تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر الحيوانات والنباتات

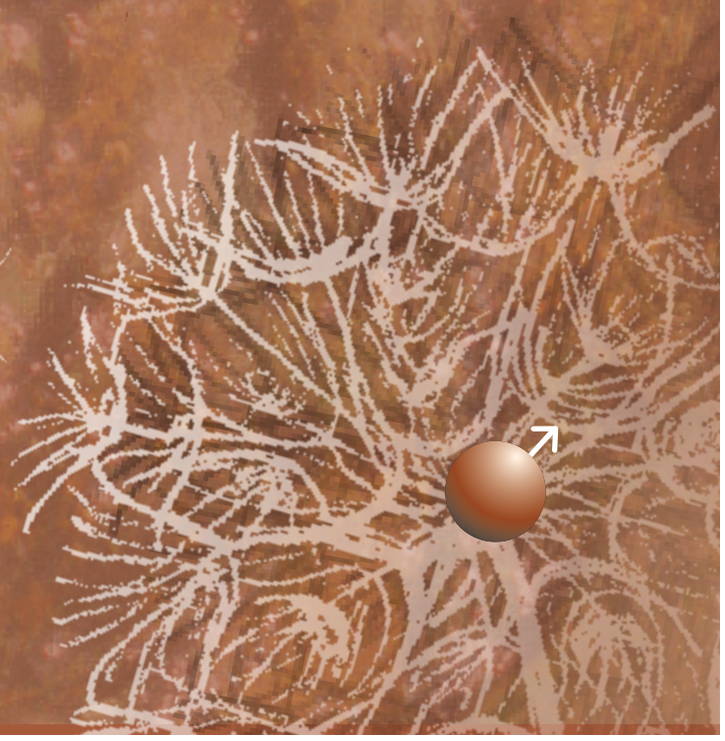
ح1. تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر الحيوان

ح2. تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر الحيوان

المواضيع الأساسية في الفصل

مصطلحات مهمة في الفصل

ح



الفصل السابع: تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر الحيوانات والنباتات

تعلَّمتم في الفصل الرابع عن التدخُّل في عمليات تكاثر الإنسان، ورأيتم في أعقاب البحث وتطور التكنولوجيا أنه يوجد اليوم اقتراحات حلول مختلفة لمشاكل في أداء الجهاز التناسلي. تُتيح هذه الحلول لأزواج لا يوجد لديهم أطفال أن يكونوا والدين لأطفال أصحاء.
نتعلم في هذا الفصل عن تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر النباتات والحيوانات في المزرعة. يهدف هذا التدخُّل إلى تحسين نواتج المزرعة وزيادة إنتاج الغذاء وهكذا يرتفع الربح أيضًا. يوجِّه البحث في مجالات الزراعة إلى تحقيق هذه الأهداف أيضًا.

علاقة بالموضوع

علم البيئة:
الزراعة - تدخُّل الإنسان في الطبيعة.

ح1. تدخُّل الإنسان في عمليات تكاثر الحيوانات

في الطبيعة تكاثر معظم الحيوانات في موسم معين في السنة - **موسم التكاثر** - فيه الظروف مناسبة لنمو الأفراد. في البلاد، تتم معظم الولادة وتفيس البيض في فصل الربيع، الفصل الذي فيه كثرة غذاء ودرجات حرارة مريحة لتطور الجيل الجديد. عند حيوانات المزرعة، كما هو الأمر عند الحيوانات في الطبيعة، تتلاءم للتغييرات الموسمية: بشكل طبيعي، تستوعب معلومات من البيئة المحيطة، وتُترجم إلى إشارات بيولوجية تُحرِّك عمليات متعلقة بالتكاثر. في المزرعة، موسمية التكاثر تحدد نسبة التكاثر، كمية الناتج (مثل: البيض والحليب) والفترة الزمنية التي نحصل فيها على الناتج. يتدخل المزارعون في الآلية الهورمونالية التي تنظم تكاثر حيوانات المزرعة، كي يتغلب على المحدودية التي تفرضها موسمية التكاثر. يتم التدخُّل بواسطة تغيير العوامل البيئية المحيطة - الخارجية، مثل مدة ساعات الإضاءة ودرجة الحرارة، أو بواسطة إعطاء إضافة هورمونات. نتيجةً لهذه العمليات، تستطيع البقرات أن تتكاثر وتُدر حليبًا خلال كل السنة، وتستطيع الدجاجات أن تضع بيضًا معظم أيام السنة.

لتدخل المزارعون في عمليات تكاثر الحيوانات يوجد انعكاسات على البيئة المحيطة، وقد تكون لها انعكاسات على صحة الحيوانات، لذا التدخُّل يُثير تساؤلات أخلاقية ومعارضة عند الذين يتناولون موضوع رفاهية الحيوانات (انظروا الصفحات 150-151).

مصطلحات

تدجين الحيوانات

خلال حوالي الـ 10,000 سنة التي يمارس فيها الإنسان الزراعة، قام بتنمية وتحسين حيوانات، اختار أفرادًا بحسب صفاتها وبعملية **الانتخاب الإصطناعي** قام بتدجين الحيوانات حسب احتياجاته. الحيوانات التي تمَّ تدجينها، لا تستطيع عادةً أن تعود وتعيش في الطبيعة، لأنها ملائمة للحياة مع الإنسان الذي يزودها احتياجاتها.

ح1.1 تنظيم نظام الإضاءة وتأثيره على تكاثر الحيوانات

دورية ساعات الإضاءة وساعات الظلام خلال اليوم (التوقيت الضوئي) هي ظاهرة طبيعية متعلقة بشكل وطيد بفصول السنة وبشروط درجات الحرارة في المواسم المختلفة. كما هو الأمر عند النباتات، عند الحيوانات أيضًا توجد وسائل لإحساس التغييرات في عدد ساعات الإضاءة. قدرة الكائنات الحية على الرد للتغييرات في عدد ساعات الإضاءة والظلام خلال اليوم نسميها **التوقيت الضوئي**. يُتيح تغيير عدد ساعات الإضاءة في اليوم للمزارعين أن يوجِّهوا عمليات فسيولوجية تتأثر من عوامل في البيئة المحيطة.

النضوج الجنسي المبكر للأبقار هو مثال لتطبيق المعرفة البيولوجية في المزرعة، وهو يُتيح إنتاج حليب وعجول من الأبقار في مرحلة مبكرة من حياتهنَّ. عندما نزيد في فصل الشتاء عدد ساعات الإضاءة في اليوم إلى 16 ساعة، فإننا نؤدي إلى نضوج جنسي مبكر بشهر حتى ستة أسابيع. وأيضًا العلاج الهورموناليّ يُتيح تبكير النضوج الجنسي للبقرة. الضوء لا يؤثر على تبكير النضوج الجنسي فقط، بل يؤثر أيضًا على إنتاج الحليب، على ما يبدو بواسطة ازدياد إفراز هورمونات تؤثر على إنتاج الحليب.

يؤثر طول النهار على موعد الشبق أيضًا. مثلًا: تشبق الفرس عندما يطول النهار. عند الخراف والماعز، يبدأ الشبق الطبيعي بالذات في الفترة التي يقصر فيها النهار، وهي تلد في فترة الشتاء. يمكن أن نحث الماعز والخراف على الشبق خارج موسم التكاثر الطبيعي أيضًا بواسطة إضافة إضاءة اصطناعية خلال عدة أسابيع، وبعد ذلك، تقليل عدد ساعات الإضاءة.

توجيه موعد وضع بيض الطيور والتأثير على كمية البيض

موسم الإضاءة الطبيعي للطيور في البلاد هو فصلي الربيع والصيف، لكن المزارعون معنيون في إطالة الموسم كل السنة، كي يتمكنوا من تسويق البيض كلَ يوم. اتضح أن عملية وضع البيض، كما هو الأمر في تبكير النضوج الجنسي، هي عملية تتأثر من طول النهار.

تتم عملية وضع البيض في الطبيعة عندما يكون عدد ساعات الإضاءة أكثر من 14 ساعة. التكبير الإصطناعي والتدريجي لعدد ساعات الإضاءة في القن إلى 16-17 ساعة في اليوم، يؤدي للدجاجة أن تبيض بيضًا أيضًا في موسم، في السنة، يكون فيه عدد ساعات الضوء الطبيعي أقل من 14 ساعة.

تقوم الهورمونات بوساطة تأثير الضوء على وضع البيض. يُنقل محفز الضوء إلى الجهاز العصبي ومن هناك إلى الغدة **النخامية** في مخ الدجاجة. نتيجةً لتأثير تحفيز الضوء، تفرز الغدة النخامية الهورمون FSH الذي يؤدي إلى نضوج جُريبات في المبيض، إباضة ووضع البيض. هكذا بواسطة **الإضاءة الإصطناعية** نؤدي للدجاجات أن تضع بيضًا خلال كل السنة. تضع الدجاجة بيضو واحدة في كل مرة والمجموع الكلي من 2-5 بيضات في الأسبوع. في الظروف المثلى تستطيع الدجاجة أن تضع بيضة كل 26 ساعة، وهذه المدة الزمنية هي الفترة الزمنية بين إباضة لإباضة أخرى.

جدير بالمعرفة

البيض المخصب، البيض غير المخصب، ووضع بيض احتياطي

في قن التكاثر الذي يعيش فيه ديوك ودجاجات، البيوض التي تُضع تكون مخصبة. ينقل المزارعون البيض إلى المفرخة وهناك تُزود بشروط مناسبة لتطور الأجنة - درجة حرارة، رطوبة وتراكيز غاز مناسبة. في القن الذي يزوِّد بيض للأكل توجد إناث فقط، لذا البيض الذي يُضع فيها غير مخصب.

ما هو الشرح "للبذل الكبير" في البيض غير المخصب؟

عند قسم من الطيور ومن بينها الدجاج البيتي، وضع البيض متعلق بالأساس بعوامل البيئة الحيطة، مثل: طول النهار، جودة الغذاء وتوافره ووجود عُش لوضع البيض. بعد عملية الإخصاب، تنتقل خلية البويضة في أنبوب البيض حتى تصبح البيض كاملة، سواءً كانت البيضة مخصبة أو غير مخصبة. لذا أيضًا في حالة عدم وجود ديك عند إناث هذه الطيور، كما يحدث في القن المعد لوضع البيض فقط، فإن هذه الإناث تضع بيضًا. نجد ظاهرة وضع البيض غير المخصب عند طيور إضافية مثل الببغاء. يوجد أنواع طيور تحتاج إاة وجود الذكر وهو محفز ضروري لوضع البيض. هذه الطيور لا تضع بيضًا دون وجود ذكر، وبالتالي لا تضع بيضًا غير مخصب.

في قسم من الطيور معروفة ظاهرة نسمِّيها وضع بيض احتياطي. عند النسور، على سبيل المثال، عندما تشعر الأنثى أن البيضة التي وضعتها افتُرست أو سقطت من الهش، فإنها تضع بيضة أخرى. يستغل المزارعون هذه الظاهرة التي تحدث عند دجاج البيت. فهم يأخذون البيض من قن الدجاجات، وهي تبيض بيض احتياطي. وبهذه الطريقة تستمر الدجاجات في وضع البيض كل يوم تقريبًا.

سؤال ح - 1

اليوم يُباع في الحوانيت "بيض الحرية" الذي وضعته دجاجات تنمو وتعيش في ساحة مفتوحة وليس في قن مغلق وكثيف.

أ. هل أيضًا الدجاجات التي تنمو وتعيش في الساحة تضع بيضًا في معظم أشهر السنة؟ علِّلوا.

ب. لماذا، حسب رأيكم، سعر "بيض الحرية" أعلى من سعر البيض العادي؟

سؤال ح - 2

في الطبيعة، المدة الزمنية لاحتضان البيض عند الدجاجات هي 21 يومًا. خلال هذه الأيام، لا تضع الدجاجة بيضًا إضافيًّا. إذا كان الأمر كذلك، فما هي الأفضلية للمزارع عندما ينقل البيض للاحتضان في المفرخة؟

ح2.1 التخصيب (الزرع) الإصطناعي وتزامن الشبق عند الأبقار

عند البقرات، كما هو الأمر عند إناث ثدييات أخرى، يوجد نشاط دوري لجهاز التكاثر. عند البقرات توجد **دورة شبق** تستمر 21 يومًا، وفي نهايتها في اليوم الـ 21، تحدث تغيُّرات فسيولوجية وسلوكية تستمر من 8-24 ساعة. هذه هي فترة **الشبق** التي يوجد فيها استعداد بيولوجي للبقرة على التزاوج، بعد انتهاء

للمزيد عن
دورة الشبق في الفصل الخامس، صفحات 96-97.

فترة الشبق، تحدث **الإباضة** وتخرج خلية البويضة من المبيض.
يمكن أن نميِّز فترة الشبق حسب تصرفات البقرة: إثارة تُعبر عنها في المشي الكثير، فقدان الشهية وإفراز روائح خاصة تجذب الذكور. بشكل طبيعي، تحدث فترة الشبق عند كل بقرة في موعد خاص لها، لذا في قطيع كبير تكون عدة بقرات في شبق كل يوم. المزارعون المعنيون في تخصيب البقرات يجب عليهم أن يميزوا في كل يوم البقرات الموجودة في نهاية فترة الشبق والمستعدة للتخصيب. للمساعدة في التمييز الدقيق لفترة الشبق طُوِّر جهاز البيدومتر (بيدو - خطوة، متر - مقياس) - جهاز يُعلق على رِجل البقرة ويقيس عدد خطواتها. يُشير ازدياد عدد الخطوات إلى الشبق.

يتم تخصيب البقرات اليوم **بالتخصيب الإصطناعي** - ادخال مباشر لخلايا منوية أُخذت من ثور يحمل صفات مرغوبة إلى الجهاز التناسلي للبقرة. يُنفِّذ التخصيب الإصطناعي شخص مهني - زراع، في البداية، يجمع سائل منوي من الذكور، وفي موعد الإباضة الذي يبدأ في نهاية فترة الشبق، فإنه يُدخل الخلايا المنوية إلى عنق رحم الإناث لتخصيب خلية البويضة.
يوجد عدة حسنات للتخصيب الإصطناعي:

1. استغلال ناجع للخلايا المنوية - كمية الخلايا المنوية التي يقذفها الذكر في المرة الواحدة كبيرة جدًا، حوالي عشر مليارات خلية منوية. في الإخصاب الطبيعي، تدخل جميع الخلايا المنوية إلى بقرة واحدة وفي الواقع جميعها تُهدرباستثناء خلية منوية واحدة تُخصب خلية البويضة. تجميع السائل المنوي يُتيح للمزارع أن يستعمل الخلايا المنوية التي قُذفت في مرة واحدة لتخصيب ثلاث مائة حتى ألف بقرة!
2. فحص سلامة الخلايا المنوية قبل زرعها (التخصيب) - بمساعدة فحص ميكروسكوبي، يمكن فحص تركيز الخلايا المنوية، مبناها وحركتها. إذا كانت الخلايا المنوية سليمة ونشطة، فإنه يمكن استخدامها وقت الحاجة.

ازدادت قدرة التخصيب الإصطناعي عدة أضعاف بفضل تقنيات الحفظ والتخزين في تجميد عميق في نيتروجين سائل في درجة حرارة 196°C- (كما ذكرنا في الفصل الرابع، صفحة **66**). بهذه الطريقة يمكن استعمال خلايا منوية لثور محسَّن خلال سنوات كثيرة.

في معظم المزارع في البلاد، يعتمد المزارعون على دورة الشبق الطبيعية، لكن يستطيع المزارعون إنتاج **تزامن** (توحيد الموعد) لدورة الشبق في القطيع. يتم توحيد الزمن بواسطة الهورمون **بروجسترون** أو بواسطة المعالجة ببروستاجلاندين وهو مادة تُفرز بشكل طبيعي وتعمل مثل الهورمون. يؤدي البروجسترون إلى إطالة مدة بقاء **الجُسَيْم الأصفر** والبروجسترون يقصرها. للوصول إلى توحيد موعد إفراز الهورمونات الجونادوتروبينية (التناسلية)، وللوصول إلى شبق وإباضة في نفس الموعد عند جميع البقرات،يجب معالجة جميع البقرات. يُتيح تزامن دورة الشبق في القطيع إلى تقليل عدد زيارات المزارع المخصب، وهكذا يوفر المزارع زمنًا ونقودًا، لأن المزارع المخصب يستطيع أن ينفِّذ العملية لجميع البقرات في نفس الموعد.

لتزامن دورة شبق البقرات في القطيع توجد حسنة عامة:

- توفير التكاليف المتعلقة بعمل المزارع المخصب وبتجميع الخلايا المنوية.
- زيادة النسبة المئوية للحمل الناجح.
- توجيه ولادة كل القطيع إلى نفس الموعد، وهكذا تكون معالجة العجول في نفس الوقت.
- تزامن الولادة إلى موسم مُريح لتنمية العجول وللتسويق المركز للعجول المعدة للحم.

سؤال ح - 3

أ. اذكروا ثلاث صفات في الأبقار، يرغب المزارعون في نقلها بالوراثة إلى الجيل القادم.

ب. استعمال الخلايا المنوية للثور الذي تمَّ اختياره لتخصيب بقرات كثيرة هو مرحلة في عملية الانتخاب الإصطناعي. اشرحوا.

ت. استعمال الخلايا المنوية من عدد قليل من الأفراد المفضلة يقلص التنوع الوراثي. ما الخطر في تقليص التنوع الوراثي؟ اشرحوا.

ح3.1 حث الشبق عند الأبقار

حث الشبق هي عملية تُنفَّذ عادةً للبقرات صغيرات السن التي لم تصل حتى الآن النضوج الجنسي، وللبقرات التي أنجبت الآن ومعنيون في تقصير المدة الزمنية حتى تجدد دورة الشبق. بعد الولادة، تتجدد دورة الشبق بشكل طبيعي خلال 3-2 شهور. كما هو الأمر في التزامن، في حث الشبق تُستعمل هورمونات تؤثر على الجهاز التناسلي. تُتيح المعالجة بالهورمونين **بروجسترون واستروجن** تبكير الولادة الأولى للبقرات الصغيرة السن وتقصير الزمن لتخصيب البقرة، التي أنجبت، مرة أخرى. إذا كان الأمر كذلك، يُتيح حث الشبق من ازدياد نسبة الولادة في القطيع.

جدير بالمعرفة

كيف تستطيع البقرات إنتاج الحليب كل سنة خلال سنوات كثيرة

كما هو الأمر عند جميع الثدييات، يبدأ إنتاج الحليب في حلمة (درة) البقرة بشكل طبيعي بعد الولادة ويستمر طالما يؤثر تحفيز رضاعة العجل. في العالم الغربي، في قطيع بقر للحليب، عادةً، يفصلون العجول عن أماتهم بعد الولادة مباشرةً. إذا كان الأمر كذلك، فكيف يستمر إنتاج الحليب كل السنة خلال سنوات كثيرة؟

بَعد فصل العجول، يستمر تحفيز البقرة على إفراز الحليب بمساعدة تحفيز الرضاعة الإصطناعية - الحلب المتكرر من 3-2 مرات في اليوم.

بعد حوالي 60 يومًا، تتجدد دورة الشبق وعندئذ يتم تخصيب البقرة. فقط في الولادة القادمة، يتوقف الحلب بشكل مطلق (خلال الحمل ينخفض إنتاج الحليب بشكل تدريجي). بعد مرور حوالي سنة على الولادة السابقة، تلد البقرة مرةً أخرى ويمكن العودة لإنتاج الحليب منها.

هذا العلاج بالبقرات يزيد بشكل كبير جدًا من إنتاج حليبها ونسبة تكاثرها، لكنه يقصر طيلة حياتهنَّ بشكل كبير جدًا.

صراع ذهني

جوانب أخلاقية لتدخُّل الإنسان في تكاثر الحيوانات

بعض الطرق التي وُصفت حول تدخُّل الإنسان في تكاثر حيوانات المزرعة، أثارت معارضة عند الهيئات التي تهتم برفاهة الحيوانات.

تعتمد الرعاية الجيدة لحيوانات المزرعة على المبادئ الآتية:

- منع العطش، الجوع، سوء التغذية.
- تقليص عدم راحة الحيوانات، مثلًا: تقليل الكثافة.
- منع إصابات وأمراض.
- منحها إمكانية التعبير عن تصرفاتها بشكل طبيعي.

لا يشددون في جميع مزارع الحيوانات على معالجتها بشكل جيد. مع مرور الوقت، قد تحدث مشاكل مختلفة لحيوانات المزرعة، مثل:

- الحلب المكثف للبقرات يزيد من تكرارية الإلتهابات في الحلمة.
- تسمين الطيور للحوم والإزدياد السريع في الوزن، يرافقهما تطور مشاكل في أرجل الطيور، وهذا قد يسبب لها الآلام.
- وضع البيض يوميًا يرافقه إصابة في الأعضاء التناسلية للإناث التي تضع البيض، وظواهر مثل النقص في الكالسيوم.

سؤال ح - 4

في معظم مزارع الحيوانات، ينمون حيوانات في ظروف تختلف بشكل كبير جدًا عن الظروف الطبيعية، كي يحققوا أقصى الإنتاج. ما هما القيمتان المتضاربتان هنا؟ اشرحوا.

ح2. تدخُّل المزارعون في عمليات تكاثر النباتات

ح1.2 تكاثر غير تزاوجي (خضري) عند النباتات

جميع الطرق التي تُستعمل في الزراعة والبساتين **للتكاثر غير التزاوجي (خضري)** للنباتات تعتمد على قدرة النبات على التجدد ونمو أعضاء جديدة من أقسام النبات المختلفة، مثل: الجذور، السيقان، الأوراق والأزهار. تنبع هذه القدرة من صفتين في النبات:

- في أطراف الغصون توجد **قمم نمو** فيها **مريستيمات** تتطور منها غصون جديدة تحمل أوراقًا، أزهارًا وثمارًا.
- تود للنبات القدرة على التجدد، عندما نفصل عضوًا عن النبات أو نجرحه، يمكن أن تتطور من الخلايا البالغة، في مكان الإنفصال أو الجرح، نسيج خلايا غير متمايزة - **كالوس**. نؤدي في منبت الأنسجة بشكل اصطناعي إلى إنتاج نسيج كالوس، حيث تتطور وتتمايز منه أعضاء جديدة، مثل: الجذور والسيقان.

الأفضلية الأساسية بالتكاثر غير التزاوجي في الزراعة هي الصفات المتماثلة للأفراد التي تُتيح حفاظ على الصفات الوراثية المرغوبة للمزارعين بشكل كامل ونثلها من جيل إلى آخر. مثال على ذلك، يُكثر المزارعون أصناف العنب بتكاثر غير تزاوجي خلال مئات السنين، وهكذا يحافظون على صفات العنب الذي يُنتجون منه نبيذًا جودته عالية. حسب التفصيل في جدول ح-2 (صفحة 158)، نلاحظ أن كل عضو في النبات يمكن أن يُستعمل كمصدر لنبات جديد. وأيضًا الخلايا التي تمايزت يمكن أن تنقسم وتتمايز إلى أنسجة وأعضاء. ومع ذلك، إمكانية استخدام عضو معين للتكاثر متعلق بنوع النبات. من الخبرة المتعددة السنوات للمزارعين، الباحثين والبستانيون، تراكمت معرفة كثيرة حول الطريقة المناسبة لتكاثر كل نبات.

فسائل

الفسيلة هي قطعة غصن أو ورقة أُخذت من نبتة الأُم وغُرست في وسط تنمية. في ظروف مناسبة تنمو جذور من الفسيلة ويتطو إلى نبات كامل يحمل أزهارًا وثمارًا. الفسيلة مماثلة من ناحية وراثية للنبات الذي أخذ منه وهذه أفضلية للمزارع. ليس كل نوع نبات يمكن إكثاره بزاسطة الفسائل.

من خلايا قاعدة الفسيلة، تتطور جذور (الرسمة ح-1) تستوعب ماء وأملاح معدنية من التربة، ومن **قمم النمو** في أطراف الغصون ومن البراعم في السليميات تتطور غصون وأوراق.

الرسمة ح -1: فسيلة ال **פוטוס** نمَّت منها جذورًا في الماء

في معظم الحالات، مصدر الفسيلة من قطعة غصن، لكن يوجد أنواع نباتات مثل ال ***הסיגלית האפריקנית*** التي يمكن أن نُنْتِج منها نبات جديد كامل من ورقة واحدة! نقطف ورقة ونغرسها في وسط تنمية، من خلايا قاعدة الورقة تتطور جميع أقسام النبات الجديد: جذور وساق يحمل أوراقًا وأزهارًا (الرسمة ح -2).

الرسمة ح-2: إكثار **סיגלית אפריקאית** بواسطة فسيلة من ورقة
من اليمين إلى اليسار: نبتة **סיגלית אפריקאית**، إنتاج الجذورمن فسيلة ورقة في الماء، فسيلة ورقة مغروسة في وسط تنمية.

يتأثر تطور الفسيلة من عوامل خاصة للفسيلة ذاتها - **عوامل داخلية** مثل كبر الفسيلة، عُمرها والهورمونات النباتية الموجودة فيها، **وعوامل خارجية**، مثل: الموسمية، نوع وسط التنمية وإضافة هورمونات. عرضنا العوامل وتأثيرها في جدول ح -**1**. مع ذلك، مفهوم ضمنًا أن جميع العوامل الخارجية التي تؤثر على تطور النبتة، مثل: الضوء، درجة الحرارة، الأملاح المعدنية والماء، تؤثر جميعها على تطور الفسيلة أيضًا.

جدول ح -1: عوامل خاصة للفسائل التي تؤثر على تطورها

	العامل	الشرح
عوامل داخلية	كبر الفسيلة	من الأفضل اختيار فسيلة تشتمل، على الأقل، قاعدة ورقة واحدة في أبطها بُرعم.غالبًا نقص الأوراق إلى نِصفين، كي نقلل من فقدان الماء.
	عُمرُ الفسيلة	من الأفضل أن نأخذ فسيلة من نبتة حديثة السن أو من غصن حديث السن. أحد الأسباب لذلك أن تركيز الهورمونات فيها عالي.
عوامل خارجية	هورمونات النمو (التي يضيفها المزارع)	في مراحل مختلفة لتطور الفسيلة، يمكن إضافة أوكسين لتحفيز إنتاج الجذور والسيتوكنين لتحفيز تطور الغصون.
	فصل السنة (الموسمية)	في الأشجار التي تتساقط أوراقها في الشتاء، من الأفضل أن نأخذ فسائل في نهاية فترة الشتاء مع قدوم التوريق الذي يرتفع فيه تركيز الهورمونات.
	نوع وسط النمو	من المهم أن نغرس الفسيلة في وسط نمو فيه تهوية ورطب يحتوي أملاح معدنية.

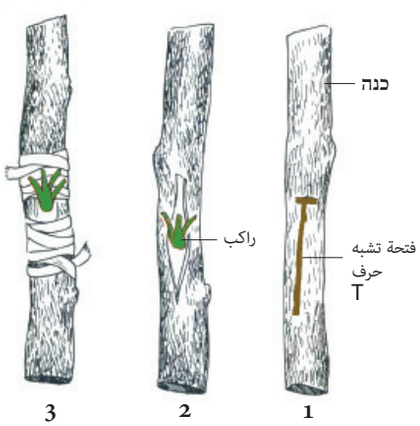
التركيب

التركيب هي طريقة تكاثر شائعة في تنمية الورد، أشجار الفاكهة والعنب، واليوم في النباتات الحولية أيضًا مثل البطيخ. يُستعمل التركيب لتكاثر أفراد ذات صفات مرغوبة للمزارعين. الطريقة معروفة ومستعملة منذ آلاف السنين ومصدرها على ما يبدو من الصين.

نُنْتِج في التركيب نبات جديد، من ناحية واحدة له صفات مرغوبة، ثمرة كبيرة، جميلة وعصيرية، ومن ناحية ثانية لديه القدرة على الصمود أمام أمراض في التربة، ويُتيح له نظام جذوره النمو جيدًا أيضًا في التربة التي يحمل فيها النبات الثمار أو الأزهار غير مناسب للنمو فيها.

تفاح بَعد التركيب

في عملية التركيب، نربط قطعة من نبتة واحدة - فسيلة، على نبتة أخرى قريبة لها من ناحية وراثية. القسم المتجذر في التربة نسمِّيه כַּנָּה والقسم المركّب نسميه **"راكب"**. القطعة التي تُستعمل راكب لها رأس نمو أو برعم جانبي تتطور منه غصون جديدة. في عملية التركيب يَنْتُج تواصل وطيد بين أنسجة الراكب وال הכנה بما في ذلك نسيج **الكامبيوم** الذي تتطور منه أنسجة نقل النبات. في أعقاب التركيب، يتحد نسيجيْ ال הכנה والراكب، وتعمل النبتتين فيما بَعد طيلة حياتها كنبتة واحدة. يوجد عدة طرق لتنفيذ التركيب، لكن في جميع المبدأ نفسه. تصف الرسمة ح -3 مراحل التركيب.



الرسمة ح -3: مراحل التركيب

1. تحضير فتحة على شكل T بواسطة قطع القشرة حتى منطقة الكامبيوم.
2. إدخال الراكب تحت طرف مكان القطع.
3. ربط وشد التركيب بشريط حتى يتحد كامبيوم ال הכנה والراكب.

التركيب في الحمضيات:
כנה وَ 3 راكبون

كلما كان القرب الوراثي بين ال **הכנה** والراكب كبيرًا، فإن احتما نجاح التركيب يكون كبيرًا. على الأغلب ننفِّذ التركيب بين أصناف من نفس النوع، لكن أحيانًا يمكن أن نركِّب أنواعًا مختلفة لكنها قريبة (تنتمي إلى نفس النوع).

مصطلحات

الصنف

الصنف الذي نسمِّيه نوع ثانوي أيضًا (sub-species)، هو وحدة تصنيف في عالَم الطبيعة. هو يعرِّف عشيرة أفراد تنتمي لنوع معين (species) ويختلف بمميز معين عن عشيرة أخرى لأفراد من نفس النوع. مثال: **הכלניות הלבנות והאדומות** هي أصناف مختلفة لل ***כלנית מצויה***. أصناف كثيرة هي نواتج رعاية نفَّذها الإنسان بعملية الإنتخاب الإصطناعي.

يوجد للتركيب عدة حسنات مهمة للمزارع:

1. يُتيح تنمية أصناف أشجار وعنب تحمل ثمار محسَّنة أيضًا في تربة غير مناسبة لهذه الأصناف (التي تحمل الثمار المحسَّنة).
2. يُتيح زيادة الثمار بواسطة استعمال **בכנות** لها قدرة على الصمود أمام أمراض وآفات زراعية.
3. في كروم الفاكهة، يُتيح تغيير صنف معين للثمار بصنف ناجح أكثر، من خلال تقصير المدة الزمنية حتى الحصول على ثمار (بالمقارنة للمدة الزمنية التي تمر حتى الحصول على ثمار من غرس جديد لأشجار حديثة السن.)
4. يُتيح إنتاج تراكيب نباتات لأهداف الزينة، مثلاً: تركيب أنواع صبار مختلفة على بعضها.

صبار مركَّب

חוטרים

חוטר هو غصن جانبي يتطور بشكل طبيعي من قاعدة جذع نباتات معينة مثل النخيل والموز. لإكثار أشجار النخيل، تُستعمل عادةً ال **בחוטרים** (الرسمة ح -4): يُغلف ال **החוטר** بكيس نشارة خشب، وعندما تتطور فيه جذور، يمكن فصله عن نبتة الأم وغرسه في كرم جديد.

الرسمة ح -4: جذع نخيل مع חוטרים جاهزة للفصل

نبات الموز التي لا تتكاثر بطرية التكاثر التزاوجي بتاتًا، يُكثرونها عادةً بواسطة חוטרים، لكن اليوم شائعة طريقة التكاثر بواسطة مستنبت خلايا (ستتعلمون غنها في البند القادم)، وهو يحل تدريجيًّا مكان تكاثر نباتات الموز بواسطة ال חוטרים.

درنات وأبصال

النباتات التي لها أعضاء تخزين تحت سطح التربة، مثل: الدرنات والأبصال، يمكن إكثارها بواسطة هذه الأعضاء. معروفة لنا من المطبخ **درنات** البطاطا **وأبصال** بصل الحديقة.

بالطبع انتبهتم أن البطاطا الموجودة عدة أيام في البيت، في درجة حرارة الغرفة، تبدأ تنمو منها غصون وأوراق من مناطق معينة في الدرنة (الرسمة ح -5).

درنة البطاطا في الواقع هي ساق ثخين تحت سطح التربة وفيه **براعم تكاثر**. تُخزَّن في الدرنة مواد غذائية، والغصون التي تتطور من البراعم تستغل المواد الغذائية الموجودة في الدرنة وينمو نبات جديد.

في الزراعة تُدفن درنات البطاطا، في التربة، ومنها تتطور نباتات جديدة ودرنات كثيرة إضافية.

الرسمة ح -5: على اليمين - درنة بطاطا مع غصون جديدة تتطور من براعم التكاثر، **على اليسار** - نبتة بطاطا كاملة مع درنات كثيرة.

البصل هو ساق قصير وحوله أوراق ثخينة لحمية (الرسمة ح- **6**). يوجد في الساق براعم تجدد تتطور إلى أبصال صغيرة، ومن قاعدة الأبصال الصغيرة تخرج الجذور. نفصل الأبصال الصغيرة عن نبتة الأم ويمكن تنميتها كنباتات جديدة.

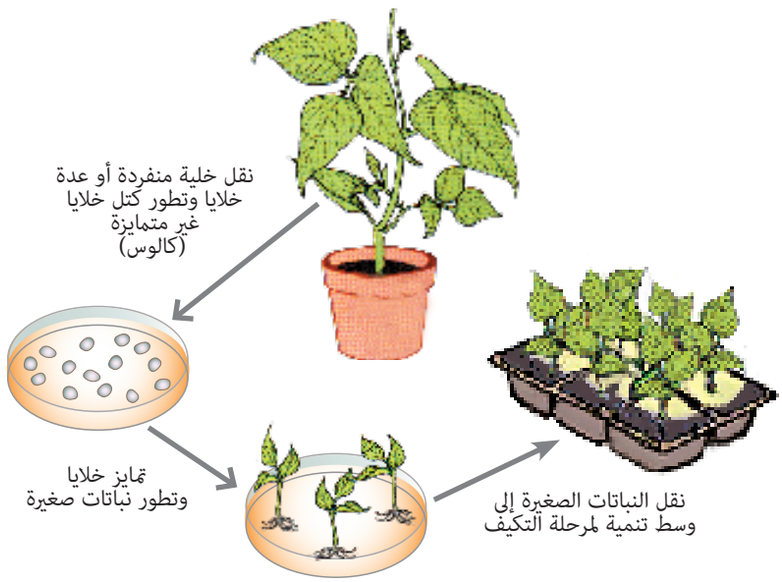
نُكثر نباتات ال *נרקיס, שושן, יקינתון* وغيرها بواسطة أبصال. عادةً، يتم جمع الأبصال الصغيرة وتُخزَّن في مكان جاف وبارد وهكذا تُحفظ للموسم القادم، لكي نتمكن من تنميتها في كل موسم نباتات جديدة وبيعها في أصص في حوانيت الأزهار.

الرسمة ح -6: من اليمين إلى اليسار - مقطع تخطيطي في البصل تصوير مقطع في البصل، أبصال صغيرة إلى جانب بصل بالغ (חבצלת)

مستنبت نسيج

ليس كل نبات يمكن إكثاره من فسائل، ليس كل نبات تنمو منه فسائل أو חוטרים، ليس كل نبات له أبصال أو درنات وليس كل نبات من السهل إكثاره من بذور. مع تطور العلم والتكنولوجيا، يزداد ويتوسع استعمال **مستنبت النسيج** للتكاثر غير التزاوجي.

مستنبت النسيج في الواقع هو שִׁיבּוּט نبات: نُنْتِج שָׁבָט نباتات متماثلة كثيرة من خلية واحدة أو من عدة خلايا. تعتمد الطرية على صفة تجدد النباتات التي تُتيح تطور نبات كامل من قطعة صغيرة من النسيج وحتى من خلايا منفردة.



الرسمة ح -7: التكاثر في مستنبت نسيج

تتم تنمية الخلايا وأقسام النبتة على وسط اصطناعي في مختبر فيه يمكن تنظيم العوامل الخارجية: شدة الضوء، درجة الحرارة والرطوبة. يحتوي وسط النسيج على جميع المواد المطلوبة لتطور النبات (مواد عضوية وغير عضوية) وأيضًا هورمونات **أوكسين وسيتوكينين.**

عندما يتطور نبات في مستنبت نسيج، نميِّز عدة مراحل (الرسمة ح - 7): في المرحلة الأولى يتطور **كالوس** - كتلة خلايا غير متمايزة. في المرحلة الثانية - مرحلة **التمايز** - يبدأ تطوير الأعضاء المختلفة: الجذور، السيقان والأوراق. يمكن توجيه تطور الأعضاء بواسطة إضافة هورمونات **أوكسين وسيتوكنين**. ينشِّط الأوكسين تطور الجذور، وينشِّط سيتوكنين تطور الغصون، لذا تُضاف إلى وسط النسيج في مراحل مختلفة من التطور. النبتة الناتجة الصغيرة نسمِّيها **نبتة صغيرة**. تُنقل النباتات الصغيرة من وسط النسيج إلى وسط التنمية وهناك تمر مرحلة **التكيف**. فقط بعد ذلك، تُنقل النبات الحديثة السن إلى مكان نموها الثبات في المشتل أو الكرم.

نبتة ***סחלב***

خلال سنوات كثيرة، تمَّ بحث الطرق المثلى لنمو النباتات في مستنبت نسيج، وفي معظم الحالات تُستعمل قمم النمو الموجودة في أطراف السيقان. ساهمت إمكانية إكثار ال ***סחלבים*** بواسطة مستنبت النسيج كثيرًا في توسيع تسويق ال ***הסחלבים*** التي من الصعب لإكثارها بطريقة طبيعية.

توجد عدة حسنات لطريقة تكاثر النباتات بواسطة مستنبت نسيج:

1. إنتاج عدد كبير جدًا من الأشتال في وقت قصير - في مختبرات تجارية، يمكن تنمية آلاف وحتى ملايين النباتات في سنة واحدة من قطعة واحدة.
2. إنتاج نباتات من دون أمراض - في النباتات معروفة أمراض تُسببها فيروسات، بكتيريا أو فطريات. عندما نُكثر نباتات بتكاثر خضري بإحدى الطرق آنفة الذكر، يمكن أن تنتقل إلى النباتات الجديدة. أما في مستنبت النسيج، فإننا نأخذ قطعة نبات من قمة نمو ، لم تمر بعملية التمايز وعلى الأغلب نظيفة من الفيروسات.

3. **توفير مساحات زراعية** - تتم تنمية النباتات في مستنبت نسيج بأدوات صغيرة، لذلك نحتاج مساحة صغيرة لتنميتها.
4. **توفير في رش المواد الكيميائية** - تتم مراحل النمو الأولى للنباتات في ظروف معقمة ولا توجد حاجة لرشها بالمواد الكيميائية.
5. **تنمية النبات خلال كل السنة** - بما أن المرحلة الأولى لنمو النبات تتم في المختبر أو الدفيئة في ظروف تخضع للمراقبة، يمكن تنميتها بشكل متواصل دون أي علاقة لفصول السنة، ويمكن ملاءمة موعد تسويق النباتات حديثة السن إلى مواسم فيها طلب كثير على النبات.

إلى جانب حسنات التكاثر بمستنبت النسيج، توجد سيئات أيضًا:

1. **التكلفة الباهظة** - التنمية في مستنبت النسيج تلزمنا أن نستثمر في إعداد طاقم متخصص، في الأجهزة والمختبرات، وفي فحوصات كثيرة للنباتات، كي نتأكد من أنها غير ملوثة بالبكتيريا أو بالفيروسات، وفي البحث المستمر لتطوير طرق خاصة لكل نوع.
2. **الطفرات بتكرارية عالية** - في النباتات التي تنمو في مستنبت نسيج، تَنْتُج طفرات بتكرارية عالية بالمقارنة مع نباتات تنمو بطرق تكاثر خضرية أخرى. لذا يجب فحص صفات النباتات التي تنمو في مستنبت النسيج بشكل متكرر.

يجب إنتاج كمية كميات كبيرة جدًا من الأشتال أو إنتاج أشتال نباتات مطلوبة وسعرها عالٍ في السوق، لكي تكون تنمية النباتات في المستنبت مربحة. ال הסחלב مثال لنبات مرموق لدى الناس وهم مستعدون أن يدفعوا مبلغًا عاليًا مقابله.

توجد في البلاد مختبرات تجارية تُنْتج بطرق مستنبت النسيج نباتات مختلفة للتسويق في البلاد أو للتصدير، مثل: التوت الأرضي، الموز، أشجار النخيل، *ציפורן* ونباتات الزينة (الرسمة ح-8).

الرسمة ح -8: أشتال موز تطورت بمستنبت نسيج

سؤال ح-5

يفصل الجدول ح- 2 أمثلة لمزروعات نباتات يتم إكثارها بطرق غير تزاوجية.

جدول ح -2: أعضاء تُستخدم في الزراعة للتكاثر غير التزاوجي للنباتات

العضو المستخدم للتكاثر	المزروعات التي نُكثرها من هذه الأعضاء
درنة	بطاطا، כלנית
بصل	أزهار للزينة: פרזיה, נרקיס
חוטר	نخيل، موز
فسائل ساق	פלרגוניום، تين، במבוק
قطعة ساق/غصن يحمل برعمًا مركّب على כנה	أشجار ثمار متساقطة الأوراق (مشمش، تفاح)، أشجار حمضيات (برتقال، ليمون، جريبفروت)، عنب، بندورة، باذنجان.
ورقة أو قطعة ورقة	نباتات الزينة: סיגלית אפריקנית, פפרומיה
قطعة ورقة تنمو في مستنبت نسيج	موز، أشجار نخيل، توت أرضي، نباتات زينة، ציפורן

للمزيد عن
تكاثر غير تزاوجي في النباتات، *في الفصل السادس، صفحات 113-111.*

أ. تمعَّنوا في الجدول واذكروا أي أعضاء نبات غير مناسبة للتكاثر غير التزاوجي؟ اقترحوا سببًا لذلك؟

ب. صنفوا الأمثلة التي وردت في الجدول إلى مجموعتين: في المجموعة الأولى - أشكال تكاثر موجودة في الطبيعة. في المجموعة الثانية - أشكال تكاثر ينفذها الإنسان فقط.

ح2.2 تدخُّل المزارعون في دورة الحياة والتكاثر التزاوجي في النباتات

ناتج التكاثر التزاوجي في النباتات هو **البذور** التي يتطور منها الجيل الجديد. يتدخل المزارعون في عمليات مختلفة في جميع مراحل دورة حياة النبات، ابتداءً بالبذرة وإنباتها، عبر النمو والإزهار إلى إنتاج الثمار والبذور ونضوجها.

تخزين البذور

البذور هي جيل المستقبل لمحاصيل المزارع، ومن المهم الحفاظ عليها لمدة زمنية طويلة، وضمان إنباتها في موعد مناسب. تختلف المدة الزمنية للحفاظ على حيوية البذور من نوع واحد إلى نوع آخر، وهي تُحدد بواسطة عوامل داخلية - وراثية وبواسطة عوامل خارجية - للبيئة المحيطة.

في أي ظروف بيئة محيطة من الأفضل الحفاظ على البذور لمدة زمنية طويلة؟

يجب أن تخضع ظروف تخزين البذور إلى المراقبة، كي نحافظ على **حيوية البذور**، وهذا يعني قدرتها على الإنبات في المستقبل، وكي نمنع إنبات مبكر للبذور. بالأساس، الظروف التي نخزِّن فيها البذور لمدة زمنية طويلة، يجب أن تقلل وتيرة العمليات الأيضية (تبادل المواد) في البذرة بشكل كبير جدًا، لكن دون أن نؤذي الجنين.

بالإضافة للحفاظ على شروط بيئة محيطة تثبط أو تمنع الإنبات، يجب حماية البذور من تطور البكتيريا والفطريات ومن الحيوانات التي تشكل البذور بالنسبة لها غذاءً جيدًا. قد تدخل العصافير والقوارض إلى المخازن، والحشرات مثل: ال חיפושיות ופרפרי עש قد تصل أحيانًا مع البذور مباشرةً من الحقل إلى المخزن.

سؤال ح -6

سُجِّل على أكياس غذاء تحتوي على بذور البقوليات أنه من الأفضل حفظها في مكان "مظلم، جاف وبارد. ما هو الأساس البيولوجي لهذه التوصية؟

كسر السبت في البذور وتنشيط الإنبات

رأينا في الفصل السادس أن هناك بذور لا تنبت في ظروف بيئة محيطة مريحة أيضًا، لأنها موجودة في حالة سبات يثبط الإنبات لمدة زمنية معينة. تُتيح آليات السبات، في الطبيعة، توزيه الإنبات في الوقت، وتوجد لذلك أفضلية في ظروف بيئة محيطة صعبة. لكن المزارعون معنيون في إنبات بذور في نفس الوقت وفي الموعد المريح لهم. لذا فهم يستغلون المعرفة التي تراكمت حول العوامل التي تؤدي إلى السبات. فيما يلي عدة أمثلة للعوامل التي تؤدي إلى سبات وللعلاج الذي يتم لكسر وتنشيط الإنبات.

1. **قشرة قاسية وغير نفاذة للماء أو الغاز:** يُتيح احتكاك قشرة البذرة بواسطة ورقة زجاجية في خلاط خاص إلى دخول الماء والأكسجين إلى البذور، وينشِّط خروجها من حالة السبات. هناك طرق إضافية لإزالة حاجز القشرة القاسية - معالجة كيميائية بمساعدة حامض أو قاعدة (مثلًا: بذور الزيتون) أو تليين البذور بواسطة غمرها بالماء.
2. **مواد تثبط الإنبات في البذور:**
   - الشطف بالماء - في معظم الحالات، شطف البذور في الماء يُبعد المواد المثبطة ويُبطل تأثيرها. في عدة نباتات صحراوية، وُجدت مواد تثبط الإنبات بكمية كبيرة وفقط شطفها بماء كثير مثل المطر القوي في الصحراء، يتم إبعادها.
   - البقاء في البرد في ظروف رطوبة - يوجد بذور، مثلًا: *שיפון חורפי*، تحتاج إلى برد في ظروف رطوبة لهدم المواد التي تثبط الإنبات. تُوضع هذه البذور في غرف تبريد في درجة حرارة 5°C لعدة شهور.
   - معالجة هورمونالية - في حالات معينة، السبات الذي يحدث بسبب المواد المثبطة، يمكن إبطاله بواسطة إضافة **جيبرلين** أيضًا (جدول ح -4، صفحة 138).
3. **درجة تطور الجنين:** يوجد بذور في سبات، لأن تطور الجنين فيها لم يكتمل. تعرض البذور إلى درجة حرارة عالية، مثل: بذور النخيل وال *סחלב* يؤدي إلى أكمال تطور الجنين والخروج من حالة سبات. تُشير الأبحاث أنه يمكن استبدال التعرض لدرجة حرارة عالية بمعالجة بالهورمون **جيبريلين**.
4. **التعرض للضوء:** في البذور التي تحتاج إلى ضوء للإنبات، يستطيع المزارع تنشيط الإنبات بواسطة تعرض البذور للضوء بطريقة إصطناعية. مثلًا: يمكن تحفيز إنبات بذور الدخان والخس بواسطة تعريضها للضوء لعدة ثواني. في بذور أخرى، هناك حاجة لمدة إضاءة أطول. يوجد نباتات تحتاج إلى توقيت ضوئي (دورية ساعات الضوء والظلام) معين فيه نهار قصير أو طويل. عندما تستجيب البذور للضوء، تشترك صبغة **الفيتوكروم** الذي تعرفنا عليه في الفصل السادس في سياق تأثيره على الإزهار والإنبات.
5. **تهوية التربة:** إنَّ رفع تركيز الأكسجين في البيئة المحيطة للبذور يؤدي في حالات كثيرة إلى تنشيط الإنبات. أُعدَّت معالجة التربة في الحقول الزراعية إلى تهوية التربة أيضًا، ولإتاحة تبادل غازات ناجع بين وسط الإنبات والجنين في البذرة. تبادل الغازات الناجع مطلوب لاستخراج الطاقة **بالتنفس الخلوي**، ولكي يُتيح إنبات سريع أكثر بالمقارنة مع تربة دون تهوية.

أرض معالجة

جدير بالمعرفة

أعشاب برية ونباتات زراعية

الأعشاب البرية الكثيرة التي تنمو في حقول زراعية، تنبت جيدًا أيضًا في تربة من دون تهوية وفيها تراكيز عالية لثاني أكسيد الكربون. تُتيح هذه الصفة لها أن تتنافس بنجاح مع مزروعات زراعية.

في قسم من البذور، يحدث السبات نتيجة لأحد الأسباب آنفة الذكر، وفي بذور أخرى لعدة أسباب، ووفقًا لذلك تتم المعالجة المناسبة لإخراج البذور من السبات. في بذور النخيل، على سبيل المثال، لإخراجها من السبات، يمكن استعمال جبريلين، كما يجب معالجة القشرة القاسية بالاحتكاك، كي يُتاح للهورمون الدخول إلى البذرة.

جدير بالمعرفة

إنبات أقدم بذرة وُجِدت في العالَم

في سنة **1963** وُجِدَت في الحفريات الأثرية في ميتسادا عدة بذور لشجرة النخيل. حسب الأبحاث التي أُجريت، قُدِّرَ عُمرها حوالي **2,000** سنة. في سنة **2005** قرروا ن يزعوا خمس بذور من البذور التي وُجِدَت في كيبوتس قاطورة في النقب. نُقعت البذور في مياه ساخنة، غُمست في الجبريلين وفي هورمون مسؤول عن إخراج البذور، وزُرعت في أصص أضيف لها سماد كيماوي. نُقلا الأصص إلى غرفة معزولة ورُبطت بجهاز الري. بعد مرور سبعة أسابيع، نبتت بذرة واحدة منها.

اندهش الباحثون من مشاهدة إنبات وتطور أحد البذور إلى شجرة نخيل. وقد سُمِّيت الشجرة "متوشلاح" على اسم متوشلاح المذكور في التوارة والذي عاش حوالي **1,000** سنة (وما زال أصغر من بذرة النخيل). هل الشجرة "متوشلاح" ذكر أم أنثى؟ سيعرف الباحثون ذلك، عندما تُزهر الشجرة وأنتم تعلَّمتم في السابق لماذا.

متوشلاح

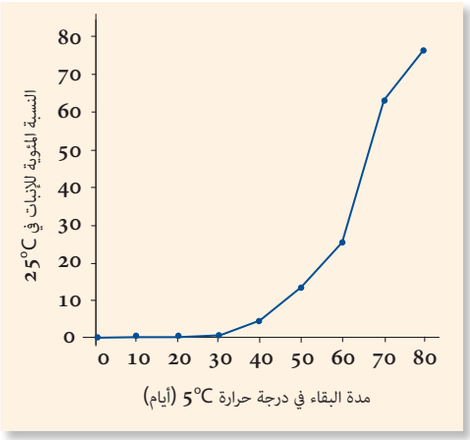
سؤال ح - 7

تعرض الرسمة ح-9 نتائج التجربة التي خُزِّنت فيها بذور البطاطا في درجة حرارة 5°C خلال عدد مختلف من الأيام. بعد ذلك، تمَّ إنباتها في درجة حرارة 25°C وحسبوا النسبة المئوية للإنبات.

أ. ما هو المتغيِّر غير المتعلق في التجربة؟

ب. ما هو عدد الأيام الأدنى المطلوب لإبقاء البذور في درجة حرارة 5°C ، كي تنبت البذور؟

ت. تناقش بيولوجي ومزارعة في السؤال الآتي: كم من الوقت من الأفضل الحفاظ على البذور في درجة حرارة 5°C. ادعى البيولوجي أن المدة الزمنية المطلوبة على الأقل 80 يومًا، أما المزارعة فقد ادعت أنه يكفي 65 يومًا. ماذا كانت اعتبارات كل واحد منهما، التي أدت إستنتاج مختلف؟



الرسمة ح -9: تأثير مدة البقاء في البرد (5°C) على النسبة المئوية للإنبات

توجيه موعد الإزهار

تغيير عدد ساعات الضوء خلال اليوم

تؤثر دورية ساعات الضوء والظلام - التوقيت الضوئي - على موعد الإزهار في النباتات. كل عام، يقصر ويطول النهار في دورية ثابتة. المعرفة عن **التوقيت الضوئي**، واستجابة النبات للتغييرات في عدد ساعات الضوء والظلام تساعد المزارعين في توجيه موعد الإزهار حسب احتياجات السوق، مثلًا: قبل الأعياد عندما يكون طلب كبير على الأزهار. في الدفيئات يغيِّر المزارعون عدد ساعات الإضاءة بواسطة إضاءة اصطناعية، وهكذا يستطيعون تسويق أزهارًا، مثل: ال ***ציפורנים וכריזנטמות*** في كل فصول السنة دون علاقة لطول النهار الطبيعي.

للمزيد عن

التوقيت الضوئي في النبات، انظروا الفصل السادس، صفحة 116. في الحيوانات، الفصل الخامس صفحة 147.

سؤال ح -8

הליזיאנטוס نبات يُزهر في فصل الصيف. في أوروبا يوجد طلب لأزهار ***הליזיאנטוס*** خلال كل السنة.

كيف، حسب رأيكم، يمكن تغيير موعد الإزهار الطبيعي لل ***הליזיאנטוס***، بحيث تُزهر كل السنة ويمكن تسويقها في الشتاء أيضًا؟

ليزيانطوس

تأثير درجة الحرارة على الإزهار

رأينا في الفصل السادس أن هناك نباتات يتأثر إزهارها من درجة الحرارة. يوجد نباتات بحاجة إلى **وجبة برد** - تسلسل عدد أيام أدنى (صغير جدًا) في درجة حرارة منخفضة، وهي تُزهر فقط بعد أن تتعرض لوجبة البرد المناسبة.

يستغل المزارع هذه المعرفة عندما يريد اختيار المزروعات وفقًا لمجال درجات الحرارة في المنطقة التي تتواجد فيها مزرعته. تحتاج أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق، مثل: التفاح والخوخ إلى تسلسل عدة أيام في درجة حرارة منخفضة (5°C حتى 15°C)، وهي تُزهر فقط بعد أن تعرضت إلى هذه الوجبة من البرد. لكن الكرز بحاجة إلى فترة مستمرة من درجة الحرارة المنخفضة (2°C حتى 5°C) وهو لا يُزهر في معظم أقسام البلاد. لذا تتم تنمية الكرز في مناطق يتراوح ارتفاعها من 800-1,000 متر فوق سطح البحر وتسودها درجات حرارة منخفضة خلال أيام كثيرة بشكل متسلسل، مثل: هضبة الجولان، جبال الخليل، منطقة القدس والجليل الأعلى.

تكبير نسبة التلقيح

تَنْتُج الثمار والبذور التي في داخلها في أعقاب **التلقيح** الذي يتم بواسطة الرياح أو الحشرات والعصافير. لتحسين احتمال التلقيح، يستطيع المزارع أن يضع خلايا نحل في الكرم أو ينفِّذ **تلقيح اصطناعي**: ينشر لقاح بالقرب من الأزهار بشكل يدوي. هكذا يتم، على سبيل المصال، في كروم النخيل: فقط عدد قليل من أشجار الكرم تحمل أزهارًا ذكرية، ولتحسين احتمال التلقيح، ينشر المزارع لقاح بشكل موجَّه إلى جانب الأزهر الموجودة على الأشجار الأنثوية.

سؤال ح - 9

تُعتبر دولة سيريلنكا في جنوب آسيا من الدول الرائدة في العالَم في تصدير القهوة. في السنوات العشر الأخيرة، انخفض فيها محصول القهوة بشكل كبير جدًا. حاول المزارعون في سيريلنكا أيقاف انخفاض محصول القهوة بعدة طرق: غُرست جنبات (شجيرات) القهوة بكثافة عالية، وُسعت مساحات كروم القهوة على حساب الغابات من حولها ورشوا، في كثير من الأحيان، الكروم بمواد رش ضد الآفات الزراعية. لم تَساعد جميع هذه العمليات على حل المشكلة.

أ. اختاروا طريقتين من الطرق التي استعملها المزارعون واقترحوا شرحًا لفشل كل منها.

في البحث الذي أُجري لفحص الظاهرة، تمَّ فحص كرميْ قهوة متجاورين، بينهما وُضعت خلايا نحل للعسل. في الكرم أ غُطيت الجنبات (الشجيرات) بشبكة، أما الجنبات في الكرم ب لم تُغطى. بعد جني الثمار، اتضح أن جنبات القهوة في الكرم ب أثمرت أكثر من الجنبات في الكرم أ.

ب. ما هو الإستنتاج من التجربة؟

ت. على ضوء نتائج التجربة: ما هو الشرح لفشل العمليات الأولى التي نفَّذها المزارعون؟

ث. كيف يمكن شرح الحقيقة أنه في الكرم أ نَتَجت ثمار أيضًا؟

توجيه تطور الثمرة ونضوجها

كما ذكرنا سابقًا، بداية تكوين الثمرة نسمِّيها **عقد الثمرة** وهي مرحلة حساسة جدًا في تطور الثمرة. لا تتطور جميع الأزهار إلى ثمرة، ويتساقط قسم منها قبل عقد الثمرة. في الظروف المثلى أيضًا لا تصل النسبة المئوية لعقد الثمار إلى 100% بل إلى عدة عشرات بالمئة على الأكثر. مع تطور الثمرة، تصل خلايها مواد غذائية كثيرة نَتَجت في الأوراق خلال عملية التركيب الضوئي وتكبر الثمرة.

عقد ثمرة المشمش

وُجد أن ارتفاع مستوى منظِّمات النمو **أوكسين وجبريلين** توجِّه تدفق المواد المغذية إلى الثمرة. يتم تحديد كبر الثمرة بواسطة معطيات وراثية، لكنه يتأثر أيضًا من عوامل البيئة المحيطة. مثلًا: يؤثر توافر المياه - مطر أو ري - على كبرها، وزنها وتركيز السكر في الثمار العصيرية.

النسبة المئوية لعقد الثمار العالي غير مرغوب بالضرورة للمزارعين، لأنه في هذه الحالة تَنْتُج ثمار كثيرة وصغيرة والطلب عليها يكون قليل. لذا المزارعون معنيون في تقليل عدد الثمار والحصول على ثمار كبيرة. فهم ينفِّذون ذلك بطريقتين:

1. **تفريد** الثمار المعقودة (تقليل عددها) بشكل يدوي أو بواسطة رشها بأوكسين اصطناعي.
2. تحفيز نمو الثمرة بواسطة الرش بالجبريلين.

نافذة البحث

في التجربة التي أُجريت في البلاد، تمَّ تفريد (تقليل عدد) عقد ثمار وثمار في أشجار التفاح. نُفِّذ التفريد بعدة مواعيد، ابتداءً من ذروة الإزهار (موعد 1) وحتى 60 يومًا بعد ذروة الإزهار (موعد 5). في هذه المواعيد نُفِّذ التفريد بمستويين: تفريد بمستوى عالٍ، حيث بقيت فيه 200 ثمرة على الشجرة، وتفريد بمستوى منخفض، حيث بقيت فيه 400 ثمرة على الشجرة. في قِطع الأراضي الضابطة، لم يُنفَّذ تفريد بتاتًا.

فيما يلي مكتشفان من التجربة:

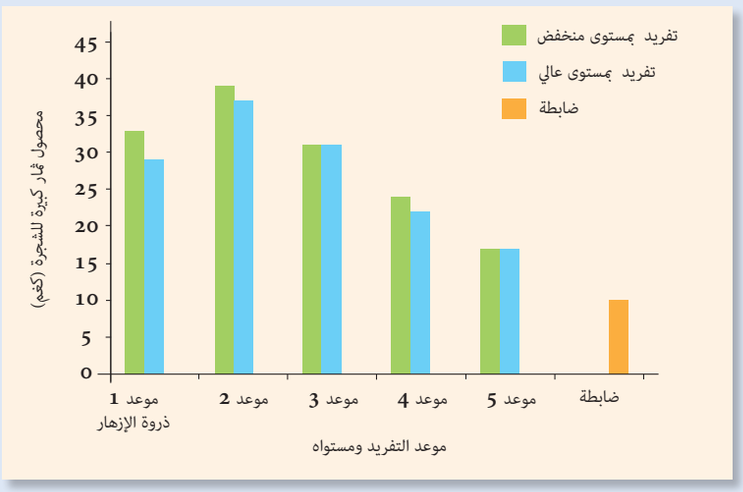
- مُكتشَف 1: محصول كل الثمار في كل الأحجام كان عاليًا في قطع الأراضي الضابطة التي لم يُنفَّذ فيها التفريد: حوالي 140 كغم بالمقارنة مع 30-80 كغم في قِطع أراضي التجربة.
- مُكتشَف 2: محصول الثمار الكبيرة - أكثر من 7 سم - في قِطع أراضي التجربة وفي قِطع الأراضي الضابطة معروض في الرسمة ح - 10.

أ. ماذا كان سؤالي البحث؟

ب. ماذا كانت المَتغيِّرات غير المتعلقة في التجربة؟

ت. ماذا يمكن الإستنتاج من النتائج المعروضة في الرسمة ح - 10؟ اشرحوا.

ث. اقترحوا شرحًا ممكنًا للكمية القليلة للثمار الكبيرة في قطعة الأرض الضابطة.



الرسمة ح -10: محصول الثمار الكبيرة في تجربة التفريد
موعد 1: ذروة الإزهار، موعد 5: 60 يومًا بعد ذروة الإزهار

في عملية **نضوج** الثمرة يتغيَّر لونها، مذاقها، رائحتها ومدى قساوتها. خلال النضوج، يتحلل الكلوروفيل، تبرز مواد صبغية أخرى في الثمرة وتصبح لينة.

تتأثر وتيرة النضوج من الهورمون **إثلين**. اتضح أن الثمرة الناضجة تُفرز غاز الإثلين الذي يؤثر على نضوج ثمار أخرى في بيئته المحيطة. يستمر إفراز الإثلين في الثمار بوتيرة متزايدة بعد عملية القطف أيضًا.

يوجد ثمار تُقطف قبل نضوجها وهي تنضج بَعد القطف في عملية نسمِّيها **إنضاج**. أمثلة لثمار تمر في عملية الإنضاج: الأفوكادو، الأفرسمون والموز. يقطف المزارع الثمر قبل نضوجها ويخزِّنها في ظروف تثبط الإنضاج.

يصل الأفوكادو السوق عندما يكون غير ناضج، ولتنشيط إنضاجه نوصي بتغليفه ووضعه بالقرب من ثمار أخرى. بهذه الطريقة يرتفع تركيز الإثلين حول الثمرة وتُكمل الثمرة عملية الإنضاج خلال عدة أيام.
ثمار الحمضيات لا تستمر في النضوج بعد قطفها، لكن الإثلين يؤثر على تغيير لونها، لذا تُقطف ثمار الحمضيات عندما تكون خضراء، وبعد ذلك يتم تغيير لونها بواسطة كشفها للإثلين.

جدير بالمعرفة

قصة اكتشاف

اكتُشف تأثير الإثلين على نضوج الثمار بالصدفة في الصين القديمة، عندما انتبهوا على نضوج الثمار المبكر في الغرف التي أشعل فيها البخور. شُوهدت ظاهرة شبيهة في الولايات المتحدة في غرف أُشعلت فيها أفران النفط أو الغاز، لكن ليس في الغرف التي استُخدمت فيها أفران كهربائية. استنتجوا من ذلك أن الحرارة لا تؤدي إلى النضوج، بل الغاز المنبعث من الأفران - غاز الإثلين.

التأثير على النمو بواسطة التقليم

إحدى العمليات التي ينفِّذها الزارعون في الكرم، البستان وحديقة الزينة أيضًا هي **تقليم** الغصون.
تُنفَّذ عملية التقليم قبل التوريق والإزهار وتأثيرها ملحوظ مع تجدد النمو. يوجد للتقليم عدة أهداف:

1. تصميم شكل النبات، كي لا يتضرر من الرياح القوية ولكي نسهل معالجته وقطف ثماره.
2. إبعاد غصون جافة وهرمة وتحفيز تطور غصون جديدة في موسم النمو القادم، وفي أعقاب ذلك، تتأثر جودة المحصول وكميته.
3. التعرض الأمثل لغصون الشجرة للضوء.

ح3.2 تدخُّل المزارعون في مراحل مختلفة في دورة حياة النبات

يعرض الجدول ح -3 تلخيصًا للطرق المختلفة التي يؤثر فيها المزارعون على عمليات في دورة حياة النبات.
هدف العمليات التي ينفِّذها المزارعون هو زيادة كمية المحصول وتحسين جودته. لذلك تؤثر عملياتهم على تطور النباتات وتنميتها وعلى عمليات التكاثر التزاوجي.

جدول ح -3: تدخُّل المزارعون في دورة حياة النبات

المرحلة في دورة الحياة	العملية التي ينفِّذها المزارع	الهدف	أمثلة للتطبيق
البذرة (مرحلة قبل الإنبات والإنبات)	الحفاظ على البذور في شروط ظلام، درجة حرارة منخفضة وجافة، ومعقمة.	الحفاظ على حيوية البذور، منع إنبات البذور ومنع إصابتها بواسطة الآفات الزراعية.	بذور البقوليات، بذور النجيليات.
	احتكاك، تليين كيميائي أو سحق القشرة القاسية.	تنشيط الإنبات	زيتون
	شطف	إبعاد مثبطات (معيقات) الإنبات.	بابايا
	البقاء في البرد	تنشيط إنبات البذور التي تحتاج للبقاء في درجة حرارة منخفضة.	بذور أشجار ثمار متساقطة الأوراق، مثل: التفاح، الأجاص، الكرز، البرقوق.
	إضافة هورمونات (مثلًا: إيثلين).	تحفيز إنبات	الخس
	التعرض لشروط إضاءة مناسبة	تنشيط الإنبات لبذور تحتاج إلى ضوء أو ظلام	الخس، التبغ
مرحلة النمو	الري، التزبيل والتسميد	تحسين النمو	جميع المزروعات الزراعية
	تنظيم درجة الحرارة، شدة الضوء وتركيز CO_2	ازدياد عملية التركيب الضوئي وتحسين النمو	التنمية في الدفيئات
	معالجة بهورمونات مختلفة، مثل: الأوكسين والجبريلين.	إخراج جذور من الفسائل وتوجيه النمو.	فسائل
	تقليم	تأثير على تطور الغصون	أشجار الزينة، أشجار الفاكهة والعنب
مرحلة التكاثر	تغطية الكرم بشبكة	منع أضرار بواسطة العصافير والحشرات.	موز، اسكدنيا
	تنظيم درجة الحرارة وعدد ساعات الإضاءة	توجيه موعد الإزهار حيب احتياجات السوق	أزهار الزينة في الدفيئة
	تفريد (تقليل عدد) الأزهار والثمار يدويًا أو بواسطة هورمونات.	تقليل المنافسة بين الأزهار والثمار (مصدر ابتلاع).	أشجار الفاكهة
	إضافة خلايا نحل	ازدياد نسبة التلقيح وتوجيهها	حمضيات، أفوكادو
	تلقيح اصطناعي		نخيل
تخزين منتوجات المزرعة لمدة زمنية طويلة	تنظيم مستوى الإثلين والـ CO_2	توجيه مدة إنضاج الثمار	موز، أفوكادو، افرسمون
	تخزين في درجة حرارة منخفضة.	إبطاء عمليات طبيعية، مثل: الإزهار والنضوج، تثبيط الإنضاج.	أزهار للتصدير، تفاح، موز، بندورة.
	شطف، تعقيم وتغليف بالمشمع.	حماية الثمار من الفطريات والآفات الضارة.	حمضيات، فلفل
	تخزين في ظروف الظلام، درجة حرارة منخفضة، وجفاف	الحفاظ على بذور تُستعمل كغذاء من العفن.	عدس، قمح، כוסמת

المواضيع الأساسية في الفصل

- يتدخَّل المزارعون بطرق مختلفة في عمليات تكاثر الحيوانات والنباتات.

التدخُّل في تكاثر الحيوانات

- الإضاءة الإصطناعية تؤدي للدجاجات أن تضع بيضًا خلال كل السنة.
- يستطيع المزارعون توجيه موعد الشبق. أحيانًا يُنفِّذون تزامن لموعد الشبق في كل القطيع وأحيانًا يحثون الشبق كي يكون مبكرًا.
- يوجد عدة حسنات لتزامن دورات شبق البقرات في القطيع، من بينها: توفير التكاليف المتعلقة بعمل الشخص الذي يخصب البقرات، التوفير في تكاليف البذرة، الولادة، في نفس الوقت، التي تُتيح معالجة العجول في نفس الوقت، تزامن الولادة إلى موعد مريح لتنمية العجول وللتسويق المركز للعجول المعدَّة للحوم.
- حث الشبق في البقرات يُتيح ولادة في سن مبكر أكثر ويقصر الزمن بين ولادة واحدة والتي تليها.
- إحدى الطرق للحصول على أفراد مرغوبة/ محسّنة هي التخصيب (الزراعة) الإصطناعي.
- بعض الطرق التي يستعملها الإنسان للتدخُّل في تكاثر الحيوانات في المزرعة تُثير معارضة عند الهيئات التي تهتم في رفاهية الحيوان.

التدخُّل في تكاثر النباتات

- تعتمد جميع الطرق المُستعملة في الزراعة والبساتين للتكاثر غير التزاوجي (الخضري) على قدرة النباتات أن تُجدد جميع أقسام النبات.
- الأفضلية الأساسية للتكاثر الخضري للزراعة هي الحفاظ على الصفات المرغوبة للمزارعين بشكل كامل ونقلها من جيل إلى جيل.
- كستنبت النسيج هو **שיבוט** النبات: إنتاج **שְׁבָט** نباتات كثيرة متماثلة من خلية واحدة أو من عدة خلايا. تعتمد الطريقة على صفة التجدد الموجودة عند النباتات والتي تُتيح تطور نبات كامل من خلايا منفردة. لطريقة تكاثر النباتات بواسطة مستنبت نسيج يوجد عدة أفضليات مهمة، لكن توجد بعض السيئات أيضًا.
- يتدخَّل المزارعون في عمليات مختلفة في جميع مراحل دورة حياة النبات ومن ضمنها في جميع مراحل التكاثر التزاوجي: الإزهار، التلقيح، نضوج الثمار وتخزين البذور.

مصطلحات مهمة في الفصل

حيوانات

بلوغ جنسي	إضاءة اصطناعية	دورة الشبق
إباضة	تخصيب اصطناعي	موسم التكاثر
بيضة	وضع البيض	بروجسترون
جونادوتروبينات (هورمونات)	توجيه موعد الشبق عند الأبقار (تزامن)	
جُسَيم أصفر	حث الشبق	

نباتات

أوكسين	وجبة برد
طول النهار	وسط نمو
تخزين البذور	مريستيمات
إثلين	إنبات
بصل	براعم تكاثر
جيبرلين	موسم تكاثر
تقليم	التوقيت الضوئي
تفريد ثمار (تقليل عدها)	فيتوكروم
تلقيح اصطناعي	درنة
إضاءة اصطناعية	سيتوكنين
إنضاج	نبات صغير
نضوج	كالوس
تركيب	قمة النمو
تمايز	كامبيوم
بذرة	راكب
חוטרים	**שיבוט**
حيوية البذور	مرحلة التكيف
فسائل	مستنبت نسيج
כנה	سبات بذور

نظرة تلخيص على تكاثر النباتات والحيوانات

خ1. جوانب النشوء والارتقاء لعمليات التكاثر
خ2. هل أفراد قليلة أم كثيرة؟ إستراتيجيات التكاثر
خ3. مبادئ مشتركة في مستويات التنظيم

المواضيع الأساسية في الفصل
مصطلحات مهمة في الفصل

الفصل الثامن: نظرة تلخيص على تكاثر النباتات والحيوانات

تعرفنا في الفصول السابقة على تفاصيل تميِّز عمليات تكاثر الإنسان، الحيوان والنبات. نعرض في هذا الفصل نظرة علوية تلخيصية على عمليات التكاثر في الطبيعة من خلال التركيز على **النشوء والارتقاء** لعمليات التكاثر، على تكاثر عشائر ومبادئ مشتركة لعمليات التكاثر في مستويات التظيم ابتداءً من الخلية إلى النظام البيئي.

خ1. جوانب النشوء والارتقاء لعمليات التكاثر

جميع مميزات أجهزة التكاثر، الخلايا التناسلية وعمليات الإخصاب تدعم الفرضية التي تعتمد على دلائل كثيرة أن بداية الحياة كانت في الماء وهناك كانت الكائنات الحية محمية من التأثير الضار للأشعة فوق بنفسجية (أشعة UV) للشمس. في معظم الكائنات الحية، في البحر واليابسة أيضًا، عدد الخلايا التناسلية أكبر بكثير من عدد الأفراد. قد تكون هذه الحقيقة دلالة مهمة إلى أنه في الماضي البعيد تطورت وعاشت جميع الكائنات الحية في الماء، وقد تمَّت جميع عمليات التكاثر في الماء. كانت تُطلق الخلايا التناسلية إلى الماء والإلتقاء بينها كان عشوائيًّا بشكل كبير جدًا. يضمن هذا العدد الهائل أن يكون التقاء بين الخلايا المنوية وخلايا البويضات من نفس النوع البيولوجي، على الرغم من أن احتمال التقاءها قليل. عند الكائنات الحية التي تعيش في الماء، ومن ضمنها الأسماك والطحالب، هذا هو الوضع اليوم أيضًا.

مع مرور الوقت تطورت أنواع تعيش في اليابسة. تطورت إمكانية الحياة على اليابسة بعد أن نتجت، في الغلاف الجوي، طبقة الأوزون التي تقلل بشكل كبير جدًا الأشعة فوق البنفسجية الضارة والتي تصل إلى سطح الكرة الأرضية. تثبيت أنواع الكائنات الحية على اليابسة كان يرافقه تطور **الإخصاب الداخلي** وظهور تنوع وسائل الحماية على الخلايا التناسلية من الجفاف، حيث تُتيح لهم الإلتقاء في بيئة محيطة مائية أو رطبة محمية من الجفاف. حسب الفرضية المقبولة، تغييرات النشوء ةالإرتقاء التي حدثت منذ ذلك الحين، شملت فيما بينها تطور أعضاء خاصة، **أعضاء التزاوج**، لنقل الخلايا المنوية إلى داخل جسم الأنثى عبر **فتحات جنس خارجية**، ولإلتقاء خلية منوية مع الخلية التناسلية الأنثوية في بيئة محيطة محمية من الجفاف. في أعقاب هذه التغييرات، انخفضت بشكل ملحوظ أهمية العدد الهائل للخلايا التناسلية، بالأساس عند الأنثى. مع ذلك أيضًا، في الإخصاب الداخلي عدد الخلايا المنوية هائل والنسبة المئوية للخلايا المنوية التي تصل خلية البويضة هي صفر! في النباتات أيضًا، تطورت مباني تُتيح حدوث إخصاب داخلي في ظروف اليابسة، مباني، مثل: **حبيبات اللقاح والبويضات.**
هناك تطور إضافي متعلق بالحياة على اليابسة وهو الوسائل المختلفة لحماية الأجنة ولتزويد احتياجاتها خلال التطور الجنيني (جدول ب -1، صفحة **28**). في البيئة المحيطة المائية، تتطور الأجنة داخل بيضة ذات قشرة لينة، ويتم تبادل الغازات وإفراز الفضلات بطريقة الديفوزيا (الانتشار). أما في البيئة المحيطة على اليابسة، تضع الزواحف والطيور بيوضًا تُتيح للجنين داخل البيئة المحيطة في البيضة أن يقوم بجميع عملياته الحياتية، من ضمنها التنفس الخلوي وإفراز الفضلات. البيوض تحمي الجنين من الإصابات أيضًا.

في الثدييات، يتطور الجنين داخل بيئة محيطة مائية في رحم الأُم، وهناك يكون محميًا وتُزوَّد جميع احتياجاته. تُتيح هذه الوسائل لأجنة الزواحف، الطيور والثدييات التي تعيش على اليابسة أن تتطور في بيئة مائية محمية مثل تطور أجنة الأسماك والكائنات الحية الأخرى التي تعيش في الماء.

التكاثر التزاوجي للنباتات عديمة البذور (طحالب، أشنات وسرخسيات - لم نتعمق بها في هذا الكتاب) متعلق بشكل مُطلق ببيئة محيطة مائية فيها فقط تستطيع الخلايا المنوية أن تمر وتصل خلية البوية وأن تخصبها، لذا فهي تعيش بالأساس في بيئة محيطة مائية أو رطبة. في النباتات البذرية (ذات البذور)، يتم الإخصاب في بيئة محيطة رطبة موجودة داخل المبيض. لكن خلافًا لمعظم الحيوانات، تطور الجنين إلى نبات غير متواصل ومع مرور الوقت الذي يمر من الإخصاب حتى إنبات البذرة، فإنّ الجنين والمواد الإدخارية في البذرة تكون محمية من الجفاف ومن إصابات البيئة المحيطة حتى تَنْتُج الظروف المريحة للإنبات.

خ2. هل أفراد قليلة أم كثيرة؟ إستراتيجيات التكاثر

عندما يتكاثر فرد ويُنجب أفرادًا، فإنّ الأمر يؤثر على استمراره وعلى العشيرة كلها. بودنا أن نذكركم أن العشيرة هي مجموعة أفراد من نوع واحد (species) تعيش معًا في منطقة معينة.

على ما يبدو من المعقول أنْ نفكر أنّ العدد الكبير للأفراد هو أفضلية للنوع والعشيرة. بالأساس صحيح الأمر، في الظروف التي تبقى فيها الأفراد على قيد الحياة أيضًا وتتكاثر وتساهم في استمرار نمو العشيرة. لكن يتضح من التمعُّن في ما يحدث في الطبيعة، في الظروف المثلى، أن جميع الأفراد لا تبقى على قيد الحياة. فحص باحثون العلاقة الممكنة بين عدد الأفراد وبين الإستثمار الذي يُبذل في إنتاجها ونموها، وقد وجدوا في معظم الأحيان أن هناك علاقة عكسية بين عدد الأفراد والإستثمار الذي يبذله الوالدين في تنمية الأفراد. وصف الباحثون إستراتيجيْ تكاثر مختلفة عن بعضهما من ناحية تخصيص الموارد:

علاقة بموضوع

علم البيئة:
- *عوامل تؤثر على كبر العشيرة.*
- *الموارد كعامل محدد.*

- إستراتيجية أ: أفراد كثيرة وبذل استثمار قليل في إنتاجها، تنيمتها وحمايتها. تبقى فقط نسبة مئوية صغيرة جدًا من الأفراد على قيد الحياة.
- إستراتيجية ب: عدد قليل من الأفراد وبذل استثمار كبير في إنتاجها، معالجتها وحمايتها. تبقى نسبة مئوية كبيرة من الأفراد على قيد الحياة.

مصطلحات

إستراتيجية

أُخذ المصطلح إستراتيجية من عالَم مصطلحات الإنسان: " دمج عمليات لتحقيق غرض معين". ولكن هذا لا يعني أن الكائنات الحية لديها إمكانية تحديد أهداف والعمل بحسبها.

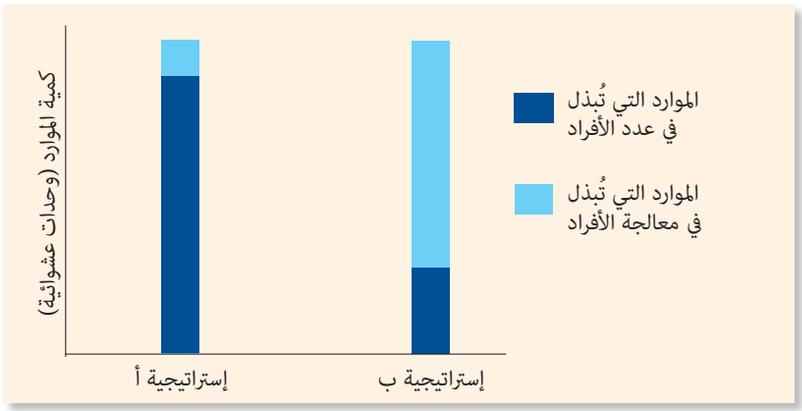
(التعريف حسب: אבן־שושן, א. (תשמ"ח) המילון החדש, הוצאת קרית ספר בע"מ, ירושלים).

للمزيد عن

عدد الأفراد التي تبقى على قيد الحياة نسبة لعدد الأفراد في جيل الوالدين، *انظروا الفصل الثاني، صفحات 29-30.*

لفهم العلاقة بين عدد الأفراد وبذل الاستثمار في إنتاج الأفراد ومعالجتها، يجب التذكر أولًا أنه في كل بيت تنمية في الطبيعة، كمية **الموارد** المطلوبة لتنمية وتكاثر جميع أنواع الكائنات الحية هي **عامل**

محدد يؤثر على قدرة نمو وبقاء الأفراد وعلى تعداد العشيرة. في معظم بيوت التنمية، لا تستطيع العشائر أن تنمو بشكل غير مراقب حتى إلى ما لا نهاية. لذا لا نجد أنواعًا، في الطبيعة، تستطيع أن تُنجب أفرادًا كثيرة وأن تزوِّد جميعها بالغذاء والحماية لمدة طويلة. وبالمثل لا نجد أنواعًا تُنجب عدد قليل من الأفراد، لكنها لا تزوِّدها بالغذاء والحماية. تعرض الرسمة ح -1 العلاقة بين عدد الأفراد وبذل الإستثمار فيها.



الرسمة ح -1: العلاقة بين استثمار الوالدين بعدد الأفراد وبين استثمار الوالدين بمعالجة الأفراد وتنميتها

علاقة بموضوع

علم البيئة:
- *موارد في بيت التنمية.*
- *توازن دينامي (متغيِّر) في النظام البيئي.*

على الرغم من وجود فرق جوهري بين الإستراتيجيتين، عندما لا يكون تغيير كبير في بيت التنمية والنظام البيئي موجود في توازن دينامي، فإنَّ النتيجة النهائية متشابهة: عدد الأفراد الذين يبقون على قيد الحياة مساوٍ لعدد الأفراد في جيل الوالدين ويبقى تعداد العشيرة ثابت.

سؤال ح-1

أ. اذكروا ثلاثة موارد في بيت التنمية يمكن أن تشكِّل عامل محدد لتعداد عشيرة نباتات، وثلاثة موارد يمكن أن تكون عامل محدد لتعداد عشيرة حيوانات.

ب. اختاروا موردًا واحدًا من الموارد المطلوبة للنبات وموارد واحد من الموارد المطلوبة للحيوانات واشرحوا، كيف يمكن أن يحدد المورد نسبة التكاثر؟

الاستثمار في الأفراد

ليس صدفةً استعملنا الكلمة "استثمار" عندما تناولنا عدد الأفراد وتنميتها. تحتاج عملية التكاثر ذاتها إلى موارد كثيرة: يبذل جيل الوالدين موادًا وطاقة في إنجاب الأفراد، لكن بالإضافة إلى ذلك، هناك حاجة إلى طاقة للبحث عن زوج أو زوجة، للإتصال بين الزوجين، للحصول على غذاء للأفراد ولحمايتها من المفترسين. بما أن الموارد محدودة في كل بيت تنمية، فإنَّ كل تكبير في عدد الأفراد يكون "على حساب" الاستثمار والمعالجة في كل فرد. وبالعكس - عدد قليل من الأفراد يُتيح استثمار مواد وطاقة أكثر في تنمية الأفراد. في النباتات التي لا تستطيع أن "تفتش" عن قرين للتكاثر، يوجد استثمار كثير في جذب مُلقحات بواسطة أزهار كثيرة جدًا، أزهار ذات رائحة وملونة، كما تُقدم رحيقًا حلوًا "كمكافأة"

الفكرة المركزية

النشوء والارتقاء:
العلاقة المتبادلة بين النبات وملقحاته هي مثال للمشاركة في النشوء والارتقاء.

للملقحات، أو تُقدم لها حبيبات لقاح كثيرة وغنية بالبروتينات، أما الحيوانات التي تنشر الثمار، فإنها "تكافئها" بثمار عصيرية ومغذية. بالإضافة، تُستثمر في النباتات مواد وطاقة في "رزم" الجنين أيضًا مع مواد إدخارية ضرورية لإنباته وتثبيته.

نفصِّل قليلًا مما هو معروف حول الكائنات الحية وإستراتيجيات تكاثرها.

إستراتيجية أ: أفراد كثيرة واستثمار قليل في تنميتها

الإستراتيجية أ شائعة عند الكائنات الحية التي تتكاثر بسن صغير، تتطور أجنتها خارج جسم الأُم، يوجد لديها أفراد كثيرة صغيرة ويستثمر الوالدين قليلًا في تنميتها وحمايتها. في هذه الإستراتيجية، النسبة المئوية للأفراد التي تبقى على قيد الحياة، من بين الأفراد، صغيرة جدًا. كثير منها تُستخدم غذاء لكائنات حية أخرى أو تُصاب من التعرض لعوامل لا أحيائية غير مناسبة. فيما يلي أمثلة لكائنات حية: أسماك، برمائيات ونباتات حولية. الحيوانات التي يمكن تصنيف تكاثرها كإستراتيجية أ شائعة في بيوت تنمية مائية، فيها قد تجرف تيارات الماء البيض أو الأفراد الحديثة السن إلى أماكن غير مناسبة لنموها. في بيوت تنمية كهذه، لا توجد أماكن للاختباء والأفراد معرضة للافتراس كل الوقت. نجد في اليابسة كائنات حية كهذه في بيوت تنمية تحدث فيها تغييرات متكررة والمجتمع فيها لا يزال غير متأسس (مثل: حقل مهجور مؤخرًا، غابة محروقة، بيت تنمية جديد تمامًا، نَتَج في أعقاب تعبيد شارع أو بناء سد). في بيوت تنمية كهذه، تتغيَّر الظروف (الأحيائية واللاأحيائية) في كثير من الأحيان ولا يوجد فيها تنافس شديد داخل النوع. في الواقع، أفراد كثيرة لا تبقى على قيد الحياة، لكن الاستثمار في كل فرد قليل أيضًا.

إستراتيجية ب: أفراد قليلة واستثمار كثير في تنميتها

الإستراتيجية **ب** تُميِّز الأنواع التي تتكاثر فيها الأفراد في مرحلة متأخرة في حياتها. العدد القليل للأفراد يُتيح للوالدين استثمار موارد كثيرة فيها. نجد هذه الإستراتيجية في بيوت تنمية ثابتة، مثل: غابة مكونة من أشجار كبيرة ذات بذور كبيرة، عند الطيور وعند الثدييات الكبيرة ومن بينها الإنسان.

ليس الأمر كما هو في الإستراتيجية أ، يركِّز الوالدين موارد كثيرة في أفراد قليلة. خسارة أفراد طيور في أعقاب افتراس، النقص في الغذاء أو تغيير متطرف في ظروف البيئة المحيطة هي ضربة قاسية للوالدين اللذين فقدا في نفس الوقت موسم كامل من الجهد في التكاثر.

جدول خ -1: مقارنة بين إستراتيجيتي التكاثر

الصفة	إستراتيجية أ	إستراتيجية ب
عدد الأفراد	كبير	صغير
السن الذي يبدأ فيه الكائن الحي في التكاثر	شاب	بالغ
كبر الأفراد حديثة السن	صغير	كبير
الاعتماد على الوالدين	لا يوجد	يوجد، تستمر مدة زمنية كثيرة
تعداد المجموعة	في المدى القصير: تقلبات كثيرة وأقل ثباتًا	ثابت، قريبة من قدرة تحمل بيت التنمية.
مدة الحياة	قصير	طويل
نسبة الوفيات	متغيِّر، من الصعب تنبوئه	ثابت ويمكن تنبوئه
شروط البيئة المحيطة	تنافس منخفض على الموارد، في المدى القصير، ظروف البيئة المحيطة غير ثابتة (تتغير في كثير من الأحيان).	تنافس شديد داخل النوع على الموارد، ظروف بيئة محيطة ثابتة.
أمثلة	حيوانات	بحرية: صدف، مرجان، أسماك يابسة: حلزونات، سلاحف	طيور، ثدييات
	نباتات	أعشاب حولية	أشجار كبيرة

وصفنا أعلاه إستراتيجيتين مختلفتين جدًا عن بعضهما، لكن يجب أن نعرف أنه بين هذين الطرفين توجد حالات وسطية كثيرة، وفي الواقع يمكن أن نجد في الطبيعة تنوع كبير لإستراتيجيات تكوِّن تسلسل بين الحالتين المتطرفتين. يمكن أن نجد تنوعًا في إستراتيجيات التكاثر بين أنواع مختلفة من نفس الطائفة أيضًا. في طائفة الطيور، مثلًا: يوجد أنواع تنمي صيصان والاستثمار في معالجتها قليل، ويوجد أنواع تستثمر كثير في الفراخ حتى تصل الاستقلالية (الفصل الخامس، صفحات **94-95**). نجد مثالًا إضافيًّا في طائفة الثدييات: الثدييات الصغير مثل الفئران، تتكاثر عدة مرات في السنة، ويوجد لديها عدد كبير من الأفراد التي يستمر الاعتناء بها مدة زمنية قصيرة. أما الثدييات الكبيرة مثل الجمل، فإنها تتكاثر مرة واحدة في السنة، أو حتى مرة واحدة كل عدة سنوات، وعلى الأغلب يوجد لديها فرد واحد في كل ولادة، والاعتناء به مستمر. ومع ذلك، من المهم أن نتذكر أنه في ظروف ثابتة يكون عدد الأفراد في العشيرة ثابتًا أكثر أو أقل من جيل إلى جيل، سواءً كان التكاثر بإستراتيجية أ أو بإستراتيجية ب.

سؤال ح -2

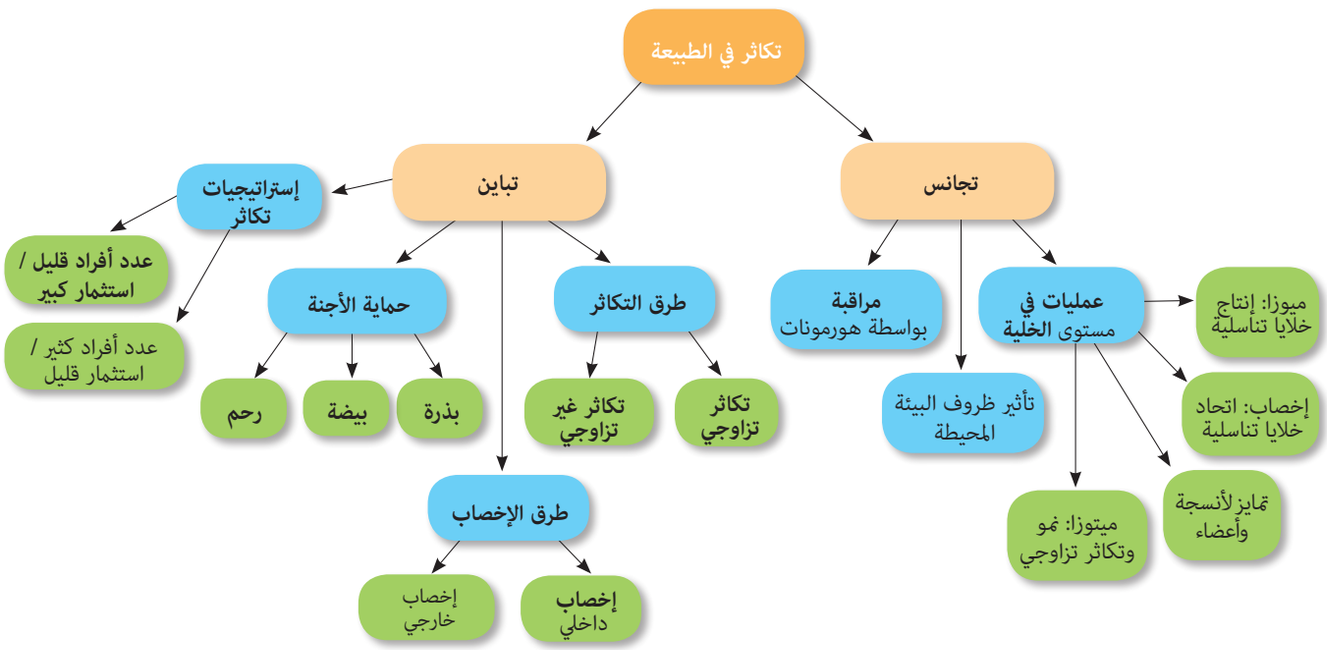
على الرغم من وجود فرق جوهري بين الإستراتيجيتين، عندما لا تكون تغييرات كبيرة في ظروف البيئة المحيطة، فإنَّ النتيجة النهائية متشابهة: عدد الأفراد التي تبقى على قيد الحياة مثل عدد الأفراد في جيل الوالدين والعشيرة لا تكبر ولا تصغر. اشرحوا.

ح3. مبادئ مشتركة في مستويات التنظيم

الفكرة المركزية

*يتم التعبير عن **التجانس والتباين** في عمليات تكاثر في الطبيعة.*

افتتحنا النقاش حول موضوع **التكاثر** في هذا الكتاب من خلال عرض العمليات التي يوجد فيها **تجانس** كثير موجود في الطبيعة: الأساس الخلوي لعملية التكاثر غير التزاوجي يعتمد على **الميتوزا** والأساس الخلوي لعملية التكاثر التزاوجي يعتمد على **الميوزا** (الفصل الأول). يوجد تجانس كبير في **المبادئ المشتركة** لعمليات التكاثر (الفصل الثاني) **أيضًا**: الإخصاب، التمايز، تأثير عوامل البيئة المحيطة والمراقبة على جميع عمليات التكاثر بواسطة الهورمونات. عرضنا **التباين** في عمليات تكاثر الحيوانات في الماء واليابسة وتنوع طرق التكاثر في النباتات في الفصلين الخامس والسادس. تعرض الرسمة خ - 2 الجوانب الأساسية للتجانس والتباين في طرق التكاثر في الطبيعة.



الرسمة خ -2: جوانب أساسية لتجانس وتباين عمليات تكاثر في الطبيعة

علاقة بموضوع

علم البيئة:
مستويات التنظيم في الطبيعة.

الفصل بين النقاش حول تكاثر الإنسان، الحيوانات والنباتات قد يؤدي إلى إخفاء المبادئ المشتركة للتكاثر في المجموعات المختلفة للكائنات الحية. يتركز التلخيص فيما بعد (جدول خ - 2) في الأشياء المشتركة لتكاثر جميع الكائنات الحية. يبدأ من الأسس المشتركة في مستوى تنظيم **الخلية**، يستمر في مستوى **الكائن الحي** وملاءمة طرق التكاثر للبيئة المحيطة الحياتية، ويتقدم إلى المبادئ المتعلقة بمعنى التكاثر في مستويات تنظيم **العشيرة والمجتمع**.

جدول خ -2: مبادئ في التكاثر

مستوى التنظيم	الموضوع	المبادئ المشتركة
الخلية	الميتوزا	انقسام النواة وتكاثر غير تزاوجي فيه تَنْتُج الخلايا الابنة وأفراد متماثلة لبعضها في المعلومات الوراثية ومتماثل لخلية الأُم أو الوالد الوحيد الذي نَتَجت منه.
	ميوزا، خلايا تكاثر وإخصاب	**الميوزا والإخصاب هما الأساس الخلوي للتكاثر التزاوجي. الميوزا هو انقسام خليه في أعقابه تَنْتُج خلايا ابنة هيبلوئيدية، تختلف بشحنها الوراثية عن خلايا المصدر.** **المشاركون في التكاثر التزاوجي هم خلايا من نوعين: خلية تناسلية ذكرية ذات قدرة على الحركة المستقلة، وخلية تناسلية أنثوية تنقصها القدرة على الحركة المستقلة. عند الإخصاب تتحد نواتين هيبلوئيديتين نتجتا في الميوزا، وتَنْتُج نواة ديبلوئية ذات شحنة وراثية خاصة.**
الكائن الحي	طريقة التكاثر	**نحصل في التكاثر غير التزاوجي على أفراد متماثلة لبعضها ومماثلة للوالدين اللذين نتجا منهما. التكاثر غير التزاوجي توجد له أفضلية في ظروف بيئة محيطة ثابتة.** **في التكاثر التزاوجي، الأفراد تشبه الوالدين، لكنهم غير مماثلين لهم وغير متماثلين فيما بينهم. التكاثر التزاوجي توجد له أفضلية في ظروف بيئة محيطة متغيِّرة وهو يزيد من احتمال الأفراد القليلة أن تبقى على قيد الحياة حتى إذا تغيَّرت ظروف البيئة المحيطة (انتخاب طبيعي).**
	توقيت التكاثر في دورة الحياة	**يتم تحديد مرحلة التكاثر في حياة الكائن الحي بطريقة وراثية: الكائنات الحية التي تعيش مدة زمنية قصيرة، تتكاثر في سن صغير، أما الحيوانات التي تعيش مدة زمنية طويلة، فإنها تتكاثر مرحلة متأخرة في حياتها. توجد في النباتات إمكانية التطور المتواصل الذي يستمر لعدة سنوات كثيرة بواسطة المريستيمات التي تتحلى خلاياها بالقدرة على الإنقسام، التمايز والتطور إلى أعضاء.**
	موسمية التكاثر	**يتم التكاثر على الأغلب في موسم فيه ظروف البيئة المحيطة مناسبة لنمو الأفراد وفيه احتمال كبير لبقاء الأفراد على قيد الحياة. يتأثر توقيت التكاثر من إشارات في البيئة المحيطة، مثل: الضوء، درجة الحرارة، توافر الموارد (الغذاء) ويتم تنظيمه بواسطة الهورمونات.**
	أعضاء التكاثر	**في الكائنات الحية البسيطة لا نجد دائمًا أعضاء معرَّفة مُعدَّة للتكاثر. في الكائنات الحية المتطورة يوجد أعضاء خاصة مناسبة لأدائها كأعضاء تناسلية: أعضاء تَنْتُج فيها الخلايا التناسلية، أعضاء تُنقل فيها الخلايا التناسلية وفتحة تخرج عبرها خلايا تناسلية أو أفراد إلى البيئة المحيطة. في الكائنات الحية التي إخصابها داخلي، يوجد أعضاء خاصة لنقل الخلايا المنوية من الذكر إلى الأنثى ولإلتقاء الخلايا التناسلية.** **في معظم الحيوانات نميِّز بين أفراد ذكرية وبين أفراد أنثوية وبالتناظر - بين أعضاء تكاثر أنثويةوبين أعضاء تكاثر ذكرية. في معظم النباتات وفي عدة حيوانات بسيطة تكون الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية في نفس الفرد.**
	البيئة المحيطة للتكاثر وطريقة الإخصاب	**يمكن أن يتم الإلتقاء بين الخلايا التناسلية في التكاثر التزاوجي فقط في بيئة محيطة مائية أو رطبة. عندما يكون بيت التنمية ذاته مائي، يمكن أن يكون الإخصاب خارجي، لكن في الكائنات الحية التي تعيش على اليابسة، فإنّ الإخصاب داخلي، ويوجد لديها أعضاء وآليات مناسبة لحماية الخلايا التناسلية ومكان الإلتقاء بينهما من الجفاف. تعود البرمائيات إلى البيئة المحيطة المائية للتكاثر والإخصاب خارجي على الرغم من أن حياتهم البالغة تكون على اليابسة.**
	من الزيجوت (اللاقحة) إلى كائن حي متعدد الخلايا	يتطور الجنين من الزيجوت وهو بداية الكائن الحي المستقل. في البيئة المحيطة المائية يتطور الجنين خارج جسم الأُم وأحيانًا يكون محمية في بيضة. في الكائنات الحية التي تعيش على اليابسة، الجنين محمي من المفترسين ومن الجفاف بواسطة أغلفة، مثل: قشرة البذرة الثمرة، البيضة أو رحم الأُم. تُسخدم المواد الموجودة في البذرة والبيضة مصدر غذاء للجنين. في الثدييات، يتطور الجنين داخل جسم الأم ومنها يحصل على غذائه. يوجد حيوانات، مثل: الأسمال والزواحف التي **המשריצים** تلد أفرادًا حية تطورت في بيضة داخل جسم الأم. يُرافق تطور الجنين تمايز خلايا إلى أنسجة ذات مبنى وأداء معرَّفين.
	من صغير السن إلى البالغ	الانتقال من كائن حي صغير السن إلى بالغ، يمكن أن يكون متواصل ويكبر الكائن الحي الصغير ويتطور تدريجيًّا لكائن حي بالغ. في النباتات، الانتقال من جنين إلى نبات غير متواصل، والمدة الزمنية حتى الإنبات يمكن أن تستمر وقت كثير. نجد التطور غير المتواصل من صغير السن إلى بالغ في الحيوانات التي يوجد فيها تحوُّل (ناقص أو كامل).

مستوى التنظيم	الموضوع	المبادئ المشتركة
العشيرة	معنى التكاثر	التكاثر هي الطريقة لإستمرار وجود العشيرة ونموها. العشيرة التي فيها نسبة التكاثر أقل من النسبة الموت قد تتعرض إلى الإنقراض.
	الاستثمار في التكاثر (إستراتجية التكاثر)	النسبة بين عدد الأفراد وبين الاستثمار فيها هي على الأغلب نسبة عكسية: عندما يكون عدد الأفراد كبير جدًا، فإنَّ الاستثمار فيها يقل، وتصغر النسبة المئوية للأفراد الذين يبقون على قيد الحياة. عندما يكون عدد الأفراد صغير، فإن الاستثمار في تغذيتها وحمايتها يكون كثيراً واحتمال بقاؤها عال. بين هاتين الإستراتيجيتين المتطرفتين، يوجد في الطبيعة حالات وسطية كثيرة.
المجتمع	العلاقة المتبادلة في التكاثر	تتعاون أنواع كائنات حية مع أنواع كائنات حية أخرى في موسم التكاثر، مثلًا: نباتات وحيوانات تُلقحها أو تنشر ثمارها وبذورها. يتم التعبير عن هذه الطرق للتعاون بالمشاركة - في النشوء والإرتقاء للمباني والعمليات.
	تدخُّل الإنسان	يتدخل المزارعون في عمليات تكاثر النباتات والحيوانات، كي يزوِّدوا الإنسان بغذاء محسَّن ولزيادة كميته، من خلال تطبيق مبادئ التكاثر التزاوجي وغير التزاوجي. التكاثر التزاوجي هو قاعدة الانتخاب الإصطناعي الذي يتم بعملية التدجين ورعاية أصناف جديدة في الزراعة. أهداف تدخُّل الإنسان في التكاثر هي إتاحة استمرار الأجيال بين الوالدين والأفراد ومنع إنجاب أفراد مصابون.

المواضيع الأساسية في الفصل

- تقدم تطور أعضاء التكاثر وعمليات التكاثر خلال النشوء والإرتقاء بعدة خطوط متوازية للانتقال من الحياة في الماء إلى الحياة على اليابسة: من إخصاب خارجي إلى إخصاب داخلي، من أفراد (أجنة) غير محمية إلى أجنة محمية جيدًا، من عدم الاعتناء بالأفراد إلى الاعتناء المستمر بالأفراد.
- نميِّز في الطبيعة بين إستراتيجيتيْ تكاثر مختلفتين بشكل جوهري عن بعضهما بعدد الأفراد وبالاستثمار في نموها. الإستراتيجية أ: أفراد كثيرة واستثمار قليل في تنميتها والإستراتيجية ب: أفراد قليلة واستثمار كثير في تنميتها.
- على الرغم من وجود فرق جوهري بين الإستراتيجيتين، عندما لا يكون تغيير كبير في شروط البيئة المحيطة، فإن النتيجة النهائية متشابهة: عدد الأفراد التي تبقى على قيد الحياة مثل عدد الأفراد في جيل الوالدين ويبقى تعداد (كبر) المجموعة ثابت.
- يوجد في الطبيعة تنوع كبير لإستراتيجيات تكوِّن نوعًا من التسلسل بين الإستراتيجيتين المتطرفتين.
- يوجد أشياء كثيرة مشتركة لتكاثر جميع الكائنات الحية، وهو يبدأ بمبادئ مشتركة في مستوى تنظيم الخلية ويتقدم إلى المبادئ المتعلقة بمعنى التكاثر في مستويات التنظيم للعشيرة والمجتمع.

مصطلحات مهمة في الفصل

النشوء والارتقاء
إستراتيجيات تكاثر
عامل محدد
الاستثمار في نمو الأفراد
موارد
مستويات التنظيم