الفصل السابع

الزراعة

تدخُّل الإنسان في الطبيعة

الفصل السابع: الزراعة – تدخُّل الإنسان في الطبيعة

للمزيد عن

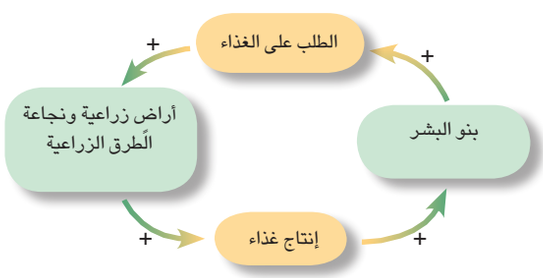
تدخُّل الإنسان في دورات المواد، انظروا الفصل الثالث. **تدخُّل الإنسان في العلاقة المتبادلة في الطبيعة،** انظروا الفصل الرابع.

في الفصول السابقة، ذكرنا تدخُّل الإنسان في الطبيعة مرات كثيرة. إحدى طرق تدخل الإنسان في الطبيعة هي **الزراعة** التي تعتبر فرعًا اقتصاديًا هدفه تزويد الغذاء بالأساس، لكن مُنْتَجات كثيرة أخرى يحتاجها الإنسان، مثل: القطن للقماش والأزهار. تشمل الزراعة في مفهومها الواسع كل من تنمية النباتات، تنمية الحيوانات في أماكن مغلقة، أو مساحات مفتوحة، أو مساحات تمَّ تسييجها، تنمية أسماك ونباتات مائية في برك في اليابسة وتنمية أسماك في أقفاص في البحر. تؤثر أنواع النشاطات الزراعية على موردَي الماء والتربة، على دورات المواد، على العلاقة المتبادلة بين الكائنات الحية وغير ذلك. مُجمل هذه التأثيرات، يؤذي أحيانًا الطبيعةَ وجودة البيئة المحيطة التي نعيش فيها.

ز1. تعداد السكان والغذاء

نواتج أنظمة بيئية

الغذاء الذي يصل معظم الناس، يتم شراؤه من الأسواق أو الدكاكين، وهو ناتج عن الأنظمة التي يُفعِّلها ويديرها المزارعون، مثل: الحقول التي ننمي فيها الخضروات والمحاصيل كالحنطة والذرة والأرز، كروم الفواكه، دفيئات لتنمية خضروات، حظائر أبقار لإنتاج مُنْتَجات الحليب، قطعان الغنم والبقر للحوم، برك أسماك وأقنان دجاج. ازدياد تعداد السكان وتطور الزراعة مرتبطان ببعضهما بحلقة وبمردودية إيجابية: من طرف واحد يزداد إنتاج الغذاء نتيجةً لتحسين طرق تنمية النباتات والحيوانات الذي يضمن ازدياد تعداد السكان، ومن الطرف الآخر، يؤدي ازدياد تعداد السكان إلى زيادة الطلب على الغذاء (الرسمة ز – 1).



الرسمة ز1: مردودية إيجابية بين ازدياد تعداد السكان وبين الزراعة (الإشارة + تُشير إلى الازدياد).

هل هذه العملية الدائرية يمكن أن تستمر حتى ما لا نهاية؟

في سنة 1798، اقترح البيشوف الإنجليزي توماس مالتوس إجابة لهذا السؤال في الكتاب الذي نشره في تلك السنة. اعتُبر مالتوس "رجل اقتصاد سياسي"، وقد ادعى أنه يوجد حد علوي لزيادة تعداد السكان، لأن وتيرة ازدياد تعداد السكان أكبر بعدة أضعاف من وتيرة ازدياد إنتاج الغذاء، وفي نهاية الأمر، لن يكون غذاء كافٍ لبني البشر، وفي أعقاب ذلك، يجوع الكثير منهم، تنتشر الأمراض، تنشب الحروب ويتوقف ازدياد تعداد السكان.

حتى هذه الساعة، لم تتحقق تنبؤات مالتوس الصعبة، لأن التحسين المستمر للطرق الزراعية وإنتاج الغذاء نجح في تزويد احتياجات تعداد السكان المتزايد. على الرغم من ذلك، توجد اليوم في العالَم مناطق تعاني من الجوع، لكن السبب لذلك، ليس نقص الغذاء، بل عدم المساواة في توزيعه، في العالَم.

لكن التحسين المستمر في قدرة الإنسان على إنتاج الغذاء، يوجد له ثمن:

" تستغل " الزراعة مساحات طبيعية وموارد، وتغيِّر البيئة المحيطة وتؤذي الحيوانات والنباتات بطرق مختلفة.

من الجدير بالمعرفة: أعداد وأناس

في سنة 2007، كان تعداد السكان في العالَم حوالي 6.6 مليارد نسمة، ومن المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى 12 مليارد نسمة حتى سنة 2050. في أيام مالتوس احتاج الإنسان إلى 20 دونمًا من الأرض للفرد الواحد، لكي ينمي مواده الغذائية. أما اليوم، وفي أعقاب تحسين الطرق الزراعية ورعاية النباتات، فإننا نحتاج دونمين لسد احتياجات الفرد الواحد.

من القطف والصيد حتى الهندسة الوراثية

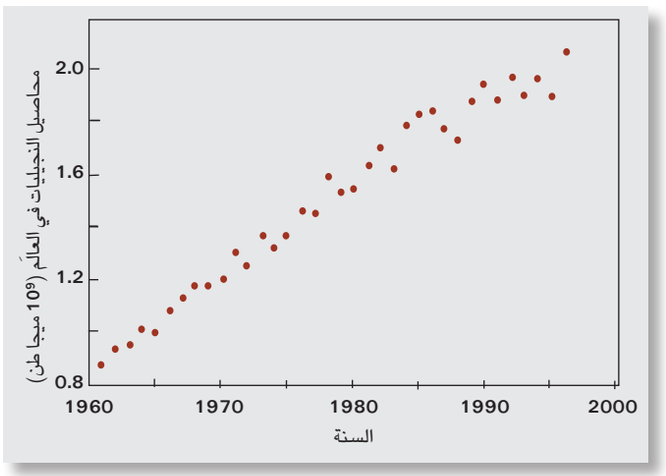
بعد سنوات كثيرة من ظهور الإنسان الحكيم العصري (Homo sapiens sapiens)، ظهرت في العالَم تطورات طرق لحصول الإنسان على الغذاء والمُنْتَجات الأخرى المهمة لبقائه، وقد تمّ ذلك قبل 160،000 سنة تقريبًا.

قبل 10،000 سنة تقريبًا، عاش الإنسان على صيد الحيوانات البرية وعلى قطف النباتات المعدّة للأكل. طبيعة الحياة التي تعتمد على **الصيد** وقطف النباتات، تحتاج إلى ترحال من مكان إلى آخر بحسب توافر الغذاء، وقد أدى ذلك إلى تحديد تعداد السكان. أثرت طرق الصيد القديمة التي استعملها الإنسان على البيئة المحيطة الطبيعية: وقد انقرضت أنواع حيوانات كبيرة، وحُرقت غابات وأقفار عشبية أيضًا، لكي تهرب الحيوانات منها ليتم صيدها بسهولة.

بدأت **الثورة الزراعية** قبل 10،000 سنة تقريبًا، وقد تميّزت بتدجين الحيوانات البيتية مثل: الأبقار،الدواجن والخراف، لكي تزودهم باللحم، الحليب، البيض، الجلد والفرو كما تميّزت برعاية نباتات للأكل وتنميتها في مساحات يعتني بها الإنسان. أدت الحياة الزراعية إلى توقف ترحال الإنسان، وانتقاله إلى السكن الثابت، لكي يعتني بمزروعاته ولجمع المحاصيل.

إنّ تحضير حقول ومساحات مراعي للحيوانات، والحاجة إلى الأشجار للبناء وكمصدر للطاقة، أدت جميعها إلى قَطع الغابات بشكل واسع. مع مر السنين، تطورت طرق ري في أماكن مختلفة في العالَم، واستعمل الفلاحون إفرازات الحيوانات (لتزبيل الحقول) وطرق **دورة المزروعات** (صفحة 153). وقد توسع تنوع المزروعات أيضًا (في أعقاب اكتشاف أميركا في سنة 1492)، وتمّ نقل البطاطا، الذرة والبندورة من أميركا إلى أوروبا (العالَم القديم). **الثورة الصناعية** التي بدأت في القرن الثامن عشر، أدت إلى إدخال الآلات الزراعية، مثل: المحراث والحصادة في عمليتَي الحراثة والحصاد.

حدث تطور مهم في الزراعة، وقد حاز على اسم **الثورة الخضراء** التي بدأت في نهاية الحرب العالمية الثانية. والعامل الذي أدى إلى تحريكها، هو اكتشاف العملية الكيميائية لإنتاج الأمونيا من عنصرَي النيتروجين والهيدروجين. وقد طوّر فريتس هابر هذه العملية في ألمانيا، في بداية القرن العشرين، وكانت القاعدة لصناعة السماد النيتروجيني الذي أدى إلى زيادة المحاصيل الحقلية بشكل كبير جدًا (الرسمة ز2). ساعد توافر السماد النيتروجيني على تنمية نباتات في مناطق غير خصبة. وأدت الثورة الخضراء إلى تطور **الزراعة المكثفة** التي تعتمد على المزروعات التي محاصيلها عالية من كل وحدة مساحة، وهي تعطي محاصيلها بشكل مبكر ورد فعلها إيجابي للتسميد.



الرسمة ز – 2: زيادة محاصيل النجيليات بسبب " الثورة الخضراء "

على الرغم من ازدياد المحاصيل، إلا أن الثورة الزراعية، كانت لها جوانب سلبية: أدى كل من التوسع في زرع المزروعات الزراعية، في المساحات غير الخصبة، وزيادة المحاصيل الزراعية، إلى ازدياد استعمال الأسمدة ومبيدات الأعشاب والآفات الزراعية، وقد أدت جميع هذه الأعمال إلى تلوث البيئة المحيطة بشكل تدريجي. كما كانت هناك أيضًا انعكاسات جانبية للثورة الخضراء على المجتمع، مثلاً: انخفاض نسبة المزارعين في المجتمع وانتقالهم إلى المدن.

في النِّصف الثاني من القرن العشرين، **تطورت الهندسة الوراثية** التي في أعقابها ازداد وتوسع استعمال **الأصناف المُهندَسَة** ذوات القيم الغذائية المحسنة، التي توجد لها أيضًا قدرة على الصمود أمام الآفات الزراعية والصدمة (الضائقة) في البيئة المحيطة، وهي تُحفظ لمدة زمنية طويلة على الرفوف. إنّ استعمال الهندسة الوراثية أدى إلى تقليص استعمال المواد الكيميائية التي تضر بالبيئة المحيطة. تأثير الأصناف المهندَسة على البيئة المحيطة غير معروف حتى الآن، وتختلف الآراء بالنسبة لحسنات وسيئات استعمال الهندسة الوراثية في الزراعة.

سؤال ز – 1

يؤثر تطور الزراعة سلبًا على الأنظمة البيئية. صفوا تأثيرين من هذا النوع، ثم اشرحوهما.

ز2. ليس غذاء فقط: مُنْتَجات وخدمات زراعية

حتى الآن، وصفنا الوظيفة الأساسية للزراعة، وهي تزويد الإنسان بالغذاء. لكن الزراعة في الماضي واليوم أيضًا، تزوِّد الإنسان **بمُنْتَجات** كثيرة أخرى، من بينها: المشروبات المختلفة (القهوة، الكاكاو، الشاي على أنواعه والمشروبات الروحية)، الأدوية، البهارات والعطور، الأزهار، الألياف (الحرير، الصوف، القطن، الكتان والحبال)، الأخشاب للبناء والتدفئة ولإنتاج الورق.

أما اليوم، تقوم الزراعة بتزويد **خدمات** مهمة تساهم في البيئة المحيطة، مثلاً: نقوم بري البيارات وحقول القطن **بمياه مجارٍ مكرّرة**، وبهذه الطريقة نُعيد المياه إلى دورة المياه المحلية، وتقوم قطعان الأغنام والأبقار برعي المحميات الطبيعية والمساحات المفتوحة، وهكذا نحافظ على **التنوع البيولوجي** ويقل خطر الحرائق في الغابات التي نغرسها، لكي تزودنا بالأخشاب والمواد الخام لإنتاج الورق، ولكي تزيد من استيعاب ثاني أكسيد الكربون CO_2، وهكذا تقل من ارتفاع درجة الحرارة العالمية (تقليل **تأثير الدفيئة**).

مُنْتَج جديد من الأنظمة الزراعية، هو الايثانول الذي يُنْتَج من قصب السكر، الذرة الشعير والحنطة، وهو يُستعمل كوقود بديل، أو كمادة إضافية لوقود السيارات.

في السنوات الأخيرة، تطور في البلاد وفي العالم فرع نسمّيه **الزراعة السياحية** التي في إطارها تُفتح للسائحين المناطق والمنشآت الزراعية، وتُعطى لهم فرصة مشاهدة عمليات الإنتاج، والاشتراك في متعة قطف الثمار من الكروم وجمع المحاصيل من الحقول الزراعية.

الأسباب الرئيسية لتطوير هذا الفرع الجديد، هي الصعوبات المادية التي يواجهها المزارعون في الزراعة، وازدياد ساعات الفراغ عند المواطنين. المنظر الزراعي، هو أيضًا مركز جذب للسائحين، ففي انجلترا على سبيل المثال، تُلزم الحكومة المزارعين الحفاظ على المناظر الطبيعية التي تُشكل مركز جذب للسائحين.

من هنا يتضح أن الزراعة تزودنا بأشياء أكثر من المُنْتَجات الضرورية لبقاء الإنسان، فهي تساهم أيضًا في جودة الحياة، الصحة والمتعة.

للمزيد عن

مُنْتَجات وخدمات الأنظمة البيئية والحفاظ على التنوع البيولوجي، *انظروا الفصل السابع.*

ز 3. التكنولوجيا في الزراعة وقاعدتها البيولوجية

تعتمد الزراعة العصرية على المعرفة التي تراكمت من تجارب المزارعين، وعلى مكتشفات الأبحاث.

منذ القدم عُرفت طريقة زراعية نسمّيها **دورة البذور**، أو **دورة المزروعات**، وبحسب هذه الطريقة، نزرع مزروعات مختلفة في نفس الحقل بالتناوب، وهذا يعني أننا لا نزرع نفس البذور (النبات) مرتين بشكل متتالٍ.

في كل دورة، ندمج عادة نوعًا معينًا من البقوليات، لكي نثري التربة بالنيتروجين. مثلاً: في دورة مزروعات ثلاثية السنوات، فإننا نقوم بتنمية الحنطة، الذرة، البرسيم أو الفصة (اثناهما من عائلة البقوليات).

حقل برسيم

الفائدة من دورة المزروعات:

1. **اثراء التربة بمركبات نيتروجينية متوافرة للنباتات**: في السنة التي ننمي فيها نباتات من عائلة البقوليات، تقوم هذه النباتات بعلاقة مشاركة مع البكتيريا التي تُثبت النيتروجين، وتصبح التربة غنية بمركبات النيتروجين المتوافرة للنباتات.
2. **مراقبة الأعشاب البرية بشكل جيد**: مثلاً: في السنة التي نزرع فيها برسيمًا أو فصة، فإننا نحصد المحصول الزراعي قبل أن تُزهر الأعشاب البرية وقبل أن تُنْتِج البذور. وبهذه الطريقة نقلل ظهور الأعشاب في السنة القادمة. إنّ استعمال مبيدات كيميائية خاصة لأعشاب من عائلة النجيليات في السنة التي ننمي فيها بقوليات، يُقلل من ظهور أعشاب برية من عائلة النجيليات في السنة التي ننمي فيها حنطة أيضًا وبالعكس.
3. **مراقبة الآفات الزراعية الضارة**: معظم الآفات الزراعية تكون خاصة لنوع معين من المزروعات، وعندما نبدل نوعًا معينًا من المزروعات بنوع آخر، فإن ذلك يُقلل من عشيرة الآفات الزراعية الخاصة به، لأنه يمر الوقت، ولا تستطيع أن تتطور عشيرة آفات زراعية خاصة للمزروع الجديد.

للمزيد عن
دورة النيتروجين، انظروا الفصل الثالث.

تهدف الطرق الحديثة في الزراعة إلى جني محاصيل كثيرة، وهي تعتمد على المبادئ الأربعة الآتية:

1. تقليل تأثير عوامل محددة (أحيائية ولا أحيائية).
2. تنظيم عمليات تكاثر، من خلال التنظيم الاصطناعي لإشارات من البيئة المحيطة.
3. تدخل الإنسان بالمعلومات الوراثية: رعاية وتحسين من خلال الانتخاب الاصطناعي والهندسة الوراثية.
4. مراقبة عمليات تطور، نضوج وشيخوخة.

فيما يلي توسع في كل مبدأ من المبادئ الأربعة.

المبدأ الأول: **تقليل تأثير عوامل محددة (أحيائية ولا أحيائية)**: الماء، خصوبة التربة، كبر المساحة المتوافرة للمعالجة، مواد تغذية (أملاح = تغذية معدنية)، متنافسون، آفات زراعية وطفيليات تؤدي إلى أمراض.

دفيئات

يعرض الجدول ز – 1 أمثلة لطرق نستعملها اليوم في الزراعة لتقليل تأثير العوامل المحددة. أحد الأمثلة هو الدفيئة المعدّة لتنمية الخضروات والأزهار. في الدفيئة، نُنْتِج ظروف مناخ مصغّرة ومثالية لنبات معين، وهكذا نجني محاصيل كبيرة من مساحة صغيرة نسبيًا، في فصول السنة التي لا تكون فيها درجة الحرارة مثلى، ولا تكون ساعات الضوء في اليوم مثلى أيضًا. مثال إضافي هو الري بالرشاش أو بطريقة التنقيط التي تزيد من المحاصيل، لأننا نضيف للنبات ماء في موسم جاف، أو في فترات لا تكون فيها كميات الرواسب متواصلة.

جدول ز – 1: طرق أساسية لتقليل تأثير العوامل المحددة في الزراعة

العامل المحدد	تأثير العامل على الإنتاج الزراعي	أمثلة لطرق أساسية لتقليل تأثير العامل المحدد
ماء	تحتاج النباتات إلى كميات كبيرة من الماء، لكي تنمو وتعطي محاصيل كبيرة. تحتاج الحيوانات إلى ماء.	الري بالقنوات، بالرشاشات وبأجهزة التنقيط. تغطية التربة لتقليل التبخر منها. بناء أحواض ماء في المراعي، الأقنان والحظائر.
درجة حرارة	تحتاج كل تنمية زراعية (نبات أو حيوان) إلى درجة حرارة مثلى لتطورها، لأنها تتضرر في درجات حرارة عالية جدًا أو منخفضة جدًا.	تنمية نباتات في الدفيئة، تغطية عناقيد الموز بأكياس بلاستيكية لمنع أضرار الصقيع. تبريد أقنان وحظائر من خلال رش الماء على سقوفها.
ضوء	الضوء هو مصدر الطاقة لعملية التركيب الضوئي.	إطالة ساعات الإضاءة العادية من خلال إضافة مصابيح للإضاءة في الدفيئة.
مواد تغذية	تحتاج النباتات إلى CO_2 وأملاح مختلفة لنموها وهي تحتاج بالأساس إلى: نيتروجين، فوسفور وبوتاسيوم، وعناصر أخرى، مثل: الحديد والمغنيسيوم.	إدخال CO_2 إلى الدفيئة، إضافة سماد كيماوي وزبل عضوي إلى التربة، دورة مزروعات.
	تحتاج الحيوانات (مثل: الأبقار، الطيور والأسماك) إلى غذاء غني.	إضافة غذاء بروتيني مركّز لطعام الحيوانات، بحيث يشمل أملاحًا وفيتامينات أيضًا.
أكسجين في التربة والماء	تحتاج الجذور إلى أكسجين لإنتاج الطاقة المطلوبة لبقائها، وللامتصاص الفعّال للمواد من التربة. تحتاج أسماك البرك إلى أكسجين وهي تستوعبه من الماء.	تهوية التربة من خلال إضافة مادة عضوية ومعالجتها بطرق ميكانيكية (آلية) خلط مياه البرك.
تقليل نشاط المتنافسين	الحشرات، العكبر، الطيور، الخفافيش، الغزلان، ابن آوى والذئاب تتنافس مع المزارع على المحاصيل. الحقل الزراعي المروي والمسمد، يؤدي إلى نمو الأعشاب الضارة.	"دورة مزروعات"، تغطية الكروم بشِباك، نشر فتات سُم، تسييج كروم، تخويف حيوانات من خلال الضجة وتثبيت فزاعات، تزويد الطيور بغذاء بديل أثناء ترحالها. مكافحة الحشرات والأعشاب بطرق كيميائية وبيولوجية.
مسببات أمراض	تقوم الطفيليات وأمراض تسببها الفيروسات، البكتيريا والفطريات، بمهاجمة النباتات والحيوانات.	"دورة مزروعات" أدوية، الوقاية من خلال التطعيم، التعقيم وغير ذلك (كما هو الأمر، بالطرق المتبعة لمعالجة أمراض عند الإنسان). استعمال مبيدات فطريات وحشرات.
مساحة متوافرة للمزروعات الزراعية	تحتاج المزروعات الزراعية إلى مساحات تربة مناسبة، من حيث النوع، الجودة والمبنى الطوبوغرافي (التضاريس).	تغيير سطح التربة وإعدادها من خلال بناء تراسة ومنحدرات. تنمية نباتات في أوساط مائية (دون تربة) وفي أوساط تنمية منعزلة. تنمية أسماك في برك نبنيها في اليابسة، وداخل أقفاص في البحر.

تنمية توت أرضي في وسط تنمية منعزل

رشاش في الحقل

تغطية التربة

حوض ماء

مصطلحات: سماد كيماوي وزبل عضوي

في التربة الزراعية، المخزون الطبيعي للعناصر والأملاح غير كافٍ، لذا يجب تزويد النباتات بالعناصر الضرورية. يقوم المزارعون بتزويدها من خلال إضافة سماد كيماوي وزبل عضوي.

***السماد الكيماوي**، هو ملح أو مركب غير عضوي، وهو يزوّد النبات بعناصر مذابة قابلة للاستيعاب.*

العناصر التي نضيفها إلى التربة بشكل ثابت هي النيتروجين، الفوسفور والبوتاسيوم.

***الزبل العضوي**، يعتمد على مركبات عضوية مصدرها من بقايا نباتات ومن إفرازات حيوانات.*

يتحلل الزبل العضوي تدريجيًا ويُطلق عناصر كيميائية إلى التربة. توجد أفضلية مركزية للزبل العضوي، وهي قدرته على تجويد التربة (تحسين جودة التربة). ومن أفضليات الزبل العضوي أنه يجعل السماد الكيماوي ناجعًا، لذا يدمج عادةً المزارعون السماد الكيماوي مع الزبل العضوي.

للمزيد عن
مكونات التربة، انظروا الفصل الثاني، جدول ب – 7.

من الجدير بالمعرفة: نظرة إلى الماضي

مرض البياض الزغبي في البطاطا الايرلندية وتأثيرها على تاريخ ايرلندا والولايات المتحدة

في سنوات 1845–1850، هاجم فطر مزروعات البطاطا في ايرلندا، وقد أدى إلى إبادتها. يتغذى سكان ايرلندا بالأساس على البطاطا، وفي أعقاب إبادة المحاصيل، انخفض تعداد سكان ايرلندا بنسبة 25 %: مات مليون شخص من الجوع ومن الأمراض التي نجمت بسبب سوء التغذية، وهاجر مليون شخص إلى الولايات المتحدة. اليوم يعيش في الولايات المتحدة أناس كثيرون من أصل ايرلندي وتعدادهم في الولايات المتحدة أكثر من تعدادهم في ايرلندا.

لويس باستر والتطعيم ضد الكوليرا

الباحث الفرنسي باستر (1822–1895، الذي على اسمه سُميت عملية بسترة الحليب)، كان شريكًا في بحث مواضيع كثيرة أقلقت المزارع الفرنسي في فترته. وقد نجح باستر في أبحاثه أن يكتشف العامل الذي يؤدي إلى حموضة النبيذ، ووجد أيضًا الطريقة لتطعيم الدجاج ضد مرض الكوليرا.

من إنتاج الديناميت إلى إنتاج السماد

في فترة الحرب العالمية الأولى (1914–1918)، طُوِّرت عملية كيميائية لإنتاج الأمونيا من النيتروجين الموجود في الهواء (فرتس هابر). وقد احتاجوا الأمونيا لإنتاج المادة المتفجرة ديناميت. لكن التطوير الذي كان هدفه الحرب أدى في أعقابه إلى تطوير صناعة الأسمدة النيتروجينية للزراعة، وكمية النيتروجين التي يتم تثبيتها بعمليات صناعية أكبر من كمية النيتروجين التي يتم تثبيتها بعمليات بيولوجية.

للمزيد عن
***دورة النيتروجين**، انظروا الفصل الثالث.*

المبدأ الثاني: تنظيم عمليات تكاثر من خلال التنظيم الاصطناعي لإشارات من البيئة المحيطة

تعتمد معظم التنمية الزراعية للنباتات والحيوانات على عمليات التكاثر (مثل: الإزهار، الإباضة، وضع البيض والشبق). طُوِّرت الكائنات الحية الزراعية وتمّ تحسينها من أنواع برية، لذا فهي تتأثر من نفس عوامل البيئة المحيطة التي تتأثر منها الكائنات الحية البرية، وهي تتغيَّر مع تغيُّر المواسم التي توجّه التكاثر في الطبيعة، مثل: ساعات الإضاءة ودرجة الحرارة. خلال السنوات، تعلّم المزارعون كيفية التأثير على عمليات التكاثر، من خلال المراقبة وتغيير إشارات البيئة المحيطة، وهكذا نجحوا في توجيه عمليات التكاثر وموعدها بحسب احتياجاتها، مثلاً: عندما نُنظِّم ساعات الإضاءة في الدفيئة، يمكن أن نوجّه موعد الإزهار, وهكذا نحصل على أزهار كثيرة في موسم الأعياد الذي يزداد فيه الطلب على الأزهار.

للمزيد عن
***الضوء كمحفز من البيئة المحيطة**، انظروا الفصل الثاني، بند ب3.*

ما هي القاعدة البيولوجية لتنظيم عمليات التكاثر؟

إنّ أوقات عمليات التكاثر في الطبيعة متعلقة بالمواسم. تتم هذه العمليات في موسم يكون سهلاً لنمو النسل في ظروف تضمن بقاءه. هذا التعميم صحيح للنباتات وللحيوانات أيضًا في الطبيعة: كثرة الإزهار في ربيع بلادنا وزقزقة العصافير التي تُعشش، هما حقيقتان لذلك.

إحدى الطرق الأساسية التي يملكها المزارع لمراقبة عمليات التكاثر، هي تغيير النسبة بين ساعات الإضاءة وبين ساعات الظلام. نباتات كثيرة، يوجد لها رد فعل توقيت ضوئي: وهي حساسة للنسبة بين ساعات الإضاءة وبين ساعات الظلام ، وهي تُزهر في ظروف معينة فقط (انظروا الرسمة 53).

وهناك أيضًا مبدأ شبيه يعمل في تنظيم وضع البيض عند الدجاج. عندما نُضيء الأقنان في الليل، تزداد كمية البيض التي يبيضها الدجاج. يؤثر تغيُّر ساعات الإضاءة على الهرمونات التي تُفرز في المخ، وهي بدورها تؤثر على هرمونات التكاثر التي تؤثر على المبيض وتؤدي إلى إباضة البيض.

المبدأ الثالث: تدخُّل الإنسان بالمعلومات الوراثية: رعاية وتحسين بواسطة الانتخاب الاصطناعي والهندسة الوراثية.

منذ بداية الزراعة، يحاول الفلاح تحسين جودة وكمية المحاصيل. الطريقة التي كانت متبعة سنوات كثيرة، هي **الانتخاب الاصطناعي**. في هذه الطريقة، يقوم المزارع بانتخاب الأفراد ذات الصفات الناجعة، ثم يقوم بتهجينها. وهكذا خلال أجيال كثيرة من الانتخاب والتهجين الموجّه، حصل الإنسان على أصناف تختلف عن الآباء والأجداد (وهي الأصناف البرية). بهذه الطريقة حصلنا على حنطة ذات سُنبلة لا تتفكك وذلك عكس سُنبلة الحنطة البرية، وحصلنا أيضًا على أبقار تُدر حليبًا كثيرًا، وعلى أصناف من الموز الخالي من البذور، وعلى أصناف من الثمار الحلوة والكبيرة. من المهم أن نذكر الحقيقة أن الانتخاب الاصطناعي يعتمد على **التباين** الوراثي الموجود بشكل طبيعي بين أفراد مختلفين من نفس العشيرة. هذا التباين هو "مادة خام" للانتخاب الاصطناعي كما أنها "مادة خام" للانتخاب الطبيعي. يختلف الانتخاب الاصطناعي عن الانتخاب الطبيعي، لأنه في الحالة الأولى، يتم تهجين مطفَّرات لا تستطيع البقاء في الطبيعة (كالثمار التي تخلو من البذور، مثل: الموز والأناناس) ونواتجها (الأصناف غير البرية) غير مناسبة للحياة في الطبيعة.

الأصناف غير البرية، لا تستطيع البقاء في ظروف طبيعية، بل تحتاج إلى "حماية" المزارع.

حنطة برية (سُنبلة تتفكك) وحنطة غير برية

مصطلحات: تأقلم في الزراعة

*إذا استعملنا مصطلح **تأقلم** كتطبيق زراعي، فإننا نحصل على معانٍ مختلفة وغير متعاقبة، كما سنلاحظ ذلك في الأمثلة الآتية:*

1. عمليات التأقلم التي تحدث خلال حياة الفرد، هي عمليات تدريجية (كشف النباتات تدريجيًا لدرجات متغيّرة من الحرارة، البرد الجفاف أو شدة الإضاءة)، وفي أعقابها يصبح النبات أكثر صمودًا.

*يُعبّر التأقلم عن قدرة **التكيُّف**، لأن هذا الصمود محدود لمجال مميّز تُحدّده الشحنة الوراثية للفرد.*

للمزيد عن
التكيُّف، انظروا الفصل الأول.

2. *تنمية أصناف أُحضِرت إلى إسرائيل من دول مختلفة (مثل: المانجو والأفوكادو) في "حديقة تأقلم"، وقد تمّ فحص ملاءمتها للنمو في ظروف البلاد. وبعد مدة من الزمن، يمكن أن نختار الأصناف الأكثر ملاءمةً (من بين الأصناف التي أُحضِرت) للنمو في ظروف البلاد. مثال آخر لنبات تمّ تأقلمه في البلاد بنجاح، هو الحنطة اللينة (حنطة الخبز) التي أصلها من استراليا.*
3. *التأقلم الذي يستمر سنوات وأجيالًا كثيرة، هو عمليًا انتخاب اصطناعي يقوم به المزارع.*

ثمار تمّ تأقلمها في البلاد: أفوكادو، مانجو وليتشي

من الجدير بالمعرفة: كيف نحصل على أزهار ذات أوراق توبج كثيرة؟

ينجح مزارعون كثيرون في تحسين أصناف أزهار مع أوراق توبج كثيرة من خلال إضافة سُم. يشوش السُم على عملية انقسام الخلايا (ميتوزا) ويُنْتِج خلايا تحتوي على أكثر من ضعفَي المادة الوراثية (2n). أي خلايا متعددة الشحنة الوراثية (بولي بلوئيدية).

برقوق غير بري

سؤال ز – 2

اشرحوا، لماذا نواتج الانتخاب الاصطناعي ليست مناسبة للحياة في الطبيعة؟

مع تطور طرق الهندسة الوراثية، انفتح أمام الإنسان مجال إضافي للتدخُّل في المزروعات.
تُتيح الهندسة الوراثية نقل معلومات وراثية من نوع معين (مثلاً: بكتيريا) إلى نوع آخر بعيد عنه (مثلاً: النبات) (جدول ز – 2). هذا الانتقال، لا يمكن أن يحدث في الطبيعة. الهندسة الوراثية "تجتاز" العشوائية التي تميز ظهور الصفات في الأصناف البرية، وهي تُغيِّر بشكل موجّه ونقطي المعلومات الوراثية للبكتيريا، النباتات والحيوانات، وبالطبع هذا التغيُّر غير موجود في الطبيعة. تُتيح الهندسة الوراثية للمزارع أن يحقق أهدافه خلال فترة زمنية أقصر من الفترة الزمنية المطلوبة لعمليات الرعاية والتحسين التي تتم بطريقة الانتخاب الاصطناعي.

جدول ز – 2: أمثلة لاستعمال الهندسة الوراثية في الزراعة (هناك عدة مواضيع ما زالت في قيد البحث وليست تطبيقية)

الصفة التي تغيّرت / أُكسبت من خلال الهندسة الوراثية	مصدر المعلومات الوراثية	تمَّ التغيُّر بـ.....	الفائدة للمزروعات الزراعية وللإنسان
الصمود أمام مواد تُبيد الأعشاب البرية	بكتيريا السلمونيلا ذات قدرة على مقاومة المادة التي تُبيد الأعشاب.	نباتات التبغ ونباتات نجيلية مختلفة	يمكن استعمال مواد كيميائية لا تؤذي نمو مزروعات المزارع، بل تؤذي المنافس فقط ،مثلاً: علقة.
مقاومة الصدمة من البيئة المحيطة	أسماك تعيش في الأقطاب	أسماك السلمون، أسماك المشط	تنمية في فترة تكون فيها درجة الحرارة منخفضة، وهكذا نوفر من التكاليف المتعلقة بالحماية من البرد.
مقاومة الآفات الزراعية	بكتيريا بسيلوس طورينجيانسيس الذي يُنْتِج سُمًا يؤذي يرقات الحشرات	نباتات القطن، التبغ، البندورة، البطاطا، الذرة، قصب السكر، الأرز	زيادة المحاصيل، تقليل استعمال المكافحة الكيميائية.
مقاومة لمسببات أمراض	فيروس يؤدي إلى أمراض	أشجار البابيا	ترميم الفرع الزارعي الثاني، من حيث الكبر في هاوي.
إنتاج بيتا كاروتين (مادة الأصل لفيتامين A) وليزين	نرجس، بكتيريا، صويا	الرز (الرز المذهب)، ونباتات نجيلية ينقصها ليزين	تحسين مكونات الغذاء عند المجموعات السكانية التي تتغذى بالأساس على الرز ومنع العمى. تزويد حوامض أمينية ضرورية للإنسان.
تثبيط جين مسؤول عن تحليل جدران الخلايا، وهو يعمل أثناء نضوج الثمار	حيوانات	بندورة	إطالة مدة حياة البندورة على الرف.

إلى جانب الجوانب الطبية والبيئية المحيطة، والقدرة الكبيرة على إنتاج الغذاء وجودته، إلا أن الهندسة الوراثية تحظى بنقد كبير، وتثير خوفًا كبيرًا لدى الجمهور. أحد التخوفات، هو ظهور عوارض جانبية، مثلاً: ظهور حساسية عند الناس بسبب بروتينات "جديدة" موجودة في الكائنات الحية المُهندَسَة التي تُستعمل كغذاء.
يُحذر علماء البيئة من خطر آخر: وهو الخوف من أن تتحول الأنواع المُهندَسَة إلى أنواع غازية إذا وصلت البيئة المحيطة الطبيعية وتكاثرت فيها، أو أنها تُلقح أنواعًا برية وهكذا تؤدي إلى انتقال صفات وراثية جديدة إلى أنواع برية. في السنوات الأخيرة، تمّ بحث هذه المواضيع.

المبدأ الرابع: مراقبة عمليات تطور، نضوج وشيخوخة

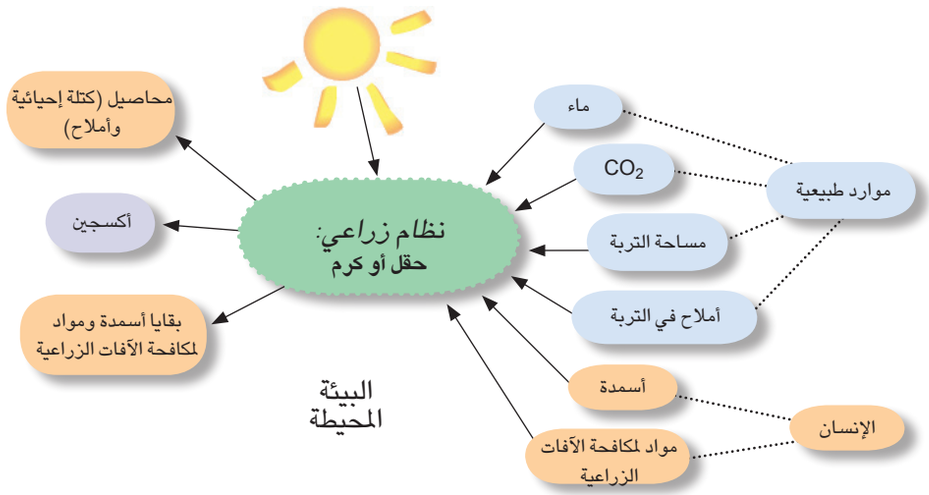
في العصر الحديث، أصبحت عملية تزويد السكان بالمُنْتَجات الزراعية معقدة: البُعد بين مواقع الإنتاج وبين المستهلكين كبير، وكذلك الأمر، المدة الزمنية بين نضوج الثمار أو إباضة البيض وبين موعد شرائها من المحلات التجارية. وعندما يصل المُنْتَج إلى بيت المُستهلك، فإنه يرغب في الحفاظ عليه لمدة زمنية معينة. ينبع من جميع هذه الحالات أنه هناك حاجة لتثبيط العمليات الطبيعية (مثل: إنبات البذور، تطور البراعم، نضوج الثمار والشيخوخة) ونشاط المحلِّلات المختلفة (البكتيريا والفطريات). يعرض الجدول ز – 3 الطرق الأساسية لتخزين وحفظ المُنتجات الزراعية.

جدول ز – 3: طرق تخزين وحفظ المُنتجات الزراعية، أهدافها وأُسسها البيولوجية

هدف العملية	طرق أساسية	الأساس البيولوجي
تباطؤ/منع نشاط الكائنات الحية الدقيقة (محلِّلات) التي تؤدي إلى العفن.	غليان، بسترة مُنْتَجات الحليب، تحميض/تخليل خضروات، تجفيف ثمار، الحفاظ في التبريد (مُنْتَجات حليب، بيض، لحوم)، رَزم في فراغ، هندسة وراثية (تثبيط جين يؤدي إلى النضوج).	نجد الكائنات الحية الدقيقة في كل مكان من حولنا، ولتكاثرها تحتاج إلى ماء، درجة حرارة مناسبة وأكسجين.
توجيه نضوج الثمار التي تمّ قطفها قبل نضوجها	الحفاظ في غرف تبريد، نضج الثمار بواسطة اثلين (موز)، أو في غرف ينقصها أكسجين (أفرسمون)	في الثمار التي نقطفها، تتم عمليات تؤدي إلى النضوج أو العفن.
منع نهوض براعم وتوريق في الخضروات (بطاطا، بصل وثوم).	إشعاع والحفاظ في مكان جاف ومظلم.	الإشعاع يؤذي الخلايا والمواد الوراثية. يتأثر نهوض البراعم والتوريق من الضوء.
منع إنبات بذور تُستعمل للأكل (قمح، فستق، بقوليات)	الحفاظ على مكان جاف ومظلم، في درجة حرارة منخفضة.	تحتاج البذور إلى ماء ودرجة حرارة مناسبة، لكي تنبت. يوجد بذور تحتاج إلى ضوء، لكي تنبت.
منع تطور حشرات (في القمح وبذور البقوليات).	الحفاظ في درجة حرارة منخفضة.	خروج الحشرات من البيض وتطور اليرقات متعلق بدرجة الحرارة.

ز4: الزراعة والبيئة المحيطة من وجهة نظر شاملة

هناك من يرى في تأثيرات النشاط الزراعي على البيئة المحيطة على أنه "شر لا بد منه"، وهو يؤذي الطبيعة. يستهلك الإنتاج الزراعي موارد طبيعية من البيئة المحيطة، وهذه الموارد تحتاجها الأنظمة البيئية الطبيعية، كما أنه يُطلق مواد إلى البيئة المحيطة، مثل: بقايا الأسمدة، المواد التي تُستعمل أثناء المكافحة الكيميائية وإفرازات الحيوانات. عرضنا في جدول ز – 3 قسم من المواد التي تدخل أو تُضاف إلى النظام الزراعي والتي تخرج منه.



الرسمة ز – 3: الزراعة والبيئة المحيطة من وجهة نظر شاملة
من ناحية واحدة، يستهلك النظام الزراعي موارد طبيعية من البيئة المحيطة، ويضيف الإنسان إلى النظام: أسمدة، مواد لمكافحة الآفات الزراعية وغير ذلك. ومن ناحية ثانية، يُطلق النظام مواد إلى البيئة المحيطة، ويقوم المزارع بإخراج المحاصيل منه.

محاصيل من الحقل

سؤال ز – 3

أ. بماذا يختلف النظام البيئي الطبيعي عن النظام الزراعي؟ اشرحوا بحسب الرسمة ز – 3.

ب. ارسموا نظامًا يشبه الرسم التخطيطي المعروض في الرسمة ز– 3، بحيث يكون مناسبًا لحظيرة أبقار، أو قن دجاج يضع بيضًا، أو أقفاص أسماك في البحر الأحمر؟

الزراعة المستديمة: مُنْتَجات، خدمات وبيئة محيطة صحية لليوم والغد

في السنوات الأخيرة، يزداد الوعي حول الحاجة إلى تقليص تأثير الإنسان على البيئة المحيطة. يوجد للزراعة مكان مركزي في بذل هذه الجهود. نبذل تفكيرًا ووسائل كثيرة لتطوير الزراعة المستديمة. تعتمد **الزراعة المستديمة** على فهم تأثيرات الزراعة على الأنظمة البيولوجية وتطبيق التكنولوجيا الزراعية بشكل حكيم. تقوم الزراعة المستديمة بتزويد احتياجات الجيل الموجود، وهي تسعى إلى أن لا تؤذي احتياجات أجيال المستقبل في مجال الغذاء، وفي مجالَي **الخدمات والمُنْتَجات** الأخرى للنظام البيئي. في الزراعة المستديمة، يحاول الإنسان الحفاظ على موازنة بين إيذاء أداء الأنظمة البيئية وبين الفائدة التي نحصل عليها منها، في أعقاب تحويلها إلى نظام زراعي.

في إطار سياسة الزراعة المستديمة، تتم نشاطات في ثلاثة مجالات أساسية:

- تقليص استغلال الموارد الطبيعية.
- تقليل انطلاق مواد إلى الطبيعة، مثل: فائض الأسمدة، مواد لمكافحة الآفات الزراعية ونفايات (صلبة وسائلة).
- ازدياد المدورة (الاسترجاع) والاستعمال المتكرر للماء وللنفايات العضوية.

الماء هو المورد الطبيعي الأساسي في الزراعة، وقد يؤدي استغلاله غير المُراقَب إلى إيذاء البيئة المحيطة الطبيعية. توجيه الوديان ومياهها إلى الزراعة، يُقلل من تدفق المياه في الجداول ويؤذي النظام البيئي للجدول. والضخ الزائد للمياه من الآبار والينابيع، يؤذي مجمعات المياه الجوفية.

من الجدير بالمعرفة: تخصيص مياه لترميم جداول

أصيبت معظم الوديان في البلاد بشكل كبير جدًا بسبب الاستغلال الزائد للماء. ففي سنة 2003، قررت حكومة إسرائيل أن تُخصص أكثر من مليون متر مكعب (!) من المياه النظيفة في السنة، لترميم مرتفعات وادي اليركون. وهكذا يتم التعبير عن اهتمام المجتمع في ترميم الوديان وبالحاجة إلى تخصيص موارد لهذا الهدف. وهذا جزء من خطة عمل، ومن ميزانية 85 مليون شاقل لترميم وادي اليركون، ضفافه وبيئته المحيطة.

وادي اليركون كالوديان الأخرى، فإنه يعاني أحيانًا من تلوثات مختلفة.

فيما يلي الطرق الأساسية لتقليص الاستغلال الزائد لمورد المياه ولإدارة كميات المياه بشكل حكيم:

- تطهير مياه المجاري واستعمال **مياه مجارٍ مكرّرة** في الزراعة. مياه المجاري المكرّرة والمطهرة في منشآت لتطهير المياه غير صالحة للشرب للإنسان (وهذا عكس **المياه النظيفة**)، لكنها مناسبة لري مزروعات معينة كالقطن. إنّ استعمال مياه المجاري المكرّرة لري المزروعات يؤدي إلى إعادة المياه إلى دورة المياه المحلية.
- تخزين مياه مطر في برك ري، أو تغلغلها إلى المياه الجوفية.
- الانتقال إلى تنمية نباتات تحتاج إلى كميات مياه قليلة، مثل: الزيتون، النخيل، واستعمال نباتات زينة لا تستهلك مياهًا كثيرة، مثل: الكينا، الكليستمون والجرويلا.
- الري بواسطة **التنقيط**، يقلل من استهلاك المياه مقارنة مع الري بواسطة الرشاشات: عند استعمال الري بطريقة التنقيط، فإنّ معظم المياه تصل غايتها ولا تتبعثر في الرياح، ولا تتبخر في الهواء. الري بالطريقة الصحيحة والمثلى يمنع من ملوحة الأرض. في الماضي، ارتفعت ملوحة الأرض في حقول مرج ابن عامر بسبب الري غير الصحيح.

إحدى مشاكل المزارعين، هي **التنافس** بين المزارع وبين العوامل الأحيائية (جدول ز – 1). الحقل الزراعي، الكرم أو بركة أسماك هي مصادر غذاء مركزة، متوافرة وغنية بالكائنات الحية المختلفة، مثلاً: الطيور المارة في إسرائيل في فصلَي الربيع والخريف، تأكل من مزروعات الفستق في غور الحولة ومن أسماك البرك في غور الأردن وفي السهل الساحلي. والحشرات تتغذى على الأوراق الطرية لمزروعات القطن والخضراوات. وكذلك الأمر بالنسبة للثدييات،العكبر، الغزلان، ابن آوى والذئاب، فهي تتنافس أيضًا مع المزارع ومستهلكي الغذاء على المحاصيل وعلى حيوانات المزرعة "وتلتهمها". على الرغم من أن المزارع يستعمل وسائل حماية مختلفة، لكي يقلل من إلحاق الأضرار بالمحاصيل، إلا أنه أحيانًا، قد يلحق الأذى بكائنات حية غير ضارة. إنّ استعمال السموم لمكافحة العكبر أدى مع مرور الوقت إلى تقليل عشائر الطيور الجارحة –التي تتغذى على العكبر – لدرجة أن هذه الطيور أصبحت مهددة بخطر الانقراض.

للمزيد عن
مكافحات العكبر بواسطة البومة، *انظروا الفصل الرابع.*

تمّ تقليص استعمال مواد المكافحة الصناعية وتقليل أضرارها على الكائنات الحية في الطبيعة بفضل استعمال طريقة المكافحة البيولوجية. تعتمد **المكافحة البيولوجية** في الأغلب على استعمال كائن حي يكون العدو الطبيعي (المفترس أو المتطفل) للكائن الحي الضار. تُعْرَف حالات كثيرة تكون فيها المكافحة البيولوجية ناجحة جدًا، وهي تُشكل البديل للمكافحة الكيميائية. مع ذلك، من المهم التذكر أن إدخال كائن حي "جديد" (المكافح)، قد يُغيِّر من العلاقات المتبادلة الأخرى، وقد يتحول هذا المكافح إلى نوع غازٍ وضار.

للمزيد عن
تأثير الإنسان على التنوع البيولوجي، *انظروا الفصل السادس.*

كمثال لمكافحة بيولوجية: في بداية القرن العشرين، أُصيبت البيارات بحشرة المن التي اسمها إتسيريا، وقد أدت هذه الحشرة إلى أضرار في أوراق الحمضيات وإلى موتها. وفي أعقاب ذلك، تساقطت الأوراق عن الأشجار وانخفضت المحاصيل. وُجِدَ "الدواء" لمشكلة الإتسيريا في كاليفورنيا في الولايات المتحدة. ومن هناك أُحضِرت إلى البلاد خنفساء باسْم نوفيوس، وهي تضع بيضها داخل كيس بيض الإتسيريا.

خنفساء نوفيوس

تفترس يرقات الخنفساء بيوض ويرقات الإتسيريا بنجاعة كبيرة جدًا. وقد أدى إدخال الخنفساء نوفيوس إلى البيارات، إلى انخفاض كبير جدًا في الأضرار التي تسببها الإتسيريا.

مثال آخر، هو المكافحة البيولوجية للحشرات من خلال تعقير ذكور في المختبر وإطلاقها إلى الطبيعة. إنَّ وجود ذكور عاقرة كثيرة يُقلل من احتمال أن تجد الإناث الخصبة ذكورًا خصبة، وهكذا تتقلص عشيرة الكائن الحي الضار. وبطرق أخرى، نصطاد الذكور بمصيدة في داخلها مادة ذات رائحة تفرزها الإناث، وقد أُعِدّت هذه الرائحة (فيرمون) لجذب الذكور واصطيادها.
طرق أخرى مستعملة في الزراعة المستديمة، هي **المكافحة المدمجة** التي تعتمد على استعمال كبير جدًا للمكافحة البيولوجية واستعمال قليل جدًا للمكافحة الكيميائية، حيث يتم استعمال كل طريقة بالشكل والوقت المناسب، ولا تتضرر الأعداء الطبيعية للكائنات الحية الضارة.

من الجدير بالمعرفة: مكافحة مدمجة في التوت الأرضي

الضار الأساسي للتوت الأرضي هو المن. يوزع مزارعو التوت دبابير صغيرة، وكل واحدة منها تقوم بحقن بيضها إلى مئات الحشرات من المن. تتطور اليرقات "على حِساب" المن وتؤدي إلى موتها. ولكن نحتاج أحيانًا إلى "إكمال المكافحة"، وذلك من خلال استعمال كمية قليلة من المادة الكيميائية.

سؤال ز– 4

أ. ما هي حسنات المكافحة البيولوجية بالمقارنة مع طرق المكافحة الأخرى؟

ب. هل تؤثر المكافحة البيولوجية بشكل سلبي على النظام البيئي؟ اشرحوا.

تتم أحيانًا مكافحة الآفات الزراعية الموجودة في التربة بواسطة **التعقيم الحراري**: ففي هذه الطريقة، يغطي المزارع التربة بقطع من البولي ايثلين الشفاف، وهكذا تُمتص أشعة الشمس في التربة، وترتفع درجة حرارتها بشكل كبير جدًا، وتؤدي إلى موت الكائنات الحية الضارة.

وفي مجال مواد النفايات العضوية التي يُطلقها النظام الزراعي إلى البيئة المحيطة، يمكن استعمال وسائل تُقلل من كميتها وتأثيرها.

إفرازات الحيوانات في الحظائر والأقنان، هي مواد عضوية يمكن استعمالها كسماد لتقليص الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. تُستغل كميات كبيرة من النفايات العضوية (بما في ذلك النفايات البيتية) في منشآت خاصة لإنتاج غاز الميثان الذي يُستعمل كمصدر للطاقة. تعمل هذه المنشآت في مزبلة خيرية، وهي تزوِّد المصنع المجاور لها بالطاقة.

يمكن استعمال النفايات العضوية التي تَنْتُج في المزارع والنفايات البيتية لتحضير **الكومبوست** الذي نحصل عليه من مدورة المواد العضوية. تقوم الكائنات الحية الدقيقة بتحليل النفايات العضوية بوجود أكسجين. يُستعمل الكومبوست لتزويد النباتات بالعناصر، لتجويد التربة وكمادة إضافية لوسط التنمية في الدفيئة. يعتمد تحضير الكومبوست على كائنات حي محلِّلة وعلى عمليات طبيعية في النظام البيئي. إنّ مدورة المواد العضوية، تؤدي إلى إعادة عناصر (مثل: النيتروجين الفوسفور وغير ذلك) لدورات المواد.

إنتاج كهرباء من زبل الحظائر

في غور حيفر، تمّ بناء منشأة لإنتاج الكهرباء من زبل البقر. تقوم المنشأة بمعالجة 600 طن من زبل البقر خلال يوم واحد. يتم نقل زبل خام لحوالي 12،000 بقرة من 22 حظيرة أبقار في منطقة الشارون إلى عملية تحليل لا هوائية. حيث يَنْتُج في هذه العملية غاز الميثان الذي يُعتبر وقودًا نقيًا جدًا. يتم تجميع الغاز واستغلاله لإنتاج الكهرباء، أما بقايا المواد العضوية (الحمأة) تُعالج لإنتاج سماد عضوي.

(2007)

من الجدير بالمعرفة: «زراعة دقيقة»

في "الزراعة الدقيقة"، نوجِّه أوقات التسميد والري بحسب دورة حياة النبات وبحسب احتياجاته الفسيولوجية. يتغيَّر الري من منطقة إلى أخرى في الحقل، وذلك بحسب القياسات التي تقيسها المجسات، وتنقلها إلى قاعدة بيانات مركزية.
وهناك تتم معالجة المعلومات ونقلها بشكل أُتوماتيكي إلى شبكة الري المنتشرة في مناطق مختلفة في الحقل. ويتم تحديد التسميد – على سبيل المثال – بحسب مرحلة دورة حياة النباتات، حيث يُقاس ذلك أيضًا، من خلال مجسات في الحقل.

مشمش جاف عضوي

مشمش جاف غير عضوي

يعي مستهلكو المُنْتَجات الزراعية الأضرار الصحية التي تسببها المواد التي تُستعمل للتسميد ولمكافحة الآفات الزراعية، لذا ازداد طلب المستهلكين للمُنْتَجات **الزراعية العضوية**، وهذا يعني أن هذه المزروعات تنمو دون استعمال أسمدة كيميائية، ومواد كيميائية لمكافحة الآفات الزراعية. من ناحية المزارع والمُستهلك، فإنّ تكلفة استعمال طرق الزراعة العضوية باهظة جدًا، لأن المحصول لوحدة مساحة قليل (بسبب النقص في الأسمدة والتنافس مع كائنات حية أخرى)، ومدة حياة المُنْتَجات على الرف قصيرة. المُنْتَجات العضوية، لا تجذب أنظار معظم الناس، لأن عدد قليل جدًا من المستهلكين يعي حسناتها وعلى استعداد أن يدفع ثمنًا باهظًا. في إسرائيل (2007)، يزرع المزارعون مزروعات عضوية على مساحة 58 ألف دونم تقريبًا، وهي تُشكل 2 % من مجموع المساحة المُعدّة للزراعة.

ز5. جوانب أخلاقية للتكنولوجيا الزراعية

كثافة في قن لتسمين الدجاج

مما ذُكر حتى الآن، أصبح واضحًا أن النشاط الزراعي يؤثر على الطبيعة من حولنا.
وهذا الواقع يُثير صراعات صعبة: كيف يمكن أن نزوِّد غذاءً، مُنْتَجات وخدمات لبني البشر الذين يتزايدون، من خلال إيذاء قليل جدًا لأداء النظام البيئي والكائنات الحية الأخرى التي تشاركنا في الحياة على الكرة الأرضية؟
أحيانًا، لا يمكن الوصول إلى حل جيد بسبب نقص المعرفة وبسبب المصالح الاقتصادية والاجتماعية. حاليًا يستمر إيذاء الطبيعة مع التزايد في تعداد السكان. إضافةً إلى ذلك، يوجد صراعات أخلاقية تنبع من التطبيقات التكنولوجية المختلفة في الزارعة والتي يجب معالجتها ومواجهتها في يومنا هذا، مثلاً: في سنة 2006، تمّ تشريع قانون في إسرائيل يمنع من التسمين غير الإرادي للإوز. وقد أُعِدّ التسمين غير الإرادي لتنمية إوز ذي كبد كبير جدًا (في المطاعم الراقية، يوجد طلب كبير على كبد الإوز). من ناحية واحدة، أشار الأشخاص الذين طالبوا بتشريع هذا القانون إلى أن طريقة التسمين غير الإرادي تؤدي إلى معاناة كبيرة جدًا للإوز، لأنهم يُدخلون أنبوبًا معدنيًا إلى معدتها ويؤذون صحتها. ومن ناحية ثانية، فإنّ هذا القانون يمس بالدخل المادي للمزارعين وبجودة مستوى حياتهم، وهكذا يضطر المزارعون الانتقال إلى تنمية كائنات حية أخرى، وقد يمس ذلك مستوى حياتهم. تنمية الدجاج للتسمين في أقنان ذات كثافة عالية، وتنمية دجاج لوضع البيض في أقفاص، تُثير معارضة كبيرة جدًا بسبب ظروف النمو الصعبة التي تؤدي إلى معاناة الدجاج بشكل كبير جدًا. تساعد الأقفاص على جمع البيض وتغذية الدجاج بشكل سهل جدًا. يمكن أن نجد اليوم في الدكاكين "بيض الحرية"، وهذا البيض تضعه دجاجات لا تعيش مسجونة في أقفاص، بل هي حرة طليقة.

دجاج في الساحة

تلخيص الفصل

1. الزراعة هي نشاط أساسي لتدخُّل الإنسان في الطبيعة. فهي تؤثر على العوامل الأحيائية واللا أحيائية، على العلاقة المتبادلة وعلى تنوع الأنواع في النظام البيئي.
2. أدى كل من وتيرة نمو تعداد السكان والطلب المتزايد على الغذاء إلى تطوير طرق تكنولوجية تزيد من نجاعة الإنتاج الزراعي.
3. الزراعة تزوِّد غذاءً للعدد المتزايد لبني البشر وللحيوانات، كما أنها تزوِّد مُنْتَجات وخدمات مختلفة لراحة الإنسان.
4. من جهة واحدة، تؤدي الزراعة إلى تقليل مساحات الأراضي المطلوبة لنمو غذاء بني البشر، ومن ناحية أخرى، ساعدت الزراعة على استعمال مساحات الأراضي التي اعتُبرت في الماضي "غير خصبة"، وهكذا ازدادت كمية الغذاء العامة الناتجة بشكل كبير جدًا.
5. تعتمد نجاعة الإنتاج الزراعي وزيادته على عدة مبادئ:
   أ. تقليل تأثير عوامل محددة، مثلاً: تنمية المزروعات في الدفيئة التي توجد فيها مراقبة على درجة الحرارة، شدة الإضاءة، كمية وطريقة الري، تزويد الأسمدة وغير ذلك.
   ب. تنظيم اصطناعي لإشارات بيئية محيطة ،مثلاً: النسبة بين ساعات الإضاءة وبين ساعات الظلام التي تؤثر على عمليات التكاثر.
   ج. رعاية وتحسين أصناف من خلال الانتخاب الاصطناعي والهندسة الوراثية.
   د. مراقبة عمليات التطور، النضوج والشيخوخة.
6. تعتمد الزراعة المستديمة على فهم النظام البيئي وفحص تأثير الزراعة عليها. إنَّ تطبيق التكنولوجيا الزراعية بشكل حكيم، سيزودنا باحتياجات هذا الجيل من خلال الحفاظ على النظام البيئي لأجل الأجيال القادمة.
7. أمثلة لإستراتيجيات الزراعة المستديمة:
   - تحسين استغلال المياه من خلال الري بطريقة التنقيط، استعمال مياه مكرّرة والتوقيت الدقيق للري بحسب متطلبات النمو ودورة حياة النبتة.
   - تحسين خصوبة التربة بواسطة: دورة مزروعات، دمج مزروعات وتجويد التربة، من خلال مدورة النفايات الزراعية.
   - تقليص كمية السموم المطلوبة لمكافحة الأعشاب الضارة، الآفات الزراعية والأمراض من خلال المراقبة البيولوجية والهندسة الوراثية.
   - تقليص استعمال مواد السماد الصناعي من خلال زيادة استعمال إفرازات الحيوانات كأسمدة.

مصطلحات مهمة

جعله أليفًا
انتخاب اصطناعي
عامل محدد
سماد
مكافحة بيولوجية
مكافحة كيميائية
مكافحة مدمجة
هندسة وراثية
طرق الري
تعقيم بأشعة الشمس
تثبيت النيتروجين
زراعة
زراعة عضوية
زراعة مكثفة
زراعة مستديمة
دورة المزروعات
مياه مجارٍ مكرّرة
مياه نظيفة
توقيت ضوئي
نفايات زراعية، مدورة
كومبوست
سياحة زراعية