عرض كتاب

طعامنا المهندس وراثيا

(كيف تصل الأغذية المحورة وراثيا إلى موائدنا)

عرض : أ.د. ماهر محمد شحاتة

صدر هذا الكتاب باللغة الانجليزية عن دار (Zed Books Ltd, London) الانجليزية عام ١٩٩٨م في طبعته الاولى، وعام ٢٠٠٣م في طبعته الثانية، وهو من تأليف ستيفن نوتنجهام (Stephen Nottingham).

تمت ترجمة الطبعة الأولى من هذا الكتاب بواسطة د/ **أحمد مستجير** عام ٢٠٠٢م، و صدرت عن دار (نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع) في ٣١٢ صفحة من القطع المتوسط. يضم الكتاب بين دفتيه خمسة عشر فصلاً بالاضافة إلى المقدمة، والفهرس، والمعاجم (انجليزي- عربي، عربي- انجليزي). استعرض المؤلف في **الفصل الأول** تاريخ التحسين الوراثي في النباتات الزراعية، وحيوانات المزرعة، وتطرق إلى الانتخاب الاصطناعي ودوره في التحسين الوراثي، مشيراً إلى قوانين الوراثة التي وضعها «**جريجور مندل**». وعرض بإيجاز الثورة الخضراء التي نتجت من تطبيق قوانين مندل في برامج تربية النبات والتي تسببت مع الأسمدة في إنتاج سلالات من البذور الهجينة عالية الجودة و الإنتاجية في الفترة ما بين ١٩٥٠م إلى ١٩٨٤م. وبعد ذلك أوضح أوجه الاختلاف بين تقنيات الهندسة الوراثية و تقنيات التربية السابقة، وناقش التقنيات الحديثة في سياق تاريخ التحسينات الوراثية الزراعية، والمدى الذي وصل إليه الطرح التجريبي للمحاصيل عبر الجينية (عبر الوراثية) أو (المحورة وراثياً) وما يعنيه من استثمارات ضخمة في البحوث والتطوير بهذا المجال، مع الإشارة إلى أن عام ١٩٨٣م شهد إنتاج أول نبات محور وراثياً وهو نبات الطباق، وأن عدد النباتات التي حورت وراثياً وصل عام ١٩٩٥م إلى ما يزيد على ستين نباتاً، كما وصل عدد الاختبارات الحقلية إلى ما يزيد على ثلاثة آلاف اختبار، وأن الولايات المتحدة الأمريكية حظيت بأكبر عدد من التجارب الحقلية، تليها فرنسا وكندا. بالإضافة لذلك استعرض المؤلف ما حدث من تطورات في إنتاج الأغذية من الكائنات الدقيقة والأسماك والحيوانات والتي تم تحويرها وراثياً، وأشار إلى أنه في عام ١٩٩٦م ولد بالمملكة المتحدة وحدها ما يزيد على ستين ألف حيوان محور وراثياً، وأنتجت هذه الحيوانات أساساً من أجل استخدامها كنماذج في دراسة أثر العقاقير في الكثير من البحوث الطبية الحيوية، وتحوير أبقار وماعز وأغنام لتنتج بروتينات بشرية في ألبانها.

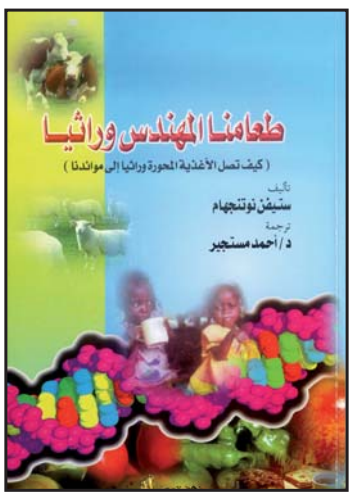
تطرق المؤلف في **الفصل الثاني** إلى سرد المصطلحات العلمية والتقنية العسيرة والأفكار، كما تناول باختصار العلم الذي ترتكز عليه التطورات الحديثة، والتقنيات التي يستعملها المهندسون الوراثيون، كما قام المؤلف بتعريف الهندسة الوراثية بأنها إدخال أو دمج خصائص معينة في كائن حي ، أو تعزيزها، أو اقتضابها، وذلك يتم بدمج أو خلط المورثات (Manipulation)، ومن ثم فسر معنى الدنا، والمورثات وكيفية عملها والطرق المتاحة لنقلها إلى المحاصيل النباتية، وأشار لعملية تمثيل أو إنتاج البروتين من عملية التعبير الوراثي. وعرض أدوات المهندس الوراثي وهي إنزيمات القصر (تقطع أجزاء أو مورثات محددة من الدنا)، وإنزيمات الربط التي تربط أجزاء الدنا من مصدرين مختلفين. وتناول بعد ذلك طرق نقل المورثات إلى نباتات المحاصيل وهو ما يعرف بالتحوير الوراثي لإنتاج نباتات محورة وراثياً، والناقلات الفيروسية ودورها في تنظيم عمل المورثات، والناقلات البكتيرية ومنها بكتيريا الأجروبكتريوم (Agrobacterium Tumefaciens) كناقل أو وسيط لإدخال المورثات الجديدة داخل جينوم النبات، وقاذفات أو ماكينات زرع المورثات (Gen gun) داخل النبات دون الحاجة للبكتيريا حيث يتم ذلك بالطرق الفيزيائية والتي طورت في أواخر ثمانينات القرن العشرين. وتطرق بعد ذلك لتقنية زراعة الأنسجة (Tissue culture) لتنمية الخلايا النباتية على بيئات اصطناعية لإنتاج نباتات كاملة من الخلايا المحورة، ودور المورثات الواسمة (Marker genes) في التعرف على دخول المورث الجديد داخل النبات. وفي نهاية هذا الفصل عرض نبذة عن المكتبات الوراثية التي تنتج بتكسير الجينوم الكامل للنبات إلى شظايا بواسطة إنزيمات القصر وتجميع تلك الشظايا بتحميلها على نواقل بكتيرية أو فيروسية.

يناقش **الفصل الثالث** المعالجة الوراثية (Genetic Manipulation) ودورها في رفع إنتاج اللبن البقري ونوعيته، وزراعة البروتينات الصيدلانية، والتطرق أيضاً لهرمون السوماتوتروبين البقري (Bovine Somatotropin) - هرمون ضروري للنمو وتنامي العضلات وإنتاج اللبن- المطعم بغرض زيادة إنتاج اللبن، وبين أن شركة مونسانتو وحدها استثمرت مايزيد على مليون دولار في إنتاجه تجارياً، ثم طورته شركات عديدة ونجحت في زيادة إنتاج اللبن من البقر من نحو ألف لتر عام ١٩٠٠م إلى أربعة آلاف لتر عام ١٩٩٠م، لتصل أبقار اللبن إلى قرب حدودها الأيضية. ويشير المؤلف إلى أن رفع الإنتاج يثير القلق على سلامة الحيوان، وأوضح أنه من المرجح أن يؤدي استخدام هذا الهرمون لفترة طويلة إلى زيادة الأمراض المرتبطة بالإنتاج العالي، ومنها مرض التهاب الضرع بجانب اضطرابات أخرى في الأيض والخصوبة، مشيراً في ذلك إلى أن مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أوضحت في عام ١٩٨٦م أن لبن الأبقار المعاملة بالهرمون المطعم وراثياً لبن مأمون للشرب وذلك اعتماداً على بيانات جمعتها من أربع شركات، ولكن في منتصف التسعينات اعترفت مصلحة الغذاء والدواء بأنه قد يسبب مشاكل لم تكن متوقعة. استعرض هذا الفصل أيضاً تطور زراعة الحيوانات لإنتاج بروتينات صيدلانية لها أهمية علاجية، حيث حورت أبقار وأغنام وماعز (بالحقن الدقيق لمورثات غريبة في البويضة المخصبة مباشرة باستخدام آلة تشبه ماصة دقيقة للغاية) لتصبح مصانع عقاقير حية ذات كفاءة

تنتج العقاقير في ألبانها في صناعة جديدة أطلق عليها الزراعة الصيدلانية (Pharming). مشيراً إلى أن وزارة الزراعة الأمريكية أن تكاليف إنتاج حيوان رائد واحد من الخنازير والأغنام والأبقار تبلغ على التوالي ٢٥٠٠٠ ، ٦٠٠٠٠ ، ٥٠٠٠٠٠ دولار. وتحدث عن أول عنزة محورة وراثياً في المعمل تسمى «جريس» أنتجت في عامها الأول نحو كيلو جرام من عقار علاجي، وتبع ذلك إنتاج بقرة محورة وراثياً اسمها «روزي» في معهد روزالين باسكتلندا اكتشف في لبنها بروتين (ά-lactalbumin) الموجود في لبن النساء. وفي النهاية يشير المؤلف إلى الاستنساخ الجنيني للحيوانات وأن أول حيوان مستنسخ على مستوى الجنين هي النعجة دوللي (Dolly) والتي أعلن عن استنساخها في فبراير ١٩٩٧م بمعهد روزالين باسكتلندا، وأثر ذلك في دراسة الوراثة والنمو في الحيوان، وما تبعها من حيوانات أخرى. وفي نهاية الفصل تم التطرق إلى صراع الشركات والضمانات المالية الضخمة في سوق البروتينات العلاجية (قدرت عام ١٩٩٧م بنحو ٧،٦ بليون دولار، وارتفعت إلى ١٨،٥ بليون دولار عام ٢٠٠٠م)، كما تحدث عن آراء الإعلام وبعض العلماء في قضية استنساخ الحيوانات، وكيف تحول موضوع استنساخ دوللي إلى محل خلاف وجدل شديدين.

ناقش المؤلف **الفصل الرابع** فوائد مقاومة الأعشاب، وكيفية إنتاج نباتات مهندسة وراثياً مقاومة لمبيدات الأعشاب والتي تعد أهم الصفات المرغوبة هندستها وراثياً في النباتات، وقد أشار المؤلف إلى أهم المحاصيل المقاومة التي أنتجتها بعض الشركات مثل شركة «مونسانتو». وإلى تحلل معظم مجاميع مبيدات الأعشاب طبيعياً في الحقل بفعل بكتيريا التربة، واستغلال العلماء ذلك بنزع المورثات المشفرة لإنزيمات نزع السمية من بكتيريا التربة ونقلها للمحاصيل. وكشف أن المبيد العشبي «جليفوسيت» له مجال انتقائي يؤثر بعد الإنبات، وعليه يمكن استخدامه في مقاومة معظم الأنواع الرئيسية من الأعشاب والحشائش في حقول المحاصيل، وأن أول نبات أنتج لتحمل هذا المبيد كان نبات الطباق. تبع ذلك نقل مورثات من نبات البرسيم الحجازي وبعض بكتيريا التربة لإنتاج محاصيل مقاومة للمبيد العشبي «باستا» ومنها الذرة التي أنتجتها شركة «سيبا جايجي»، وفول الصويا وبنجر السكر المقاوم لمبيد «راوند أب» (Roundup) الذي أنتجته شركة «مونسانتو». ويتطرق في نهاية الفصل للاعتبارات البيئية، مشيراً إلى أنه قد أمكن بالتربية التقليدية إنتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الحشائش، وأن الهدف من إنتاج نباتات محورة مقاومة لمبيدات الأعشاب من وجهة النظر التجارية دائماً هو بيع مبيدات أكثر، وأن زيادة مستوى الرش بمبيدات الأعشاب يتسبب في انتخاب الحشائش المقاومة للمبيد والتسبب في مشاكل زراعية، فضلاً عن الآثار البيئية السيئة للمبيدات على المواطن الطبيعية القريبة من حقول الزراعة.

استعرض **الفصل الخامس** المحاصيل المقاومة للحشرات والمورثات البكتيرية التي أدخلت في تركيبها الوراثي لإعطائها صفة المقاومة وبالتالي تقليل استخدام المبيدات الحشرية. مع الإشارة لبكتيريا البي تي (Bacillus Thuringiensis Bt) وهي واحدة من أنواع بكتيريا التربة والتي تُكدس - أثناء التبويغ وتكوين الجراثيم - مستويات عالية من بروتينات تسمم الحشرات حيث تتحلل في أمعائها عالية القلوية لتطلق السموم، وتصل البروتينات بالأبواغ إلى حوالي ٢٠٪ من وزنها. تحدث المؤلف أيضاً عن استغلال نقل تلك المورثات من البكتيريا لإنتاج نباتات محورة تقاوم الحشرات منها الطباق، والطماطم، والبطاطس، والذرة، والقطن. وأشار إلى القلق البالغ من انتشار المحاصيل المحورة وراثياً التي تحمل سموم الحشرات، وذلك لأن الحشرات قد تطور مقاومتها لهذه السموم.



تناول المؤلف في **الفصل السادس** الأغذية المفصلة والنباتات المهندسة وراثياً، حيث استعرض سلسلة من المحاصيل التي حورت وراثياً لتسهيل عمليات التصنيع. وبخصوص التحويرات في تصنيع الأغذية وفي مذاقها، استعرض إنتاج طماطم فليفر سيفر (Flavr Saver) على أنها أول ما سوِّق عام ١٩٩٤م من الخضروات المهندسة وراثياً بواسطة شركة «كالجن» (Calgene) الأمريكية، وأنها حورت من أجل تأخير النضج بتغييرات كيموحيوية تجعلها تبقى معروضة زمناً أطول على الرف، مشيراً إلى أن ما يفسد من الفواكه والخضروات التي تزرع تجارياً قد يصل إلى النصف، ولتقليل هذا الفاقد بدأت فرق بحثية العمل على إنتاج سلسلة من الفواكه والخضروات كالطماطم بطيئة النضج، ولكن تتميز بفترة تخزين أطول. كما استعرض المؤلف في هذا الفصل تحوير بذور إنتاج الزيت لبعض النباتات مثل الكانولا وشلجم الزيت لأغراض صحية بتغيير التوازن بين أنواع الدهون. بعد ذلك لخص المؤلف عملية تحوير نباتات مثل فول الصويا والتي تحتوي على أحماض أمينية وبروتينات تماثل البروتينات الحيوانية. وعرج إلى استعراض إنتاج محاصيل تقاوم الآفات الفطرية (نباتات الطماطم والبطاطس)، والفيروسية (نباتات الطباق والطماطم)، والديدان (نباتات الطماطم والبطاطس وبنجر السكر)، والصقيع (نباتات الطماطم والفراولة). وتطرق أيضاً إلى التطورات المستقبلية المحتملة في المحاصيل المحورة وراثياً، بما في ذلك إنتاج سلالات تتحمل الجفاف (نباتات الطباق والقمح)، أو تتحمل الملوحة (نباتات الأرز والشعير والطماطم والبطيخ) أو تثبت الآزوت الجوي (محاصيل الحبوب). وفي نهاية هذا الفصل استعرض المؤلف استخدام النباتات لإنتاج العقاقير (نباتات الموز واللوبيا)، والمواد الخام للصناعة (نباتات القطن).

ناقش المؤلف في **الفصل السابع** المخاطر البيئية التي قد يسببها طرح الكائنات الدقيقة والمحاصيل المحورة وراثياً في البيئة، مبيناً أن الكائنات الدقيقة المحورة بمورثات تميل إلى مقاومة التحلل - عن قصد أو بدون قصد - وقد تشكل مخاطر بيئية أكبر لأنها تبقى في البيئة فترة أطول. واستعرض الفصل

أيضاً النباتات المحورة المقاومة للفيروسات وإمكانية التقاط الفيروسات لبعض المورثات مما يؤدي لتفاقم الأعراض التي يعاني منها النبات بدلاً من تقليلها. ويشير المؤلف إلى إمكانية أن تصبح المحاصيل المحورة وراثياً حشائش عدوانية، وكذلك إمكانية أن تظهر حشائش مقاومة للمبيدات والحشرات نتيجة للتداخل والتبادل غير المخطط له بين هذه المحاصيل وبين بعض أنواع الحشائش ذات القرابة، وإلى إمكانية أن يتسبب هذا في تهديد المواطن الزراعية أو الطبيعية.

استعرض **الفصل الثامن** المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والحيوان من المحاصيل المحورة وراثياً. وركز على الحساسية - هناك نسبة تتراوح ما بين ١إلى ٢٪ من سكان دول الغرب لديها استجابات حساسية ضد أنواع معينة من الأغذية، منها اللبن، والبيض، والفول السوداني، والأسماك، وفول الصويا، والحبوب، والفراولة، والمشمش، والجزر، والكرفس- التي قد تسببها الأغذية المحورة وراثياً، كما ركّز على إمكانية انتقال مقاومة المضادات الحيوية إلى الكائنات الدقيقة التي تعيش في أمعاء الحيوان والإنسان بسبب وجود مورثات واسمة - تستخدم كدليل على التأكد من دخول المورث المحور وانتقاله لجينوم النبات- في الكثير من المحاصيل المحورة وراثياً، مع الإشارة للاستخدام الروتيني للمضادات الحيوية في أعلاف حيوانات المزرعة. وأشار إلى أنه من المسلم به عموماً أن الجهاز الهضمي يعمل كحاجز طبيعي للدنا، فحموضة أمعاء الإنسان والحيوان تحلل الدنا، ولكن هناك دراسات على فئران التجارب أوضحت تحلل معظم الدنا في الأمعاء، كما أن بقاء بعض الدنا بدون تحلل في الأمعاء والدم، ربما يؤدي لتقليل فعالية مضادات حيوية معينة عندما تستخدم في علاج الإنسان والحيوان.

خصص المؤلف **الفصل التاسع** لإثارة بعض القضايا الأخلاقية الخاصة بالتحوير الوراثي للغذاء، مشيراً إلى أنه في عام ١٩٩٣م صدر أول تقرير عن «لجنة أخلاقيات التحوير الوراثي واستعمالات الغذاء»، والتي تم تشكيلها من قبل الحكومة البريطانية، وحددت اللجنة ثلاثة مجالات قد تثير قلقها : هي نقل مورثات الإنسان إلى الحيوانات التي تستخدم طعاماً للإنسان، ونقل مورثات من حيوانات تُحرّم بعض الأديان أكل لحومها إلى حيوانات لحومها محللة، ونقل مورثات حيوانية إلى محاصيل نباتية قد تصبح غير مقبولة لدى النباتيين. أما القضايا الأخلاقية الأكثر تأثيراً فكانت خارج نطاق عمل اللجنة، مثل ضرورة الرفق بالحيوان عند تحويره وراثياً.

استعرض المؤلف في **الفصل العاشر** موضوع تسجيل البراءات على النبات، الحقوق الملكية الفكرية ودمجها في اتفاقية الجات (GATT) وفي وريثتها منظمة التجارة العالمية (WTO)، مشيراً إلى أن البراءات كثيراً ماتكون عريضة التحديد لتغطي أية عملية وراثية لمحصول نباتي معين. وأن لإصدار البراءات ضمانات هامة بالنسبة لمزارعي الدول الصناعية والدول النامية. وذكر المؤلف أيضاً الانتقادات القائلة بأن الموارد الوراثية قد استغلت بشكل ظالم، وأن الاتفاقيات التجارية تتعارض مع معاهدة الأمم المتحدة الخاصة بالتنوع الحيوي.

تناول الفصل **الحادي عشر** قوانين الكائنات المحورة وراثياً وقوانين المنتجات الغذائية. مستعرضاً بإيجاز الهيكل التنظيمي للبحوث والتطوير بالولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا فيما يختص بالكائنات والأغذية المحورة وراثياً.

تطرق المؤلف في الفصل **الثاني عشر** إلى موافقات توزيع وتسويق الأغذية المحورة وراثياً بعد الحصاد في أوروبا، كما وصف الجدل السياسي الذي يجري هناك حول شحنات فول الصويا والذرة المنقولة بحراً والتي اختلط فيها المحور وراثياً بغير المحور، والتهديدات بشن حرب تجارية، مع الإشارة إلى ظهور موجة جديدة من المحاصيل المحورة وراثياً منها الكانولا المحورة لصفتي مقاومة الحشرات ومبيدات الأعشاب، والطماطم التي تتحمل النقل والتخزين لفترات طويلة. واستعرض هذا الفصل أيضاً نمو المعارضة في أوروبا ضد الأغذية المحورة وراثياً، وكيف أثر ذلك في قرارت الدول الأعضاء بتقييد تسويق وزراعة الذرة المحورة.

استعرض الفصل **الثالث عشر** ملخصاً لحجج المؤيدين والمعارضين لضرورة وسم الأغذية ببطاقات، أو علامات، أو ملصقات للتعريف بما إذا كانت محورة وراثياً، كما وصف هذا الفصل أيضاً تطور تشريعات وضع العلامات على الأغذية في أوروبا، وأثر تدخل منتجي الأغذية وبائعي التجزئة والمستهلكين والحكومات في محاولة التأثير على قرارات وضع تلك الملصقات التعريفية.

تناول المؤلف في الفصل **الرابع عشر** ما حققته المحاصيل المحورة وراثياً من وعودها الأولى، ومدى تأثيرها على العالم الثالث، مشيراً إلى تأكيد الشركات متعددة الجنسيات المروجة للمحاصيل المحورة وراثيا أهمية هذه المحاصيل في رفع الإنتاج الزراعي لمواجهة تزايد سكان العالم، وحل مشاكل الجوع، وتقليل استخدام المبيدات. ويستعرض هذا الفصل كذلك الجدل القائم من قبل النقاد بأن المحاصيل المحورة وراثياً لن تقدم إلا إسهاماً متواضعاً في حل مشاكل الجوع، والتأكيد على أن الشركات المنتجة للمحاصيل المحورة وراثياً هي نفسها المنتجة للمبيدات، مع الإشارة إلى أن المحاصيل المحورة وراثياً التي سمح بطرحها في الأسواق تتطلب مدخلات كثيرة من الأسمدة والمياه ومبيدات الآفات، كما أنها لا تتوافق مع الأفكار الحالية عن الزراعة المستدامة تطرق المؤلف في الفصل الخامس عشر والأخير إلى مستقبل الأغذية المحورة وراثياً، ومن المستفيد منها، واستعرض المخاطر المحسوسة والفوائد، ومعركة الشركات متعددة الجنسيات المنتجة لها وسعيها لكسب قلوب وعقول المستهلك، وحملات العلاقات العامة للصناعة في أوروبا للترويج للأغذية المحورة وراثياً.

يعد هذا الكتاب بنسختيه الإنجليزية والعربية مرجعاً مهماً ليس للأكاديميين المختصين العاملين في هذا المجال ولا المزارعين ولا المستهلكين فحسب، ولكن تتجاوز أهميته إلى ضرورة اقتنائه من جميع أفراد المجتمع لأخذ صورة كاملة عن المأمول والمحظور من عملية التحوير الوراثي والمنافع والمخاطر.