

الفصل الأول

مقدمة

فى النصف الثانى من القرن العشرين وبدايات القرن الحالى شهدت الحضارة الإنسانية طفرات وثورات علمية أحدثت تغيرات كبيرة فى حياة البشر جميعا على سطح الكرة الأرضية، فالاكتشافات العلمية تتوالى بسرعة فائقة، وآثارها لا يكاد يدركها عقل؛ فمن ثورة التركيب الذرى، الإعلام، الاتصالات، الفضاء، الإلكترونيات، المعلومات، الذكاء الاصطناعى، ثم إلى ثورة الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية.

إن الحقبة العلمية التى نعيشها الآن تزيد فيها إنجازات العقد الواحد بل لا أكون مبالغا إذا قلت السنة الواحدة من الاختراعات والاكتشافات العلمية الكبرى ذات التكنولوجيات الفائقة على إنجازات الإنسان خلال آلاف السنين التى عاشتها البشرية. ولقد امتدت تطبيقات واستخدامات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية إلى جميع أوجه حياتنا اليومية.

وببساطة يمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية على أنها التكنولوجيا التى تعتمد على الكائنات الحية أو النظم البيولوجية، وطبقا لهذا التعريف، تعود أصول التقنيات الحيوية المعروفة حاليا إلى عدة آلاف من السنين، وقبل معرفة الإنسان بالميكروبات المسؤولة عن هذه الأنشطة بمدة طويلة. وقد عرف المصريون القدماء وكذلك الصينيون والهنود وغيرهم عمليات تخمر الأغذية واستخدموها فى تحضير الخبز والجة (البيرة-البوظة) والجبن. كما قاموا بانتخاب نباتات وحيوانات زراعية عالية

الإنتاجية. وهجنوا السلالات لتحقيق طفرات في الإنتاج باستخدام أساليب الوراثة التقليدية، والتي لازالت هى الأساليب الأكثر شيوعا حتى الآن.

وترجع جذور التكنولوجيا الحيوية الحديثة إلى منذ ما يزيد عن مائة سنة، إلى الأعمال الخالدة للويس باستير، روبرت كوخ وجريجور ميندل. فبينما وضع باستير وكوخ الأساس الحقيقي لعلم الأحياء المجهرى، كان ميندل أول من وصف قوانين التوارث الجيني. هذه الإرهاصات العلمية المبكرة أدت في أوائل الخمسينات من القرن الماضى إلى اكتشاف الحمض النووى الديوكسى ريبوزى (الدى.إن.إيه) كمادة المصدر لكل علم الوراثة الحالى. بعد ذلك بقليل وفى نفس العقد تمكن واطسون وكريك لأول مرة من تحديد وتعريف الشكل الهيكلى للحمض النووى دى إن إيه (DNA) واستحقا على هذا الاكتشاف أرفع جائزة علمية عالمية فى العصر الحديث وهى جائزة نوبل فى الكيمياء.

وفى أوائل السبعينيات شرعت عدة معامل علمية عالمية فى جامعات عديدة، مثل جامعة كاليفورنيا فى سان فرانسيسكو، جامعة ستانفورد وجامعة هارفارد بالولايات المتحدة الأمريكية للاستفادة من المعلومات السابقة فى إعداد مشاريع بحثية تعتبر شرارة البدء لثورة التكنولوجيا الحيوية الحالية. ويعتبر الأنسولين البشرى هو المنتج الحيوى الأول للهندسة الوراثية الحديثة، فبدلا من أن ينتج هذا الهرمون البشرى الهام لضبط تركيز السكر فى دم مرضى السكر فى الحيوانات مثل الخنازير والأبقار، وغيرها استطاع علماء التكنولوجيا الحيوية والبيولوجيا الجزيئية من إنتاجة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية فى بكتيريا القولون والتي تسمى الإيكولاي.

وعلى هذا، فإن القفزات العلمية التى حدثت بعد ذلك فى مجال التكنولوجيا الحيوية قد مكنت العلماء من نقل السمات والصفات الجينية بالهندسة الوراثية من كائن حى إلى كائن آخر من نفس النوع أو الجنس أو إلى أنواع وأجناس أخرى مختلفة سواء من الميكروبات أو النباتات أو الحيوانات؛ لهذا، فإن لدى مثل هذه

التكنولوجيات الحيوية إمكانيات وفرص لتحسين وتعجيل التعديل الجيني الوراثي سواء في المحاصيل الزراعية أو الماشية مما يؤدي قطعاً لتحسن الإنتاجية النسبية والكمية لهذه المحاصيل.

وعملية الانتقال الجيني كأحد أساليب الهندسة الوراثية الحديثة تستخدم حالياً في مجالات متنوعة متضمنة الزراعة، صيانة الغابات، الطب البيطري والبشري، التطور الصيدلي، الحفاظ على الطاقة ومعالجة المخلفات. وتعتبر أهم المنافع الاقتصادية والبيئية المحتملة للتكنولوجيا الحيوية هي تقليل استعمال الوقود البترولي في الزراعة وصيانة الغابات، تقليل المدخلات الصناعية مثل السماد الكيميائي والمبيدات الحشرية، ومعالجة المخلفات والمواد السامة باستخدام الطرق المتطورة المنخفضة التكاليف.

وعلى سبيل المثال لا الحصر، فإنه باستخدام طرق التعديل الجيني المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية لنقل الجينات التي تسمح للنباتات البقولية (الفول البلدي والسوداني، العدس، الفاصوليا، اللوبيا وغيرها) أن تشكل علاقة مصاحبة أو تكافل بالبكتيريا المسؤولة عن تثبيت النتروجين الجوي في محاصيل ليس بها هذه الخاصية مثل القمح والأرز والذرة، تعتبر عملية حيوية واقتصادية في غاية الأهمية، فإن هذه المحاصيل الغير بقولية قد تكتسب تماماً كالمحاصيل البقولية القدرة على تشكيل علاقة تكافلية مع البكتيريا المثبتة للنتروجين.

ومن المتوقع أن يقلل مثل هذا التقدم بدرجة كبيرة الحاجة لأسمدة النترات التجارية. لكن، نظراً لأن العمليات الحيوية المطلوبة لتثبيت النتروجين الجوي التكافلي معقدة حيث يستلزم إتمامها على الأقل سبعة عشر جيناً، مختلفاً فإن هذا الهدف لكي يتحقق قد يتطلب استثمارات مالية ضخمة ووقتاً في البحث العلمي قد يستمر عدة عقود.

كما أن طرق التكنولوجيا الحيوية قد استخدمت بنجاح لإدراج جين السمية

المعزول من بكتيريا تسمى باسلس ثرينجينسيس (*Bacillus thuringiensis*) لنباتات القطن وذلك لقدرة هذا الجين على مكافحة والسيطرة على اليرقات كأحد أطوار دودة ورق القطن. وقد تنبأ العلماء العاملين في هذا المجال أن الاستعمال الواسع الانتشار للقطن الجديد المعدل وراثيا سيقول التكاليف اللازمة لمقاومة هذه الحشرات عن الطرق التقليدية (استخدام المبيدات الحشرية) بما يقدر بـ ٥٠٪- ٩٠٪ في السنة.

وتعتبر الصناعات القائمة على التكنولوجيا الحيوية ومنتجاتها من الصناعات الجاذبة للاستثمارات العالمية وقد قدرت الأرباح السنوية التي تحققت من هذه الصناعة في الولايات المتحدة الأمريكية بين ٢ إلى ٣ بليون دولار وأرباح عالمية قدرت بحوالى ٦.٢ بليون دولار، كما لوحظ أن ما يقرب من نصف هذه الأرباح الاقتصادية ناتج عن صناعات التكنولوجيا الحيوية المتعلقة بالزراعة وصناعة الأدوية.

ويركز هذا الكتاب في مجمله على أحد الجوانب الهامة للتكنولوجيا الحيوية، ألا وهو التكنولوجيا الحيوية في خدمة البيئة. والبيئة هي كل ما يحيط بالإنسان من ماء يشربه أو هواء يتنفسه أو طعام يأكله أو كائنات حية يعيش ويتعايش معها أو جمادات يستخدمها، وبمعنى أعم وأشمل هي الكون المحيط به من كل جانب من جوانبه. ولقد خلق الله سبحانه وتعالى هذه البيئة وأودعها سره الأعظم، فلا ترى فيها عوجا ولا أمتا إلا انسجام وتناغم وتوازن كامل محكوم بقوانين فطرية محسوبة بدقة لا تختل. وما إن تدخل الإنسان بغروره ظنا منه أنه يصلحها حتى أفسدها وأخل بنظمها.

ويتضمن هذا الكتاب في مجمله أربعة محاور رئيسية تعتمد عليها التكنولوجيا الحيوية البيئية الحديثة وهي:

- ١- التنوع الحيوى للميكروبات والنباتات المستخدمة كمادة خام فى عمليات المعالجة الحيوية للملوثات.

٢- المعالجة الحيوية للملوثات والنفايات السامة سواء كانت هذه الملوثات في المياه أو التربة أو نفايات صلبة.

٣- الرصد الحيوى لكفاءة عمليات المعالجة الحيوية أو الكشف السريع على الدقة عن حالة الملوثات وتركيزاتها في البيئات الطبيعية.

٤- المنتجات الحيوية الصديقة للبيئة وخاصة البلاستيك الحيوى كبديل عن البلاستيكات المنتجة من مشتقات البترول والتي تقاوم التحلل البيولوجى وتسبب مشاكل بيئية وصحية كبيرة، والوقود الحيوى، والمبيدات والأسمدة الحيوية وغيرها من الموضوعات ذات العلاقة.

وقد روعى فى هذا الكتاب إعطاء نظرة عامة مع قليل من التفصيل لكل عنصر من عناصر التكنولوجيا الحيوية البيئية المذكورة أعلاه والتي سوف يفرد لكل عنصر منها كتاب منفصل بإذن الله. كما آمل أن تكون هذه المساهمة العلمية البسيطة مفيدة للقارئ العربى وإن كان فيها الخير فمن الله وإن كان غير ذلك فمن نفسى، والله من وراء القصد وهو يهذى السبيل.