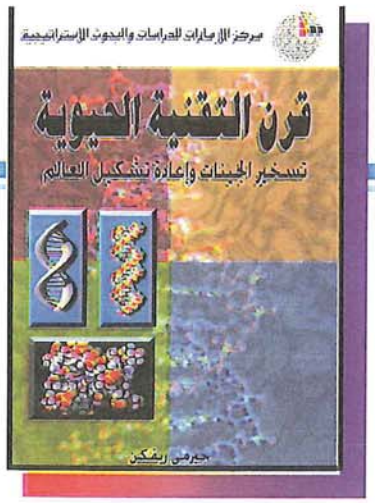

عرض كتاب

قرن التقنية الحيوية

د. دحام اسماعيل العاني

يعد القرن الحالي بإجماع العديد من المنظرين المستقبليين هو قرن التقنيات الحيوية ، التي ستنال بتطبيقاتها جميع الكائنات الحية بدءً من الخلية البكتيرية وانتهاءً بالإنسان دون استثناء للنبات أو الحيوان . ومن هذا الطيف الواسع لاستخداماتها ، تأتي أهمية الوقوف على حقيقة تأثيراتها "قرن التقنية الحيوية" للكاتب جيرمي ريفكن، الذي يعد أوائل من كتب عن هذه التقنيات منذ أكثر من عقدين من الزمن، وكتب بعد ذلك قرابة خمسة وعشرين كتاباً أثار معظمها جدلاً واسعاً في أوساط الباحثين.

قام بترجمة الكتاب من اللغة الانجليزية إلى العربية ـ عام ١٩٩٧م ـ مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، وتقع النسخة المترجمة في ٣٣٦ صفحة من القطع المتوسط، ويستعرض الكتاب في **الفصل الأول** الإنجازات التي حققتها ثورة التقنية الحيوية – كما يحلو له تسميتها – والتطبيقات الممكنة والمحتملة والتي ستؤدي إلى تغيير معنى الحياة وشكل عالمنا وممارساتنا، وستهز معتقدات الكثير من الناس وتعيد تشكيل الحياة بصورة لم يعرف التاريخ لها نظيراً.

وفي هذا السياق يجول المؤلف في جميع الاحتمالات الممكنة لتطبيقات التقنية الحيوية في ميادين الزراعة والصناعة وعلوم الحياة، بدءً من الكائنات الحية الدقيقة ثم إلى الإنسان والحيوان، والتقاطعات المحتملة فيما بينهما مثل الإنسان / الحيوان المهجّن (الإنسان الشامبانزي الذي هو محصلة تهجين للكائنين معاً).

ويعزو المؤلف تلك التغيرات المحتملة إلى التقاء قوى تقنية متعددة مع قوى اجتماعية لخلق مايسميه "مصفوفة تشغيلية جديدة" مكونة من سبعة صفوف يمثل مجموعها قرن التقنية الحيوية . ثم يستعرض المؤلف مكونات هذه المصفوفة وهي : القدرة التي أتاحتها الهندسة الجينية ، وإمكان تسجيل البراءات الخاصة بالجينات وانعكاساتها على الأسواق التجارية بإثارتها حوافز استكشاف موارد جديدة ، ثم عولمة التجارة وما سينجم عنها من خلق حركة نشوء جديدة تتشكل حالياً في المختبرات لتحل بديلاً عن خطة النشوء الطبيعية . حيث ستؤدي هذه الحركة الجديدة إلى صناعات مستحدثة قائمة على علوم الحياة العلمية وما ستنتجه من إمكان سيطرة غير مسبوقة على الموارد البيولوجية الواسعة على كوكب الأرض، كما يندرج من ضمن مكونات هذه المصفوفة التشغيلية الانتهاء من وضع الخارطة الجينية وما سيتبعه من تغير كلي –حسب رأيه– للجنس البشري وولادة حضارة تحسين النسل القائمة على أسس تجارية، ثم الدراسات القائمة على السلوك البشري وأصوله الجينية وما ستمهد له هذه النتائج من قناعات لدى الناس من خلال علم الأحياء الاجتماعي الذي يهدف إلى تحديد سياق ثقافي تنتشر بموجبه ثقافة القبول الواسع للتقنيات الحيوية الجديدة .

ويشير المؤلف في هذا الصدد إلى أن توظيف القدرات الحالية والمحتملة للحاسوب سيساعد في فهرسة المعلومات الجينية وتحميلها، ومن ثم حل رموزها وبذلك ستندمج التقنيات الحاسوبية مع التقنيات الجينية لخلق حقائق تقنية جديدة بالغة القوة والسلطان .

ويستعرض المؤلف في **الفصل الثاني** من كتابه المكون الثاني للمصفوفة التشغيلية لقرن التقنية الحيوية، أي حقوق ملكية الحياة، مشيراً إلى أن الجينات تعد الذهب الأخضر لقرن التقنية الحيوية، وسينتهي لأية قوة اقتصادية أو سياسية إمكان السيطرة على الموارد الجينية في كوكب الأرض حيازة السلطة القابضة على مستقبل اقتصاد العالم وتقرير مصيره تماماً كما كان الحال في عصر الصناعة، ولهذا أدركت – حسب رأيه – الشركات المتعددة الجنسيات والحكومات أيضاً هذه القيمة المتزايدة وباشرت باستكشاف أقاصي الأرض بحثاً عن "الذهب الأخضر" موضحاً أن الذهب الأخضر هو الخصائص الجينية النادرة والمحتمل أن تكون لها قيمة تسويقية مستقبلية، والتي قد تتوفر في الميكروبات أو النباتات أو الحيوانات أو البشر. فحين تتعرف الشركات الناشطة في مجال التقنية الحيوية على الخصائص المرغوبة، فإنها سوف تعمل عليها وتعدّلها للحصول على حقوق حماية ملكيتها. ويشير المؤلف إلى أن بوادر الصراع بين دول الشمال –ذات التقنية المتطورة العالية– ودول الجنوب النامية الفقيرة حول الحصة التاريخية لكل منهما في الثورة الجينية قد بدأت ملامحه جلية من خلال البنود المطروحة أمام اجتماعات منظمة الأغذية والزراعة (FAO) التابعة للأمم المتحدة منذ ما يقارب عشرة أعوام .

ويرى الكاتب أن حيازة حقوق الملكية الجينية لموارد الحياة ستعزز لمالكها قبضة السيطرة البشرية على قوى طبيعية بشكل لم تحققه أية تقنية أخرى في التاريخ باستثناء القنبلة النووية، لأنها ستتيح السيطرة على الخريطة الوراثية للحياة نفسها، كما أنها ستدخل مفاهيم جديدة وعلامات جديدة وأمناً جديداً ونزاعات جديدة . ويشبه المؤلف هذه المستجدات بما طرأ على العلاقات الإنسانية عندما دخل مفهوم استملاك الأراضي التي كانت مشاعة في بداية القرن الخامس عشر، حيث أصبح الناس نتيجة استملاك الأراضي يبيعون وقتهم وعملهم، بينما كانوا يتقاسمون جهدهم وتعبهم من خلال علاقات تبادلية منفعية تبعها عمليات استملاك أخرى تجارية لأجزاء من المحيطات ، والغلاف الجوي وأكثر من ذلك ما عرفناه مؤخراً لاستملاك الترددات الكهرومغناطيسية التي تؤجرها حالياً الحكومات للشركات الخاصة بالبث التلفزيوني والإذاعي والهاتفي والحاسوبي .

ويستعرض المؤلف من خلال موضوع حقوق ملكية الحياة تاريخ القضية الأولى التي أوجدت مفهومها واعتبارها اكتشاف خاضع لمكاتب الاختراع والعلامات التجارية منذ عام ١٩٨٧م، حين منحت إحدى المحاكم العليا في الولايات المتحدة الشرعية القانونية للملكية التجارية لبراءة اختراع سلالة خلية كائن حي دقيق مهندس وراثياً قادر على التهام البقع النفطية في المحيطات وتبديدها، وهي ما تعرف بقضية العالم **شاكرابارتي** الباحث لدى شركة جنرال إلكتريك .

وقد أدى هذا التشريع الثوري الجديد –بعد ذلك– إلى منح مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية في الولايات المتحدة براءة اختراع لأول حيوان ثديي – فأر مهندس وراثياً– يحتوي على جينات بشرية تجعله عرضة للإصابة بالسرطان . ومنذ ذلك الحين تم إعطاء براءات اختراع كثيرة لعديد من الحيوانات المهندسة وراثياً، وتنتظر حالياً أكثر من مئتي حيوان صدور براءاتها في الولايات المتحدة فقط، وربما ستصبح النعجة الشهيرة "دولي" أشهر حيوان ثديي في التاريخ يتمتع ببراءة اختراع.

وتنسحب قضية حقوق ملكية الحياة –بالطبع– على عديد من البذور والنباتات التي تحتوي على بنية جينية مهندسة وراثياً مثل فول الصويا ، القطن ، والذرة ، بالإضافة إلى الحصول على عدد من براءات الاختراع الخاصة بعمليات إنتاج عصارة من بذرة النيم الهندية العالية الفعالية كمبيد حشري .

لقد أدى التسابق على حقوق ملكية الحياة – كما يطلق عليه المؤلف– إلى حالات أشبه ما تكون بالقرصنة الحيوية . مما دفع الشركات العملاقة للسيطرة على عالم الجينات وتحويله لسلع تجارية إلى مقاومة شديدة من الدول والمنظمات غير الحكومية في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، حيث بدأت هذه الدول بالمطالبة بحصة متكافئة من مكاسب الثورة التقنية . خاصة وأن معظم الموارد الجينية الضرورية لدفع الثورة الجديدة إلى الأمام تكمن في النظم البيئية الاستوائية لنصف الكرة الجنوبي من

كوكبنا.

أوجد هذين الموقفين الماديين للمحاصصة من عوائد ملكية الحياة موقفاً ثالثاً لبعض المنظمات والدول، يتمثل في أن لايتم احتكار أو تداول الموارد الجينية مادياً، بل لا بد لخير البشرية من أن تبقى أمراً مشاعاً عاماً للأجيال الحالية والمستقبلية، كما هو الحال بسابقة في التاريخ المعاصر حين قررت دول العالم أن تدع القارة القطبية الجنوبية قارة مشاعة بعيداً عن الاستكشافات التجارية، ويرى الكاتب أن هذا الاتجاه قد تأسس بناءً على مقولة البعض من أن حماية براءات الاختراع في هذا المجال لن تدفع نحو التطور، بل إن لها آثاراً عكسية، إذ سيعوق تبادل المعلومات الضرورية لتطوير أوضاع البشرية تبادلاً حراً.

ناقش المؤلف في **الفصل الثالث** "حركة النشوء الثانية" – أو كما سماها سفر التكوين –، فأبدى مخاوفه من حقيقة كون هذه التقنية ستعيد تشكيل الاقتصاد العالمي والمجتمعات البشرية من جهة، كما أنها ستترك آثاراً جسيمة على بيئة الأرض من جهة أخرى. ويعزو ذلك إلى أن هذه الثورة التقنية ستطال أشكال الحياة والنظم البيئية الأرضية، كما سيتيح انتقال أعداد هائلة من الجينات بين أجناس حية لم تكن بينها سابقاً أية رابطة لتتخطى بذلك كل الحدود البيولوجية القائمة بين النبات والحيوان وبني البشر، مما سينجم عنه خلق ألاف الأشكال الحية الجديدة في لحظة موجزة من تاريخ النشوء، وهذا ما دعاه إلى اعتبار ذلك "حركة النشوء الثانية" التي تتم فصولها في المختبرات العلمية، ومن ثم تجد طريقها إلى الغلاف الحيوي.

ولدعم مقولة المؤلف في هذا الفصل فقد استعرض عشرات الأمثلة على ما تبذله الشركات من أموال طائلة في بحوث علمية تصب في اتجاه حركة النشوء الثانية – حسب تعبيره – كما استعرض أمثلة تنمّ عن متابعة يقظة لما يجري في داخل المختبرات المغلقة من أبحاث، إضافة إلى متابعة تنامي الشركات العاملة في مجال هذه التقنيات، والتهام الشركات الصغيرة من قبل مثيلاتها الأكثر مقدرة مالية واستحواذ بعضها على صناعات في علوم الحياة الجديدة، مما سيجعل البشرية أمام عهد جديد من التاريخ يصبح فيه التطور الطبيعي خاضعاً لسلطة الإنسان، وذلك بعد أن تغرق لغة التطور الطبيعية القديمة.

ويشدد المؤلف في هذا الفصل على التهديدات التي ستواجهها البيئة من خلال إطلاق وانتشار الكائنات الحية المعدلة وراثياً، مستعرضاً أمثلة كثيرة وافتراضات مرعبة، يؤكد من خلالها أن التأثيرات المتراكمة الطويلة الأمد للكائنات الحية المعدلة وراثياً التي ستنطلق في البيئة، ستتجاوز الأضرار الناجمة عن إطلاق المنتجات البتروكيميائية في النظم البيئية الأرضية، لأن إمكان احتواء أضرارها يكاد أن يكون مستحيلاً مقارنة بالبتروكيميائيات الملوثة للبيئة القابلة للسيطرة بصعوبة، إضافة إلى أن الآثار المدمرة – حسب أفتراض المؤلف– ستتكاثر شيئاً فشيئاً، ولن يكون بالإمكان استدعاء الكائنات الطليقة، مما يجعل تقويم هذه الأضرار أمراً غير ممكن.

ويلوم المؤلف المؤسسات البحثية والحكومات المموّلة للبحوث في مجال التقنيات الحيوية من عدم إعارتها الاهتمام الكافي للعلم الذي يسميه "علم البيئة التنبئي"، وهو علم تقويم الأخطار البيئية الناجمة عن مخرجات التقنية الحيوية. ويذكر أن الحكومة الأمريكية لاتتجاوز مخصصاتها لهذا العلم نسبة ١٪ من أموال أبحاث التقنية الحيوية بمجملها، كما أن هذا العلم لايزال في بداياته ويحتاج إلى تمويل كبير لكي نتمكن من أدراك الأخطار الحقيقية المحتملة من جراء الكائنات المعدلة وراثياً.

ويستعرض المؤلف مجموعة من الأمثلة القائمة على أساس افتراضي مجرد، ليصل إلى زعمه بأن الإنجازات المتحققة في تقنية الهندسة الوراثية قد خلقت مخاوف من أن إطلاقاً عرضياً أو متعمداً للكائنات المعدلة وراثياً يمكن أن تنشر التلوث الجيني حول العالم لتسبب وباءً قاتلاً يمكن أن يدمر الحياة النباتية والحيوانية والبشرية على نطاق واسع. كما يمكن أن تجر هذه التقنيات إلى تطوير أسلحة بيولوجية جديدة ومتعددة بتكاليف متدنية وبخبرات علمية أقل بكثير من تلك المطلوبة في حالة الأسلحة النووية، إضافة إلى تعدد استخداماتها بفعالية وفي مواقع مختلفة. وأكثر ما يخشاه المؤلف هو انتشار هذه الأسلحة على نطاق واسع لدى دول كثيرة محدودة الإمكانات، ويؤكد من خلال استناده لاحد تقارير وكالة الاستخبارات المركزية الأمريكية إلى أن هناك سبع عشرة دولة في العالم يشتبه في إجرائها بحوث تتعلق بإنتاج وتخزين الأسلحة البيولوجية.

إضافة إلى ما سبق، يطرح المؤلف، في سياق ما يسميه "سفر التكوين الثاني"، طبيعة رؤيتنا المقبلة للجنس البشري في قرن التقنية الحيوية القادم ؟ كيف نقوّم المخلوقات الأخرى التي تعيش معنا وتشاطرنا هذا الكوكب ؟ كيف ستكون عليه علاقاتنا بها ؟ حيث يوضح بأن إدخال كائنات جديدة مهندسة وراثياً لابد أن تثير عدداً من القضايا الصحية البشرية الخطيرة التي تهدد بكارثة محتملة لصحة البشر، وخاصة إذا صح افتراض بعض العلماء من إمكان انطلاق فيروسات قاتلة من الأجناس الحية المضيفة لها، والتي تغزو التركيبة الوراثية البشرية. ويحذر المؤلف من تلك الاحتمالات مُذكراً في هذا الصدد بالفرضية التي تغزو وباء الإيدز في الغابات المطيرة في غرب أفريقيا وانتقاله إلى البشر عن طريق القردة.

إضافة إلى ما سبق يستعرض المؤلف قائمة من التحذيرات لاحتمالات افتراضية عن أخطار عمليات النشوء الثانية، وينهي صيحات الفزع التي يطلقها مهدداً بالأضرار التي ستلحقها المحاصيل المهجنة، أو المعدلة وراثياً بالكائنات عموماً. ويختتم المؤلف هذا الفصل بلغته الافتراضية التي اتسم بها اسلوبه الكتابي متوقعاً بأن إعادة تشكيل كوكبنا من خلال حركة نشوء ثانية قادمة من المختبرات العلمية ستبوء في نهاية المطاف بالفشل على يد الطبيعة العنيدة، وأننا سنرى انفسنا في النهاية ضائعين وضالين في عالم مصطنع جديد نصنعه لأنفسنا في قرن التقنية الحيوية.

في **الفصل الرابع** المعنون "حضارة النسل"، يأتي المؤلف إلى الصف الرابع من مصفوفته التشغيلية لقرن التقنية الحيوية حيث يوضح أن المعرفة العلمية والكفاءة التقنية قد بلغت – أوكادت تصل – مكانة تتيح لرؤية مقبلة لحضارة تحسين النسل. فاكتمال الخارطة الجينية للإنسان، والقدرة على كشف الأمراض والاضطرابات الجينية، وتقنيات التكاثر الحديثة، والتقنيات الجديدة التي يمكنها التحكم بالجينات البشرية، تشكل جميعاً مكونات الصف الرابع من المصفوفة التشغيلية، وتضع الأساس التقني لحضارة تسودها مباديء تحسين النسل التجارية.

ويشير الكاتب إلى أن احتمال ظهور رجل وامرأة جديدين محسني النسل لم يعد مجرد حلم عند البعض، بل سيكون متاحاً للمستهلكين وسوقاً تجارية وافرة الربح، فالحديث عن الثورة التقنية الجديدة لابد أن يفضي في النهاية إلى قضية تحسين النسل الذي يتضمن شقين هما تحسين النسل السلبي الهادف إلى القضاء على الصفات البيولوجية غير المرغوب فيها، وتحسين النسل الإيجابي الذي يركز على استخدام التنشئة الانتقائية لتحسين خصائص الكائنات أو السلالات.

وينتقل المؤلف في هذا الفصل إلى استعراض تاريخ حركة تحسين النسل البشري منذ ظهورها لاول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية في العقد التاسع من القرن التاسع عشر، وكيف تجذّرت هذه الحركة وتبنتها غالبية النخبة الأمريكية كعلاج ناجح للفروقات الاقتصادية والعلل الاجتماعية التي تهدد الحياة الأمريكية. ثم يُذكّر المؤلف بقادة هذه الحركة وبأبرز علماء الوراثة الأمريكيين الذين كانوا من طليعتهم، وكيف لقيت عقيدة تحسين النسل الأمريكي مؤيدين لها في جميع وسائل الإعلام، إلى أن استسلم أخيراً بعض عظماء الولايات المتحدة الأمريكية وأبطالها لحماسة هذه الحركة، وتم تعقيم عشرات الألوف من الأمريكيين إلزامياً وفق قوانين مختلفة فرضتها الولايات كل منها على حدة في مطلع القرن الفائت. وبموجبها أصبح عدد الولايات التي أقرت قوانين التعقيم ثلاثين ولاية بحلول عام ١٩٣١م. ويعتقد المؤلف أنه لولا صعود هتلر إلى السلطة في أوربا لما تراجعت أو انحسرت حركة تحسين النسل الأمريكية.

ولهذا يقلق المؤلف من عودة شبح حركة تحسين نسل جديد بفضل الإنجازات العلمية العظيمة التي يشهدها حقل علم الأحياء الجزيئي الجديد. وليست التساؤلات المريبة لبعض علماء الهندسة الوراثية عن مكمن الخطأ في الرغبة في إنجاب أطفال أكثر صحة إلا شكلاً منمقاً لخطة شريرة في رداء نعمة اجتماعية واقتصادية تداعب الرغبات الكامنة في بعض النفوس، كما يتوجس المؤلف فيما إذا كان على الإنسانية أن تبدأ عملية إعادة هندسة الأجيال القادمة وراثياً من خلال تصميمات تقنية في المختبرات، وما هي العواقب المحتملة للبدء في طريق غايته القصوى هي "كمال" الجنس البشري ؟.

يطرح المؤلف في **الفصل الخامس** مناقشة الجانب الاجتماعي للتقدم غير العادي للهندسة

الوراثية، وما سيتبعه من انبعاث علم اجتماع تحسين النسل، أو ما يسميه علم اجتماع الجينات. فمقولة: "الإنسان هو محصلة عوامل وراثية" عبر عنها **جيمس واطسون** بصراحة وغرابة أكثر حين قال **(إننا اعتدنا على اعتقاد أن مصيرنا موجود في نجومنا «أبراجنا الفلكية» ونحن نعرف الآن – إلى حد بعيد– أن مصيرنا موجود في جيناتنا)**. ولترسيخ مضمون هذه المقولات، يقوم عدد من الباحثين بربط أعداد متزايدة من الأمراض العقلية بالخلل الوراثي، حتى أن بعضهم ذهب إلى أبعد من ذلك بكثير حين بدأ بالتلميح إلى أن أشكال السلوك الأخرى مثل الخجل، وبُغض الجنس البشري، والسلوك الإجرامي، والتعرض للقلق والعدوانية.

وهكذا تتدفق الدراسات التي تنشر كل اسبوع لتعزيز العلاقة المحتملة بين النمط الوراثي والسلوك، وتزعم الدراسات –المشكوك في صحتها– ما مفاده أن ٩٥,٥٪ من الميل للشذوذ الجنسي مرتهن بجين أو عدة جينات موروثة من الأم. ولاتزال هذه القضية تثير كثيراً من الجدل والريبة في صحة النتائج المزعومة عن كون الشذوذ الجنسي نزعة بيولوجية أو خيار اجتماعي أو مرض وانحراف عن السوية الفطرية، أو تغير طبيعي للنشاط الجنسي. وينسحب هذا الجدل أيضاً على مسألة الإدمان على الكحول وعلاقته بالإرث الجيني. ويخلص المؤلف أن هناك نوازع سياسية وراء المغالاة في هذا الموضوع وذلك بغرض إبقاء الاهتمام مسلطاً على الفوائد المحتملة لمشروع تركيبة الإنسان الوراثية لافتاً الانتباه إلى خطورة أخرى محتملة حول الإقرار بصحة التفسيرات الوراثية للسلوك البشري، مما يؤدي إلى احتمالات ظهور شكل جديد من أشكال الفصل العنصري قائم على النمط الوراثي. فقد أشارت إحدى الدراسات :إلى أن ممارسة هذا النوع من التمييز باتت منتشرة الآن بشكل أكثر مما كان يعتقد، حيث تتم ممارسته في عدد كبير من المؤسسات، مثل شركات التأمين، ومزودي الرعاية الصحية والهيئات الحكومية ووكالات التبني والمدارس. وسينجم عن ذلك إجراء اختبارات الكشف الوراثي والبيانات الوراثية عند تقويم أقساط التأمين وقيمة التغطية، وبالطبع فسيتبع ذلك تكاليف مادية لاتزال حتى الوقت الراهن باهظة للغاية. كما أن احتمال المحافظة على سرية السجلات الطبية بعيداً عن متناول المؤمِّن ستبدو صعبة للغاية.

من جهة أخرى، تثير تقنيات الهندسة الوراثية الجديدة واحداً من الأسئلة السياسية الأكثر إثارة للمشكلات في التاريخ الإنساني كله ألا وهو: لمن يعهد بالسلطة في هذا العصر الجديد لتقرير ما هي الجينة الجيدة الواجب إضافتها للمخزون الوراثي، وماهي الجينة السيئة التي يتحتم التخلص منها؟ هل يعهد بذلك للسلطة للحكومة؟ أم للشركات أم العلماء ...؟

يناقش المؤلف في **الفصل السادس** وتحت "عنوان حوسبة الدنا" التقدم المذهل في علم المعلومات واتحاده مع علوم الحياة، أي تزاوج الحاسوب والجين لايقاد ثورة تجارية وتقنية واحدة تنبئي بمطلع عصر جديد في تاريخ العالم، وهذا ما يشكل الصف السادس من المصفوفة التشغيلية لقرن التقنية الحيوية. فالتقنيات المحوسبة والتقنيات الجينية بدأت في الاندماج معاً لخلق حقيقة تقنية جديدة فائقة القوة.

فالحلم القديم للعالم **نوربرت واينر** منذ عام ١٩٥٤م بتوحيد الهندسة وعلوم الحياة أصبح حقيقة وواقعاً، فقد كان مقتنعاً بأن مباديء علم الضبط (Cybernetics) لعملية يمكن توسيعها بنجاح من حقل الهندسة إلى علوم الحياة. وكان هدفه في إعادة تشكيل علم الأحياء بمنطلقات هندسية، مما يجعله خاضعاً لتحليل رياضي صارم. ومن حينه واصل علم المصطلحات الهندسية إيجاد طريقه إلى حقل علم الأحياء، كما واصلت لغة علوم الحياة نقل كثير من مصطلحاتها إلى الحقول الهندسية.

ويعتبر كثير من العلماء المعاصرين أن للكائنات العضوية الحية نظماً معلوماتية لكونها **"تمتص وتخزّن المعلومات وتغير سلوكها نتيجة لتلك المعلومات ... كما أن لها أعضاء خاصة لاكتشاف المعلومات وتخزينها وتنظيمها" وأن "حمض الدنا هو مستودع المعلومات وموزعها.."** وكما يعالج جهاز الحاسوب المعلومات، من خلال **"الجهاز والبرنامج"** فإن نظيراهما المتطابقان في الخلية الحية هما البروتين (الجهاز) والحمض النووي (البرنامج)، وقد أدى هذا المفهوم إلى انهماك علماء علم الأحياء الجزيئي في العالم لجمع البيانات الأكثر شمولاً في التاريخ، فهم يتتبعون التراكيب الوراثية الكاملة للمخلوقات بدءاً من البكتيريا وانتهاءً بالإنسان، بهدف إيجاد سبل جديدة لاستخدام المعلومات الوراثية واستثمارها لأغراض اقتصادية. ومع نهاية القرن الحادي والعشرين، يأمل العلماء أن يكونوا قد حملوا وصنفوا التراكيب الوراثية الكاملة لعشرات الآلاف من الكائنات الحية على شكل مكتبة هائلة تتضمن البصمات الوراثية الأكثر حداثة للعديد من الكائنات العضوية الدقيقة والنباتات والحيوانات الموجودة على كوكب الأرض.

وإذا تخيلنا أن التتبع الكامل للإنسان وراثياً سيحتاج إلى أكثر من ٢٠٠ مجلد من حجم ألف صفحة، فإن تصنيف البيانات المتعلقة بمجمل التنوع البشري ستصل إلى عشرة آلاف ضعف القاعدة السابقة، وهكذا يمكن إدراك حجم الإدارة المطلوبة لقواعد البيانات وتحديثها. ولهذا سوف يحتاج هذا الكم المعلوماتي الهائل إلى تعاون وثيق ما بين علوم الحياة والمعلوماتية.

لقد حوّل مشروع الجينوم علم الأحياء إلى علم المعلومات، ومن هذا التقاطع ما بين العلمين وما نجم عنه من احتياجات لاسابق لها، فقد بدأ نوع جديد من العلماء بالظهور واحتلوا مكانة هامة لكونهم يتمتعوا بالخبرة في مجال علم الأحياء الجزيئي والحاسوب والتحليل الرياضي. ومن غير المستغرب أن يبلغ "علم المعلومات البيولوجية" – إذا صحت التسمية – سن الرشد بصورة مفاجئة ما دام هذا الأفق تحت بصيرة بعض المطّلعين على أمور أسواق المال من أمثال **بيل جيتس، ومايكل ميلكن**.

ويعزز هذا التوقع تركيز شركات كثيرة على توثيق الزواج ما بين ثورتي التقنية العظيمتين وولادة برامج وحزم برمجية متطورة مصممة لقراءة وتفسير وإدارة بيانات التراكيب الوراثية. ويلخص **بيل جيتس** هذا التوجه وهذه الجهود بقوله: **"العصر عصر المعلومات وربما تكون المعلومات البيولوجية هي المعلومات الأكثر إثارة"**.

يناقش المؤلف في **الفصل السابع** الصف الأخير من مصفوفته التشغيلية لقرن التقنية الحيوية ومن خلاله يرى أن التقنيات الحيوية الجديدة قد طرحت مفهوماً جديداً للطبيعة الأكثر أهمية في مصفوفته، مشيراً إلى أنها ستعيد صياغة أفكارنا بشأن الطبيعة، لتشكل وعياً وقيماً وثقافة جديدة سيكون لها أثراً يشابه – مع الإقرار بالاختلاف الجوهري للمضمونين – أثر نظرية التطور **لداروين** عندما حلّت محل النظرة المسيحية السائدة في الفكر الغربي حينها على حد قوله.

تتوافق نظرية التطور **لداروين** –بحسب رأي المؤلف– بشكل كبير مع سياق عصرها الصناعي، حيث استخدمت مراراً وتكراراً لتبرير المصالح والايديولوجيات الاقتصادية والسياسية المختلفة. غير أن جيلاً جديداً من الباحثين في الوقت الراهن بدأ يشك ويرتاب في النظرية نفسها. ويبقى **داروين** هو نتاج عصره وعرضة لشطحات الخيال والأوهام التي طرّزت المشهد الطبيعي الفيكتوري في ذلك الحين. كما أن هناك إجماع عام حالي على أن تأكيد الدارونية على الاختيار الطبيعي –بوصفه المحرك الأساسي للتطور– غير كاف لتفسير أصل الأجناس وتطورها. فالكائنات الحيّة هي أكثر من مجرد كائنات سلبية ناتجة عن العملية العشوائية للاختيار الطبيعي، بل هي أنظمة تَكَيُّفية معقدة، تتفاعل مع بيئتها وتتعلم من تجربتها وتتكيف بصورة مستمرة، وبالتالي فالعملية التطورية خلاقة. وهكذا وبفضل التقنيات الحيوية الجديدة، بدأت البشرية تنظر إلى الطبيعة وفق مفاهيم حسابية، في الوقت الذي بدأ فيه العلماء باستخدام أساليب جينية متطورة لبرمجة الأداء المستقبلي للكائنات الحية. فقد أصبح من الممكن الآن برمجة جينة جديدة في أحد الكائنات الحية قبل الولادة من أجل التنبؤ بالتغير في نشاطها بعد سنوات وإحداثه.

وينهي المؤلف الكتاب في **الفصل الثامن** بملاحظاته الشخصية، ويطرح تساؤلات جديرة بالتأمل والتفكير، فهل تحمي التقنيات الوراثية التنوع البيولوجي لكوكب الأرض؟ وتعمل على زيادته بدلاً من أن تقوّضه وتستنزفه؟ هل هي سهلة الإدارة أم أنه لايمكن السيطرة عليها بشكل مطلق؟ هل تحظى هذه التقنيات على احترام الحياة أم أنها تحط من قيمتها، وإذا كانت متوازنة هل تحقق خيراً أكثر أم أنها تسبب ضرراً أكبر؟.

والسؤال الأهم الذي يطرحه المؤلف هو: أي نوع من التقنيات ستختار في قرن التقنية الحيوية؟ فثورتها ستؤثر في كل مظهر من مظاهر حياتنا، وبالتالي تستحق هذه التقنيات البالغة الشخصية أن تناقش على نطاق واسع، وأن يشترك عامة الناس فيها قبل أن تصبح جزءاً من حياتنا اليومية.