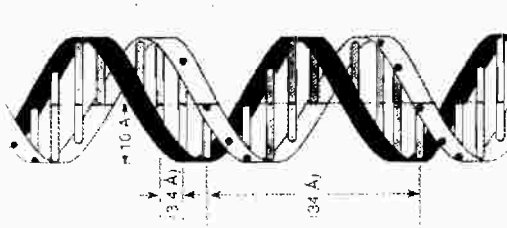
تشارلز داروين، الذى قدم الفكرة الخطيرة، كما يصفها البعض: التطور وأصل الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعى.

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



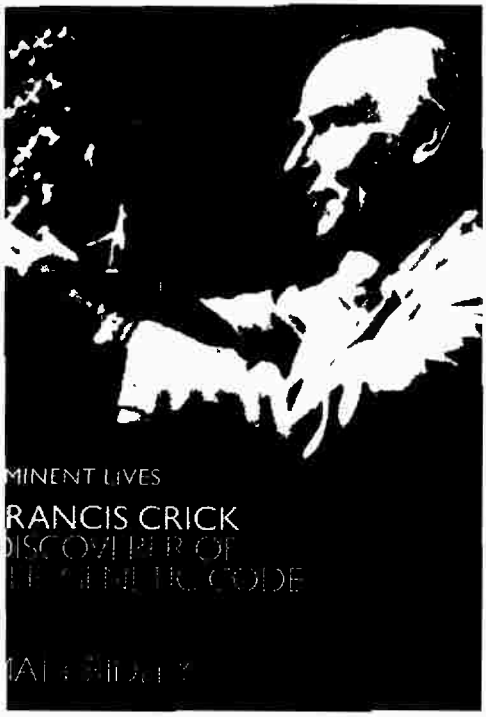
توماس هنرى هسكلى، بولدج داروين، الذى أطلق عليه ذلك لدفاعه المستميت عن الدارونية والتطور وهو القائل: كيف لم تخطر هذه الفكرة بذهنى من قبل؟ معبراً عن صحتها وبداهتها.

جريجور مندل، مؤسس علم الوراثة ومكتشف قوانينها.



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

چيمس واطسون، أحد مكتشفى التركيب الحلزونى لمادة الوراثة، وأول من أدار مشروع الچينوم البشرى، قبل أن يكمله فرانسيس كولينز. لقد قال عن مغزى المشروع: لقد كنا نعتقد أن أقدارنا فى السماوات، لكننا اكتشفنا أنها فى الچينات!!! أما كولينز المؤمن فقد ألف كتابا عن الچينوم وصفه فيه بلغة الرب، مشيراً إلى عبارة كلينتون عن الچينوم.

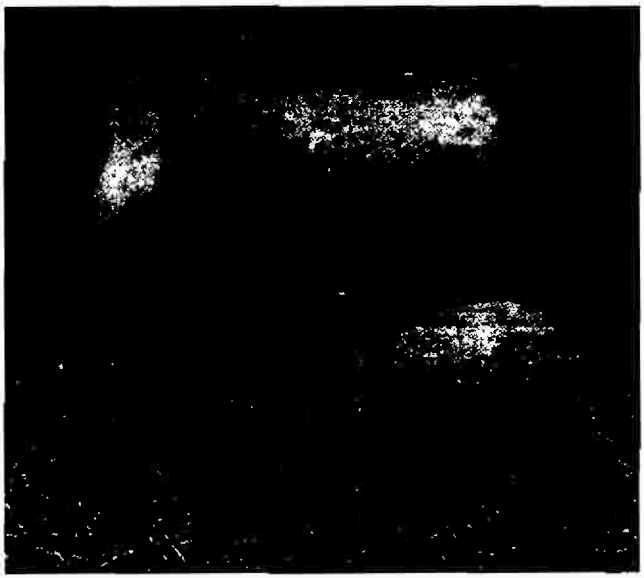


غلاف كتاب مات ريدلى عن فرانسيس كريك، الذى ظهر بعد وفاته. وفيه يصف كريك بمكتشف شفرة الوراثة، وهو الأمر الذى أغضب نيرنبرج (هاربر كولنز، ٢٠٠٦).

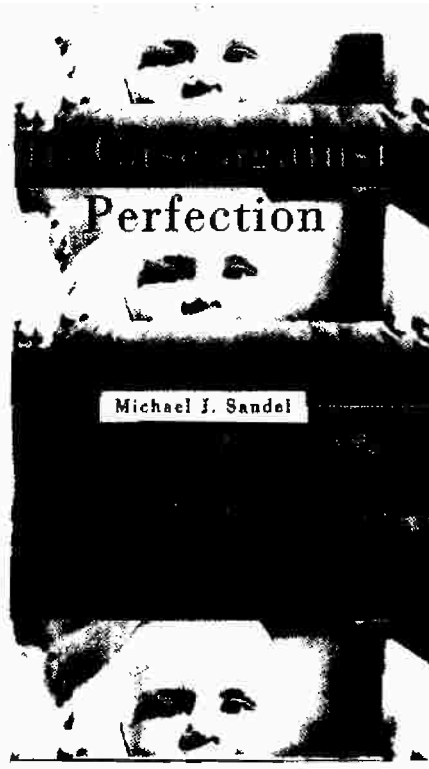
فرانسيس كولينز، مدير مشروع الجينوم الرسمى، وكريج فنتر الذى كاد أن يسبقه من خلال شركته الخاصة. والأخير يعمل حالياً فى مجال البيولوجيا التخليقية.

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

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

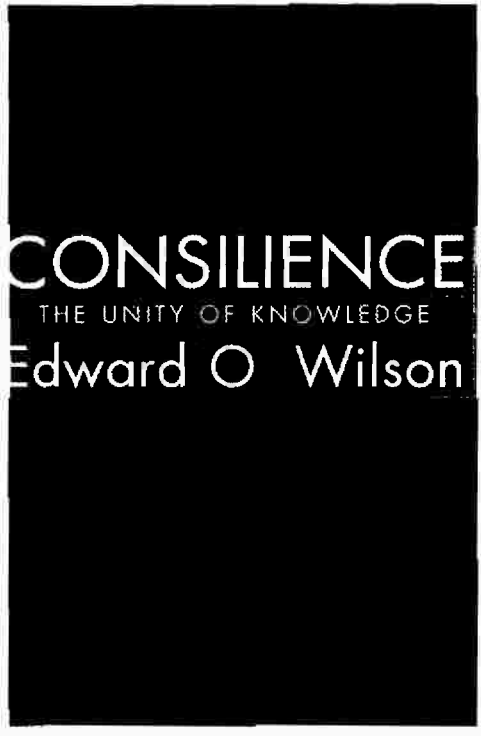


أشهر نعجة فى التاريخ «دوللى» ، التى استنسخها إين ويلموت عام ١٩٩٦ ، ووليدها الأول «بونى» ، المولود بالطرق الطبيعية . لقد أثارت جدالاً عنيفاً حول إمكانية استنساخ الإنسان.



غلاف كتاب ميشيل ساندل، الذى خصصه لنقد التعزيز الوراثى (مطبعة جامعة (هارفارد، ٢٠٠٧).

المسح الدقيق للمخ، الذى صارت دراساته وتكنولوچياته المحتملة من أهم المجالات المستقبلية.



غلاف كتاب إدوارد ولسون الشهير عن تلاقى العلوم ووحدة المعرفة، وفيه يشير إلى الدور المحورى للبيولوچيا فى ذلك (الفريد نوب، ١٩٩٨).