الباب الرابع

دور التقنية الحيوية فى دعم التنمية الريفية

(الإيجابيات والسلبيات)

تعتبر الأساليب الزراعية المتبعة حالياً ناجحة إلى حد كبير، فالمزارعون ينتجون المحصول الكافي لإطعام الستة بلايين نسمة الذين يعيشون على كوكبنا هذا والمدهش أنه برغم العديد من الدواعي السياسية الإضطرارية، فالغذاء عادة لا يصل إلى معظم بنى البشر. أما الدول الغنية فبإمكانها الحصول على الغذاء الوفير والمتنوع والأكثر أمناً من أي وقت مضى. وإذا تحدثنا عن العشرة بلايين نسمة المتوقع التنبؤ بها علماء الإحصاء بحلول عام ٢٠٥٠ فليس من الواضح أنه بمقدور المزارعين توفيرالغذاء لها فهم بالكاد ينتجون الآن الغذاء للسكان الحاليين، فما بال الحال بالنسبة للعشرة بلايين نسمة. وللتغلب على هذه الأزمة ومواجهه التغيرات المناخية الموسمية وتضاءل الموارد فهناك حاجة إلى إعادة التفكير بصوره جذرية فى إيجاد حلول لتلك المشاكل المتوقعة. فهناك الكثير من عدم الرضى بشأن الأساليب الصناعية الإنتاجية الزراعية وطرق معالجة الأغذية المنتشرة في الدولة المتقدمة. فالناس تشعر بالقلق حيال صحة المواشي نتيجة الإستخدام المتزايد للكيماويات والهرمونات والنتائج المترتبة عن الصحة والبيئة جراء التعامل مع المحاصيل المعدلة جينياً (Genetically Modified Corps (GMC. يؤيد الكثيرون الزراعة العضوية في المزارع لأنها خالية من أية كيماويات ولكنها ذات إنتاج منخفض نسبياً كما أن الأغلبية تتجنب إستخدام الأطعمة المعدلة جينياً.

إذن فللزراعة دوراً هام في إقتصاديات معظم البلدان النامية، بما في ذلك بلدان الشرق الأوسط، حيث يعتمدون بشكل مباشر على الزراعة بقطاعاتها المختلفة، بما في ذلك الصيد، والرعي وتربية الحيوانات الزراعية. وتختلف مستويات نصيب الفرد من الدخل اختلافاً كبيراً بين بلدان العالم، الذي توجد به بلدان غنية بالنفط وبلدان منخفضة الدخل تعاني من الفقر المدقع في الحضر والريف. ومع ذلك، فعلى الرغم من المعوقات التي تمثلها الظروف المناخية

الجافة وشبه الجافة، إرتفاع الإنتاج الزراعي في السنوات الأخيرة، مازال العالم يواجه عجزاً في الأغذية، وتلجأ معظم البلدان تقريباً إلى الإستيراد لتلبية الإحتياجات الغذائية للسكان الذين يتزايد عددهم بسرعة. وتشير البيانات العالمية الخاصة بالموارد المائية إلى أن الشرق الأوسط سوف يواجه أشد أنواع المخاطر جراء نقص المياه في المستقبل القريب. وفي إطار هذه الخلفية، توجد ضغوط من أجل زيادة الإنتاج الزراعي والإستفادة من السبل التي يتيحها تحرير التجارة في تعزيز صادرات العالم من المنتجات الغذائية والبستانية.

ولما كانت القدرة على إستمرار إنتاج الأغذية بطريقة مستدامة أمر غير مؤكد في كثير من المناطق النامية في العالم، أصبح دور العلم والتقنية في زيادة الإنتاجية الزراعية والحيلولة دون تدهور البيئة معترفاً به على نطاق واسع. ففي سنة ٢٠٠٤، لاحظ المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة أن معظم البلدان النامية ليس من المرجح أن تحقق أهداف التنمية للألفية بدون التزام سياسي واضح بجعل العلم والتقنية من بين الأولويات على قمة جداول أعمال التنمية فيها.

ويمكن أن تساهم العديد من التحسينات في التقنية في زيادة الإنتاجية الزراعية. ومن بين هذه التحسينات إستخدام عناصر محسنة في تغذية النباتات، وتقنيات صيانة التربة والمياه، والبذور الجيدة وأصناف المحاصيل عالية الغلة، وتحسين التقنيات التقليدية لتكثيف الإنتاج الزراعي، وإستخدام أدوات تشخيص الأمراض البيطرية واللقاحات، وتطبيق التقنية الحيوية في تربية النبات والحيوان.

الفرص المتاحة أمام نشر المحاصيل المحورة وراثياً

يتيح إدخال المحاصيل المحورة وراثياً فرصاً جديدة لزيادة إنتاجية المحاصيل والتعامل مع المشكلات المعقدة المرتبطة بمكافحة الآفات والأمراض، وأشكال الإجهاد الأحياني (البيولوجى)، وجوانب القصور المرتبطة بتغذية المحاصيل الغذائية الأساسية. وبالفعل يوجد العديد من المحاصيل المحورة وراثياً والتي تتمتع بصفات معينة، على مستوى تجاري. وتتضمن عمليات البحوث والتطوير في مؤسسات القطاعين العام والخاص في أنحاء العالم الكثير من المحاصيل الأخرى وربما يكون من الممكن في المستقبل أيضاً إستخدام النباتات والحيوانات كمعامل لإنتاج منتجات جديدة مثل لقاحات ومواد صيدلانية مفيدة في علاج السرطان، وأمراض القلب والأوعية الدموية، والأمراض المُعدية، وغير ذلك من الحالات. وعلى المستوى التجاري، يعد أشهر المحاصيل المحورة وراثياً إنتشاراً في الزراعة هما فول الصويا والقطن اللذان يتحملان إستخدام مبيد الحشائش راوند أب ريدى (**Roundup Ready**)، والذُرَة، والقطن واللفت المقاومة للحشرات بفضل إستخدام بكتيريا (**Bt**) ***Bacillus thuringiensis*** القاتلة للحشرات والمستخدمة في المكافحة البيولوجية. وفي عام ٢٠٠٤، دلت التقديرات على أن ٨١ مليون هكتار كانت قد زُرعت بالمحاصيل المحورة وراثياً التي تم إعتمادها في نحو ١٦ بلداً وكانت نسبة ٥٩ % منها في الولايات المتحدة، وكذلك في الأرجنتين (٢٠ %)، وكندا (٦ %)، والبرازيل (٦ %)، والصين (٥ %). والهدف من نشر زراعة المحاصيل المحورة وراثياً على مستوى تجاري هو- في معظم الحالات - التقليل من تكاليف الإنتاج في المناطق الزراعية التي توجد بها بالفعل مستويات مرتفعة من الإنتاجية. وبإستثناء الصين، ولذا فقد قامت شركات متعددة الجنسيات تابعة للقطاع الخاص بتطوير هذه المحاصيل وأطلقتها في

البلدان المعنية بناء على اتفاقيات ترخيص بزراعتها. وقد تحدث المزارعون من البلدان المتقدمة والنامية التي زُرعت بها هذه المحاصيل عن زيادات في دخلها وعن تحقيق انخفاض في مستوى كثافة إستخدام المبيدات وتعد الولايات المتحدة، والأرجنتين، وكندا من أهم البلدان المصدرة للمحاصيل المحورة وراثياً ومنتجاتها، وخصوصاً القطن المقاوم للحشرات وفول الصويا المتحمل لمبيد الحشائش راوند أب ريدى Roundup Ready. وقد أظهر إستطلاع للرأي أجري حديثاً في أوربا أن ٤٢ % من المستطلع آرئهم لا يعتقدون بأن تناول الأطعمة المعدلة جينياً ستغير من جينتهم الوراثية الأصلية. غير أنه توجد مناطق بالفعل يحيطها الكثير من القلق بشأن الهندسة الوراثية Genetic Engineering مثل إدخال التعديل على جهاز الحساسية أو الجينات المقاومة للجراثيم في المحاصيل المعدلة جينياً أو تزيد المقاومة للحشائش الضارة للمبيدات الحشرية بشكل غير متعمد.

وتتضح هيمنة القطاع الخاص على بحوث التقنية الحيوية عند مقارنة الإنفاق العام والخاص على البحوث. إذ تنفق أكبر عشر شركات من الشركات متعددة الجنسيات العاملة في مجال العلوم البيولوجية نحو ٣ بلايين دولار أمريكي سنوياً على بحوث وتطوير التقنية الحيوية الزراعية، بينما يبلغ مجموع ميزانية الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية لتحسين المحاصيل عُشْر هذا المبلغ، وتخصص الجماعة عُشْر هذا المبلغ الأخير فقط للتقانة الحيوية. وفيما بين البلدان النامية، يبلغ مجموع ميزانيات أكبر ثلاثة برامج قطرية للبحوث الزراعية (البرازيل، والصين والهند) أقل من ٥٠٠ مليون دولار لكل منها، ويتراوح نصيب بحوث التقنية الحيوية من هذا المبلغ بين ١٠ % فقط.

وضع المحاصيل المحورة وراثياً في الشرق الأوسط

Genetically Modified Crops in Middle East

دور التقانة الحيوية في تنمية وتحسين المحاصيل الزراعية

إنتشرت في الأوانه الأخيرة عشرات الأصناف من الأغذية المعدلة وراثياً التي تقوم على تقنيات علمية تعتمد على عملية التهجين الوراثي للوصول الى خصائص معينة، وعلى الرغم من النتائج الأيجابية التي حققتها هذه الأغذية إلا أن ثمة سلبيات غذائية قد أثبتها العلم الحديث فهناك العديد من النقاط والتساؤلات حول هذه الأغذية. فمنذ سنوات عديدة تم تطوير عدة أنواع من الأغذية بإستخدام أدوات علم التقنية الحيوية، وقد اجتاحت هذه الأغذية الاسواق العالمية فنجد من أواخر القرن التاسع عشر عندما إكتشف مندل أنه يمكن بواسطة التهجين التقليدي أن تنقل الصفات الوراثية لنبات البسلة بنسب مختلفة في الأجيال التالية. وظل العلماء يحسنون من أنواع النباتات بتغير التركيبة الجينية لها وقد تمت هذه عن طريق التهجين. وقد تم حتى الآن تعديل عشرات من الكائنات الحية (نباتية أو حيوانية) أشهرها فول الصويا، الأرز، الذرة، دوار الشمس، الترمس، البطاطس، الطماطم، القرع، قصب السكر، واللفت وكذلك من الاشجار التفاح الجوز والحمضيات وكذلك على الحيوانات منها الأرانب والاسماك والطيور والابقار.

فتعديل هذا العدد الهائل من الأنواع يتم بهدف تحقيق كمية أكبر من الإنتاج وإدخال بعض الصفات الهامة لبعض المنتجات كي تفي بما يحتاجه المستهلك من عناصر التغذية فمثلا تم تعديل الارز ليحتوي على فيتامين أ، وهذا قد يساعد في وقاية مليوني طفل من العالم الثالث يعانون من نقص هذا الفيتامين ونظراً لأنه رخيص فيمكن للفقراء أن يتناولوه وكذلك الحليب لابد ان يحتوي على فيتامين د، والذى يعاني من نقصه سكان بعض الدول الذين لا

يتعرضون لأشعة الشمس بما فيه الكفاية، ودرنات البطاطس التى تم تعديلها وراثياً لتحتوي على بروتينات حيوانية تعوض اللحوم، وفي بعض الأنواع من البطاطا المعدله وراثياً يؤدي تناولها الى تكون مناعة ضد فيروس الفوروك المسبب لأمراض تنتقل بواسطة الغذاء والبعض الاخر يعطي مقاومة لبعض الأمراض الفطرية والبكتيرية والجرثومية، وفول الصويا المعدل وراثياً والغني ببعض الأحماض الأمينية.

وفيما يلى بعض الأمثلة من الواقع الفعلى على النباتات المعدلة وراثياً والمقاومة لبعض الأمراض المستعصية:

١- بعض سلالات من الطماطم والموز مقاومة للسرطان تتصدر إنجازات التكنولوجيا الحيوية

كشف مسح جديد أجرته مؤسسة صناعية أميركية أن الأبحاث توصلت إلى طماطم مقاومة للسرطان وموزا يقي من الأمراض الجنسية يتصدران قائمة الإنجازات الجالية في مجال التكنولوجيا الحيوية للأغذية. وذكر مجلس معلومات التكنولوجيا الحيوية إن ثلثي مجموعة بلغ عدد أفرادها ألف أميركي شملهم المسح إختاروا برنامجا للأبحاث يهدف إلى إنتاج طماطم مقاومة للتأكسد ويعتقد أنها تساعد في مقاومة السرطان كابرز تطور في مجال أغذية التكنولوجيا الحيوية لعام ٢٠٠٢، وهذا النوع من الطماطم لم يطرح بعد بالأسواق لكنه يعد في سلسلة من النباتات المعدلة وراثياً في طور البحث والتطوير. وأظهر المسح أنه في مقدمة التطورات الأخرى في مجال التكنولوجيا الحيوية الغذائية نوعا من البطاطس الحلوة مقاوماً لفيروس نباتي مدمر وكذلك موزا وبطاطس يحتويان على مصل مضاد للأمراض الجنسية وجينا يطيل مدة بقاء الغذاء طازجا وإبتكارات تسمح لنباتات بالنمو حتى في أقسى الظروف المناخية المتطرفة. وقالت ماري لي شين خبيرة التغذية في

بيان أصدره المجلس إن هذه الإنجازات تمثل تحولا من الموجة الأولى للإبتكارات في مجال تكنولوجيا الزراعة الحيوية التي كانت تهدف إلى السيطرة على الآفات والأعشاب الضارة.

٢- بعض أنواع من الكتان تقي من سرطان البروستاتا

يعتقد بعض الباحثون الأميركيون أن بذور الكتان تحتوي على بعض العناصر التي تحمي الجسم من سرطان البروستاتا وخلص الباحثون إلى ذلك بعد أن وجدوا أن الفئران التي تم تغذيتها على كمية كبيرة من بذور الكتان قد أصبحت أكثر مقاومة لأخطر اشكال سرطان البروستاتا. وتعد بذور الكتان مصدراً غني بأحماض أوميجا ٣ الدهنية وألياف وعناصر أخرى ربما تلعب كلها دورا في الحماية من السرطان وربما أيضاً من أمراض القلب. ولقد سجلوا في دورية دراسات المسالك البولية إن نحو ٣% من الفئران لم يصبها سرطان البروستاتا على الإطلاق في حين أصيب الباقي بأورام أصغر بقل إحتمال إنتشارها. وقال الباحث الذي قاد الدراسة إن حجم الأورام في المجموعة التي لم تعالج زاد مرتين عن الأورام في المجموعة التي غذيت ببذور الكتان. وأشار بحث آخر إلى أن الرجال الذين يتناولون بذور الكتان لديهم مستويات أقل من بروتين معين تنتجه خلايا البروستاتا ويستخدم الآن كإختبار لمعرفة سرطان البروستاتا. وكلما زادت مستويات هذا البروتين عند أي رجل زاد إحتمال إصابته بسرطان البروستاتا. ويجري الآن فريق البحث دراسة على الرجال المصابين بسرطان البروستاتا. وفي الولايات المتحدة - على سبيل المثال- يموت نحو ٣٠ ألف أميركي سنويا من سرطان البروستاتا وهو ثان أكبر أنواع مرض السرطان فتكاً بالرجال بعد سرطان الرئة.

دور التقانة الحيوية في تنمية الثروة الحيوانية

يؤدي نمو السكان زيادة الدخل والتوسع العمراني إلى زيادة هائلة في الطلب على الأغذية ذات المنشأ الحيواني في البلدان النامية - وهو ما يعرف باسم "ثورة الثروة الحيوانية". وفي الماضي، كانت البلدان النامية تواجه زيادة الطلب على المنتجات الحيوانية بالتوسع في إنتاج الحيوانات المزرعية. غير أن نقص مساحة الأراضي الزراعية في البلدان النامية يرغمها على تكثيف إنتاج الحيوانات المزرعية، وتعد الحيوانات وحيدة المعدة، مثل الدواجن من أهم مصادر نمو قطاع الثروة الحيوانية.

وعلى مدى القرون الماضية، وفرت الإبتكارات البيولوجية والكيميائية والميكانيكية أساسا لتنمية قطاع الثروة الحيوانية عن طريق إحتواء التأثيرات الضارة لأمراض الحيوان، وزيادة الإنتاج، وخفض الإحتياجات إلى العمالة. واليوم، تعد التكنولوجيا الحيوية مصدرا جديدا للإبتكارات التي يمكنها إعادة تشكيل الزراعة بصورة عميقة كأي من المجالات السابقة للابتكار التكنولوجي. ويخشى أن يؤدي تكثيف الإنتاج الحيواني إلى خفض التنوع الوراثي بصورة غير مباشرة عن طريق استبعاد السلالات البرية والمحلية وما تنطوي عليه من تنوع مع إعتماد المزارعين على السلالات الأوروبية والحيوانات المحورة وراثيا. وتعد التقانات الحيوية مثل حفظ اللقاحات والأجنة بالتجميد إلى جانب التلقيح الاصطناعي ونقل الأجنة وكذلك الاستنساخ بمثابة أدوات حقيقية مهمة وقادرة على حفظ التنوع البيولوجي الحيواني.

ولا يبدو محتملا أن تلعب الحيوانات المحورة وراثيا دورا رئيسا في الإنتاج الحيواني بالبلدان النامية في المستقبل القريب. وتتمثل الإمكانية الكبرى في المدى القصير لإستخدام التكنولوجيات الحيوية في قطاع الثروة الحيوانية

بالبلدان النامية في إستخدام مدخلات الهندسة الحيوية التي تشمل سلسلة إنتاج الأغذية بأكملها إبتداء من الأعلاف الحيوانية إلى تجهيز المنتجات. وخلال المدى القصير إلى المدى المتوسط (من خمس إلى عشر سنوات) ستحدث التكنولوجيا الحيوية زيادة نوعية في الأعلاف الحيوانية عن طريق تحسين محتواها الغذائي وزيادة قدرة الحيوان على هضم الأعلاف التي تحتوي على نسبة عالية من ألياف اللجنين وتعزيز مكافحة الأمراض. إلا أن الأوبئة والأمراض الحيوانية تمثل عائق في زيادة القدرة الإنتاجية للحيوان مع تكثيف الإنتاج الحيواني ومع زيادة أعداد الحيوانات في المناطق الأكثر دفئا ورطوبة. ويمكن أن تسهم تكنولوجيا الحمض النووي في تحسين مكافحة أمراض الحيوان عن طريق إنتاج أمصال أكثر فعالية وأقل تكلفة وتوفير أدوات تشخيصية أكثر دقة مما يزيد الإنتاج المحلي ويدعم مشاركة هذه المناطق في تجارة الحيوان العالمية والعالمية. ومن غير الوارد أن تكون الزراعة الحيوانية التقليدية في كثير من البلدان النامية قادرة على الوصول إلى معظم هذه التقانات والتي ستتاح بدرجة أكبر للقطاع التجاري والصناعي الناشئ في مجال تحسين التجهيز الصناعي الزراعي ليصبح أكثر ملائمة للبيئة وأكفأ إستخداماً للطاقة. في البلدان المتطورة تهيمن شركات خاصة على معظم أنشطة البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية (أكثر من ٨٠ %) وذلك تلبية لإحتياجات السوق وتحقيق أرباح مالية. وهي بذلك قد لا تكون ملائمة جدا لأوضاع صغار المزارعين في العالم ما يؤدي إلى إتساع الهوة في الدخل والثروة داخل البلدان (كبار المزارعين في مواجهة صغار المزارعين) وبين البلدان (المتقدمة في مواجهة النامية). ونظرا لأن الإعتبارات التجارية ربما لا تعبر بالضرورة عن الإحتياجات الإجتماعية، يبقى هناك دور رئيسي لبحوث القطاع العام ومشاركة المنظمات الدولية.

وعلى المستوى التجاري لا تُنتج بلدان الشرق الأوسط محاصيل مُعدّلة وراثياً ، ولكن عدداً منها يهتم بإجراء بحوث وعمليات تطوير متقدمة على المحاصيل المحورة وراثياً. وربما تأتي مصر وإيران في مقدمة دول الشرق الأوسط التي تنتج المحاصيل المحورة وراثياً على مستوى تجاري. فقد تمكن معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية في مصر من إستنباط عدداً من المحاصيل المحورة وراثياً المقاومة للحشرات والفيروسات ومنها القطن Bt، والبطاطس، والكوسة، والقمح المتحمل للجفاف.

وتجري إيران بحوث التعديل الوراثي Genetic Modification على الأرز، والقمح، والكانولا، وبنجر السكر، والكمون، والقطن. وقد استنبط المركز القومي لبحوث الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية في إيران صنفاً من الأرز المُعدّل وراثياً مُقاوماً للحشرات، وأصبح هذا الصنف جاهزاً للزراعة على مستوى تجاري. وتوجد في بلدان أخرى مثل الجزائر، والمغرب، وباكستان، وسورية، وتونس وتركيا مراكز لبحوث البيولوجيا الجزيئية وبرامج متقدمة لاستكمال الطرق التقليدية لتربية النباتات وصيانة الأصول الوراثية. وتسعى كل من مصر، وإيران، والكويت، وتركيا لإقامة برامج مشتركة، والحصول على تمويل من القطاع الخاص ومن الجهات المانحة، لتشجيع بحوث التقنية الحيوية من خلال الشراكة بين القطاعين العام والخاص.

إن إستخدام التقنية الحيوية الحديثة يظل محدودا في الكثير من بلدان العالم، وربما يرجع ذلك إلى ضخامة التكاليف الإستثمارية والأعباء التنظيمية. ولكي تكون بحوث التقنية الحيوية فعالة، فإنها تتطلب كما تتطلب تطبيقاتها توافر حد أدنى من الخبرات، والمعدات، والمرافق، والدعم المؤسسي، بالإضافة إلى التعاون الدولي. كما أن تبني التقنيات المستنبطة في أماكن أخرى يتطلب مرافق وبنية أساسية وقدرات مهنية معينة، مع ضمان تطبيق الإجراءات

التنظيمية المناسبة المتصلة بسلامة المعامل، والأمان الحيوي وحقوق الملكية الفكرية طبقاً للقوانين والقواعد الدولية.

ومن الواجب أن تعمل البلدان منفردة على تقوية قدراتها في مجال السياسات والمجالات التنظيمية، وتحديد المخاطر وتقييم مدى خطورتها وكذلك وضع الإجراءات المناسبة للتحكم في المحاصيل المحورة وراثياً. وتقوم بلدان الشرق الأوسط في الوقت الحاضر بإقامة نظم خاصة للأمان الحيوي من أجل تطبيق البروتوكول الخاص بالأمان الحيوي فيما يتعلق بتنظيم، إدارة أو السيطرة على المخاطر المرتبطة بنقل الكائنات المحورة وراثياً والتعامل معها وإستخدامها.

أما تأثيرها على صحة الإنسان فهى مسألة محل جدل شديد، عرف العالم بمشكلة جنون البقر والآن ربما تظهر مشاكل جنونية غذائية، مثل جنون الفول والذرة والطماطم، وجنون كل ما يدخل في أفواهنا، فهذه المسألة بدأت في أواسط التسعينات من القرن العشرين عندما بدأت الشركات التجارية للمنتجات الزراعية تروج للبذور المعدلة وراثياً لتساعد الفلاح على الإستغناء عن جزء من المبيدات الزراعية السامة.

ومع نهاية القرن العشرين كانت المحاصيل المعدلة وراثياً تملأ الاسواق وتتسابق بعض الدول لزراعة حبوبها، ولم يتوقف مد إنتاج هذه المحاصيل إلا في السنتين الاخيرتين بعد موجات الإحتجاج الكبيرة من قبل أنصار البيئة التي أدت التى التحفظ من قبل المستهلكين فرفعت الشعارات التي تدعو الى التوقف عن التلاعب بالطبيعة لان المورثات المضادة للجراثيم والآفات الزراعية والحشرات وغيرها يمكن أن تنتقل الى الإنسان عن طريق الغذاء فتعرضه لأمراض كثيرة فالأخطار التي يتخوف منها اعداء المنتجات

المعدلة وراثيا هي أخطار مباشرة على صحة الإنسان فبعضها يحتوي على نسب متفاوتة من السمية وبخاصة الأصناف النباتية التي عدلت لمقاومة الأعشاب والحشائش وكذلك الحشرات وقد أثبتت التجارب إحتواء بعض المنتجات المشتقة من كائنات معدلة على مواد سامة جديدة والبعض الاخر يسبب أنواعا من الحساسية وهي مصطلح عام يضم تحته أنماطا مختلفة من الإستجابات المناعية والحالات الباثولوجية من بينها الربو، و بعض أنواع الحمى، والاكزيما، وهذه هي الأخطر وذلك بعكس المادة غير المعدلة التي تنتمي الى نفس النوع مثل الفستق البرازيلي الذي حول الى فول صويا بقصد تزويده بالبروتينات فنشأت مواد مثيرة للحساسية ظهر هذا عندما أجريت إختبارات السيرم والجلد على متطوعين معروفين بحساسيتهم لفستق البرازيل وكذلك ربطت الإضافات الغذاء وبالحساسية المفرطة للغذاء والنشاط المفرط لدى الاطفال فكانت مادة التارترازين لتلوين الطعام هي أولى الإضافات إلى الغذاء التي إرتبطت بمشاكل الحساسية ولن تتراجع مشاكل الاستجابة الاسيرجية للاطعمة مع زيادة تخليق الاطعمة بإستخدام الهندسة الوراثية أو التعديل الوراثي.

أما فيما يتعلق بالنباتات التي يتم تزويدها بالمضادات الحيوية ففى أثناء تعديلها وراثياً لتكون مقاومة للامراض فإن إنتاجها قد يحمل هذه المضادات الى الجهاز الهضمي للإنسان فيكسبه خصائص مقاومة للمضادات الحيوية ولو أن الإنسان تناول في حياته الكثير من هذه المضادات وعندما يحتاج الى معالجة مرض ما تصبح المضادات الحيوية عاجزة عن مساعدته. ولكن لم يقل العلم كلمته الحاسمة عن أخطار الكائنات المعدلة وراثياً وعن مدى تأثيرها على صحة الإنسان وعلى الكائنات الحية بشكل عام. على اية حال، يحتاج الامر الى أكثر من ١٠ سنوات لمراقبة تأثير هذه الكائنات الحية الجديدة على الكائنات

الحية الطبيعية المألوفة على الارض لأن وجود جين في وسط غير وسطه الاصيل يمكنه أن يسبب تفاعلات وتأثيرات قد لاتظهر إلا بعد عقود من الزمان مهما إستطاع علماء التقنية الحيوية أن يتحكموا بسرعة الفعل ولكن لايستطيعون أن يتحملوا ردة الفعل ويتحكموا فيه.

فالمشكلة هذه ليست بالبساطة التي يتصورها البعض فالأمر يتعلق بمستقبل الكائنات الحية على وجه الارض. إذن هل يجب علينا أن نقاطع تكنولوجيا الهندسة الوراثية أم نسلم أنفسنا لاقدارها؟ العالم يشهد إحتجاجات واسعة على تعديل المواد الغذائية وبدأ الناشطون البيئيون مقارعة الأخطار المحدقة فإنقسم العالم الى مؤيد ومدافع ومعاد ومنتقد ومتحفظ. ولقد فرض الاتحاد الاوروبي سنة ١٩٩٨م حظرًا على إنتاج وبيع المنتجات المعدلة وراثياً لكنه عاد وسمح بعدد من هذه المنتجات فسمحت من جديد بصناعة التكنولوجيا الحيوية فحظرت دول أخرى استيراد الأغذية المعدلة وراثياً مثل المملكة العربية السعودية فلقد عقدت في الرياض ندوة وصدرت مجموعة من التوصيات مثل ضرورة وضع خطة وطنية لدراسة الجوانب المختلفة لتطبيقات الهندسة الوراثية في بيئة المملكة وكذلك وضع ضوابط لإستيراد هذه الأغذية وإنتاجها إذا لزم الأمر وإنشاء قاعدة معلومات تختص بالأغذية المعدلة وراثياً وكذلك إنشاء بنك للأصول الوراثية النباتية حتى يتسنى جمع المصادر الوراثية للمحاصيل الزراعية ذات الاهمية بالمملكة وحفظها.

وكل ذلك مع إحترام حق المستهلك في معرفة طبيعة المنتجات الغذائية ومكوناتها ما إذا كانت عناصرها معالجة بالهندسة الوراثية وماتزال بعض الدول تدرس الموضوع بتردد واستجابة لذلك بدأت الشركات تضع ملصقات واضحة على الغذاء المعدل وراثياً على ان الملصقات يجب أن توضع على كل غذاء يحتوي على واحد بالمئة او أكثر من الكائنات المعدلة وراثياً وأيضاً

خفضت الشركات إنتاجها من البذور المعدلة وراثيا خوفا من تنامي عداء المستهلكين لها بصورة أكبر ٠ أما الحل لحماية انفسنا من مخاطر هذه الأغذية فلا يمكن ان نعود الى الطبيعة كما كانت قبل إكتشاف هذه الهندسة الوراثية للاغذية ولكن بمقدورنا ان نقف عند أمور أهمها زيادة الوعي التغذوي عبر وسائل الاعلام بصورة مستديمة ومتوازنة ليوضح فيها السلبيات والإيجابيات لتحسين سير الامور وأن نعتمد ما أمكن في طعامنا على الأغذية الطبيعية من فواكه وخضراوات والتقليل من تناول الأغذية الصناعية كعصائر الفواكه الصناعية والأغذية المحفوظة داخل علب أو تلك التى أضيف اليها مواد حافظة وذلك تجنبا لإدخال مركبات كيماوية صناعية الى أجسامنا قد لايعرف تأثير إستخدامها على المدى الطويل وتظهر في المستقبل٠ والامر لم ينته بعد لأن هذا العلم مازال في طور النشأة وملامحه لم تستقر بعد وأنه يحوي الكثير من الجوانب السلبية وتحتاج الى فترة طويلة لإكتشافها وتحديدها، ثم حصر التعديل الوراثي فيما يفيد البشرية ولا يضرها٠

المخاوف الناشئة عن إنتاج المحاصيل المحورة وراثياً

في الوقت الذي ينطوي فيه إدخال المحاصيل المحورة وراثياً على منافع محتملة، فقد أثيرت العديد من المخاوف بشأن مخاطرها المحتملة على صحة الإنسان والحيوان وعلى البيئة (أ شكال ٤١-٤٢-٤٣)٠ وأهم المخاطر الصحية، إحتمالات الإصابة بالسمية والحساسية من المواد الغذائية المستخلصة من منتجات التقنية الحيوية (الأغذية المحورة وراثياً) وإحتمال إكتساب مقاومة للمضادات الحيوية٠ ومع ذلك، لا توجد دلائل قاطعة حتى الآن على تعرض صحة الإنسان لمخاطر جراء استهلاك الأغذية المحورة وراثياً والمتداولة الآن

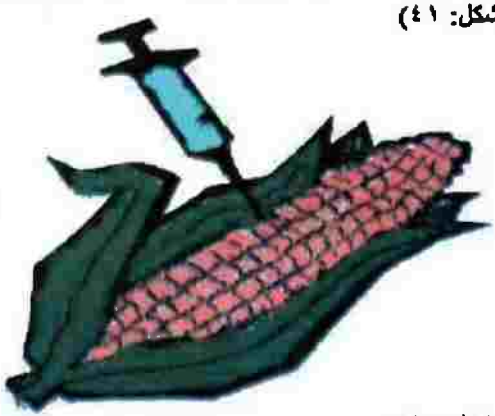
في الأسواق. وقد وضعت هيئة الدستور الغذائي مبادئ عامة ومبادئ توجيهية لتقدير سلامة الأغذية المنتجة بإدخال الحمض النووي في خلايا النباتات الغذائية وفي الكائنات الدقيقة وإجراء إختبارات الحساسية على الأغذية المحورة وراثياً. وتتضمن هذه المبادئ توجيهات وإرشادات للبلدان الأعضاء فيما يتعلق بتقييم سلامة الأغذية المحورة وراثياً المنتجة داخل حدودها. كذلك فإن إنتاج اللقاحات والمنتجات الصيدلانية الأخرى من المحاصيل الزراعية المعدلة وراثياً قد يمثل مخاطر في المستقبل بالنسبة لتكاليف الإشراف التنظيمي، والعزل والتكاليف الأخرى المرتبطة بذلك.

وفيما يتعلق بالبيئة، توجد مخاوف من النتائج التي يمكن أن تترتب على إقحام مورثات منقولة من كائن إلى كائن آخر وتدفق هذه المورثات، وخصوصاً في المراكز الأصلية لإنتاج المحاصيل، ومخاطر ذلك على الكائنات غير المستهدفة، وكذلك اضمحلال المورثات، وإكتساب الآفات للمقاومة، وظهور أعشاب وحيوانات عملاقة (شكلى ٤٢ و ٤٣)، ودخول الكائنات المحورة وراثياً بشكل عرضي في المنتجات الزراعية دون أن يخضع ذلك للضوابط والسياسات المناسبة.

وتسمح جوانب التقدم التي تحققت في ظهور تقنيات تمنع ظهور العوامل الوراثية بإنتاج نباتات تنتج بذوراً عقيمة، مما يؤثر على احتفاظ صغار المزارعين ببذور لزراعتها في الموسم التالي. وبالإضافة إلى ذلك، مازال يوجد العديد من الثغرات المعرفية فيما يتعلق بتأثير المحاصيل المحورة وراثياً على مستلزمات الإنتاج الزراعي، والموارد، والممارسات الزراعية التقليدية، والنظم الزراعية والنظم البيئية المحلية، وخصوصاً بالنسبة للمناطق المدارية التي يقع إقليم الشرق الأوسط داخلها.

(شكل: ٤١)

(شكل: ٤٢)



(شكل : ٤٣)

أشكال ٤١-٤٢-٤٣: توضح المخاوف الناشئة عن إنتاج المحاصيل المحورة وراثياً

ومن بين المخاوف الأجتماعية والإقتصادية أن تقنيات تعديل الصفات الوراثية تمتلكها الشركات الزراعية الكبيرة ويكون ذلك على حساب صغار المزارعين الأكثر حاجة إلى زيادة الإنتاجية. فلم يستثمر القطاع الخاص أو القطاع العام بدرجة ملموسة في التقنيات الوراثية الجديدة التي يمكن تطبيقها على المحاصيل المحلية أو المحاصيل غير الرئيسية مثل اللوبيا، والذرة الرفيعة وغيرها من المحاصيل شديدة الأهمية فيما يتعلق بتوفير الإمدادات الغذائية وسبل المعيشة لأفقر السكان. وإذا كانت تقنيات المحاصيل المحورة وراثياً تحميها براءات إختراع، سيكون لذلك آثار مهمة أيضاً على نوع البحوث التي ستهتم بها الجهات البحثية، والمنتجات التي سيتم إستنباطها وقدرة صغار المزارعين على الإستفادة منها.

المخاوف الناشئة عن الحروب البيولوجية

تذكر اللجنة الدولية للصليب الأحمر في معرض إنتقادها لبعض جوانب إستخدامات التكنولوجيا الحيوية؛ إن التاريخ قد أظهر أن الكثير من التطورات المهمة في العلوم والتكنولوجيا تم تحويلها إلى إستخدامات عدائية، وليست الكيمياء والطيران والإلكترونيات والفيزياء النووية إلا بعض أمثلة وقد تسهل نتائج ثورة التكنولوجيا الحيوية تطوير الأسلحة البيولوجية وإستخدامها إما في المنازعات المسلحة أو كوسيلة لنشر الرعب بين المدنيين وقد يصبح نشر المرض متعمداً، والقدرة على تغيير وظائف الجسم دون معرفة الشخص بصورة أسهل، وأكثر فتكاً وأقل تكلفة وأكثر صعوبة في الإكتشاف، وتضيف اللجنة الدولية للصليب الأحمر في موقعها على الإنترنت أنه يمكن التلاعب بعوامل الحرب البيولوجية المعروفة لجعلها أسهل إستخداماً ويكون ذلك عبر التلاعب بالتركيب الجيني لعناصر الحرب البيولوجية القائمة مثل الأنثراكس،

وذلك لزيادة إمكان إستخدامها كسلاح، فعلى سبيل المثال يمكن جعلها مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل البيئية السيئة مثل الجفاف والأشعة فوق البنفسجية وبحيث لاتصل ضارة في الأحوال العادية. كذلك يمكن تحويل الميكروبات غير الضارة إلى ميكروبات خطيرة بعد التلاعب بهندسة الميكروبات غير الضارة والتي نتعايش معها يومياً كي تنتج سموماً خاصة تسبب المرض.

هذا الأمر يجعل تلك الأنواع الجديدة من الأسلحة البيولوجية أكثر جاذبية بل تمثل مصدر قلق آخر في العوامل البيولوجية الموجودة في لقاحات مأمونة ومألوفة لدينا. وقد إستهدفت أبحاث أخرى أجريت في جنوب أفريقيا في الثمانينات العثور على لقاح يحوي عنصراً يمكنه بصورة خفيفة أن يقلل الخصوبة لدى السكان المستهدفين ومن حسن الحظ لم يصل هذا اللقاح إلى مرحلة الإنتاج. وكذلك قد تؤدي الأبحاث إلى نتائج غير مقصودة ولكنها خطيرة. ويمكن أن تؤدى أبحاث أخرى تجرى بنية حسنة إلى معلومات عن كائنات جديدة وخطيرة. فقد صنع أخيراً الباحثون- دون قصد- نسخة أكثر خطورة من فيروس جدري الفئران، وهو فيروس مشابه لفيروس الجدري. وقد نشرت التجربة بعد تفكير متأنٍ من الباحثين وكإنذار ينبه إلى خطورة تلك الأبحاث. والأمر الثاني الذي يدعو إلى القلق هو إمكان فقد السيطرة عن العوامل البيولوجية التي تطلق بقصد أو بدون قصد ويمكن خلق فيروسات إصطناعية بالغة الخطور.

ففي عام ٢٠٠٢ م صنع العلماء فيروساً يسبب شلل الأطفال من جزء من الحامض النووي والمعلومات الجينية المتاحة على الإنترنت. وسبب هذا الفيروس المخلق إلى حدوث المرض عند حقن الحيوانات به، ويعتقد أنها المرة الأولى في تاريخ البشرية التي أمكن فيها خلق فيروس من مواد تركيبية. ويعتقد الخبراء أنه سيتاح في المستقبل القريب إمكانية خلق أي فيروس بهذه الطريقة،

بما فيها أخطر الفيروسات. وتضيف اللجنة الدولية للصليب الأحمر أنه يمكن أن تكون هناك هجمات غير قابلة للكشف بعد أن يتم تغيير وظائف الجسم وخصوصاً في مجال ما يعرف بالمواد البيولوجية المنظمة وهي مواد كيميائية توجد بشكل طبيعي في الجسم، وعندما يتغير تركيزها، حتى لو بمقدار ضئيل جداً، فإنه يمكن تغيير وظائف مثل السلوك والوعي والخصوبة ودرجة حرارة الجسم بحيث تتغير تغيراً كبيراً. وهناك بحث جار يوضح كيفية وصول هذه المواد الكيماوية إلى الجسم عن طريق الإستنشاق، وسيكون من الصعب إكتشاف أي هجوم بإستخدام المنظمات البيولوجية، كما سيكون من شبه المستحيل إثبات وجودها عن طريق إختبار الضحايا.

إنطلاقاً من هذه الخلفية بدأت بعض الجهات التحدث عن الأسلحة الجينية، فقد كان هناك جدال كبير عما إذا كان من الممكن تصنيع أسلحة تستهدف مجموعات عرقية أو عنصرية عبر إستهداف صفات وراثية تؤدي إلى اختلافات عنصرية وعرقية ويعتقد بعض الخبراء أن هذا قد يكون ممكناً في المستقبل القريب إلا أنه لمن المؤكد التأثير على الزراعة وتتوارى المخاوف التي تتعلق بالمواد البيولوجية التي قد تستهدف البشر مع مخاوف في شأن المواد التي يمكنها تدمير الزراعة والبنية الأساسية المدنية والتجارية وقد تكون لتلك المواد آثار خطيرة على الحياة البشرية ويمكن إستخدامها في الحروب ويقول الصليب الأحمر إن الفشل في منع إستخدام المواد البيولوجية يقوض بشدة المعاهدات الدولية القائمة منذ زمن طويل والتي تحظر إستخدام الأسلحة البيولوجية وسيضعف هذا على وجه الخصوص بروتوكول جنيف عام ١٩٢٥ لحظر إستخدام الغازات الخانقة أو السامة أو الغازات الأخرى، وبروتوكول وسائل الحرب البكتريولوجية الذي يحظر إستخدام الأسلحة البيولوجية. كما سيضعف إتفاق الأسلحة البيولوجية عام ١٩٧٢ والذي يجرم تطوير الأسلحة

البيولوجية وإنتاجها وتخزينها وإمتلاكها والإحتفاظ بها ونقلها وتنبثق القواعد التي تشملها تلك المعاهدات من الخوف العالمي الذي يتملك البشر من تعرضهم للسموم أو إصابتهم بالمرض.

ثورة الكواشف الحيوية الميكروبية والإستخدامات البيئية

إن عالم الميكروبات عالم واسع ومتنوع ويكاد يحتل كل جزء من حياتنا علي سطح الأرض فتتواجد الميكروبات في أعمق أعماق المحيطات والبحار وأعلي أعالي الجبال وهي توجد في المناطق الحارة فبعضها يعيش بالقرب من فوهات البراكين حيث درجة الحرارة العالية، كما توجد بين طيات الجليد فبعضها يعيش على عمق يزيد عن ٤٠٠ متر تحت الثلج. كما نجدها في الغذاء الذي نأكله، الفراش الذي ننام عليه، الماء الذي نشربه والهواء الذي نتنفسه، بالإضافة إلي أنها توجد في التربة وداخل أمعاء الإنسان وفي أجهزة الهضم لبعض الحيوانات المجترة. وبل ترافق الميكروبات الإنسان والحيوان والنبات رفقة أبدية حتي بعد الموت. أما الحقيقة التي لا يعرفها كثير من الناس أن السواد الأعظم من الميكروبات لا تسبّب مرضاً (مع أن بعضها ممرض) ولا يجب التعامل معها علي أنها عدو ليس له من فرصة للنجاة الا الموت، فالميكروبات دخلت بكثافة وخاصة في السنوات الأخيرة في الكثير من الصناعات وخاصة الصناعات الغذائية والطبية والزراعية والصيدلانية ومعالجة تلوث المياه والتربة وإنتاج الطاقة، كما أنها تستخدم ككواشف حيوية Biosensors أو بمعني آخر إنها تستخدم كأجهزة تحليل بيولوجية.

تعريف الكواشف الحيوية Biosensors Definitions

الكواشف الحيوية هي مكون أو جهاز كشف حيوي يتكون من تداخل البكتيريا الكاملة أو بعض منتجاتها كالإنزيمات والأجسام المضادة بأداة

إلكترونية لإنتاج إشارة قابلة للقياس. وللإشارات الألكترونية العديد من النوعيات القابلة للقياس مثل الكثافة والخصائص الطيفية، كما أن الطاقة قابلة للقياس أيضا من خلال عدد الوحدات الألكترونية المتحرّكة. وهذا يماثل بالضبط ما يحدث في مخ الإنسان حيث تستعمل الإشارات الضوئية والألكترونية للسيطرة على وظائف الجسم المختلفة. وينتج عن هذا الكاشف الحيوي التفاعل بين المادة البيولوجية ومادة التفاعل المراد قياسها تغيراً يتحول إلي نبضة أو إشارة إلكترونية أو كهربائية بواسطة محول مناسب للطاقة.

وتصمم أجهزة الكواشف الحيوية للإحساس بالتغير والإستجابة له، ويتم تضخيم الإشارة الكهربية في جهاز الاحساس البيولوجي لتعطي شيئاً يمكن قراءته علي شاشة رقمية أو طابعة، وهناك العديد من أنواع التغيرات التي تحدث فقد تكون عبارة عن إنطلاق حرارة أو ضوء أو تغير في الأس الهيدروجيني PH أو في الكتلة أو إنتاج مركب كيميائي جديد. وللكواشف الحيوية أشكال متعددة وأحجام تستعمل عادة لمراقبة التغير في الظروف البيئية. ونستطيع بإستخدام هذه الكواشف الحيوية إكتشاف وقياس تجمعّات بكتيرية معيّنة والمواد الكيمياوية الخطرة أو قياس مستويات الحموضة وبإختصار نحن نستطيع الأن إستعمال البكتيريا للكشف عن البكتيريا في نفس الوقت.

لماذا الكواشف الحيوية ؟

كما هو معروف فإن تكنولوجيا التخمرات **Fermentation Technology** تلعب دوراً رئيسياً في ثورة التكنولوجيا الحيوية ومنتجاتها الحديثة. ويمكن تقدير معظم المواد أو البينات المغذية التي تستخدم كعناصر مغذية للميكروبات المنتجة داخل هذه المخمرات بطرق تقليدية مثل إستخدام

أجهزة القياسات الضوئية Spectrophotometers ، هذا إذا كانت هذه البيئات مكونة من مواد خام طبيعية غير مخلقة صناعياً أما إذا كانت مواد مصنعة فستصبح عملية تقديرها أثناء عملية التخمر أمراً صعباً. ولا تقتصر أو تحتكر طرق كشف سريعة وحساسة علي تكنولوجيا التخمرات والعمليات البيوكيميائية فقط بل إن هناك حاجة ماسة لمثل هذه الكواشف والمقاييس لإجراء تحليلات تشخيصية سريعة ودقيقة وخاصة لمرضي العناية المركزة، كما أن التشخيص السريع لتأثير الأدوية علي الجسم والإنزيمات والفيتامينات والهرمونات يعتبر أمراً في غاية الاهمية يساعد في سرعة تطوير الأدوية الفعالة للأمراض المختلفة. كما أن هناك حاجة ملحة أيضاً لكواشف تستخدم لرصد وتقييم جودة البيئة من حولنا سواء في الماء (السطحي والأرضي)، التربة والهواء والتلوث الغذائي.

أنواع الكواشف الحيوية الميكروبية Microbial Sensors Types

١. الكواشف الحيوية الإلكتروكيميائية Electrochemical Microbial Sensors

وتتكون هذه الكواشف من ميكروب مثبت علي غشاء ما (مثل أغشية النيتروسليلوز وغيرها) والذي يثبت بدوره علي جهاز الكتروكيميائي. ويمكن تقسيم هذه الكواشف إلي قسمين:

أ) كواشف حيوية تستخدم لرصد النشاطات التنفسية Respiration sensors وفي هذا النوع من الكواشف الحيوية عادة ما تقاس التغييرات الحيوية الحادثة بالزيادة نتيجة عمليات التنفس التي تزيد نتيجة زيادة إستهلاك عنصر الأوكسجين في البيئات المحيطة، والميكروبات المستخدمة في هذا الكاشف هى ميكروبات هوائية التنفس (لا تعيش إلا في وجود عنصر الأوكسجين) حيث تغمس إلكترودات الأوكسجين المثبت

عليها الغشاء المحمل بالميكروب الكاشف في محلول مشبع بالأوكسجين يضاف إليه عينة من المادة المراد قياس تركيزها فتنشط الميكروبات المحملة علي الكاشف لتتغذي علي هذه المادة وبالتالي تستهلك جزء من الأوكسجين المحيط بها الذي يمكن قياسه وتحديد العلاقة بين الأوكسجين المستهلك وتركيز المادة المختبرة.

ب) كواشف حيوية تستخدم لرصد النشاطات الإيضية **Metabolism sensors** ويقصد بالنشاطات الايضية التغيرات الحيوية الناتجة عن عمليتي البناء والهدم في الميكروبات نتيجة وجود مادة ما في الوسط المحيط بها ومن هذه التغيرات الحيوية خروج الهيدروجين والأمونيا وثاني أكسيد الكربون أو الأحماض العضوية من الخلايا الميكروبية للوسط المحيط بها ومن خلال قياس تركيز هذه النواتج الحيوية يمكن قياس تركيز المواد المراد إختبارها.

٢- الكواشف الحيوية الضوئية **Photo-biosensors** تعتمد علي قياس الكثافة الضوئية المنبعثة من بعض الميكروبات وخصوصاً البكتيريا المضيئة مثل الفيبريو فيشراي و الفوتوبكتيريوم فوسفوريوم وغيرها من البكتيريا المنتجة للضوء. وفي الحقيقة يعتمد حجم الكثافات الضوئية المنبعثة من هذه الأنواع البكتيرية علي التأثيرات الخارجية المحيطة بهذه البكتيريا من تباين في البيئات المغذية وظروف النمو كدرجة الحرارة والرطوبة والحموضة وغير ذلك الأمر الذي يسهل إيجاد علاقة يمكن قياسها بين حجم الكثافات الضوئية المنبعثة من هذه الأنواع البكتيرية والتعرض لمواد محددة يراد قياسها. وترجع ميكانيكية إنبعاث الضوء من هذه الميكروبات إلي قدرتها علي إنتاج إنزيم يسمي الوسيفيراز المضيء. ويتأثر خروج هذا الانزيم بالظروف البيئية المحيطة بالميكروب وطبقاً

لذلك فإن العناصر المغذية لهذه الميكروبات مثل الجلكوز والأحماض الامينية ومثبطات نموها مثل المواد العضوية السامة والمعادن الثقيلة فيمكن قياسها. ويعتبر قياس الضوء الخارج من هذه الميكروبات أكثر حساسية من الكواشف الحيوية الآخري مجتمعة.

وتعتبر المجموعة التشخيصية ميكروتوكس (Microtox) من أشهر وأكثر المجاميع التشخيصية علي المستوي التجاري التي تستخدم الميكروبات الضوئية وخصوصاً بكتيريا الفوتوبكتيريوم فوسفوريم كأداة لقياس درجة سمية عينة ما. ورغم نجاح هذا الإختبار في هذا المجال إلا أنه مع كثرة إستخدامه ظهرت بعض العيوب مثل إحتياجة لمحاليل منظمة خاصة وعدم إعطاء قراءات ثابتة عند إعادة التجارب علي نفس العينة عدة مرات، كما أنه لا يصلح للإستخدام في المتابعة الفورية المستمرة بالإضافة إلي أن الميكروب المستخدم فيه لا يمثل العشائر الميكروبية الموجودة في أماكن ذات ظروف بيئية قاسية. ولتلافي عيوب هذا الإختبار، قام علماء الهندسة الوراثية بتصميم كواشف حيوية ميكروبية منتجة للضوء أكثر ثباتاً وقدرة علي المعيشة في الظروف البيئية الصعبة، ومن هذه الكواشف المهندسة وراثياً الكواشف الحيوية الضوئية المتخصصة وتحمل هذه الكواشف نوعيين من الجينات، النوع الأول عبارة عن جينات مسؤولة عن إنتاج ضوء معين (الوسيفيراز) تتأثر شدته تبعا لتركيز المادة المقاسة وتسمي بجينات المراسل (Reporter genes) والنوع الثاني من الجينات عبارة عن جينات تشغيل (Promoter genes) متخصصة لا تعمل إلا في وجود المادة المحفزة لها، وتزداد الكثافة الضوئية هنا حسب زيادة تركيز المادة التى يقدرها المصمم الكاشف. وفي بعض الأنواع الميكروبية التي تعمل في ظروف نقص الأوكسجين (ميكروبات لاهوائية) تستبدل الجينات الخاصة بإنتاج الوسيفيراز بجينات خاصة بإنتاج البروتين الاخضر

الفلوريسينتي (GFP) والذي يعطي ضوءاً أخضر يمكن قياسه دون الحاجة لوجود الأوكسجين في البيئة المحيطة. وهناك كواشف حيوية ضوئية غير متخصصة: وتحمل هذه الكواشف نوعين من الجينات أيضاً، النوع الأول هو جينات المراسل والنوع الثاني من الجينات عبارة عن جينات تشغيل غير متخصصة تعمل في وجود أي مادة فهي تنتج بروتين الوسيفيراز في أي وقت وبصفة مستمرة. وتصلح هذه الكواشف عادة في الكشف عن درجة سمية مركب أو عينة أو وسط بيئي ما وذلك عن طريق قدرة هذا المركب علي قتل جزء أو كل الميكروبات المختبرة وبالتالي تقل كمية الضوء المنبعثة نتيجة نقص عدد الخلايا ويعتبر هذا الإختبار هو البديل الأمثل للمنتج التجاري ميكروتوكس.

٣- الكواشف الحيوية الميكروبية الحرارية **Thermistor** والتي يمكن أن تصمم بوضع الميكروبات المثبتة علي حوامل معينة داخل جهاز مقفل يستطيع أن يقيس درجة حرارة الوسط المحيط به. ويعتمد هذا الكاشف علي قياس الطاقة الحرارية المنبعثة نتيجة النشاط الميكروبي الناتج عن تلامس مادة التفاعل المراد قياسها مع جهاز القياس المحتوي علي الميكروبات. ولكن هناك لهذا النوع من الكواشف الحيوية الميكروبية بعض العيوب مثل إرتفاع ثمنه وعدم دقته وذلك لفقد جزء من الطاقة الحرارية يتسرب في الجزء المحيط بالجهاز وبالتالي لا يمكن قياسة.

ويمكن هنا إجمال الطرق المستخدمة حالياً في رصد ومتابعة حركة المواد الكيمائية السامة والكشف عن الميكروبات الممرضة في طريقتين أساسيتين:

١) طرق التحليل التقليدية Conventional Analysis Methods

عادة ما تعتمد هذه الطرق علي تحاليل كيمائية وفيزيائية كالتحاليل الكروماتوجرافية والإيونية والكاتيونية وغيرها وتعتبر طرق دقيقة وحساسة لحد كبير وتمدنا بالتراكيب الحقيقية لأي عينة ولكن من ناحية آخري فإن إستخدام هذه الطرق يحاط بكثير من التعقيدات فهي تحتاج لأجهزة معقدة غالية الثمن غير موجودة في أي معمل كما تحتاج هذه الاجهزة لخبرات فنية عالية لإجرائها، ناهيك عن الوقت الطويل الذي يستهلكه تجهيز العينات وتحليلها. كما أنه برغم دقة وحساسية هذه الطرق فإنها لم تقدم لنا الطريقة التي يتم بها تقدير درجة قابلية الملوثات للتحلل البيولوجي، ودرجة تأثير هذه الكيماويات علي النظم البيولوجية وتأثيراتها تحت الظروف الطبيعية عند وجودها في مخاليط مع غيرها من المركبات الكيمائية الآخري.

٢) طرق التحليل البيولوجية Biological Analysis Methods

كإستجابة من العلماء البيولوجيين لتلافي عيوب الطرق التقليدية ظهرت التحاليل البيولوجية. وعلي العكس من الطرق التقليدية فإن طرق التحليل البيولوجية أستخدمت بكفاءة عالية منذ زمن طويل لقياس سمية عينة أو مركب ما علي الكائن الحي. على أية حال تعتبر الطحالب والاسماك من الكائنات الحية التي أستخدمت عند تطبيق هذه الإختبارات البيولوجية، إلا أنه يعاب عليها إنخفاض درجة حساسيتها وإحتياجها لوقت طويل لإتمام الإختبار، لذى لجأ العلماء للبحث عن بديل آخر حيوي يتلافي هذين العيبين.

ومن هنا ظهر إستخدام الميكروبات ككواشف حيوية بدلاً من الكائنات الحية الأخري وعلي الأخص البكتيريا لما تتميز به من سرعة في معدل النمو والثبات الوراثي وإنخفاض تكاليف إنتاجها حيث لا حاجة لعزل أو إستخلاص

بروتينات أو إنزيمات بالإضافة إلي أنها تتحمل ظروف بيئية قاسية من التباين في درجات الحرارة والحموضة ووفرة العناصر الغذائية، ومن فوائدها أيضاً أن فترة صلاحيتها أطول بكثير عن الكواشف الحيوية الآخري. هذا بالإضافة إلى ما تتميز به البكتيريا عن غيرها من الكواشف الحيوية الأخري من سرعة إجراء الإختبارات عليها وأن درجة حساسيتها وإستجابتها للوسط المحيط بها عالية جداً.

تطبيقات الكواشف الحيوية Application of Biosensors

١- في مجال الصحة العامة Field of Public Health

عند التحدث عن أول الكواشف الحيوية يجدر الإشارة إلي أن لمرض السكر الذي يصيب عدد كبير من البشر في كل أنحاء العالم الفضل في نشوء فرعين هامين من العلوم كان وسيكون لهما تأثيراً حيوياً كبيراً علي النهضة والتطور المتلاحق الذي تعيشه البشرية الآن وهما علم الهندسة الوراثية الذي كان أول منتجاته التي دخلت مجال التسويق هو هرمون الأنسولين البشري الذي أنتج في بكتيريا ***E. coli*** المهندسة وراثياً في بداية الثمانينات من القرن الماضي والعلم الثاني هو علم الكواشف الحيوية.

ففي عام ١٩٣٠ وفي الولايات المتحدة الأمريكية وحدها مات حوالى ١٠ % من الناس بسبب مرض السكر، المرض الذي كان يشكل أيضاً مشكلة عالمية في ذلك الوقت. وكان من نتائج البحوث العلمية التي أجريت علي مرضي السكر وجود الإضطرابات الأيضية **Metabolism** في الجسم الإنساني نتيجة لزيادة تركيز الجلوكوز في الدمّ. وفي عام ١٩٢١ إستطاع العالم هاربيرت إكتشاف هرمون الأنسولين الذي يُفرز من البنكرياس ويقوم بضبط تركيز الجلكوز في الدم.

لكن وُجد أنه إذا كان البنكرياس غير قادر على إنتاج وإفراز هرمون الأنسولين بكمية كافية لإتمام عملية ضبط مستوي السكر فإن تركيز الجلوكوز في الدمّ يزداد مسبباً مرض السكر. بعد ذلك أمكن إنتاج هذا الهرمون وإعطائة لمرضي السكر عن طريق الحقن كطريقة للمعالجة. لكن ولضمان نجاح المعالجة بالأنسولين ظهرت حاجة كلاً من الأطباء والمرضي إلى وسيلة مراقبة مستمرة لتركيز السكر في الدم بغرض التدخل والسيطرة على المرض في الوقت المناسب. ولذا في عام ١٩٦٢ إستطاع العالم الأمريكي ليلند كلارك تطوّير أول كاشف حيوي لمراقبة تركيز الجلوكوز في الدم بشكل مستمر ويعتبر هذا المنتج أحد أهم المنتجات التجارية الناجحة علي مستوي العالم كله.

ومن المتوقع حدوثه قريباً أنه يمكن زرع هذا الكاشف الحيوي في الأوعية الدموية في جلد المريض مما يمكنهم من رصد إحتياجاته من الأنسولين بشكل أدق، فإذا تم توصيل هذه الاداة بمضخة دقيقة يمكن إطلاق الأنسولين منها بشكل تلقائي عند الحاجة إليه، وهذا في الواقع يمثل إمداد المريض ببنكرياس تلقائي، وهذا التحكم الدقيق سيقلل بدون شك من الاعراض الجانبية لمرض السكر كالتأثير علي العين وإتلاف الكلى التي يعاني منها بعض مرضي السكر نتيجة حدوث إرتفاع وإنخفاض غير دقيقة لتركيز الأنسولين والذي يحصل عليه المرضي عن طريق الحقن.

إذن يعتبر المجال الطبي الآن من أكثر المجالات إستخداماً للكواشف الحيوية وهي مفيدة خاصة في التشخيص الاكلينيكي. فإستخدام الكواشف الحيوية يقلل من المخاطر والأخطاء الناتجة عن عملية التشخيص كما يقلل أيضاً من التكلفة. وما إن يتم بناء هذه الكواشف علي نطاق واسع، فتتيح للممارس العام إختبار مرضاه في عيادته بدلاً من اللجوء الي معامل

المستشفيات مما يوفر المال ويجنب المريض الحاجة لمعاودة المستشفي عدة مرات للحصول علي نتائج التحاليل والتشخيص كما أنه يمكن بدء العلاج بشكل أسرع. كما أن لإستخدام الكواشف الحيوية مميزات أخري مثل صعوبة حدوث أخطاء في عملية التداول لعينة المريض أو فقدها او تلوثها وهذا بالطبع سيكون مفيداً في الكشف عن العقاقير لدي الرياضيين، حيث توجد محافظ للكواشف الحيوية الآن تستخدمها الشرطة والاطباء للكشف عن كميات صغيرة من العقاقير. كما تجدر الإشارة هنا إلي مدي ما يمكن أن يضيفه علم الكواشف الحيوية للبشرية وخاصة في المجال الطبي.

وعما قريب سنجد كاشف حيوي يوضع علي طرف الأصبع وبحجم رأس الدبوس وربما أصغر من ذلك ليعطي دلالات عن حالة الجسم العامة مثل درجة الحرارة، ضغط الدم، مستوي الأوكسجين في الدم والحالة العصبية والمزاجية للإنسان. وسيتم ذلك عن طريق إستقبال إشارات ألكترونية منبعثة من هذا الكاشف الحيوي علي جهاز كمبيوتر صغير بحجم كف اليد موضوع أمام الطبيب المعالج علي مكتبه أو مع المريض نفسة في منزله ليعطي النتائج المطلوبة في ثوان معدودة ودون الحاجة لأجراء تحاليل باهظة الثمن وليست بالدقة الكافية. و هذه ليست مجرد أفكار أو شطحات علماء في معاملهم بل دخلت في حيز التنفيذ الفعلي وأستطاع أحد العلماء تصميم شريحة رقيقة من السليكون (٢مم) توضع علي الجلد لتعطي قراءة فورية لدرجة حرارة الجسم وتقوم بعض المعامل الاخري بتطوير هذا الكاشف الحيوي ليقيس أيضاً مستوي تركيز الأوكسجين في الدم عن طريق رصد درجة التغير في لون الدم الاحمر نتيجة إرتفاع أو إنخفاض مستوي الأوكسجين في الدم، ليس هذا فحسب بل أنه أمكن أيضاً إنتاج كواشف حيوية للكشف عن السرطانات وتمييز الحميد منها عن الخبيث وما زال التطوير والتحديث مستمراً.

٢- في مجال الهندسة الوراثية Field of Genetic Engineering

من المعروف أن المادة الوراثية تتكون من أربعة حروف هجائية تدل عليها ومعرفة لها كأي لغة حية يتعامل بها الجنس البشري. وكما تقول الحكمة أن المرء مخبيء تحت لسانه فإذا تكلم عرف، أصبح الآن معرفة تتابع هذه الحروف هو البصمة الوراثية التي تميز كل كائن حي عن الآخر، وبين الأنواع المختلفة، بل كل شخص عن غيره داخل كل نوع. ولمعرفة وفك شفرات التتابع الوراثي للإنسان - فيما عرف بمشروع الجينوم البشري- أستغرق ذلك عدة سنوات أنفقت خلالها أموال طائلة. لذلك تقوم الآن معامل عديدة في العالم بتطوير طرق جديدة لقراءة تتابع المادة الوراثية للكائنات الحية بإستخدام الكواشف الحيوية لتعطي سرعة عالية ودقة فائقة وأسعار منافسة بما يماثل تحديد وتعيين فصيلة الدم عند الإنسان أو إختبار الحمل عند السيدات وما شابه ذلك من التحاليل السريعة والبسيطة الرخيصة الثمن.

٣- إستخدامات أخري Other Uses

إن أحد أكبر الإستخدامات للكواشف الحيوية الميكروبية هو إستخدامها في تنظيم العمليات الصناعية ومراقبة جودة البيئة فقد أمكن إستخدام خلايا حية (خميرة او بكتيريا) بالإرتباط مع الكترودات لقياس الأحماض الأمينية والكحول والفينول والميثان والعديد من السكريات المختلفة والمضادات الحيوية حيث يمكن رصد الظروف الداخلية للمخمرات والذي يعتبر مفيداً في المزارع المستمرة. وقد تمكن عدد من العلماء من إنتاج كواشف حيوية بيئية لها القدرة علي المتابعة المستمرة لحالة عمليات تنقية البيئة من الملوثات الصناعية مثل الكلوروإيثيلين الثلاثي والبنزيين والتولوين والنفثالين والفينول وعديد من مركبات البترول الاخري وبدأ الخروج بهذه الكواشف الحيوية من الإختبارات

المعملية إلي حيز التطبيق علي نطاق واسع. ويتوقع أن يتم إستخدام الكواشف الحيوية مستقبلياً في مجالات الزراعة والطب البيطري والدفاع والأغراض العسكرية (الكشف عن غازات الاعصاب والسموم والمفرقعات والبكتيريا والفيروسات الفتاكة).

نخلص من كل ما سردناه عن أسس وتطبيقات الكواشف الحيوية الميكروبية إلي أن هذه الكواشف تعتبر ثورة علمية جديدة تتآلف لإنتاجها مجموعة من العلوم المختلفة كالبيولوجيا والميكروبيولوجيا والهندسة الوراثية والمعلوماتية الحيوية والإلكترونيات وغيرها وأن تطور هذه الكواشف مرهون بل مرتبط إرتباطاً وثيقاً بتطور كل هذه العلوم مجتمعة. كما يجدر بنا هنا أن نستخلص سريعاً اهم ما يميز هذه الكواشف عن غيرها من طرق الرصد الآخري. فتتميز الكواشف بقدرتها الفائقة علي التمييز بين المواد المراد قياسها والمواد الأخري القريبة الشبه منها. ونظراً لأن الكواشف الحيوية تعطي قيم للقياس في الحال دون الحاجة للإنتظار فترات طويلة للحصول علي النتائج فأنها تعتبر الطريقة التحليلية الأسرع مقارنة بالطرق التحليلية العادية. كما لايحتاج القياس بالكواشف الحيوية إلي أخذ عينات وإجراء تجهيز لها قبل التحليل بل يكفي أن تغمس الكاشف في المادة المراد قياسها لتحصل على نتائج فورية. ومن أهم ما يميز الكواشف الحيوية الميكروبية أنه يمكن إستخدامها لمرات عديدة علي عكس إختبارات المناعة أو الإنزيمات التي تستخدم لمرة واحدة فقط.

منظمة الأغذية والزراعة والتقنية الحيوية

FAO and Biotechnology

تقوم منظمة الأغذية والزراعة بتزويد البلدان الأعضاء بمعلومات وتحليلات علمية وموضوعية عن التقنية الحيوية وتطبيقاتها في قطاعات الصناعات الزراعية، والمحاصيل، والثروة الحيوانية، والإسماك، والغابات، نظراً لمساهمتها الممكنة في مواجهة التحديات في مجال إنتاج الأغذية والزراعة المستدامة في المستقبل.

تشترك منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية في تقديم المشورة العلمية للبلدان الأعضاء ولهيئة الدستور الغذائي بشأن تقييم سلامة الأغذية المنتجة بإستخدام التقنية الحيوية، ومن الضروري إدماج بحوث وتطوير الكائنات المحورة وراثياً في خطط البحوث الزراعية المصرية في بلدان الشرق الأوسط، وربطها بالأنشطة ذات الصلة على المستويات المصرية، والعالمية والدولية. وتساند منظمة FAO البلدان الأعضاء في بناء القدرات ونشر المعلومات عن القضايا المهمة المتصلة بالكائنات المحورة وراثياً في قطاعي الأغذية والزراعة بالتعاون مع المنظمات العالمية، مثل مجلس التعاون الخليجي، وغيره من المنظمات شبه العالمية، ومع مراكز البحوث الزراعية الدولية، مثل المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا).

ويعد تطوير العلوم والتقنية المحرك الذي يدفع إلى النمو والتقدم فى أى بلد. ومع ذلك، تعتمد التنمية الريفية على كثير من العوامل الأخرى التي تتراوح بين القدرات البشرية، والمؤسسات وشبكات التمويل والمقومات الطبيعية والمادية. وفي هذا السياق، وعلى الرغم من أن مساهمة التقنية

الحيوية قد تكون محدودة، فإنها يمكن أن تكون ذات أهمية كبيرة عندما تحرص برامج التقنية على ضمان استفادة جميع القطاعات من منافعها، بما في ذلك سكان الريف محدودو الموارد. ومن المؤكد أن إنجازات التقنية الحيوية في مجالات زيادة الإنتاجية، وزيادة تحمل المحاصيل للملوحة والجفاف، وإنتاج البذور الجيدة، والتوسع في الإستفادة من الأراضي الحديثة، وصيانة التنوع البيولوجي الزراعي والنظم الإيكولوجية المحلية، والعلاج الحيوي، يمكن أن تساهم في إنعاش المجتمعات المحلية الريفية عن طريق دعم التنوع والتنويع وزيادة إدماج الزراعة في التنمية الإقتصادية المصرية. ويمكن أن تكون التقنية الحيوية مكملة للتقانة التقليدية في المجالات الأخرى مثل تربية النباتات والري والإدارة المتكاملة للآفات وتغذية النبات وتربية الحيوانات والتغذية ونظم إدارة الأمراض، دون أن تكون بديلاً لها.

ويحتل بناء القدرات الأولوية فى هذا الصدد محل القلب فى الجسم، وكما أن منظمة الأغذية والزراعة على إستعداد لمساعدة البلدان الأعضاء في الشرق الأوسط - بالتعاون مع الشركاء الآخرين - في زيادة قدرتها على تطوير وتطويع وإستخدام التقنية الحيوية ومنتجاتها لتلبية إحتياجاتها من أجل تعزيز الأمن الغذائي، وتحسين مستويات المعيشة مع التقليل من المخاطر والآثار السلبية.

هل تلبّي التكنولوجيا الحيوية إحتياجات الفقراء؟

تملك المحاصيل الغذائية المهَندسة وراثياً إمكانيات هائلة كوسيلة ضد الجوع، فلم يُستغل إلى الآن غير القليل من تلك الإمكانيات عبر إعتماد الأصناف النباتية الوفيرة الغله، والمواد الكيميائية الزراعية، وتقنيات الري المستجدة في صلب النظم الزراعية. وجعلت الثورة الخضراء خلال حقبتي

الستينات والسبعينات في المتناول تعزيز الغلال الزراعية بوفرة والمساهمة في رفع الجوع والفقر عن كاهل الملايين. ومع ذلك، فهنالك الكثيرون من صغار المزراعين ممن لم يكتب لهم النجاة من الحلقة المفرغة لزراعة حد الكفاف اليومية بينما لم يزل ثمة ٨٤٢ مليون إنسان ممن لا يجدون ما يسد الرمق. ووفقاً لأحدث تقديرات منظمة FAO في هذا المجال فإن مليارات الأشخاص يعانون من نقص المغذيات الدقيقة فيما يشكل نمطاً متخفياً من سوء التغذية الناجم عن تناول وجبة غير كافية. وكذلك فالمقدر أن ملياري نسمة آخرين سيحتاجون في غضون السنوات الثلاثين المقبلة إلى كميات إضافية من الغذاء في حين تواصل قاعدة الموارد الطبيعية التي يستند إليها الإنتاج الزراعي إتجاه التضاؤل الراهن. فهل تسع "ثورة الجينات "أو إستخدام التكنولوجيا الحيوية في القطاع الزراعي، في المساهمة في التصدي لمثل هذه التحديات؟ جدل شامل حسبما يُستخدم. فقد يتحول العلم إلى غول رهيب أو ملاك رقيق. فالثورة الخضراء على سبيل المثال ليست خالية من العيوب إذ يؤكد البعض أنها مسؤولة عن الإستخدام المفرط للموارد المائية ومبيدات الآفات والأسمدة الكيميائية، مما خلق إعتماداً مستمراً من جانب صغار المزارعين الفقراء على تلك المدخلات فضلاً عما سببته من أضرار خطيرة للبيئة في غضون مثل هذا السياق. واليوم فأن بروز صورة التكنولوجيا الحيوية مجدداً بوضوح على الساحة إنما عاد ليثير جدلاً شاملاً على نفس النحو السابق. وتسليماً بأن بعض نماذج التكنولوجيا الحيوية شاع إستخدامه منذ آلاف السنين، مثلاً حين شرع أجدادنا الأول في الإستفادة من الكائنات الحيّة الدقيقة في إعداد النبيذ والأجبان والخبز، فأن الحقبة الراهنة من التكنولوجيا الحيوية أصبحت في المتناول بفضل تقنيات الجزيئيات الدقيقة التي "تلتقط ثم تضيف" المورثات من خليةٍ إلى أخرى. وفي الواقع فأن مثل هذه التقنيات الحديثة والبازغة للهندسة الوراثية

هي ما يكمن في قلب الجدل القائم ويؤدى إلى إضرام سعيره. ففي حين يعتبر المؤيدون لتقنيات الهندسة الوراثية أسلحة ضرورية لمنازلة انعدام الأمن الغذائي وسوء التغذية في عموم البلدان النامية، يهبّ المعارضون لمثل هذه التقنيات محذرين من أنها ستنزل الدمار بالبيئة وتزيد الفقر والجوع سوءاً على سوء، وتفضي إلى إستيلاء المصالح التجارية للشركات على حيازات الزراعة التقليدية وعلى موارد الإمدادات الغذائية في كل مكان.

وفي هذا الصدد يستعرض أحدث تقرير تصدره منظمة الأغذية والزراعة، ألا وهو "حالة الأغذية والزراعة في العالم، ٢٠٠٤"، هذه الحجج المؤيدة والمعارضة بين مؤيد ومعارض يقول تقرير منظمة الأغذية والزراعة الرئيسي أنه من جانب واحد، ثمة أسباب مقنعة للغاية بل وقاهرة، تدعو إلى إدخال تعديلات على التكوين الوراثي للمحاصيل الغذائية. فمن خلال مثل هذه التعديلات قد يتأتي زيادة غلة المحاصيل الغذائية وأصنافها عبر رفع الإنتاجية الزراعية والحد من التقلبات الموسمية المؤثرة فى تلك الغلة. وفى الإمكان تطوير أصناف مقاومة للآفات وعالية التحمّل للإجهاد بصوره المختلفة، لتقليص أخطار الفشل المحصولي تحت ضغط الجفاف أو الأمراض.

وقد يتسنى أيضاً زيادة محتوى النباتات من المغذيات والفيتامينات تلقائياً، تصدياً لظاهرة نقص المغذيات التي تبتلي بها أعداد ضخمة من فقراء العالم. بل وقد يمكن زارعة المحاصيل في التربة الفقيرة وسط المناطق الحديثة الإستزراع مما سيحقق زيادة عامة في الإنتاج الغذائي ككل. ولقد تتيح التكنولوجيا الحيوية أيضاً إمكانية الحد من إستخدام مبيدات الآفات ذات المحتوى السمّي، وفي الوقت ذاته تحسين أداء الأسمدة وغيرها من المدخلات التى تزيد من خصوبة التربة. غير أن دراسة منظمة الأغذية والزراعة تحذر في الوقت ذاته من أن التقييم العلمي للآثار البيئية والصحية المترتبة على

الهندسة الوراثية في النباتات المحصولية لم يزل في مراحله المبكرة ولا بد من أن يُستعرض كلٌ منها على أساس كل حالةٍ على حدة. وما تؤكده منظمة الأغذية والزراعة في تقريرها السنوي، علاوة على ذلك، أن ثمة ضرورةً خاصة لضمان أن تعود الفوائد المرتقبة من التكنولوجيا الأحيائية في قطاع الزراعة بالنفع على الجميع سواءً بسواء، وألا تقتصر على فئة بعينها أو مجموعةٍ قليلة من المستفيدين. ويبرز تقرير "حالة الأغذية والزراعة في العالم عام ٢٠٠٤" على نحو خاص أنه بينما يسع المزارعون والمستهلكون الفقراء في العالم النامي أن يسفيدوا من أية فائدة من ثمار التكنولوجيا الأحيائية إلا أن الواقع يشير إلى أن قليلين من هؤلاء إستفادوا إلى الآن. على الرغم من مواصلة قطاع التكنولوجيا الحيوية من نموه غير المنقطع، فثمة أدلة متزايدة على أن الإهمال يمس إحتياجات الفقراء ومشكلاتهم.

وعلى النقيض من الثورة الخضراء التي جاءت كثمرةٍ لبرنامج دولي من بحوث القطاع العام بهدف محدد هو إبتكار التقنيات ونقلها إلى العالم النامي "كأصولٍ حرة للملكية العامة"، فأن "ثورة الجينات" هي من بنات أفكار وجهود القطاع الخاص الذي يركز بحكم تعريفه على تطوير منتجاتٍ وتقنياتٍ تستهدف الأسواق التجارية والتوسّع في التسويق. وعن ذلك يشير تقرير منظمة الأغذية والزراعة المتخصص إلى أن هذه النزعة تطرح تساؤلاتٍ خاصة عن طبيعة البحوث الجارية وما إذا كان سيستفيد منها الفقراء. وما تكشفه الأبحاث العلمية الحديثة هو أن تشمل البحوث المكثفة في مجال التكنولوجيا الحيوية قد جاءت من من جانب القطاع الخاص والعام بأكثر من ٤٠ محصولاً على نطاق العالم أجمع، إلا أن القليل فقط من برامج التكنولوجيا الأحيائية سواء في القطاع العام أو الخاص كانت بصدد الإجابة على المشكلات النوعية لصغار المزارعين الفقراء في العالم النامي. وتوضح الدراسة السنوية أن القطاع

الخاص أو العام لم يوجه إستثمارات ذات شأن إلى التقنيات الحيوية في مجالات ما يعرف بإسم 'المحاصيل اليتيمة' مثل اللوبيا والدخان والذرة بوصفها موادٍ غذائية ذات أهمية حاسمة وكمصدر غذائي ومورد معيشي لسكان البلدان الأشد فقراً في العالم. بل وحتى المحاصيل الغذائية الرئيسية بالنسبة لفقراء العالم وهي القمح والأرز والذرة البيضاء والبطاطس، لم تزل فى طي الإهمال من جانب هذه البحوث والإستثمارات. وفقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة لعام ٢٠٠٤ وفي الوقت ذاته فأن الدراسات المتعلقة بالخواص ذات الأهمية النوعية في حالة زرّاع العالم الفقراء مثل قدرات تحمّل الجفاف والملوحة ومقاومة الأمراض والمحتوى المُعزز من المغذيات الدقيقة، لم تتلق إهتمام كبير في سياق مثل هذه البحوث.

ولا شك فى أن التكنولوجيا الحيوية الزراعية تنطوي على قدراتٍ كامنة حقيقية كسلاح في الحرب على الجوع ولكن على نحو ما يكشف تقرير منظمة الأغذية والزراعة "حالة الأغذية والزراعة في العالم ٢٠٠٤"، فثمة الكثير من الأسئلة العالقة التى لم تقدم لها إجاباتٌ بعد. فكيف يمكن لمزيدٌ من المزارعين في العديدٍ من البلدان الإستفادة من التكنولوجيات في "ثورة الجينات"؟ وما هي أولويات بحوث التكنولوجيا الحيوية التي قد تشمل الفقراء للأستفادة من فوائدها؟ ومن هو الذي سيتولى تطوير إبتكارات وراثية لصالح أصغر البلدان النامية ذات قدرات التسويق المحدودة التي لا تعد بالكثير فى إستثمارات القطاع الخاص، فضلاً عن كونها من الضعف الإقتصادي بحيث لا تملك تطوير بحوثها الخاصة في هذا المجال؟ وكذلك، كيف يتسنى لنا تيسير عمليات تطوير كائنات مشتركة الجينات ومأمونة العاقبة ونقلها على الصعيد الدولي فضلاً عن تشجيع المشاركة في الملكية الفكرية لتلك الإبتكارات خدمة للمصلحة العامة؟

ومن أهم القضايا الأخرى أيضاً كيف نضمن إمتلاك البلدان ولا سيما تلك المجهدة إقتصادياً في العالم النامي- لنظم التقييم الكافية للمخاطر المحتملة على البيئة وصحة الإنسان وتطبيقها بصورة سليمة لكي تمضي بعمليات جس النبض المطلوبة قبيل إطلاق الكائنات المعدّلة وراثياً للسوق وتقدير نتائجها في المراحل اللاحقة لهذا الإطلاق. مثل هذه التساؤلات وغيرها هي ضمن ما يتناوله تقرير "حالة الأغذية والزراعة في العالم ٢٠٠٤" من قضايا مع طرح بعض النُهُج المقترحة على البلدان المعنية والمجتمع الدولي ككل، كي تشرع في سياق الإستخدام السليم لتقنيات التكنولوجيا الحيوية كأسلحة ناجعة في الحرب على الجوع.

ولا شك لقد تمكنت التكنولوجيا المعلوماتية في وقت قصير من قلب مفاهيم إعتمد عليها البشر لآلاف السنين سعياً وراء تأمين الغذاء والمسكن والدواء والحماية وسواها من متطلبات الحياة اليومية. إلا أنها أفرزت تحديات خطيرة في موازاة تقديمها الحلول. فاليوم مع تحقيق التكنولوجيا الحيوية لنجاحات متزايدة، تبدو الصورة أقل إشراقاً لأن التكنولوجيا التي تساهم في إطعام جياع إفريقيا والفقراء حول العالم ساهمت سابقاً في تطوير صواريخ تحمل رؤوساً بيولوجية قادرة على إبادة البشر تماماً كما تُباد الحشرات. ويجمع الخبراء على مقولة أساسية تتلخص في أن التقدّم في العلوم الحيوية يحمل معه وعوداً هائلة للإنسانية، إلا أن هذا التقدّم سوف يسبب أيضاً أخطاراً حادة على الإنسانية وعلى بيئتنا ما لم يتم التحكم فيه على نحو ملائم أو إذا ما استخدم كأداة للحرب أو نشر الهلع أو غير ذلك من أشكال سوء الإستخدام.

فعالمنا يشهد تطوراً مثيراً ومهماً جداً في مجال أبحاث التكنولوجيا الحيوية وصناعاتها. وأصبحت هذه التكنولوجيا المتقدمة تتطور بسرعة فائقة وتقلق أهل العلم والسياسة والاقتصاد في جميع أنحاء العالم تخوفاً من نتائجها

المحتملة على صحة البشر وتأثيرها المباشر وغير المباشر بالقضاء على التنوع الحيوي بين النباتات والحيوانات في العالم والذي تراكم عبر آلاف السنين ومن المعروف أيضاً أن هناك عدداً محدوداً من شركات التكنولوجيا الحيوية العملاقة التي تسيطر على غالبية المنتجات المعدلة جينياً (وراثياً) بمساعدة الأنظمة المعلوماتية في الأسواق العالمية، ويقول العلماء المختصون "إن آفاق التكنولوجيا الحيوية لا تزال في بداية الطريق وستشمل قريباً المزيد من منتجات الغذاء والدواء."

الآثار الإقتصادية للتقنيات الحيوية

Economical Sides of Biotechnology

عند الحديث عن الآثار الإقتصادية لابد من الإشارة إلى أن أي إكتشاف بذاته قد لا يكون له أثره الإقتصادي الكبير بشكل مباشر وسريع؛ ولكن عندما تتحقق تطبيقاته العملية بشكل تجاري يكون له أثره. فإكتشاف آلة البخار وتقنية المعلومات والكهرباء جميعها أخذت إنعكاساتها الإقتصادية سنوات عديدة حتى كان لها الأثر الإقتصادي على بريطانيا وغيرها من الدول المستفيدة بشكل مباشر.

ولقد مرت التقنيات الحيوية بعدة مراحل إقتصادية، فلقد كانت تلك التقانات الأسبق والأسرع في مجال إنتاج الدواء، والذي لاقى قبولاً واسعاً لدى العامة للحاجة الشديدة له وكان له الأثر الاقتصادي الواضح. أما في المجال الزراعي، فلقد طرح في الأسواق عدد من المنتجات الزراعية المحورة وراثياً بالتقنية الحيوية وهي بين القبول والرفض على المستوى العالمي مما قلل من أثرها الاقتصادي وإن كان لها رواجها في الولايات المتحدة الأمريكية حيث أنها أكبر منتج للأغذية المحورة وراثياً؛ وذلك لعدم تمييز وكالة الغذاء والدواء

الأمريكية FDA بين المحور وغير المحور وراثياً من حيث إجراءات الموافقة.

وتجدر بالأشارة إلى أن الكثير من الشركات العالمية تقوم بإنتاج طرق سريعة وفعالة للكشف عن الأمراض والبكتيريا والأغذية بإستخدام التقنيات الحيوية ففي بعض الأحيان؛ بمجرد حصول باحث على براءة إختراع واحدة يعد الأمر كافٍ لبدء شركة خاصة معتمدة على تسويق هذا المنتج. لعل هذا من الأسباب التي رفعت عدد الشركات في الأعوام الأخيرة بشكل كبير ومذهل، وحتى لا يستهان بالموضوع يجدر الإشارة إلى أن مبيعات شركة من منتج واحد بالتقنية الحيوية (الإنترفيرون) يبلغ ٧٠٠ مليون دولار سنوياً.

كما تنمو الصناعات القائمة على التقنيات الحيوية بشكل سريع منذ عقدين من الزمن وبخاصة في العقد الأخير، وقد تضاعفت قيمة منتجاتها بين عامي ١٩٩٣ و ١٩٩٩ (من ٨ إلى ٢٠٢ بليون دولار أمريكي) كما أن هناك إهتمام كبير يوجه نحو هذه الصناعات سواء في مجال الدواء والزراعة أو المنتجات البيئية خاصة التي في خطوط الإنتاج حالياً. يتوقع أن يكون لهذه المنتجات الأثر القوي على المجتمعات من خلال تحسين نوعية الرعاية الصحية، والغذائية، والبيئية وبالتالي لها التأثير الكبير على الإقتصاد العالمي. نأخذ هنا مثالاً لأثرها على إقتصاد الولايات المتحدة الإمريكية في عام ١٩٩٩م.

- تم توظيف ٤٣٧٤٠٠ موظف منها ١٥٠٨٠٠ وظيفة أستحدثت من قبل شركات التقنيات الحيوية مباشرة بينما الباقي ٢٨٦٦٠٠ وظيفة لشركات مساندة وداعمة بالمواد والخدمات.

- بلغ صافي العائدات الإضافية ٤٧ بليون دولار، مع الأخذ فى الإعتبار أن جميع الشركات لم تبدأ في جني الأرباح. وبلغت حصة شركات التقنية الحيوية عشرين بليون بينما الباقي للشركات المساندة.
- تم إنفاق ١١ بليون في البحث والتطوير بشكل مباشر من قبل شركات القائمة على التقنيات الحيوية؛ ولم يشمل ما تنفقه المراكز البحثية والجامعات.
- بلغ عائد الضرائب الحكومية ١٠بليون دولار.

وجدير بالذكر أن مبيعات التقنية الحيوية عام ١٩٩٣ كان ٥٩ بليون قفز إلى ١٦١ بليون دولار عام ٢٠٠٠ بإجمالي عائد ٢٢٣ مقارنة بمبلغ قيمته ٨١ بليون دولار عام ١٩٩٣، كما أن العائد الإقتصادي يمكن أن يقاس بعدد براءات الإختراع التى منحت للشركات فلقد زادت البراءات إلى٢٥٠٠ براءة إختراع عام ١٩٩٠ إلى عشرة آلاف براءة عام ١٩٩٨ علماً أن الشركات الكبرى تسعى إلى عدم التقدم إلى الحصول على براءات إختراع سعياً إلى السرية القصوى لمنتجاتها وحتى تفوت الفرصة على الآخرين لتطوير التقنية وإمتلاكها. وهذا التسابق المحموم بين الشركات فى رفع عدد الأدوية المنتجة بالتقنية الحيوية من ما يقارب ٤٥ دواء خلال الأعوام ١٩٨٤-١٩٩٤ إلى ٨٢ دواء في عام ٢٠٠٠ في الولايات المتحدة الأمريكية.

إن مثل هذا العائد الإقتصادي للتقنيات الحيوية لم يقتصر على الدول المتقدمة فقط بل إمتد إلى الدول الأقل تقدماً علمياً وإقتصادياً، فكندا وكوريا والصين وإيسلندا لها باع طويل فى المنافسه في مجال التقانات الحيوية. وعلى سبيل المثال، فقد أصدرت الحكومة الإيسلنديه قانوناً يمنع بيع مخزونها الجيني لأي جهة خارج إيسلندا، كما أسست شركة وطنية هدفها التنسيق بين الشركات الأجنبية الراغبة فى دراسة الخريطة الجينية للشعب الإيسلندي وبين الحكومة وذلك إعتمادا على قانون الشرعية القومية الجينية العالمية الذي أصدرته الأمم

المتحدة عام ١٩٩٧م حيث قامت الحكومة بنفسها بإصدار دليل خاص بالخريطة الجينية لشعبها إلى جانب بنك جيني من أجل تصنيع أدوية خاصة بالشعب الأيسلندي من خلال شركات وطنية بالتعاون مع الشريك الأجنبي وذلك من باب الإستثمار الأمثل للموارد الطبيعية المخزونة في شعبها.

وقد دفعت العوائد الإقتصادية التي تجنيها الشركات الكبرى من التقنيات الحيوية إلى نوع من التنافس على المستوى المحلي والدولي حول تسويق المنتجات. وتخضع قدرة أي دولة على المنافسة في هذا السباق العالمي على مدى إمتلاكها للتقنية وتمكنها من تفاصيلها وأدواتها مما دفع كثير من الدول إلى وضع سياسات محددة لها لجان ومجالس وطنية عليا للإستفادة من هذه التقنيات ومخرجاتها العلمية والإقتصادية خلال العقدين الماضيين، وذلك إنطلاقاً من القناعة بأن التقنية الحيوية من مقاييس المنافسة الإقتصادية العالمية. ونتيجة لذلك فإن تسويق منتجات التقنية الحيوية لا يمكن أن تفصل عن غيرها من المنتجات على المستوى العالمي.

أهداف التنمية الألفية

تخفيف الفقر وتحسين الحياة والبيئة لبناء عالم أفضل للجميع

على الرغم من الأشواط الطويلة التي قطعت خلال العقدين الماضيين في مجال التخفيف من آثار الفقر، إلا أن ١٢ مليار شخص ما زالوا يعيشون على أقل من دولار واحد في اليوم، و٢٨ بليون من الأشخاص يعيشون على أقل من ٢ دولار في اليوم. ومن المتوقع أن تشهد السنوات الخمسين القادمة نمواً سكانياً يرفع تعداد سكان العالم من ستة مليارات إلى تسعة مليارات نسمة، علما أن ٩٥ % من هذه الزيادة ستكون في الدول النامية. وأهداف التنمية الألفية التي وافقت عليها ١٨٩ دولة عام ٢٠٠٠ من خلال قمة الألفية التي نظمتها

الأمم المتحدة تدل على مستوى غير مسبوق من التوافق على الإحتياجات اللازمة للتخفيف من الفقر بشكل مستدام.

وتمثل هذه الأهداف جدول أعمال طموح لكنه قابل للتحقيق بهدف التخفيف من الفقر، وتحسين الحياة والبيئة، وإشراك الدول المتقدمة في تحسين مستوى معيشة البشر في العالم بحلول عام ٢٠١٥ وفي هذا الإطار، تعتقد مجموعة (إيماجن نيشنز) أن أهداف التنمية الألفية ضرورية للأسراع من وتيرة التنمية، وتركيز التوجهات، وقياس التقدم في تحقيق التنمية البشرية حول العالم. ومن خلال حشد الشباب في التطلع إلى حياة أفضل لأنفسهم، ولدولهم، تهدف مجموعة إيماجن نيشنز إلى التركيز على رسالة أهداف التنمية الألفية. إننا نرى في الشباب حلولاً للمشاكل، ولاعبين نشطين في مساعدة مجتمعاتهم ودولهم لتحقيق أهداف التنمية الألفية. إذا ما أردنا تحقيق أهداف التنمية الألفية التي تسعى إلى خفض الفقر المدقع والجوع إلى النصف بحلول عام ٢٠١٥، وبناء عالم أفضل للجميع، فإن الأمر يتطلب أكثر من مجرد الالتزام بتحقيق أهداف التنمية من جانب الحكومات، ومجتمع الأعمال، والمؤسسات العالمية. وفي نهاية المطاف، يعتمد تحقيق هذا الهدف على الملايين من المواطنين العاديين في مطالبتهم بمستقبلهم، وعمل الرجال والنساء معاً لتحقيق أهداف التنمية الألفية، والإتحادات وراء رؤى مشتركة. وفي العالم النامي حيث أكثر من ٥٠ % من السكان هم ممن دون الخامسة والعشرين من العمر، أصبح من الواضح أنه يتعين على الشباب لعب دور هام في مكافحة الفقر. فالشباب لا يمثلون المستقبل وحسب، لكنهم مصدر غني بمختلف أنواع الحلول الإبتكارية اللازمة لمعالجة بعض المشاكل الأكثر ضغطاً والتي تواجهنا اليوم. ويأتي العمل الذي تقوم به مجموعة إيماجن نيشنز ليشكل مثالاً جريئاً وخلاقاً على ما

يمكن القيام به لاستغلال هذه الإمكانيات التي غالباً ما تبقى راكدة دون فائدة تجنى منها.

وهناك أهداف وغايات مستهدفة تستدعي عمل مجتمع التنمية كله:

- القضاء على الفقر المدقع والجوع.
- توفير التعليم الابتدائي عالمياً.
- تعزيز المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة.
- تخفيض نسبة الوفيات بين الأطفال.
- تحسين صحة الأم.
- مكافحة فيروس نقص المناعة البشرية المكتسب سواء الإيدز، والملاريا، والأمراض الأخرى.
- ضمان الإستدامة البيئية.
- تطوير الشراكات العالمية الهادفة إلى التنمية.

ويشتمل كل هدف من هذه الأهداف على مستويات مستهدفة ومؤشرات أكثر تحديداً وضعت وصممت لتوفير المقاييس اللازمة لتقييم التقدم الذي تحرزه الدولة المعنية في سعيها لتحقيق هذه الأهداف. كما تأتي هذه الأهداف لتكون بمثابة الإرشادات اللازمة لتطوير السياسات والبرامج المصرية والعالمية كما أنها تشتمل على التعاون بين المؤسسات العالمية (مثل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، واليونيسيف ومنظمة الصحة العالمية والمنظمة العالمية للأغذية والزراعة (FAO) والصندوق العالمي المالي والبنك الدولي ومنظمة التجارة العالمية)، والحكومات الوطنية، والبنوك، والشركات، والمجتمع المدني. كما أن الأهداف المحددة، والمستويات المستهدفة والمؤشرات الخاصة بالأهداف توفر عرضاً متكاملاً لإحتياجات التنمية البشرية الرئيسية والخصائص المتعلقة

بكل دولة على حدة. كما أن فهم التقدم و/أو التحديات في بلد ما بالنسبة لتحقيق أهداف التنمية الألفية يساعد على إيجاد تقدير متكامل ومتعدد المستويات، ومتسع القواعد للوضع الإنساني والشبابي في الدولة المعنية.

لقد أصبحت العولمة في يومنا هذا من التناقضات الفاضحة. وهناك المزيد من الروابط التي لم يسبق لها مثيل والتي تجمع بين الأسواق والأشخاص والأفكار. غير أنه وفي الوقت ذاته، هناك المزيد من الانقسامات بين الشمال والجنوب وبين الغني والفقير وبين القوي والذي لا حول له ولا قوّة. ولعلّ هذه الانقسامات تتجلى في الأرقام الإحصائية.

ووفقاً لتقرير التنمية البشرية الصادر عن الأمم المتحدة لعام ٢٠٠٣، أصبح هناك ٥٤ دولة أكثر فقراً الآن مقارنة بما كانت عليه قبل عقد من الزمان في حين أن بعض الدول الأخرى إزدهرت على نحو غير متواز. وتشهد ١٤ دولة وفاة المزيد من الأطفال قبل أن يتمّوا السنوات الخمس الأول من عمرهم. وفي ٢١ دولة أخرى، هناك المزيد من الجوع بين الأشخاص. وفي ٣٤ دولة، انخفض معدّل توقع الحياة. وعلى صعيد العالم، لم يطرأ أي تغيير إيجابي لعشر سنوات حتى الآن على عدد الأشخاص الذين يعيشون في فقر مزمن دون أمن يتوفر لهم يومياً، علماً أن النساء والأطفال هم الأكثر معاناة في هذا الوضع. ولا يستطيع أي شخص بعد الآن أن ينكر بأن الاضطرابات في منطقة ما يمكن أن تنتشر بسرعة لتعمّ المناطق الأخرى وبأشكال عديدة منها الإرهاب، والصراعات المسلحة، والتراجع البيني، أو المرض كما يظهر في هذا الإنتشار السريع لمرض الإيدز حول الكرة الأرضية وفي نطاق جيل واحد فقط.

وعلى الرغم من وضوح الروابط والعلاقات، إلا أننا نبدو وكأننا بمعزل عن إيجاد الطرق الكفيلة بمعالجة المشاكل العالمية بطريقة منسّقة حيث يتم

إقتسام الأعباء والمسئوليات. ووفقاً لمشروع ٢٠٠٥ للألفية الذي تنفذه الأمم المتحدة، فإن منطقة جنوب الصحراء الأفريقية والتى تشكل المركز الرئيسى للأزمة حيث يستمر غياب الأمن الغذائي وإرتفاع نسبة الفقر المدقع وإرتفاع معدل وفيات الأمهات والأطفال بشكل يبعث على الذهول، والأعداد الكبيرة من الأشخاص الذين يعيشون في الأحياء الفقيرة، وإنتشار عدم تحقيق أهداف التنمية الألفية. ومن أجل التغلب على تلك العقبات التنموية لتفعيل دور البحوث والتكنولوجيا قد ساعدت هيئة التنمية المستدامة في منظمة الأغذية والزراعة الدول الأعضاء على وضع ومواصلة نظم البحوث الزراعية الوطنية الفعالة، والتى تتسم بالكفاءة ذات الصلة لإستنباط تكنولوجيات ملائمة وتكييفها ونقلها من أجل تحسين نظم الإنتاج المحسنة والمستدامة في مجالات الزراعة والغابات ومصايد الأسماك. كما أنها تساعد نظم البحوث الزراعية الوطنية وشبكاتها على وضع السياسات والإستراتيجيات الملائمة في مجال البحوث الزراعية وتعبئة الموارد المتاحة بطريقة متسقة، وإقامة علاقات وشراكات فيما بين أصحاب الشأن ذوى الصلة على المستويات الوطنية والعالمية والدولية في مجال سلسلة البحوث الزراعية والتكنولوجيا.

وتوفر هيئة التنمية المستدامة القيادة المهنية في تحديد ومعالجة القضايا الرئيسية ذات الصلة بالتنمية المستدامة، فضلا عن وضع سياسات وإستراتيجيات وبرامج منظمة FAO المتكاملة موضع التنفيذ في مجالات إختصاصها. كما أنها تتحمل مسؤولية تشمل منظمة FAO بأكملها فيما يتعلق بتعزيز قدرات البحوث والتكنولوجيا المؤسسية في البلدان الأعضاء وإقامة الإتصال بين منظمة FAO ومراكز الجماعة الإستشارية للبحوث الزراعية الدولية. كما حددت العديد من عمليات التحليل والتقييم التي أجرتها منظمة FAO وغيرها من المنظمات لأداء نظم البحوث الزراعية الوطنية في البلدان

النامية بصورة مستمرة وفرضت قيودا خطيرة في تخطيط البحوث الزراعية وإدارتها المالية، وفي تنظيم وإدارة المؤسسات البحثية وفي إستراتيجيات نقل التكنولوجيا. وإستنادا إلى هذه النتائج وبالاقتراب مع التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية وفي تكنولوجيات المعلومات والإتصال، وضع برنامج عمل البحوث والتكنولوجيا حول ثلاثة توجهات استراتيجية هي:

- تعزيز المؤسسات بإستخدام المفاهيم والمنهجيات والمواد التدريبية اللازمة لصياغة السياسات، والتخطيط الاستراتيجي والبحوث الزراعية وتطوير التكنولوجيا بما في ذلك التكنولوجيا الحيوية والسلامة الحيوية، وتنظيم وإدارة مؤسسات البحوث الزراعية ونظمها وتقييم الإحتياجات من التكنولوجيا، وتكييفها وتقييمها ونقل التكنولوجيات الملائمة.

٢- تقاسم المعارف ونشر المعلومات في مجالات إستحداث التكنولوجيا وتقييمها ونقلها، بما في ذلك التكنولوجيا الحيوية بإستخدام تكنولوجيات المعلومات والإتصال في وضع قواعد بيانات التكنولوجيا ونظم إدارة المعلومات ومصادر التمويل، وأدلة مؤسسات البحوث الزراعية، وبروتوكولات التكنولوجيا الحيوية والسلامة الحيوية ونشاطات دعم الإتصالات، مثل أدوات الإتصال بنظم البحوث الزراعية الوطنية والمؤتمرات عن طريق البريد الإلكتروني.

٣- بناء الشراكات ودعم البحوث العالمية بما في ذلك توسيع نطاق أصحاب الشأن المعنيين بنظم البحوث الزراعية الوطنية لتيسير الصلات المشتركة بين التخصصات والقطاعات والمؤسسات وترويج التحالفات الاستراتيجية فيما بين المعنيين بالبحوث الزراعية والتكنولوجيا في مجالات القطاعين

العام والخاص وتوفير الدعم للمنظمات العالمية التابعة لنظم البحوث الزراعية الوطنية.

وأكدت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أن خبراء العالم في الزراعة والبيئة والإقتصاد قد إتفقوا لأول مرة على برنامج عمل حول التنمية الزراعية المستدامة، للحد من الجوع والفقر والنهوض بالبيئة في البلدان النامية، ودعوا الحكومات الى إعطاء الأولوية بشأن الإنفاق العام على المرافق العامة في المناطق الريفية كالطرق وبناء أخرى. ولقد دعا برنامج العمل الذي حمل عنوان إتفاقية بيجينج الجماعية بشأن مستقبل الزراعة والمناطق الريفية في العالم الحكومات الى إقرار الدور الحيوي لقطاع الزراعة والمجتمعات الريفية، في مجمل سياق النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة. كما دعا الى الإستثمار في قطاعي الزراعة والتنمية الريفية، على إعتبار أن ذلك يمثل مسألة حاسمة لتحسين مستوى المعيشة على الاطلاق، لاسيما وأن غالبية الفقراء والجياع يعيشون في المناطق الريفية.

إذن فالمطلوب إحراز تقدم علمي بشأن الطاقة البيولوجية وإرساء برنامج عمل لتحقيق تقدم علمي وبصورة عاجلة بشأن تحويل الطاقة البيولوجية الى وقود تجاري لتفادي معادلة الوقود للأغنياء والغذاء للفقراء، ولا سيما وأنه قد إزدادت الآن إمكانيات إستخدام المنتجات الزراعية وبقاياها كمصدر للوقود البيولوجي مع إرتفاع تكاليف الطاقة، لذلك لا بد من إستغلال تلك الامكانيات. ويؤكد برنامج العمل من جديد على جدول أعمال الدوحة للتنمية الذي يقر بمتطلبات الأمن الغذائي والتنمية الريفية بالنسبة للبلدان ذات الدخل المنخفض. كما يدعو الى إفساح قدر أكبر من المرونة أمام البلدان الفقيرة، كي تواجه الموجات الهامة والمفاجئة من الواردات.

أيضاً ومن جانب آخرٌ ضرورة بناء قاعدة علمية زراعية قوية مع الأخذ بعين الإعتبار المشاكل الخطيرة القائمة في جنوب الصحراء الكبرى، وهناك اتفاقيات تدعو البلدان الأفريقية الى بناء قاعدة زراعية علمية قوية تضمن الأمن الغذائي لشعوبها حيث أن الزراعة بالنسبة للجزء الأعظم من أفريقيا ستكون بمثابة المحرك الأساسي للنمو الإقتصادي. وقد كشفت تجربة كل من الهند والبرازيل والصين عن أن الأمر يتطلب بعض الوقت لبناء راس المال البشري والمؤسسات العلمية الفاعلة. ويُشير برنامج العمل أيضاً الى أن المناطق الريفية الهامشية والشعوب المهمشة التي تعتمد على الزراعة في كسب رزقها، لم تتلق نصيبها العادل من الموارد العامة. وإستنادا الى اتفاقية بيجينغ فان إدخال التحسينات على الإنتاجية الزراعية وتأمين مجالات أوسع أمام الأسواق يُعد أمراً جوهرياً إذا ما أريد تحسين مستوى معيشة هذه الشعوب. ويدعو برنامج العمل الى وضع إستراتيجية ذات مسارين، الأول: الإستثمار لخلق فرص كسب الدخل، والثاني: إستثمار شبكات الضمان الإجتماعي بما يعزز مستقبل الشعوب المهمشة نحو الأفضل.

ب- الأبعاد الأخلاقية للتقنية الحيوية

Biotechnology and Infrastructure Ethics

في شهر سبتمبر من عام ١٩٩٩ دعت جامعة هارفارد إلى مؤتمر دولي حول التقنية الحيوية والإقتصاد العالمي، وكان من إبرز النتائج المستخلصة من المؤتمر هو التخوف الشعبي من آثار بعض التقنيات الحيوية خاصة على الجانب الزراعي نظراً لحداثة التجارب في هذا الجانب وعدم خضوعها للدراسة الدقيقة للآثار بعيدة المدى لتلك التقنية. ومن خلال المؤتمر وجد أن هناك جدل حول بعض التقنيات الحيوية نظراً لغياب المراجعات الدقيقة والمتوازنة حول الآثار البيئية والصحية لها. إن مثل هذه المراجعات لابد أن

تمتد إلى غيرها من التشريعات كحقوق الملكية الفكرية وإنعكاسات التقنية على الدول النامية. مثل هذه المراجعات النزيهة والشفافة يمكن أن تبني الثقة بين المتحمسين والمتخوفين من تلك التقنية. ومن القضايا الشائكة في هذا الإطار:

- مدى أمان الأغذية المحورة وراثياً على المدى البعيد.
- أبحاث الخلايا الجذعية خاصة بإستخدام الأجنة.
- حماية الحقوق لمكتشفي جينات محددة بشرية أو غير بشرية.
- حقوق العامة في الدخول إلى قواعد بيانات المادة الوراثية للجين البشري.
- العلاج الجيني.
- الإنسال (أو ما يسمى الإستنساخ).

ويمكن القول أن الإستفادة من التقانات الحيوية قد يقف أمامها بعض العوائق من إبرزها التكلفة العالية نسبياً لتأسيس المعامل والتجهيزات مع الحاجة إلى قضاء وقت ليس بالقصير للوصول إلى مرحلة جني الأرباح. كما أن القيود التي تفرض من الدول مالكة التقنية أمام الدول النامية (لأسباب إقتصادية وسياسية) يؤخر إنتقال التقنية إلى الدول النامية. وعدم تدريس المواد الأساسية للتقنية الحيوية في المدارس الثانوية والجامعات أحد أهم العوائق وهذا بدوره يؤدي إلى عدم كفاية الكوادر العلمية والفنية المؤهلة. إن عدم توافر الدراسات الكافية عن الموارد المتاحة وضعف عنصر المخاطرة لدى المستثمر يعيق إستثمار التقانات الحيوية. وأخيراً عدم الإدراك الشعبي والرسمي (الوعي الإقتصادي) يقف أحياناً حائلاً أمام التقنية.

" إن التقنية الحيوية خيار ممكن الآن وقد لا يكون ممكناً في المستقبل "