الباب الأول

مقدمة فى التقنية الحيوية

تعتبر التقنيات الحيوية محصلة لمجموعة علوم في علم تشكلت ملامحه الأولية منذ عام ١٩٨١م لتنتج العديد من النواتج المؤثرة على البشرية، ومع تزايد الحديث عن تبعات هذه التقنيات الحالية والمستقبلية تزداد الحاجة لبيان أهميتها وبخاصة آثارها الإقتصادية، لأن الدراسات المستقبلية والقائمين عليها لم تطلق كلمتها الأخيرة في عمق الإختراقات المتوقعة للتقانات الحيوية – (وبالأخص الهندسة الوراثية) – في صميم الحياة وإعادة مزج أو تشكيل بنيتها الأولية٠ ويعزز هذه المقولة البروفيسور **Charles H. Townes** الحائز على جائزة نوبل عام ١٩٦٤ في الفيزياء والأستاذ بجامعة كاليفورينا – بيركلي حيث يقول:

"ما هى الإتجاهات الحديثة فى القرن الحادى والعشرين؟

“What are the new directions for science in the 21st Century?

As we learn more about bioengineering & Biotechnology, we will be able to recreate things that the healthy body does automatically. The possibilities of what might be done are absolutely fantastic"

كلما تعلمنا المزيد عن الهندسة الحيوية والتكنولوجيا الحيوية، سوف نمتلك القدرة على إعادة الأشياء بحيث يعمل الجسم السليم آلياً٠ وأن إحتمالات ما يمكن أن يحدث سيكون مثير للدهشة"٠

وتعتبر التقنيات الحيوية من العلوم الضاربة في جذور التاريخ حيث أنها تجمع بين الأحياء الدقيقة والتقنيات الآلية٠ وقد تطور مفهوم هذا العلم في السنوات الأخيرة بشكل كبير جداً ليرتبط بحياة الناس بشكل مباشر في مختلف الميادين الحياتية وبالتالي كان له الأثر الإيجابي في إقتصادهم٠

مفهوم التقنية الحيوية Biotechnology

إن التقنيات الحيوية تجمع بين الوسائل أو الأدوات العملية لحل المشاكل (تقنية) وإنتاج منتجات مفيدة (حيوية)، وعلى أية حال يستخدم هذا المفهوم منذ آلاف السنين عندما إستخدمت الحيوانات والنباتات لإنتاج الغذاء والكساء والدواء٠ وتغير هذا المفهوم قبل ما يقارب سبعين عاماً عندما إستخدمت بعض الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج المضادات الحيوية والأمصال وكذلك الخمائر، وتطور مفهوم العلم بصورة متسارعة منذ إكتشاف المادة الوراثية (**DNA**) بتفاصيلها الدقيقة (الكروموسومات، الجينات، والقواعد النيتروجينية)٠

بدأ الإنسان خلال الستينات والسبعينات من القرن الماضي في إستخدام بعض مكونات الخلايا في التطبيقات الحيوية مما طور مفهوم التقنية الحيوية إلى التطبيقات المتخصصة جداً ومن هنا نشأ تباين شديد في تعريف هذا العلم بين المدارس العلمية المختلفة وأصبح له عدد من التعاريف٠ فالمجتمع العلمي البريطاني مثلاً يعرفها بأنها "التطبيقات الحيوية والأنظمة ومراحل الإنتاج التصنيعية"، والتعريف الياباني بأنها "تقنية تستخدم الظواهر الحيوية لنسخ وإنتاج منتجات حيوية مفيدة"، والتعريف الإمريكي بأنه "إستخدام منظم للأحياء مثل الكائنات الحية الدقيقة أو المكونات الحيوية لأغراض مفيدة"، أما التعريف الأوربي فهو "الإستخدام المتداخل لعلوم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة والهندسة للوصول إلى تطبيقات صناعية من الأحياء الدقيقة وزراعة الأنسجة أو أجزاء منها"٠

فكلمة **Biotechnology** مكونة من مقطعين: الأول (**Bio-**) وهو مشتق من الكلمة اللاتينية " **Bios** " بمعنى الحياة (**Life**) أما الثانى

(Technology) فيعنى الطريقة المنظمة لعمل الأشياء (Systematic methodology)٠

ويقصد بالتكنولوجيا الحيوية بصفة عامة بأنها "أية تطبيقات تكنولوجية تستخدم النظم البيولوجية، والكائنات الحية أو مشتقاتها، لصنع أو تحوير المنتجات أو العمليات من أجل إستخدامات معينة" وتشير مصادر منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) إلى أنّ هناك طائفة واسعة من "التكنولوجيات الحيوية"، ذات تقنيات وتطبيقات مختلفة٠ ويشمل مفهوم التكنولوجيا الحيوية بمعناه الواسع، الكثير من الأدوات والتقنيات التي أصبحت مألوفة في نطاق الإنتاج الزراعي والغذائي٠ أما بمعناه الضيق، الذي لا يراعى سوى تقنيات الشفرة الوراثية الجديدة، والبيولوجيا الجزيئية، وتطبيقات الإكثار التكنولوجية، فيغطى طائفة من التكنولوجيات المختلفة، مثل معالجة الجينات ونقلها وتغيير الشفرة الوراثية، وإستنساخ النباتات والحيوانات٠ ولقد تمكنت التكنولوجيا المعلوماتية **Bioinformatics** في وقت قصير من قلب مفاهيم إعتمد عليها البشر لآلاف السنين سعياً وراء تأمين الغذاء والمسكن والدواء والحماية وسواها من متطلبات الحياة اليومية، إلا أنها خلقت تحديات خطيرة بالتوازى مع تقديمها للحلول٠

فاليوم ومع تحقيق التكنولوجيا الحيوية لنجاحات متزايدة، تبدو الصورة أقل إشراقاً لأن التكنولوجيا التي تساهم في إطعام جياع إفريقيا والفقراء حول العالم ساهمت سابقاً في تطوير صواريخ تحمل رؤوساً بيولوجية قادرة على إبادة البشر تماماً كما تُباد الحشرات٠ ويجمع الخبراء على مقولة أساسية تتلخص في أن التقدّم في العلوم الحيوية يحمل معه وعوداً هائلة للإنسانية، إلا أن هذا التقدّم سوف يسبب أيضاً أخطاراً حادة على الإنسانية وعلى بيئتنا ما لم

يتم التحكم فيه على نحو ملائم أو إذا ما إستخدم التقدم كأداة للحرب أو نشر الهلع أو غير ذلك من أشكال سوء الإستخدام٠

فعالمنا يشهد تطوراً مثيراً للغاية جداً في مجال أبحاث التكنولوجيا الحيوية وصناعاتها٠ وأصبحت هذه التكنولوجيا المتقدمة تتطور بسرعة فائقة وتقلق أهل العلم والسياسة والاقتصاد في جميع أنحاء العالم تخوفاً من نتائجها المحتملة على صحة البشر وتأثيرها المباشر وغير المباشر بالقضاء على التنوع الحيوي بين النباتات والحيوانات في العالم الذي تراكم عبر آلاف السنين٠ ومن المعروف أن هناك عدداً محدوداً من شركات التكنولوجيا الحيوية العملاقة تسيطر على غالبية المنتجات المعدلة جينياً (وراثياً) بمساعدة الأنظمة المعلوماتية في الأسواق العالمية٠ ويقول العلماء المختصون: إن آفاق التكنولوجيا الحيوية لا تزال في بداية الطريق وستشمل قريباً المزيد من منتجات الغذاء والدواء٠

إذن ما هي التكنولوجيا الحيوية؟

Then, what is Biotechnology?

إن التكنولوجيا الحيوية هي التطبيق المعلوماتي الصناعي للتكنولوجيات التي يتم تطويرها أو إستخدامها في العلوم البيولوجية وخصوصاً تلك التي تتصل بالهندسة الوراثية٠ ويتفق الخبراء على أن العالم على حافة ثورة في هذا المجال٠ وتتمتع التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية بقدرات هائلة على رفاهية ورخاء الإنسانية٠ على سبيل المثال، من خلال إنتاج لقاحات لأمراض لم يكن له علاج من قبل، وزيادة إنتاج الغذاء، والوقاية من أمراض وتشوهات وراثية عديدة٠ وتحمل ثورة التكنولوجيا الحيوية إلى جانب فوائدها إمكانات هائلة لإساءة الإستخدام أيضاً٠ ويمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية أيضاً بأنها عملية تغيير جزء بسيط جداً في الخريطة الوراثية لنوع أو أكثر من خلايا

النبات أو الحيوان، وغالباً ما يتم ذلك بمساعدة جزء من المادة الوراثية المستخلصة من أحد الميكروبات٠ ويهدف هذا التغير الوراثي إلى زيادة في إنتاج زراعي مثل الذرة وفول الصويا أو إنتاج بذور نباتات معدلة وراثياً لمقاومة تأثير الحشرات والأمراض والجفاف التي تصيب البطاطس والطماطم والتبغ والقطن وغيرها، كما يتم حالياً تطوير أنواع وراثية من الأبقار والأغنام لإنتاج حليب ذي مواصفات غذائية خاصة يحتوي على العديد من البروتينات المفيدة التي يمكن إستعمالها لمقاومة عدد من الأمراض أو أنواع من الأحماض الأمينية الضرورية لصحة الإنسان٠

وتقول اللجنة الدولية للصليب الأحمر في إنتقادها لبعض جوانب إستخدامات التكنولوجيا الحيوية؛ إن التاريخ قد أظهر أن الكثير من التطورات المهمة في العلوم والتكنولوجيا تم تحويلها إلى إستخدامات عدائية، وليست الكيمياء والطيران والإلكترونيات والفيزياء النووية إلا بعض أمثلة٠ وقد تمكن نتائج ثورة التكنولوجيا الحيوية من تطوير الأسلحة البيولوجية وإستخدامها في المنازعات المسلحة أو كوسيلة لنشر الرعب بين المدنيين٠ وقد يصبح نشر المرض عمداً، والقدرة على تغيير وظائف الجسم دون معرفة الفرد بذلك أسهل، وأكثر فتكاً، وأقل تكلفة، وأكثر صعوبة في الإكتشافات٠ وتضيف اللجنة الدولية للصليب الأحمر في موقعها على الإنترنت أنه يمكن التلاعب بعوامل الحرب البيولوجية المعروفة لجعلها أسهل إستخداماً٠ ويكون ذلك عبر التلاعب بالتركيب الجيني لعناصر الحرب البيولوجية القائمة مثل الأنثراكس، وذلك لزيادة إمكان إستخدامها كسلاح بيولوجى٠ فعلى سبيل المثال يمكن جعلها مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل البيئية مثل الجفاف والأشعة فوق البنفسجية التي تجعلها غير ضارة في الأحوال العادية٠ كذلك يمكن تحويل الميكروبات غير الضارة إلى ميكروبات خطيرة بعد التلاعب بهندسة تلك الكائنات جزيئياً

والتي نتعايش معها يومياً كي تنتج سموماً خاصة تسبب المرض٠ ومما سبق يمكن تعريف هذا العلم بأنه "الإستخدام التقني الموجه للكائنات الحية على المستوى الخلوي والجزيئي للحصول على نواتج مفيدة"٠

وتعتمد التقنيات الحيوية الحديثة على دراسة المادة الوراثية للكائنات الحية والإستفادة منها من خلال إستخلاصها وتحويرها ومن ثم إنتاج مواد مستخلصة جديدة منها وهو ما يعرف بالهندسة الوراثية، كما تشمل أيضاً التقنيات الحيوية علم زراعة الخلايا والأنسجة وهي تعمل كأوعية تحوي المادة الوراثية يتم إكثارها لتقوم بالدور المطلوب منها، كما يشترك أيضاً علم الأجسام المضادة وحيدة النسيلة **Monoclonal antibodies** وتقوم بدور أساسى في كشف وتحديد كفاءة المنتجات الخارجة من الخلايا (شكل ١)٠

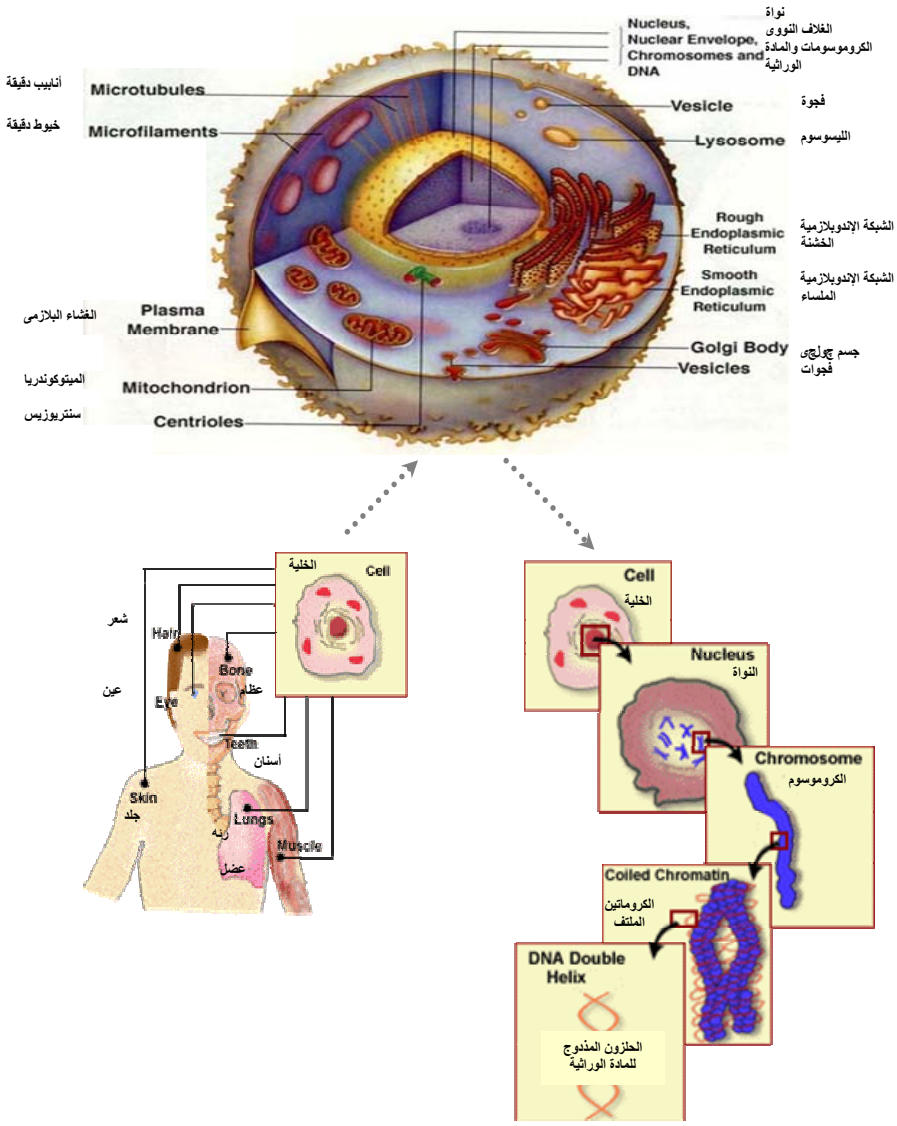
شكل ١: التقنيات المتداخلة في التقنية الحيوية

الحامض النووى Deoxyribonucleic Acid (DNA)

تتكون الكائنات الحية من أجزاء رئيسة كالأعضاء والتي تتكون من أنسجة، والأنسجة بدورها تتكون من ملايين من الخلايا؛ وذلك في الكائنات معقدة من حيث التركيب كما في الإنسان والحيوان والنبات وقد يتكون الكائن

الحي من خلية واحدة فقط أو من عدد محدود من الخلايا كما في البكتيريا والفطريات٠ وتقوم كل خلية بوظيفة محددة بحسب نوعها والنسيج الذي تنتمي إليه (شكل ٢)٠

ويوجد في كل خلية نواة تحتوى على نوية يوجد بها عدد من



شكل ٢ : تقنية هندسة الجينات

الكروسومات (المادة الوراثية) وتستفيد الخلية من مورثات (جينات) المادة الوراثية لإنتاج البروتينات المطلوبة بحسب وظيفتها وحاجتها، ويختلف عدد الكروسومات بحسب الكائن الحي ففي الإنسان يوجد ٤٦ كروسوم وفي بعض النباتات عدد أعلى من هذا بكثير يصل في بعض النباتات إلى أكثر من مائة كروسوم٠

وجدير بالذكر أن عدد الكروسومات عادة ما يكون زوجي نصفها يأتي من الذكر والنصف الآخر من الأنثى يلتقيان عند التزاوج ليكونا الجنين٠ وكل كروسوم مكون من شريطين متوازيين متكاملين من المادة الوراثية المسماة الحامض النووى **DNA** ملتفان حول بعضهما بمشاركة البروتينات اللازمة لهذه العملية٠ ويحتوي كل كروسوم على عدد كبير من الجينات التي تقوم بالوظائف الحيوية في الكائن٠ تتكون المورثات من المادة البنائية الوراثية والمسماة قواعد نيتروجينية (نظراً لإحتوائها على مادة النيتروجين كعنصر أساس)٠ وهناك أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية الأساسية ويرمز لها بالرموز أدينين (**A**)، جوانين (**G**) سيتوسين (**C**)، ثيامين (**T**)، ويعمل ترتيبها على تكوين الشفرة الخاصة بالأوامر الوراثية٠ تحفظ المادة الوراثية في النواة ولا يمكن أن تخرج منها بأي حال من الأحوال وتقوم المادة الوراثية بتسيير أمور الخلية٠

وتقوم الخلية عند الحاجة إلى تنفيذ مهمة ما بفك كود الشفرة المحمولة في المورث المطلوب وبالتالي تقوم المادة الوراثية بعد فك شفرتها والمسماة الحامض النووى **RNA** بالخروج من النواة إلى سائل الخلية والذي يحوي مصانع البروتينات (وهي أجهزة خاصة بترجمة المادة الوراثية إلى بروتين) والمسماة رايبوسومات حيث تقوم تلك الرايبوسومات بإنتاج البروتين المطلوب بالكمية المطلوبة، وعند إنتهاء الحاجة من البروتين تقوم الخلية بالتخلص منه٠