

## الفصل السابع

### الهندسة الوراثية والاعتبارات المتعلقة بالسلامة الحيوية، والجوانب الاجتماعية، والأخلاقية والأدبية

يقصد بالهندسة الوراثية التحورات التي تحدث فى المادة الوراثية لأى كائن حتى وذلك بإدخال جينات جديدة بصفات جديدة، ويتم ذلك بطرق صناعية على رأسها: تقنيات «الدنا» المَطَّم. وفى العقد الأخير من القرن الماضى وفى الوقت الحاضر ازداد استخدام هذه التحورات الوراثية فى مجالات الرعاية الصحية، والزراعية، وإنتاج المواد الغذائية، وإنتاج الإنزيمات صناعيا، وفى النواحي البيئية. وقد حققت هذه العمليات نفعا كبيرا فى هذه المجالات، ومادامت الكائنات المحورة وراثيا تحقق نفعا غير مشكوك فيه فإنه من المهم التأكيد على أن هذه الطرق لا تسبب اضطرابات فى سلامة الأفراد أو البيئة، أو تتسبب فى إيجاد خلافات اجتماعية. أو أخلاقية، أو أدبية غير مقبولة. وفى هذا الفصل سيتم عرض ومناقشة بعض هذه النقاط تحت المسميات الآتية.

١ - الانطلاق البيئى للكائنات المعالجة وراثيا .

٢ - التحورات الوراثية والفوائد الغذائية.

٣ - تطبيق بحوث الوراثة البشرية.

#### ١ - الانطلاق البيئى للكائنات المعالجة وراثيا

عندما بدأت تجارب الهندسة الوراثية على الكائنات الدقيقة فى الازدهار وذلك فى السبعينات من القرن الماضى اعتقد كثير من متخصصى البيولوجيا الجزيئية أن العملية لن تكون آمنة، وأن الكائنات الدقيقة المعالجة يجب التحفظ عليها بشدة

ومنع انطلاقها إلى البيئة. وكان الخوف الأساسى وما يزال عند الكثيرين هو أن الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا يمكن أن تهرب من المعمل إلى البيئة مؤدية إلى نتائج لا يمكن التنبؤ بها وربما إلى نكبات بيئية. أعتقد أن مثل هذه الكائنات الدقيقة المنطلقة يمكن أن تقلب ميزان الطبيعة، أو أن «الدنا» الغريب فى الكائن الدقيق الجديد يمكن أن يغير من نشاطه الأيضى (التمثيل الغذائى) بطرق لا يمكن التنبؤ بها أو بطرق غير مرغوبة.

واستجابة لهذا القلق تم عمل خطوط إرشادية (أدلة) لضمان أمان الممارسات العملية ومنع انتشار الأخطار الممكنة. ولكن بمرور الوقت وبسبب الوعى التقنى المتزايد فإن كثيرا من هذه النظم ستصبح أقل حدة بسبب نظم المخاطر الضئيلة المعترف بها. وكثير من المنتجات الطبية المهمة مثل الإنسيولين وهرمون النمو البشرى وبعض الإنزيمات الصناعية تُصنَّع على مستوى كبير عن طريق عمليات تخميرية تستخدم فيها كائنات خاصة معالجة وراثيا، والمنتجات النهائية من هذه العمليات تكون خالية من الكائن العائل المعالج وراثيا، لهذا فإنها لا تمثل مشكلة انطلاق أو تحرر. وتعمل هذه الأنظمة جيدا، وحتى وقتنا هذا لم تكن هناك مشكلات صحية أو بيئية بسبب عمل هذه الأنظمة. ومما هو حديث تماما إنتاج الإنفحة (الرينت) أو (الكيموزين) (وهى مادة تستخرج من معد الحيوانات لتجيبين اللبن) من كائنات دقيقة معالجة وراثيا. وبكل صراحة - كما قال «سميث» ١٩٩٦- لم تُظهر سياسة التسويق المفتوح أى اعتراض أو استياء من الجمهور على الجبن الداخلى فى تصنيعه هذه المادة.

وفى الأمثلة السابقة لم يكن الكائن المعالج معرضا للتحرر ولكن ظل داخل المكان الذى يحدث فيه التصنيع لىتم التخلص منه بطريقة صحيحة. ولكن فى الوقت الحاضر يتم تحرر أو إطلاق بعض الكائنات «المطعمّة» بصورة متعمدة خاصة فى البيئة التى لا يمكن أن توجد بها هذه الكائنات، ومن أمثلة ذلك: المقاومة الحيوية، اللقاحات فى الزراعة، اللقاحات الحية، العلاجات الحيوية، خيرة الخبازين وخميرة البيرة. هذا بالإضافة إلى خروج كثير من النباتات «المطعمّة» من

المعامل البحثية والصوب الزراعية التى تتم فيها التجارب إلى حقول وصوب المزارعين ومربى نباتات الزينة على مستوى تجارى كبير.

والسؤال الآن: ما هى الأخطار المرتبطة بالتححر البيئى للكائنات «المطعمة» - هل هى أخطار حقيقية أو هى فى الغالب خيالية؟ إن كتب الخيال العلمى تزخر بقصص الكائنات الدقيقة المهلكة وكذلك النباتات، مثال ذلك: «سلالة آندروميذا» للكاتب ميخائيل كريشتون (آندروميذا: أميرة حبشية سُدت بالسلاسل إلى جرف عال لكى يلتهمها غول، ولكن «بيرسيوس» أنقذها وتزوجها)، وأمثلة أخرى كثيرة. وهؤلاء الذين يعارضون استخدام التقنيات «المطعمة» يتمسكون بمثل هذا الخيال وببذلون جهدا كبيرا فى عمل مقارنات مع انطلاق الكائنات المعالجة وراثيا.

إن الزيادة فى القدرة الممرضة للكائنات الدقيقة والقدرة الميكروبية لإتلاف وتدمير المواد الخام الأساسية غالبا ما يُستشهد بها على أنها مسائل تتعلق بكفاءة الكائنات المعالجة وراثيا. إن نشوء المرض فى حد ذاته عملية معقدة متعددة العوامل وليس من المعقول السعى لإدخال هذه الخاصية ببساطة فى كائنات هى فى الأصل آمنة وذلك عن طريق غرس الجينات. وإن الكائنات التى يكون لديها أى قدرة لإحداث المرض لن يُسمح باستخدامها أبدا. وحيث يتم إطلاق الكائنات الدقيقة كما هو الحال فى استخدامها للمقاومة الحيوية لبعض الحشرات، يجب توخى الدقة الفائقة بأن هذه الكائنات لن تؤثر على صور الحياة الأخرى. إن استخدام لقاح داء الكلب «مُعاد الاتحاد» فى صورة طعوم فى بلجيكا قد أدى إلى انخفاض مستوى داء الكلب فى الحيوانات البرية، وقد أحيط الجمهور علما، وتمت الموافقة بالإجماع على استخدام هذه التكنولوجيا ذات الشأن.

إن كل ما يتم إطلاقه فى البيئة يتم مراقبته بعناية ويُسجَل، وذلك لمعرفة كيف أن الكائنات الدقيقة «معادة الاتحاد» تعيش وتتكاثر فى البيئة، وهل هذه الكائنات ستظل ثابتة أو أنها سترتد ثانية إلى الصورة الأصلية؟. وهل سيكون هناك تبادل للمادة الوراثية «المطعمة» مع كائنات دقيقة أخرى؟ إن الكائنات الدقيقة الموجودة فى التربة تكون مختلطة بدرجة كبيرة، ومع ذلك فهناك معلومات طفيفة ثابتة عن مقدار التبادل الوراثى الذى يحدث بينها. وهناك رقابة

بيئية تتم الآن على الكائنات الدقيقة كما يتم تنمية طرق جديدة. إن المجتمعات الميكروبية البيئية عبارة عن أنظمة ديناميكية، فلا هي محجوبة عن الانتهاكات ولا هي قوية لمواجهة جميع الاضطرابات. ولمعرفة كيف يؤثر الكائن الدقيق المنطلق حديثا في المجتمعات الميكروبية المعقدة ويتفاعل معها يمثل تحدياً كبيراً لعالم البيئة الميكروبية. وفي الوقت الحاضر تقوم لجان خبيرة بفحص وتقييم جميع الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا والمنطلقة حديثا، حالة بعد الأخرى، وببناء قاعدة المعلومات يصبح من السهل الحكم على التطبيقات الجديدة. ويجب ملاحظة أنه لم تكن هناك تأثيرات عكسية مسجلة عن أمثلة الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا التي تم انطلاقها للبيئة.

وتستخدم تكنولوجيا الدنيا «معاد الاتحاد» الآن على نطاق واسع لتحسين صفات معينة في النباتات التي تُستخدم في إنتاج المواد الغذائية التجارية. إذن يجب إنماء معظم هذه المحاصيل على مستوى كبير في بيئة مفتوحة لتحقيق نجاحا تجاريا. وقد يمثل موقف الجمهور من تلك المواد الغذائية عائقا لتنمية النباتات المعالجة من أجل الأغراض التجارية. والسؤال الآن: ما هي الاهتمامات الرئيسية التي يجب مواجهتها لضمان التنمية الصحيحة لهذه التكنولوجيا لزراعة النبات؟

إن تنمية أصناف المحاصيل المحورة وراثيا يستغرق في العادة من ٢ - ٥ سنوات اختبارات حقلية وذلك لتقييم أداء النباتات الجديدة تحت الظروف الحقلية. وتجرى هذه الأعمال عادة تحت ظروف صارمة لتمنع حركة النباتات وحبوب اللقاح من مواقع الاختبار. ومنذ عام ١٩٨٧ يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية ما يزيد عن ٥٠٠٠ اختبار حقل على نباتات محورة وراثيا. وقد تم التزود بمعلومات قيمة في هذا المجال. وبوجه عام لن تظهر أو تتصرف النباتات المحورة وراثيا بطريقة مختلفة عن نباتات المحاصيل العادية. ولكن هناك بعض القلق من أن الشروط المتضمنة للاختبارات الحقلية ليست كافية أو غير ملائمة لتعكس الحالات الحقلية الحقيقية، وقد تُفتقد بعض المخاطر البيئية الممكنة وقد تبدو بوضوح بعد الانطلاق.

هل من الممكن أن تتحرك المحاصيل المحورة وراثيا بعيدا عن الحقل المزروع وتصيح أعشابا ضارة؟. عندما نتأمل جميع المحاصيل النباتية التجارية نجد أن أمثلة قليلة منها مثيرة للدهشة حيث يحدث ذلك (أى تحول هذه المحاصيل إلى أعشاب ضارة)، والسبب هو أن هذه المحاصيل تحتاج إلى ممارسات خاصة للحرث والرعاية، كما أنها لا تستطيع المنافسة مع عشائر النباتات البرية الطبيعية. وإمكانية نقل الجينات للأقارب البرية المتسقة (المتناغمة) قد قدّم فحوصات خطيرة. فهل من الممكن أن صفة مقاومة الأعشاب والآفات المدمجة فى النباتات المحورة وراثيا أن تجد طريقها إلى أنواع أخرى لتزيد من تحولها إلى أعشاب ضارة؟ إن نقل الجينات بين الأقارب شديدي الصلة تحت الظروف العادية يعتبر ظاهرة نادرة جدا، وهناك معلومات طفيفة تفيد أن هذا سيتغير عند الكائنات المحورة وراثيا. وعلى الرغم من أن هذه الأحداث ممكنة من الناحية النظرية، إلا أنها تتم عمليا بمعدل منخفض، وهذه النتائج ليس لها فى الواقع أى أهمية. ومع ذلك ستستمر مراقبة النباتات المحورة وراثيا لإثبات وتأكيد هذه الاستنتاجات. إن بعض الجينات «معادة الاتحاد» والخاصة بصفة مقاومة الآفات فى النباتات تعطى منتجا ساما للآفة، والسمية الممكنة لهذا المنتج للإنسان لا بد أن تؤخذ دائما فى الاعتبار. ويجب تقييمها بانتظام بواسطة التقنيات القياسية الخاصة باختبار سلامة المواد الغذائية.

## ٢- التحورات الوراثية والفوائد الغذائية

إن للتكنولوجيا الحيوية الحديثة جذورها السلفية فى العمليات التخمرية البدائية للمواد الغذائية والمشروبات التى امتدت غالبا لكل المجتمعات. ومنذ تلك الأزمنة القديمة والجنس البشرى يطبق عمليا نُخبة من الطرق للمساعدة على التطوير المفيد فى الكائنات الدقيقة الفردية، وفى النباتات والحيوانات التى تستخدم لإنتاج الغذاء. وكانت الطرق القديمة بدائية، ومع التوسع فى معرفة علم الوراثة أمكن التوصل إلى طرق جديدة لعمليات التربية والتكاثر الانتقائية بين الأنواع المثيلة. وأصبحت هذه الطرق الآن طرقا تقليدية، وقد لاقت التقنيات

الوراثية قبولا فى كل أنحاء العالم، ولم تسبب أى قلق للجمهور. وأصبحت الهندسة الوراثية تطبق عمليا بصورة متزايدة فى كثير من برامج التربية لتحقيق نفس الأهداف كما فى الطرق التقليدية، ولكن للهندسة الوراثية ميزتان هما:

١ - إمكانية التحكم فى إدخال الجينات مع تنبؤ ودقة أكبر عما هو فى الطرق التقليدية.

٢ - إدخال الجينات إلى الأنواع بعيدة القرابة غير ممكن تحقيقه بالطرق التقليدية، أما عن طريق الهندسة الوراثية فهذا ممكن.

ويقصد من تطبيق الهندسة الوراثية فى عمليات إنتاج المواد الغذائية تعزيز الخصائص المفيدة والمرغوبة للكائنات والتخلص من الخصائص غير المرغوبة. وفيما يتعلق بصناعة الغذاء تعمل الهندسة الوراثية على زيادة الكمية والتحسين من نوعية وخواص العمليات الإنتاجية الموجودة للمواد الغذائية، ولإنتاج منتجات جديدة، وبالطبع لتحسين العائد المادى. ودائما ما يكون المستهلك مستعداً لدفع المزيد للمنتجات الأجود والأنسب، ويستبعد المنتجات التى لا تحقق رغبته. وتقدم التكنولوجيا الحيوية العصرية الآن فرصة كبيرة لإنتاج منتجات غذائية حسب طلب الجمهور.

ومن الفوائد التى تمنحها الهندسة الوراثية للمنتج الآتى: مقاومة الآفات والأمراض، مقاومة الأعشاب، هرمونات النمو الحيوانية، كائنات دقيقة غذائية محسنة، منتجات حديثة، منتجات مصنعة «حسب الطلب».. إلخ. وعلى العكس، يرى البعض أن هناك مخاطر كثيرة ترتبط بهذه الطرق الجديدة التى تضم: النقل غير المتعمد للجينات إلى محاصيل أخرى، إيجاد أعشاب مقاومة للمبيدات، التعمد على حقوق مربي النباتات، زيادة المزارع الأحادية، وتقويض الاقتصاديات التقليدية، ويعتقد البعض الآخر أنها تكنولوجيا خارج السيطرة.

ومع ذلك هناك حقيقة واقعة ظاهرية وهى الاستخدام المتزايد للهندسة الوراثية فى معالجة الكائنات التى تستخدم كغذاء بغرض التحسين من عمليات إنتاج المواد

الغذائية. وعلى الرغم من أن الحقيقة العلمية تكون أقوى ومقنعة إلا أن إدراك الجمهور يكون متضاربا إلى حد ما، فبينما يكون الجمهور مستعدا لتقبل المنتجات الطبية المنتجة من كائنات محورة وراثيا فهو أيضا يكون أقل استعدادا لتقبل هذا النهج في حالة المواد الغذائية، ويرى أن الهندسة الوراثية شيء «غير طبيعي» وغير ضرورية لإنتاج المواد الغذائية. وسيؤثر الأفراد على صنع القرار عن طريق الحكومات وذلك من خلال صندوق الاقتراع ومن خلال وجود للرأى العام. ولنجاح أى تكنولوجيا جديدة لابد من كسب ثقة الجمهور.

وتعتمد سلامة المؤونة الغذائية للبشر على فكرة أنه لابد من وجود الثقة المعقولة بأنه لن ينتج أى ضرر من استهلاك هذه المؤونة. ويجب أن تكون المواد الغذائية والمكونات الغذائية المشتقة من كائنات محورة وراثيا آمنة أو أكثر أمانا عن مثيلاتها التقليدية قبل تزكيتهما بأنها آمنة. وأفضل طريقة عملية لتحديد السلامة هي التفكير فيما إذا كانت الأغذية الجديدة متكافئة أساسا مع نظيرتها من المنتجات الغذائية التقليدية حيث توجد هذه المنتجات، وأن تكون الفائدة المرتقبة من هذه المنتجات وعرضها متشابهة نسبيا. وحيث يتحقق التكافؤ الأساسى فإنه لن يُتوقع بأن يكون هناك اهتمامات أخرى تتعلق بالسلامة. وفي حالة صعوبة تحقيق التكافؤ الأساسى، يجب عرض الاختلافات التى تم التعرف عليها أو الخصائص الجديدة لمزيد من بحوث السلامة.

ويوجد الآن فى كثير من الدول لجان متخصصة مدعمة حكوميا لفحص ومراجعة سلامة الكائنات المحورة وراثيا فى إنتاج المواد الغذائية، وتفحص هذه اللجان التفاصيل التقنية لاستخدام الكائنات المحورة ومنتجاتها التى ستعرض للجمهور. ويوجد فى المملكة المتحدة لجنة استشارية للأغذية الجديدة والعمليات، وهذه اللجنة مع مجموعة أخرى مستقلة من الخبراء غير الأجورين الذين تُنقل آراؤهم وقراراتهم إلى وزارة الزراعة التى تشكل القرار النهائى الرسمى والإعلان عنه. وتتأثر هذه اللجنة فقط بالحقائق العلمية والسلامة النهائية للمنتج. ومثل هذه

اللجان الآن بها إرشادات قوية للمستهلك، وخبراء فى علم الأخلاق، هذا بالإضافة إلى الخبراء العلميين وثيقى الصلة بالموضوع.

وعلى الرغم من أن القلق الأساسى بشأن الأغذية المهندسة وراثيا يتعلق بموضوع السلامة فى المقام الأول، إلا أنه فى السنوات الحالية أصبحت المسائل الاجتماعية، والأخلاقية، والأدبية تحتل الصدارة فى عمليات صنع القرار. وهناك قلق واضح هو مقاومة نباتات المحاصيل المهندسة وراثيا وبذورها بواسطة الشركات الكيمووزراعية متعددة الجنسيات، وحاجة هذه الشركات لتعويض تكاليف البحوث والاستثمار المرتفعة التى أنفقتها، وهذه العملية تدل على أن المزارعين الذين تتوافر لديهم التكنولوجيا المتقدمة سيكون لديهم فقط المقدرة على تحمل عبء التكلفة، ولن يكون ذلك حقيقيا بالنسبة للمزارع فى العالم الثالث. وستؤدى المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشائش إلى اعتماد المزارعين على هذه المبيدات المتخصصة، وكذلك على الشركات المنتجة لها.

كما أن فكرة الإحلال أو الاستبدال سيكون لها تأثير كبير على بعض الدول النامية. لذلك فإن إنتاج مُحلّيات جديدة سيؤدى بالفعل إلى انخفاض فى سوق السكر التقليدية المثلثة فى قصب السكر، وبنجر السكر، والنتيجة هى تبيد هذه الاقتصاديات. وفى هذا المجال ستكون معاناة الدول النامية بكل تأكيد أشد بكثير عن معاناة الشعوب الصناعية. وإنتاج اللبن بكميات كبيرة من عدد قليل من الأبقار عن طريق الحقن بهرمونات مهندسة وراثيا سيتسبب فى أن كثيرا من صغار المزارعين فى الولايات المتحدة والمملكة المتحدة سيتوقفون عن العمل. ولعدة مظاهر تتعلق بالتكنولوجيا الحيوية لابد من وجود تسعيرة (قيمة) اجتماعية للأجور خاصة فى الدول النامية، لأن عدد الوظائف فى المجال الزراعى سيقبل فى هذه الدول. ولابد من وجود قرارات عادلة للتوفيق بين الفوائد والأضرار التى تمس المجتمع، وتتغير هذه القرارات بناء على: «فى أى جانب من خطر الفقر أنت تقيم». وإنه لمن المشجع أن كثيرا من الشعوب النامية تحاول الوصول إلى استثمارات حقيقية وإحراز تقدم فى التكنولوجيا الحيوية المناسبة، وهذا يتطلب الاستمرار فى

المساعدات التقنية والمادية من جانب الشعوب المتقدمة زراعيا لضمان أنهم أيضا يمكنهم الحصول على الفوائد الواضحة لهذه التكنولوجيا.

ويرى البعض أن عملية التحور الوراثي ما هي إلا كسر رئيسي لحواجز التكاثري الطبيعي التي تمت من خلال عمليات التطور لمنع الخلط والتفاعل الوراثي بين الأنواع غير المتشابهة. وبهذه الطريقة فهم يعتبرون النوع شيئا «مقدسا». ومن وجهة النظر الضيقة جدا لكثير من متخصصي البيولوجيا الجزيئية أن الجين قد أصبح الوحدة الأساسية للحياة، والجين عبارة عن تتابع معين من جزئيات عضوية (عام في جميع أنواع الخلايا) يكون في المتساوول معالجتها بوسائل مختلفة، إذن فهم يرون أنه لا توجد أى مشكلة أدبية لنقل الجينات بين الأنواع والأجناس.

ومن غير شك في الهندسة الوراثية للحيوانات أن بُعد هذه التكنولوجيا عن الأسلوب الطبيعي يُحدث قلقا وارتباكا عند الجمهور، ففي حالة نقل جين من إنسان إلى حيوان فإن الكائن المحور يحتوى على نسخ الجين التي تم الحصول عليها أصلا في هذا المصدر، وعلى الرغم من أن الجين المنقول له أصل بشري إلا أن هذا الأصل لا يعتبر المصدر الحالى للجين، هذا بعد إتمام عملية النقل. إن الجينات لا يمكن نقلها مباشرة من كائن إلى آخر، ولا بد دخولها في سلسلة من خطوات التضخيم أو الإكثار التي يتم من خلالها استنساخ كمية كبيرة من الجين الأصلي، لذلك فإن المادة الوراثية الأصلية قد تخففت إلى حوالى ١٠<sup>٦</sup> أضعاف، وفرصة تواجد الجين البشرى الأصلي من الجنين المحور تكون أقل بكثير من فرص استرداد نقطة معينة من الماء أطلقت في محيطات العالم (لجنة الجوانب الأدبية للتحور الوراثي والفوائد الغذائية ١٩٩٣). وبما أن الكائن المحور وراثيا لا يحتوى على الجين البشرى الفعلى ولكن بدلا منه نسخة من الجين مخلقة صناعيا، فالبعض يرى أن الجين المنقول بحالته هذه يجب أن يتبع الكائن الجديد. وأن الجينات تحقق دورها البيولوجى فقط عن طريق نشاطاتها داخل الخلايا لأى كائن حى.

وفى تقرير للجنة الجوانب الأدبية للتحوور الوراثى والفوائد الغذائية فى المملكة المتحدة عام ١٩٩٣ تم تحديد بعض الاهتمامات الأدبية المتعلقة بفوائد الغذاء من كائنات محورة وراثيا فى النقاط التالية:

١ - نقل الجينات البشرية لحيوانات الطعام (مثل: نقل الجين البشرى للعامل - ٨ إلى الأغنام؛ وهذا العامل عبارة عن بروتين يدخل فى عملية تجلط الدم).

٢ - نقل الجينات من الحيوانات التى يكون لحمها محرما للأكل من مجموعات عقائدية معينة إلى الحيوانات التى عادة ما يأكلون لحومها (مثل: جينات الخنزير إلى الأغنام) سيزعج المسلمين واليهود.

٣ - نقل الجينات الحيوانية إلى نباتات الأغذية قد يسبب قلقا لبعض النباتيين (المقتصرين فى طعامهم على الخضر والحبوب والفاكهة).

٤ - استخدام الكائنات المحتوية على جينات بشرية كعلف للحيوان (مثل: تحور الخميرة لإنتاج بروتينات بشرية ذات فائدة صيدلية ثم استخدام الخميرة الضحية كعلف للحيوان).

وبعد المشاورات التى غطت جانبا كبيرا من الاعتقادات الدينية تم التوصل إلى بيان هو: أنه لا يوجد اعتراض أدبى (أخلاقى) يصر على التحريم المطلق لاستخدام المنتجات الغذائية المحتوية على نسخ جينات بشرية. ومن ناحية ثانية فالبيان يزكى بشدة عدم التشجيع على استخدام جميع الجينات ذات الحس الأدبى (الأخلاقى) فى الكائنات الغذائية فى حالة وجود البدائل. والمنتجات المتحصل عليها من كائنات محورة بها نسخ لجينات غير مقبولة أدبيا من بعض مجموعات من الشعب تخضع لقيود تتعلق بالحمية الغذائية بسبب ديانتهم يجب أن تُميز برقعة عليها بيانات بذلك وذلك لضمان الاختيار. ويكون المظهر العام لتمييز الأغذية المشتقة من كائنات محورة وراثيا عرضة للمناقشات الكثيرة، وقد يختلف من دولة إلى أخرى. وقد تتعقد كثيرا عملية تمييز هذه النوعية من

المنتجات فى المستقبل غير البعيدة وذلك لأسباب تتعلق ببرامج الهندسة الوراثية. والمناقشات الجارية بين الهيئات الحكومية والمنظمات الصناعية والمستهلك ستقرر المساحة النهائية أو الواقعية للرقعة الخاصة بالتمييز لتفى بالمتطلبات الأدبية.

وقد تواجه الهندسة الوراثية للحيوانات اعتراضا أخلاقيا شديدا وذلك لو عانت الحيوانات بسبب هذه العملية. وبالفعل هناك معلومات عن معاناة الحيوانات من التهاب حاد بالمفاصل بعد حقنهم بهرمونات نمو محورة وراثيا للتحسين من نوعية لحومهم.

فى حين أن بعض المجموعات الدينية تكون متمسكة بشدة على التدقيق فى نوع الحيوان الذى سيؤكل فإن الوضع هنا يختلف تماما عندما نفكر فيه من الناحية الطبية كما هو الحال فى استعمال الإنسيولين المستخرج من بنكرياس الخنزير لعلاج مرضى السكر، أو زراعة الأعضاء الحيوانية، وتقريبا تأخذ جميع الأديان بالرأى: بأن حفظ ووقاية حياة الإنسان لها الأولوية الأولى. لذلك فإن الإنسيولين المشتق من الخنزير يقبله المسلم واليهودى فقط بإذن طبى خاص. وبالمثل فإن اليهودى يقبل زرع عضو من الخنزير فى حالة الضرورة القصوى. ويدعم هذه الأوضاع المتضاربة الرأى القائل إن جسم الإنسان يمكن أن تُنتهك حرمة فقط بدخول أشياء عن طريق الفم وليس بأى طرق أخرى للدخول كالحقن أو الجراحة.

### ٣- تطبيق بحوث الوراثة البشرية

يبدو أن عدة آلاف من الاضطرابات الوراثية البشرية تنتج عن طفرات فى جينات فردية، فى حين أن اضطرابات كثيرة أخرى لها تفسيرات وراثية معقدة وتفاعلات ممكنة مع العوامل البيئية. وتؤخذ فى الاعتبار الآن نتائج مشروع الجينوم البشرى لتقدم مزيدا من الفهم لهذا القصور الوظيفى الوراثى الأساسى ولتعطى، فى حالات كثيرة، بعض الأمل للتخفيف والتلطيف وربما علاج هذه العيوب. ولكن التقدم العلمى المفاجئ والفهم الأعمق لآليات الجين قد امتد إلى

مجالات كثيرة تهتم الجمهور، ومن مجالات بحوث الجينوم البشرى التى تهتم الجمهور الآتى:

- سرية الاختبارات ونتائج المسح.
- مناقشة وفهم الاختبارات الوراثية والمسح.
- التمييز (مثل تمييز نوع الجنس، وتمييز مرض عن آخر وبعض الأمور المختلطة)، والتعرف على الوصمات (مثل الوصمات الاجتماعية خاصة الجرائم مثل القتل والسرقة والاعتصاب الجنسى وما شابه ذلك، وقد يكون مرض الإيدز وصمة من وجهة نظر البعض).
- الاستغلال التجارى لبيانات الجينوم البشرى.
- الضغوط المتعلقة بتحسين النسل البشرى.
- تأثير العلاج الجينى الجاميتى على الأجيال القادمة.

وتؤيد الشعوب الكبرى المشتركة فى مشاريع الجينوم البشرى البحوث فى النواحي الأدبية، والشعرية، والاجتماعية التى لم تغطها هذه الدراسات. ويوجد الآن لجان كثيرة تشجع على اشتراك الجمهور فى مناقشة وفهم هذه المواضيع بالغة التعقيد.. ويمكن للاكتشافات العلمية أن توفر الراحة لملايين الأفراد الذين يعانون من أمراض وراثية، هذا من جهة، ومن جهة أخرى ستتسبب فى استفسارات كثيرة يعجز العقل عنها.

الاختبارات الوراثية والمسح الوراثى: وحيث إن الاضطرابات الوراثية قد لوحظت من قبل فى الأسر، فإنه من الممكن الآن إجراء اختبارات قبل الولادة فى بعض الحالات لمعرفة ما إذا كان الجنين به عيوب أو لا. وفى حالة وجود عيوب فى الجنين فقد يوافق بعض الآباء على إجراء عملية إجهاض وهذا موضوع له خصوصياته وضوابطه الدينية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية والعاطفية وغيرها، إلا أنه من الأفضل الإبقاء على الجنين وعمل كل المتطلبات اللازمة حتى

يكتمل الحمل. وهناك قلق واضح من أن هذا قد ينتج عنه التوسع فى الحالات غير التى يكون مقصورا عليها إنهاء الحمل (مثل: نوع جنس الجنين، والأمراض الثانوية البسيطة). وقرىبا سيكون من الممكن الإطلاع على «الحقبة الوراثية للفرد» وتشخيص المشكلات الطبية المستقبلية مثل: أمراض القلب، السرطان.. إلخ، وينصح بالعلاج مقدما قبل بدء هجوم المرض. ولكن هل يرغب فرد ما معرفة أنه سيصاب بمرض ما مثل مرض «هنتنجيتون» (مرض عصبى مميت ليس له علاج حتى الآن) فى عمر ٣٠ - ٤٠ عاما. ولقد اقترح أن تتم الاختبارات الوراثية والمسح فقط على الاضطرابات حيث يكون العلاج ممكنا ومتيسرا. وربما يكون الجانب الأشد قلقا من هذه الاختبارات الوراثية هو استخدام هذه البيانات من قبل شركات التأمين ومؤسسات الرهانات (التى تقوم برهن العقارات مثلا). ومادامت هذه الأنظمة المادية ستقلل من الخطر الذى يواجهه استثماراتهم فإن أثر ذلك سيكون مدمرا للأفراد. وترى اللجان الأدبية (الأخلاقية) أن شركات التأمين يجب عليها ألا تطلب أو يسمح لها بمعرفة البيانات الوراثية للفرد كشرط لإجراء عملية التأمين، وقد يكون ذلك مهمة صعبة لا يمكن مراقبتها والتحكم فيها. وفى النهاية يمكن القول بأن مستقبل الإنسان ليس «فى النجوم» ولكنه فى جيناته أو جيناتها الخاصة.

**العلاج الجينى فى الإنسان:** يوجد نوعان من العلاج الجينى هما: العلاج الجينى الجسدى والعلاج الجاميتى (الفصل الثالث).

ومن وجهة النظر الأدبية فالعلاج الجسدى عبارة عن غرس جينات مفردة فى الشخص المريض مأخوذة من فرد آخر سليم، وفى الحقيقة لا يختلف ذلك عن ممارسات نقل الأعضاء المسموح بها منذ زمن بعيد مثل: الكلى، والقلب.. إلخ. ويجب أن تجرى مثل هذه المعالجات فقط لتخفف وتلطّف من الاضطرابات الطبية الخطيرة وليست لاستخدامات أخرى غير علاجية. وفكرة العلاج الجينى ستحدث تغييرا جوهريا فى صناعة المستحضرات الصيدلانية، ولم يتضح بعد ما إذا كانت تباع كما لو كانت «منتجا» يمكن حقنه (بمعنى أنه دواء يعطى ذاتيا) أو توزع

كما لو كانت خدمة (بمعنى أنها فى المتناول من خلال أطباء الجراحة أو العيادات أو المستوصفات). والتنوع الضخم للتطبيقات المرضية الفعالة بدءاً من العلاجات المناعية حتى الأمراض الوراثية سيسبب درجة من الارتباك، وفى أى من الحالتين لن يكون العلاج رخيصاً. ويجب أن يبتى العلاج الجينى الجسدى تحت الإشراف والمراقبة الدقيقة للاقتناع بالسلامة الطبية والمتضمنات القانونية وإرضاء الجمهور.

أما العلاج الجينى الجاميتى فليست هناك متابعة أو مواصلة له الآن والسبب أنه مكلف جداً من الناحية التقنية وغير مقبول أديبا (أخلاقياً) واجتماعياً. إن التدخل فى الخلايا الجاميتية يثير مشكلات ضخمة تتعلق بالنسل البشرى ولا بد من اشتراك الجمهور فى مناقشة ما إذا كان من الممكن استخدام هذا النوع من العلاج فى أى وقت كتقنية طبية ذات معنى أو هدف.

وهذه بعض الاستنتاجات العامة المفردة من المناقشات الطويلة لهذه المسائل:

● لا يقبل الجمهور ولا يرفض تكنولوجيا الجينات بالكامل، فهو يرحب بأجزاء منها ينتفع بها ولا يعير أجزاء أخرى أى اهتمام.

● إن مجتمع التكنولوجيا الحيوية يجب أن يسعى ليعرف الجمهور لا ليشره الفكرة أو المبدأ.

● يجب أن يزود المستهلكون والمرضى الذين يستخدمون منتجات التكنولوجيا الحيوية بمعلومات واضحة لا غموض فيها، وقد انتهى اجتماع للاتحاد الأوروبى عن تقبل الجمهور الحسى للتكنولوجيا الحيوية بالرسالة التالية لشركات التكنولوجيا الحيوية «زود بالمعلومات واستمع للجمهور».

## الخاتمة

تعتبر التكنولوجيا الحيوية سلسلة من فروع علم البيولوجى، والكيمياء، والهندسة، وتطبق هذه التكنولوجيا بدرجات متفاوتة فى المجالات الزراعية، والطبية، والصناعية، والبيئية. ويجب أن ينظر إليها على أنها مجموعة من التكنولوجيات الممكنة التى يستفاد منها فى قطاعات كثيرة. إن تقييم مدى قابلية التكنولوجيا الحيوية للتطبيق فى أى دولة يجب أن يكون فى محيط أو فى بيئة العلوم البيولوجية الموجودة بها وعلاقة هذه العلوم بالقطاعات الإنتاجية. وتنبع التكنولوجيا الحيوية الحديثة من الجامعات ومراكز البحوث الأخرى التى تولد المعرفة الأساسية المطلوبة لحل المشكلات العملية التى تربك المجتمع.

ومن الناحية التاريخية فالاستخدام التطبيقى للكائنات البيولوجية (خاصة الكائنات الدقيقة) قد نما (تحسن) بطريقة تجريبية (تعتمد على التجربة العملية وحدها من غير اعتبار للعلم أو النظريات) لسنوات كثيرة. وبأساليب متعددة كان التحكم فى العمليات يبدو كما لو كان مهارة أو فناً أكثر من كونه علماً. وفى العصر الحديث خضعت معظم هذه العمليات التكنولوجية القديمة لتفحصات وتحليلات علمية صارمة والتى أدت فى حالات كثيرة إلى استبدال الطرق التجريبية التقليدية التى كانت تعتمد على الملاحظة والتجريب بأخرى يلعب فيها الجانب العلمى دوراً بارزاً. وكان لعلم الوراثة أهمية خاصة فى هذه العملية.

وفى كثير من عمليات التكنولوجيا الحيوية المستقرة منذ زمن بعيد مثل عمليات التخمير وإنتاج الجبن بدأ الناس ينتقون (يختارون) الكائنات التى تحسن من هذه العمليات بعد تفكير طويل. وقد أدى الفهم الجيد لعلم الوراثة إلى تطبيقات أكثر فعالية للكائنات التى تستخدم فى هذه الصناعات. ومن ناحية ثانية وفى السنوات العشر الأخيرة أدت تقنيات «الدنا» المطعم، ودمج الخلايا.. وغيرها إلى اهتمام

لم يسبق له مثيل في الاستخدامات الإبداعية للكائنات الحية. ومن التوقعات الموثوق فيها أن هذه التقنيات الوراثة الجديدة مقرونة بتكنولوجيا التخمير وتكنولوجيا فصل وتنقية المنتجات من العمليات التخمرية سيكون لها تأثير اقتصادى كبير على الصناعات التى تعتمد على المواد البيولوجية، والزراعة فى كل أنحاء العالم. وبالرغم من أن ذلك يعتبر مبشرا. إلا أن نسبة ضئيلة من النجاح الصناعى قد تحققت حتى الآن. وربما يكون هناك توكيد شعبى مُغالى فيه على النواحي المستقبلية للتكنولوجيا الحيوية والتي ستتحقق جميعها تقريبا فى النهاية، ولكن على فترة زمنية أطول من المتوقعة سابقا. ومن الناحية العملية فمعظم المنتجات المشتقة من التكنولوجيا الحيوية ستكون امتدادا مميّزا للمنتجات الموجودة أو أنها ستنشأ عن التطوير فى العملية الإنتاجية. إن التطوير البسيط فى العمليات عن طريق الكثير من هذه التكنولوجيات الجديدة قد لا يكون له أهمية إخبارية عالية، ولكنه سيساعد فى منح الشركات المنتجة حدًا للتنافس. ويوضح تاريخ التكنولوجيا الحيوية إلى أى درجة يجب أن يكون هناك تفاعل بين الصناعة والبيئة الأكاديمية (النظرية) للاحتفاظ بالحد التنافسى لإنتاج منتجات جديدة والتوسع فى مجالها، والمربحية منها وتأثيرها الاجتماعى.

وسيكون للتكنولوجيا الحيوية فى العقدين القادمين تأثير كبير على الصحة، والمستحضرات الصيدلانية. والزراعة، والغذاء، والبيئة. ومما لاشك فيه أن إنتاج عقاقير جديدة، ولقاحات بشرية وحيوانية ولوازم تشخيصية، ومحاصيل محورة وراثيا، وعمليات حديثة لتنظيف البيئة والمحافظة عليها سيؤدى إلى تحسن وتطور جوهرى ملموس فى المستويات المعيشية للأفراد. ومما لاشك فيه أيضا أن متوسط الأعمار سيرتفع بدرجة ملحوظة.

وبالرغم من وفرة المعلومات البيولوجية والهندسية والخبراء بدرجة كبيرة الآن والجميع فى خدمة التكنولوجيا الحيوية المنتجة إلا أن معدل الاستفادة لن يتم تحديده فى النهاية عن طريق العلم والتكنولوجيا بصفة أساسية، ولكن بالأحرى عن طريق عوامل أخرى لا تقل أهمية مثل سياسات الاستثمار الصناعية، تحديد

متطلبات السوق، اقتصاديات العمليات الجديدة، عوامل الأمان والأنظمة الحكومية، المهارات التسويقية اللازمة لإدخال منتجات جديدة للاستخدام على المستوى التجارى، وفوق كل ذلك مدى استقبال الجمهور وتقبله لهذه المجموعة الجديدة من التكنولوجيات.

وستحقق الأوجه الجديدة للتكنولوجيا الحيوية - مثل نباتات المحاصيل المحورة وراثيا، وحيوانات المزرعة، والعلاج الجينى فى الإنسان - فوائد عظيمة للجنس البشرى، وسيصاحب ذلك بعض المخاوف فى بعض القطاعات من السكان. ويجب مواجهة المسائل الأدبية والأخلاقية الناجمة عن بعض أساليب التكنولوجيا وذلك بالمناقشة الصريحة المفتوحة والوسائل الإعلامية المختلفة. إن غالبية الأفراد ليسوا مؤهلين علميا ويرون أن التكنولوجيا الحيوية الجديدة مثل الحيوانات المحورة وراثيا والعلاج الجينى مخيفة ومحيرة.

وعلى الرغم من الصعوبات الواضحة، فليس هناك شك فى أن التكنولوجيا الحيوية بصورها المتعددة سيزداد الدور الذى تلعبه أهمية فى المجتمع فترة تلو الأخرى. ولكن التكنولوجيا الحيوية ستحتاج إلى مهنين مهرة مدربين تدريباً فائقاً لأن موادها الخام هى العلم والمعرفة والتفكير البارع.

## مُعجم الكلمات الصعبة مع شرح لها

أجسام مضادة أحادية المنشأ (المصدر): أجسام مضادة مُستمدة من مصدر واحد أو «كلون» أو خلايا والتي تتعرف على نوع واحد من الأنتجين.

أحماض أمينية: الوحدات البنائية للمادة البروتينية.

(آر.إف. إل.بي): شظايا من «الدنا» مختلفة الأطوال يتم الحصول عليها بتقطيع «الدنا» بواسطة إنزيمات القص.

أنتجين: جزيء من مادة غريبة يدخل جسم الكائن الحي ويتسبب فى إنتاج الجسم المضاد (استجابة مناعية) الذى يتوجه بصورة خاصة للجزيء الغريب.

إنترفيرون: مادة كيميائية تعمل كرسال للجهاز المناعى وهى تثبط من التضاعف الفيروسى ومن الممكن أن يكون لها فعل مضاد للسرطان، ويوجد منها ثلاثة أنواع رئيسية معروفة (ألفا، بيتا، جاما).

إنزيم: مجموعة من البروتينات تتحكم فى التفاعلات البيولوجية.

إنزيم متجمد: إنزيم ما يوجد بطبيعته فى منطقة محددة تمكنه من إعادة استخدامه بصورة مستمرة.

براءة الاختراع: شهادة تضمن للمخترع أو للمكتشف، طوال مدة معينة، الحق المطلق المقصور عليه وحده فى تطبيق اختراعه أو استخدامه أو بيعه ومنع الآخرين من تقليده أو استخدامه، وحتى الآن فالكائنات الحية ومنتجاتها الموجودة فى الطبيعة ليست خاضعة لبراءة الاختراع، ولكن فى بعض الدول يمكن منح البراءة لأى صورة أو تركيب لمثل تلك المنتجات تم تحسينه وتطويره عن طريق البحوث أو التربية والتكاثر. وقد منحت حديثا بعض البراءات لأصناف نباتية جديدة وأيضا ميكروبات مطورة ومنتجات بيولوجية أنتجت عن طريق التكنولوجيا

الحيوية. وعادة ما يكون من السهل الحصول على حماية براءة الاختراع عن الكائنات الدقيقة أو منتجاتها عن ما هو الحال في النباتات الراقية والحيوانات.

**بروتوبلاست:** خلية ميكروبية أو نباتية أزيل جدارها الخلوي لتصبح الخلية كروية الشكل.

**بروتينات:** جزيئات كبيرة مكونة من الأحماض الأمينية، وتعتبر منتجات الجينات.

**بلازميد:** حلقة من «الدنا» توجد في البكتيريا وبعض الكائنات الأخرى مثل الخميرة والتي تحمل جينات غير ضرورية لنمو الكائن وتتضاعف بطريقة مستقلة عن الكروموسومات، وتعتبر البلازميدات أدوات فعالة في الهندسة الوراثية.

**تخليق حيوي:** تكوين جزيئات بيولوجية معقدة من جزيئات أبسط عن طريق الكائنات الحية.

**تخمير:** عملية لا هوائية يتم عن طريقها انطلاق طاقة من مادة سكرية مثلا أو من أى مادة أخرى قابلة للتخمير. ويتم ذلك بواسطة كائنات دقيقة معينة.

**تفاعل البلمرة المتسلسل (بى.سى.آر):** تفاعل إنزيم «البوليميريز» لإنتاج نسخ كثيرة من تتابع عديد النيكليوتيد «الدنا».

**تكاثر دقيق:** استخدام قطع صغيرة من نسيج كالمستئمة (نسيج جنيني) تُنمى فى مزرعة لإنتاج أعداد كبيرة من النباتات.

**تكنولوجيا حيوية:** تكوين منتجات عن طريق استغلال العمليات أو المواد الحيوية. وقد تتم العملية الإنتاجية باستخدام الكائنات الحية الأصلية السليمة أو المحورة مثل البكتيريا أو الخميرة، أو باستخدام مواد خلوية فعالة مثل الإنزيمات المفرزة من الكائنات الحية.

**جسم مضاد:** مادة بروتينية ينتجها جهاز المناعة فى الجسم نتيجة للتعرض لأنتجين معين، ويتميز الجسم المضاد بتفاعله مع الأنتجين المتم له.

جهاز إحساس حيوى: جهاز إلكترونى تستخدم فيه جزيئات بيولوجية للتعرف على مركبات معينة.

جيرمبلازم: بروتوبلازم الخلايا الجرثومية الناقلة للوراثة.

جين: وحدة التوارث فى الكائنات الحية، وهو عبارة عن قطعة من «الدنا» تُشفّر لبروتين معين.

جينوم (الطاقم الوراثى): المحتوى الكلى للمادة الوراثية (الجينات) الموجودة على الكروموسومات.

خط خلوى: خلايا لديها المقدرة على التكاثر اللانهائى خارج الجسم.

خلية أحادية: خلية بها مجموعة واحدة من الكروموسومات بعكس الخلية الزوجية (الثنائية) التى تحتوى على مجموعتين من الكروموسومات.

خلية ليفية جنينية: خلية مسطحة من خلايا النسيج الضام.

دمج الخلايا: تكوين خلية هجينة بدمج خليتين مختلفتين.

«دنا» متمم (سى.دى.إن.أ): شريط «دنا» يتم تكوينه من «رنا» (آر.إن.أ) المرسل وذلك باستخدام إنزيم النسخ العكسى.

«دنا» مطعم أو «معاد الاتحاد»: عبارة عن «الدنا» الهجين الناتج عن التحام قطع من «الدنا» من كائنات مختلفة.

سليولوز: مادة كربوهيدراتية مركبة تكون جدر الخلايا النباتية.

سوماتوتروبين بقرى (ب.إس.تى): هرمون نمو يمكن إنتاجه عن طريق تكنولوجيا «الدنا» المطعم ويستخدم لزيادة إنتاج اللبن فى الأبقار.

طفرة: تغير ثابت فى الجين يتم توارثه عند التكاثر.

عملية حيوية: استخدام خلايا أو مكونات خلوية لإنتاج المركب النهائى المطلوب.

علاج جينى: علاج للأمراض الخَلْقِيَّة (الموجودة منذ الولادة) ويتضمن استبدال الجين المعطوب.

قذائف بيولوجية: إحدى طرق إدخال «الدنا» لخلية نباتية لعائل. وتتضمن ترسيب «الدنا» على هيئة دقائق متناهية فى الصغر أو قذائف. ويتم تعجيل الدقائق لتخترق الخلايا النباتية وترسب «الدنا».

كائن محور وراثيا: عبارة عن حيوان أو نبات أو كائن دقيق تم زيادة «الدنا» الوراثى الخاص به وذلك بإضافة «دنا» من مصدر آخر غير الجيرميلازم الأبوى.

كروموسومات: خيوط «الدنا» الموجودة بنواة الخلية التى تحمل الصفات الوراثية.

كُلُّس: كتلة من خلايا نباتية غير مميزة لها القدرة على الانقسام والنمو خارج الجسم، ويمكن حثها لإنتاج نباتات كاملة بمعاملات خاصة.

كُلُون: تجمع من خلايا متماثلة وراثيا أو كائنات مشتقة من سلف مشترك، وجميع أفراد «الكلون» لها تركيب وراثى متماثل.

كُلُونَة: طريقة التكاثر أو التضاعف من خلال «الكلون».

كيموزين: إنزيم يستخدم لتخثر اللبن ويستفاد منه فى تصنيع الجبن.

لجنوسليولوز: مكونات الكتل الحيوية الخشبية، وتضم اللجنين والسليولوز.

لقاح: عبارة عن تحضير يحتوى على أنتجين مكون من الكائنات الكاملة المسببة للمرض فى حالة مضعوفة أو أجزاء من هذه الكائنات، ويستخدم هذا التحضير ليمنح المناعة ضد الأنتجين.

ليمفوكاين: مجموعة من البروتينات الذائبة التى تلعب دورا فى استجابة الجهاز المناعى ولم يُفهم بعد الآلية التى يتم بها هذا الدور.

مبيد آفات حيوى: مبيد آفات مستمد من مواد بيولوجية أو من كائنات حية. ويستخدم أيضا فى مبيدات الآفات المستمدة من كائنات أو من مواد مُنتجة عن طريق التكنولوجيا الحيوية.

مجسات «الدنا»: أشرطة «دنا» مفردة معزولة تستخدم للتعرف على وجود الأشرطة المتماثلة (المقابلة) ويستفاد منها كمكشافات بيولوجية حساسة للغاية. مزرعة نسيجية: عملية إنشاء صناعية لخلايا فردية، أو تجمعات من أنسجة نباتية أو حيوانية.

مضاد حيوى: نوع خاص من مادة كيميائية يستخدم عادة لمكافحة العدوى الميكروبية فى الإنسان والحيوان. ومعظم المضادات الحيوية تنتجها الكائنات الدقيقة. والمضادات الحيوية نصف التخليقية هى مضادات حيوية طبيعية محورة كيميائياً.

مفاعل حيوى (المختر): جهاز مغلق للأغراض التخفيرية.

منشط البلازمينوجين النسيجي: عبارة عن إنزيم مشتق اسمه من قدرته على تحويل البلازمينوجين إلى بلازمين ويحفز الأخير من تكسير ألياف الفيبرين المكون الرئيسى للجلطات الدموية، ويستخدم منشط البلازمينوجين كمادة علاجية للجلطات الدموية المصاحبة لانسداد الشرايين التاجية.

مواد تشخيصية: عوامل تساعد فى تشخيص الأمراض والاضطرابات، كما فى حالة التعرف على المرض أو الاضطراب وتمييز الواحد من الآخر.

ناقلات: عبارة عن أدوات لنقل «الدنا» من خلية لأخرى، مثل البلازميدات.

نقل الجنين: زرع لأجنة مأخوذة إما من حيوانات أو مُنتجة عن طريق الإخصاب خارج تجويف الجسم (المعمل) فى أرحام حيوانات أخرى.

نقل الجين: استخدام المعالجات الوراثية أو الطبيعية لإدخال جينات غريبة إلى خلايا العائل لتحقيق مواصفات خاصة فى النسل.

هندسة البروتينات: إيجاد بروتينات بتركيبات محورة بدقة والتي تمنحها صفات التخصصية التحفيزية العالية أو الثبات الحرارى.

هندسة وراثية: تكنولوجيات تضم تكنولوجيا «الدنا»، وتستخدم لعزل الجينات من أى كائن. ومعالجتها فى المعمل وغرسها فى نظام خلوى آخر.

## أهم المراجع

- إستراتيجية عربية للتكنولوجيا الحيوية - المنظمة العربية للتربية والعلوم - تونس - ١٩٩٣.
- الهندسة الوراثية - تأليف دافيد جيفرس، ترجمة الدكتورة/ زينب شحاته مهران - نهضة مصر للطباعة والنشر - القاهرة - ١٩٩٩.
- الهندسة الوراثية للجميع - تأليف ويليام بيتر، ترجمة الدكتور/ أحمد مستجير - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٠.
- هندسة الحياة (العصر الصناعي للبيوتكنولوجيا) - تأليف ستيفاني يانسنسكي. ترجمة الدكتور/ أحمد مستجير - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٠.
- Ahmed, I. (1992). Biotechnology. Key issues for the third world. Biotech. Develop. Monitor No. 10, P. 19.
- Anon. (1993). Report of the Committee on the Ethics of genetic Modification and Food use. HMSO publication centre, London.
- Bienz - Tadnor, B. (1993). Biopharmaceuticals go to market: patterns of world - wide development. Bio/ Technology, 11, 168-71.
- Bremner, C. and Conner, J. (1994). International initiative in Biotechnology for Developing Country Agriculture: promises and Problems. OECD, Paris.
- Brown C.M.; Campbell, I., and Priest, F.G. (1987). Introduction to Biotechnology. Blackwell, Oxford.
- Campbell- Platt, G. (1989). Fermented Foods of the World: A Dictionary and Guide. Butterworth, London.

- Connett, R.J.; Kruger, N. and Hamilton, W. (1990). Oilseed rape improvement – Opportunities for biotechnology. *Ag Biotech. News and Information*, 2: 29-32.
- European Federation of Biotechnology (1995). *The Application of Human Genetic Research. Briefing Paper 3. Task Group on Public Perceptions of Biotechnology.*
- Glick, B.R. and Pasternak, J.J. (1998). *Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA.* ASM Press, Washington, D.C.
- Hemming, D. (1993a). Production and uses of genetically transformed plants. *Ag Biotech News and Information*, 5: 287-292.
- Hemming, D. (1993b). Biotechnology- friend or foe/. *Ag Biotech. News and Information*, 5; 67-71.
- Higgins, I.J., Best, D.J. and Jones, J. (1985). *Biotechnology, Principles and Applications.* Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Jain, K.K (1998). *Textbook of Gene Therapy.* Hogrefe and Huber Publishers, Seattle. Toronto. Bern. Göttingen.
- Johnson, K. (1991). Prospects for gene therapy. *Chemistry and Industry*, 644-66.
- Komen, J. and Persley, G. (1993). *Agricultural biotechnology in developing countries. A cross-country review. Research Report No. 2. International Service for National agricultural Research (ISNAR). The Hague.*
- Kumar, H.D. (1997). *Molecular Biology and Biotechnology.* Vikas Publishing House PVT Ltd. Jangpura, New Delhi.
- Law, B.A. (1994). *Biotechnology in food manufacture Chemistry and Industry*, 502-5.
- Lesser, W. (1986). Patenting seeds in the United States of America: What to expect? *Industrial Property*, 25: 360-367.

- Lesser, W. (1991). Patent Protection in developing countries: The state of the debate. *Ag Biotech News and Information*, 3: 631-636.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1993). *Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology*. OECD, Paris.
- Sasson, A. (1993). *Biotechnology in developing countries: Present and future regional and national survey*. UNESCO. P. 264.
- Schmidt, K. (1994). Genetic engineering yields first pestresistant seeds. *Science*, 265: 739.
- Sherwood, R. (1990). *Intellectual property and economic development*. Boulder, Co, Westview Press.
- Siebeck, W, (ed.). (1990). *Strengthening protection of intellectual property in developing countries: a survey of the literature*. Washington, D.C.: The World Bank, Discussion Paper, 112.
- Simons, J.; Wilmut, I.; Clark, A.; Archibald, A., Bishop, J. and Lathe, R. (1988). Gene transfer into sheep. *Biotechnology*, 6: 179-83.
- Smith, J.E. (1996). *Biotechnology*. Cambridge University Press, London.
- Tzotzos, G.T. (1995). *Genetically modified organisms: A guide to Biosafety*. United Nations Industrial Development Organization. International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology.
- Van Wijk, J. and Junne, G. (1992). *Intellectual property protection of advanced technology. Changes in the global technology system: Implications and options for developing countries*. Maastricht, The Netherlands: United Nations University Institute for New Technologies.

## المؤلف فى سطور

الأستاذ الدكتور/ محمد بن عبد المرزى محمد عرفات

- من مواليد القليوبية عام ١٩٥١.
- دكتوراه فى علم الوراثة طبقاً لنظام السنوات العلمية بين جامعة عين شمس وجامعة جوتنجن بألمانيا الغربية.
- أستاذ الوراثة بكلية العلوم جامعة عين شمس.
- عضو مجلس إدارة مركز بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بجامعة عين شمس.
- نشر بحوثاً عديدة فى مجال الوراثة والخلية والبيولوجيا الجزيئية.
- نال جائزة البحوث الممتازة من جامعة عين شمس عام ١٩٩٨.
- عضو فى جمعيات علمية داخل وخارج جمهورية مصر العربية.
- أشرف على بعض رسائل الماجستير والدكتوراه فى مجال الخلية والوراثة والبيولوجيا الجزيئية.

### الكتب المؤلفة والمترجمة:

- كتاب «تلوث البيئة ثمن للمدنية» - ١٩٩٢.
- كتاب «الأسرار الكامنة فى العسل وحبوب اللقاح والبروبوليس والغذاء الملكى» - ١٩٩٨.
- كتاب «أنا النحلة» سلسلة الشباب - مكتبة الأسرة- مهرجان القراءة للجميع-- ٢٠٠٠.
- كتاب «معايير الصحة البيئية - الموجات فوق الصوتية بين الأمان والخطر (مترجم) - منظمة الصحة العالمية - ١٩٩٨.
- ترجم بعض الفصول فى الموسوعة العربية العالمية - الرياض - المملكة العربية السعودية - ١٩٩٦.