المصادر

كتاب اساسيات التقانة الحيوية	تأليف : الدكتور علي إبراهيم علي عبية و الدكتور احمد عبد الفتاح محمود / مكتبة المعارف الحديثة ٢٠١٢/٠٥/١٥
التقنية الحيوية	تأليف : د. فائز عزيز العاني

مفهوم التقنية الحيوية

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 استخدمت الحيوانات والنباتات لإنتاج الغذاء والكساء والدواء ٠ وتغير هذا المفهوم قبل ما يقارب سبعين عاماً عندما استخدمت 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 التعاريف ٠ فالمجتمع **العلمي البريطاني** مثلاً يعرفها بأنها "التطبيقات الحيوية والأنظمة ومراحل الإنتاج التصنيعية "،**والتعريف الياباني** بأنها "تقنية تستخدم الظواهر الحيوية لنسخ وإنتاج منتجات حيوية مفيدة"، وكذلك **التعريف الأمريكي** بأنه "استخدام منظم للأحياء مثل الكائنات الحية الدقيقة أو المكونات الحيوية لأغراض مفيدة "،أما **التعريف الأوربي** فهو "الاستخدام المتداخل لعلوم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة والهندسة للوصول إلى تطبيقات صناعية من الأحياء الدقيقة وزراعة الأنسجة أو أجزاء منها".

فكلمة **Biotechnology** مكونة من مقطعين: الأول وهو (**Bio**-) مشتق من الكلمة اللاتينية " **Bios** " بمعنى الحياة (**Life**) أما الثاني (**Technology**) فيعنى الطريقة المنظمة لعمل الأشياء **Systematic methodology**.

ويقصد بالتكنولوجيا الحيوية بصفة عامة بأنها" **أية تطبيقات تكنلوجية تستخدم النظم البيولوجية و الكائنات الحية او مشتقاتها, لصنع أو تحوير المنتجات أو العمليات من اجل استخدامات معينة** "و تشير مصادر منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة **F**ood and **A**griculture **O**rganization (FAO) إلى أنّ هناك طائفة واسعة من "التكنولوجيات الحيوية", ذات التقنيات و التطبيقات المختلفة التكنولوجيا الحيوية بمعناه الواسع الكثير من الأدوات والتقنيات التي اصبحت مألوفة في نطاق الإنتاج الزراعي والغذائي. أما بمعناه الضيق، الذي لا يراعى سوى تقنيات الشفرة الوراثية الجديدة, و البيولوجيا الجزيئية, تطبيقات الاكثار التكنلوجية.

فاليوم ومع تحقيق التكنولوجيا الحيوية لنجاحات متزايدة, تبدو الصورة أقل إشراقاً لأن التكنولوجيا التي تساهم في اطعام الجياع و الفقراء حول العالم ساهمت ايضا في تطوير صواريخ تحمل رؤوسا بيولوجيا قادرة على ابادة البشر تماما كما تباد الحشرات .

تتلخص في أن التقدّم في العلوم الحيوية يحمل معه وعودا هائلة للإنسانية, الا أن هذا التقدّم سوف يسبب أيضاً أخطاراً حادة على الانسانية و بيئتنا, ما لم يتم التحكم فيه على نحو ملائم أو إذا ما أستخدم هذا

التقدم كأداة للحرب أو نشر الهلع أو غير ذلك من أشكال سوء الاستخدام. فيغطي طائفة من التكنولوجيات المختلفة مثل معالجة الجينات و نقلها و تغير الشفرات الوراثية, استنساخ النباتات و الحيوانات .

و يجمع العلماء على مقولة اساسية ان التقديم في مجال التكنولوجيا الحيوية يحمل معه وعودا هائلة للإنسانية, الا أن هذا التقدّم سوف يسبب أيضاً أخطاراً كبيرة على حياتنا و على بيئتنا مالم يتم التحكم فيه على نحو ملائم .

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 الوراثية ٠ ويتفق الخبراء على أن العالم على حافة ثورة في هذا المجال ٠ وتتمتع التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية بقدرات هائلة على رفاهية ورخاء الإنسانية ٠ على سبيل المثال، من خلال إنتاج لقاحات لأمراض لم يكن له علاج من قبل، وزيادة إنتاج الغذاء، والوقاية من أمراض وتشوهات وراثية عديدة ٠ وتحمل ثورة التكنولوجيا الحيوية إلى جانب فوائدها إمكانات هائلة لإساءة الإستخدام أيضاً ٠ 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 الميكروبات**" ٠ 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 الإنسان ٠

وتقول اللجنة الدولية للصليب الأحمر في انتقادها لبعض جوانب استخدامات التكنولوجيا الحيوية؛ إن التاريخ قد أظهر أن الكثير من التطورات المهمة في العلوم والتكنولوجيا تم تحويلها إلى استخدامات عدائية، وليست الكيمياء والطيران والإلكترونيات والفيزياء النووية إلا بعض أمثلة ٠ وقد تمكن نتائج ثورة التكنولوجيا الحيوية من تطوير الأسلحة البيولوجية وإستخدامها في ىالمنازعات المسلحة أو كوسيلة لنشر الرعب بين المدنيين ٠ وقد يصبح نشر المرض عمداً، والقدرة على تغيير وظائف الجسم دون معرفة الفرد بذلك أسهل، وأكثر فتكاً، وأقل تكلفة، وأكثر صعوبة في الإكتشافات ٠ 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 بيولوجى ٠ فعلى سبيل المثال يمكن جعلها مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل البيئية مثل الجفاف والأشعة فوق البنفسجية التي تجعلها غير ضارة في الأحوال العادية ٠ كذلك يمكن تحويل الميكروبات غير الضارة إلى ميكروبات خطيرة بعد التلاعب بهندسة تلك الكائنات جزيئياً والتي نتعايش معها يومياً كي تنتج سموماً خاصة تسبب المرض ٠ 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، آما 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 antibodie وتقوم بدور أساسى في تحديد و الكشف عن كفاءة المنتجات الخارجة من الخلايا (شكل ١).

شكل ١: التقنيات المتداخلة في التقنية الحيوية

أبرز مدخلات وتطبيقات التقنيات الحيوية:

Input and Applications of Biotechnologies

يمكن إعتبار كل تقنية من التقنيات الحيوية هي بدورها مجموعة التقانات ولذا يشاع حالياً إستخدام تعبير التقنيات الحيوية بدلاً من التقنية الحيوية، وفيما يلي عرض لأهم التقنيات في التطبيقات الحيوية ويلخص الشكل التالي تداخل هذه التقنيات مع بعضها البعض

أولاً :الأجسام المضادة وحيدة النسيلة Monoclonal Antibodies

تستخدم فيها خلايا الجهاز المناعي والتي تبني الأجسام المضادة والتى تتميز بالقدرة التخصصية العالية جداً وبالتالي يمكن تحديد وإكشاف العناصر لحيوية بدقة ولو كانت بكميات ضئيلة جداً ٠ ومن تطبيقاتها تحديد وكشف الملوثات البيئية وكذلك الكشف على الكائنات الدقيقة الضارة في الغذاء.

ثانياً: تقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture Technology

وهي زراعة الخلايا في أوعية زراعة تحت الظروف المعقمة(In vitro) وذلك فى معامل خاصة بزراعة الأنسجة ٠

ومن تطبيقاتها:-

١. إستخدام الخلايا الثديية في الكشف على كفاءة الأدوية بدلاً من الحيوانات مما يعكس الأمان والدقة ٠
٢. العلاج الخلوي ٠
٣. إنتاج العقاقير النباتية من الخلايا مباشرة بدلاً من النباتات ٠
٤. إكثار وتضاعف الأنسجة النباتية في المعمل.

ثالثاً :الإستنساخ أوالإستنسال Cloning

إنتاج أعداد ونماذج متطابقة وراثياً من الجزيئات والخلايا والحيوانات والنباتات وهي على ثلاثة أنواع:-

١. الإستنساخ الجزيئي DNA Cloning

وهو أساس علم البيولوجيا الجزيئية **Molecular Biology** وهو من أهم تقنيات الهندسة الوراثية التي تستهدف التطوير والإنتاج ٠ آما أن جميع التطبيقات الخاصة بإعادة توليف المادة الوراثية من البحث الأساسى إلى الإنتاج الدوائي تعتمد على هذه التقنية الحديثة ٠

٢. الإستنساخ الخلوي Cord Blood Stem and Cells Cloning

وهو بدوره مهم ومكمل لسابقه خاصة أبحاث الأجسام المضادة وحيدة النسيلة، ومن تطبيقاته:

A. أكثار النباتات بزراعة الأنسجة المحورة وراثياً والأخرى غير المحورة ٠
B. إنتاج الأدوية من الخلايا البشرية.

٣. الإستنساخ الحيواني Reproductive Cloning

ولعل شهرة المنتج المسمى بالنعجة دوللى أعطت خلفية جيدة عن مثل هذا الموضوع مع أن تطبيقاته أكثر تعقيداً وصعوبة.

رابعاً: التحوير الوراثي Transformation

في السابق آان التحوير الوراثي ضمن نفس النوع والجنس أحياناً من خلال التزاوج والتلقيح ٠ أما الآن فالتحوير الوراثي يحدث بنقل الجينات من نوع إلى آخر أو بتحوير جينات نفس النوع ومن تطبيقاته:-

A. إنتاج الأدوية واللقاحات ٠
B. علاج بعض الأمراض الجينية ٠
C. زيادة الإنتاج الزراعي وتقليل التكلفة ٠
D. زيادة قيمة المحتوى الغذائي في الطعام ٠

خامساً: هندسة البروتينات Protein Engineering

تعتمد هذه التقنية على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة لها إستخدامات مفيدة مثل الإنزيمات والمحفزات الحيوي Biocatalysts .

سادساً: تقنية الهجين Hybrid Technology

على الرغم من أن التقنيات السابقة تعتمد على الكائن الحي فقط، إلا أنها فتحت آفاقاً علمية جديدة من خلال إستخدام المادة الوراثية وقدرتها على التعرف والإلتصاق بالجزء المكمل أو المشابه لها، وذلك بربطها بالعلوم والمعارف الأخرى لتعطي تطبيقات مفيدة مثل:-

١. الكواشف الحيوية Biosensors

تربط هذه التقنية علم الأحياء بالإلكترونيات الدقيقة Microelectronics من خلال ربط خلايا أو مضادات حيوية بموصلات ناقلة Transducer وهي تقنية ترصد عوامل بتركيزات دقيقة جداً و تحول الإشارة الحيوية الخاصة بإرتباط المادة المطلوبة إلى إشارة رقمية تعكس الكمية الموجودة • من تطبيقاتها أيضاً:

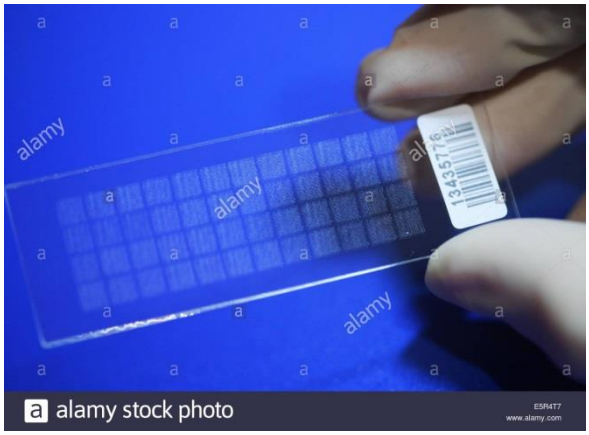
A. قياس المحتوى الغذائي وجودته وسلامته •
B. مساعدة الأطباء لقياس مكونات محددة في الدم وبشكل مباشر •
C. قياس الملوثات البيئية •

٢. هندسة الأنسجة Tissue Engineering

تربط هذه التقنية بين علم الخلية وعلم المواد لإنتاج أنسجة صناعية في ومن الأمثلة الناجحة لهذه التقنية بناء الجلد Scaffolds المعامل مع دعاماتها والغضاريف •

٣. رقائق المادة الوراثية DNA Chip

وهي تزاوج بين صناعة شبه الموصلات Semi Conductive والجينات مما يمكن من تحليل عشرات الآلاف من الجينات في رقاقة واحدة لا تتجاوز مساحتها السنتيميتر المربع •

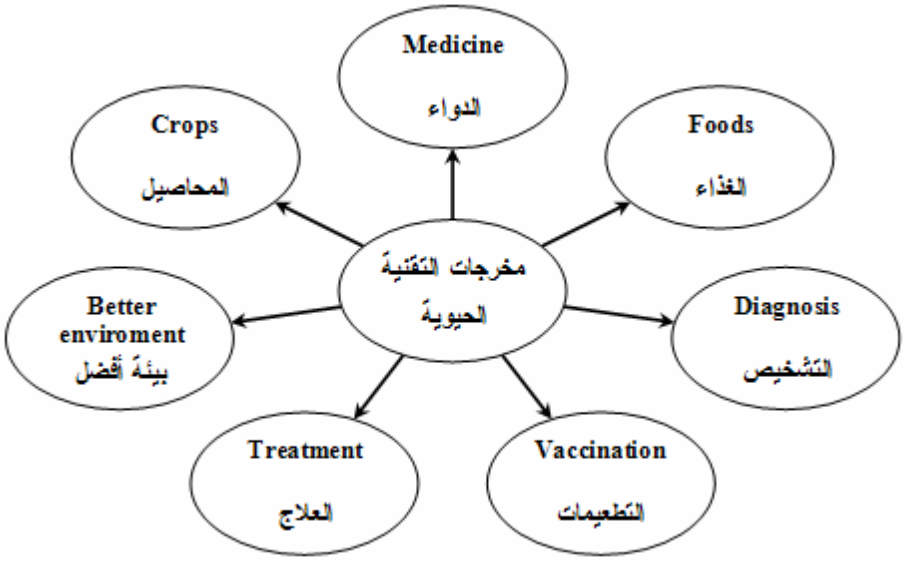


ومن تطبيقاتها:

A. الكشف على الطفرات في مورثات معينة •
B. قياس نشاط المورثات •
C. تحديد الجينات الهامة لإنتاج المحاصيل •
D. دراسة التسلسل البنائي للمادة الوراثية •

مخرجات التقنية الحيوية Biotechnology Outputs

عند الحديث عن مخرجات التقنيات الحيوية (شكل ٤) لابد من الأشارة أن كثيراً من الباحثين والعلميين يخلطون بين مخرجاتها الحالية الفعليه والمخرجات المتوقعة مستقبلا من خلال التقارير العلمية والنشر العلمي مما جعل هناك خلطا ولبسا أساء إلى هذا العلم في بعض الأحيان كما حدث عندما تمت تجربة إستنسال النعجة دوللي ٠ هذا وسيتم هنا التطرق إلى أبرز المخرجات الحالية والمتوقعة من التقنيات الحيوية مصنفة حسب مجالات تطبيقاتها ٠



شكل ٤: أبرز المخرجات التقنية الحيوية

أولاً: مخرجات الرعاية الصحية Health Care

خلال المدة القصيرة المنصرمة على بداية الإنتاج للأدوية بالتقنيات الحيوية تم إنتاج أكثر من ١١٧ دواء ولقاح إستفاد منه أكثر من ٢٥٠ مليون إنسان من مختلف شعوب العالم؛ وأن ما يعادل ٧٥ ٪ من هذه الأدوية تم إقراره في السبعة أعوام الماضية ٠ آما أن Food and Drug Administration (FDA) من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية هناك ما يقارب ٣٥٠ دواء ولقاح جديد في مرحلة الإختبار تمهيداً لإقراره ٠ ويتوقع أن تساهم هذه الأدوية الجديدة في علاج ٢٠٠ مرض ٠ كما تساهم التقنيات الحيوية في إجراء مئات الفحوص الطبية وتشخيص الأمراض بطريقة سريعة ودقيقة تحمي المجتمعات من تبعاتها المعدية والخطيرة كالإيدز ٠

وفيما يلي سرد لأهم مجالات المخرجات الطبية للتقنية الحيوية:-

A. علاج بعض الأمراض (مثل السرطان) ٠
B. إنتاج اللقاحات والتطعيمات ٠
C. التشخيص ٠
D. العلاج الجيني ٠
E. أبحاث الخلايا الجذعية ٠

F. البروتينات والجينات ٠

ثانياً: الإستخدامات الزراعية Agriculture Applications

يسوق حالياً العديد من المواد الغذائية المحورة وراثياً بإستخدام التقنيات الحيوية مثل البابايا والذرة والفول السوداني والبطاطس وقد كان لها دور في تقليل إستخدام المبيدات الحشرية إضافة إلى زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية ٠

ومن المخرجات في المجال الزراعي:-

A. إنتاج الغذاء آالأغذية المحورة وراثياً ٠
B. التهجين بين الأجناس النباتية ٠
C. المبيدات الحيوية ٠
D. الحد من إستخدام مبيدات الحشائش ٠
E. الحماية الطبيعية للنباتات ٠
F. المنتجات المساعدة في التصنيع الغذائي ٠

ثالثاً: الإستخدامات الصناعية Industrial Applications

تم إنتاج العديد من الكيماويات في السابق إعتمادا على التقانات الحيوية مثل الأسيتون وحمض الستريك وحمض الخليك كما إعتمدت بعض المنتجات الصناعية في السابق على المشتقات البترولية غير القابلة للتحلل مما أدى إلى تلوث البيئة وزيادة المخلفات الصلبة، غير أن التقنيات الحيوية يمكن أن تسهم في تأمين بدائل آآثر عناية بالبيئة وذات علاقة بمجال المواد والطاقة ٠

كما تنتج حاليا كثيراً من المحفزات الحيوية كالإنزيمات بالتقنيات الحيوية وهو ما يساعد بدوره في إنتاج مركبات كيميائية جديدة، آما يمكن تحوير المحفزات الحيوية الحالية لتكون أكثر فاعليه ونشاطاً. **ويوجد حالياً أكثر من ٤٥ إنزيماً يعمل كمحفز حيوي في مختلف التطبيقات الصناعية مثل:**

A.Carbohydrases
B. Proteases
C. Peptidases
D. Lipases
E.Oxireductases
F.Transferases

رابعاً: الإستخدامات البيئة Environmental Applications

تستخدم بعض التقنيات الحيوية لتخليص البيئة من الملوثات العالقة بها والمفيد في الموضوع أن الكائنات المحورة المستخدمة لهذا الغرض يمكن أن تترك للعيش بشكل طبيعي في البيئة خاصة أماآن الملوثات وتقوم بدورها دون عناء يذآر أو تكلفة إضافية ٠ ومن الأمثلة على ذلك تخليص الجازولين من مادة بإستخدام البكتيريا ٠ آما Methyl tertiary butyl ether (MTBE).

تستخدم التقانات الحيوية في التخلص من بقايا النفط في الخزانات النفطية في دول الخليج العربى ٠

خامساً: الإستخدامات الفضائية Space Applications

في عام ٢٠٠٠ م وقعت وكالة الفضاء الإمريكية ناسا إتفاقية مع منظمة صناعة التقنية الحيوية ومعهد أبحاث السرطان الوطني إتفاقية لإستخدام التقنية الحيوية في إستكشاف الفضاء كآذلك أبحاث الجاذبية الدقيقةMicro gravity ٠

تطبيقات وفوائد التقانات الحيوية في العالم
Worldwide Applications and Benefits of Biotechnology

بنظرة سريعة الى مجالات تطبيق التقانات الحيوية وتفعيل الاستفادة منها نجد ان هناك حاجة ملحة الى تبني برنامج واضح وواعد لاستخدام تقانة المستقبل، ولإجراء ذلك يجب علينا في الدول العربية معرفة وضعنا من تلك التقنيات وتحديد امكاناتنا المادية والبشرية والتنسيق في ما بيننا للتعاون في التغلب على الصعوبات التي تقف حجر عثرة دون استفادتنا من تلك التقنيات. ويوضح الجدول التالي ملخص وافيا لبعض الجوانب التطبيقية لهذه التقنية.

جدول (١) : الجوانب التطبيقية لهذه التقنية

المجال	أهم التطبيقات
الرعاية الصحية	١. تفعيل إستخدام تقنيات التفاعل البنائي المتسلسل PCR في الكشف المبكر للأمراض٠ ٢. العلاج الجيني٠ ٣. صناعة الدواء بالتقنية الحيوية كما حدث في إنتاج الأنسولين البشري٠
البيئة	١. تفعيل الإستفادة من متبقيات الزيت والحد من التلوث٠ ٢. التخلص من مخلفات الصناعة٠ ٣. الإستفادة من المخلفات العضوية٠ ٤. تدوير إستخدام المياه٠
الصناعة	١. صناعة الدواء من المواد الكيماوية النباتية المصدر ٠ ٢. إستخدام الكائنات الدقيقة في تحسين خواص البترول ومشتقاته٠ ٣. إنتاج الكيماويات والمحفزات الحيوية٠
الزراعة	١. إنتاج نباتات محسنة وراثياً لمقاومة الأمراض والآفات خاصة المحاصيل الإقتصادية كالأرز والذرة والقمح٠ ٢. إنتاج نباتات محسنة وراثياً لتحمل الظروف البيئية القاسية خاصة الملوحة والجفاف لاسيما مع ظروف شح الموارد المائية٠ ٣. الإنتاج المكثف الدقيق للنباتات (زراعة الأنسجة) محليا والحد من الإستيراد للتخفيف من مشاكل إنتقال العوائل الممرضة، وإستيراد النباتات بالأنابيب بدلا من الشتلات٠ ٤. تطوير إنتاجية الحيوانات المزرعية٠ ٥. الكشف المبكر لأمراض الحيوان٠

فوائد التكنولوجيا الحيوية Benefits of Biotechnology :

لقد اصبح للتكنولوجيا الحيوية اهداف عظيمة تحقق بعضها وجاري العمل على قدم وساق لتحقيق الباقي ولن تنتهي الطموحات التي فتحها هذا العلم لخدمة البشرية في كافة المجالات والتي نجملها في التالي :

أولا: في مجال تطوير المحاصيل الزراعية Agricultural Field Development

١- انتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية Production of Virus – Resistant Plants

وتعد من اهم الصفات الواعدة التي تقدمها الهندسة الوراثية لتحسين الانتاج النباتي حيث لا يوجد وسيلة مباشرة لعلاج المحاصيل المصابة بالفيروسات سوى الوقاية من الاصابة بها عن طريق الممارسات الزراعية الجيدة مثل استخدام دورة زراعية مناسبة، التخلص من الحشائش وبقايا المحصول السابق التي تكون عائلا ثانيا للفيروس في فترة عدم وجود العائل الاساسي، استعمال مبيدات الحشرات القاتلة للحشرات الناقلة للفيروس. وتعتمد فكرة هندسة النباتات المقاومة للأمراض الفيروسية على الدراسات السابقة في مجال الوقاية بالتحصين Cross Protection والتي وجدت ان عدوى النباتات بفيروسات ضعيفة تحصين النباتات اذا ما اصابها بالسلالات الاكثر ضراوة وعندما تمكن بيتش وزملاءه سنة ١٩٩٠ في جامعة واشنطن من نقل الجين المسئول عن انتاج الغلاف البروتيني لفيروس الدخان الموازيكي Tobaco Moasic Virus (TMV) في نباتات الطماطم حيث عبر هذا الجين عن نفسه وانتج بروتين الغلاف الفيروسي وجد ان النباتات قاومت الاصابة الفيروسية بشدة وبذلك اثبت بتمشى صحة نظريته الافتراضية القائلة ان بروتين غلاف (TMV) يضفي المقاومة على سلالات هذا الفيروس وغيره من الفيروسات القريبة الصلة به، وبتلك التقنية امكن هندسة اكثر من اثنى عشر نباتا مقاوم للفيروسات.

٢- نباتات مقاومة للحشرات Insects Resistant Plants

اعتمدت فكرة مقاومة الحشرات خلال الثلاثون عاما الماضية على انتاج بروتين تنتجه بكتيريا *Bacillus thuringiensis* (Bt) لتقوم تلك البروتينات على قتل الحشرات. واستخدمت تلك المستخلصات البروتينية Bt على نطاق واسع في مقاومة الحشرات حرشفية الاجنحة (الفراشات وابي دقيق) والتي تعتبر افات رئيسية حيث تقوم تلك البروتينات بالارتباط بأغشية امعاء الحشرات المستهدفة بأن يتم انتقال الأيونات من البروتينات Bt الى الخلايا الطلائية بالامعاء فتتعطل قدرة الحشرات على التغذية فتموت. وتلك المبيدات الحشرية ليس لها تأثير سام على الثدييات فقط بل ولا على الانواع الحشرية الاخرى وفاعليتها لا تدوم الا وقتا قصيراً وبالتالي فيها امنة بيئيا.

ولقد تمكن المختصون في الهندسة الوراثية في كل من شركة كنت البلجيكية وشركة اجروحين تكس ويسكونسين واكراسيتوس ومنسانتو من عزل جينات تخص بروتينات المبيدات الحشرية واستخدموا المسدس الجيني Gene Gun أو بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* في ايلاج الجينات في كل من الطماطم والبطاطس والقطن. ولقد ثبت ان وجود جينات Bt داخل نبات القطن قد جعله اكثر مقاومة لكل الآفات اليرقية الرئيسية بما فيها دودة اللوز وعليه يمكن ان يؤدي استخدام تلك النباتات المهندسة الى خفض كميات المبيدات الحشرية بنسبة ٤٠ – ٦٠٪ ولقد تم البحث عن جينات Bt اخرى ذات تأثير على الحشرات غير اليرقية وقد امكن تصميم جين فعال ضد خنفساء كلورادو التي تصيب البطاطس. كما امكن تصميم جين Bt آخر في شركة ميكوجين بسان دييجو بكاليفورنيا لمقاومة الاصابة بالنيماتودا، كما صمم جين فعال ضد البعوض الناقل للملاريا. وقد اكدت الاختبارات ان بروتينات BT آمنة بيئيا فضلا على ان نسبة وجودها في النباتات المهندسة وراثيا لا تتعدى ٠,١٪ من البروتين الكلى في النبات المحور وهذا البروتين يتحلل تماما كأي بروتين في القناة الهضمية.

٣ - نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش Herbicides Resistant Plants

نظراً لمنافسة الحشائش للنباتات الاقتصادية في كل من الماء والغذاء وضوء الشمس فان المحصول عادة ما يقل بنسبة ٧٠٪ كما انها تشكل مأوى للأمراض والآفات، كما ان تواجد بذورها مع غلال المحاصيل الاقتصادية يقلل من قيمتها النوعية ويزيد من تكاليف التنظيف والتقنية، لذلك يكون ضمن الممارسات الزراعية استخدام مبيدات الحشائش.

تعتمد فكرة هندسة نباتات مقاومة لمبيد الحشائش كما قامت بها شركة مونسانتو وشركة كالجين بديفز بكاليفورنيا بزيادة قدرة النباتات على تحمل مادة glyphosate، وهي المادة الفعالة في مبيد الحشائش المسمى بالرواند اب الواسع الانتشار في مقاومة الحشائش عريضة الاوراق وهو من المبيدات الامنة بيئيا حيث انه غير مؤثر على الحيوانات التي لا تمتلك مسالك الاحماض الامينية العطرية، ثم انه يتحلل بسرعة في البيئة الى مركبات طبيعية غير ضارة. وعلى اية حال، تقوم المادة الفعالة في هذا المبيد بتثبيط فعل انزيم ضروري لا نتاج الاحماض الامينية العطرية التي تحتاجها النباتات في النمو. ولقد قام كل من Comai وكذلك Sticker بشركة كالجين وكذلك rogersوايضاً Chesor بشركة مونسانتو بعزل جينات تخليق انزيم EPSP من البكتيريا والنبات ثم اولجت تلك الجينات في الطماطم وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل لتتمكن تلك النباتات من تحمل الرواندا ب، وبنفس الاسلوب تم انتاج نباتات تتحمل انواع من المبيدات سلفونيل يوريا Sulfonylurea في شركة دوبون.

٤ - ثمار ذات جودة عالية High Quality Fruits

طور الباحثون طريقتان لإطالة عمر ثمار الطماطم بطريقتين، الأولى تتمثل في ايلاج جينات تسمى مضادات الاحساس Anti-sense لجينات النضج والمسئولة عن انتاج الاثيلين والانزيمات الاخرى التي تعجل بسرعة النضج والطراوة ثم التعفن بان تنتج بروتينات تقوم بالارتباط مع الحامض النووي RNA الخاص بالنضج فيمنعه من نسخ البروتينات الخاصة بأطلاق انزيم تعجيل النضج فتؤخر النضج وتقاوم الرخاوة، والثانية فهي ايلاج جين يقوم بتصنيع انزيم يقوم بتحليل مركبات البادئة precursor التي تكون الاثيلين وبذلك يتأخر النضج والطراوة. وقد امكن لشركة كالجين من ايلاج جين High Pigment Gene وهو الجين المسئول عن انتاج الصبغات الملونة في الطماطم مثل صبغات الانثوسيانين بكمية كبيرة ليزداد تركيز الصبغة في ثمار الطماطم لكي تتمكن ربة المنزل من استخدام عدد اقل من الثمار عند الاستخدام.

٥- نباتات ذات خصائص تغذوية فائقة Nutritious and Specific Nature of Plants

قد امكن تكوين نباتات تستطيع تثبيت الازوت الجوي بنقل الجين المسمى nif والموجود في بكتيريا *Azetobacot* التي تتطفل على جذور النباتات البقولية. وقد امكن في الماضي نقلها الى *Proteus vulgaris Esherichia coli*، *Agrobacterium tumefacien* وهناك محاولات في الفلبين واليابان لنقل الجين المسبب لزيادة فاعلية هذا المخصب البيولوجي الى نبات الازر.

ونظرا لافتقار البروتين النباتي لبعض الاحماض الامينية الهامة مثل الليسين والتربتوفان كما في الحبوب والذي يعد السبب الرئيسي لسوء التغذية في دول العالم الثالث لذلك سعى علماء الوراثة الى انتاج نباتات تتوفر بها تلك الاحماض الامينية الهامة والتي يعجز الانسان والحيوانات وحيدة المعدة مثل صغار الحيوانات المجترة والدواجن عن تخليقها في اجسامها لذا يتعين عليه توافرها في غذائها . ولقد تم عزل الجينات المسئولة عن انتاج مثل تلك الاحماض وايلاجها في بعض النباتات لكن لم يتم نقلها الى الحبوب الى الان.

٦- إنتاج نباتات رباعية الكربون مهندسة وراثياً Engineered C^4 Plants

لزيادة كفاءة التمثيل الغذائي بالنباتات، فهنالك دراسات عن نقل الجين المسئول عن انتاج انزيم ما بحيث يؤدي الى زيادة كفاءة عملية تمثيل ثاني اكسيد الكربون بالتالي زيادة المحصول.

ثانيا : في مجال الانتاج الحيواني Field of Animal Production

وتتمثل اهمية التكنولوجيا او التقنية الحيوية في :

١. **انتاج حيوانات معدلة وراثيا ذات قدرة على مقاومة الامراض وخاصة الفيروسية مثل الارانب والاسماك والابقار والخنازير.**
٢. **المعاجلة الجينية للحيوانات لزيادة سرعة نموها بتزويدها بالجين الخاص بهرمون النمو السريع وقد تم بالفعل انتاج عدد من الخنازير الامريكية والاسترالية وحيوانات المزرعة سريعة النمو وكذلك لزيادة قدرتها على انتاج اللحم وتحسين خواصه وزيادة القدرة على ادرار اللبن.**
٣. **انتاج اغنام ذات صوف عالي الجودة.**
٤. **تقسيم جنين الماشية والحصول على توائم ثنائية وثلاثية ورباعية لزيادة الناتج من الثروة الحيوانية.**

ثالثا: في مجال التصنيع الزراعي Field of Agricultural Industries

وتتمثل أهمية التكنولوجيا او التقنية الحيوية في :

- **إنتاج الانزيمات المستخدمة في صناعة الألبان.**
- **انتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات.**
- **انتاج الهرمونات والانزيمات لتحويل النشا الى سكر وانتاج عصير ذرة سكرى.**
- **إنتاج الصبغات الطبيعية ومكسبات النكهة والطعم والرائحة.**
- **إنتاج لقاحات ضد الامراض الدواجن مثل النيوكاسل والحمى القلاعية في الحيوان.**
- **استخدام الحيوانات والنباتات والبكتيريا كمصانع حيوية لتصنيع الدواء والبروتينات والهرمونات والانزيمات.**
- **الاستفادة من مخلفات المزرعة وتحويلها الى سماد عضوي ومخلفات الغابات من قلف ونشارة خشب وكذلك نفايات مصانع السكر وتحويلها باستخدام بكتيريا معدلة وراثيا الى بروتين يمكن تصنيعه في صناعات اللحوم كذلك انتاج الغاز الحيوي من مخلفات المزرعة ايضا الاستفادة من بروتين شرس اللبن.**
- **استنباط الطاقة من النفايات باستخدام بكتيريا تحول السيلولوز الى مواد عضوية نيتروجينية واخرى تحول الاحماض الى ميثان كذلك استخدام بكتيريا مثـــل** *Zymononas mobilis* **التي تحول النشا الى ايثانول.**

رابعا : في مجال العلاج الطبي Field of Medical Therapy

وتتمثل اهمية التكنولوجيا او التقنية الحيوية في هذا المجال كما يلي :

- انتاج لقاحات ضد الامراض في الانسان مثل الملاريا.
- توصل العلماء التي تكوين بكتيريا تحتوي على جينات الانترفيرونات البشرية Inter ferones وهي عبارة عن بروتينيات تعمل على وقف تضاعف الفيروسات المسببة للإنفلونزا وشلل الاطفال وهي تنتج داخل جسم الانسان وتنطلق لمهاجمة الفيروس وهي قد تكون مفيدة في علاج الايدز والسرطان.
- العلاج الجيني Gene therapy ولعله الحلم الذي اصبح حقيقة في سبتمبر عام ١٩٩٠ عندما أجريت أول تجربة للعلاج الجيني على الطفلة (أشانتي ديسيلفيا) والتي قام بها فريق من العلماء الامريكيين بقيادة (فرنش أندرسون) والذي فتح افاق هذا المجال الجديد في الطب والذي يفتح الامل امام المرضي بالعديد من الامراض الوراثية الميؤوس من علاجها. وقد كانت هذه الطفلة تعاني من نقص موروث في انزيم ADA وهو احد الانزيمات المهمة لعمل الجهاز المناعي والذي يؤدي غيابه الى فقد قدرة الجهاز المناعي عن العمل فيصبح الطفل بدون جهاز مناعي ويموت قبل ان يبلغ الخامسة من عمره تماما مثل مريض الايدز ولكن بدون عدوى بالفيروس. ويتم هذا العلاج الجيني من خلال اصلاح الجين المعاب من خلال علم الهندسة الوراثية واعادة حقنه مرة اخرى في خلايا نخاع العظام الام Stem cells بعد ان يحمل على الحامض النووي لنوع من الفيروسات غير الضارة وبذلك ينتج الجهاز المناعي هذا الانزيم ويعود الى العمل مرة اخرى.

وحتى عام ١٩٩٥ كان هناك اكثر من مائة عملية قد اجريت لعلاج بعض الامراض الوراثية بالعلاج الجيني وهناك اكثر من ٤٠٠٠ حالة مرضية يمكن ان يستفيد اصحابها من هذا النوع من العلاج وربما كان اهم هذه الامراض السرطان وخاصة سرطان الجلد والمثانة والكبد والثدي واللوكيميا وبعض الأمراض الخاصة لأمراض المناعة مثل مرض نقص المناعة الوراثية والايدز وتصلب الشرايين والهيموفيليا والروماتويد.

ويعتقد العلماء انه بحلول عام ٢٠١٥ سيصبح علماء الوراثة قادرون على رسم خريطة كروموسوميه لكل انسان عندما يبلغ الثامنة عشر تحتوي على كل ما يمكن ان يحدث له من امراض وقد يساعد ذلك على اختيار زوجته من الناحية الوراثية لكي ينجب اطفال اصحاء. كما يمكن للأطباء التدخل بالعلاج الجيني لعلاج الجينات المعيبة عند حدوثا الاخصاب وتكوين البويضة المخصبة كما امكن زرع خلايا لانجر هانز من البنكرياس والتي تفرز الأنسولين في الوريد البابي بالكبد ونجحت العملية ويعيش صاحبها حية طبيعية بعد ان تجنب الاصابة بأمراض الفشل الكلوي وقصور الشرايين والتهاب الاعصاب وضعف النظر. وهناك علم جديد يسمى علم هندسة الانسجة تعتمد فكرته على زراعة خلايا معينة مثل خلايا الكبد من نوع خاص من رقائق البلاستيك او البوليمرات الذي يعتبر وسط مناسب مع توفير المناخ والغذاء المناسب فتنمو الخلايا حتى تملئ الفراغ البلاستيكي فيتم زراعته دون ان يرفضه الجسم.

وقد اجرى بعض العلماء دراسات على جين يساعد الخلايا على انتاج هرمون اللبتين الذي يزداد انتاجه بزيادة السمنة ويعتقد العلماء ان هذا الهرمون يسير في الدم الى مركز تنظيم الشهية في المخ فاذا زادت نسبة السمنة بالجسم اصدر المخ اشارة الى الجسم للتوقف عن الاكل والامل استخدامه في علاج السمنة امر ممكن في القريب العاجل. وكذلك تحضر فاكسينات للقضاء نهائياً على الحساسية باستخدام الهندسة الوراثية.

خامسا : مقاومة التلوث البيئي Environmental Pollution Control

ويتم ذلك من خلال :

- **انتاج بكتيريا محللة لفضلات مياه المجاري.**
- **انتاج البكتيريا لبروتينات تغلف المواد الضارة بالبيئة مثل مركب DDT.**
- **انتاج بكتيريا تقاوم التلوث البحري بالبترول باستخدام بكتيريا تفتت وتلتهم جزيئات البترول.**
- **انتاج بوليمرات تنتجها بكتيريا يوتر وفاس تنقل الى *E. coil* ثم الى النبات. هذا البلاستيك الحيوي يشبه البلاستيك العادي والذي يسهل تحلله وعليه فهو بديل امن بيئياً اكتشفه الكيميائي دوجلاس دينيس حيث وجد ان بكتيريا يوتر وفاس لها القدرة على انتاج مادة PHB البلاستيكية ثم جاء دكتور كريس سومر (عالم النبات بجامعة ميتشغان) فقام بنقل جينات PHB ببكتيريا يوتر وفاس الى الشريط الوراثي لبعض نباتات العائلة الخردلية وهذا يمثل خطوة هامة في صناعة البوليمرات حيث أمكن لتلك النباتات انتاج مادة PHB البلاستيكية.**
- **استخدام البكتيريا المحللة لمياه المجاري ليعاد استخدامها في ري الاشجار الخشبية.**

ومن خلال السرد السابق يمكن القول ان عدم المبادرة الى نقل التقنية يكون له اثار سلبية على الدول النامية والشعوب الفقيرة سيؤدي إلى :

- **تركيز الابحاث بما يخدم الاغنياء خاصة في الجانب الصحي.**
- **حجب التقنية مستقبلا كما حدث في الطاقة الذرية عن تلك الدول الفقيرة.**
- **عدم تسخير التقنية لعلاج المشاكل المحلية والاكتفاء باستيراد مخرجاتها من الدول الغنية مما يجهد موازنات تلك الدول الفقيرة.**
- **ارتفاع قيمة مخرجات التقنية بالنسبة لتلك الدول لاحتفاظ ملاكها بأسرارها.**