دور الهندسة الوراثية في الزراعة ووقاية النبات

حليم نجار

مدير عام وزارة الزراعة في لبنان سابقاً ورئيس مجلس إدارة مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية في لبنان سابقاً
بناية ميموزا (يونيسيف) ـ شارع كندي ـ بيروت، لبنان

الملخص

نجار، حليم. 1986. دور الهندسة الوراثية في الزراعة ووقاية النبات. مجلة وقاية النبات العربية 4 : 88 - 94

منذ بدء الزراعة يعمل الإنسان لتطوير حيواناته ونباتاته حيث إنه مع تطور علم الوراثة في العقود القليلة الأخيرة ازدادت مجالات التحسين مئات الأضعاف. وبفضل تطور بيولوجيا الجزيئات ومستنبتات الخلايا أحرز العلماء تقدماً ملحوظاً لشق آفاق واسعة في التطور الزراعي، إذ إن الحلزون المزدوج والإلمام بتركيب الجين والشيفرة لتركيب البروتين والبروتوبلازم والبلاسميد لنقل الجين وخلق جين تحويلي أتاحوا مزيداً من الإمكانيات، بحيث يمكن إنتاج نباتات أكثر تكيفاً مع المناخ وأكثر مناعة للأمراض وتحمل في بروتوبلاستها إفرازات سامة لقتل الحشرات. ويمكن صنع عدداً متناهياً من اللقاحات لأمراض الحيوانات وذلك من أجسام مضادة خاصة بدلاً من صنعها من جراثيم مخففة. يستنتج من ذلك أن عملية تربية الحيوان والنبات في الوقت الحاضر يمكن أن تتم حسب المقاييس المطلوبة. ولكن اتجاهات الاقتصاد الريفي في العالم الثالث على المحك. هل هذه لعنة مقنّعة.

كلمات مفتاحية: هندسة وراثية ـ تأصيل النبات ـ هندسة الصبغيّات ـ تشخيص الأمراض ـ المكافحة البيولوجية للأمراض.

I ـ المقدمة

منذ بدء المجتمع البشري والإنسان يسعى لتأصيل النباتات والحيوانات الداجنة. ولم تكن له العدة ولا المعرفة بعلم الوراثة وأصول التأصيل فاكتفى بانتخاب الأفضل وحصل على ما نعرفه من تقدم ملحوظ في إنتاجية الحيوانات والمزروعات.

في أواسط الستينات من القرن الماضي قام الراهب مندل (Mendel) بتجارب حول دراسة صفات وراثية معينة في نبات البازلا وحصل على معلومات جعلته يستخلص أصولاً علمية في عملية الوراثة فوضع لها قواعد ونشر في احدى المجلات (1866) تقريراً مفصلاً عن عملياته واستنتاجاته. والغريب أن هذه المعلومات لم تر النور عند العلماء بل بقيت مجهولة إلى أن اكتشف أحدهم رسالة مندل في أوائل القرن العشرين بعد أربعين سنة من الخفاء.

التقط العلماء ما خلفه مندل وانكبوا على الدراسة والبحث وأثبتوا صحة قوانينه الوراثية التي تفرض وجود عوامل تنقل الصفات الوراثية من جيل إلى جيل وسمّوا هذا العامل جين (Gene) الذي بقي مجهول الهوية حتى قام العالمان Crick و Watson عام 1953 (تسعون سنة بعد اكتشافات مندل) باكتشاف تركيب الجين ونالا اثر ذلك جائزة نوبل.

1 ـ تركيب الجين

تبين للعالمين المذكورين أن عامل الوراثة في الخلية يتكون من حامض Deoxyribonucleic Acid أو DNA. وهذا الحامض الذي يُكون الصبغيات (Chromosomes) في أنوية الخلايا هو على شكل خيط مجدول حول نفسه. وإذا تخيلنا انفلاشة هذا الخيط المجدول فإنه يظهر بشكل وتركيب السلّم. جانبا هذا السلم مركبّة من مواد سكرية وفوسفورية لا أهمية لها بينما تتكون العوارض من أربع عناصر: (A) Adenine, (T) Thymine, (G) Guanine & (C) Cytosine ويتكون نصف العارضة الواحدة من عنصر A والنصف الآخر من عنصر T أو من العنصرين الآخرين G + C. إن تركيب هذه العوارض وتتابعها أي ترتيبها على السلّم يحدّد نوع الجين وعمله. والجين هو «شيفرا» لتحديد نوع البروتايين الذي تصنعه أو تسبب صنعه. فلو اعتبرنا أن هذه العناصر الأربعة هي «أحرف» والجين المركب منها هو «كلمة» فإن «الكلمات» التي تمثلها جينات خلية الإنسان تملأ كتاباً من مليون صفحة!!

إن تنفيذ أعمال الجين يتم بانسلاخ نسخة طبق الأصل عن هذا الجين داخل النواة وإرسالها إلى خارج النواة حيث تتفاعل مع بعض العوامل في جسم الخلية لإنتاج أنواع الحوامض الأمينية المفروضة على الجين ومطلوبة منه وفق تركيبه.

2 ـ علم الحياة الجزيئي Molecular Biology

رافق علم الوراثة علم آخر يسمى علم الحياة الجزيئي الذي

يعرفنا كيف أن الجزيئات العضوية (Molecules) تتفاعل وتكون المركبات المطلوبة. ومنها نعلم أن عند الحيوان عشرين نوعاً من الأحماض الامينية وأن إتحاد هذه الأحماض أو بعضاً منها يعطينا مركب البروتايين الذي يتوقف نوعه ليس على أنواع الأحماض الأمينية فحسب بل أيضاً على ترتيبها وتتابعها وتوزيعها في السلسلة البروتاينية . هذه المركبات على أنواعها تكون الجزء الأساسي في تركيب جسم الكائنات الحية التي يهبها الجين شيفرا يتم بموجبها تكوين وترتيب الأحماض الأمينية[2] .

إن بعض الأمراض الوراثية عند الإنسان تنتج عن خلل في تركيب أحد الهرمونات بسبب فساد أو نقص أو عطل في الجين الخاص بها .

3 ـ علم زراعة الأنسجة

إن التقدم في علم زراعة الأنسجة قد مكن الإنسان من زرع خلية واحدة في المختبر وإنتاج جسم نباتي كامل الأعضاءوذلك مبني على أساس أن الخلية الواحدة وإن كان لها عمل خاص بسبب المكان الذي تحتله في الجسم، فإنها تحوي في نواتها جميع الجينات الخاصة بذلك الجسم. وعملية زرع النسيج القمي (Meristem tip)تستعمل بشكل واسع في إنتاج نبات خال من الأمراض الفيروسية .

4 ـ علم الهندسة الوراثية

هذا التقدم في العلوم الثلاثة المذكورة وما رافقه في علم الكيمياء العضوية قد مهد الطريق نحو الهندسة الوراثية التي بموجبها تمكن الإنسان من التداول ـ إن لم نقل التلاعب ـ بالجينات والسيطرة على بعض منها ونقلها و«هندستها» وفق حاجاته ومنافعه . وقد يأتي يوم يتمكن الإنسان فيه من صنع جينات جديدة غير موجودة في الطبيعة .

لقد دشن هذا العلم بدوره علم تقنية الأحياء (Biotechnology) الذي يجمع هذه العلوم . وهذا يعتبر فتحاً جديداً في المعرفة يعلق عليه العالم آمالاً كبيرة .

II ـ المدخل إلى علم الهندسة الوراثية

إن اهتمام العالم بالأمراض الفيروسية أدى إلى اكتشاف الطريقة التي يقوى بها هذا الجزيء الفيروس (المركب من نواة خلية وغلاف) على التسلل إلى الجسم حيث لا يتطفل عليه كما تفعل البكتريا بل إنه يتسرب إلى داخل الخلايا ـ طارحاً غلافه في الخارج ـ ويتحد مع جينات الخلية ويتسلط عليها ويدفعها إلى تنفيذ وظائف ليست من مهامها ولم تكن في واردها وهي ليست في صالحها بل هي في خدمة الفيروس نفسه!

ويعود الفضل في فتح باب الهندسة الجنسية إلى نوع من البكتيريا التي تصيب معظم النباتات ذوات الفلقتين وتسبب نمو تدرن فيها وهي معروفة باسم Agrobacterium tumefaciens ولها قطعة صغيرة من الصبغية في نواتها تدعى Tuber-inducing plasmid (T - i) [1] وتمتاز بخاصية الانفصال عن البكتيريا والدخول إلى خلية العائل (Host) حاملة معها بعض الجينات التي تتسلط على جينات العائل (كما يتسلط المستعمر على إدارة البلاد) وتجعلها تقوم بأعمال غريبة، منها زيادة التوالد! فيحصل التدرن ـ ومنها إنتاج أنواع من البروتايين صالحة فقط لاستهلاك البكتيريا أي لتغذية البكتيريا التي استوطنت هذه الدرنات (2) .

إن تفهم طريقة عمل هذه البكتيريا وإجراء نقل جين من نبات إلى نبات آخر عن غير طريق التزاوج فتح باب الهندسة الوراثية . فإن تمكنت البكتيريا من إدخال بعض جيناتها في نواة خلية نبات ما والاشتراك في حياة هذا النبات فحريّ بالإنسان أن يقلدها وأن يتحكم بإدخال جينات لها فائدة للإنسان .

III ـ إمكانيات الهندسة الوراثية في الحقل الزراعي

بعد هذه المقدمة الموجزة جداً نتساءل عما يمكن عمله في الحقل الزراعي . أول نشاط عملي للهندسة الوراثية حصل في حقل الطب حيث تمكن العلماء من تحديد الجين المسؤول عن إنتاج هورمون الانسلين، وتمكنوا من شطره وإضافته إلى Plasmid التي أدخلته إلى داخل نواة بكتيريا معروفة جداً في عالم الطب *(E. coli)* وأصبح نسل هذه البكتيريا ينتج الانسلين . وأصبح لدينا صناعة جديدة: تربية البكتيريا واستخراج الانسلين منها عوضاً عن استخراجه من غدد الحيوانات المذبوحة . وهناك أمراض عديدة في الإنسان يمكن علاجها عن طريق الجينات والهرمونات الناشئة عنها .

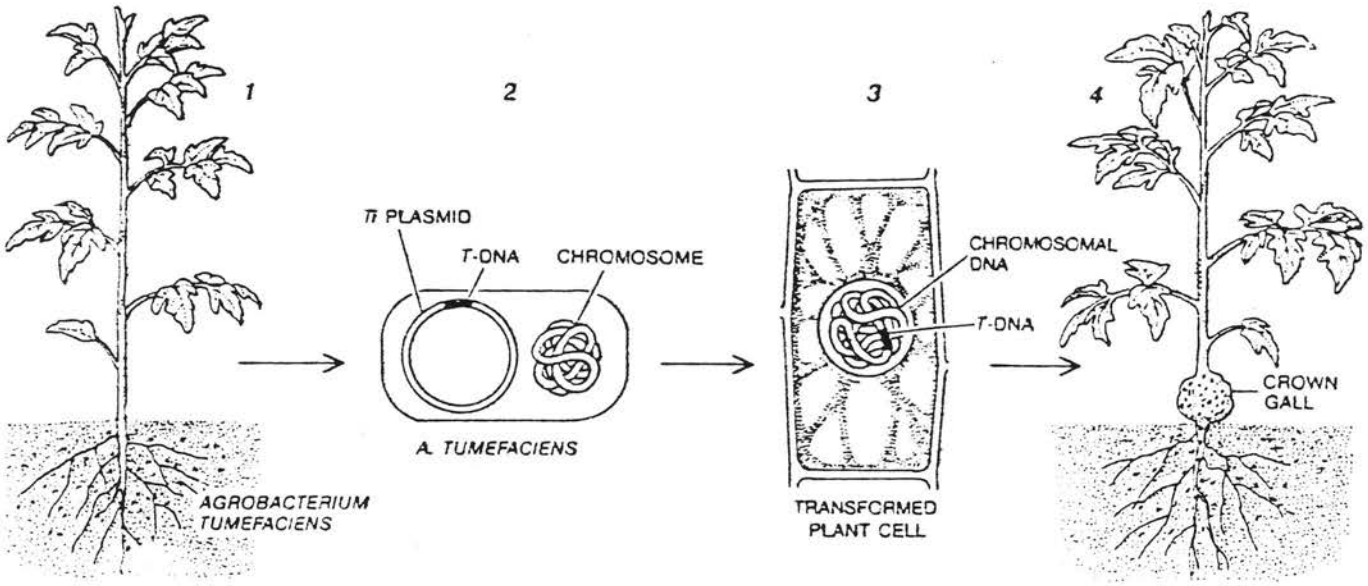
وفي الحقل الزراعي انفتحت نافذة جديدة لا حدود لإمكانياتها . و«الثورة الخضراء» التي نتجت عن التصالب

---

(1) وتعود بي الذكرى إلى أواخر الستينات حيث كان لدى مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية في لبنان موظف لبناني مختص في علم الحياة الجزيئي هو الدكتور قسطنطين ربيز . كنت في ذلك الوقت رئيساً لمجلس إدارة المصلحة ولم نكن نعلم وقتئذ خصائص هذا العلم ولا كيف يستفاد من علم هذا الاختصاص . وما طال الزمن بالدكتور ربيز فعاد إلى أميركا وهو اليوم معروف في هذا العلم ومختص بجزيئيات عملية التمثيل الكلوروفيلي في النبات وله شأن في هذه البحوث .

(1) Ti-Plasmid هي حلقة من مادة DNA إنما ليست في الصبغة ولا في النواة بل في جبلة الخلية ثم إنها ليست من مادة الخلية بل هي بالأساس دخيلة عليها وتصرفها مستقل عن تصرف الخلية سوى أنها تتوالد وتتكاثر مع تكاثر الخلية .

(2) راجع : The National Geographic . December 1984 pp 818 - 848.



TUMOR IS INITIATED when bacteria enter a lesion, which is usually near the crown of the plant (the junction of root and stem), and attach themselves to cells (*1*). A virulent bacterium carries, in addition to its chromosomal DNA, a *Ti* plasmid (*2*). The plasmid's *T*-DNA is introduced into a cell and becomes integrated into the cell's chromosomal DNA (*3*). Transformed cells proliferate to form a crown gall tumor (*4*). The tumor cells synthesize compounds called opines, which serve as nutrients for *A. tumefaciens* cells inhabiting the gall. Two well-studied opines are octopine and nopaline. The *Ti* plasmid carried by a given strain of the bacterium induces synthesis of a given opine.

نشوء التدرن: (1) تدخل البكتيريا الموجودة في التربة حول الجذور من موقع جرح في الجذر. (2) خلية البكتيريا تحمل DNA الخاص بها مع الجسيم Plasmid وعليه قطعة من DNA المسؤولة عن أعراض المرض. (3) بعد دخول البلاسميد خلية العائل ينتقل الـ T - DNA من البلاسميد إلى DNAالخلية ويصبح جزءاً منه ويتحكم بعمل جيناته. (4) الخلية المصابة تبدأ بالتكاثر وبإنتاج الـ Opines غذاء البكتيريا وتكون الدرن المعروف.

والانتخاب زادت إنتاج القمح والأرز عشرة أضعاف مقارنة مع المحصول العادي. ستظهر هذه «الثورة» عملية أولية بدائية أمام ما ننتظر أن نحصل عليه بواسطة الهندسة الوراثية.

1 ـ تأصيل النبات

لقد أبدع العلماء في الماضي في تحسين النبات رغم الوسائل المحدودة لديهم وبدءوا بانتخاب الأفضل في الطبيعة. ثم أجروا تصالباً بين نوعين من جنس واحد بغية الاستفادة من النشاط الناتج عن التهجين، ومن أجل إدخال صفة معينة من نبات برّي في نبات زراعي قريب منه وراثيا(مناعة ضد مرض أو تحمل عامل طبيعي الخ). وبعد اكتشاف الأشعة حاولوا تعريض الجينات في البذور للأشعة بعد أن تبين أن الأشعة تسبب تبدلاً جسمانياً في تركيب الجين، وحققوا بعض النجاح. وقد تمكنوا أيضاً في زراعة الأزهار من أن يضاعفوا عدد الصبغيات في الخلايا باستعمال مادة الكولشيسين ونتج عن ذلك مضاعفة حجم الزهر.

وبطريقة التلقيح الذاتي لعدة أجيال تم إجراء تصالب بين سلالات تعرضت لهذا التلقيح نتج عنها «البذار الهجين» الذي يشكل في الوقت الحاضر الجزء الأكبر من أنواع الخضر والأزهار التي تباع في الأسواق وبأسعار عالية جداً.

لا إنكاراً ولا تقليلاً لأهمية هذه النتائج، إنما الآتي أعظم وسنرى أن إمكانيات الهندسة الوراثية لا يتصورها خيال!

2 ـ الاستفادة من الصفات الطبيعية في النبات في تأصيل وتحسين المزروعات

توجد في الطبيعة عند النبات صفة مقاومة أو مناعة لمرض أو حشرة. ويكون النوع الزراعي من هذا النبات خالياً من هذه المناعة فيصاب بالمرض. فيما مضى سعى العلماء إلى نقل جين المناعة من النبات البري إلى النبات الزراعي عن طريق التزاوج بين النباتين ونجحوا في عملهم. إنما التزاوج لا يتم إلا في حالة وجود قربى بين الفريقين. وحاولوا تخطي هذه العقبة، أي نقل جين المناعة من البري إلى الزراعي دون وجود قربى بينهما، بطرق علمية جديدة، مثلاً:

أ ـ تمكن العلماء بواسطة زرع الأنسجة عن طريق سحق أجزاء النبات (ورقة مثلاً) وتحويلها إلى مجموعة خلايا منفردة. ثم عرضوا هذه الخلايا إلى أنزيمات خاصة انتزعت من الخلايا جدارها (Cell wall) وحصلوا على بروتوبلاست أي مجموعة خلايا عارية. فعلوا العمل ذاته مع نوع آخر من النبات لديه الصفة (أو الجين) المرغوبة. ثم مزجوا النوعين معاً ضمن محلول خاص. اختلطت الخلايا العارية بعضها ببعض حتى أن بعض الخلايا انفصلت عنها النواة وعامت مستقلة في المحلول. بعد ذلك أضافوا إلى هذا البروتوبلاست أنزيمات خاصة جعلت الخلايا تعيد بناء جدار جديد حول جسمها العاري. فحصل في هذه العملية أن الجدار طوّق أي ضمّ ليس الخلية المنفردة فحسب بل

أيضاً ما جاورها أو التصق بها من أجزاء النوع الآخر أو نواته وأصبح لديهم خلايا هجينة وراثيا وجسميا (Genetic + Somatic)[1].

وبطريقة زرع الأنسجة تزرع هذه الملايين من الخلايا وتربى ولا بد أن يحصل أن بضعة أفراد قد اكتسبت بواسطة الالتحاف داخل الجدار الجديد بعض الجينات التي تتحكم وتقرّر الصفات المرغوبة (المناعة مثلاً) من النوع البرّي.

ب ـ يسعى العلماء إلى تكييف المزروعات للعوامل الطبيعية عوضاً عن تكييف الطبيعة لها كما يحصل في الخيم البلاستيكية (Greenhouses) وذلك عن طريق تعريض الخلايا في دور البروتوبلاست المذكور سابقاً للعوارض الطبيعية من حرارة مرتفعة أو برودة أو جفاف أو ملوحة. عند تعريض هذه الخلايا لهذه العوارض يموت منها الملايين عند زرعها كنسيج وقد يبقى القليل النادر بينها الذي يتحمل هذه الزيادة، وهكذا نحصل على أنواع تتحمل الصقيع أو الحر أو الجفاف أو الملوحة في الأرض.

جـ ـ إن الصقيع الذي يحصل عند هبوط درجة الحرارة إلى الصفر أو واحد تحت الصفر يسبب خسائر مادية جسيمة للمزارعين ويحول دون زراعة بعض الأنواع ـ أو تأخير زراعتها في الربيع احتياطاً لأضرار الصقيع الربيعي. إن ضرر الصقيع يحصل عندما يتحول الماء في النبات من سائل إلى جليد. وتبين أيضاً أن بعض البكتيريا التي تسبب أمراضاً في النبات تحتوي على عامل أو جين يساهم في، أو يسبب أو يساعد على تحويل الماء إلى جليد تحت درجة حرارة معينة. وقد حاول العلماء استخراج هذا العامل من البكتيريا *Pseudomonas syringae* وأصبح لديهم أفراداً منها لا تحتوي على هذا العامل. وبعد زرع هذا النوع الخاص وإكثاره ورشه على الورق تبين أن الورق المرشوش به يتحمل الصقيع حتى درجة أربعة تحت الصفر. أي أنه يمنع التجلد حتى تلك الدرجة. وهذه الوقاية كافية لمنع حصول ضرر في المزروعات في الحالات العادية.

د ـ إن مرض التريستازا (Tristeza) الفتاك في الحمضيات قد أصبح خاضعاً للمكافحة البيولوجية حيث إن سلالات غير حادة (Non-virulent) أخضعت للهندسة الوراثية فأدخلت جيناتها في بكتيريا وإدخال البكتيريا في الشجرة يجعل الشجرة تبني مناعة داخلية ضد الإصابة بالفيروس الحاد.

هـ ـ عند تعريض الـ Callus (الناشيء عن خلايا البروتوبلاست) لإفرازات الفطر *Phytophthora infestans* أو *Fusarium oxysporum* (وهي أمراض تقضي أحياناً على محصول البطاطا) تبين أنه يوجد فروقات مناعة في خلايا النبات الواحد. والتعرض في المختبر للإفرازات السامة من هذه الفطريات سبب موت الملايين من الخلايا. والمهم أنه نجى من الموت عدد ضئيل من النباتات. وهكذا تكون لدينا أصناف جديدة من البطاطا لها صفات وراثية لمقاومة هذا المرض أو ذاك وأصبح بالإمكان نقل هذه المناعة إلى أصناف أخرى من البطاطا.

كذلك في نبات الذرة الصفراء التي تصاب بمرض *Dreschlera mydis* ظهر عند زرع الأنسجة أن بعض الخلايا التي عرضت لإفرازات هذا الفطر قاومت المرض وهكذا أصبح لدينا نبات يقاوم هذا المرض الفتاك.

و ـ ثم إن استعمال مبيدات الأعشاب أصبح عملاً عاماً في الزراعة وإيجاد مقاومة في المزروعات لمبيد معين يسهّل عمل ذلك المبيد في مكافحة الأعشاب. عرضوا خلايا بروتوبلاست نبات التبغ إلى محلول ضعيف من مبيد بيكلورام ونشأ معهم بعض نباتات تبغ تتحمل هذا المبيد. ومعالجة خلايا البندورة بمحلول المبيد براكوات أعطى ظهور نوع يتحمل هذا المبيد دون إصابته بضرر. إن البكتيريا *Bacillus thuringensis* تنتج أملاح في الأبواغ (Spores) تقتل يرقات حرشفية الأجنحة عند أكلها. نقلوا الجين المسؤول عن هذه الأملاح إلى داخل خلايا التبغ وينتظر أن يحصل نبات تبغ يحتوي في خلاياه المادة التي تقتل المعتدى عليها من هذه الآفات!

وقد تبين أنه يمكن إجراء مجمل هذه العمليات على التبغ والبطاطا والباذنجان والبندورة والحمضيات. ولم تنجح هكذا عمليات في قصب السكر وفول الصويا والحبوب.

ز ـ حاولوا عزل الجين الذي ينتج المضاد الحيوي ستربتومايسين وأدخلوه في بكتيريا لها خاصية إرسال رسل بلاسميد(Plasmid)إلى خلايا العائل. أدخل الجين المطلوب معها في نواة العائل وأصبح هذا العائل مؤهلاً لإنتاج المضاد الحيوي ذاتياً! وفضلاً عن ذلك فإن هذه البكتيريا تربى في المختبرات لإنتاج هذا المضاد (1).

---

(1) حاولوا مزج بروتوبلاست البطاطا مع البندورة على أمل الحصول على نبات يعطي معاً ثمر بندورة فوق الأرض وبطاطا تحت الأرض. فكانت النتيجة لا بندورة فوق الأرض ولا بطاطا تحت الأرض!!

وقد تمكنوا من مزج جنين الماعز مع جنين الغنم (أي خلايا الجنينين في بداية تكوينها وحصلوا على حيوان غريب دعوه shoat أي جمع (Sheep X goat) ولا يعلمون ماذا يصنعون بهذا المختلق!!

(1) لقد حصل أن نقل جين إنتاج هرمون النمو في الإنسان (HGH) إلى جنين فارة وولدت فاراً كبير الحجم وفي جسمه جزء من DNA الإنسان!!

إن مرض «Foot & Mouth disease» الفتاك في الأبقار ينتج عن إصابة بالفيروس الذي يحتوي على جينات هي «شيفرا» لأربع بروتاينيات إحداها (VPI) تسبب مناعة في الحيوان المصاب. علماء الهندسة الوراثية نقلوا جين هذا البروتايين إلى البكتيريا *E. coli* وأصبحت هذه البكتيريا تنتج هذا النوع من البروتايين بكميات كبيرة في المختبر. وهذا الإنتاج يستعمل الآن في تطعيم أو تلقيح الحيوانات وقد أصبح هذا المرض الفتاك «في خبر كان»!!

حـ ـ اكتشفوا أحياء عندها جين ينتج أنزيمات تتحلل وتدمر جدار الخلايا في الفطريات والهيكل الخارجي لجسم الديدان الثعبانية (Nematodes). نقلوا هذا الجين إلى بكتيريا الجذور Rhizobacterium وعرضوا هذه البكتيريا لجذور النبات والأمل أن يتم إيجاد نبات يحتوي على هذا الجين فيدمر جدار الخلايا في الفطر وفي هيكل الدود الذي يصيب هذا النبات!!

ط ـ معلوم أن النباتات البقولية (Legumes) تحمل على جذورها درنات ناتجة عن الإصابة بإحدى أنواع البكتيريا Rhizobium التي لها خاصية تثبيت أو تحويل نيتروجين الهواء إلى ملح يصبح سماداً للنبات. وهكذا يتحسن خصب التربة في عقير موسم العدس أو الحمص أو غيره. ويقدر العلماء أن هذه البكتيريات تثبت سنوياً في أنحاء العالم حوالي 140 مليون طناً من الآزوت!! تختلف أنواع البكتيريا Rhizobium على مختلف أنواع البقوليات ومنها سلالات أفضل من غيرها في هذا الشأن. إن نباتات القمح والشعير والذرة والرز (الحبوب المستعملة في غذاء الإنسان) لا تحمل على جذورها هذه الدرنات فلا تنتج حاجتها من السماد الآزوتي ولا تحسن خصب التربة كما تفعل نباتات البقول.

إنّ الهندسة الوراثية تعمل الآن على تحديد وفصل الجين المسؤول عن عملية تثبيت النيتروجين وإدخاله «هندسياً» إلى بكتيريا تقوى العيش على جذور نباتات الحبوب المذكورة فيزداد الإنتاج ونقضي على الجوع في العالم.

وخلاصة القول أن إمكانية تحديد الجين وفصله ثم إدخاله في بكتيريا أو فيروس ومن ثم إلى نواة خلايا نباتات جديدة واندماجه بجينات النواة بصفة DNA متحور (Recombinant DNA)، هو فتح جديد في علم الأحياء. وسيصلون إلى إنتاج نباتات تسمد ذاتها بذاتها وتكافح أو تقاوم الآفات والأمراض الخاصة بها.

IV ـ هندسة الصبغيات

1 ـ معلوم أن التزاوج الطبيعي في النبات والحيوان يولد تبايناً (Variation) في النسل وذلك لأن الجينات المتعددة تختلف نوعاً وجودة «والتأصيل» هو عملية تجميع جينات مستحبة والتخلص من جينات غير مفضلة كي يبقى النسل أي الذرية صافية وموحدة التركيب. وما ذلك بالأمر السهل سوى بعد تأصيل يدوم مئات الأجيال.

بواسطة الهندسة الجديدة، إنهم يأخذون اللقاح من النوع المرغوب واللقاح به نصف الصبغيات والجينات (Haploid) على أن يتم التركيب المزدوج عند تذكير البويضة. تزرع حبات اللقاح بطريقة خاصة ويخرج عنها نباتات كاملية صافية التركيب لأنها غير مذكرة. فيأتي نسلها أيضاً خال من التباين المذكور ـ تماماً كما هو في تركيب التوائم (وهذا لأسباب أخرى لا مجال لذكرها). بعد الحصول على بضعة أجيال من هذا النسل الصافي المؤصل يمكن التزاوج بين أفراده فيعود تركيب النواة مزدوجاً أي (Diploid)، ويمكن الحصول كذلك على ثلاثي التركيب (triploid) ومتعدد التركيب (Polyploid) فيكون له حسنات إضافية.

2 ـ يصاب القمح والشعير بمرض فيروسي معروف باسم فيروس تقزم واصفرار الشعير (BYDV) وهو شديد الضرر في القمح وعديم الضرر في الشعير المقاوم لأن بعض أصناف الشعير يحتوي على جين مقاوم للفيروس موجود في الصبغية رقم 3. كيف العمل لنقل هذا الجين المعروف برقم yd2 إلى نواة القمح، والتزاوج بين الشعير والقمح غير ممكن خصوصاً وأن في نواة القمح 42 صبغية وفي الشعير 14 صبغية فقط. لقد حاولوا مع ذلك تلقيح القمح بالشعير وفشلوا مراراً وتكراراً. وأخيراً تم تلقيح غير طبيعي، لكن عندما يبدأ الإنبات في البزرة الهجينة يموت الجنين. وكان علماء اوستراليون اكتشفوا طريقة زرع الجنين في «Endosperm» بزرة الشعير. وقام علماء في ديفيس كاليفورنيا بتطبيق هذه الطريقة وبعد 50,000 محاولة حصلوا على 20نبتة فقط تعتبر هجين قمح / شعير. وبعد عدة أجيال لهؤلاء بواسطة تناسل رجعي(Backcrossing)واصطفاء الأفراد التي يقل فيها عدد صبغيات الشعير توصلوا إلى سلالة تحوي 44 صبغية أي 42 صبغية قمحية وصبغيتين شعير عليها الجين yd2 المقاوم للفيروس. بقي عليهم أن ينتقل الجين yd2 من صبغية شعير إلى صبغية قمح. فعندما تصبح السلالة مركبة من 42 صبغية (لا 44) وعليها الجين المذكور يصبح بالإمكان تزاوجها مع مختلف أنواع القمح المعروفة وتطعيم هذه الأنواع بالجين الجديد الواقي من المرض. الطريقة أصبحت معروفة وتحتاج إلى جهد ودقة ـ وإنهم واصلون!

3 ـ هندسة البروتايين : البروتايين مركب مهم جداً في جسم الأحياء وأنواعه لا تحصى. يتركب من عدة أنواع من الأحماض الأمينية ويختلف ليس فقط حسب هذه الأحماض بل أيضاً حسب ترتيبها وتتابعها بعضها مع بعض. إنهم

يعملون لتركيب جينات جديدة لتأمين زيادة إنتاج البروتايين ويـأملون هندسـة صبغيات نبـات الأرز بحيث يصبح الأرز حاوياً على بروتايين وهذا يؤمن لفقراء آسيا الذين يعتمدون الأرز غـذاء العيش أن يجـدوا فيـه مـا يلزمهم من المـواد البروتاينية.

ثم أن صوف الغنم، وهو مادة بروتاينية ذات استعمالات محـدودة، يخضع الآن لـدراسـات وأبحـاث للتـلاعب في هندسة أنواع الأحماض الأمينية التي يتركب منها وتحويلها إلى أنواع من البروتايين جديدة ومتنوعة لتسد حاجات أخرى للإنسان.

V ـ تشخيص الأمراض في النبات

إن أمراض الفيروسات عديدة الأشكال في النبات ولا توجد مزروعات لا تتعرض لها. وقد تصيب النبات ولا ندري بها حتى يبلغ المرض حدّه. وأحياناً لا تظهر للمـرض أعراض واضحـة سـوى سوء المحصـول. وعنـد استعمـال البـذار أو المـطعـوم المصـاب ينتقل الفيـروس معهـا ـ حـتى أن اللمـس بـاليـد، أحياناً، قد ينقل المرض إلى النبات السليم. كذلك حشـرات المن وغيرها عادة ما تكون السبب في نقل العدوى.

إن العـديد من أشجـار الحمضيات في لبنـان مصابـة بهذه الأمراض الفيروسية والمزارعون لا يشعرون بـوجودهـا ويعزون النقص في الإنتـاج إلى المعاملة والتعهـدات. وإنتـاج شتـول سليمـة من الفيروس أمـر يحتاج إلى معـامـلات خـاصـة فنيـة ومكلفة.

ونجاح زراعة البـطاطا لإنتـاج البذار المؤصـل والخالي من الأمراض، ذلك السوق المهم التي حصلت عليه هولندا، يرتكز على أن العلماء بعد دراسات دقيقة وأعمال مكافحة الحشرات النـاقلة للمرض، تمكنـوا بعد جهـد أن ينتجوا بـذار البـطاطـا الخالي من الفيروس. وهذا البذار الذي نزرعه في لبنان يصبح غير صالح للزرع بعد موسم أو أكثر في بلادنا لأنه حتماً يتعرض للإصابة بالفيروسات فيضعف إنتاجه.

لقـد تم صنـع أنـواع «antibodies» عديـدة تتحسس وجـود الفيروس في الورق وحتى أنها تدل على نوعه. وهي محضـرة في أوعية صغيرة (Kits) يسهل استعمالها في المختبرات الغيـر مجهزة ويمكن استعمالها بسهولة لتحديد إذا كان النبات مصاب بفيروس معينة أم لا.

VI ـ الثورة الصناعية الجديدة

لم ينحصر هذا الفتح العلمي بالجامعات ومـراكز البحـوث العلمية بل فجّر سيلاً من الـرأسمال العـالمي لاستثمار الـطاقة التجارية لهـذا العلم. يقول Naisbitt : «أن العقـدين القادمين سيمثلون للعصر البيولوجي ما مثل العقدان المـاضيان للعصـر الالكتروني»[1] . وعن مجلة The Economist « . . إن الصناعـة التكنـولـوجيـة العـاليـة ستكـون المحـرك الأسـاسي للنمـو (الاقتصادي) في المستقبل[2] .

كان العلماء في الماضي يفرحـون ويندفعـون في تتبع علم جديد ويتعاونون ويتبـادلون المعـرفة وينشـرون نتائـج أبحاثهم ويكتفـون بشـرف الاكتشـاف والسبق في النشـر. لقـد دخلت عليهم اليوم النزعة التجارية الاميركية وغزا الرأسمال المختبرات فأسسوا شركات تجارية جديدة واشتروا شركات قديمة لها بعض الصلة بالسوق الزراعي والطبي وزاحموا الجامعات بأن استمالوا البحاثين منها. ثم إنهم أرسلوا غطاء من السرية على الأبحاث من أجل الحفاظ على حقوق الاختراع وملكية الاكتشاف كمـا يفعلون في تجارة الأسلحة وعمليـات الفضاء والالكتـرونيات. بدأ الحوت بابتلاع شركات معروفة عالمياً في تـأصيل وتجـارة البذور، ومنها:

Associated Seed Growers وقد اشترتها شركة (3) Upjohn
Ferry Morse وقد اشترتها شركة Limagrain
Burpee وقد اشترتها شركة ITT
Dessert وقد اشترتها شركة Arco
Peto Seed وقد اشترتها شركة Ball
Harris وقد اشترتها شركة Celanse

ثم إن شركات أخرى معروفة في الحقل الزراعي قد دخلت الحقل التجاري للهندسة الجنسية مثل:

Dow, Du Pont, Eli Lilly, Exxon, IMC, Merck, Stauffer, Shell, Ciba-Geigy, Abbot, Zoecon, etc.

لقد اندفع الدولار نحو الهندسة الوراثية حتى إنك تـكاد لا تفـرق بين «DNA» و «$»[1] فتشكل في اميـركا خـلال العشـر سنين المـاضيـة مئـات من الشـركـات المختصـة بـالأبحـاث البيـولوجيـة وخصصت رأسمال يقـدر بـ 2.5 بليون دولار. وفي اليابان 150 شركة تعمل جديداً في هذا الحقل،وأوروبا تحـاول الالتحاق، فأسوج اختصت بإنتاج الآلات الدقيقة المستعملة في هذا الفن وهولندا والدانمارك تتحكمان في صناعة الانـزيمات والانسلين، وانكلترا تفوقت في تصنيع البروتايين وفرنسا سارت في حقل اللقاحات، والجميع يتدافعون في تخصيص الرأسمال للبحث والتدريب في هذا المجال.

يقدرون أن السوق العالمي في هذا الحقل سيرتفـع من 25 مليون دولار في عام 1983 إلى 27 بليون في عام 1990 !!

إن سخاء الرأسمال حيث يوجد مجال للربح سيكون له فعل

(1) Naisbitt, J. Megatrends, 1984.
(2) The Economist, March 10, 1984 p 15.
(3) Farm chemicals, March 10, 1984 p 15.
(1) E.J. Ryben. Hort Science, Dec. 84, P.208.

كبير في دفع هذا التقدم العلمي. إنما العلم في الماضي كان ملكاً للجميع والعلماء يتزاحمون على نشر معلوماتهم ويتعاونون في حل مشكلاتهم. وقد فقدنا كل ذلك لأن الرأسمال بدأ يسيطر على العلم والسرية التجارية أخذت مكان شرف السبق في نشر المعرفة.

إن العالم قادم على ثورة صناعية جديدة هي ثورة الهندسة الوراثية. واكتشاف الجين وتداوله هو شبيه بانشطار الذرة: له حسناته وله سيئاته. وكما يخشى البشر انفلات القوة الذرية كذلك لدينا الأسباب التي تجعلنا نخشى نتائج التلاعب بالجينات خصوصاً في البكتيريا ـ رغم أن العالم قد رأى خلال الخمس سنوات الماضية أن هذه الناحية قد تكون في حكم الاطمئنان. أما نتائج هذه الثورة في حقل الاقتصاد الزراعي، خاصة في العالم الثالث، فقد يكون لها أسوأ الآثار الاقتصادية والسلطوية. فالنباتات الزراعية ستكون نباتات «مهندسة» أو «مختلقة». والبذور المستعملة في العالم ستصبح «مسجلة» (Patent) ويدفع الفلاح رسم «الملكية العلمية» وأمام دائرة تسجيل الملكية العلمية في الولايات المتحدة أكثر من ألف طلب تسجيل كشوفات جديدة في هذا العلم.

كل هذا يجري في العالم ونحن العرب عنه غافلون. إن ما يجري الآن في المختبرات البعيدة هو الأساس لاستعمار قادم في حقول الزراعة والتجارة والسياسة وسيطغى على العالم الثالث كما طغت الثورة الصناعية الأولى ـ ونحن عنها لاهون.

Abstract

Najjar, H. 1986. The role of genetic engineering in agriculture with special reference to pest control. Arab J. Pl. Prot. 4: 88 - 94

Since the beginning of farming man has been working to improve his animals and plants. With developments in genetics in the last few decades, possibilities for improvement have increased a hundered fold. Aided by developments in molecular biology and cell culture scientists have made several breakthroughs as to open a great vista for development in agriculture. The double helix and the knowledge of the structure of the gene and its coding for proteins, and the use of protoplasts and of plasmids for transferring genes and creating recombinant DNA opened up great possibilities. Plants will be produced that are better adapted to climate, resistant to diseases, or carrying in their germ plasm pesticides to kill insects. Unlimited number of vaccines for animal diseases will be produced from specific antibodies rather than from attenuated germs. Breeding of animals and plants can now be «tailored to measure». Rural economic trends in he Third World may, however, be at stake: Is this a curse in disguise?.

Additional key words: genetic engineering-plant breeding-chromosomal engineering - disease diagnosis - Biological control of disease.