ومما سبق يتضح أن المادة الوراثية تحمل المعلومات بينما البروتينات تقوم بالوظيفة البنائية للخلايا الجديدة إضافة إلى آلية تنفيذ أوامر المادة الوراثية.

التحوير الوراثي Genetical Modification

إن التحوير الوراثي هو أي تغيير يحدث في المادة الوراثية الأصلية إما بصورة طبيعية أو بالتدخل البشري وهذا الأخير إما تقليدي كالذي يحدث في تزاوج سلالات نقية لمزج الصفات أو إستخدام الأشعة أو بإستخدام التقنيات الحيوية الحديثة. وتنتقل الصفات الوراثية من جيل الآباء إلى الأبناء من خلال التزاوج الطبيعي، والذي يصاحبه أحياناً طفرات تحدث بشكل طبيعي بسبب الأشعة فوق البنفسجية والتي تسبب تلفاً للمادة الوراثية، أو بعض العوامل الكيميائية وغيرها من الأسباب. على أيه حال جزء من هذه التحويرات يتوارث من جيل إلى آخر منتجاً صفات جديدة للكائن الحي.

وتحدث في الكائنات الحية آليات يتم من خلالها إستبدال أو إنتقال أجزاء من المادة الوراثية من كروسوم إلى آخر منتجة تحويراً في الكائن الحي، وهذه العملية تحدث أحياناً بشكل دقيق ومدروس وأحياناً بطريقة عشوائية – إن صح التعبير – تسمى هذه العملية بإعادة الترتيب أو التوليف وينتج عن ذلك إختلاف في الصفات عن صفات الجيل السابق. كما أن هناك أنواع أخرى من التحويرات التي تحدث بشكل طبيعي والتي لا تعدو كونها إنتقال لصفات ضمن نفس الجنس أو الفصيلة.

لقد إقتصر التدخل البشري سابقاً في التحوير الوراثي بالطرق التقليدية المتمثلة بشكل أساسى في المزاوجة بين سلالات نقية من النباتات لإنتاج نباتات جديدة بالصفات المرغوبة. الطريقة الأخرى والأكثر حداثة في تعريض النبات إلى موجات من الأشعة لإحداث طفرات بشكل عشوائي ومن ثم إختيار النباتات

المحـورة ذات الـصفات المرغوبـة٠ إن التحـوير الـوراثي بإسـتخدام التقانـات الحيوية الحديثة يعتمد بشكل أساسى على تقنية توليف أو إعادة توليف المادة الوراثيـة **DNA recombination** والتـي يمكـن تعريفهـا بانهـا "نـوع مـن الحياكة الحيوية لربط صفات كائنات بأخرى"٠

ولتحوير النبات بالطرق الحديثة تتبع الخطوات التالية:

تحديد الصفات المطلوبة	**Gene identification**
تحديد المورثات ومضاعفتها	**Gene amplification**
عزل المورثات وتحويرها	**Gene isolation**
ربطها بحامل وراثي مناسب	**Gene recombination**
مضاعفة المورثات وتنقيتها وفحصها	**Gene purification**
زرع الصفات في الكائن المضيف	**Gene cloning**
التأكد من وجود الصفة وجودة المنتج	**Gene expression**

أبرز مدخلات وتطبيقات التقنيات الحيوية

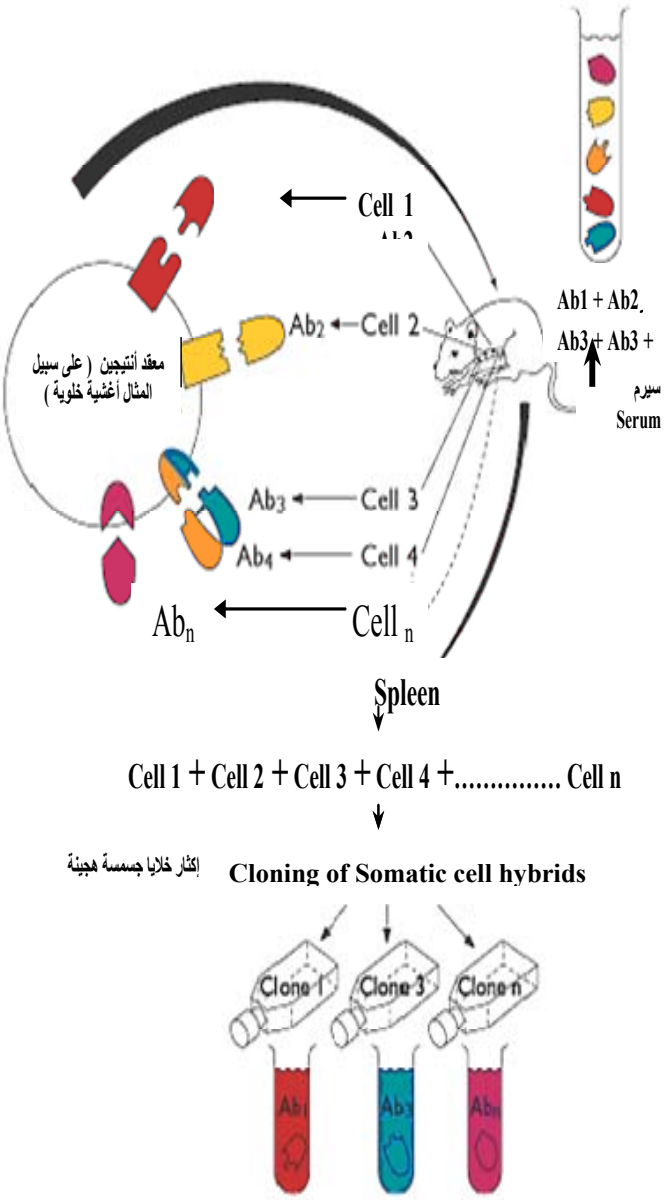
Input and Applications of Biotechnologies

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 البعض٠

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 وإكتشاف العناصر الحيوية بدقة ولو كانت بكميات ضئيلة جداً٠ومن تطبيقاتها تحديد وكشف

الملوثات البيئية وكذلك الكشف على الكائنات الدقيقة الضارة في الغذاء (شكل ٣)٠



شكل ٣ : الأجسام المضادة وحيدة النسيلة

ثانياً: تقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture Technology

وهي زراعة الخلايا في أوعية زراعة تحت الظروف المعقمة ***in vitro*** وذلك فى معامل خاصة بزراعة الأنسجة.

ومن تطبيقاتها:-

- إستخدام الخلايا الثديية في الكشف على كفاءة الأدوية بدلاً من الحيوانات مما يعكس الأمان والدقة.
- العلاج الخلوي.
- إنتاج العقاقير النباتية من الخلايا مباشرة بدلاً من النباتات.
- 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. كما أن جميع التطبيقات الخاصة بإعادة توليف المادة الوراثية من البحث الأساسى إلى الإنتاج الدوائي تعتمد على هذه التقنية الحديثة.

٢. الإستنساخ الخلوي

Cord Blood Stem and Cells Cloning

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

- إكثار النباتات بزراعة الأنسجة المحورة وراثياً والأخرى غير المحورة.

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

- إنتاج الأدوية واللقاحات.
- علاج بعض الأمراض الجينية.
- زيادة الإنتاج الزراعي وتقليل التكلفة.
- زيادة قيمة المحتوى الغذائي في الطعام.

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 الحيوية **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 وتحول الإشارة الحيوية الخاصة بإرتباط المادة المطلوبة إلى إشارة رقمية تعكس الكمية الموجودة. من تطبيقاتها أيضاً:

- قياس المحتوى الغذائي وجودته وسلامته.
- مساعدة الأطباء لقياس مكونات محددة في الدم وبشكل مباشر.
- قياس الملوثات البيئية.

٢) هندسة الأنسجة Tissue Engineering

تربط هذه التقنية بين علم الخلية وعلم المواد لإنتاج أنسجة صناعية في المعامل مع دعاماتها **Scaffolds** ومن الأمثلة الناجحة لهذه التقنية بناء الجلد 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 السنتيمتر المربع.

ومن تطبيقاتها:

- الكشف على الطفرات في مورثات معينة.
- قياس نشاط المورثات.
- تحديد الجينات الهامة لإنتاج المحاصيل.
- دراسة التسلسل البنائى للمادة الوراثية.

٤) المعلومات الحيوية Bioinformatics

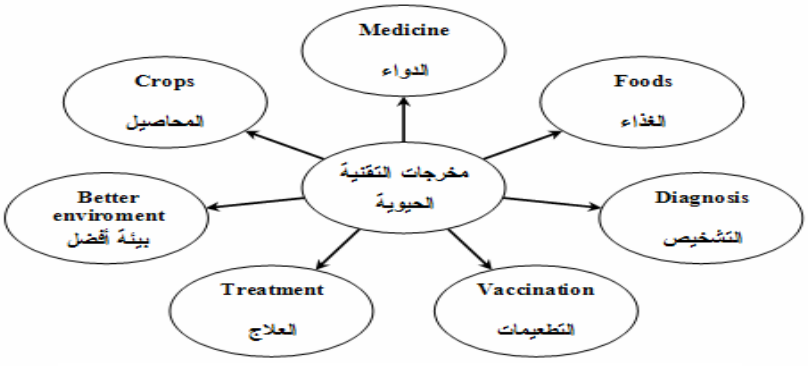
تربط هذة التقنية بين الحاسب الآلي وبرامجه بالمادة الوراثية خاصة التحليل الإحصائي، الرسم البياني، المحاكاة وقواعد البيانات والتي لها الفائدة الكبيرة في تحليل الكم الهائل من المعلومات المستقاة من المادة الوراثية٠

ومن تطبيقاتها:

- رسم الخرائط الوراثية وتحديد مواقع وعدد الجينات في كل خارطة٠
- تحديد شكل وبناء البروتينات٠
- محاكاة طريقة ترابط وعمل البروتينات٠
- إكتشاف أسباب ومواقع العلل الوراثية وتصميم العلاج المناسب٠

مخرجات التقنية الحيوية Biotechnology Outputs

عند الحديث عن مخرجات التقنيات الحيوية (شكل ٤) لابد الأشارة أن كثيراً من الباحثين والعلميين يخلطون بين مخرجاتها الحالية الفعليه والمخرجات المتوقعة مستقبلاً من خلال التقارير العلمية والنشر العلمي مما جعل هناك خلطاً ولبساً أساء إلى هذا العلم في بعض الأحيان كما حدث عندما تمت تجربة إستنسال النعجة دوللي٠ هذا وسيتم هنا التطرق إلى أبرز



شكل ٤: أبرز مدخلات التقنية الحيوية

المخرجات الحالية والمتوقعة من التقنيات الحيوية مصنفة حسب مجالات تطبيقاتها٠

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 من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية **FDA** في السبعة أعوام الماضية٠ كما أن هناك ما يقارب ٣٥٠ دواء ولقاح جديد في مرحلة الإختبار تمهيداً لإقراره٠ ويتوقع أن تساهم هذه الأدوية الجديدة في علاج ٢٠٠ مرض٠ كما تساهم التقنيات الحيوية في إجراء مئات الفحوص الطبية وتشخيص الأمراض بطريقة سريعة ودقيقة تحمي المجتمعات من تبعاتها المعدية والخطيرة كالإيدز٠

وفيما يلي سرد لأهم مجالات المخرجات الطبية للتقنية الحيوية:-

- علاج بعض الأمراض (مثل السرطان)٠
- إنتاج اللقاحات والتطعيمات٠
- التشخيص٠
- العلاج الجيني٠
- أبحاث الخلايا الجذعية٠
- البروتينات والجينات٠

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.

ومن المخرجات في المجال الزراعي:-

- إنتاج الغذاء كالأغذية المحورة وراثياً.
- التهجين بين الأجناس النباتية.
- المبيدات الحيوية.
- الحد من إستخدام مبيدات الحشائش.
- الحماية الطبيعية للنباتات.
- المنتجات المساعدة في التصنيع الغذائي.

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 أكثر عناية بالبيئة وذات علاقة بمجال المواد والطاقة. كما تنتج حاليا كثيراً من المحفزات الحيوية كالإنزيمات ً بالتقنيات الحيوية وهو ما يساعد بدوره في إنتاج مركبات كيميائية جديدة، كما يمكن تحوير المحفزات الحيوية الحالية لتكون أكثر فاعليه ونشاطاً.

ويوجد حالياً أكثر من ٤٥ إنزيماً يعمل كمحفز حيوي في مختلف التطبيقات الصناعية مثل:

- الكربوهيدرات **Carbohydrases**
- الإنزيمات المحللة للبروتينات **Proteases**
- الإنزيمات المحللة للببتيدات **Peptidases**
- الإنزيمات المحللة للبيبيدات **Lipases**
- إنزيمات الأكسدة والإختزال **Oxireductases**
- إنزيمات النقل **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 أماكن الملوثات وتقوم بدورها دون عناء يذكر أو تكلفة إضافية٠ ومن الأمثلة على ذلك تخليص الجازولين من مادة **Methyl tertiary butyl ether (MTBE)** بإستخدام البكتيريا٠ كما تستخدم التقانات الحيوية في التخلص من بقايا النفط في الخزانات النفطية في دول الخليج العربى٠

خامساً: الإستخدامات الفضائية Space Applications

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

سادساً: صحة الحيوان Animal Health

تستخدم التقنية الحيوية لإنتاج عقاقير وأدوية مناسبة لعلاج الحيوانات خاصة المستخدمة كموارد غذائية للشعوب.

سابعاً: الإستخدامات أخرى Other Applications

تجاوزت تطبيقات التقنيات الحيوية المجالات الرئيسية السابقة المشار إلى المجالات أخرى نذكر منها التالي:-

الزراعة المائية	**Aquaculture**
البصمة الوراثية	**Finger printing**
الفحوصات الجنائية	**Crimes detection**
إثبات الأبوة	**Fatherhood examination**
علم الإنسان	**Anthropology**
الأسلحة البيولوجية	**Biological weapons**

تطبيقات التقانات الحيوية فى العالم

Worldwide Applications of Biotechnology

بنظرة سريعة إلى مجالات تطبيق التقانات الحيوية وتفعيل الإستفادة منها نجد أن هناك حاجة ملحة إلى تبني برنامج واضح وواعد لإستخدام تقانة المستقبل، ولإجراء ذلك يجب علينا في الدول العربية معرفة وضعنا من تلك التقنيات وتحديد إمكاناتنا المادية والبشرية والتنسيق في ما بيننا للتعاون في التغلب على الصعوبات التي تقف حجر عثرة دون إستفادتنا من تلك التقنيات. ويوضح الجدول التالى ملخص وافياً 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 المصدر٠ 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

ويمكن بإيجاز تسليط مزيداً من الضوء على تلك الفوائد والتطبيقات للتكنولوجيا الحيوية٠

فوائد التكنولوجيا الحيوية Benefits of Biotechnology

لقد أصبح للتكنولوجيا الحيوية أهداف عظيمة تحقق بعضها وجارى العمل على قدم وساق لتحقيق الباقى ولن تنتهي الطموحات التى فتحها هذا العلم لخدمة البشرية فى كافة المجالات والتى نجملها فى التالى:

أولا: في مجال تطوير المحاصيل الزراعية

Agricultural Field Development

١- إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية

Production of Virus – Resistant Plants

وتعد من أهم الصفات الواعدة التى تقدمها الهندسة الوراثية لتحسين الإنتاج النباتي حيث لا يوجد وسيلة مباشرة لعلاج المحاصيل المصابة بالفيروسات سوى الوقاية من الإصابة بها عن طريق الممارسات الزراعية الجيدة مثل إستخدام دورة زراعية مناسبة، التخلص من الحشائش وبقايا المحصول السابق التى تكون عائلا ثانيا للفيروس في فترة عدم وجود العائل الأساسي، إستعمال مبيدات الحشرات القاتلة للحشرات الناقلة للفيروس٠ وتعتمد فكرة هندسة النباتات المقاومة للأمراض الفيروسية على الدراسات السابقة في مجال الوقاية بالتحصين **Cross Protection** والتي وجدت أن عدوى النباتات بفيروسات ضعيفة تحصن النباتات إذا ما أصابها بالسلالات الأكثر ضراوة وعندما تمكن بيتش وزملاءه سنة ١٩٩٠ في جامعة واشنطن من نقل الجين المسئول عن إنتاج الغلاف البروتيني لفيروس الدخان الموازيكى (**Tobaco Moasic Virus (TMV** في نبات الطماطم حيث عبر هذا الجين عن نفسه وأنتج بروتين الغلاف الفيروسي وجد أن النباتات قاومت الإصابة الفيروسية بشدة وبذلك أثبت بتمشى صحة نظريته الإفتراضية القائلة أن بروتين غلاف (**TMV**) يضفي المقاومة على سلالات هذا

الفيروس وغيرة من الفيروسات القريبة الصلة به، وبتلك التقنية أمكن هندسة أكثر من أثنى عشر نباتا مقاوم للفيروسات٠

٢- نباتات مقاومة للحشرات Insects Resistant Plants

إعتمدت فكرة مقاومة الحشرات خلال الثلاثون عامًا الماضية على إنتاج بروتين تنتجه بكتيريا (**Bt**) ***Bacillus thuringiensis*** لتقوم تلك البروتينيات على قتل الحشرات٠ وإستخدمت تلك المستخلصات البروتينية **Bt** على نطاق واسع في مقاومة الحشرات حرشفية الأجنحة (الفراشات وأبى دقيق) والتي تعتبر آفات رئيسية حيث تقوم تلك البروتينات بالإرتباط بأغشية أمعاء الحشرات المستهدفة بأن يتم إنتقال الأيونات من البروتينات **Bt** إلى الخلايا الطلائية بالأمعاء فتتعطل قدرة الحشرات على التغذية فتموت٠ وتلك المبيدات الحشرية ليس لها تأثير سام على الثدييات فقط بل ولا على الأنواع الحشرية الأخرى وفاعليتها لا تدوم إلا وقتا قصيرا وبالتالي فهي آمنة بيئيا٠

ولقد تمكن المختصون فى الهندسة الوراثية فى كل من شركة كنت البلجيكية وشركة أجروجين تكس ويسكونسين واكراسيتوس ومنسانتو من عزل جينات تخص بروتينات المبيدات الحشرية وإستخدموا المسدس الجينى **Gene Gun** أو بكتيريا ***Agrobacterium tumefaciens*** فى إيلاج الجينات فى كل من الطماطم والبطاطس والقطن٠ ولقد ثبت أن وجود جينات **Bt** داخل نبات القطن قد جعله أكثر مقاومة لكل الآفات اليرقية الرئيسية بما فيها دودة اللوز وعليه يمكن أن يؤدى إستخدام تلك النباتات المهندسة إلى خفض كميات المبيدات الحشرية بنسبة ٤٠-٦٠% ولقد تم البحث عن جينات **Bt** أخرى ذات تأثير على الحشرات غير اليرقية وقد أمكن تصميم جين فعال ضد خنفساء كلورادو التى تصيب البطاطس٠ كما أمكن تصميم جين **Bt** آخر

فى شركة ميكوجين بسان دييجو بكاليفورنيا لمقاومة الإصابة بالنيماتودا، كما صمم جين فعال ضد البعوض الناقل للملاريا٠ وقد أكدت الإختبارات أن بروتينات **Bt** آمنة بيئيا فضلا على أن نسبة وجودها فى النباتات المهندسة وراثياً لا تتعدى ٠,٠١% من البروتين الكلى فى النبات المحور وهذا البروتين يتحلل تماما كأى بروتين فى القناة الهضمية٠

٣- نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش

Herbicides Resistant Plants

نظرًا لمنافسة الحشائش للنباتات الإقتصادية فى كل من الماء والغذاء وضوء الشمس فإن المحصول عادة ما يقل بنسبة ٧٠ % كما أنها تشكل مأوى للأمراض والآفات، كما أن تواجد بذورها مع غلال المحاصيل الإقتصادية يقلل من قيمتها النوعية ويزيد من تكاليف التنظيف والتنقية، لذلك يكون ضمن الممارسات الزراعية إستخدام مبيدات الحشائش٠

تعتمد فكرة هندسة نباتات مقاومة لمبيد الحشائش كما قامت بها شركة مونسانتو وشركة كالجين بديفز بكاليفورنيا بزيادة قدرة النباتات على تحمل مادة **glyphosate** ، وهى المادة الفعالة فى مبيد الحشائش المسمى بالراوند اب الواسع الإنتشار فى مقاومة الحشائش عريضة الأوراق وهو من المبيدات الآمنة بيئياً حيث أنه غير مؤثر على الحيوانات التى لا تمتلك مسالك الأحماض الأمينية العطرية، ثم أنه يتحلل بسرعة فى البيئة الى مركبات طبيعية غير ضارة٠ وعلى أية حال، تقوم المادة الفعالة فى هذا المبيد بتثبيط فعل إنزيم ضرورى لإنتاج الأحماض الأمينية العطرية التى تحتاجها النباتات فى النمو٠ ولقد قام كل من **Comai** وكذلك **Stocker** بشركة كالجين وكذلك **Rogers** وأيضاً **Chesor** بشركة مونسانتو بعزل جينات تخليق إنزيم

EPSP من البكتيريا والنبات ثم أولجت تلك الجينات فى الطماطم وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل لتتمكن تلك النباتات من تحمل الراوند اب، وبنفس الإسلوب تم إنتاج نباتات تتحمل أنواع من المبيدات سلفونيل يوريا **Sulfonylurea** فى شركة دوبون٠

٤- ثمار ذات جودة عالية High Quality Fruits

طور الباحثيون طريقتان لإطالة عمر ثمار الطماطم بطريقتين، الأولى تتمثل فى إيلاج جينات تسمى مضادات الإحساس **Anti-sense** لجينات النضج والمسئولة عن إنتاج الإثيلين والإنزيمات الأخرى التى تعجل بسرعة النضج والطراوة ثم التعفن بأن تنتج بروتينات تقوم بالإرتباط مع الحامض النووى **RNA** الخاص بالنضج فيمنعه من نسخ البروتينات الخاصة بإطلاق إنزيم تعجيل النضج فتؤخر النضج وتقاوم الرخاوة، والثانية فهى إيلاج جين يقوم بتصنيع إنزيم يقوم بتحليل مركبات البادئة **Precursor** التى تكون الإثيلين وبذلك يتأخر النضج والطراوة ٠ وقد أمكن لشركه كالجين من إيلاج جين **High Pigment Gene** وهو الجين المسئول عن إنتاج الصبغات الملونة فى الطماطم مثل صبغات الانثوسيانين بكمية كبيرة ليزداد تركيز الصبغة فى ثمار الطماطم لكى تتمكن ربة المنزل من إستخدام عدد أقل من الثمار عند الإستخدام٠

٥- نباتات ذات خصائص تغذوية فائقة

Nutritious and Specific Nature of Plants

قد أمكن تكوين نباتات تستطيع تثبيت الآزوت الجوى بنقل الجين المسمى **nif** والموجود فى بكتيريا ***Azetobacot*** التى تتطفل على جذور النباتات البقولية٠ وقد أمكن فى الماضى نقلها إلى ***Proteus vulgaris***

Esherichia coli، *Agrobacterium tumefacien*، وهناك محاولات فى الفلبين واليابان لنقل الجين المسبب لزيادة فاعلية هذا المخصب البيولوجى إلى نبات الارز٠

ونظراً لإفتقار البروتين النباتى لبعض الأحماض الأمينية الهامة مثل الليسين والتربتوفإن كما فى الحبوب والذى يعد السبب الرئيسى لسوء التغذية فى دول العالم الثالث لذلك سعى علماء الوراثة إلى إنتاج نباتات تتوفر بها تلك الأحماض الأمينية الهامة والتى يعجز الإنسان والحيوانات وحيدة المعدة مثل صغار الحيوانات المجترة والدواجن عن تخليقها فى أجسامها لذا يتعين عليه توافرها فى غذائها٠ ولقد تم عزل الجينات المسئولة عن إنتاج مثل تلك الأحماض وإيلاجها فى بعض النباتات لكن لم يتم نقلها الى الحبوب الى الآن٠

٦- إنتاج نباتات رباعية الكربون مهندسه وراثياً

Engineered C^4 Plants

لزيادة كفاءة التمثيل الغذائي بالنباتات، فهناك دراسات عن نقل الجين المسئول عن إنتاج إنزيم ما بحيث يؤدى الى زيادة كفاءة عملية تمثيل ثانى أكسيد الكربون بالتالي زيادة المحصول٠

ثانيا: فى مجال الإنتاج الحيوانى

Field of Animal Production

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى:

١) إنتاج حيوانات معدلة وراثياً ذات قدرة على مقاومة الأمراض وخاصة الفيروسية مثل الأرانب والإسماك والأبقار والخنازير٠

٢) المعاجلة الجينية للحيوانات لزيادة سرعة نموها بتزويدها بالجين الخاص بهرمون النمو السريع وقد تم بالفعل إنتاج عدد من الخنازير الأمريكيه

والأسترالية وحيوانات المزرعة سريعة النمو وكذلك لزيادة قدرتها على إنتاج اللحم وتحسين خواصه وزيادة القدرة على إدرار اللبن٠

٣) إنتاج أغنام ذات صوف عالي الجودة٠

٤) تقسيم جنين الماشية والحصول على توائم ثنائية وثلاثية ورباعيه لزيادة الناتج من الثروة الحيوانية٠

ثالثا: فى مجال التصنيع الزراعى

Field of Agricultural Industries

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى:

- إنتاج الإنزيمات المستخدمة فى صناعه الألبان٠
- إنتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات٠
- إنتاج الهرمونات والإنزيمات لتحويل النشا الى سكر وإنتاج عصير ذرة سكرى٠
- إنتاج الصبغات الطبيعية ومكسبات النكهة والطعم والرائحة٠
- إنتاج لقاحات ضد الأمراض الدواجن مثل النيوكاسل والحمى القلاعية فى الحيوان٠
- إستخدام الحيوانات والنباتات والبكتيريا كمصانع حيوية لتصنيع الدواء والبروتينيات والهرمونات والإنزيمات٠
- الإستفادة من مخلفات المزرعة وتحويلها الي سماد عضوي ومخلفات الغابات من قلف ونشارة خشب وكذلك نفايات مصانع السكر وتحويلها بإستخدام بكتيريا معدلة وراثياً الى بروتين يمكن تصنيعه فى صناعات اللحوم كذلك إنتاج الغاز الحيوى من مخلفات المزرعة أيضاً الإستفادة من بروتين شرس اللبن٠

- إستنباط الطاقة من النفايات بإستخدام بكتيريا تحول السيلولوز إلى مواد عضوية نيتروجينية وأخرى تحول الأحماض العضوية الى ميثان كذلك إستخدام بكتيريا مثل ***Zymononas mobilis*** التى تحول النشا الى إيثانول٠

رابعا: فى مجال العلاج الطبى Field of Medical Therapy

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى هذا المجال كما يلى:

- إنتاج لقاحات ضد الأمراض فى الإنسان مثل الملاريا٠
- توصل العلماء الي تكوين بكتيريا تحتوى على جينات الإنترفيرونات البشرية **Inter ferones** وهى عبارة عن بروتينيات تعمل على وقف تضاعف الفيروسات مثل الفيروسات المسببة للإنفلونزا وشلل الأطفال وهى تنتج داخل جسم الإنسان وتنطلق لمهاجمه الفيروس وهى قد تكون مفيدة فى علاج الإيدز والسرطان٠
- العلاج الجينى **Gene therapy** ولعله الحلم الذي أصبح حقيقة فى سبتمبر عام ١٩٩٠ عندما أجريت أول تجربة للعلاج الجيني علي الطفلة (أشانتي ديسيلفيا) والتي قام بها فريق من العلماء الأمريكيين بقيادة (فرنش أندرسون) والذي فتح آفاق هذا المجال الجديد في الطب والذي يفتح الأمل أمام المرضي بالعديد من الأمراض الوراثية الميئوس من علاجها٠ وقد كانت هذة الطفلة تعاني من نقص موروث في إنزيم **ADA** وهو أحد الإنزيمات المهمة لعمل الجهاز المناعي والذي يؤدي غيابه الي فقد قدرة الجهاز المناعي عن العمل فيصبح الطفل بدون جهاز مناعى ويموت قبل أن يبلغ الخامسة من عمره تماما مثل مريض الأيدز ولكن بدون عدوي بالفيروس٠ ويتم هذا العلاج الجيني من خلال اصلاح الجين المعاب من

خلال علم الهندسة الوراثية وإعادة حقنه مرة أخري في خلايا نخاع العظام الأم **Stem cells** بعد أن يحمل علي الحامض النووي لنوع من الفيروسات غير الضارة وبذلك ينتج الجهاز المناعي هذا الإنزيم ويعود الي العمل مرة أخري٠

وحتي عام ١٩٩٥ كان هناك أكثر من مائة عملية قد أجريت لعلاج بعض الأمراض الوراثية بالعلاج الجينى وهناك أكثر من ٤٠٠٠ حالة مرضية يمكن أن يستفيد أصحابها من هذا النوع من العلاج وربما كان أهم هذة الأمراض السرطان وخاصة سرطان الجلد والمثانة والكبد والثدي واللوكيميا وبعض الأمراض الخاصة لأمراض المناعة مثل مرض نقص المناعة الوراثية والأيدز وتصلب الشرايين والهيموفيليا والروماتويد٠

ويعتقد العلماء أنه بحلول عام ٢٠١٥ سيصبح علماء الوراثه قادرون على رسم خريطة كروموسوميه لكل إنسان عندما يبلع الثامنة عشر تحتوى على كل ما يمكن أن يحدث لة من أمراض وقد يساعدة ذلك على إختيار زوجته من الناحيه الوراثيه لكى ينجب أطفال أصحاء٠ كما يمكن للاطباء التدخل بالعلاج الجينى لعلاج الجينات المعيبة عند حدوثا الإخصاب وتكوين البويضه المخصبه كما أمكن زرع خلايا لانجرهانز من البنكرياس والتى تفرز الأنسيولين فى الوريد البابى بالكبد ونجحت العمليه ويعيش صاحبها حية طبيعية بعد أن تجنب الإصابة بأمراض الفشل الكلوى وقصور الشرايين وإلتهاب الأعصاب وضعف النظر٠ وهناك علم جديد يسمى علم هندسة الأنسجة تعتمد فكرته على زراعة خلايا معينه مثل خلايا الكبد فى نوع خاص من رقائق البلاستيك أو البوليمرات الذي يعتبر وسط مناسب مع توفير المناخ والغذاء المناسب فتنمو الخلايا حتى تملئ الفراغ البلاستيكي فيتم زراعته دون أن يرفضه الجسم٠

وقد أجرى بعض العلماء دراسات على جين يساعد الخلايا علي إنتاج هرمون اللبتين الذي يزداد إنتاجه بزيادة السمنة ويعتقد العلماء أن هذا الهرمون يسير في الدم الي مركز تنظيم الشهية في المخ فإذا زادت نسبة السمنة بالجسم أصدر المخ إشارة الي الجسم للتوقف عن الأكل والآمل إستخدامه فى علاج السمنة أمر ممكن فى القريب العاجل٠ وكذلك تحضير فاكسينات للقضاء نهائياً على الحساسية بإستخدام الهندسة الوراثية٠

خامسا: مقاومة التلوث البيئي

Environmental Pollution Control

ويتم ذلك من خلال:

- إنتاج بكتيريا محللة لفضلات مياه المجارى٠
- إنتاج البكتيريا لبروتينيات تغلف المواد الضارة بالبيئة مثل مركب **DDT**٠
- إنتاج بكتيريا تقاوم التلوث البحري بالبترول بإستخدام بكتيريا تفتت وتلتهم جزيئات البترول٠
- إنتاج بولميرات تنتجها بكتيريا يوتر وفاس تنقل الي *E. coil* ثم الي النبات٠ هذا البلاستيك الحيوى يشبة البلاستيك العادى والذى يسهل تحلله وعليه فهو بديل آمن بيئياً إكتشفه الكيميائي دوجلاس دينيس حيث وجد أن بكتيريا يوتر وفاس لها القدرة على إنتاج مادة **PHB** البلاستيكية ثم جاء دكتور كريس سومر (عالم النبات بجامعة ميتشجان) فقام بنقل جينات **PHB** ببكتيريا يوتر وفاس الي الشريط الوراثي لبعض نباتات العائلة الخردلية وهذا يمثل خطوة هامة في صناعة البوليمرات حيث أمكن لتلك النباتات إنتاج مادة **PHB** البلاستيكية٠
- إستخدام البكتيريا المحللة لمياه المجارى ليعاد إستخدامها فى رى الأشجار الخشبية٠

ومن خلال السرد السابق يمكن القول أن عدم المبادرة إلى نقل التقنية يكون له آثار سلبية على الدول النامية والشعوب الفقيرة سيؤدى إلى:

- تركيز الأبحاث بما يخدم الأغنياء خاصة في الجانب الصحي٠
- حجب التقنية مستقبلاً كما حدث في الطاقة الذرية عن تلك الدول الفقيرة٠
- عدم تسخير التقنية لعلاج المشاكل المحلية والإكتفاء بإستيراد مخرجاتها من الدول الغنية مما يجهد موازنات تلك الدول الفقيرة٠
- إرتفاع قيمة مخرجات التقنية بالنسبة لتلك الدول لإحتفاظ ملاكها بأسرارها٠