# الفصل الرابع

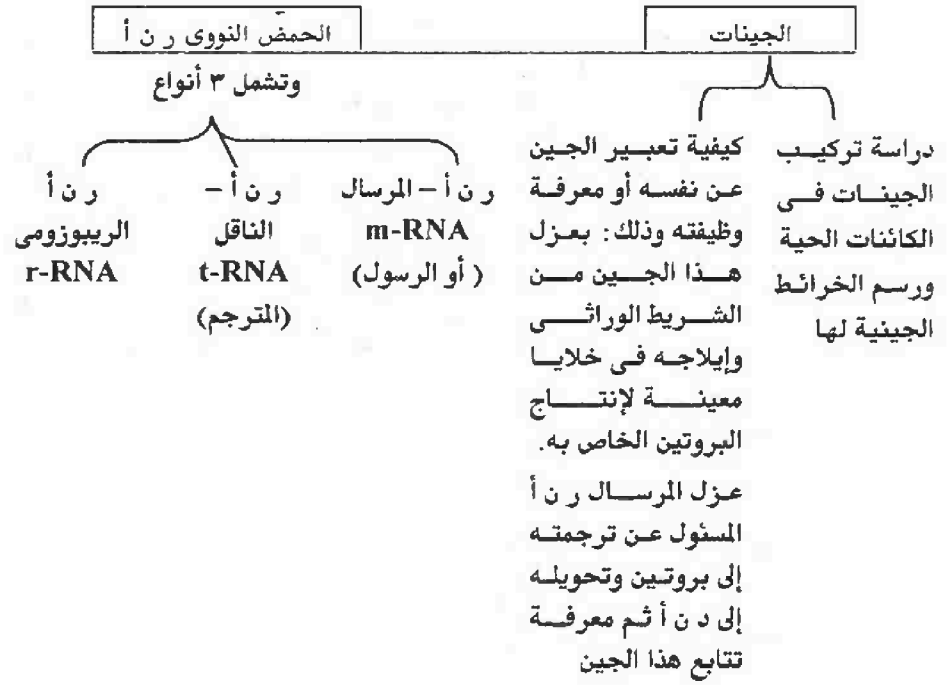
# ماهى الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية

## الهندسة الوراثية (Genetic engineering)

الهندسة الوراثية، هذا العلم تطور بصورة مذهلة لدرجة أن العديد من المعامل فى كل أنحاء العالم أصبح – فيها عزل قطعة من الشريط الوراثى ( د ن أ ) من أى كائن وتحديات تتابعاتها من القواعد النيكليوتيدية ودراسة ومعرفة وظيفتها – عملية روتينية وهذا العلم عبارة عن طرق وتقنيات (دائمة التطول) لا تعتمد فى تطبيقها على المعلومات الوراثية الموجودة فى الشريط الوراثى فقط، وإنما أيضاً استحداث طرق يمكن بواسطتها تداول الجينات للوصول إلى أهداف معينة تخدم العلوم التطبيقية المختلفة وأهمها الزراعة والطب وهى تشمل تداول اجين (Gene manipulation)، نسخ أو كلونه الجين (Gene cloning)، إعادة صياغة الشريط الوراثى (Recombinant DNA technology)، التحوير الوراثى Genetic modification الوراثة الجديدة (New genetics). وهذا العلم له ثلاثة محاور يتحرك من خلالها وهى:

- الأبحاث والدراسات التى تبحث فى تركيب الجين ووظيفته فى جميع الكائنات الحية.
- إنتاج البروتينات النافعة بطرق جديدة.
- إنتاج نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة عبر جينية (مهندسة وراثياً – Transonic).

**المادة الوراثية التى تتواجد فى خلايا الكائنات الحية وهى ممثلة فى:**




وتتم دراسة المادة الوراثية عن طريق هذا العلم باستخدات تقنيات ثم تطبيق هذه التقنيات لتقطع جزيئات الشريط الوراثى د ن أ باستخدام إنزيمات خاصة وتعرف باسم إنزيمات القطع أو التحديد (وهى معزولة من كثير من الكائنات ويبلغ عددها المئات) وكل منها له طريقة خاصة لقطع الشريط الوراثى فى أماكن معينة تختلف من إنزيم لآخر. وكذلك استخدام إنزيم اللحام "الليجاز" الذى يقوم بتوصيل الأجزاء المقطوعة من الشريط الوراثى حسب ما هو مطلوب. وتتم دراسة هذا الجزء بأربع خطوات هى:

**١- إنتاج عدد وفير من هذا الجزي** المقطوع (التتابع) باستخدام جهاز التفاعل المتسلسل للإنزيم PCR (تفاعل البلمرة المتسلسل).

أو

**٢- ربط هذا الجزء فيما يسمى بحامل يمكن** إيلاجه فى خلايا معينة حية (وهذا الحامل يمكن أن يكون بلا زميد وهو جزء دائرى من د ن أ البكتريا وكذلك الفيروسات المحورة التى تلتهم البكتريا – وهذه الخلايا تسمى الخلايا المستقبلة.

٣ – إيلاجه فى خلايا مستقبلة حتى يعبر عن نفسه وينتج البروتين الخاص به.

٤ – دراسة هذه البروتينات ويمكن عن طريقها معرفة تتابعات الجزء تحت الدراسة بطرق مختلفة.

لا شك أن علم البيولوجى الحديث وتشعبه فى بعض تخصصات العلوم الأخرى مثل علم الميكربيولوجى، علم الأجنة، الكيمياء الحيوية، الفلسيولوجيا، المناعة، التطور، الوراثة وغيرها كما أن اعتماد على علوم الفيزياء، الكيمياء، الرياضيات. قد أدى إلى إعطاء الكثير من المعلومات لمعرفة عملية الحياة على مستوى الخلية والجزئيات وقد أدى هذا إلى تحسين صحة ورفاهية الجنس البشرى وإيجاد التكنولوجيا الحيوية التى استغلت كل مجالات علوم الحياة وفتحت عصرا جديدا ومجالات عديدة تقدر بعدة تريليونات من الدولارات فى الأسواق العالمية.

والتكنولوجيا الحيوية تغطى العديد من التطبيقات بدءًا من أبسط التقنيات (مثل إنتاج الجبن والكحولات..) وحتى أعقد العمليات على مستوى الجزيئات ( مثل تقنيات الـ د ن أ المطعم لإنتاج مستحضرات طبية جديدة) أو إدخال صفات وراثية مرغوبة فى المحاصيل التجارية وكذلك حيوانات المزرعة. وقد استطاع العلماء تصميم استراتيجيات علاجية وعقاقيرية لتوجيهها إلى أمراض معنية، وتقليل الأعراض الجانبية السمية التى تصاحب استخدام هذه العقاقير، والعديد من هذه العقاقير يجرى الآن تحديدها لعلاج الأمراض التى تهدد الصحة مثل السرطانات والربو والأمراض الوراثية المستعصية.

والتكنولوجية الحيوية ليست قاصرة على الاهتمام بالرعاية الصحية فقط بل إنها تهتم كذلك بحل المشاكل التى تواجه المجتمع وتقوم على استخدام قدر ضيل من الطاقة يتناسب مع

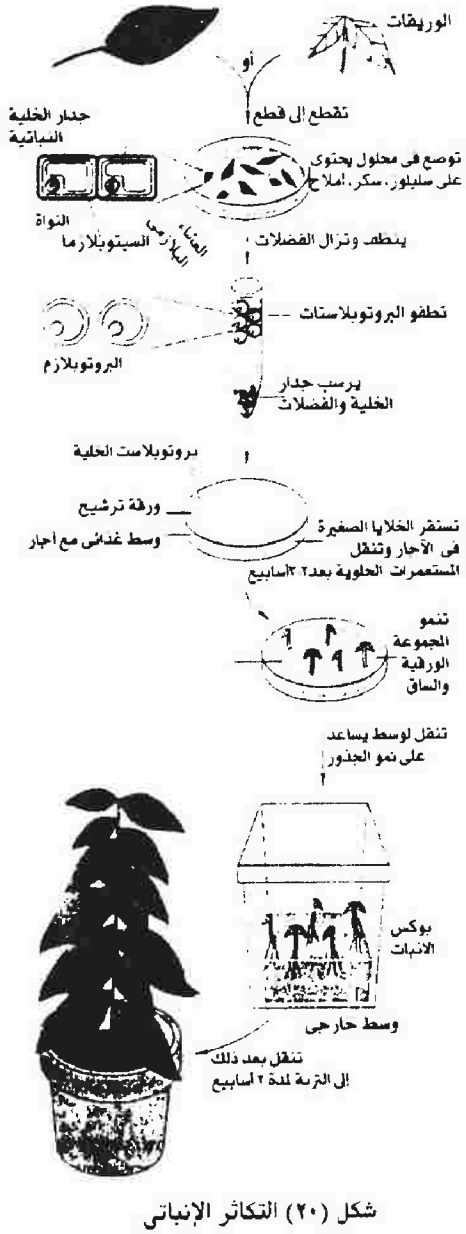
الاتجاه السائد اليوم. كما أن هناك المحاصيل المهندسة وراثياً لكى تكون أقل عرضة للتلف وأكثر مقاومة للأمراض وتوفر استخدام المبيدات الكيميائية ويجرى الآن استخدام الكائنات الدقيقة المحورة أو المهندسة وراثيًا فى تنظيف البقع البترولية والمجارى المائية لمنع التلوث البيئى. وكذلك لمكافحة الجريمة باستخدام تقنية بصمة الـ د ن أ. وتقديم اللدائن الجديدة القابلة للتحلل وهى السبيل للتخلص من النفايات لمشاكل البيئة.

وتعرف "التكنولوجيا الحيوية أو التقنية الحيوية" Biotechnolgoy بأنها العلم الذى يتعلق بالعمليات الإنتاجية المختلفة (Production Proceses) ويعتمد على الكائنات الدقيقة وجزئياتها النشطة والفعالة واستخدام الإنزيمات والخلايا، والأنسجة الحية للكائنات الراقية لتصنيع المستحضرات البيولوجية والطبية وكذلك استخدام وصياغة المعلومات والاكتشافات العلمية وقوانينها المتعلقة بالكائنات الحية إلى تقنيات وأجهزة تطبيقية.

## ومن أهم أهداف التكنولوجيا الحيوية فى مجال الإنتاج النباتى:

- الوصول إلى الحدود القصوى من الإنتاج النباتى بمستوى نقائى رفيع وإنتاج نباتات ومحاصيل مقاومة للآفات الحشرية والأمراض الفيروسية والفطرية والبكتيرية والنيماتودية أو الطفيلية. وهى تعتمد على إمكانية إيلاج أو نقل جينات (موروثات) محددة مرغوبة من مصادر نباتية أو ميكروبية أخرى إلى النبات المستهدف وبذلك يعمل على إكساب النبات المحور وراثيًا مناعة ضد الإصابة بأمراض معهينة ومن أمثلة ذلك تم إنتاج محاصيل من الطماطم والبطاطس المقاومة لبعض الفيروسات والفطريات التى تصيبها مما يؤدى إلى زيادة المحصول وتقليل الأضرار التى يتعرض لها. كما أمكن إنتاج قطن محور وراثيًا ومقاوم للآف ات الحشرية مثل ديدان لوزة القطن. وقد تم ذلك بنقل جين خاص من بكتريا تسمى باسيلس سورينجينز (Bacillus Theringenies) إلى نبات القطن، وهذا الجين هو المسئول عن تكوين بروتين خاص سام لطور اليرقة لحشرة ديدان لوزة القطن حيث إن هذه النباتات المحور ينتج هذا البروتين السام بواسطة خلاياه، فإذا تغذت عليه الحشرة تهلك، وهو يدمر هذه الحشرات الضارة ولا يشكل ضرراً على الإنسان أو الحيوان أو النبات نفسه.

- إنتاج نباتات مقاومة للظروف المناخية غير الملائمة للنبات غير المحور وراثياً. وأهم هذه الظروف المناخية هى: ارتفاع ملوحة التربة، درجات الحرارة المرتفعة، الجفاف. وقد تكللت جهود العلماء بالنجاح لإنتاج نباتات محورة وراثيًا تقاوم مثل هذه الظروف وذلك عن طريق نقل جينات معينة تساعد النبات المحور على مقاومة هذه الظروف وعن طريق تحكم هذه الجينات المنقولة فى العملية الأيضية والإنزيمية فى النبات. كما نجح العلماء فى التوصل إى نقل جينات خاصة تحمى النبات المحور وراثيًا من تأثير مبيدات الحشائش ولا تتأثر بها. ويمكن بذلك استخدام المبيدات للقضاء على الحشائش التى تعوق إنتاج النبات دون أن تتأثر بهذه النباتات .



شكل (٢٠) التكاثر الإنباتى

- **التكاثر الإنباتى (شكل ٢٠)**

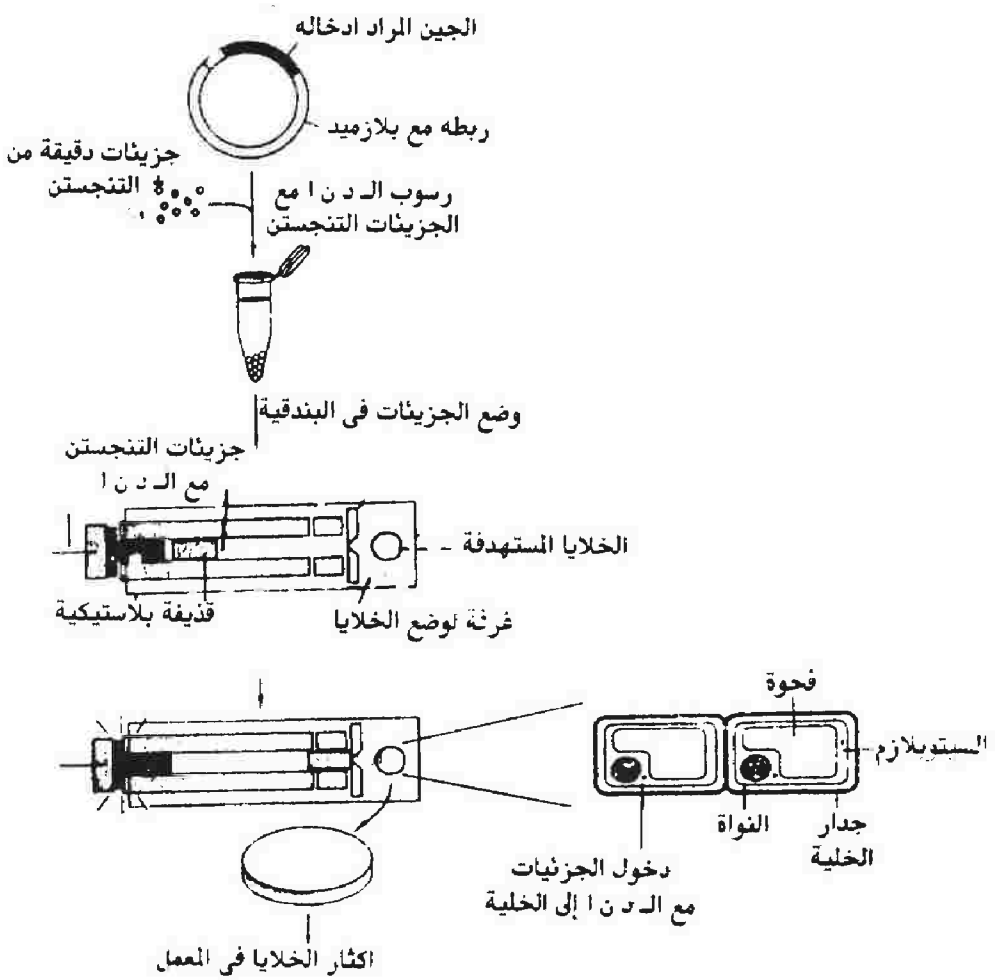
١ – التكاثر الإنباتى الدقيق فى أنابيب الاختيار ويتم بزرع

البوارض (البراعم) أو غيرها من الأنسجة النباتية (مجموعة من الخلايا الجينية التى تقع عند طرف سويقة النبات) فهى تزرع فى وسط جامد ومغذ فتتوالد بالتبرعم وتنتج نباتًا يمكن تقسيمه واستنساخه مرات عديدة. وعندما تعالج بهرمونات نباتية فهى تتمايز إلى نباتات كاملة. وبذلك يمكن الحصول على نباتات كاملة بأعداد كبيرة أى مكن الحصول من نبات واحد على مئات الآلاف منه كما فى نبات البطاطس حيث يمكن الحصول على مئات الملايين من الدرنات من درنة واحدة فقط فى غضون بضعة أشهر وخالية من مسببات الأمراض. وتستخدم هذه الطريقة أيضاً فى نخل الزيت حيث إن نخلة واحدة ناشئة من قطعة نسيج من ورق النخل يمكنها أن تنتج نصف مليون نخلة متماثلة فى غضون عام واحد علاوة على مقاومتها للأمراض.

٢ – تستخدم تقنية "التهجين الجسدى" (Somatic hybridization) فى دمج البروتوبلاستات (Protoplastecells) وتنميتها بحيث تصبح نباتات تمتزج فيها خواص النباتات الأصلية. وقد تم إنتاج نبات يسمى "القمحليم (Triticele) وهو هجين ناتج من تزاوج القمح مع السليم والهجين به صفات حبوب القمح وكذلك المقاومة للأمراض وله القدرة على النمو فى مناخ قاس (سواء البرودة والصقيع أو الجفاف والحرارة.

- **تحسين القيمة الغذائية للمحاصيل الزراعية:**

١ – أمكن إنتاج أرز غنى بفيتامين ( أ ) الذى يعتبر بمثابة مضاد للأكسدة التى تتعادل مع المركبات المسببة للسرطان والتى تعرف باسم الشوارد الحرة (Oxidation radicals) وبالتالى تحطم قدرتها على تكسير الخلايا فى الإنسان كما أنها تزيد من قدرة الجهاز المناعى وتقلل أمراض القلب والتهاب المفاصل والرئة والمياه البيضاء (فى العين) فى الإنسان. وقد أخذ جين يسمىPSY من نبات النرجس (يعطى فى الخلية إنزيما خاصا) ثم أدخل فى الأرز باستخدام تقنية تسمى بندقية الجينات Biolistics – الحقن الحيوى أو مدع البيولستك – شكل ٢١).




شكل (٢١) ايلاج الـ د ن ا المرغوب إلى الخلايا النباتية بواسطة مدفع البيولستك

٢ – إنتاج فلفل وطماطم يحتويان على صبغات (الأحمر والبرتقالى( تقليل الإصابة بالذنجة الصدرية وبعض أمراض السرطان.

٣ – إنتاج نبات القهوة الخالى من مادة الكافين حيث إن مادة الكافين لها أثار ضارة على القلب والعظام وكذلك التوتر والقلق فى الإنسان.