الفصل الثاني عشر

استخدام التقنيات الحديثة في إنتاج المحاصيل

Modern techniques in crops production

تتحدد إنتاجية الأنواع النباتية بالعوامل الوراثية، التي عادة ما تتفاعل مع العوامل البيئية السائدة خلال موسم النمو، ويتوقف بلوغ الطاقة الإنتاجية الكامنة على مدى التوافق بين العوامل الوراثية والمتطلبات البيئية. وتتسم العوامل المناخية عادة بالتباين من موقع لآخر وعبر مواسم النمو ضمن الموقع الواحد، ويسبب التبدل الحاصل في الظروف المناخية تذبذباً في الإنتاج الزراعي. تسبب التبدلات المناخية المستقبلية، المتمثلة بارتفاع تركيز الملوثات الجوية، وخاصة غاز الفحم (CO_2) وما يرافقه من ازدياد مضطرد في درجات الحرارة، إمكانية تعرض نباتات الأنواع المحصولية إلى العديد من الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses (الجفاف، الحرارة المرتفعة، تغدق التربة، ملوحة التربة. إلخ) والإجهادات الأحيائية Biotic stresses (الحشرات، الفطريات، الفيروسات، الأعشاب. إلخ)، التي يمكن أن تؤثر سلباً في كفاءة نباتات الأنواع المحصولية الإنتاجية، ويصبح الإنتاج الزراعي جراء ذلك غير كافٍ لتأمين الحاجات البشرية المتزايدة من الغذاء والكساء، ويستدعي تحقيق التنمية المستدامة والاكتفاء الذاتي، ضرورة تضييق الفجوة الغذائية من خلال تحسين إنتاجية الأرض والمحصول. ويتوقف ضمان الحصول على غلة ونوعية جيدة من المحاصيل الزراعية في الوقت الراهن على استخدام التقنيات الحديثة في الإنتاج الزراعي مثل تطبيق التقانات الحيوية والهندسة الوراثية لتحسين الغلة ونوعية المنتج الزراعي، واستخدام المكننة الزرعية والممارسات الزراعية الحديثة.

أولاً- التحديث الزراعي: Agricultural modernization

تعتبر الزراعة من أقدم الصناعات المكونة للاقتصاد العالمي، وقد شهدت تحولاً كبيراً في القرن العشرين خاصة خلال النصف الثاني منه، حيث تطورت أساليب الإنتاج

Generated by CamScanner

والتخصص، وكان ذلك في كل من الدول النامية والدول المتقدمة، ولكن بدرجات متفاوتة، وتستوعب الزراعة على المستوى العالمي حوالي 1.3 مليار عامل، وتنتج سلعاً مختلفة تبلغ قيمتها 1.3 تريليون دولار سنوياً، ورغم اتساع مساحة الأرض المزروعة في العالم بحوالي 10% فقط خلال الأربعين سنة الماضية، إلا أن نصيب الفرد من المواد الغذائية ارتفع بنسبة 25% فقط خلال نفس الفترة رغم زيادة تعداد السكان العالم بنسبة 90%؛ ويرجع ذلك إلى التطور الذي تمّ في قطاع الزراعة في مجال طرق الإنتاج وأساليبه، ما أدى إلى انخفاض أسعار المواد الغذائية بنسبة 20%، وأصبحت تكاليف الغذاء لا تمثل سوى 14% من دخل الأسرة في الدول الغنية (FAO, 2008).

ولقد تأثرت الزراعة كغيرها من النشاطات الأخرى بالتقدم التكنولوجي، وتعرضت في نفس الوقت لبعض القيود السياسية والاقتصادية فأصبح قطاع الزراعة مطالباً بإنتاج مواد غذائية بتكاليف منخفضة، وفي نفس الوقت مراعاة الاعتبارات المتعلقة بالحفاظ على البيئة، وسلامة الأرض والحيوانات وصحة المستهلك، وفي ظل التطور الذي لحق بالزراعة أصبح المزارعون في معظم دول العالم مطالبين بالاستجابة لعوامل السوق، ومراعاة مطالب المستهلك النهائي للمنتج الزراعي، والملاحظ أن التطورات التي مرت بها الزراعة – ولا تزال – قد غيّرت شكلها وحولتها إلى صناعة متعددة الفروع، ولا تقف عند حدود المزرعة بل تتعداها إلى معامل الإعداد والتجهيز والتصنيع، هذا بالإضافة إلى صناعة المخصبات وإمداد المزارعين بها، وتوفير الآلات الزراعية لهم، ويضاف إلى ذلك التسويق، حيث يبدأ النشاط الزراعي بالبذرة سواء الطبيعية أم المعدلة وراثيّاً وينتهي بمنافذ التجزئة، وتحول شكل النشاط الزراعي من سلسلة من الحلقات التي كانت تبدأ بالمزرعة وتنتهي بالمستهلك النهائي للسلع الزراعية إلى شبكة معقدة من موردي مستلزمات الإنتاج، والقائمين بعمليات التجهيز للسلع المنتجة، والمصنعين والمسوقين لها، كل هذه عوامل وتطورات أدت إلى تحسين الناتج الزراعي وزيادة دخل القائمين على العمل بالقطاع الزراعي. إن إدخال

Generated by CamScanner

المكننة الزراعية في الدول النامية أمر مهم باعتبارها تطوراً مهماً في الاستغلال الأمثل والأكفأ للموارد الزراعية من جهة، ومن جهة أخرى إن تطبيق التقانات الحديثة للمكننة الزراعية في زراعة الدول النامية ستؤدي حتماً إلى زيادة الإنتاج وتحسينه. إن مفهوم المكننة الزراعية يشمل كل مفاصل العملية الزراعية للإنتاج النباتي ابتداء من تهيئة التربة مرورا بالزراعة وخدمة المحصول وصولا إلى الجني والحصاد ونقل وخزن وتصنيع وتعليب المنتج.

كما أن استعمال تقنيات الري الحديثة كالري بالرذاذ والري بالتنقيط هي من أهم مفاصل المكننة الزراعية الحديثة وذلك نظراً لشح المياه وعدم انتظام توزيعها. يُساعد تطبيق نظام الزراعة بدون فلاحة أو ما بات يعرف بتقانة الزراعة الحافظة Conservation agriculture بدلاً من نظام الفلاحات العميقة التقليدية السنوية في تقليل تكاليف الإنتاج من خلال تقليل تكاليف الآلات الزراعية اللازمة للفلاحة وتكاليف صيانة الآلات، والوقود المستعمل خلال عمليات تحضير الأرض، وخاصة إذا ما استعملت هذه التقانة لجميع المحاصيل المزروعة، ولعدة سنوات متتالية.

ثانياً- التطبيقات الحديثة في الإنتاج الزراعي:

Modern techniques in agricultural production

ظهر مفهوم التكنولوجيا الحديثة في إنتاج محاصيل الحبوب النجيلية والبقولية والمحاصيل الصناعية المهمة جداً مع نهاية القرن العشرين، والتي عن طريق تطبيقها الصحيح يتم الحصول على مردودية اقتصادية عالية تتفوق على النفقات الكبيرة التي تحتاجها، مع الإشارة هنا إلى أنها بحاجة للتحديث والتجديد والتطوير المستمر لها بهدف زيادة فعاليتها بصورة مستمرة، ما يعني الحاجة إلى وضع التكنولوجيا الخاصة بكل محصول ولكل منطقة زراعية على حده، بحيث يتم العمل على الاستخدام الأمثل لكافة متطلبات المحصول الزراعية من أصناف جديدة محسنة، والزراعة في التربة المناسبة،

Generated by CamScanner

ومعدلات ومواعيد تسميد وري، مكننة زراعية، مواد مكافحة، وأخيراً توفر الأيدي العاملة الخبيرة. **ومن أهم هذه التطبيقات:**

1-تعقيم التربة Soil sterilization: يعد تعقيم التربة من أهم العمليات الزراعية المتبعة أثناء إعداد وتجهيز الأرض لزراعة بعض المحاصيل الزراعية في الحقل أو البيوت المحمية التي تؤثر بشكل كبير في الإنتاج الزراعي. حيث تساعد الظروف البيئية المختلفة من ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة إلى زيادة الأمراض في التربة، ومن أهم طرق تعقيم التربة الطبيعية المستخدمة، التعقيم بالإشعاع الشمسي Soil solarization، تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة عن الأشعة الشمسية النافذة من خلال الغطاء الأرضي في تسخين التربة بهدف القضاء على بذور الأعشاب ومسببات الأمراض للنباتات من فطريات وحشرات.

2- التسميد الحيوي Biological fertilization: من الطرق الجديدة لزياد الإنتاج الزراعي، التسميد الحيوي وهي طريقة غير مكلفة وسهلة الاستخدام وتنقسم إلى أسمدة مثبتة للآزوت الجوي وتعمل على خفض التسميد الآزوتي بنسبة 20%، بكتريا الفوسفور التي تعمل على خفض الأسمدة الفوسفورية بنسبة 50%، بكتريا البوتاسيوم والتي تيسر البوتاسيوم بنسبة 20%، وهذه المركبات لا تعمل فقط على خفض الأسمدة بل على زيادة الإنتاج الزراعي، فقد أدى استخدام بكتريا الآزوت مع بكتريا الفوسفور إلى زيادة محصول البازلاء بأكثر من 50% والقمح بأكثر من 20%، ومحاصيل زراعية أخرى، وذالك لان هذه البكتريا تفرز فيتامينات وأحماض تعمل على تعديل pH التربة لتجعلها مناسبة لامتصاص العناصر.

3- الري بالتنقيط Drip irrigation: يضاف الماء في هذه الطريقة من الأنابيب الممددة عبر فتحات صغيرة قابلة للتعبير على شكل نقاط مائية، وكثيراً ما تستخدم هذه الطريقة في

Generated by CamScanner

حقول الأشجار المثمرة وضمن البيوت البلاستيكية، من أهم فوائد هذه التقنية انتظام توزيع المياه بالحقل، وزيادة التحكم بكمية المياه المضافة عن غيرها من الطرق، وتوفير كميات كبيرة من مياه الري قد تصل حتى 80% مقارنة مع طريقة الري بالغمر التقليدية، وزيادة استغلال المساحة المزروعة من الأرض إذ أن هذه الطريقة لا تحتاج لإنشاء قنوات ري بين المساكب. يمكن مع هذا النظام زراعة المحاصيل الزراعية ذات العائد الاقتصادي المرتفع لتعويض التكلفة العالية للري بالتنقيط مثل القطن والشوندر السكري والبندورة والبطاطا والفريز.

4- تقانة المكافحة المتكاملة للآفات Integrated pest management: تعد الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) النهج الذي يستخدم من خلاله المزارعون توليفة الخيارات الأكثر كفاءة لوقاية المحصول من الإصابة بالحشرات والأمراض. ويساعد استخدام طائفة من الخيارات مثل الأصناف المقاومة، والمكافحة الحيوية، والممارسات الزراعية المناسبة، والدورات الزراعية على التخفيف من المكافحة الكيميائية ووضع شروط صارمة لاستخدامها، الأمر الذي يحقق الفائدة لصحة الإنسان والبيئة. ففي عام 2001، واصل علماء إيكاردا جمع المعرفة والمعلومات حول الآفات والحشرات التي تشكل تهديداً لمنطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا بأسرها. وكشفت دراسات أخرى تناولت الأعداء الطبيعية لآفة السونة، وهي حشرة تهاجم محصولي القمح والشعير، عن إمكانيات مهمة للمكافحة الحيوية. وتم استرساء مواقع رائدة لتحديد وإقرار أفضل خيارات متوقعة للإدارة المتكاملة للآفات في تلك المواقع. وتمّ تطوير برنامج للإدارة المتكاملة للأمراض من أجل وقاية الحمص من الإصابة الفطرية بلفحة الأسكوكيتا في مناطق عمل إيكاردا.

5-الزراعة العضوية Organic farming: الزراعة العضوية هي نظام إنتاجي يتحاشى أو يستبعد المخصبات المركبة صناعيا والمبيدات الحشرية ومنظمات النمو وإضافات العلف الحيواني. وتعتمد نظم الزراعة العضوية إلى أقصى حد ممكن على نظام الدورات الزراعية

Generated by CamScanner

(تعاقب المحاصيل) ومخلفات المحاصيل والسماد الحيواني والبقول والأسمدة الخضراء والمخلفات العضوية للمزرعة والأساليب البيولوجية، كمكافحة الآفات للمحافظة على إنتاجية التربة الزراعية وطبيعتها وتوفير العناصر الغذائية للنبات ومكافحة الحشرات والآفات الأخرى. إن تقييم الزراعة العضوية يجب أن يكون على أساس تأثير هذه الزراعة على المنتج الغذائي وعلى البيئة. أما فيما يتعلق بالمنتج الغذائي فإن الزراعة العضوية تعتبر أقل احتواءً على المبيدات الكيميائية والنترات من الزراعة التقليدية، كما تعتبر أغنى بالبروتينات والفيتامينات والسكريات والحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور. وفيما يتعلق بالبيئة فالزراعة العضوية تقنية صديقة للبيئة وتساهم في تحسين الصحة العامة للإنسان.

6- **التكثيف الزراعي Agricultural intensification**: يُعرَّف التكثيف الزراعي بأنه تكثيف العائد من استخدام الموارد. والمعروف أن محددات التوسع الزراعي هي الأرض والماء، لذا فالتكثيف الزراعي يتم عن طريق زيادة الإنتاج من وحدة المساحة من الأرض أو وحدة المتر المكعب من الماء أو كليهما إلا أنه في بعض الحالات يعتبر تكثيف إنتاجية عنصر العمل ورأس المال من عوامل التكثيف الزراعي. ويتم التكثيف الزراعي من خلال تطبيق الآليات التالية:

أ- زيادة إنتاجية المحاصيل النباتية لوحدة المساحة من الأرض والمتر المكعب من الماء، وترتكز الجهود المبذولة لزيادة إنتاجية المحاصيل النباتية على تربية أصناف نباتية جديدة ثم إدخال هذه الأصناف والسلالات في ظروف إنتاج أفضل تمكنها من تحقيق ما تتيحه لها طاقاتها الوراثية.

ب- زيادة المحاصيل المزروعة في نفس مساحة الأرض في نفس السنة، أو ما يعرف بتكثيف المحصول. إلا أن هذا التكثيف لا يمكن أن يتم إلا بعد توفر مجموعة من العوامل مثل الظروف المناخية الملائمة ومياه الري والعمال وخصوبة الأرض وشروط متعلقة بطبيعة المحاصيل.

Generated by CamScanner

ج- التحول من المحاصيل الزراعية الأقل قيمة نقدية إلى المحاصيل النقدية Cash crops.

د- صناعة الزراعة Agriculture industry، وهي درجة عالية من التكثيف الزراعي، وتتم عن طريق زراعة العديد من المحاصيل في بيوت ضخمة وظروف خاضعة للتحكم فيها من الحرارة والرطوبة والإضاءة ومكافحة الأمراض.

ثالثاً- استعمال الهندسة الوراثية لتحسين نوعية المحاصيل:

Application of genetic engineering for improving crops quality

مع التطور المذهل والسريع في شتى المجالات العلمية الحديثة، كان من الطبيعي أن تتغير المفاهيم والأساليب التقليدية المستخدمة في تربية النباتات المختلفة من محاصيل وفاكهة ونباتات طبية وعطرية أو نباتات زينة، حيث تتركز معظم الأبحاث الجارية الآن في المعاهد والمختبرات على إنتاج أنواع جديدة من النباتات والبذور القادرة على مضاعفة الإنتاج كماً ونوعاً، والملائمة في نفس الوقت للظروف البيئية المحلية، وذلك باستخدام الهندسة الوراثية. إن الهندسة الوراثية Genetic engineering هي طريقة حديثة جداً في عملية نقل الصفات الوراثية ميكانيكياً من كائن حي إلى آخر حتى ولو لم يكن بينهما قرابة وهذا ما يميزها عن نقل الصفات الوراثية عن طريق التهجين Crossing والذي يتطلب وجود صلة قرابة بين الكائنين وهو ما يطلق عليه التربية التقليدية للنبات. وتشير النتائج الأولية لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة إلى أن إجمالي المساحة التي تزرع فيها المحاصيل محورة وراثيا قد بلغ 44.2 مليون هكتار تقريباً عام 2010. وتقع نسبة 75 % من هذه المساحة في البلدان الصناعية. وتتكون أكثرية المزروعات من أربعة محاصيل هي فول الصويا والذرة الصفراء والقطن والكانولا. لقد طورت الهندسة الوراثية أكثر من 60 نباتياً من محاصيل الحبوب والبقوليات والمحاصيل الدرنية والخضار والأشجار، إضافة للإجهادات الأحيائية (بكتريا، فطور، فيروسات، نيماتودا) واللاأحيائية (ملوحة، جفاف). عموماً، يتم تحوير أو تعديل هذه النباتات وراثياً لغرضين أساسيين هما:

Generated by CamScanner

1- تقليل تكاليف إنتاج هذه النباتات وذلك بجعلها مقاومة للأمراض والآفات.

2- تحسين جودة المنتج بتحسين المظهر والمكون الغذائي للصفات المتعلقة بالتصنيع والتخزين.

يتم إنتاج المنتجات المعدلة وراثياً باستعمال تقنيات الهندسة الوراثية، حيث يتم أولا تحديد الجين المسئول عن الصفة المرغوبة ثم يتم عزله ومن ثم إدخاله إلى الكائن الحي (المستقبل) وبعد أن يندمج الجين الجديد في المادة الوراثية للنباتات المهندسة وراثيا يمكن إكثار الخلايا التي نجح فيها اندماج الجين الجديد، ومن ثم عبر طرق زراعة الأنسجة، يمكن إنتاج نباتات كاملة من تلك الخلايا وتصبح هذه النباتات معدلة وراثياً Transgenic plants. وبمجرد تثبيت هذا الجين في النبات المهندس وراثياً يمكن نقله إلى أصناف أخرى من نفس المحصول وذلك باستعمال الطرق التقليدية لتربية النبات بطريقة التهجين والتهجين الرجعي.

من أمثلة الجينات التي تم نقلها هي جينات (Bt) المقاومة للحشرات والتي تم نقلها من بكتريا تعيش في التربة تُسمى (Bacillus thuringiensis) وهذا النوع من البكتريا يقوم بصنع مواد سامة ضد يرقات الفراشات التي تصيب الذرة الشامية، وبعض منها له أضرار مميتة على أنواع أخرى من الحشرات. وبعد أن تم نقل هذه الجينات إلى المادة الوراثية لمحصول الذرة، أصبحت هنالك المقدرة لنباتات هذا المحصول المهندس وراثياً لمقاومة الحشرات التي تصيبه.

أهم منجزات الهندسة الوراثية في تحسين جودة ونوعية المنتجات من الناحية الغذائية:

1- رفع القيمة الغذائية Nutritional value لمنتجات نباتات المحاصيل: من المعروف أن نسبة حمض اللايسين الأميني منخفضة في بروتين الذرة الشامية الأمر الذي يجعل دقيق الذرة مصدراً غير كامل للبروتين في غذاء الانسان. ومن الممكن هندسة نباتات الذرة وراثياً لتنتج صنفا به نسبة عالية من هذا الحمض بشرط أن يتركز الحمض في الحبوب

Generated by CamScanner

وليس في الأوراق. ولقد نجح بالفعل نقل جين خاص بالبروتين الرئيسي. وبذلك يمكن رفع القيمة الغذائية لمنتجات بعض المحاصيل الحقلية وذلك بإضافة جينات ملائمة ماخوذة من نباتات أخرى.

2- إنتاج الأرز الذهبي Golden rice: تمكن العلماء مؤخرا من نقل ثلاثة جينات من النرجس البري وإحدى البكتريا إلى سلالة أرز لتنتج أرز أصفر اللون غنياً بالصبغة الصفراء (ß-carotine) الذي يحوله جسم الإنسان إلى فيتامين A، والمعروف أن النقص في هذا الفيتامين عند الأطفال يؤدي إلى ضعف النظر والعمى، ولقد قررت الشركات المنتجة لهذا الأرز مؤخرا تقديم هذه التقنية لمن يرغب من العالم الثالث لإغناء الأرز بهذا الفيتامين.

3-تحسين صفات أخرى لبعض المحاصيل: بواسطة الهندسة الوراثية تم إنتاج طماطم تسمى فليفر سيفر (Flavr Savr) من قبل شركات أمريكية، هذه الطماطم المهندسة وراثياً لا تختلف عن الطماطم المألوفة في القيمة الغذائية ولكنها يمكن أن تبقى معروضة على الرف بضعة أسابيع دون أن تفسد. وتُبذل الآن جهود كبيرة لنقل الجين المسئول عن هذه الصفة إلى الكثير من الفواكه والخضراوات لمنع فسادها السريع.

4- كذلك أمكن عن طريق الهندسة الوراثية تغيير التركيب الكيميائي لدرنات البطاطا بجين منقول من بكتريا (E. coli) ليرفع كمية النشا بنسبة 20%. ويجري العمل على إضافة حمضي اللايسين والتربتوفان الأمينيين إلى حبوب الذرة الشامية. وحمض السيستين والمثيونين في بعض البقوليات. ولقد تمكنت شركة مونسانتو (Monsanto) من نقل الجين الأزرق (Blue gene) إلى نبات القطن من أجل تأمين حاجة أسواق (بلوجينز) بحيث أمكن تصنيع قماش أزرق من هذا القطن دون أن يحتاج إلى صبغة ولونه ثابت.

5- تحسين الجودة Quality improvement: لقد تركزت أبحاث الهندسة الوراثية في الجيل الثاني للنباتات المعدلة وراثياً لتحسين الصفات الغذائية والجودة والملائمة لعمليات

Generated by CamScanner

التصنيع المختلفة. لقد تمكن العلماء والباحثون من إنتاج محاصيل معدلة وراثياً فيها كميات إضافية من الفيتامينات والمعادن، وهذا النوع من العناصر الغذائية يحتاجها الإنسان الذي يعيش في الدول النامية، حيث يعاني من فقر الغذاء الذي يتناوله. ولكن نجاح هذه التقنيات وفائدتها ليس فقط لإنسان الدول النامية بل أيضاً سوف يستفيد إنسان الدول الغنية وذلك بحصوله على منتجات محاصيل مهندسة وراثياً خالية من الآثار الضارة بالصحة نتيجة لوجود بعض الدهون والبروتينيات بها. مثال ذلك إنتاج أصناف من فول الصويا تحتوي على دهون صحية منقوصة فيها نسبة الأحماض الدهنية.

قد تكون الهندسة الوراثية في النباتات مفيدة للعالم العربي لحل متطلبات المشاكل الزراعية، كمقاومة النبات للحشرات والأمراض والفيروسات وتحمل مبيدات الأعشاب والملوحة والجفاف وتحسين النوعية (تأخير النضج، تحسين القيمة الغذائية والصناعية وإطالة فترة التخزين). ورغم منافع النباتات المعدلة وراثياً فهناك بعض القضايا التي يجب أخذها بعين الاعتبار في البلدان العربية قبل إدخال هذه النباتات تجارياً. القضية الأولى انتقال المورثة من النباتات المعدلة وراثياً إلى الأنواع البرية. ووجود فرصة لنقل الصفة المحسنة كمقاومة الحشرات وتحمل المبيدات الحشرية للأعشاب، القضية الثانية التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار أيضاً القضية الاقتصادية والاجتماعية لأن استخدام مثل تلك النباتات المعدلة وراثياً يمكن أن يؤثر بطريقة ما أو أخرى على معيشة العديد من المزارعين أو العمال المعتمدين على الزراعة التقليدية والمحاصيل المحلية.

رابعاً- **استخدام الطفرات في تحسين المحاصيل:**

Utilization of mutations on crop improvement

الطفرات هي تبدلات وتغيرات فجائية، تطرأ على المادة الوراثية، فتغير من خصائص وصفات الكائن الحي، وهي تحدث بنسبة ضئيلة في الطبيعة، وتورث عبر الأجيال. لقد أعطى أنصار تربية النبات باستخدام الطفرات الانطباع بأن الطفرة هي الطريقة الجديدة

Generated by CamScanner

التي تعتمد عليها عملية إحداث ثورة في تربية النبات كتقانة أخرى إضافية تضاف إلى ذخيرة تقانات مربي النبات. لقد كشف Mick عام (1969) 77 صنفاً تعود في أصلها مباشرة إلى برامج تحريض الطفرات كان 11 منها في الشعير و28 في نباتات الزينة و38 في محاصيل أخرى، ولعل النجاح الأكثر جاذبية كان سلسلة صفات انتصاب النبات أو قوامه (التقزّم، قصر القش، المقاومة للرقاد) وهي طفرات في الشعير أبدعها المربون السويديون. تستخدم الطفرات كوسيلة فعالة وسريعة لزيادة التباين صناعياً وبالتالي الوصول إلى أكبر عدد من التصنيفات الوراثية في داخل صنف واحد متجانس وخصوصا المحاصيل الذاتية التلقيح Self pollinated crops، ومن أهم طرق الاستخدام:

1- الاستخدام المباشر للطفرات النافعة حيث يمكن بعد انتخابها والتأكد من ثبوت صفاتها على عدة أجيال إكثارها واعتبارها صنفاً جديداً.

2- التهجين بين الطفرتين نافعتين تتميز فيها كل منها باحتوائها على صفة اقتصادية.

3- التهجين بين الطفرات المتفوقة في صفة مرغوبة مع صنف تنقصه هذه الصفة.

4- استخدام الإشعاع أو الطفرات الكيميائية كوسيلة لإحداث التضاعف في عدد الصبغيات في المحاصيل التي تعد فيها ظاهرة التضاعف اقتصادية ومرغوبة.

5- تستعمل المطفرات الطبيعية لتحقيق بعض الأغراض الخاصة في برامج التربية وأهمها:

أ- أنتاج الأفراد الأحادية الصيغة الصبغية Haploids.

ب- إحداث التكاثر البكري في بعض الأنواع بطريقة صناعية.

ج- استخدام الإشعاع في التغلب على عدم التوافق في التهجينات بين الأنواع.

د- استخدام الطفرات المستحدثة في الدراسات الخاصة بالعمليات الوراثية والمورفولوجية، والفسيولوجية، والبيوكيميائية في نباتات المحاصيل.

Generated by CamScanner

استحداث طفرات محصولية عالية الإنتاج ومقاومة للآفات: يستخدم التشعيع في استحداث طفرات محصولية ذات صفات مرغوبة وعالية الإنتاجية مما يساهم في دعم الاقتصاد القومي ودعم الأمن الغذائي، ومن أمثلة ذلك:

1- تمّ استحداث طفرات جديدة ذات عائد إنتاجي عالٍ من زيت السمسم يصل ما بين 220-300% من إنتاجية البذور العادية. ويمكن زراعة هذه الطفرات في مناطق الاستصلاح الجديدة.

2- أسفرت جهود البحث والتطوير والاستنباط على مدى خمسة عشر عاماً عن استحداث طفرات من الأرز باستخدام أشعة غاما لا يتعدى استهلاكها للمياه 5500-9500 متر مكعب للهكتار في الموسم، ويقلل هذا المعدل 40-60% عن استهلاك أنواع الأرز العادي مع الحصول على نفس الإنتاجية للفدان، وباستخدام هذه الطفرات الجديدة يمكن توفير كميات كبيرة من الاستهلاك الحالي للمياه يمكن أن توجه لاستصلاح الأراضي الجديدة.

3-أمكن الحصول على نباتات تقاوم الحشرات الضارة: استخرجت مورثة مسؤولة عن تركيب بروتين سام ليرقات بعض الحشرات التي تتغذى على أوراق نبات التبغ وزرعت في خلايا نبات التبغ فأصبح هذا النبات ينتج تلك المادة وأصبح بالتالي ساماً ليرقات الحشرات التي تتطفل عليه.

4- تجرى بحوث لإنتاج سلالات من القمح توجد على جذوره عقداً آزوتية كالتي توجد على جذور البقوليات والتي تثبت الآزوت الجوي مما يجعل زراعة القمح لا تحتاج إلى أسمدة آزوتية.

خامساً- **تطبيقات التقانات الحيوية: Biotechnology applications**

تعد التقانات الحيوية حالياً من أهم الوسائل المساعدة في تحسين إنتاج المحاصيل الزراعية وإنتاج الغذاء. أصبحت هذه التقانة معروفة وفي مراحل تطبيقية في الكثير من

Generated by CamScanner

الدول المتقدمة. يمكن تعريف التقانات الحيوية بأنها أي تقنية تستخدم العضويات الحية أو مواد من تلك العضويات لصنع أو تعديل الناتج بهدف تحسين النباتات أو الحيوانات أو لتطوير أحياء دقيقة فريدة من أجل استخدامات معينة. انتقلت هذه التقنية إلى مرحلة علمية بدرجة أكبر في ستينات القرن 19 حين شرع كل من باستور بأعماله في ميدان الكائنات الحية الدقيقة ومندل في ميدان مورثات النباتات، وأدى العمل الرائد الذي قاما به في بداية القرن العشرين إلى الانتقاء الخاضع إلى المراقبة واختبارات التوريث، وإلى إنتاج المحاصيل والأصناف الحيوانية والأجناس والهجن إنتاجاً تجارياً بعد مرور 50 سنة.

ومنذ تلك الفترة بدأ عصر التقنية الحيوية الحديثة التي مهدت التقدم المحرز في ميدان زراعة الخلايا في الأنابيب واستخدام التقنيات الجزيئية على حد سواء بغية تعريف المورثات، وقطع ولصق المورثات من خلية إلى أخرى. فضلاً عن اكتشاف وظائف كل مورثة على حدة وفهم كيفية تجميعها وتفكيكها من أجل تغيير سمات الكائن الحي بأكملها. تشمل التقانات الحيوية الحديثة استخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية وخصوصاً تلك المعتمدة على استخدام تكنولوجيا تطعيم الحمض الريبي النووي المنقوص الأوكسجين DNA (recombinant technology) وتقنيات زراعة الأنسجة Tissue culture والخلايا النباتية المستخدمة في الهندسة الوراثية (صبوح، 2006) والتي تتيح معالجة الـ DNA والتي لها تأثير كبير في الزراعة. ففي المجال الزراعي، تطبق تقنيات زراعة الأنسجة النباتية منذ أكثر من نصف قرن بهدف الإنتاج التجاري للنباتات المتجانسة والخالية من الأمراض بالإضافة إلى تقصير دورة تربية النبات. تستخدم التقانات الحيوية الحديثة زراعة الأنسجة النباتية وعدداً كبيراً من فروع العلوم الأخرى مثل البيولوجيا الجزيئية والميكروبيولوجيا والوراثة وتربية النبات وغيرها وذلك بهدف ترجمة العلوم الأساسية إلى عمليات تطبيقية ومنتجات ذات قيمة اقتصادية وهندسة نباتات المحاصيل لإكسابها خواص فريدة. تقع الخصائص التي يسعى مربو النبات إلى تحويرها في فئات واسعة، متضمنة

Generated by CamScanner

خصائص النمو، والهندسة البنائية للنبات، وتحمل الإجهادات، والمحتوى الغذائي. إن زيادة الغلة -الهدف المقدس للزراعة- يمكن تحقيقه من خلال زيادة حجم الحبوب وعددها التي ينتجها النبات الواحد، وكذلك من خلال زيادة عدد النباتات الممكن زراعتها في مساحة معينة تخصص في العادة لنبات واحد، أو من خلال جعل النباتات متحملة لشروط لم يكن بمقدورها العيش فيها سابقاً.

الجدول 1: أهم الصفات المرغوبة للتحسين الوراثي باستخدام التقانات الحيوية.

خصائص النمو	الخصائص الهندسية البنائية	تحمل الإجهادات	المحتوى الغذائي/النوعية
حجم الحبة أو عدد	ارتفاع النبات	الجفاف	النشاء
حجم السنبلة أو العرنوس	التفرع	الآفات	البروتينات
سرعة النضج	الإزهار	الأمراض	الدهون (الليبيدات)
		مبيدات الأعشاب	الفيتامينات
		التسميد المكثف	

سادساً- التحمل النباتي للإجهادات الإحيائية واللاإحيائية:

يوجد عوامل مختلفة في البيئة الطبيعية تؤثر في نمو النبات، وإن تغير هذه الظروف واختلافها يؤثر في النبات بشكل أو بآخر مما يوقع النبات تحت ما يسمى بالإجهاد البيئي Environmental stress ، ويمكن تعريف الإجهاد البيئي على أنه الانحراف عن الحالات المثلى للحياة والذي يؤدى إلى ظهور تغيرات أو استجابات على مستوى جميع العمليات الحيوية للنبات. أي أن النبات يقع في ظروف بيئية غير ملائمة لنموه وتعرف هذه الظروف بعوامل الإجهاد Stress factors ، إن أي صفة أو ميزة في النباتات والتي تمكنها من الوجود والحياة تحت الظروف الخارجية تسمى التأقلم Adaptation، وإن

Generated by CamScanner

النباتات بشكل عام قد طورت عدة صفات للتأقلم والتي تضمن نجاحها ووجودها في الوسط وذلك من خلال الاستخدام الأمثل للعناصر المعدنية المتوافرة في التربة أو الماء أو الحرارة أو الضوء أو أن تضمن لها الحماية من العوامل المعاكسة وغير الملائمة لنموها مثل درجات الحرارة العالية أو المنخفضة والجفاف والعوامل الممرضة وغيرها، وإن صفات التأقلم ربما تكون قابلة للتوريث أو ناتجة عن تأثير التحريض من العوامل البيئية. تتمكن النباتات بفضل التأقلم من التغلب والتأقلم ومقاومة الإجهادات Stresses، وهناك طريقتان للتأقلم، الأولى: عن طريق تجنب الإجهاد كما هو الحال في النباتات العصارية CAM-palnts، والتي تغلق المسامات في الجو الحار من النهار ولها القدرة على تثبيت CO_2 خلال الليل. الثانية: بتطوير قدرة التحمل المكتسبة Intrinsic tolerance، على سبيل المثال بتخزين الماء في بعض النباتات وبزيادة الجهد المائيWater potential داخل النبات. يمكن تعريف صفة تحمل الإجهاد بأنها أي صفة للنبات أو أي آلية فيزيولوجية أو بيوكيميائية تساعد على نمو وبقاء الخلية النباتية حية تحت ظروف الإجهاد.

إن عملية التربية والانتخاب لتحمل الإجهاد المائي (الجفاف) باعتماد الغلة كمؤشر انتخاب وحيد لا يكون كافياً أو فعالاً. لأن صفة الغلة تتحدد بالكثير من العمليات الفسيولوجية والبيوكيميائية بالإضافة إلى تراجع قابلية توريث صفة الغلة في الأجيال التالية تحت ظروف الإجهاد. لذلك لابد من الاعتماد بشكل مباشر على بعض المؤشرات الفسيولوجية التي تسمح بتحديد العوامل المسئولة عن ثبات الغلة تحت الظروف المجهدة مائيا. ثم تحديد المورثات المتحكمة بتلك الصفات. يعرف الجفاف بأنه الفترة الزمنية بدون هطول مطري والذي يؤدي إلى إجهاد نقص الماء وبالتالي يؤثر في نمو وتطور المحصول وإن طول فترة الجفاف ستحدد الضرر الذي سيلحق بنمو وتطور المحصول. إذا كان الإجهاد شديداً ولفترة طويلة فإنه سيؤدي إلى فقدان غلة المحصول وفي حال عدم توفر ماء الري فالحل الوحيد يكون من خلال الممارسات الزراعية لزيادة رطوبة التربة المخزونة

Generated by CamScanner

وتوفرها للنبات عند الحاجة أو باستخدام أصناف أو هجن مقاومة للجفاف. هناك ثلاث آليات لتحمل الجفاف:

1- **الهروب من الجفاف:** وهي قدرة المحصول على إتمام مرحلة تطوره بما فيها التطور التكاثري قبل نقص الماء الشديد وهذا ما يدعى بالنضج المبكر، مثال النضج المبكر والغلة العالية في القطن تحت ظروف الزراعة البعلية مرتبطة مع بعضها عندما لا تهطل أمطار خلال موسم النمو عندها يعطي المحصول غلته اعتمادا على رطوبة التربة المخزونة.

2- **تجنب الجفاف:** وهي قدرة النبات على تامين محتوى مائي عالٍ خلال فترة الجفاف ويقسم هذا النوع من مقاومة الجفاف إلى قسمين: الأول زيادة امتصاص الماء لأعلى حد من خلال تحسين قدرة النظام الجذري لاكتساب الماء، والثاني من خلال كفاءة استخدام الماء Water use efficiency الممتص من قبل النبات في إنتاج المادة الجافة.

3-**تحمل الجفاف:** وهي قدرة النبات على مقاومة الإجهاد المائي والتي تقاس بدرجة وفترة انخفاض الجهد المائي داخل النبات؛ تعود هذه القدرة على مقاومة الجفاف إلى عدة آليات طورها النبات والتي تساهم في حماية الخلية النباتية وأغشية وبروتينات الخلية مثل عملية التنظيم الحلولي.

ويمكن تقسيم استجابة نباتات الأنواع المحصولية للإجهاد المائي إلى قسمين رئيسيين:

أ-**في حالة الإجهاد المائي الخفيف إلى المتوسط:** تستطيع في هذه الحالة الطرز الوراثية المتحملة للإجهاد المائي أن تحقق ربحا نسبياً صافيا في الكربون أكبر بالمقارنة مع الطرز الوراثية الحساسة مع وجود تأثير في الغلة الاقتصادية.

ب-**في حالة الإجهاد المائي الشديد:** تستطيع في هذه الحالة الطرز الوراثية المتحملة للإجهاد المائي أن تبقى حية، ويمكن أن تستعيد نموها لاحقا بشكل أفضل عند سقاية النباتات من جديد مقارنة مع الطرز الحساسة للإجهاد المائي التي تكون قدرتها على استعادة النمو ضعيفة. أكد Acevedo وزملاؤه (2000) على وجوب استعمال المياه بأعلى كفاءة ممكنة

Generated by CamScanner

من قبل نباتات المحاصيل، وأنه يوجد عدة طرق لتحسين كفاءة استعمال المياه منها زيادة كفاءة النتح في الطرز الوراثية، فمن المعلوم أن النبات ينتج كميات من الماء تتناسب وحجم عمليات التمثيل الغذائي، فإن استطعنا زيادة نتح النبات والتقليل من تبخر الماء من سطح التربة أمكننا الحصول على نباتات تتميز بكفاءة استخدام ماء عالية في أماكن محدودة المياه. لكن ليس من السهل قياس كفاءة استعمال المياه (وهو معدل إنتاج المادة الجافة لكل وحدة ماء مستخدمة في النتح) بشكل مباشر وإنما يمكن الاستدلال عليه بمعايير شكلية وفسيولوجية ومؤشرات إنتاجية مثل وزن الغلة الحبية والحيوية والمسطح الورقي وحرارة الغطاء النباتي والناقلية المسامية (Condon, 2004).

Generated by CamScanner