משרד החינוך
מנהל מדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת המדעים

מטח
המרכז לטכנולוגיה חינוכית

مرشد للمعلّم

لتخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

في الموضوع:

التكاثر والوراثة

للصفّ الثامن

الترجمة إلى العربية: نزار محاجنة

أشرف على النسخة العربية: د. حسام ذياب

تشرين الأوّل، 2010

طاقم التطوير:

د. سمدار رايسفيلد

إفرات ديّان

د. نوريت كينان

د. راحيل مينتس

قرأ وأبدى ملاحظاته:

د. إيتي كوخاڤي

نيرا كوشينسكي

© جميع الحقوق للرسوم التوضيحية محفوظة لمركز التكنولوجية التربوية (مطاح)

الفهرس

مقدّمة 4

اختبار المعرفة السابقة 6

خلفية علمية عامّة 10

الموضوع الفرعي 1: طرق التكاثر وتوريث الصفات

الأهداف 11

خلفية علمية 12

اقتراحات تدريسية (عملية التدريس والصعوبات وطرق المواجهة) 19

جدول تخطيط التدريس- التعلّم- التقييم 23

ورقة العمل رقم 1 25

الموضوع الفرعي 2: الإخصاب

الأهداف 28

خلفية علمية 28

اقتراحات تدريسية (عملية التدريس والصعوبات وطرق المواجهة) 33

جدول تخطيط التدريس- التعلّم- التقييم 37

الموضوع الفرعي 3: تطوّر الأجنّة وأفراد النسل

الأهداف 39

خلفية علمية 40

اقتراحات تدريسية (عملية التدريس والصعوبات وطرق المواجهة) 46

جدول تخطيط التدريس- التعلّم- التقييم 50

ورقة العمل رقم 2 52

الموضوع الفرعي 4: البلوغ والعثور على قرين

الأهداف 54

خلفية علمية 54

اقتراحات تدريسية (عملية التدريس والصعوبات وطرق المواجهة) 60

جدول تخطيط التدريس- التعلّم- التقييم 62

موادّ تعليمية ومصادر معلومات 64

أسئلة تقييم

جدول مسح أسئلة التقييم 65

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 1: طرق التكاثر وتوريث الصفات 71

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 2: الإخصاب 75

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 3: تطوّر الأجنّة وأفراد النسل 80

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 4: البلوغ والعثور على قرين 85

إجابات لأسئلة التقييم 89

مقدّمة للوحدة

وحدة التدريس– التعلّم– التقييم هذه معدّة لمعلّم العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية لغرض تخطيط تنفيذ وتقييم تدريس وتعلّم موضوع "التكاثر والوراثة". وحدة التدريس– التعلّم– التقييم معدّة للتفعيل في إطار المنهج التعليمي في العلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية وتعتمد على موادّ تعليمية قائمة ومصادق عليها من قبل وزارة المعارف إلى جانب توجيهات ملائمة لهذه الموادّ. لذا فإنّ الوحدة لا تشكّل بديلاً للموادّ التعليمية القائمة. تتضمّن الوحدة مادّة خلفية (مضامين ومهارات)، وتشديدات تدريسية لتخطيط التدريس والتعلّم، وتوصيات بفعاليات مفتاحية، ومجمّعًا مصنّفًا لأسئلة تقييمية لاستخدامها لاحتياجات التدريس والمردودية.

الأهداف العليا لتدريس الموضوع

أن يفهم الطلاّب أنّ استمرار بقاء المخلوقات الحيّة يتعلّق بالتكاثر، وأن يربطوا بين التكاثر ونقل المعلومات الوراثية من جيل إلى آخر وأن يتعرّفوا على المصطلحات والمبادئ والعمليات التي ترتبط بالتكاثر عند الحيوانات والنباتات والإنسان.

الأفكار المركزية

1. التكاثر هو أحد مميّزات الحياة.
2. في التكاثر، المادّة الوراثية المسؤولة عن الصفات المختلفة، تنتقل من جيل إلى آخر.
3. هناك طريقتان للتكاثر: التكاثر اللاتزاوجي (اللاجنسي) والتكاثر التزاوجي (الجنسي). في التكاثر اللاتزاوجي يحصل فرد النسل على المعلومات الوراثية من أب واحد، وفي التكاثر التزاوجي يحصل الفرد على المعلومات الوراثية من أبوين– ذكر وأنثى.
4. هناك ملاءمة بين الأعضاء التناسلية وبين وظيفتها، وكذلك بين أشكال التكاثر وبين البيئة الحياتية للمخلوقات الحيّة.
5. القدرات التكنولوجية التي طوّرها الإنسان تمكّنه من التدخّل في عمليات تكاثر المخلوقات الحيّة المختلفة ليجني فائدة من ذلك.

المواضيع الفرعية والمصطلحات

الموضوع الفرعي	المصطلحات
1. **طرق التكاثر وتوريث الصفات** • أهمّية التكاثر في استمرار بقاء النوع • أصل الحيّ من الحيّ– تنتج المخلوقات الحيّة دائمًا من مخلوقات حيّة سبقتها • الفروق بين الصفات الوراثية والصفات المكتسبة • التكاثر اللاتزاوجي والتكاثر التزاوجي– الآليات والفروق والأفضليات والسلبيات	الجنس، الصفات الوراثية، الصفات المكتسبة، DNA، المعلومات الوراثية، المادّة الوراثية، الكروموسومات، الخلية المنوية، خلية البويضة، التكاثر التزاوجي، التكاثر اللاتزاوجي، الميتوزا، الميوزا (الانقسام الاختزالي)
2. **الإخصاب** • الفروق بين الخلية المنوية وخلية البويضة • الإخصاب الخارجي والداخلي، الشروط المطلوبة للإخصاب • مبنى الزهرة وطرق التلقيح والإخصاب في النباتات • تدخّل الإنسان في عمليات إخصاب الحيوانات والنباتات وعمليات الإخصاب في الإنسان نفسه	الإخصاب، اللاقحة (البويضة المخصبة)، الجنين، الخلية المنوية، التجذير، الإخصاب الاصطناعي، التفريخ الاصطناعي، الزهرة وأجزاؤها، التلقيح
3. **تطوّر الأجنّة وأفراد النسل** • تطوّر الجنين عند الإنسان وعند الحيوانات– انقسام الخلايا وتمايزها، الشروط المطلوبة لتطوّر الجنين ومكان تطوّر الجنين (داخل البيضة وداخل جسم الأمّ) • تطوّر الجنين عند النباتات • نشر البذور • تدخّل الإنسان في تطوّر الجنين • الأخطار التي تتهدّد الأجنّة وأفراد النسل • العلاقة بين عدد أفراد النسل وبين مدى عناية الأبوين لها • التحوّر عند البرمائيات وعند الحشرات	الجنين، الخلية المنوية، التمايز، التجذير، الحمل، ماء السّلى، المشيمة، البذرة، الجذير والسويق، الفرخ، الصوص، التحوّر، نشر البذور
4. **البلوغ والعثور على قرين** • الأجهزة التناسلية الذكرية والأنثوية عند الإنسان– مبنى الأجهزة ونضوجها في جيل البلوغ (المراهقة) • العلامات الجنسية الأوّلية والثانوية • دورة الإباضة والطمث (الحيض) • العلاقة بين التكاثر وفصول السنة • العثور على قرين بواسطة قنوات اتّصال مختلفة • اللقاء بين الذكر والأنثى عند النباتات	العلامات الجنسية الثانوية، الهورمونات، الدورة الشهرية، الطمث (الحيض)، التلقيح

المعرفة السابقة المطلوبة

المعرفة السابقة في موضوع المميّزات الحياتية الذي سبق وتعلّمها الطلاّب في المدرسة الابتدائية.

معرفة موضوع دورة حياة النبتة، الذي يشمل تعرّفًا مفصّلاً على: أعضاء النبتة، أجزاء الزهرة، مرحلة التلقيح، تطوّر الزهرة إلى ثمرة، أنواع البذور وطرق نشرها، عملية الإنبات والشروط المطلوبة للإنبات.

معرفة أمثلة من تكاثر الحيوانات التي تتعلّق في الأساس بمواسم التكاثر وطرق إنتاج أفراد النسل والعناية بأفراد النسل وطرق زيادة عدد أفراد العشيرة.

اختبار المعرفة السابقة

عند بداية التدريس، يجب فحص مدى معرفة المعلومات السابقة المطلوبة: المصطلحات والعمليات الواردة في البند السابق. يمكن فحص ذلك عن طريق حديث مسبق مع الطلاّب، ومن خلال أسئلة التقييم التالية:

1. أمامكم قائمة أقوال.

أشيروا بالنسبة لكلّ قول إذا كان صحيحًا أم غير صحيح:

أ. معظم أنواع المخلوقات الحيّة تتكاثر، لكن ليس جميعها.....صحيح/ غير صحيح

ب. هناك مخلوقات حيّة تتكاثر، لكن لا يوجد لديها أبوان.....صحيح/ غير صحيح

ج. تنتج الحيوانات دائمًا من حيوانات سبقتها.....صحيح/ غير صحيح

د. تنتج النباتات دائمًا من نباتات سبقتها.....صحيح/ غير صحيح

هـ. تنتج البكتيريا دائمًا من بكتيريا سبقتها.....صحيح/ غير صحيح

و. فقط الأفراد التي تتبع لنفس النوع يمكنها إنجاب أفراد نسل خصبة.....صحيح/ غير صحيح

ز. يُمنع إبقاء الحليب خارج الثلاّجة، لأنّه يُنتِج البكتيريا.....صحيح/ غير صحيح

2. ما الذي تنقله الحشرة عندما تنتقل من زهرة إلى أخرى؟

أ. رحيقًا.

ب. أسدية.

ج. حبيبات لقاح.

د. بذورًا.

3. بعد تلقيح الأزهار، ما الذي يتطوّر على نفس النباتات في المكان الذي كانت الأزهار فيه؟

أ. رحيق.

ب. ثمار.

ج. براعم.

د. أوراق.

4. ما هي وظيفة أوراق التويج الملوّنة في الأزهار؟

أ. تساعد في عملية إنتاج الغذاء في النبتة.

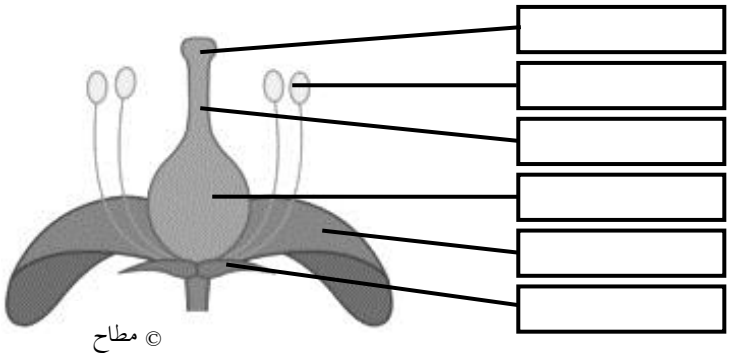
ب. تحمي الزهرة من الآفات المختلفة.

ج. تشكّل أجزاءً تخزن الغذاء في النبتة.

د. تجذب الحيوانات لغرض التكاثر.

5. أمامكم رسم توضيحي لزهرة.

اكتبوا أسماء أجزاء الزهرة في المستطيلات الملائمة.



© مطاح

6. أمامكم مراحل في تطوّر النبتة.

رقّموا المراحل حسب الترتيب الصحيح لحدوثها:

الإنبات **1**

نشر البذور _____

الإزهار _____

النموّ _____

نضوج الثمرة _____

7. أمامكم ثلاثة أوصاف لترتيب المراحل في دورة حياة النبتة.

أشيروا بجانب كلّ وصف إذا كان صحيحًا أم غير صحيح:

أ. ثمرة ← بادرة ← بذرة ← نبتة بالغة. . . . . صحيح/ غير صحيح

ب. بذرة ← بادرة ← ثمرة ← نبتة بالغة. . . . . صحيح/ غير صحيح

ج. بذرة ← بادرة ← نبتة بالغة ← ثمرة. . . . . صحيح/ غير صحيح

8. شجرة العنّاب التي في حديقة سامي لم تُزهر هذه السنة.

ما الذي يحدث في أعقاب ذلك؟

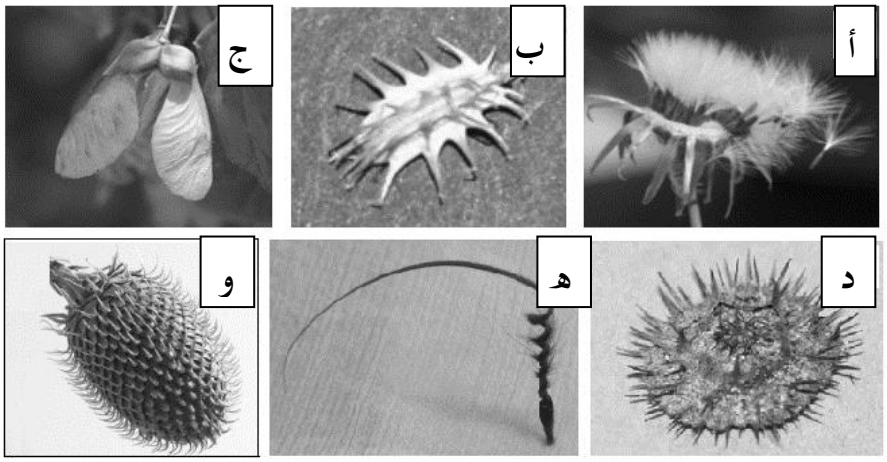
أ. تتطوّر على الشجرة ثمار بدون بذور.

ب. لن تتطوّر ثمار على الشجرة بتاتًا هذه السنة.

ج. ستكون قشرة الثمار صلبة وخشنة.

د. تتساقط الثمار من الشجرة قبل نضجها.

9. أمامكم صور لثمار وبذور نباتات مختلفة.



© د. نوريت كينان، مطاح

I. اكتبوا جميع تلك التي تلائم للنشر بواسطة **الرياح**: _____

II. اكتبوا جميع تلك التي تلائم للنشر بواسطة **الحيوانات**: _____

III. اكتبوا جميع تلك التي تلائم للنشر **الذاتي**: _____

10. اذكروا بالنسبة لكلّ جملة إذا كانت صحيحة أم غير صحيحة:

أ. يوجد لدى النباتات أيضًا ذكر وأنثى. . . . . صحيح/ غير صحيح

ب. الجنين هو أحد مراحل التطوّر في دورة حياة الإنسان. . . . . صحيح/ غير صحيح

ج. الجنين هو أحد مراحل التطوّر في دورة حياة الحيوانات. . . . . صحيح/ غير صحيح

د. الجنين هو أحد مراحل التطوّر في دورة حياة النباتات. . . . . صحيح/ غير صحيح

هـ. معظم الحيوانات، التي لديها أفراد نسل كثيرون، تعتني بها لفترة طويلة. . . . . صحيح/ غير صحيح

11. أمامكم قائمة صفات مختلفة عند مخلوقات حيّة.

أشيروا بجانب كلّ صفة إذا كانت وراثية أم مكتسبة.

أ. تطوّر المنقار عند العصافير. . . . وراثية/ مكتسبة

ب. العرج على أثر تلقّي ضربة. . . . وراثية/ مكتسبة

ج. عدد أوراق التويج في الزهرة. . . . وراثية/ مكتسبة

د. عدد الفقرات في عنق الزرافة. . . . وراثية/ مكتسبة

هـ. إجادة اللغة الإنجليزية. . . . . وراثية/ مكتسبة

و. لون العينين عند الإنسان. . . . وراثية/ مكتسبة

12. تعرّضت امرأة للعمى في طفولتها على أثر حادثة، وتحمل الآن طفلاً في بطنها.

هل يُتوقّع أن يكون الطفل الذي ستلده أعمى هو أيضًا؟

أ. لا، لأنّ الإصابة كانت قبل الحمل.

ب. نعم، لأنّ الإصابة كانت قبل الحمل.

ج. لا، لأنّ الإصابة تسبّبت من حادثة.

د. نعم، لأنّ الإصابة صعبة، ولذلك تنتقل بالوراثة.

13. أمامكم جدول يصف تكاثر حيوانات من مجموعات مختلفة.

أكملوا الجدول بواسطة قائمة الكلمات (يمكن استعمال نفس الكلمة أكثر من مرّة):

قائمة الكلمات: في جسم الإنسان، داخل البيضة، إنجاب، تفقيس، عناية متواصلة، بدون عناية، كثير، قليل.

	الأسماك	**الزواحف**	**الطيور**	**الثدييات**
أين يتطوّر الجنين؟				
طريقة خروج الجنين إلى العالم				
العناية بأفراد النسل				
عدد أفراد النسل في كلّ مرّة (انجاب / وضع بيض)				

14. ظهرت في كيس الطحين حشرات صغيرة جدًّا. تدّعي رانية أنّها فحصت الكيس وتأكّدت بأنّه مغلق تمامًا، لذلك يمكن القول بالتأكيد إنّ الحشرات نتجت من الطحين.

ما هو رأيكم في استنتاج رانية؟ فسّروا إجابتكم: _____

15. اشرحوا أهمّية عملية التكاثر بالنسبة لعالم الأحياء. _____

إجابات عن أسئلة اختبار مسح المعرفة السابقة:

رقم السؤال	**الإجابة**
1	أ. غير صحيح؛ ب. صحيح؛ ج. صحيح؛ د. صحيح؛ هـ. صحيح؛ و. صحيح؛ ز. غير صحيح
2	الإجابة ج
3	الإجابة ب
4	الإجابة د
5	1- ورقة تويج، 2- سداة، 3- ميسم، 4- قلم
6	1- بذرة، 2- بادرة، 3- نبتة حديثة السنّ، 4- نبتة تحمل أزهارًا، 5- نبتة تحمل ثمارًا
7	أ. غير صحيح، ب. غير صحيح، ج. صحيح
8	الإجابة ب
9	**نشر بواسطة الرياح:** أ، ج. **نشر بواسطة الحيوانات:** ب، د، و. **نشر ذاتي:** هـ
10	أ. صحيح؛ ب. صحيحة؛ ج. صحيحة؛ د. صحيحة؛ هـ. غير صحيح
11	أ. وراثية؛ ب. مكتسبة؛ ج. وراثية؛ د. وراثية؛ هـ. مكتسبة؛ و. وراثية
12	الإجابة ج
13	حسب الأعمدة: **الأسماك:** داخل البيضة، تفقيس، بدون عناية، كثير. **الزواحف:** داخل البيضة، تفقيس، بدون
14	رانية ليست على حقّ، لأنّ الحيّ أصله من الحيّ. البيض وضعته أنثى الحشرة قبل إغلاق الكيس.
15	يمكّن التكاثر إنجاب افراد نسل واستمرار بقاء وعيش أنواع المخلوقات الحيّة.

معدّل عمر كلّ مخلوق حيّ هو مقدار محدود، لكن بفضل عملية التكاثر وأفراد النسل التي تنجبها المخلوقات جيلاً بعد جيل، هناك استمرارية للحياة في عالمنا.

تتناول هذه الوحدة التكاثر بوصفه مميّزًا حياتيًا، وتوريث الصفات من الأبوين إلى أفراد النسل. خلال تدريس كلّ الموضوع من المهمّ التشديد على المبادئ البيولوجية التالية:

- **التكاثر ضروري لاستمرار بقاء وعيش النوع**، في حين أنّ المميّزات الحياتية الأخرى ضرورية لبقاء الفرد (تبادل الموادّ والطاقة، الحركة، القدرة على الاستجابة للمحفّزات، وما شابه). بقاء النوع (species) لا يتعلّق فقط بقدرة الأفراد على البقاء، وإنّما أيضًا بقدرتها على إنجاب أفراد نسل. لهذا السبب، حتّى إذا لم ينجح المخلوق في البقاء زمنًا طويلاً بعد قيامه بوظيفته في التكاثر، إلاّ أنّ النوع يواصل البقاء والعيش. على سبيل المثال، الكثير من الفراشات (مثل دود القزّ) تعيش لأيّام فقط، لكن خلال حياتها القصيرة تنجح في التزاوج ووضع البيض، الذي يفقس منها الجيل التالي؛ أنثى فرس النبي تفترس الذكر بعد التزاوج، وهناك من يدّعي أنّها تقوم بذلك أثناء التزاوج، لكنّها بعد ذلك تضع البيض الذي أُخصب بخلاياه المنوية وغير ذلك.
- رغم الاختلاف الكبير القائم في أشكال تكاثر الأنواع المختلفة، إلاّ أنّ هناك **تجانسًا** كبيرًا في مراحل التكاثر التزاوجي وفي الشروط اللازمة لبقائه. على سبيل المثال: في جميع المخلوقات الحيّة (الحيوانات والنباتات والإنسان أيضًا) مرحلة الإخصاب تحدث دائمًا في بيئة رطبة؛ في جميع المخلوقات هناك تشابه في العمليات الأساسية التي تشكّل الجنين (انقسام الخلايا وتمايزها) وغير ذلك.
- توجد للأنواع المختلفة أشكال تكاثر مختلفة، لكن هناك دائمًا **ملاءمة بين شكل التكاثر والبيئة الحياتية** للنوع. على سبيل المثال: إخصاب الحيوانات اليابسية التي تتكاثر في البيئة الجافّة، هو داخلي وليس خارجيًا. الإخصاب الداخلي يوفّر البيئة الرطبة الضرورية للإخصاب؛ للعثور على قرين من أجل التزاوج، تستعين الحيتان بقناة اتّصال صوتية، التي تعتبر أنجع طريقة لنقل الرسائل إلى مسافات كبيرة وغير ذلك.
- **مبنى أعضاء جسم المخلوقات الحيّة ملائم لوظيفتها في التكاثر**. على سبيل المثال: يوجد لذكر الضفدع في منطقة الخدّين كيسان جلديان ينفخهما عندما يغازل الأنثى؛ توجد في جسم إناث الثدييات غدد حليب تغذّي أفراد النسل في فترة حياتها الأولى وغير ذلك.

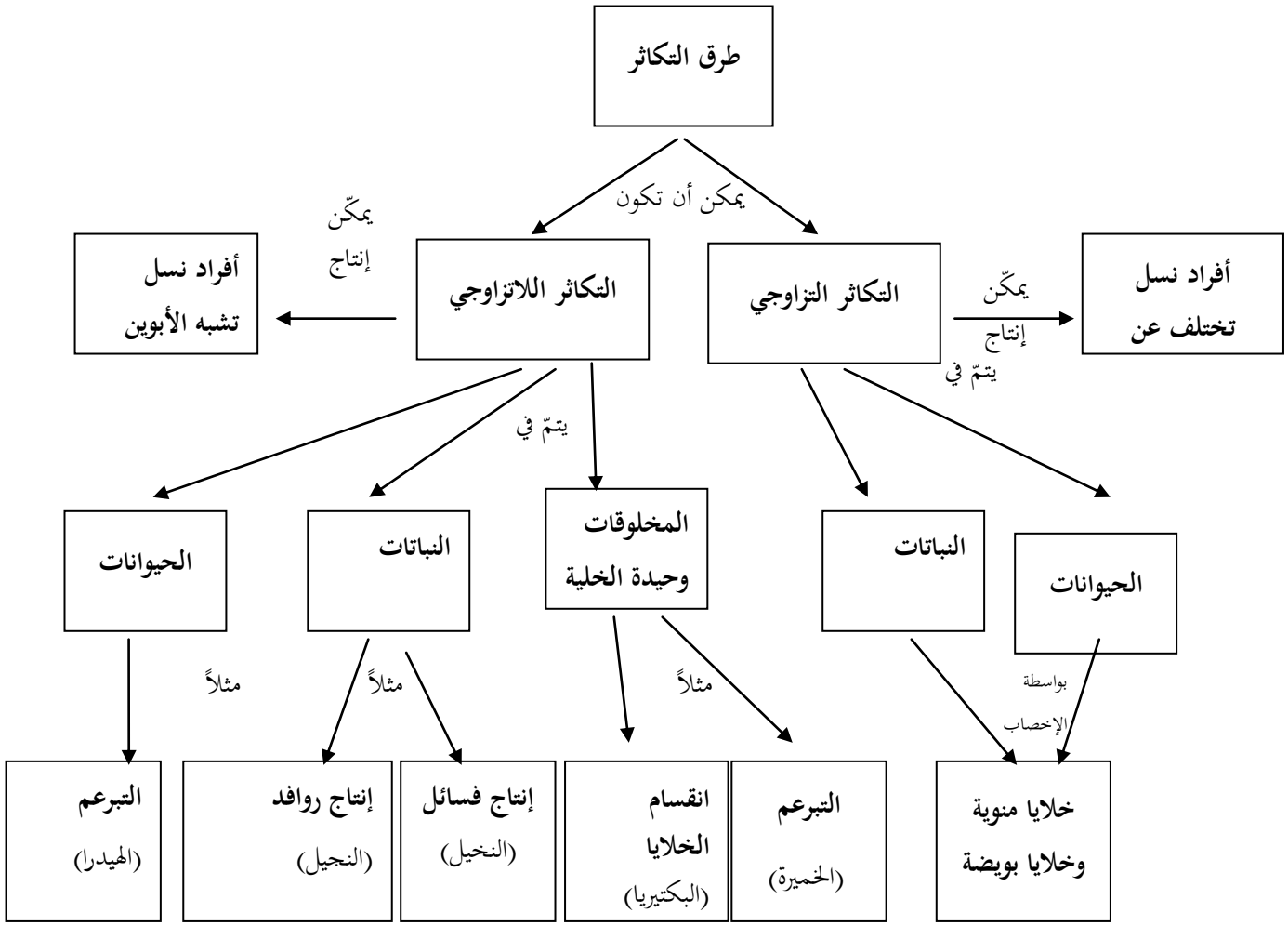
القسم الأكبر من الوحدة مخصّص للتكاثر التزاوجي، الذي يشارك فيه القرينان (الزوجان). كلّ موضوع فرعي مخصّص لمرحلة مغايرة في عملية التكاثر: الإخصاب وتطوّر الجنين وأفراد النسل وبلوغ أفراد النسل وطرق العثور على قرين لاستمرار التكاثر.

الموضوع الفرعي 1: طرق التكاثر وتوريث الصفات

الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

- أن يربط الطلاّب بين عملية التكاثر واستمرار بقاء النوع.
- أن يفهم الطلاّب أنّ نقل المعلومات الوراثية من الأبوين إلى أفراد النسل يتمّ في عملية التكاثر.
- أن يحلّل الطلاّب تجارب تُثبت أنّ الحيّ أصله من الحيّ.
- أن يعرف الطلاّب أنّ المادّة الوراثية هي الـ DNA ، وأنّها المركِّب الأساسي للكروموسومات.
- أن يربط الطلاّب بين المصطلحات: الصفة، DNA، الجينات، الكروموسومات، وأن يفهموا الفروق بينها.
- أن يعرف الطلاّب أنّ بعض صفات المخلوقات هي وراثية وبعضها الآخر مكتسبة. الصفات الوراثية فقط هي التي تنتقل من الأبوين إلى أفراد النسل.
- أن يميّز الطلاّب بين التكاثر التزاوجي والتكاثر اللاتزاوجي، وأن يقارنوا بينهما.
- أن يتعرّف الطلاّب على انقسام الميتوزا، الذي يحدث في التكاثر اللاتزاوجي، الذي تحوي في نهايته كلّ واحدة من الخلايا الابنة نفس الكمّية من المادّة الوراثية كالخلية الأمّ– الخلية الأصلية.
- أن يتعرّف الطلاّب على الانقسام الاختزالي (الميوزا)، الذي يحدث في التكاثر التزاوجي، الذي تحوي في نهايته كلّ واحدة من الخلايا الابنة (الخلايا الجنسية) فقط نصف كمّية المادّة الوراثية التي كانت في الخلية الأصلية.
- أن يقوم الطلاّب بمشاهدات للمخلوقات الحيّة، وأن يتعرّفوا على أمثلة لمخلوقات تتكاثر بطرق تكاثر مختلفة.
- أن يتعرّف الطلاّب على طرق التكاثر المختلفة، وأن يبنوا خارطة مصطلحات لطرق التكاثر المختلفة.
- أن يستنتج الطلاّب، من المشاهدات والمعلومات التي تمّ جمعها، أنّ أفراد النسل في التكاثر اللاتزاوجي تشبه بعضها البعض وتشبه الأبوين في صفاتها (باستثناء الحالات التي تحدث فيها طفرة)، وأنّ أفراد النسل في التكاثر التزاوجي تشبه بعضها البعض وتشبه الأبوين، لكن ليس في صفاتها.

خارطة مصطلحات: طرق التكاثر في المخلوقات الحيّة



النوع والجنس

أ. **الجنس هو صفة بيولوجية تميّز بين الذكر والأنثى**. الكلمة التي تلائم هذا المعنى باللغة الإنجليزية هي **sex** أو **gender**.

ب. **النوع هو مجموعة تصنيف**. الكلمة التي تلائم هذا المعنى باللغة الإنجليزية هي **species**. فقط المخلوقات التي تتبع لنفس **النوع** يمكنها أن تتكاثر فيما بينها وإنجاب أفراد نسل خصبة. المخلوقات التي تتبع لأنواع مختلفة لا يمكنها أن تتكاثر فيما بينها أو أفراد نسلها ليست خصبة. على سبيل المثال، **قطّ المستنقعات وقطّ الرمال** لا يمكنهما التكاثر فيما بينهما لأنّهما نوعان مختلفان (مع أنّهما يتبعان لنوع القطط)؛ صحيح أنّ الفرس والحمار يمكنهما التكاثر فيما بينهما، لكن بسبب أنّهما نوعان مختلفان، أفراد نسلهما– البغال– ليست خصبة.

الصفات الوراثية والصفات المكتسبة

توجد لكلّ **مخلوق** صفات تميّزه. يمكن من بين الصفات ملاحظة صفات تنعكس في المظهر الخارجي أو في مبنى الجسم، وصفات تتعلّق بعمليات تحدث في الجسم، وصفات تتعلّق بالسلوك. يمكن ملاحظة بعض الصفات عن طريق الحواسّ (لون العينين على سبيل المثال)، ويمكن ملاحظة صفات أخرى فقط عن طريق فحوص مختلفة (نوع الدم على سبيل المثال). توجد صفات تميّز جميع الأفراد في

مجموعة معيّنة (على سبيل المثال، وجود الريش في مجموعة الطيور)، وهناك صفات تميّز بعض الأفراد فقط (على سبيل المثال، لون العينين الأزرق).

بعض صفات المخلوق هي وراثية وبعضها الآخر صفات مكتسبة.

تتحدّد **الصفات الوراثية** بواسطة معلومات معيّنة في DNA الفرد (انظروا لاحقًا: المادّة الوراثية). أمثلة لصفات وراثية: شكل الأذنين، حجم الأنف، لون العينين، الحساسية للجلوتين.

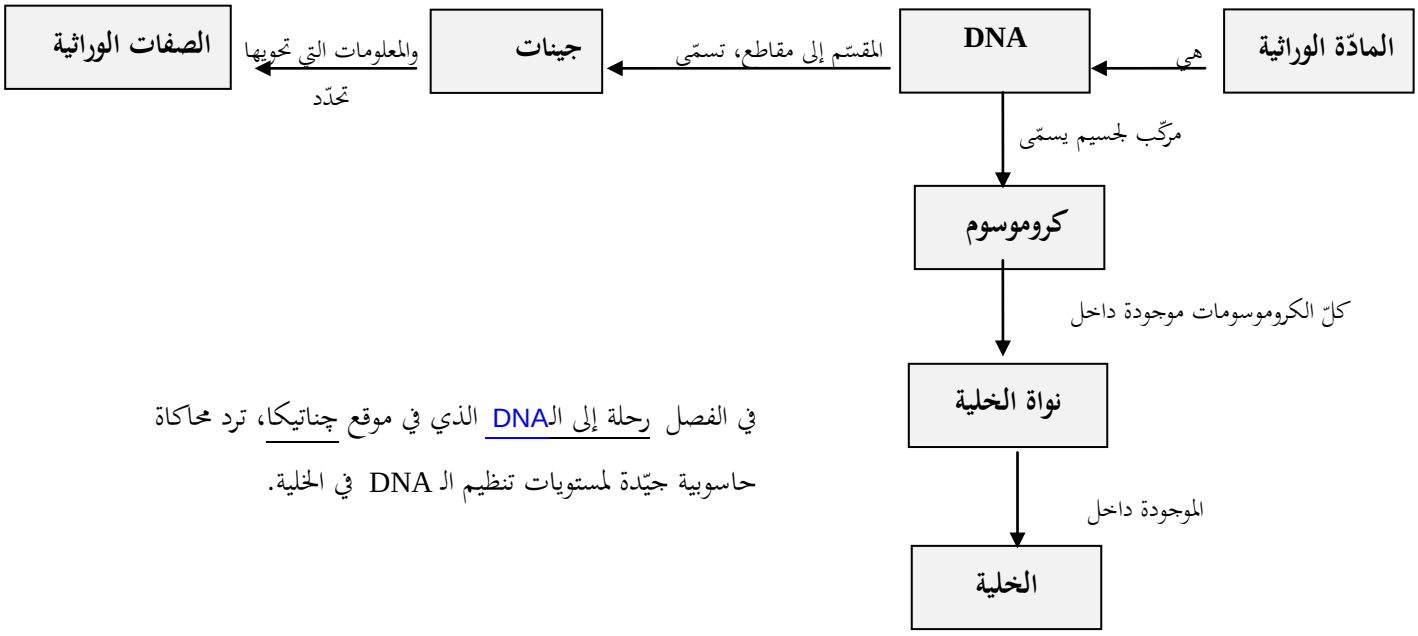
الصفات المكتسبة لا تتحدّد بواسطة الـ DNA، وتُكسَب للفرد أو يكتسبها الفرد خلال الحياة، بتأثير شروط بيئية معيّنة (مثل الأدوية والغذاء والتربية والعادات). هناك صفات تُكتسَب على أثر تعرّض غير فعّال لشروط معيّنة مثل لون الجلد الغامق في أعقاب التعرّض للشمس، وهناك صفات مكتسبة، على الفرد أن يعمل ليؤدّي إلى ظهورها، مثل تطوير العضلات واكتساب التعليم أو ترويض الحيوانات.

يولد بنو البشر مع قدرة كامنة على الكلام والفهم والقراءة والكتابة– هذه صفات وراثية. لكنّ الكلام والقراءة والكتابة بلغة خاصّة– هي صفات مكتسبة. على سبيل المثال، إجادة اللغة العربية منوطة بتعلّمها من أسرته أو في مدرسة تعليم اللغة العربية. فهي لا تميّز بالضرورة أبوَي الفرد، ومن المفهوم ضمنًا أنّها لا تنتقل بالوراثة إلى أفراد نسله. تعلّم اللغة العربية ليس منوطًا بأيّ تغيّر في الـ DNA.

الصفات الوراثية فقط (وليس المكتسبة) تنتقل بالوراثة من الأبوين إلى أفراد نسلهم.

ما هي العلاقة بين الصفات والكروموسومات والمادّة الوراثية؟

تتحدّد الصفات الوراثية لكلّ مخلوق حسب المعلومات الموجودة في مادّته الوراثية. المادّة الوراثية لجميع المخلوقات الحيّة تسمّى: **DNA**. هذه المادّة موزّعة في البكتيريا في كلّ الخلية، بينما في الحيوانات وفي النباتات تكون مركّزة في نواة الخلية ومغلّفة في جسيمات ضيّقة وطويلة تسمّى **الكروموسومات**. تظهر الكروموسومات بأزواج (كروموسومات متماثلة). كلّ زوج كروموسومات متماثلة متشابه في تركيبته وفي حجمه، ويختلف عن الأزواج الأخرى. يحوي كلّ كروموسوم جزيئًا واحدًا طويلاً من الـ DNA. يمكن أن نلاحظ في الجزيء الطويل مقاطع توجد في كلّ واحد منها معلومات عن صفة معيّنة (أو عن قسم من الصفة). مقاطع الـ DNA هذه تسمّى **جينات**. بكلمات أخرى، تتحدّد كلّ صفة بواسطة المعلومات الموجودة في الجين الموجود في الـ DNA الذي في الكروموسوم.



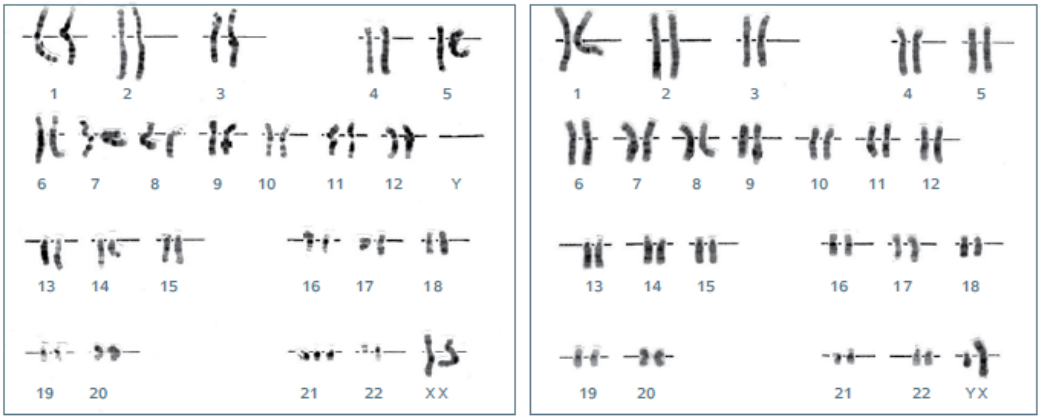
في الفصل رحلة إلى الDNA الذي في موقع چناتيكا، ترد محاكاة حاسوبية جيّدة لمستويات تنظيم الـ DNA في الخلية.

عادةً ينتقل الـ DNA (المعلومات الوراثية) من جيل إلى آخر بدون تغيير، لكن يطرأ أحيانًا تغيّر على الـ DNA (تغيّر في الجين). يسمّى هذا التغيّر **طفرة**. في أعقاب الطفرة يمكن أن يطرأ تغيّر على الصفات الوراثية التي تتحدّد بواسطة مقطع الـ DNA (الجين) الذي تغيّر. يمكن أن تتسبّب الطفرات بتأثير أشعّة الشمس ودخان السجائر وغير ذلك.

توجد للأنواع المختلفة من المخلوقات الحيّة عدد مختلف من الكروموسومات.

النوع	عدد الكروموسومات في كلّ خلية الجسم
ذبابة الفاكهة	8
القمح	42
الإنسان	**46**
الحصان	64
سمك الشبّوط	104

يؤدّي تغيّر عدد الكروموسومات في خلايا الجسم إلى أعراض مختلفة مثل **عَرَض داون**. لدى الذين يعانون من عرض داون، بدلاً من أن يكون في الخلايا زوج كروموسومات رقمها 21 (من بين 23 الأزواج)، يوجد فيها ثلاثة أزواج كهذه، ويمكن أن يرافق هذا العَرَض تخلّف عقلي. في جدول التدريس– التعلّم– التقييم، هناك توجيه لمهمّة في موضوع **عَرَض داون**.



كروموسومات من خلايا جسم الإنسان (الذكر في الجهة اليمنى والأنثى في الجهة اليسرى)، تمّ تصويرها بمجهر إلكتروني. لاحظوا أنّ الأنثى تعاني من عَرَض داون، لأنّ في خلاياها ثلاث نسخ من الكروموسوم رقم 21.

من الكتاب "لغز الوراثة" (طبعة موسّعة)، ص 25، 27.

كما أسلفنا، تظهر الكروموسومات في **خلايا الجسم** بأزواج (كروموسومات متماثلة). في مرحلة لاحقة من التعلّم سنرى أنّ **الخلايا التكاثرية** (الخلايا المنوية وخلايا البويضة) تحوي كروموسومًا واحدًا من كلّ زوج. من هنا نلاحظ أنّ عدد الكروموسومات في الخلايا التكاثرية هو نصف عدده في سائر خلايا جسم كلّ مخلوق حيّ. على سبيل المثال، في الخلايا التكاثرية في ذبابة الفاكهة يوجد أربعة كروموسومات (مقابل ثمانية في سائر خلايا جسمها)، وفي الخلايا التكاثرية عند الإنسان– 23 فقط (مقابل 46 في سائر خلايا جسمه).

أحد أزواج الكروموسومات الموجودة في الخلية هو زوج خاصّ ومميّز: وهو زوج **الكروموسومات التزاوجية**، الذي يحدّد جنس الفرد (ذكرًا أم أنثى). عند الإنسان، الكروموسومان التزاوجيان يختلفان عن بعضهما البعض في شكلهما وفي حجمهما: أحدهما كبير ويسمّى **الكروموسوم X**، والآخر صغير ويسمّى **الكروموسوم Y**. الخلايا الذكرية تحوي الكروموسوم X والكروموسوم Y. أي أنّ تركيبة الكروموسومات التزاوجية في الخلية الذكرية هو: XY. تركيبة الكروموسومات التزاوجية في الخلية الأنثوية هو: XX.

نقل المعلومات الوراثية من جيل إلى جيل في عملية التكاثر

في عملية التكاثر، تنقل المخلوقات الحيّة إلى أفراد نسلها مادّتها الوراثية– الـ DNA – وبذلك تنقل إليها الجينات، أي صفاتها الوراثية.
هناك طريقتان للتكاثر: التكاثر اللاتزاوجي والتكاثر التزاوجي.

في **التكاثر اللاتزاوجي** يوجد لكلّ فرد نسل أب واحد، وجميع أفراد النسل متشابهة فيما بينها وكذلك تشبه أباها. بالطريقة البسيطة للتكاثر اللاتزاوجي، ينقسم المخلوق وحيد الخلية إلى اثنين. الخليتان الابنتان– فردا النسل– متشابهان في المعلومات الوراثية وفي الصفات الوراثية، وهما يشبهان الأب أيضًا (الخلية الأصلية التي انقسمت إلى اثنتين). هذه هي طريقة تكاثر البكتيريا والخميرة والمخلوقات وحيدة الخلية الأخرى. طريقة التكاثر اللاتزاوجي الأكثر تعقيدًا تحدث في الأساس في النباتات وتسمّى **التكاثر الخضري**. قسم من جسم الأب (خلية واحدة أو مجموعة خلايا) ينفصل عنه ويتطوّر إلى أن يصبح مخلوقًا مستقلاً. في هذه الحالة أيضًا فرد النسل يشبه الأب في صفاته الوراثية. أمثلة لتكاثر لاتزاوجي في النباتات (تكاثر خضري): **المدّادات** (النجيل، التوت)، **الدرنات** (البطاطا)، **الأبصال** (البصل الأخضر وبصل الفأر والثوم)، **التبرعم** (البرعم، الصبّار الأمريكي)، **الفسائل** (الموز والتمر).

اعتاد المزارعون والبستانيون على استغلال التكاثر اللاتزاوجي في النباتات ليحصلوا بسرعة على عدد كبير من النباتات المتشابهة. تكمن في هذا الأمر أفضلية اقتصادية كبيرة. يستعمل المزارعون **المدّادات** (على سبيل المثال، يقطعون نبتة النجيل إلى أجزاء ويشتلونها. كلّ جزء يُنبِت فروعًا، وبذلك يتكاثر النجيل بسرعة). في **الفسائل** (على سبيل المثال، المزارعون الذين يزرعون التمر يربطون كيسًا حول فسيلة [غصن ينبت بالقرب من الجذر] الشجرة. عندما تُنبِت الفسيلة جذورًا، يفصلونها عن النبتة الأمّ ويشتلونها في التربة)، في **العُقَل** (على سبيل المثال، يقطعون قطعة من غصن النبتة ويضعون قسمها السفلي في مرطبان ماء. بعد فترة معيّنة يُنبِت الغصن جذورًا، وعندها يشتلون العقلة في الحديقة أو في الأصيص، فتنمو وتتطوّر حتّى تصبح نبتة جديدة).

هناك طريقة أخرى لاستغلال التكاثر اللاتزاوجي في النباتات، وهي استعمال **المستنبت النسيجي**. في هذه الطريقة يُخرِجون خلايا من نبتة بالغة وينمّونها في المختبر في أوعية تحوي موادّ غذائية، في شروط ملائمة: درجة حرارة ورطوبة وتهوية وإضاءة وما شابه. في مثل هذه الشروط تتكاثر الخلايا بسرعة، وبعد عدّة أسابيع تتطوّر نباتات كثيرة صغيرة تشبه النبتة التي أُخذت منه. على سبيل المثال، يُكاثرون نباتات الموز بهذه الطريقة.

هناك أيضًا بعض الحيوانات التي تتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي، الذي يسمّى **التبرعم**. أحد هذه الحيوانات هو الهيدرا، وهي حيوان بحري يشبه قنديل البحر وزنبقة البحر. يبدو جسم الهيدرا كأسطوانة ضيّقة طولها سنتمتران، وتوجد في طرفه العلوي فتحة محاطة بأذرع للصيد. تتكاثر الهيدرا بواسطة **البرعم** الذي يبرز من جسمها ويتطوّر حتّى يصبح هيدرا صغيرة، ثمّ ينفصل عن جسم الهيدرا ويواصل العيش كفرد نسل مستقلّ. هناك حيوان آخر يتطوّر بالتبرعم، وهو الشعاب المرجانية. من الجدير ذكره أنّ هذين الحيوانين يمكنهما التكاثر بالتكاثر التزاوجي أيضًا.

هناك طريقة أخرى للتكاثر اللاتزاوجي، وهي **الاستنساخ**. في هذه الطريقة، التي اشتهرت بفضل النعجة دولي، يمكن الحصول على نسخ متطابقة من المخلوق الحيّ بواسطة خلايا الجسم. هناك عدّة طرق للاستنساخ. يستعملون في إحدى هذه الطرق الجنين في بداية تطوّره، عندما يكون من عدّة خلايا فقط. كلّ واحدة من هذه الخلايا يمكنها أن تتطوّر وتصبح جنينًا كاملاً. إذا فصلوا هذه الخلايا عن بعضها البعض وأتاحوا لها الانقسام والتكاثر، يمكن الحصول على مجموعات كاملة من الخلايا، التي يمكنها أن تتطوّر إلى أنسجة وحتّى إلى مخلوقات كاملة، جميعها متطابقة من الناحية الوراثية.

في **التكاثر التزاوجي** لكلّ فرد نسل أبوان– ذكر وأنثى، وأفراد نسل كلّ زوج أبوين تختلف فيما بينها. في طريقة التكاثر هذه، يعطي كلّ واحد من الأبوين خلية خاصّة من جسمه لفرد النسل– خلية تكاثرية: يعطي الذكر **خلية منوية**، وتعطي الأنثى **خلية بويضة**. الخلايا التكاثرية هي جسر بين الأجيال: كلّ خلية تكاثرية تحوي المعلومات الوراثية الخاصّة بأحد الأبوين، واتّحاد الخلايا التكاثرية (الإخصاب) يكوّن خلية جديدة– **لاقحة (بويضة مخصَبة)**، تحوي المعلومات الوراثية من الأبوين، وفرد النسل يتطوّر منها. لذلك المعلومات الوراثية (الصفات الوراثية) لدى فرد النسل تتحدّد بواسطة الأب وكذلك بواسطة الأمّ.

تتكاثر معظم المخلوقات متعدّدة الخلايا بالتكاثر التزاوجي. تتكاثر نباتات كثيرة بالتكاثر اللاتزاوجي وكذلك بالتكاثر التزاوجي.

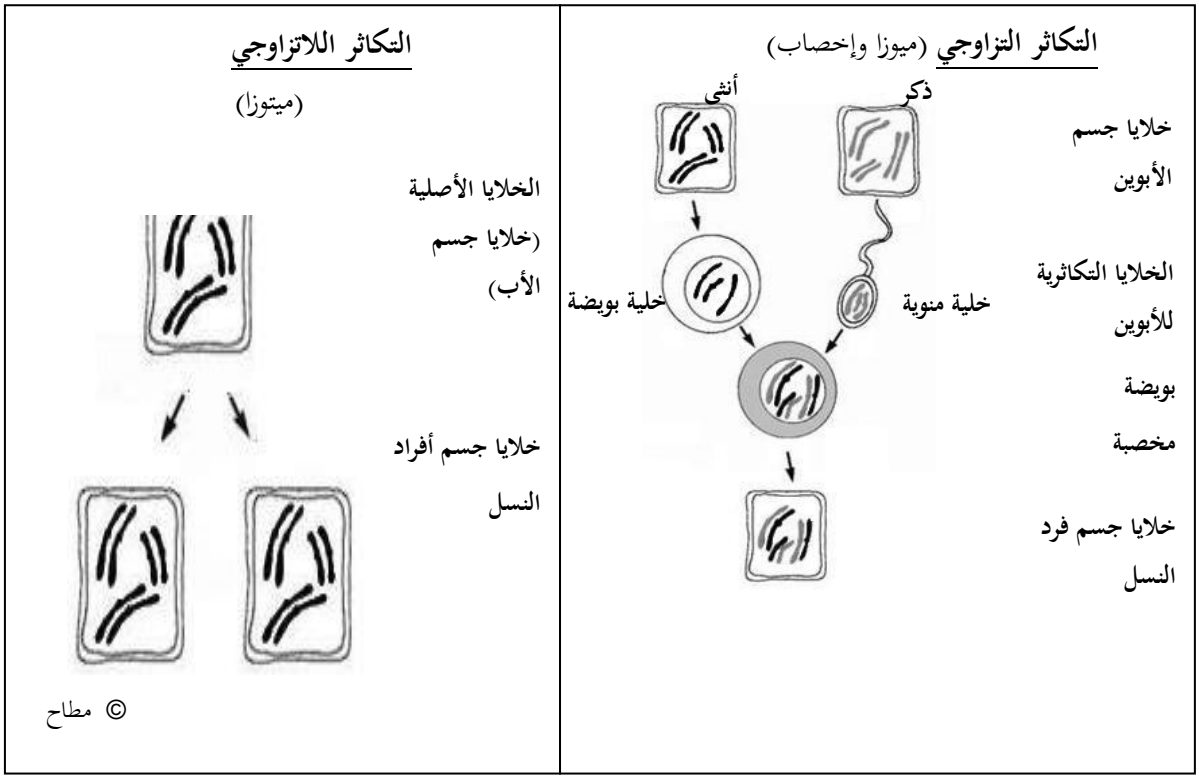
كيف تنتقل المادّة الوراثية (الكروموسومات) من الأبوين إلى أفراد النسل؟

لفهم ذلك، من المهمّ التذكّر أنّ الكروموسومات في كلّ خلية تظهر بأزواج.

في **التكاثر اللاتزاوجي**، يورث الأب أزواج كروموسوماته إلى الخلايا الابنة. على سبيل المثال، إذا كانت في خلية الأب ثلاثة أزواج كروموسومات (6 كروموسومات)، تكون أيضًا في الخلية الابنة ثلاثة أزواج كروموسومات (6 كروموسومات). تحدث العملية على النحو التالي: في البداية، تضاعف خلية الأب عدد الكروموسومات التي فيها (6 الكروموسومات تتضاعف وتصبح 12 كروموسومًا)، وعندئذ، عندما تنقسم الخلية إلى اثنتين، تحصل كلّ خلية على عدد الكروموسومات الأصلي (6 كروموسومات). انقسام خلية الأب إلى خلايا الابنة يسمّى: **ميتوزا**.

كما أسلفنا، في التكاثر التزاوجي يوجد أبوان , ويعطي كل اب للنسل نصف عدد كروموزوماته , واحد من كل زوج . مثال إذا كانت في خلية الأب ثلاثة أزواج كروموسومات (6 كروموسومات)، يعطي الأب لفرد النسل ثلاثة كروموسومات (واحدًا من كلّ زوج)، لأنّ الخلايا التكاثرية (الخلية المنوية عند الذكر وخلية البويضة عند الأنثى) تحوي فقط كروموسومًا واحدًا من كلّ زوج (ولذلك، نصف عدد الكروموسومات). اللاقحة التي تتكوّن في أعقاب الإخصاب، تحوي عدد الكروموسومات الأصلي الذي كان في خلايا جسم الأب (في المثال أعلاه: ثلاثة أزواج، التي هي 6 كروموسومات). كلّ زوج كروموسومات في اللاقحة مركّب من كروموسوم واحد أصله من الخلية المنوية، ومن كروموسوم واحد أصله من خلية البويضة. بهذه الطريقة يبقى عدد الكروموسومات ثابتًا من جيل إلى جيل. انقسام خلية الأب إلى خلايا تكاثرية يسمّى: **الميوزا** أو **الانقسام الاختزالي** (بسبب اختزال كمّية الكروموسومات. في المثال أعلاه، 6 كروموسومات في خلايا جسم الأب اختُزلت إلى 3 في خلاياه التكاثرية).

مخطّط التكاثر التزاوجي والتكاثر اللاتزاوجي (في المستوى الخلوي):



يمكن أيضًا عرض الموضوع عن طريق التشديد على الصفات: تحوي خلية جسم الأب أزواج كروموسومات (متماثلة). في كلّ واحد من الكروموسومات توجد المعلومات الوراثية (الجين) التي تحدّد صفة خاصّة. المعلومات الوراثية لكلّ صفة تظهر على كلّ واحد من

أزواج كروموسومات الأب، أي مرّتين. في أعقاب الانقسام الاختزالي، تحوي الخلايا التكاثرية فقط كروموسومًا واحدًا من زوج الكروموسومات، أي مرّة واحدة من المعلومات الوراثية لكلّ صفة. عندما تتّحد الخليتان التكاثريتان – الخلية المنوية وخلية البويضة– تتكوّن لاقحة تحوي أزواج كروموسومات. المعلومات الوراثية لكلّ صفة تظهر ثانيةً مرّتين: مرّة بواسطة الأب والأخرى بواسطة الأمّ.

جميع خلايا جسم الحيوان أو النبتة تحوي أزواج كروموسومات، والخلايا التكاثرية فقط تحوي كروموسومًا واحدًا فقط من كلّ زوج.

أفضليات وسلبيات طرق التكاثر، البقاء والانتخاب الطبيعي

في **التكاثر اللاتزاوجي**، تتشابه أفراد النسل فيما بينها وتشبه الأبوين. لذلك توجد لطريقة التكاثر هذه أفضلية في بيئات حياتية شروطها ثابتة ولا تتغيّر (في البحر مثلاً). إذا نجح الأب في العيش في البيئة، وأنجب أفراد نسل أيضًا، فهذه دلالة على أنّ صفاته ملاءمة جيّدًا للشروط الحياتية في هذه البيئة. لذلك من المرجّح أن تنجح أفراد نسله أيضًا، التي تشبهه، في العيش في نفس البيئة الحياتية وفي إنجاب أفراد نسل.

في التكاثر التزاوجي، تختلف أفراد النسل فيما بينها وعن الأبوين. لذلك توجد لطريقة التكاثر هذه أفضلية عندما تتغيّر الشروط البيئية. إذا تغيّرت الشروط البيئية، هناك احتمال بأن تكون لبعض أفراد النسل على الأقلّ صفات تلائمها للعيش في الشروط الجديدة، ولذلك تبقى وتعيش في البيئة وتضمن وجود النوع. لذلك، عندما يعنى المزارعون في تحسين الأنواع– الحصول على مخلوقات "محسَّنة" بمدى أكبر (تتحلّى بصفات مرغوب فيها من ناحية المزارع)– يستعملون عشائر تتكاثر بالتكاثر التزاوجي، لأنّها تحوي تفاوتًا كبيرًا بين أفراد النسل. بهذه الطريقة يستطيع المزارعون اختيار أفراد النسل ذات الصفات المرغوب فيها، من بين جميع أفراد النسل، ومن ثمّ مكاثرة الأفراد المختارة فقط.

مع مرور الزمن تغيّرت الظروف على سطح الكرة الأرضية. فترات الجليد تبدّلت وجاءت مكانها فترات ذوبان للجليد، الفترات الحارّة والجافّة تبدّلت وجاءت مكانها فترات باردة وماطرة، مناطق الغابات تحوّلت إلى صحارٍ وما شابه. هذه التغيّرات حدثت ببطء خلال مئات آلاف السنين، وفي نفس الوقت طرأت تغيّرات على صفات المخلوقات الحيّة. لكنّ المخلوقات الحيّة لا تستطيع تغيير صفاتها الوراثية بمبادرتها، كإنبات فروة سميكة أو تغيير مبنى الأوراق. إذًا، كيف تغيّرت؟

في كلّ عشيرة من المخلوقات الحيّة التي **تتكاثر بالتكاثر التزاوجي**، هناك تفاوت بين الأفراد: رغم أنّ جميع الأفراد في العشيرة متشابهة، إلاّ أنّ هناك فروقًا بينها. هذه الفروق هي المسؤولة عن التغيّرات التي تحدث في الأنواع خلال الأجيال: عندما تتغيّر الشروط البيئية، يموت معظم الأفراد في العشيرة، لأنّها لم تعد ملاءمة للبيئة الجديدة. لكن في حالات كثيرة تنجح بعض الأفراد في البقاء والعيش في البيئة الجديدة أيضًا، بفضل صفات خاصّة تنفرد بها. صحيح أنّ هذه الأفراد هي أقلّية ضئيلة، لكنّها تنجح في **البقاء والتكاثر وأن تنقل إلى أفراد نسلها** صفاتها الخاصّة، التي تمكّنها من البقاء. الفرد الذي لا تلائم صفاته الشروط الجديدة، ينقرض ولا يُنجب أفراد نسل. وبهذه الطريقة تتغيّر العشيرة، وصفات الأفراد الباقية، التي كانت أقلّية في العشيرة، تتحوّل إلى أغلبية ويزداد عددها في العشيرة. هذه هي عملية **الانتخاب الطبيعي**: "انتقاء" الصفات الخاصّة الملاءمة للبيئة وتحوّلها إلى أكثر انتشارًا، مكان الصفات الأخرى التي لم تعد ملاءمة للبيئة.

إذًا، تتغيّر العشائر خلال الزمن، ويمكن خلال آلاف الأجيال أيضًا أن تنتج أنواع جديدة. هذه العملية التي تتغيّر فيها العشائر والتي تتطوّر فيها أنواع جديدة، تسمّى **التطوّر (النشوء والارتقاء)**.

على سبيل المثال، انتشرت في إنجلترا في الماضي فراشات عثّ ذات أجنحة فاتحة اللون. عندما بدأت الثورة الصناعية وازداد استعمال أفران الفحم كمصدر للطاقة وللحرارة، تفاقم تلوّث الهواء. كمّيات كبيرة من السناج غطّت الأجواء وأدّت إلى تحوّل حيطان البيوت إلى

غامقة اللون. على أثر ذلك، صارت فراشات العثّ الفاتحة اللون بادية للعين على خلفية الحيطان الغامقة اللون، ممّا أدّى إلى اكتشافها من قِبل العصافير بسهولة ومن ثمّ إلى افتراسها. فراشات العثّ الغامقة اللون لم تُفترَس بسهولة، وعدد كبير منها نجح في البقاء وأنجب أفراد نسل أيضًا. النتيجة: بعد زمن معيّن، تغيّرت عشيرة فراشات العثّ وتحوّل لونها إلى غامق.

أ. وصف عملية التدريس

اعتبارات بناء تسلسل التدريس: الموضوع "طرق التكاثر وتوريث الصفات" جاء لإكساب الطالب فهمًا لمبادئ طرق التكاثر وعلاقتها بصفات أفراد النسل.

عملية التكاثر هي دائرية– لولبية، ويمكن مبدئيًا في تدريس الموضوع البدء بأيّ واحد من المواضيع الفرعية. نقترح في هذه الوحدة تدريس فصل العثور على قرين كجزء من عملية البلوغ (وليس كمقدّمة للموضوع).

تسلسل التدريس

لغرض التعلّم المتعمّق وإثارة اهتمام الطلاّب بالموضوع، من الجدير تشجيعهم على القيام بفعالية بناء مجمّع– جمع معلومات وتحضير بروفيل مخلوق، يستمرّان على طول فصول التدريس. يختار كلّ طالب حيوانًا **يتكاثر بالتكاثر التزاوجي**، حسب اختياره الشخصي من بيئته القريبة أو حسب تقسيم موجّه من المعلّم. نوصي بالتوجيه إلى اختيار مخلوقات تمثّل الفئات المختلفة: اللافقاريات (الحشرات) والفقاريات (الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات).

أمثلة لمخلوقات يمكن اختيارها: الإنسان، سمكة مشط الجليل، البطّة، اللقلق، التونا زرقاء الزعانف، الحمامة، النسر، الزقزاق، الفيل، الفأر، سلحفاة البحر الخضراء، الأفعى، ضفدع الجبل (العلجوم)، سمكة الشبّوط وغيرها.

يجمع الطالب في كلّ فصل معلومات عن المخلوق ويبحثه: ما هي طريقة إخصابه؟ كيف تتطوّر أجنّته وأفراد نسله حتّى البلوغ؟ كيف تعثر المخلوقات البالغة على قرين؟

في بداية كلّ موضوع فرعي جديد، يتقدّم الطلاّب حتّى مرحلة جمع المعلومات. في نهاية العملية يمكن تحضير معرض نواتج وعرض جميع المعلومات التي تمّ جمعها.

يمكن استعمال النموذج التدريسي: **تقييم المعلومات المحوسبة**، الذي يتطرّق إلى طريقة تناول الطلاّب للمعلومات التي تمّ جمعها من المواقع المختلفة.

أمامكم مثال لتفاصيل معلومات يمكن تحضيرها في مجمّع المخلوق (في الصفحة التالية):

اسم المخلوق:

يتبع لفئة:

البيئة الحياتية للبالغ: ماء/ يابسة

الإخصاب:

بيئة الإخصاب: ماء/ يابسة

عدد الخلايا التكاثرية: عشرات/ مئات/ آلاف

مكان الإخصاب: داخلي (داخل جسم الأنثى)/ خارجي (خارج جسم الأنثى)

تطوّر الجنين:

مكان تطوّر الجنين: الرحم/ البيضة

مدّة الحمل: (إذا وُجد)

إنتاج أفراد النسل:

طريقة خروج أفراد النسل إلى العالم:

عدد أفراد النسل:

مميّزات أفراد النسل:

الأخطار التي تهدّد أفراد النسل:

العناية الأبوية:

البلوغ والعثور على قرين:

موسم التكاثر:

طريقة المغازلة:

الدرسان الأوّل والثاني: أهمّية التكاثر في عالم الأحياء، الحيّ أصله من الحيّ (مع التشديد على البحث)

نوصي بالبدء بتدريس الموضوع بعصف ذهني(توارد أفكار) في موضوع **أهمّية التكاثر في وجود النوع واستمراريته**. أثناء الحديث نوصي بالتشديد على أنّ التكاثر هو مميّز حياتي يختلف عن سائر المميّزات، لأنّه ليس ضروريًا لوجود الفرد الأوحد، وإنّما لوجود النوع، كما ونوصي بالإشارة إلى أنّ التكاثر يحدث فقط بين أفراد تتبع لنفس النوع. يمكن أن تكون نقطة الانطلاق في الحديث عن الموضوع هي وصف حالة متطرّفة لا تتكاثر فيها المخلوقات الحيّة.

بعد ذلك، نوصي بتناول مبدأ **الحيّ أصله من الحيّ**، عن طريق تحليل تجربة ريدي (مرطبان اللحم والذباب)، والإشارة إلى أنّ هذا المبدأ لم يكن مفهومًا ضمنًا في الماضي. يجدّر استغلال تحليل التجربة من أجل تعزيز مهارة البحث (التطرّق إلى مراحل البحث، والفرضية، والمجموعة الضابطة، والحاجة للإعادات، ووصف النتائج، وصياغة الاستنتاج).

الدرسان الثالث والرابع: كيف تنتقل المادّة الوراثية من جيل إلى آخر

من المهمّ في هذه المرحلة كشف الطلاّب على عالم الميكرو (الـ DNA، الكروموسومات، الجينات) وربطه بظاهرة معروفة في مستوى الماكرو (نقل الصفات الوراثية). يجدّر البدء بظاهرة الماكرو المعروفة للطلاّب– الصفات الوراثية مقابل الصفات المكتسبة. يمكن التعرّف على أمثلة عن طريق تنافس بين مجموعات الطلاّب في الصفّ، بحيث يصف المعلّمون صفات، والطلاّب يحدّدون إذا كانت وراثية أم مكتسبة، ويعلّلون تحديدهم. بعد ذلك على الطلاّب أن يقترحوا أمثلة بأنفسهم، ومن الجدير في النهاية بناء جدول مقارنة مع أمثلة.

بعد التعرّف على المصطلح "صفات وراثية"، من الجدير ربطه بمصطلحات الميكرو: الخلية، النواة، الكروموسومات، الـ DNA. نوصي باظهار العلاقة بواسطة مخطّط تدريج أو فعالية zoom in، كمثال الفعالية التي في موقع چناتيكا. من الجدير التحدّث مع الطلاّب عن الفرق بين عدد الكروموسومات في الخلايا التكاثرية وفي خلايا الجسم، وممّ ينبع (انقسام الميوزا/ الميتوزا). موضوع انقسامات الخلية

المختلفة– الميوزا والميتوزا– من الجدير تجسيدها بواسطة المحاكاة الحاسوبية التي في موقع JohN Kyrk. موضوع انقسام الخلية لا يفترَض أن يتمّ تعلّمه بتفاصيله، وإنّما في المستوى المبدئي فقط: ما هي الخلية الأصلية والخلايا النهائية في كلّ انقسام، ما هو الفرق المبدئي بين الانقسامين وما هو عدد الكروموسومات الابتدائي والنهائي في كلّ حالة.

نوصي بالقيام بعصف ذهني حول السؤال: لماذا هناك حاجة للانقسام الاختزالي بالذات في الخلايا التكاثرية؟ هذا السؤال هو أساس الموضوع الفرعي التالي.

الدروس الخامس حتّى السابع: التكاثر التزاوجي والتكاثر اللاتزاوجي

في بداية تعلّم موضوع التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي، يجدّد إحضار نباتات من أنواع مختلفة إلى الصفّ (فرع نجيل، بطاطا، زهرة)، التي تعرض طرق التكاثر في النباتات. يمكن الاستعانة بصور ومواقع إنترنت، التي تبيّن تكاثر المخلوقات وحيدة الخلية (البكتيريا والخميرة). يجب التشديد على موضوع التشابه أو الاختلاف بين أفراد النسل فيما بينها وبين الأبوين، في كلّ حالة. تناول التكاثر التزاوجي في النباتات يتمّ بالتفصيل في الموضوع الفرعي التالي (الإخصاب)، لذلك في هذه المرحلة يجب **التمحور حول الفروق بين التكاثر التزاوجي والتكاثر اللاتزاوجي** من ناحية التشابه للأبوين. من الجدير أن يتمرّس الطلاّب بتحضير العُقَل، وأن يأخذوها إلى البيت أو يتركوها في المختبر، ويتابعوا تطوّرها. يمكن ربط ظاهرة تحضير العقل بتطبيقات زراعية أخرى، بواسطة بطاقات معلومات أو تحليل مقالات علمية في الموضوع. نوصي بالتحدّث عن أفضليات وسلبيات التكاثر التزاوجي والتكاثر اللاتزاوجي، وتحضير جدول مقارنة.

كما يمكن التحدّث عن النعجة دولي، التي هي عبارة عن ناتج للتكاثر اللاتزاوجي (الاستنساخ). موضوع الاستنساخ هو موضوع مثير للاهتمام، ويفتح جدلاً في مسائل بيولوجية أخلاقية. يمكن توجيه الطلاّب إلى مسألة **استنساخ البشر** التي في موقع چناتيكا.

الدرس الثامن: بناء خارطة مصطلحات وتحليلها

لإجمال الموضوع، من الجدير إتاحة الفرصة للطلاّب لبناء خارطة مصطلحات في موضوع طرق التكاثر (كخارطة المصطلحات الواردة في هذه الوحدة، في بداية الخلفية العلمية في هذا الموضوع الفرعي). يمكن تقسيم قائمة المصطلحات والطلب من الطلاّب بناء الخارطة وإضافة كلمات رابطة بين "المستطيلات" في الخارطة. يمكن طباعة المصطلحات مسبقًا على ورق ملصقات، الأمر الذي يمكّن لصقها على الورقة بعد تحديد موقعها الصحيح. كما يمكن إحضار ملصقات فارغة، بحيث يضيف الطلاّب عليها الأسهم والكلمات الرابطة التي بجانب الأسهم، ويكملون الخارطة الكاملة بواسطتها.

ب. الصعوبات المميّزة

1. يجد الطلاّب صعوبة في الربط بين صفات أفراد النسل (الاختلاف بين أفراد النسل في التكاثر التزاوجي والتجانس في التكاثر اللاتزاوجي) وبين ما يحدث في مستوى الخلية.
2. يجد الطلاّب صعوبة في إدراك التدريج البيولوجي للمصطلحات: الخلية، النواة، الكروموسومات، الـ DNA، الجينات، الصفة.
3. يجد الطلاّب صعوبة في فهم الانقسام الاختزالي، الذي يتطلّب تفكيرًا مجرّدًا بمستوى عالٍ، لذلك يجدون صعوبة في فهم علاقته بالوراثة وبالتكاثر.
4. لا يفهم الطلاّب أنّ الأبوين يعطيان جينات لكلّ صفة. على سبيل المثال، يعتقد بعض الطلاّب أنّ الأب يعطي الجينات المسؤولة عن لون العينين، والأمّ تعطي الجين المسؤول عن لون الشعر.
5. يعتقد الطلاّب أنّ التكاثر اللاتزاوجي محدود لتكاثر البكتيريا فقط.
6. يعتقد الطلاّب أنّ النباتات لا يمكنها التكاثر بالتكاثر التزاوجي (الجنسي).
7. يعتقد الطلاّب أنّ الحيوانات تخطّط عن وعي طرق تكاثرها.

ج. اقتراحات لمواجهة الصعوبات

1. بما أنّنا لا ندخل في تفاصيل عملية الميوزا، يجب التركيز على العلاقة التالية: في التكاثر التزاوجي تشترك خليتان من الأبوين– خلية منوية وخلية بويضة. اللاقحة التي تتكوّن نتيجة اتّحاد الخليتين التكاثريتين تحوي خليطًا من المادّة الوراثية (التي تحدّد الصفات) من الأبوين. أفراد النسل تختلف فيما بينها، لأنّ كلّ واحدة من اللاقحات التي تتكوّن تحوي خليطًا مختلفًا من المادّة الوراثية من الأبوين. مقابل ذلك، في التكاثر اللاتزاوجي هناك أب واحد فقط، وعندما تنقسم خلية الأب، تنقل نفس المادّة الوراثية (الصفات) لجميع أفراد النسل، ولذلك تكون متشابهة.
2. يجبّذ التشديد على موضوع التدريج بموازاة تدريس المصطلحات الجديدة "وتحديد موقع" كلّ مصطلح في مكانه الصحيح في التدريج بواسطة خارطة المصطلحات والفعاليات zoom in/ zoom out، الموجودة في موقع چناتيكا. عندما نتمعّن في صور الخلايا والكروموسومات أو الـ DNA، يمكن أن نخطئ في تقدير حجمها. يجب التأكيد أمام الطلاّب بأيّ تكبير التُقطت الصورة، لمنع خلق إدراك خاطئ لدى الطلاّب عند تجسيد المصطلح بواسطة الصور.
3. في تدريس موضوع الانقسام الاختزالي، يجب التخلّي عن الخوض في التفاصيل والتشديد على المبادئ: إنتاج الخلايا التكاثرية التي فيها تمثيل لكروموسوم واحد فقط من كلّ زوج كروموسومات متماثلة، يمكّن المحافظة على عدد ثابت من الكروموسومات من جيل إلى آخر.
4. يجب التوضيح أنّ الأبوين يعطيان جينات لكلّ صفة. هذه هي أهمّية حقيقة أنّ أحد الأبوين يعطي كروموسومًا واحدًا من كلّ زوج كروموسومات: في كلّ واحد من الأبوين توجد جينات مسؤولة عن نفس الصفات.
5. يجب التوضيح أنّ التكاثر اللاتزاوجي موجود في نباتات كثيرة وكذلك في بعض الحيوانات.
6. ربّما بسبب حقيقة أنّ الكثير من الأشخاص يجدون صعوبة في تشخيص النبتة الذكر والنبتة الأنثى، يعتقد الطلاّب خطأً أنّ النباتات لا تتكاثر بالتكاثر التزاوجي. عمليًا معظم النباتات تتكاثر بالتكاثر التزاوجي وقليل منها يتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي.
7. خلال كلّ عملية التدريس، يجب التشديد على أنّ الحيوانات لا تخطّط طرق تكاثرها أو أنّها تختارها عن وعي. كذلك المخلوقات الحيّة التي تستطيع التكاثر بالطريقتين (التكاثر اللاتزاوجي والتكاثر التزاوجي) لا تختار إحداهما عن وعي. تستوعب هذه المخلوقات إشارات من البيئة وتستجيب لها. تطوّرت هذه القدرات خلال التطوّر (النشوء والارتقاء).

جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

مجال الساعات الموصى به: 8 ساعات

الموضوع	المصطلحات والأفكار	المهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	مهمّات التقييم
أهمّية التكاثر في عالم الأحياء الحيّ أصله من الحيّ	– استمرارية النوع	– حجاج – بحث علمي	– نقاش: أهمّية التكاثر لاستمرارية النوع – تحليل تجربة ريدي	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 6–12 - רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 13–15 - פעילות 1 : **חי מוצאו מחי** (בערכה זו)	
توريث الصفات ونقل المعلومات الوراثية من جيل إلى آخر	– المادّة الوراثية DNA – الكروموسومات – الجينات – الصفات الوراثية والمكتسبة – الخلايا التكاثرية وخلايا الجسم – الميوزا – الميتوزا	– مقارنة – تنظيم معلومات بطريقة بيانية (خارطة مصطلحات)	– التعرّف على أمثلة لصفات وراثية ومكتسبة – عرض العلاقة بين المصطلحات: خلية، نواة، كروموسوم، DNA، وبناء خارطة مصطلحات (في الوحدة) – التحدّث عن العلاقة بين الانقسام الاختزالي والمحافظة على عدد كروموسومات ثابت من جيل إلى آخر	- חידת התורשה, עמ' 12–54 - ערכת ה.ל.ה - "התא" - רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 25–29 - הפרק : **המסע אל הדנ"א**, באתר **גנאתיקה** - משימה : **תסמונת דאון** - חלוקת **מיטוזה ומיוזה**, באתר אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב	

الموضوع	المصطلحات والأفكار	المهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	مهمّات التقييم
طرق التكاثر	– التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي – الخلايا التكاثرية – الخلية المنوية – خلية البويضة – المدّادات – الأبصال – الدرنات – العُقَل – المستنبت النسيجي	– مشاهدة – تجربة – جمع معلومات – تحليل مقال علمي – مقارنة – استنتاجات – تنظيم معلومات بطريقة بيانية (خارطة مصطلحات)	– مشاهدة لنباتات تتكاثر بالتكاثر التزاوجي واللاتزاوجي، ولصور لمخلوقات وحيدة الخلية تتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي – تحضير عُقَل من نباتات (يمكن تحضير العقل مسبقًا) – تحضير أمثلة لتطبيقات زراعية للتكاثر اللاتزاوجي والتزاوجي – جمع معلومات عن مخلوقات تتكاثر بالطرق المختلفة – التحدّث عن الجوانب البيولوجية الأخلاقية لموضوع الاستنساخ – المقارنة بين التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي (يحدّد الطلاّب معايير المقارنة) – نقاش: أفضليات وسلبيات التكاثر اللاتزاوجي والتزاوجي – تحليل خارطة مصطلحات إجمالية لطرق التكاثر وتوريث الصفات (في الوحدة)	- רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 18–24, 27–29 - רבייה והתפתחות ביצורים חיים, עמ' 24–25, 27–29 - חידת התורשה, עמ' 228–232. - פעילות מתוקשבת בפרק **דרכי רבייה בצמחים**, באתר **מחזור הרבייה** (בשלב זה לעסוק ברבייה אל-זוויגית) - משימה: **שיבוט בבני אדם** - משימה: **תאים משובטים**	

فعاليات

الفعالية رقم 1: الحيّ أصله من الحيّ

إنّنا جميعًا ندرك اليوم مبدأ تتابع واستمرارية الحياة، لكن في الماضي لم يفهموا ذلك. ادّعوا في الماضي أنّ الحياة يمكنها أن تنتج كلّ مرّة من جديد من موادّ جامدة (ليست حيّة). اعتمد هذا الادّعاء على مشاهدات مختلفة.

القسم الأوّل:

اقرأوا أقوال ثلاثة باحثين من القرن السادس عشر (قبل حوالي أربعمئة سنة)، وأجيبوا عن الأسئلة.

أ. علجوم من الحجر

استنتج الطبيب أمبروآز پاريه أنّ الحيوانات تنتج من المادّة الرطبة الموجودة داخل الحجارة. استنتج الطبيب هذا الاستنتاج بعد أن حدّثه بعض العمّال أنّهم وجدوا عدّة مرّات علجومًا يعيش داخل الحجارة الكبيرة.

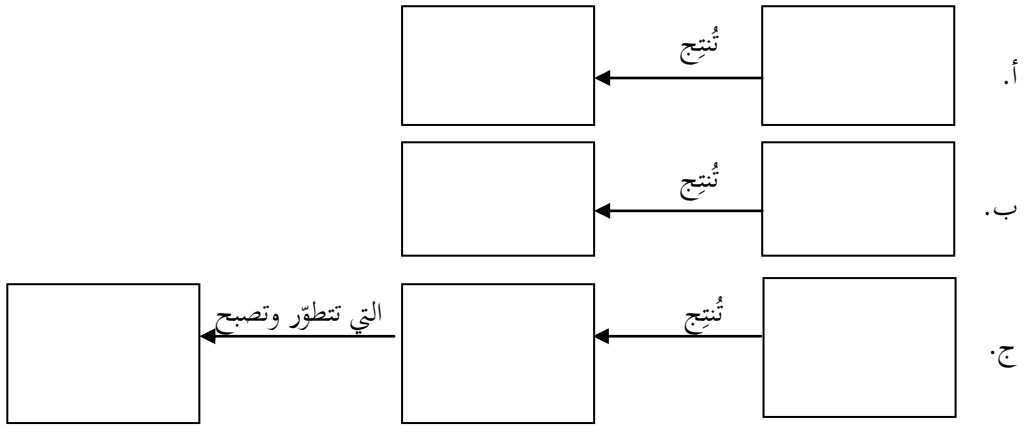
ب. وصفة لإنتاج الفئران

العالِم ڤان هيلمونت كتب وصفة لإنتاج الفئران: نأخذ وعاءً ونملؤه ببذور القمح. نسدّ فتحة الوعاء بقطعة من القطن المتّسخ، وبعد 21 يومًا تتطوّر فئران من البذور.

ج. من أين تظهر البطّات؟

كتب باحث يدعى بياتيوس: "إذا رمينا خشبة في البحر، بعد زمن معيّن تتطوّر فيها ديدان صغيرة. تُطوِّر الديدان تدريجيًا رأسًا وأرجلاً وريشًا وأجنحة. في النهاية تكبر وتصير كحجم البطّات، وتطير إلى الأعالي بواسطة أجنحتها التي تحملها في الهواء".

1. قارنوا بين القطع الثلاث التي قرأتموها: بماذا تتشابه أقوال الباحثين الثلاثة وبماذا تختلف؟
2. اعرضوا أقوال الباحثين بواسطة المخطّطات التالية:



3. هل توافقون مع أقوال الباحثين؟

اكتبوا ادّعاءً يتعلّق بآراء **الباحثين** من القرن السادس عشر، وعلّلوه.

4. كيف يمكن إثبات استنتاجات الباحثين أو دحضها؟

5. لماذا ما قام به ڤان هيلمونت لا يُعتبر تجربة علمية؟ فسّروا إجابتكم.

القسم الثاني:

اقرأوا تجربة فرانتشيسكو ريدي، من القرن السابع عشر (قبل حوالي ثلاثمئة سنة)، وأجيبوا عن الأسئلة.

د. تجربة ريدي التي احتوت على ضابط

وضع ريدي لحمًا في ثلاثة مرطبانات: أبقى أحد المرطبانات مفتوحًا، وغطّى آخر بقماش دقيق، وأغلق الثالث بسدادة من الفلّين. افترض ريدي أنّه إذا كان الخلق التلقائي* يحدث بالفعل، ويرقات الذباب تنتج بالفعل من اللحم، فإنّه بعد فترة معيّنة سيتواجد يرقات وذباب في المرطبانات الثلاثة.

بعد عدّة أيّام وجد ريدي في المرطبان المفتوح ذبابًا ويرقات على اللحم، وفي المرطبان المغطّى بالقماش تطوّر يرقات قليل على اللحم، وفي المرطبان المسدود بسدادة الفلّين– لم يكن ذباب ويرقات بتاتًا.

(*) الخلق التلقائي– تكوّن مخلوق حيّ من مادّة جامدة.

6. فسّروا النتائج التي حصل عليها ريدي في كلّ مرطبان، واكتبوا استنتاجًا من هذه النتائج.

7. لماذا لم يكتفِ ريدي بمرطبانات مسدودة، وفحص مرطبانًا مفتوحًا أيضًا؟

8. لو كانت في تجربة ريدي مرطبانات مسدودة فقط، لن يتطوّر فيها ذباب ويرقات.
   أ. هل كان سيستنتج ريدي من هذه النتيجة **بالضرورة** أنّ الذباب لا ينتج من اللحم؟ علّلوا.
   ب. أيّة استنتاجات أخرى يمكن استنتاجها من النتيجة؟

إجابات للفعالية رقم 1

1. الباحثون الثلاثة يتناولون السؤال: ممَّ تنتج المخلوقات الحيّة؟ توصّل الباحثون الثلاثة إلى الاستنتاج بأنّ الحيّ ينتج من الجماد. الاختلاف هو في المادّة الجامدة التي تنتج منها وفي المخلوقات الحيّة التي تحدّثوا عنها وفي عملية "إنتاجها".
2. أ. الحجارة تُنتِج العلجوم؛ ب. بذور القمح والقطن المتّسخ تنتِج الفئران؛ ج. الخشبة تنتِج الديدان التي تتطوّر وتصبح بطّات.
3. من المفهوم أنّه لا يمكن الموافقة مع أقوال الباحثين. حجاج يتعلّق بآرائهم: الحيّ ينتج من الجماد، لأنّ المشاهدات بيّنت أنّه من داخل الأجسام الجامدة (الحجارة وبذور القمح والخشبة) تطوّرت مخلوقات حيّة (علجوم وفئران وبطّات).
4. في القرن السادس عشر لم يدركوا بعد أنّه يجب إجراء تجارب مع ضابط، التي يمكن فيها عزل متغيّرات والكشف عن العامل الذي يؤدّي إلى الظاهرة التي يشاهدونها. اكتفوا في هذه الفترة بمشاهدة الظاهرة، بينما كان يتعلّق فهمها بمدى كبير بعين الراصد وبآرائه المسبقة. لإثبات استنتاجات الباحثين أو لدحضها، يمكن إجراء تجارب مع ضابط (الحرص على عزل المتغيّرات وعلى إجراء إعادات كثيرة وعلى مجموعات ضابطة)، وبهذه الطريقة يمكن فحص إذا كانت المخلوقات الحيّة بالفعل تنتج من موادّ جامدة.
5. لا يوجد ضابط في تجربة ڤان هيلمونت، ولا يوجد عزل لمتغيّرات ولا توجد إعادات للتجربة، لذلك تجربته ليست تجربة علمية.
6. في المرطبان المفتوح نتج يرقات وذباب لأنّ اللحم كان معرّضًا لملاسة الذباب. في المرطبان المغطّى بالقماش– نتج يرقات قليل لأنّ القماش نفّاذ قليلاً. يبدو أنّ بعض البيض الذي وُضع على القماش أو اليرقات الصغيرة سقطت بين ألياف القماش إلى اللحم الذي كان في المرطبان. في المرطبان المسدود لم ينتج يرقات أو ذباب لأنّه لم يكن تلامس بين اللحم والذباب. الاستنتاج هو بأنّه لا يوجد خلق تلقائي.
7. المرطبان المفتوح هو المجموعة الضابطة– وظيفتها فحص أنّ تطوّر الذباب يتعلّق بالفعل فقط بإمكانية التلامس بين الذباب واللحم ووضع البيض.
8. أ. كلاّ، لأنّه يمكن أن يكون شيء مهمّ آخر يمكنه الدخول إلى المرطبان المسدود.

ب. يمكن أن نستنتج أنّ نقص الأوكسجين والتهوية أو عدم وجود "عامل أحيائي" آخر في المرطبان هو الذي منع تطوّر الذباب فيه.

الموضوع الفرعي 2: الإخصاب

الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

- أن يتعرّف الطلاّب على مميّزات الخلايا التكاثرية.
- أن يفسّر الطلاّب الملاءمة بين مبنى الخلية التكاثرية ووظيفتها.
- أن يقارن الطلاّب بين الإخصاب الداخلي والإخصاب الخارجي.
- أن يفسّر الطلاّب من خلال أمثلة ملاءمات طريقة الإخصاب (الداخلي أو الخارجي) للبيئة الحياتية.
- أن يحلّل الطلاّب بين معلومات عن طرق التكاثر في مخلوقات من فئات مختلفة .
- أن ينظّم الطلاّب معلومات في جداول وفي مخطّطات.
- أن يحلّل الطلاّب خارطة مصطلحات.
- أن يشخّص الطلاّب المركّبات المختلفة لجهاز التكاثر عند الإنسان، وأن يتعرّفوا على وظيفتها.
- أن يجري الطلاّب مشاهدات وأن يشخّصوا الأعضاء التناسلية في الأزهار.
- أن يصف الطلاّب العلاقة بين صفات الأزهار وطريقة تلقيحها.
- أن يتعرّف الطلاّب على طرق لتدخّل الإنسان في عمليات إخصاب الحيوانات والنباتات لفائدته.
- أن يتعرّف الطلاّب على مشاكل تتعلّق بخصوبة الرجل والمرأة، وعلى طرق ممكنة لحلّها.
- أن يتحدّث الطلاّب عن مسائل بيولوجية أخلاقية في مواضيع تدخّل الإنسان في تكاثر الإنسان.

خلفية علمية

الإخصاب: اتّحاد خلية منوية مع خلية بويضة

كما أسلفنا، يحتاج التكاثر التزاوجي لأبوين: الذكر يعطي الخلية المنوية للتكاثر والأنثى تعطي خلية البويضة. الإخصاب هو المرحلة التي تتّحد فيها الخليتان التكاثريتان. في أعقاب ذلك تتكوّن لاقحة (بويضة مخصبة)، ويتطوّر منها الجنين (فرد النسل). لا يؤدّي كلّ لقاء بين خلية منوية وخلية بويضة إلى الإخصاب. ليتمّ الإخصاب، يجب أن تكون الخليتان التكاثريتان من الذكر ومن الأنثى، اللذين ينتميان لنفس النوع (species). على سبيل المثال، الخلية المنوية التي من أيل الكرمل الذكر يمكنها أن تخصب خلية بويضة من أنثى أيل الكرمل، ولا يمكنها أن تخصب خلية بويضة من الغزال الإسرائيلي؛ كذلك في النباتات: الخلية التكاثرية الذكرية من الصنوبر يمكنها أن تخصب خلية تكاثرية أنثوية من الصنوبر، ولا يمكنها أن تخصب شجرة المصطكى.

صحيح أنّ هناك حالات (شاذه) خارجة عن القاعدة، التي يحدث فيها إخصاب بين أفراد لا تنتمي لنفس النوع (على سبيل المثال، الفرس والحمار)، لكنّ فرد النسل الذي ينتج (البغل) ليس خصبًا في هذه الحالة.

شكل الخلايا التكاثرية وتركيبها ملاءمان لأدائها الوظيفي. لدى معظم المخلوقات الحيّة، خلايا البويضة كبيرة وثابتة في مكانها (لا تتحرّك من مكانها)، لكنّ الخلايا المنوية صغيرة (على سبيل المثال، الخلايا المنوية عند الإنسان أصغر بمئة ضعف من خلية البويضة) وتمتلك القدرة على الحركة التي تتيح لها الوصول إلى خلية البويضة. خلية البويضة ذات شكل دائري، بينما الخلية المنوية تشبه شرغوف

الضفدع: لها "رأس" "وذنب". نواة الخلية تملأ جزءًا كبيرًا من حجم "الرأس"؛ "الذنب" هو فرع دقيق يبدو كالسوط. هذا هو **السوط**، وهو الذي يكسب الخلايا المنوية القدرة على الحركة والتقدّم نحو البويضة.

في أغلب الحالات، خلايا منوية كثيرة جدًّا (مئات وأحيانًا آلاف) تصل إلى خلية البويضة، لكنّ خلية منوية واحدة فقط تخصبها: تدخل الخلية المنوية عن طريق غشاء البويضة والنواتان (نواة الخلية المنوية ونواة خلية البويضة) تتّحدان. في هذه المرحلة تختلط المادّتان الوراثيتان اللتان للأبوين.

اللاقحة التي تتكوّن تسمّى **بويضة مخصبة**، وليس "خلية منوية مخصِبة"، لأنّ معظم حجم اللاقحة تقريبًا وكلّ الموادّ الموجودة فيها تقريبًا– مصدرها من خلية البويضة وليس من الخلية المنوية. خلية البويضة الكبيرة تعطي اللاقحة معظم المركّبات: غشاء الخلية والسيتوبلازما والميتوكندريا وموادّ مختلفة، يشكّل جزء منها مخزن غذاء للجنين في أيّامه الأولى. الخلية المنوية تعطي اللاقحة نواتها فقط.

كما رأينا في الموضوع الفرعي الأوّل، كلّ خلية تكاثرية تعطي اللاقحة نصف مادّتها الوراثية. (انظروا الرسم التوضيحي في الخلفية العلمية في الفصل السابق، صفحة 16).

الإخصاب الخارجي والإخصاب الداخلي

كي لا تجفّ الخلايا التكاثرية وكي تتمكّن الخلايا المنوية من الحركة نحو خلية البويضة، يجب أن يكون اللقاء بينها (الإخصاب) في بيئة مائية أو على الأقلّ في بيئة رطبة.

لدى معظم المخلوقات الحيّة، يُفرِز الذكر والأنثى الخلايا التكاثرية إلى خارج الجسم– في الماء– وهناك يحدث الإخصاب. يسمّى هذا الإخصاب **إخصابًا خارجيًا**. ما هي المخلوقات الحيّة التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي؟ اللافقاريات البحرية (كالشعاب المرجانية وقناديل البحر والأخطبوط وبعض الأسماك). الإخصاب عند البرمائيات خارجي أيضًا. صحيح أنّ معظم البرمائيات البالغة تعيش في اليابسة (كالضفدع والعلجوم)، إلاّ أنّها تعود إلى الماء في موسم التكاثر، وتتكاثر هناك. تضع الأنثى بيضها في الماء، والذكر الذي يرافقها يخصبها خارج الجسم.

في الإخصاب الخارجي، من المهمّ بأن يُفرِز الأبوان خلاياهما التكاثرية في الماء في نفس الوقت، وعندما يكونان بالقرب من أحدهما الآخر. كما من المهمّ بأن يُنتج الذكر والأنثى كمّيات هائلة من الخلايا التكاثرية وأن يحرّراها في الماء في نفس الوقت. بذلك تزداد الاحتمالات بأن تنجح بعض الخلايا التكاثرية في الالتقاء وحدوث الإخصاب. على سبيل المثال، تُنتِج إناث الأسماك في موسم التكاثر عشرات آلاف أو مئات آلاف الخلايا التكاثرية، ويُقدَّر عدد الخلايا المنوية الذكرية بعشرات الملايين!

عند المخلوقات التي تعيش على اليابسة، يجب أن يتمّ الإخصاب داخل جسم الأنثى، حيث تكون البيئة رطبة. يسمّى هذا الإخصاب **إخصابًا داخليًا**. يُفرِز الذكر الخلايا المنوية داخل جسم الأنثى ومعها السائل المنوي. تسبح الخلايا المنوية في السائل المنوي إلى خلية البويضة وتخصبها. ما هي المخلوقات التي تتكاثر بالإخصاب الداخلي؟ اللافقاريات اليابسية (كالحشرات) والزواحف والطيور والثدييات (بما فيها الإنسان). يحدث لدى معظمها تزاوج، وللذكر عضو خاصّ يلائم لإدخال الخلايا المنوية إلى جسم الأنثى. كذلك في الثدييات البحرية (الدولفينات والحيتان) وفي الزواحف البحرية (السلاحف البحرية)، الإخصاب هو داخلي.

في الإخصاب الداخلي، احتمالات اللقاء بين الخلايا التكاثرية عالية جدًّا، لأنّ الخلايا المنوية تتحرّك داخل الجهاز التكاثري للأنثى. لذلك المخلوقات التي تتكاثر بالإخصاب الداخلي، تُنتِج كمّية قليلة من الخلايا التكاثرية بالمقارنة مع المخلوقات التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي. على سبيل المثال، إناث الثدييات تُنتِج خلايا بويضة قليلة فقط (عند المرأة تنضج خلية بويضة واحدة فقط كلّ شهر). لكن لدى هذه المخلوقات أيضًا، عدد الخلايا المنوية أكبر بكثير من عدد خلايا البويضة.

الإخصاب عند الإنسان

كما هو الحال عند جميع الحيوانات، عند الإنسان أيضًا تنتج الخلايا التكاثرية في جهاز التكاثر. تنتج الخلايا المنوية عند الذكر في الخصيتين ابتداءً من مرحلة البلوغ وحتّى آخر الحياة. خلال هذه الفترة تنتج ملايين الخلايا المنوية في جسم الرجل كلّ يوم.خلايا البويضة عند المرأة، التي تسمّى **بويضات،** تنتج في المبيض عند المرأة منذ كونها جنينًا في رحم أمّها. عندما تولد الطفلة، يكون في أعضائها التكاثرية حوالي نصف مليون خلية بويضة، لكنّها غير ناضجة وإنّما تتواجد في "سبات". يحدث النضوج في جيل البلوغ فقط، وخلال كلّ فترة الخصوبة عند المرأة (حتّى سنّ 45–50 سنة تقريبًا). في هذه الفترة تنضج إحدى البويضات كلّ شهر، وتتحرّر من المبيض وتصل إلى أنبوب البويضات الذي يسمّى **قناة فالوب**.

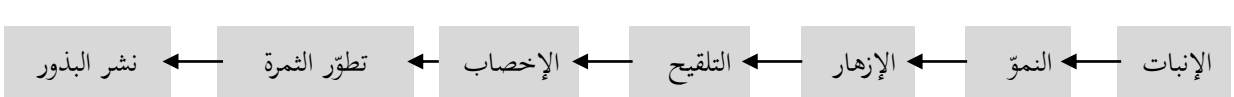
كما أسلفنا، الإخصاب عند الإنسان داخلي. يُطلِق الذكر خلاياه المنوية داخل **مهبل** المرأة، ومن هناك تتحرّك عن طريق **الرحم** إلى قناة فالوب.

إذا التقت الخلايا المنوية داخل قناة فالوب مع بويضة ناضجة، يحدث إخصاب، وعندها تواصل البويضة المخصبة طريقها إلى الرحم.

الإخصاب عند النباتات

النباتات أيضًا تُنتِج خلايا تكاثرية– خلايا بويضة وخلايا منوية– واللقاء بينها يكوّن لاقحة. فيما يلي بعض الحقائق والتعريفات التي يجب معرفتها قبل التعلّم عن الإخصاب في النباتات:

- تحوي **الزهرة** الأعضاء التناسلية في النباتات. الأعضاء التناسلية الذكرية في الزهرة هي **الأسدية،** والعضو التكاثري الأنثوي في الزهرة هو **المدقّة**.
- تنتج الخلايا المنوية في حبيبات اللقاح التي في الأسدية. كلّ سداة مبنية من **خيط** ، الذي هو عبارة عن سويق صغير، ومن **المتك** ، الذي هو عضو سميك يحوي **حبيبات اللقاح**. داخل حبيبات اللقاح تتواجد **الخلايا المنوية**. الخلايا المنوية محفوظة في البيئة الرطبة التي داخل حبيبات اللقاح. تُنتِج الأزهار عددًا كبيرًا جدًّا من حبيبات اللقاح.
- تتكوّن خلايا البويضة في **المتاع** . المتاع مبني من ثلاثة أجزاء : **المبيض والقلم والميسم**. تتكوّن البويضات في مبيض الزهرة وتكون محمية هناك إلى أن يتمّ اللقاء بينها وبين الخلايا المنوية. يربط القلم بين المبيض المستتر في قاعدة الزهرة وبين الميسم الذي في رأسها. عندما تكون الزهرة جاهزة للإخصاب، يُفرِز الميسم سائلاً لاصقًا، وحبيبات اللقاح التي تصل إلى الميسم "تَعْلَق" فيه.
- في نباتات من أنواع كثيرة، تحوي الزهرة الأسدية وكذلك المتوع ، أي أنّ الزهرة ثنائية الجنس. على سبيل المثال: شقائق النعمان والركفة.
- في نباتات من أنواع أخرى، تحوي الأزهار أسدية فقط (الأزهار الذكرية) أو متوع فقط (الأزهار الأنثوية). هذه الأزهار هي أزهار أحادية الجنس. على سبيل المثال: البلّوط والنخيل والبطم.
- كي يحدث الإخصاب في النباتات، يجب على حبيبات اللقاح أن تنتقل من الأسدية إلى مياسم الأزهار. تحدث هذه المرحلة **قبل** الإخصاب، وتسمّى **التلقيح**. لاحظوا أماكن عمليّتَي التلقيح والإخصاب في دورة حياة النباتات.



طرق التلقيح

هناك نباتات تنتقل فيها حبيبات اللقاح من الأسدية إلى الميسم داخل نفس الزهرة أو من زهرة إلى أخرى تنبت على نفس النبتة. يسمّى هذا التلقيح **تلقيحًا ذاتيًا**. مثال لمثل هذه النبتة: البازيلاء العطرة.

في نباتات أخرى تنتقل حبيبات اللقاح من زهرة نبتة معيّنة إلى زهرة نبتة أخرى من نفس النوع. يسمّى هذا التلقيح **تلقيحًا غريبًا**. أمثلة لمثل هذه النباتات: المريمية والخشخاش والعنصل.

مبنى الأزهار وصفاتها ملاءمة لطريقة تلقيحها: في النباتات التي تُلقَّح بالتلقيح الذاتي، أسدية ومياسم النباتات قريبة جدًّا من بعضها البعض، وفي الكثير من الحالات تتلامس. بهذه الطريقة تنتقل حبيبات اللقاح بسهولة من الأسدية إلى المياسم.

مقابل ذلك، في النباتات التي تُلقَّح بالتلقيح الغريب، يجب أن تقطع حبيبات اللقاح مسافة أكبر، تصل أحيانًا إلى كيلومترات كثيرة. لأنّ النباتات لا تستطيع التحرّك من مكانها، فإنّها تحتاج إلى عامل معيّن، "رسول" ينقل حبيبات اللقاح من نبتة إلى أخرى. هذا الرسول يمكن أن يكون حيوانًا (الحشرات مثلاً) أو الرياح أو الماء. في التلقيح الغريب أيضًا، هناك ملاءمة بين صفات الأزهار "والرسول" الذي ينقل حبيبات اللقاح.

في البلاد، معظم ملقّحات النباتات البرّية هي الحشرات: النحل والخنافس والفراش والذباب. هذه الأزهار هي أزهار ملوّنة أو تنبعث منها رائحة، وبهذه الطريقة تجذب الحشرات إليها.

من المهمّ التنويه: **الملقّحات** لا تصل إلى الأزهار بقصد تلقيحها، وإنّما تنجذب إليها بسبب ألوانها أو شكلها أو رائحتها، وفي أغلب الأحيان تجد الملقّحات في الأزهار مقابلاً وهو الغذاء: الرحيق و/ أو مسحوق تغذية. أثناء جمعها للغذاء، تلتصق حبيبات اللقاح بجسمها، وبهذه الطريقة تنقلها من زهرة إلى أخرى. عادةً تكون حبيبات اللقاح خشنة (ويمكنها الالتصاق بجسم الحشرات) والمياسم لاصقة (يمكنها الإمساك بحبيبات اللقاح، التي وصلت ملتصقة بجسم الملقّح).

الأزهار التي تُلقّح بواسطة الرياح تكون عادةً صغيرة ولونها يميل إلى الخضرة وجميعها عديمة الرحيق والرائحة. لكونها غير ملاءمة لجذب الحشرات وتلقّح بواسطة الريح، فإنّ أسديتها ومياسمها بارزة جدًّا خارج الزهرة، وتكون المياسم كبيرة ومتفرّعة جدًّا. حبيبات اللقاح خفيفة وملساء، ولهذا تكون احتمالات طيرانها في الهواء كبيرة، ويمكن للمياسم الإمساك بها. النباتات التي تُلقّح بواسطة الرياح تُنتِج كمّيات هائلة من حبيبات اللقاح، لأنّ الرياح تنشر الحبيبات في كلّ الاتّجاهات، وليس فقط باتّجاه الزهرة . لذلك تصل كمّية قليلة من حبيبات اللقاح إلى مياسم الأزهار والتي يمكنها المشاركة في الإخصاب.

مرحلة الإخصاب

الإخصاب في النباتات داخلي: يحدث داخل الأعضاء التناسلية الأنثوية– داخل مبيض الزهرة. كيف يحدث الإخصاب؟

عندما تهبط حبيبات اللقاح على الميسم، يجب على الخلايا المنوية التي داخلها أن تتحرّك نحو البويضات التي داخل المبيض. رأينا أنّ الخلايا المنوية عند الحيوانات تتحرّك بواسطة أسواط، لكنّ الخلايا المنوية عند النباتات ذات الأزهار عديمة الأسواط. إذًا، كيف تصل إلى البويضات؟ تتحرّك الخلايا المنوية في الجهاز التكاثري الأنثوي للزهرة بطريقة مغايرة: حبيبات اللقاح التي على ميسم الزهرة تُنبِت فرعًا دقيقًا يسمّى **أنبوب اللقاح**. يكبر أنبوب اللقاح ويستطيل عن طريق القلم باتّجاه المبيض، والخلايا المنوية تتحرّك داخله. عندما يصل طرف أنبوب اللقاح إلى المبيض، تخرج الخلايا المنوية منه وتتحرّك نحو البويضات وعندها يحدث الإخصاب. كما يحدث في الحيوانات، كذلك في النباتات تتكوّن لاقحة يتطوّر منها الجنين.

من المهمّ ذكره أنّه يمكن أن تصل إلى زهرة معيّنة حبيبات لقاح من أزهار من أنواع مختلفة، لكنّ نبت أنبوب اللقاح باتّجاه مبيض الزهرة يحدث فقط بين نباتات من نفس النوع (species). سائل الميسم يثير نبت أنبوب اللقاح فقط في حبيبات اللقاح التي مصدرها من نفس النوع.

تدخّل الإنسان في الإخصاب

الوسائل التكنولوجية المتطوّرة تمكّن الإنسان من التدخّل في عمليات الإخصاب وحلّ المشاكل التي تظهر في إخصاب الحيوانات والنباتات والإنسان نفسه.

الإخصاب في الأنابيب (أطفال الأنابيب)

هناك أزواج يعانون من العقم، لا يستطيعون إنجاب أطفال لأسباب مختلفة. بعض مشاكل الخصوبة تتعلّق بالرجل، والبعض الآخر– بالمرأة. أحيانًا يمكن إعطاء المرأة أدوية تحوي هورمونات تشجّع نضج البويضات، وبذلك تُحلّ المشكلة.

في الحالات الأكثر شدّة، يستعينون **بالإخصاب خارج الجسم**، الذي يسمّى أيضًا **الإخصاب في الأنابيب** أو **الإخصاب الاصطناعي**. في هذه الطريقة، يضخّون بويضات من المرأة ويؤدّون بها إلى اللقاء مع خلايا منوية في أنبوب اختباري، في شروط ملائمة. بعد الإخصاب ينمّون الجنين في المختبر لوقت قصير، ومن ثمّ يزرعونه في جسم المرأة ويتيحون له مواصلة التطوّر بشكل طبيعي داخل رحم المرأة.

من المعتاد زرع عدّة أجنّة في رحم المرأة، لأنّ الرحم لا ينجح في استيعابها جميعًا لمواصلة التطوّر. لكن في الكثير من الحالات، ينجح الرحم في استيعاب أكثر من جنين واحد، والنتيجة: حمل لتوأمين أو أكثر. في الحالات التي يُنتِج فيها الرجل كمّية قليلة من الحيوانات المنوية أو جودة الخلايا المنوية منخفضة جدًّا (على سبيل المثال، قدرتها على الحركة مصابة) يمكن الاكتفاء بخلية منوية واحدة وحقنها مباشرةً داخل البويضة، للحصول على اللاقحة.

إحدى أفضليات الإخصاب خارج الجسم هي أنّها تمكّن القيام **بتشخيص وراثي قبل التجذير**: يمكن فحص المادّة الوراثية للجنين قبل زرعه في رحم المرأة. بهذه الطريقة يمكن الكشف إذا كانت الأجنّة تحمل جينات مصابة والتي من الممكن أن تؤدّي إلى أمراض وراثية صعبة واختيار الأجنّة التي لا تحمل جين المرض.

تكنولوجية الإخصاب خارج الجسم تحمل في طيّاتها أيضًا مشاكل أخلاقية. على سبيل المثال، يمكن إنتاج "أطفال حسب الطلب"، يتحلّون بصفات مرغوب فيها كالمظهر الخارجي أو الجنس المطلوب (ولد أو بنت). يمكن أن تكون لهذه الإمكانيات أبعاد كبيرة على تركيبة المجتمع البشري وعلى أدائه الوظيفي.

الإخصاب خارج الجسمي عند الأبقار

عندما يرغبون في تحسين قطعان الأبقار (للحصول على الحليب أو اللحم)، يختار مربّو الأبقار في البلاد ثيرانًا وبقرات "متميّزة" للإخصاب: يُخصبون البقرات المختارة في القطيع بخلايا منوية من الثيران المختارة، أو يضخّون البويضات من البقرات ويخصبونها (في إخصاب خارج الجسم) في شروط مختبرية بالخلايا المنوية التي تمّ جمعها من الثيران المختارة. ثمّ يزرعون الأجنّة التي يحصلون عليها في رحم **بقرات متبنّية**. توجد في البلاد عدّة إناث وذكور "متميّزة"، والتي هي أباء جميع قطعان الأبقار في البلاد تقريبًا!

التلقيح الاصطناعي في النباتات

يتمّ التلقيح الاصطناعي بواسطة الإنسان (وليس بواسطة الحشرات أو الرياح). ينقل الإنسان حبيبات لقاح من زهرة إلى أخرى، لزيادة نجاعة الإخصاب أو لإتاحة لقاء بين حبيبات لقاح من مصدر معيّن مع مياسم أزهار أخرى. يقومون بهذا الإخصاب كثيرًا في زراعة النخيل والفستق، ويتمّ بحثه أيضًا في أشجار اللوز.

أ. وصف عملية التدريس

اعتبارات بناء تسلسل التدريس: موضوع "الإخصاب" معدّ لعرض عملية الإخصاب أمام الطلاّب، والتشابه والاختلاف في الإخصاب بين جميع المخلوقات الحيّة.

يتعرّف الطلاّب في هذا الفصل على الخلايا التكاثرية وعلى اللقاء بينها، وفي هذا السياق يتعرّف الطلاّب لأوّل مرّة على جهازّي التكاثر عند الرجل وعند المرأة. التعرّف في هذه المرحلة سطحي، ويتمحور فقط حول الأعضاء التي تُنتِج الخلايا التكاثرية. سيتمّ التعرّف على هذه المواضيع بصورة أعمق في الموضوع الفرعي الثالث، الذي يتناول موضوع البلوغ.

تسلسل التدريس

الدرسان الأوّل والثاني: التعرّف على الخلايا التكاثرية

يتمّ في المرحلة الأولى التعرّف على الخلايا التكاثرية– **الخلايا المنوية وخلية البويضة**– ومميّزاتها، ويتمّ إجمال المعلومات في جدول مقارنة. تُذكر في الجدول تفاصيل عن حجم الخلايا وشكلها وتركيبة موادّها الغذائية وعدد الخلايا وما شابه. يمكّن الجدول تشخيص المشترك بين الخلايا المنوية وخلايا البويضة: كلتاهما تنتج من خلايا مرّت بانقسام اختزالي، وتحوي عددًا متطابقًا من الكروموسومات.

نجري نقاشًا حول **الملاءمة بين المبنى والأداء الوظيفي** للخلايا التكاثرية، ونضيف إلى جدول المقارنة عمودًا نفصّل فيه الملاءمات للأداء الوظيفي. من المهمّ في هذه المرحلة التشديد على حاجة الخلايا التكاثرية للبيئة المائية، كمقدّمة للموضوع التالي.

الدروس الثالث– الخامس: طرق الإخصاب

نشرح مصطلح الإخصاب: اتّحاد خليتين تكاثريتين وتكوين **لاقحة** (زيجوتة) ، التي يتطوّر **الجنين** منها. نناقش السؤال: كيف تلتقي الخليتان التكاثريتان في نفس المكان وفي نفس الزمان؟ الطلاّب الذين يجمعون معلومات لمجمّع "بروفيل المخلوق"، يُطلب منهم المضيّ في تحضير المجمّع والتعرّف في هذه المرحلة على طريقة إخصاب المخلوق الحيّ الذين يتناولونه.

يمكن تقسيم الطلاّب إلى مجموعات؛ يقرأ الطلاّب في كلّ مجموعة قطع معلومات (من الكتاب التعليمي أو من المجمّعات التي قاموا بتحضيرها) تتضمّن أمثلة لإخصاب مخلوقات من فئات مختلفة (2–3 أمثلة من كلّ فئة). بهذه الطريقة يتعرّف الطلاّب على المصطلحين، **إخصاب داخلي وإخصاب خارجي** وعلى الشروط المطلوبة للإخصاب. الطلاّب الذين يعملون ضمن مجموعات يمكنهم الاستعانة بالبطاقة التالية:

بطاقة إخصاب (للعمل ضمن مجموعات)

اسم المخلوق:

يتبع لفئة:

البيئة الحياتية للبالغ: ماء/ يابسة

بيئة الإخصاب: ماء/ يابسة

عدد الخلايا التكاثرية: عشرات/ مئات/ آلاف

مكان الإخصاب: داخلي (داخل جسم الأنثى)/ خارجي (خارج جسم الأنثى)

بعد العمل ضمن المجموعات، يعود الطلاّب إلى العمل مع كلّ الصفّ، ويعرض ممثّل عن كلّ مجموعة طريقة إخصاب المخلوق الذي بحثوه. إذا استعملوا معلومات تمّ جمعها من مجمّع البروفيل، نطلب من الطلاّب عرض النتائج وتعبئة الجدول الذي يركّز طرق الإخصاب في الفئات المختلفة.

	فئة الحشرات	فئة الأسماك	فئة البرمائيات	فئة الزواحف	فئة الطيور	فئة الثدييات
البيئة الحياتية للبالغ						
بيئة الإخصاب						
عدد الخلايا التكاثرية						
الإخصاب داخلي/ خارجي						

نقوم بعصف ذهني ونتناول الأسئلة:

- هل يمكن إيجاد علاقة بين البيئة الحياتية للمخلوق (يابسية أو مائية) وبين طريقة الإخصاب، وكيف يمكن تفسير هذه العلاقة؟
- هل يمكن إيجاد علاقة بين طريقة الإخصاب وبين عدد الخلايا التكاثرية، وكيف يمكن تفسير هذه العلاقة؟

نبني جدول مقارنة بين الإخصاب الداخلي والإخصاب الخارجي أو نلائم بين أقوال معطاة وبين طريقة التكاثر (على سبيل المثال: يحدث خارج جسم الأنثى، ينتشر في البيئة المائية، يتطلّب تلامسًا بين الذكر والأنثى وما شابه).

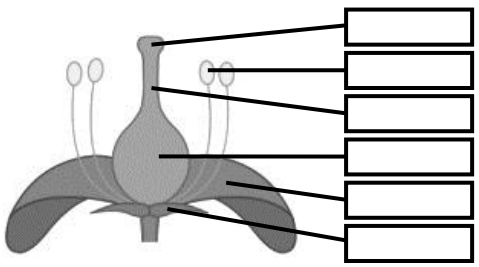
الدرس السادس: تعرّف أوّلي على الجهاز التكاثري عند الإنسان

يتعرّف الطلاّب في هذا الدرس، بشكل عام فقط، على مبنى الجهاز التكاثري عند الإنسان. (من الجدير في هذه المرحلة عرض جهازَي تكاثر الرجل والمرأة دون الخوض في التفاصيل. سنوسّع الحديث عنهما في الموضوع الفرعي الرابع، في مرحلة البلوغ). سنتناول لاحقًا في هذه الوحدة الموضوع بتفصيل أكثر. التعرّف الأوّلي على جهازَي التكاثر الذكري والأنثوي يمكن أن يتمّ عن طريق تحليل رسم توضيحي أو خارطة مجرّدة، أو عن طريق عرض دينامي في موقع **أوفق للمدارس الإعدادية**، للتعرّف على المصطلحات: المبيض، قناة فالوب (أنبوب البويضات)، الرحم، المهبل، الخصيتان. التركيز في هذا الموضوع الفرعي هو على الأعضاء التي تنتج فيها الخلايا التكاثرية.

الدرس السابع: الأعضاء التناسلية في النباتات

نفحص في الصفّ أزهارًا متنوّعة كثيرة بأحجام مختلفة وبألوان مختلفة، وأحادية الجنس وثنائية الجنس. تشخيص أعضاء الزهرة الذكرية (الأسدية والخيط والمتاع) والأنثوية (المتاع , المبيض والقلم والميسم)، وتشخيص حبيبات اللقاح وباقي أجزاء الزهرة وصفاتها (عدد أوراق التويج ولونها، أوراق الكأس، خلايا الرحيق، ومسالك الرحيق). عند الفحص نلاحظ الأشياء المشتركة لدى الأزهار من أنواع مختلفة وبين الأشياء المختلفة التي تفرّق بينها ونتمعّن في حبيبات اللقاح وفي البويضات.

نطلب من الطلاّب كتابة أسماء أجزاء الجهاز التكاثري في النباتات:



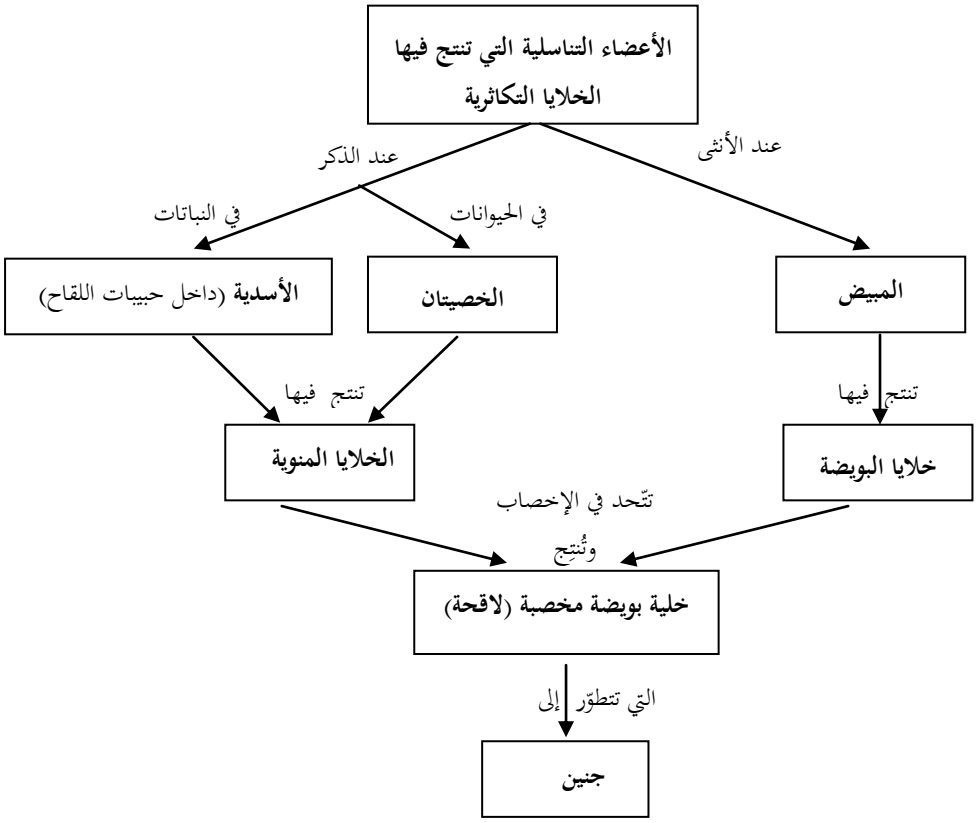
© مطاح

الدروس الثامن– العاشر: التلقيح والإخصاب في النباتات

نقوم بعصف ذهني حول السؤال: كيف تلتقي الخلايا التكاثرية عند النباتات، التي لا تستطيع التحرّك من مكانها والانتقال إلى مكان آخر من أجل الالتقاء ؟ نشرح المصطلحين **التلقيح الذاتي والتلقيح الغريب**، ونعرض طرق التلقيح التالية: بواسطة الرياح وبواسطة الحيوانات. يمكن القيام بفعالية نلائم فيها بين مبنى الزهرة وصفاتها وبين طريقة تلقيحها، من خلال أزهار حيّة أو صور أو من خلال الفعاليات الموجودة في الموقع **دورة التكاثر** وفي الموقع **أفاق في العلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية**. من المهمّ التشديد على أنّ التلقيح هو شرط ضروري للإخصاب، لكنّه ليس الإخصاب نفسه، وإنّما يحدث قبل الإخصاب. بعد ذلك نصف عملية الإخصاب في النباتات: نبت أنبوب اللقاح عن طريق القلم واتّحاد الخلية المنوية مع خلية البويضة لتكوين اللاقحة.

لإجمال موضوع الإخصاب، نُجمِل في رسم توضيحي الأعضاء التناسلية وطرق التكاثر عند الحيوانات والنباتات، كالرسم التوضيحي الذي أمامكم.

إنتاج الخلايا التكاثرية والإخصاب



كما ونوصي بتنفيذ المهمّة: **عن القنافذ والزيتون**.

الدرسان الحادي عشر والثاني عشر: تدخّل الإنسان في الإخصاب

نتعرّف على مشاكل مختلفة للخصوبة عند البشر من خلال مقالات. نتحدّث عن المشاكل وحلولها. نتعرّف على استخدام الزَّرع الاصطناعي والتلقيح الاصطناعي لفائدة الإنسان. نقوم بفعالية في موضوع **البيولوجيا الأخلاقية:** نقسّم الصفّ إلى مجموعات. تحصل كلّ مجموعة على مقال يتناول مسألة حسّاسة مثل الإخصاب الاصطناعي في السنّ البالغة، التبرّع بالحيوانات المنوية، الأمّ الحامل للجنين وما شابه. قبيل تدريس الموضوع، من الجدير جمع مقالات تتناول هذه المسائل، نُشرت في الصحف المكتوبة أو في الإنترنت. يُطلب من الطلاّب قراءة المقال وعرض ادّعاءات تؤيّد العملية التي قرأوا عنها في المقال وتعارضها. بعد النقاش في المجموعات يمكن إقامة منصّة صفّية، يصف ممثّل من كلّ مجموعة المقال التي قرأتها المجموعة، ويدّعي الحضور ادّعاءات مؤيّدة ومعارضة. يمكن تنفيذ المهمّة المحوسبة **استشارة وراثية**، التي في موقع چناتيكا.

ب. الصعوبات المميّزة

1. يربط الطلاّب خطأً بين مصطلح **التكاثر التزاوجي** وبين مصطلح **الإخصاب الداخلي**. يعتقد الطلاّب خطأً أنّ جميع المخلوقات الحيّة التي تتكاثر بالتكاثر التزاوجي تقوم بذلك بالإخصاب الداخلي.
2. يعتقد الطلاّب أنّ التكاثر التزاوجي منوط بالتزاوج بين الذكر والأنثى.
3. يعتقد الطلاّب أنّ الحشرات تصل إلى الزهرة لتلقيحها. يعود هذا الخطأ إلى التأنيس (النظر إلى الحشرة وكأنّها إنسان).

ج. توصيات لمواجهة الصعوبات

1. يجب عرض أمثلة متنوّعة قدر الإمكان لأنواع تتكاثر بالتكاثر التزاوجي، التي لدى بعضها الإخصاب هو داخلي (المخلوقات اليابسية في الأساس)، ولدى بعضها الآخر الإخصاب هو خارجي (المخلوقات البحرية في الأساس).
2. الإخصاب الداخلي (وليس التكاثر التزاوجي) يرتبط عادةً بالتزاوج، مع أنّه ليس دائمًا. لدى بعض المخلوقات (العقارب مثلاً)، يُفرِز الذكر كيس خلايا منوية ويلصقه بالأرض، وبعد ذلك يقود الأنثى بحيث تصل فتحتها التكاثرية إلى كيس الخلايا المنوية، فتستوعبه داخل جسمها. في هذه الحالة الإخصاب هو داخلي، ولكن ليس بالتزاوج.
3. فهم مصطلح **العلاقات المتبادلة** بين المخلوقات الحيّة يساعد في فهم علاقات الزهرة– الملقّح. يدرك الطلاّب بأنّ التلقيح يتمّ عندما تبحث الحشرة عن الغذاء، وأنّ التلقيح ليس هدف الحشرة. يجب التشديد ثانيةً على أنّ الحيوانات لا تخطّط طريقة تكاثرها، فهي تستوعب إشارات من البيئة وتستجيب لها. السلوكيات ذات أفضلية تساعد على البقاء والاستمرارية , تكاثرت في العشيرة وبقيت في عملية التطوّر (النشوء والارتقاء).

جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

مجال الساعات الموصى به: 12–15 ساعة

الموضوع	مصطلحات وأفكار	مهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	مهمّات تقييمية
الإخصاب والخلايا التكاثرية	– الخلايا التكاثرية (الخلية المنوية وخلية البويضة) – الإخصاب – اللاقحة (البويضة المخصبة) – الجنين	– تحليل رسم توضيحي – مقارنة – حجاج	– تحليل الفروق بين الخلايا التكاثرية – **جدول مقارنة:** التشابه والاختلاف بين الخلايا التكاثرية – **نقاش:** الملاءمة بين مبنى الخلايا التكاثرية وأدائها الوظيفي	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 57–58	
طرق الإخصاب	– الإخصاب الخارجي – الإخصاب الداخلي – البيئة المائية – مخلوقات يابسية – مخلوقات بحرية	– جمع ومعالجة معلومات (إضافة معلومات عن الإخصاب في مجمّع المخلوق) – مقارنة – نقاش	– **العمل ضمن مجموعات:** طرق الإخصاب عند الحيوانات – **جدول إجمالي:** طرق الإخصاب في الفئات المختلفة – **نقاش:** الشروط البيئية والإخصاب	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 66–74	
الإخصاب عند الإنسان	– الأعضاء التناسلية الذكرية والأنثوية	– معالجة معلومات – تنظيم معلومات بطريقة بيانية	– التعرّف على الأعضاء التناسلية عند الإنسان (فقط في سياق الإخصاب، دون التطرّق إلى الدورة الشهرية) من خلال خارطة مجرّدة أو صور	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 56–58, עמ' 75 - מערכת הרבייה של הגבר: ב**אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה** - מערכת הרבייה של האישה: ב**אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה** - הפריה באדם: **באופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה**	
التلقيح والإخصاب	– الزهرة – أوراق التويج	– مشاهدة – تحليل رسم	– فحص أزهار ومشاهدة حبيبات اللقاح والبويضات	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 80–86, 88–94, 180	

عند النباتات	– الأسدية (كيس اللقاح، المتك) – حبيبات اللقاح – المتاع (القلم، المبيض، الميسم) – زهرة ثنائية الجنس – زهرة أحادية الجنس – التلقيح الذاتي – التلقيح الغريب – الملقّحات	توضيحي – استنتاجات	– إكمال خارطة مجرّدة لمبنى الزهرة – **فعالية محوسبة**: الملاءمة بين الزهرة وطريقة التلقيح والملقّحات – تحليل أو بناء خارطة مصطلحات عن الخلايا التكاثرية والإخصاب في المخلوقات الحيّة	- האבקת פרחים : ב**אופק במדע וטכנולוגיה לחט״ב** ובאתר **מחזור הרבייה** - הפריה בצמחים : ב**אופק במדע וטכנולוגיה לחט״ב** ובאתר **מחזור הרבייה** - משימה : **על קיפודים וזיתים**	
تدخّل الإنسان في الإخصاب	– الإخصاب الاصطناعي – الإخصاب بالأنابيب (خارج الجسم) – الزَّرْع الاصطناعي	– تحليل مقال علمي – حجاج	– جمع مقالات (عن مشاكل الخصوبة وحلولها) وتحليلها – التلقيح والزَّرع الاصطناعي – فعاليات في مسائل بيولوجية– أخلاقية	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ׳ 76–77, 95 - **ייעוץ גנטי**, באתר **גנאתיקה** - משימה : **הפריית מבחנה** - פעילות : **הפרית מבחנה**	

الموضوع الفرعي 3: تطوّر الجنين وأفراد النسل

الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

- أن يعرف الطلاّب أنّ اللاقحة تتطوّر وتصبح جنينًا بواسطة انقسام الخلايا وتمايزها.
- أن يفهم الطلاّب أنّ للجنين، كباقي المخلوقات الحيّة، احتياجات حياتية: الغذاء والماء والتنفّس وإفراز الفضلات والحماية.
- أن يعرف الطلاّب أنّ تطوّر الجنين يحدث دائمًا في بيئة مائية، سواء تطوّر داخل بيضة أو في جسم الإنسان.
- أن يقارن الطلاّب بين الطرق المختلفة لتطوّر الجنين، وأن يتعرّفوا على الملاءمات بين طرق التطوّر والبيئة الحياتية.
- أن يتعرّف الطلاّب على جنين النبتة ومكان تطوّره.
- أن يقوم الطلاّب بمشاهدة لبيضة دجاجة وثمار وبذور، وأن يشخّصوا أجزاءها وأن يتعرّفوا على الملاءمات بين المبنى والأداء الوظيفي.
- أن يتعرّف الطلاّب على وسائل تكنولوجية مختلفة، يتابع الإنسان بواسطتها تطوّر الجنين البشري.
- أن يعرف الطلاّب أنّ أفراد نسل الحيوانات تأتي إلى العالم بطرق مختلفة: الفقس، التوالد، الإنجاب، الولادة.
- أن يفهم الطلاّب أنّ عددًا قليلاً فقط من الأجنّة وأفراد النسل تنجح في البقاء والوصول إلى البلوغ.
- أن يقارن الطلاّب بين استراتيجيات مختلفة للعناية بأفراد النسل (عدد قليل من أفراد النسل وبذل جهود كبيرة في العناية بها)؛ عدد كبير من أفراد النسل وعناية قليلة بها).
- أن يفهم الطلاّب أنّ الإنسان يبذل وقتًا كبيرًا في العناية الصحيحة بأفراد نسله.
- أن يتعرّف الطلاّب على التطوّر بطريقة التحوّر عند البرمائيات وعند الحشرات.
- أن يخطّط الطلاّب وأن يجروا تجارب لفحص الإنبات في الشروط المختلفة.
- أن يقرأ الطلاّب خارطة مصطلحات وأن يحلّلوها.

خلفية علمية

التجانس في عملية تطوّر الجنين في الطبيعة

في جميع المخلوقات الحيّة التي تتكاثر بالتكاثر التزاوجي (الحيوانات والنباتات على حدّ سواء)، يتطوّر جنين. هناك تشابه كبير في عملية تطوّر الجنين لدى جميع المخلوقات الحيّة، ولهذا السبب، يمكن في هذه المرحلة من دورة الحياة أن نجد أمثلة لمبدأ التجانس في عالم الحيوانات والنباتات.

على سبيل المثال، هناك تشابه في جميع المخلوقات الحيّة في العمليات الأساسية التي تشكّل الجنين: في انقسام الخلايا وفي تمايز الخلايا وفي الشروط المطلوبة لتطوّر الجنين (الغذاء والحماية والبيئة الرطبة وما شابه).

انقسام الخلايا وتمايز الخلايا

اللاقحة، التي تتكوّن في مرحلة الإخصاب، هي خلية وحيدة. تنقسم هذه الخلية إلى خليّتين، وكلّ واحدة منهما تنقسم هي الأخرى إلى خليّتين، وهكذا دواليك. وتيرة الانقسامات سريعة للغاية. على سبيل المثال، لدى الإنسان، انقسام اللاقحة يكوّن مئتَي مليون خلية في تسعة أشهر!

انقسام الخلايا في عملية تطوّر الجنين هي انقسام ميتوزا: كلّ واحدة من الخلايا الابنة التي تتكوّن عند نهاية الانقسام هي نسخة دقيقة للخلية الأصلية. كلّ واحدة منها تحوي جميع أزواج الكروموسومات التي كانت للخلية الأصلية.

لكنّ انقسام الخلايا لا يمكنه إكساب الجنين شكله الخاصّ: لو كانت الخلايا تنقسم وتعيد الانقسام فقط، لكان المخلوق كتلة ضخمة من الخلايا المتطابقة. لكي يتكوّن الشكل المعقّد للجسم، تمرّ الخلايا بعملية تسمّى **تمايزًا**: تنتظم الخلايا في مجموعات، وتغيّر شكلها وتكتسب الوظائف التي تميّزها هي فقط. على سبيل المثال، تتحوّل بعض خلايا الجنين إلى خلايا للعين، وخلايا أخرى "تتخصّص" وتتحوّل إلى خلايا عصبية، ويختلف شكلها ووظيفتها عن شكل ووظيفة خلايا المعدة.

في بداية التطوّر الجنيني، قبل بدء التمايز، تكون الخلايا متشابهة، وتسمّى **خلايا جذعية**. تنقسم الخلايا الجذعية بوتيرة سريعة، وتستطيع كلّ واحدة منها التمايز في المستقبل إلى أيّ خلية كانت: خلية كبد، خلية عصبية، خلية جلد وغير ذلك. في مرحلة لاحقة من تطوّر الجنين، تتباطأ وتيرة انقسام الخلايا، وتبدأ في التمايز. بسبب قدرة الخلايا الجذعية على التمايز إلى جميع أنواع خلايا وأنسجة الجسم، يحاول العلماء استغلالها لعلاج الأفراد الذين يحتاجون إلى زرع خلايا أو أنسجة. الهدف هو أن يؤدّي العلماء بالخلايا الجذعية إلى التمايز في المختبر إلى الأنسجة المطلوبة، وعندئذ زرعها في جسم المرضى. على سبيل المثال، إذا نجح العلماء في توجيه الخلايا الجذعية إلى التمايز إلى أنسجة جلد، فإنّ بإمكانهم تنمية مثل هذا النسيج في المختبر وزرعه في جسم المرضى المصابين بالحروق.

كما أسلفنا، العمليتان الأساسيتان اللتان تشكّلان الجنين– انقسام الخلايا والتمايز– متشابهتان في جميع المخلوقات الحيّة.

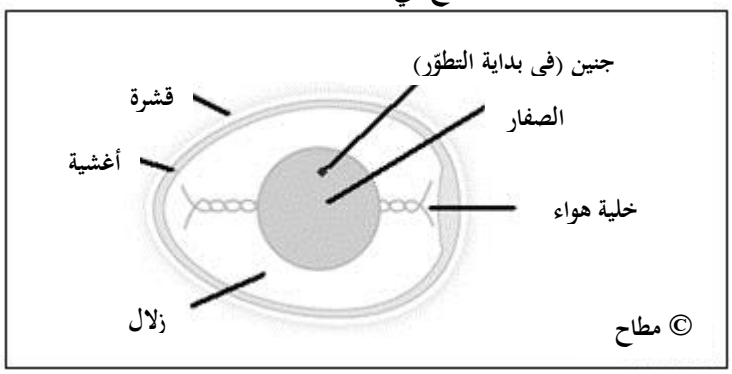
تطوّر الجنين داخل البيضة

تتطوّر معظم أجنّة الحيوانات داخل البيض: لدى المخلوقات التي تتكاثر بالإخصاب الخارجي (في الماء)، يبقى البيض المخصب في الماء، خارج جسم الأنثى، ويتطوّر الجنين فيه، (الأسماك والبرمائيات مثلاً). لدى معظم المخلوقات التي تتكاثر بالإخصاب الداخلي (على اليابسة)، تضع الإناث البيض المخصب، بحيث يتطوّر الجنين لديها أيضًا خارج جسم الأنثى، داخل البيضة (على سبيل المثال، الحشرات والزواحف والطيور). المجموعة الوحيدة التي يتطوّر فيها الجنين داخل جسم الأمّ وليس داخل البيضة، هي مجموعة الثدييات.

كيف يزوّد البيض للأجنّة التي داخله الشروط المطلوبة لتطوّرها؟

1. تحتاج الأجنّة التي تتطوّر داخل البيض إلى **مخزون غذائي** كبير يكفيها طوال فترة تطوّرها. وبالفعل، البيض الذي تضعه الأنثى يحوي غذاءً: صفارًا غنيًّا بالزلاليات وبالدهنيات، وزلالاً يحوي زلاليات وماءً.
2. تحتاج الأجنّة إلى **بيئة مائية** لتطوّرها، وتزوّد البيضة هذه الحاجة أيضًا. في هذا السياق تبرز الملاءمة بين مبنى البيضة والشروط البيئية التي توضع فيها. البيض الذي تمّ وضعه في الماء (على سبيل المثال، بيض الأسماك والبرمائيات)، بسيط نسبيًا، ومغلّف بغشاء دقيق. مقابل ذلك البيض الذي تمّ وضعه على اليابسة (على سبيل المثال، بيض الزواحف والطيور) يحوي داخله منظومة أغشية تغلّف الجنين، وتحوي الأغشية داخلها سائلاً. بذلك ورغم أنّ بيضة الزاحف أو الطير قد وُضعت على اليابسة، إلاّ أنّ الجنين يتطوّر داخلها في بيئة مائية. الغشاء الذي يغلّف الجنين يسمّى **السّلى**، والسائل الذي يملأ الفراغ الذي بينه وبين الجنين يسمّى **ماء السّلى**. ماء السّلى يحمي الجنين من الجفاف وكذلك يمتصّ الاهتزازات والأضرار التي قد تتسبّب للجنين. عادةً يكون هذا البيض محاطًا بقشرة صلبة تزوّد **حماية** أخرى من الجفاف ومن الإصابات.
3. عن طريق الأغشية التي داخل بيض الزواحف والطيور، تتمّ أيضًا عملية **تنفّس** الجنين (تبادل الغازات– الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون)، وكذلك عملية **التخلّص من إفرازاته**.
4. تحتاج أجنّة الطيور إلى **درجة حرارة ثابتة** لتتطوّر (حرارة جسم الطيور البالغة ثابتة أيضًا). في درجات حرارة أعلى أو أوطأ، تموت الأجنّة. ترقد الطيور على بيضها، وهذا الرقود يزوّد الأجنّة درجة الحرارة الملائمة لتطوّرها، وكذلك يوفّر حماية من الإصابات ومن المفترِسات.

مقطع في بيضة



التفريخ الاصطناعي

للحصول على عدد كبير من الأفراخ في آن واحد، تمّ تطوير جهاز يسمّى **آلة التفريخ**، يُدخِلون فيه البيض المخصب. توفّر آلة التفريخ للأجنّة التي داخل البيض الشروط المثلى لتطوّرها: درجة الحرارة والرطوبة والتهوية الملائمة، وبذلك تستبدل الدجاجة الأمّ.

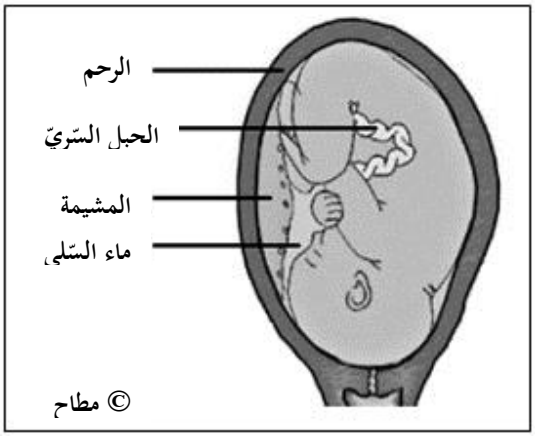
ملاحظة بالنسبة للبيض الذي نأكله: من الجدير أن تشرحوا للطلاّب أنّ البيض الذي نشتريه للأكل ليس مخصبًا، أي لا يحوي أجنّة. في أقفاص الدجاج لا توجد ديوك، ولذلك لا يحدث إخصاب. فقط عندما يرغبون في تنمية جيل جديد من الدجاج، يربّون الإناث في أقفاص تكاثرية خاصّة مع الذكور (بنسبة ذكر واحد لكلّ عشر إناث). البيض المخصب يبقى في آلة التفريخ إلى أن تفقس الأفراخ منه.

وضع البيض والتوالد

معظم الحشرات والأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور، **تضع** البيض، والأجنّة **تفقس** منها. لكنّ هناك أنواعًا من الأسماك والبرمائيات والزواحف لا تضع البيض: تتطوّر الأجنّة داخل البيض، والبيض يبقى داخل جسم الأمّ. عندما يحين وقتها، تفقس أفراد النسل من البيض داخل جسم الأمّ، ومن ثمّ **تتوالد** إلى خارج الجسم. أمثلة لأنواع متوالدة: أسماك الجمبوزيا، السلمندرا الحمراء (برمائيات)، الأفعى الخانقة والأفعى المخطّطة (زواحف).

الأجنّة داخل جسم الإنسان

تتطوّر أجنّة الثدييات داخل جسم الأمّ. انقسامات الخلايا الأولى للّاقحة تتمّ خلال تحرّكها من قناة فالوب (حيث يتمّ الإخصاب) إلى الرحم. عندما يصل الجنين إلى الرحم، يتمّ استيعابه داخل الطبقة المخاطية، في عملية تسمّى **التجذير**. منذ هذه اللحظة يبدأ **الحمل**. الرحم هو البيئة التي يتطوّر فيها الجنين، ويزوّد الجنين بكلّ احتياجاته: الغذاء والأوكسجين للتنفّس والبيئة المائية والتخلّص من الإفرازات والحماية.



العضو الذي يحصل الجنين عن طريقه على احتياجاته يسمّى **المشيمة**. المشيمة هي عضو مؤقّت، يتكوّن في بداية الحمل، ويرتبط الجنين به بواسطة **الحبل السّريّ**. المشيمة غنيّة بالأوعية الدموية، قسم منها في جهة الجنين والقسم الآخر في جهة الأمّ. تنتقل موادّ مختلفة من الدم الذي في جهة الأمّ للمشيمة إلى الدم الذي في جهة الجنين وبالعكس: يتنقل الأوكسجين والغذاء من الأمّ إلى الجنين، وينتقل ثاني أكسيد الكربون والفضلات من الجنين إلى الأمّ. لا تمرّ كلّ الأشياء عن طريق المشيمة: الغذاء والغازات (وموادّ أخرى كالأجسام المضادّة) يمكنها أن تمرّ عن طريقها، لكنّ معظم البكتيريا والڤيروسات لا يمكنها المرور عن طريقها.

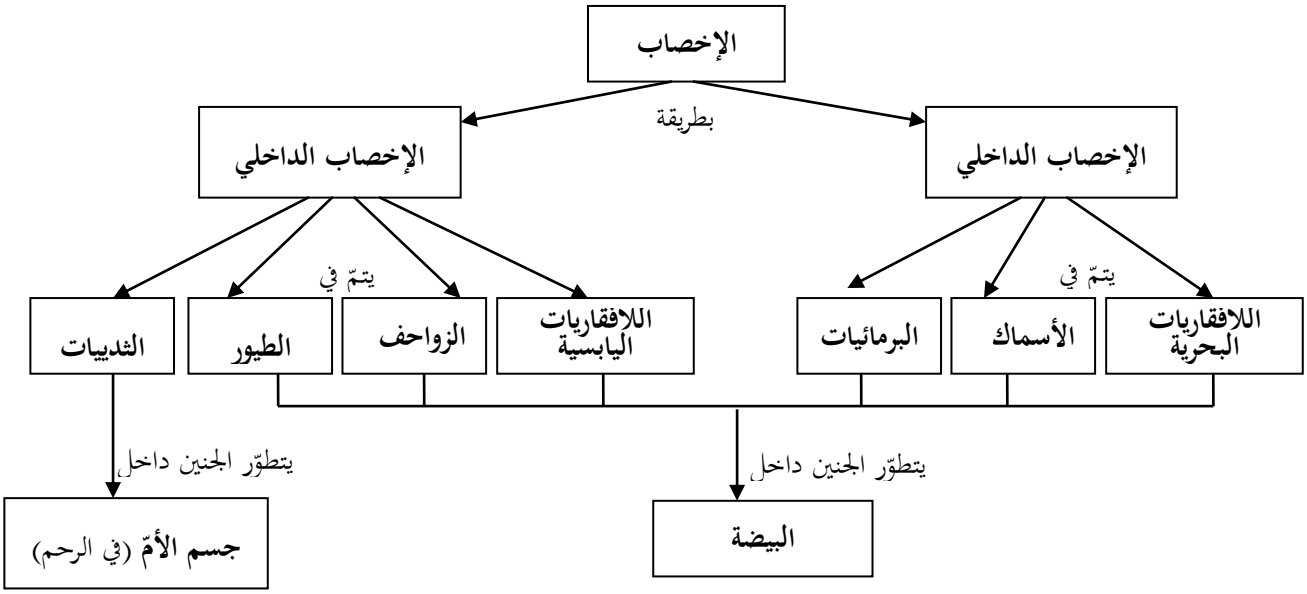
كما هي حال أجنّة الزواحف والطيور، التي تتطوّر داخل البيض، تكون أجنّة الثدييات مغلّفة بأغشية داخل جسم الأمّ. يوجد للثدييات أيضًا غشاء سلى، يغلّف الجنين ويحصر السائل داخله. يسمّى هذا السائل **ماء السّلى**، ويوفّر للجنين البيئة المائية التي يحتاجها، ويحميه من الإصابات ومن الجفاف.

الإنجاب والولادة

عند نهاية فترة الحمل، تخرج أجنّة الثدييات إلى العالم بطريقة تسمّى **الإنجاب**. تُنجب إناث الثدييات في كلّ مرّة بين فرد نسل واحد وحتّى عدّة أفراد نسل.

أبناء البشر يأتون إلى الدنيا **بالولادة**. يولد عادةً طفل واحد، لكن أحيانًا يولد توأمان، وفي حالات نادرة أكثر من توأمين– ثلاثة توائم وحتّى أربعة توائم.

طريقة الإخصاب ومكان تطوّر الجنين



بقاء الأجنّة وأفراد النسل على قيد الحياة

تتعرّض أفراد النسل في الطبيعة لأخطار كثيرة. كلّ ما يمكنه أن يصيب البيض أو أفراد النسل الحديثة السنّ يعتبر خطرًا يهدّد الجيل القادم: أضرار الطقس والنقص في الغذاء وهدم منطقة المعيشة والمفترِسات وغيرها. إذًا، كيف تنجح الأجنّة وأفراد النسل في البقاء على قيد الحياة؟

في سياق تربية أفراد النسل، نميّز بين إستراتيجيتين معيشيتين: الأولى تسمّى **إستراتيجية r**، وهي تميّز عددًا كبيرًا من أفراد النسل، التي أبواها لا يعتنيان بها. لدى الحيوانات التي تميّزها هذه الإستراتيجية، معظم أفراد النسل لا تنجح في البقاء، لكن يكفي أن يبقى عدد قليل (وتنجب أفراد نسل) لاستمرار وجود النوع. الإستراتيجية الثانية تسمّى **إستراتيجية k**، وهي تميّز عددًا قليلاً من أفراد النسل، لكن في هذه الحالة الأبوان (أو بالغون آخرون) يعتنيان بها. بفضل الجهد الكبير الذي يبذله الأبوان في حماية أفراد النسل وفي العناية بها لفترة طويلة، تنجح معظم أفراد النسل (التي هي قليلة أصلاً) في البقاء، وهي التي تؤدّي إلى استمرار وجود النوع.

الإستراتيجية التي تخلو من العناية الأبوية تميّز في الأساس الأنواع الأقلّ تطوّرًا: معظم أنواع اللافقاريات (كالحشرات والشعاب المرجانية والديدان والحلزونات وقناديل البحر)، ومعظم الأسماك ومعظم البرمائيات والزواحف، والأنواع التي تضع البيض ثمّ تتركها فورًا بدون رقابة. يُفترَس الكثير من البيض أو يجفّ، وإذا فقست أفراد نسل منها، يُفترَس بعضها أو يجفّ أو تموت من الجوع أو تتجمّد من البرد. لكن، كما أسلفنا، يكفي أن يبقى عدد قليل نسبيًا من البيض وأفراد النسل حتّى يستمرّ وجود النوع.

الإستراتيجية التي تتضمّن عناية أبوية تميّز في الأساس مخلوقات من فئة الطيور ومن فئة الثدييات. في هذه الأنواع الرقابة على الجيل القادم تبدأ منذ كون أفراد النسل أجنّة، وتستمرّ بعد خروجها إلى العالم. ترقد الطيور على البيض الذي وضعته، وبذلك تحميه من المفترِسات وكذلك توفّر للأجنّة درجة الحرارة الثابتة التي تلائم تطوّرها. بعد الفقس أيضًا يستمرّ الأبوان في العناية بأفراد نسلهما.

تقدّم الثدييات لأفراد نسلها عناية مخلصة للغاية. عندما تكون أجنّة، تتطوّر داخل جسم الأمّ المحميّ والدافئ والمغذّي. عندما تكون جراءً حديثة السنّ تحصل منها على الغذاء (ترضع الحليب من أثدائها، ومن هنا جاء اسمها)، وكذلك في المراحل اللاحقة من نموّها، تحوز أفراد النسل على رقابة وتتعلّم من الأبوين السلوكيات الضرورية لبقائها.

العناية التي تستمرّ لأطول وقت تميّز النوع البشري. تشمل العناية تزويد الاحتياجات الجسدية والنفسية وكذلك عمليات تعليم- تعلّم طويلة.

من المثير للاهتمام فحص العناية الأبوية لدى الطيور التي تعتني بالأفراخ، بالمقارنة مع الطيور التي تعتني بالصيصان.

الفرخ هو فرد نسل يفقس من البيضة أعمى وعاريًا وبلا حيلة. تتعلّق الأفراخ كلّيًا بأبويها، التي تُطعمها وتدفئها وتحافظ عليها.

الصوص يفقس من البيضة مفتوح العينين، ومغطًّى بالزغب. وهو أكثر استقلالية من الفرخ: بعد وقت قصير من الفقس يخطو خلف أبويه، ويستطيع التقاط غذائه بقواه الذاتية، وفي بعض الأحيان فقط يحصل على التدفئة والحماية من أبويه.

أبوا الأفراخ يضعان البيض في أماكن يصعب الوصول إليها: على الأشجار (معظم العصافير المغرّدة واللقالق والحمام) أو على المرتفعات الصخرية (النسور وحمام الصخور). بهذه الطريقة تحمي البيض والأفراخ من المفترِسات. لهذا السبب عدد البيض الذي تضعه قليل نسبيًا. أبوا الصيصان (البطّ والإوزّ والحجل)، لا يضعان البيض في أماكن عالية (تتراكض الصيصان مباشرةً بعد فقسها من البيض، ويمكنها السقوط إلى الأسفل والتعرّض للإصابات). لهذا السبب معظمها يضع البيض على الأرض. إلاّ أنّ البيض وأفراد النسل على الأرض تتعرّض لأخطار كثيرة كالافتراس، ولذلك عدد البيض الذي يوضع يكون أكبر.

التطوّر بطريقة التحوّر عند البرمائيات والحشرات

لدى حيوانات كثيرة تكون أفراد النسل مشابهة جدًّا للأبوين. أحيانًا تكون ألوان جسمها مختلفة عن الأبوين، وأحيانًا ليس لديها قرنان مثل الأبوين، لكن يكفي النظر إلى أفراد النسل نظرة خاطفة لمعرفة أبويها. مقابل ذلك، لدى أنواع أخرى أفراد النسل لا تشبه الأبوين بتاتًا: ليس في شكلها ولا في غذائها ولا في بيئتها الحياتية. هذا التطوّر لأفراد النسل، الذي يتغيّر فيه شكل الجسم والغذاء الذي تتناوله، وأحيانًا تتغيّر أيضًا البيئة الحياتية، يسمّى **التحوّر**. أكثر أمثلة معروفة لحيوانات تتطوّر بطريقة التحوّر هي البرمائيات والحشرات.

تحوّر الحشرات

تتطوّر جميع الحشرات بطريقة التحوّر، جزء منها بطريقة **التحوّر الكامل** والجزء الآخر- **بالتحوّر الجزئي**. أمثلة للحشرات التي تتطوّر بطريقة التحوّر الكامل: الفراش، الذباب، الخنافس، البعوض، اليعسوب. تتضمّن دورة حياة هذه الحشرات أربع مراحل: بيضة، يرقة، شرنقة، بالغ. **اليرقة** التي تفقس من **البيضة** تقضي معظم وقتها في الأكل فيكبر جسمها، حتّى تتوقّف اليرقة عن الأكل في مرحلة معيّنة، وتتغلّف بما يشبه العلبة. هذه هي مرحلة **الشرنقة**. الناظر إلى الشرنقة يراها جامدة، لكن داخل "العلبة" تطرأ تغيّرات كبيرة، تخرج في نهايتها حشرة **بالغة** ذات أجنحة. الحشرة البالغة تختلف عن اليرقة التي فقست من البيضة في شكلها الخارجي وفي بيئتها الحياتية وفي غذائها. الحشرة البالغة فقط يمكنها التكاثر.

على سبيل المثال، تفقس اليرقات عند اليعسوب من البيض الذي تمّ وضعه في الماء، وهناك تنمو وتتحوّل إلى شرانق. الحشرات البالغة التي تخرج من الشرانق، تترك الماء وتطير في الهواء، حيث تجد قرينها، وبعد الإخصاب تضع الأنثى البيض في الماء. لذلك يرقة اليعسوب لا تشبه الحشرة البالغة: ليس في شكلها ولا في غذائها ولا في بيئتها الحياتية.

أمثلة لحشرات تتطوّر بالتحوّر الجزئي: الجراد الزاحف، الجنادب، فرس النبي. تتضمّن دورة حياة هذه الحشرات ثلاث مراحل: البيضة واليرقة والبالغ. يفقس من **البيضة** فرد نسل يشبه البالغ، لكنّه أصغر وعديم الأجنحة وأعضاؤه التناسلية غير ناضجة. يسمّى فرد النسل هذا **حورية**. مع مرور الزمن تكبر الحورية وتتحوّل إلى **بالغ**: ينمّي أجنحة وأعضاءً تناسلية يمكنها القيام بوظائفها.

ملاحظة: الحشرات عديمة الأجنحة لا تمرّ بتحوّر. تتطوّر بطريقة بسيطة: الصغار تتحوّل إلى كبار.

تحوّر البرمائيات

يتبع الضفدع والعلجوم للبرمائيات، التي تتطوّر بطريقة التحوّر. مراحل التطوّر هي: البيضة، الشرغوف، البالغ. تبدأ البرمائيات حياتها في الماء كشراغيف، بينما تعيش البالغة منها على اليابسة وفي الماء أيضًا. على سبيل المثال، لدى الضفدع، تفقس من **البيض شراغيف**، تشبه الأسماك الصغيرة أكثر ممّا تشبه الضفادع الصغيرة: تكون عديمة الأطراف وذات ذنب وتتنفّس بواسطة الخياشيم. الشراغيف نباتية. خلال تطوّرها، تتطوّر الأطراف ويقصر الذنب حتّى يختفي، وتتطوّر رئتان مكان الخياشيم. بعد حوالي ستّة أسابيع من فقسه، يتطوّر الشرغوف النباتي الذي يسبح في الماء إلى ضفدع يفترس الحشرات التي تعيش على اليابسة. الضفادع **البالغة** فقط هي التي يمكنها التكاثر.

التكنولوجيات التي تُستعمل لمتابعة تطوّر الجنين البشري

في أيّامنا، بفضل التطوّر التكنولوجي الحديث، يمكن متابعة تطوّر الجنين. **الأولترا ساوند**، الذي يعمل بواسطة الأمواج الصوتية، يمكّن مشاهدة تفاصيل الجنين: فحص أنّ التطوّر سليم وأنّ الأطراف كاملة، وحتّى معرفة جنسه. يمكّن **فحص ماء السّلى** فحص مادّة الجنين الوراثية: **الكروموسومات** التي في خلاياه (الكروموسومات المصابة تدلّ على عيوب وعلى أمراض مختلفة يمكن منعها) وفحص **الجينات** التي تحمل الأمراض. يمكن أيضًا في فحص ماء السّلى معرفة الجنس بصورة مؤكّدة.

في بعض الأحيان يولد الأطفال قبل إتمام تطوّرهم داخل الرحم (أي قبل أن أتمّوا تسعة أشهر الحمل)، وعندها يسمّون **خدائج**. يمكن القول إنّ الخدائج هم أجنّة موجودة خارج الرحم. في مثل هذه الحالات يساعدون الخدائج على إتمام تطوّرهم داخل جهاز حضانة الخدائج، يوفّر لهم درجة حرارة ورطوبة ملائمة وحماية من التلوّثات. يحصل الخدائج أيضًا على تغذية ملائمة وإذا دعت الحاجة يساعدونهم في التنفّس.

جنين النبتة

تتطوّر أجنّة النباتات كأجنّة الحيوانات من اللاقحة في عمليتين: انقسام الخلايا وتمايزها. تنقسم خلايا الجنين وتتنظّم في مجموعات، وتغيّر شكلها "وتتخصّص" في وظائفها الخاصّة. كأجنّة الحيوانات، أجنّة النباتات أيضًا تحتاج إلى الشروط الملائمة لمعيشتها: موادّ غذائية وماء وأوكسجين للتنفّس وحماية من الأخطار المختلفة (الإصابة والافتراس والجفاف). كيف تتحقّق هذه الشروط في النبتة؟

تتطوّر أجنّة النباتات **داخل جسم الأمّ**- داخل مبيض الزهرة، حيث حدث الإخصاب. بعد الإخصاب، تتطوّر البويضة المخصبة إلى **بذرة** يوجد داخلها **جنين وموادّ غذائية**. يتطوّر غلاف البويضة إلى قشرة البذرة. في نفس الوقت، يتطوّر المبيض إلى ثمرة، تغلّف البذور. لهذا السبب، تتمتّع أجنّة النباتات بحماية مضاعفة: بواسطة البذرة التي تتواجد داخلها وبواسطة الثمرة التي تتواجد البذور فيها.

تطوّر الجنين في النبتة، كتطوّر الجنين في الحيوانات، يتطلّب بيئة رطبة. هذه البيئة موجودة في مبيض الزهرة. لكن ليس كما في الحيوانات، في نهاية تطوّره، "لا يولد" جنين النبتة ويعيش حياة مستقلّة، وإنّما يدخل في "سبات"؛ كمّية الماء في البذرة تنخفض إلى حدّ تتوقّف فيه العمليات الحياتية تقريبًا؛ ويتوقّف انقسام الخلايا، ووتيرة التنفّس تتباطأ بمدى كبير. الجنين "الذي في السبات" يستهلك كمّية قليلة فقط من الموادّ والطاقة، ويحصل عليها من المخزون الغذائي الذي في البذرة. هناك أنواع من النباتات التي تستطيع بذورها أن تظلّ في سبات زمنًا متواصلاً جدًّا (حتّى عشرات السنين).

البذور (والجنين الذي في كلّ واحدة منها) تنفصل عن النبتة وتنتشر في المنطقة. هذه هي مرحلة **نشر البذور**. نشر البذور (الذي يكون أحيانًا لمسافات بعيدة) يتمّ بواسطة الرياح والماء والحيوانات المختلفة أو بواسطة آليات للنشر الذاتي. معظم البذور لا تنجح في الإنبات في البيئة الجديدة التي وصلت إليها لأنّها تفتقر للشروط الملائمة للإنبات (وعندئذ تجفّ كمّية كبيرة منها وتموت الأجنّة التي داخلها) أو بسبب الأخطار التي تتهدّدها (الحيوانات التي تأكلها أو الحرائق). لذلك (كما هي الحال في الحيوانات التي لا تحوز على عناية أبوية)، تُنتِج النباتات كمّيات كبيرة من البذور. البذور القليلة التي تنجح في البقاء و الإنبات والنموّ والتكاثر، هي تلك التي تؤدّي إلى استمرار النوع.

ما هي الشروط الملائمة للإنبات؟

يتعلّق الإنبات بعدّة عوامل بيئية، منها: كمّية الماء المتوافرة في التربة، درجة الحرارة، مدى الإضاءة، كمّية الأوكسجين في التربة.

تحتاج جميع البذور إلى الماء وإلى الأوكسجين في عملية الإنبات. يمكن أن يحدث الإنبات في مجال درجات حرارة محدّدة، يختلف من نوع إلى آخر من النباتات. على سبيل المثال، بذور القمح يمكنها الإنبات في درجات حرارة 3–43 درجة مئوية، بينما بذور الشمّام يمكنها الإنبات في درجات حرارة 16–50 درجة مئوية. تأثير الضوء على الإنبات أيضًا يختلف من نوع إلى آخر: هناك أنواع لا تبالي بالضوء (لا تحتاج إلى شروط إضاءة خاصّة) كالقمح؛ وهناك أنواع تحتاج إلى الضوء كمعظم النباتات التي يزرعها الإنسان ويحسّنها، وهناك أنواع تحتاج بالذات إلى الظلام، والضوء يعيق نبتها كالنرجس البحري.

تبدأ عملية الإنبات عندما تستوعب البذرة الماء وتنتفخ. يتجدّد انقسام خلايا الجنين الذي في البذرة بوتيرة كاملة، وتنبت. خلال تطوّر الجنين على بادرة، يتغذّى من المخزن الغذائي الموجود داخل البذرة. لذلك وظيفة المخزن الغذائي الذي في بذرة النبتة تشبه وظيفة المخزن الغذائي الذي في البيضة (عند الحيوانات): يستغلّه الجنين حتّى يصل إلى المرحلة التي يستطيع فيها فرد النسل الصغير إنتاج غذائه بنفسه (في النباتات– حتّى يبدأ في القيام بالتركيب الضوئي) أو تناول الأكل (في الحيوانات).

اقتراحات تدريسية

أ. وصف عملية التدريس

اعتبارات بناء تسلسل التدريس: موضوع "تطوّر الجنين وأفراد النسل" معدّ لنعرض أمام الطلاّب، العمليات الأساسية التي تشكّل جميع الأجنّة والشروط المطلوبة لتطوّرها والإستراتيجيات المختلفة لتربية أفراد النسل.

في هذا الفصل يتطرّق الطلاّب إلى تطوّر اللاقحة إلى جنين. يتعلّم الطلاّب في البداية عن العمليات التي تشكّل الجنين– انقسام الخلايا وتمايزها. يقارن الطلاّب بين أجنّة من فئات مختلفة ويتطرّقون إلى التشابه والاختلاف في احتياجاتها وفي مكان تطوّرها وفي استمرارية تطوّرها. بعد أن تعلّموا الأخطار التي تتهدّد الأجنّة وأفراد النسل، يتعرّفون على إستراتيجيات مختلفة للبقاء تتعلّق بعناية الأبوين. بالإضافة إلى ذلك، يطّلع الطلاّب على طرق تدخّل الإنسان في تطوّر الأجنّة لفائدته.

تسلسل التدريس

الدرس الأوّل: الشروط المطلوبة لتطوّر الجنين

نقترح البدء بتدريس الموضوع بنقاش حول السؤال: كيف يتطوّر **الجنين** من اللاقحة (البويضة المخصبة)؟ نعرض فروق الحجم بين اللاقحة والجنين الكامل. نشرح مبادئ **انقسام الخلايا وتمايزها وتطوّر الأعضاء** بواسطة مخطّطات وصور. بعد ذلك نقوم بعصف ذهني حول السؤال: ما الذي يحتاجه الجنين ليتطوّر؟ في الدروس التالية نشدّد بالنسبة لكلّ شكل تطوّر (في البيضة وفي الرحم وفي النباتات) على كيفية توفير هذه الاحتياجات للجنين. التشديد في هذا الدرس هو على التشابه في تطوّر جميع الأجنّة في الأنواع المختلفة: في العمليات التي تشكّل الجنين (انقسام الخلايا وتمايزها) وكذلك في الشروط المطلوبة لتطوّره.

الطلاّب الذي يجمعون معلومات لمجمّع "بروفيل المخلوق"، يتطرّقون في هذه المرحلة إلى تطوّر الجنين في المخلوق الحيّ الذي اختاروه، ويضيفون التفاصيل إلى المجمّع.

الدروس الثاني– الرابع: تطوّر الجنين داخل البيضة

نقوم بمشاهدة لبيضة الدجاج. نشخّص القشرة في البيضة، ونشخّص الأغشية وخلية التهوية والمخزن الغذائي. نتحدّث عن وظيفة كلّ جزء من أجزاء البيضة. نميّز بين بيض الحيوانات اليابسية وبيض الحيوانات البحرية. نصف طرق التفريخ الاصطناعي ونحلّل رسومًا بيانية تتطرّق إلى الشروط المطلوبة لتطوّر الأجنّة في البيض. يحلّل الطلاّب صورًا تتناول تحوّر الحشرات وتحوّر البرمائيات، ونتعرّف على مراحل التحوّر. يمكن في الموسم الملائم أن تعرضوا أمام الصفّ شرانق فراشات وشراغيف ضفدع أو علجوم.

الدرسان الخامس والسادس: تطوّر الجنين في الرحم

نحلّل صورًا لجنين إنسان في الرحم ونشخّص الرحم والمشيمة والحبل السّريّ وماء السّلى. نصف وظيفة كلّ واحد منها في سياق احتياجات الجنين.

نصف التغيّرات التي تطرأ على الجنين بواسطة صور. يمكن مقارنة صور جنين الإنسان مع صور أجنّة الثدييات الأخرى ومشاهدة التشابه والاختلاف بينها. نصف استخدام الأولترا ساوند، وفحص ماء السّلى وتنمية الخدائج في جهاز حضانة الخدائج. نتناول التشابه في مدّة الحمل للثدييات المختلفة وعدد أجنّتها ومدى تطوّرها والفروق بينها.

يستوضح الطلاّب بالنسبة لولادتهم– في أيّ أسبوع من الحمل ولدوا، ماذا كان وزنهم، قصص مثيرة للاهتمام عن ولادتهم وما شابه. (من المهمّ التأكّد مسبقًا بأنّه لا توجد أيّة مشاكل عائلية خاصّة تمنع هذه الفعالية.)

الدرسان السابع والثامن: الخروج إلى الدنيا والأخطار التي تهدّد أفراد النسل

نعرض **طرق الخروج إلى الدنيا**: وضع البيض وفقسه، التوالد، الإنجاب، الولادة. نتحدّث عن الأخطار التي تهدّد الأجنّة (في البيض وفي داخل الرحم)، وأفراد النسل.

نحضّر جدول مقارنة، نركّز فيه معلومات عن عدد أفراد النسل وعن مدى عناية الأبوين عند حيوانات من فئات مختلفة. لهذا الغرض نستعين بقطع معلومات من الكتب التعليمية أو نعتمد على المعلومات التي تمّ جمعها في المجمّع، لتكوين بروفيل المخلوق المختار.

جدول: عدد أفراد نسل الحيوانات

الحيوان	الفئة	عدد أفراد النسل التي ينجبها الحيوان[1]	عناية أبوية توجد/ لا توجد

نطلب من الطلاّب أن يرتّبوا الحيوانات حسب الفئات: الحشرات، الأسماك، البرمائيات، الزواحف، الطيور، الثدييات، وأن يفحصوا:

1. هل هناك علاقة بين عدد أفراد نسل الحيوان وبين الفئة التي يتبع إليها؟
2. هل هناك علاقة بين عدد أفراد النسل وبين مدى العناية الأبوية؟

نوصي بأن يشاهد الطلاّب أفلامًا قصيرة تتناول تقليد العناية الأبوية من برنامج **مستشفى الحيوانات**:

[1] يعبّر هذا العدد عن **العدد المفترَض** لأفراد نسل الحيوان في السنة. ليس بإمكان كلّ فرد أن ينجب جميع أفراد النسل هذه.

أ. بناء أبراج تعشيش للنورس، لتتمكّن من التعشيش بدون التعرّض للأخطار، وكذلك استعمال دمى نورس، لإغراء النورس للتعشيش.

ب. أفراخ من حولنا، عن تربية الأفراخ اليتامى.

ج. يتيمات مع أشواك، عن العناية بجراء النيص.

د. تأهيل شوكي، عن العناية بجراء قنافذ الرمال.

هـ. أفراخ الهدهد، التي تمّ إطلاقها إلى الطبيعة بعد تربيتها في الحَجْر.

الدرسان التاسع والعاشر: تطوّر الجنين في النباتات

نحضر إلى الصفّ **بذورًا** من أنواع مختلفة (أبوكادو، عبّاد الشمس، ترمس، بازيلاء، فاصولياء، فستق وغيرها). نشخّص القشرة والجنين (الجذير والسويق) والمخزن الغذائي في البذور المختلفة، ونتحدّث عن وظائف هذه الأجزاء.

نحضر ثمارًا من أنواع مختلفة: ذات بذرة واحدة، متعدّدة البذور، عصارية، جافّة، ثمارًا يأكلها الإنسان، ثمارًا لا يأكلها الإنسان، ثمارًا اعتدنا على تسميتها خضروات في حياتنا اليومية (البنادورة، الخيار– من المهمّ أن يرى الطلاّب البذور التي داخلها). نصف العلاقة بين الثمرة والبذرة ونشخّص البذور– حجمها وعددها ومكانها في الثمرة. يمكن الاستعانة بفعالية **الإخصاب في النبتة**، التي في موقع **أوفق للعلوم والتكنولوجيا في المدارس الإعدادية**– نرى في هذه الفعالية الانتقال من الزهرة إلى الثمرة، وتطوّر البذور داخل الثمرة.

نتحدّث عن طرق **نشر البذور**. يمكن القيام بفعالية محوسبة في هذا الموضوع، في فصل **نشر البذور** الذي في موقع **دورة التكاثر**.

نصف الشروط المطلوبة **لنبت البذور**. يجنّد إنبات بذور في الصفّ، بحيث تفحص كلّ مجموعة شروطًا مختلفة للإنبات (الضوء والماء ودرجة الحرارة وملوحة التربة وغير ذلك)، وفي نهاية العملية نصف النتائج ونستنتج استنتاجات. من الجدير التحدّث عن مراحل البحث المختلفة وعن المصطلحات: عوامل ثابتة، إعادات، ضابط. الطلاّب الذين مستواهم عالٍ يمكنهم تخطيط مراحل التجربة بأنفسهم.

الصعوبات المميّزة

1. يجد الطلاّب صعوبة في التمييز بين انقسام الخلايا ونموّ وتمايز الخلايا. يعتقد الطلاّب أنّ المخلوقات الحيّة تنمو لأنّ خلاياها تنمو (تتكاثر).
2. تطرأ بلبلة لدى الطلاّب بين مصطلحَي **التلقيح ونشر البذور**. تعود هذه البلبلة إلى التشابه بين العمليتين: كلتاهما تعبّران عن طرق نقل حبيبات اللقاح أو البذور، كلتاهما تتمّان بواسطة الحيوانات أو الرياح أو ذاتيًا، في كلتيهما هناك ملاءمة بين المبنى والكمّية والشكل وبين طريقة النقل.
3. الطلاّب لا يفهمون أنّ نوى الثمار التي يأكلها الإنسان هي بذور النبتة.
4. يعتقد الطلاّب أنّ الحيوانات تخطّط واعيةً عدد أفراد النسل وإستراتيجية العناية بها.

ج. توصيات لمواجهة الصعوبات

1. يجب التشديد على الفرق بين انقسام الخلايا (إنتاج عدد أكبر من الخلايا) وبين تمايز الخلايا (تغيّر المبنى والوظيفة). ازدياد حجم الجسم يتمّ بواسطة انقسام الخلايا في عملية الميتوزا، كما تمّ تعلّمها في سياق التكاثر اللاتزاوجي. الفرق هو أنّ الخلايا التي تنقسم في التكاثر اللاتزاوجي تنفصل عن الأب وتصبح أفراد نسله، بينما الخلايا في الجنين تنقسم لكنّها تبقى مرتبطة ببعضها البعض. في التمايز، عدد الخلايا لا يتغيّر.

2. من الجدير المقارنة بوضوح بين عملية التلقيح وعملية نشر البذور، والتشديد على الاختلاف بينهما: توجد داخل حبيبات اللقاح خلايا تكاثرية ذكرية، بينما البذور هي نواتج الإخصاب، ويوجد فيها جنين ونسيج غذائي؛ تتكوّن حبيبات اللقاح والبذور في جزءين مختلفين من الزهرة (حبيبات اللقاح في السداة والبذور في المبيض) وتُنقَل إلى أماكن مختلفة (حبيبات اللقاح تُنقَل إلى أزهار أخرى، والبذور تُنشَر في البيئة وأحيانًا في مناطق حياتية أخرى).
3. يجنّد إحضار ثمار مختلفة إلى الصفّ، وإتاحة الفرصة للطلاّب لمشاهدة البذور التي داخلها: ثمار ذات بذرة واحدة وثمار متعدّدة الثمار وثمار عصارية وجافّة، وثمار يأكلها الإنسان وثمار لا يأكلها.
4. يجب التشديد على أنّ الملاءمة بين إستراتيجية العناية الأبوية وبين عدد أفراد النسل هي ليست نتيجة لتخطيط وإنّما أفضلية تطوّرية: الأنواع التي لا تحظى بعناية أبوية تُنجب عددًا أكبر من أفراد النسل، ولكن بسبب عدم وجود العناية الأبوية لا ينجح عدد كبير منها في البقاء. الأنواع التي تحظى بعناية أبوية تنجب عددًا قليلاً من أفراد النسل، ولكن بسبب العناية الأبوية ينجح عدد كبير منها في البقاء. فرد النسل الذي لا يسلك الطريق الملائم لا ينجح في البقاء.

جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

الساعات الموصى بها: عشر ساعات

الموضوع	مصطلحات وأفكار	مهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	مهمّات تقييمية
الشروط المطلوبة لتطوّر الجنين	– بويضة مخصبة – جنين – انقسام الخلايا – تمايز الخلايا – تطوّر الأعضاء – بيئة مائية	– نقاش – تحليل رسم توضيحي – جمع ومعالجة معلومات (إضافة إلى مجمّع المخلوق المختار)	– **نقاش:** كيف يتطوّر الجنين من البويضة المخصبة؟ – **تحليل صور** تتناول انقسامات الخلايا وتمايزها – **نقاش:** ما الذي يحتاجه الجنين ليتطوّر؟ – **جمع معلومات** عن تطوّر الجنين والعناية بأفراد النسل، معالجة المعلومات وإضافتها إلى مجمّع المخلوق المختار	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 102–103, 113 - סרט ב־youtube: **שלבים ראשונים בהתפתחות העובר באדם** - סרט ב־youtube: **הפריה ושלבים ראשונים בהתפתחות העובר**	
تطوّر الجنين داخل البيضة	– بيضة – صفار البيض – ماء السّلى – وضع البيض – رقود – تفريخ اصطناعي	– مشاهدة مادّة حيّة – مقارنة – تحليل رسوم بيانية	– **مشاهدة** بيضة دجاجة وتشخيص الأجزاء والوظائف – **مقارنة** بين مبنى بيض الحيوانات – **تحليل رسوم بيانية** تتناول شروط التفريخ الاصطناعي	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 126–132 - **תמונות עוברים בביצה**	
تطوّر الجنين في الرحم	– رحم – حمل – مشيمة – الحبل السّريّ – ماء السّلى – تبادل الغازات – إنجاب – ولادة – أولترا ساوند – فحص ماء	– تحليل رسم توضيحي – مقابلة – نقاش – مقارنة – جمع معلومات من قطع ومعالجتها – تنظيم معلومات في جدول	– **تحليل صور وأفلام:** الجنين، تطوّر أعضائه ووظائفها – **جمع معلومات:** مقابلة مع أمّهات عن الولادة والعناية بالطفل الرضيع – **نقاش** حول الأخطار التي تتهدّد الأجنّة وأفراد النسل – **مقارنة:** وضع البيض والفقس، التوالد، الإنجاب والولادة – **عمل جماعي:** جمع	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 110–116, 134–137, 161–164 - פעילות מתוקשבת בפרק **צאצאים באים לעולם** שבאתר **מחזור הרבייה** - פעילויות 2: **מספר הצאצאים של בעלי חיים** (בערכה זו) - כתבות וידאו – בית חולים לחיות, על פי הפירוט ברצף ההוראה - סרט ב־youtube: **שלבי התפתחות עובר ברחם** - סרטון: **המלטת פנדה** - סרטון: **יען שומר על הביצים**	

	السّلى – خديج – جهاز حضانة الخدائج – تحوّر: بيضة، يرقة، شرنقة، بالغ	– حجاج	معلومات عن عدد أفراد النسل والعناية بها، وبناء **جدول إجمالي** – **استنتاجات**: العلاقة بين عدد أفراد النسل والعناية الأبوية – **تحليل صور**: تحوّر الحشرات والبرمائيات– البيئة الحياتية، مبنى الجسم، الغذاء والخصوبة		
تطوّر الجنين عند النباتات	– بذرة – جنين – نسيج غذائي – ثمرة – سبات – نشر البذور – نَبْت	– مشاهدة مادّة حيّة – حجاج – تخطيط وإجراء تجربة	– **مشاهدة**: البذور والثمار وتشخيص أجزاء البذرة – **فعالية محوسبة** في موضوع نشر البذور – **استنتاجات**: العلاقة بين شكل البذرة وطريقة نشرها – **تخطيط وإجراء تجارب**: شروط الإنبات	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 103–108, 165–174 - הפרק **הפצת זרעים** באתר **מחזור הרבייה** - הפרק **הפריה בצמח** באתר **אופק לחט"ב** - הפעילות **מרבים את צמחי המרפא**	

فعاليات

الفعالية رقم 2: عدد أفراد نسل الحيوانات

أمامكم جدول يتضمّن معطيات عن أفراد نسل حيوانات من فئات مختلفة. تمعّنوا في المعطيات التي ترد في الجدول، وأجيبوا عن السؤالين اللذين يليانه.

الحيوان	الفئة	معدّل عدد أفراد النسل التي ينجبها الحيوان في السنة	عناية أبوية
الإنسان	الثدييات	فرد نسل واحد، مرّة في السنة	توجد
سمك مشط الجليل	الأسماك	حوالي 750 فرد نسل في وضعة البيض (مرّة وضع البيض)، مرّة في السنة	توجد
البطّة	الطيور	8–10 بيضات في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
اللقلق	الطيور	3 بيضات في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
سمك التونا الأزرق الزعانف	الأسماك	ملايين البيضات في وضعة البيض، عدّة مرّات في السنة	لا توجد
الحمامة	الطيور	بيضتان في وضعة البيض، 3 مرّات في السنة	توجد
النسر	الطيور	بيضة واحدة في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
الزقزاق (طير مائي)	الطيور	3–4 بيضات في وضعة البيض، 4 مرّات في السنة	توجد
الفيل	الثدييات	فرد نسل واحد في الإنجاب، مرّة كلّ 5 سنوات	توجد
الفأر	الثدييات	حوالي 5 أفراد نسل في الإنجاب، عدّة مرّات في السنة	توجد
سلحفاة البحر الخضراء	الزواحف	حوالي 200 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
الأفعى	الزواحف	حوالي 20 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
العلجوم	البرمائيات	حوالي 5000 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
سمك الشبّوط	الأسماك	حوالي 200000 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد

الأسئلة:

1. كما لاحظنا في الجدول، تستطيع معظم الحيوانات إنجاب أكثر من فردَي نسل للزوجين في كلّ موسم تكاثر. لذلك تستطيع خلال حياتها إنجاب عدد كبير من أفراد النسل. لكنّ الكثير من العشائر في الطبيعة لا تزداد، بل تبقى مستقرّة (تقريبًا) على مرّ السنين. فسّروا التناقض بين هاتين الحقيقتين.
2. **أ.** رتّبوا الحيوانات التي في الجدول أعلاه في جدول جديد، حسب عدد أفراد النسل التي تستطيع إنجابها في السنة– من أكبر عدد إلى أصغر عدد.

   ب. حسب الجدول الذي قمتم بترتيبه، قوموا بصياغة حجاج عن العلاقة بين عدد أفراد نسل الحيوان وبين فئتها والعناية الأبوية.

   تذكّروا: **الحجاج= ادّعاء + تعليلات.**

إجابات للفعالية رقم 2

1. لا تنجح جميع الأجنّة في الفقس أو الولادة، ولا تنجح جميع أفراد النسل في البقاء والوصول إلى البلوغ. عدد كبير منها يُفترَس أو يموت بسبب عدم وجود الملجأ أو الغذاء وما شابه.
2. أ.

الحيوان	الفئة	معدّل عدد أفراد النسل التي ينجبها الحيوان في السنة	عناية أبوية
سمك التونا الأزرق الزعانف	الأسماك	ملايين البيضات في وضعة البيض، عدّة مرّات في السنة	لا توجد
سمك الشبّوط	الأسماك	حوالي 200000 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
العلجوم	البرمائيات	حوالي 5000 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
سمك مشط الجليل	الأسماك	حوالي 750 فرد نسل في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
سلحفاة البحر الخضراء	الزواحف	حوالي 200 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
الأفعى	الزواحف	حوالي 20 بيضة في وضعة البيض، مرّة في السنة	لا توجد
الزقزاق (طير مائي)	الطيور	3–4 بيضات في وضعة البيض، 4 مرّات في السنة	توجد
البطّة	الطيور	8–10 بيضات في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
الحمامة	الطيور	بيضتان في وضعة البيض، 3 مرّات في السنة	توجد
اللقلق	الطيور	3 بيضات في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
النسر	الطيور	بيضة واحدة في وضعة البيض، مرّة في السنة	توجد
الفأر	الثدييات	حوالي 5 أفراد نسل في الإنجاب، عدّة مرّات في السنة	توجد
الإنسان	الثدييات	فرد نسل واحد، مرّة في السنة	توجد
الفيل	الثدييات	فرد نسل واحد في الإنجاب، مرّة كلّ 5 سنوات	توجد

ب. اعتمادًا على الجدول المرتّب، يبدو أنّه كلّما كانت الفئة أكثر تطوّرًا، طرأ انخفاض على عدد أفراد النسل التي يستطيع الأبوان إنجابها في السنة، وارتفاع في العناية الأبوية بأفراد النسل. في الأنواع التي لا تحظى بعناية أبوية (الأسماك والبرمائيات)، عدد أفراد النسل كبير للغاية. بهذه الطريقة تزداد احتمالات بقاء بعض أفراد النسل على الأقلّ، رغم الشروط البيئية وخطر الافتراس. في الأنواع التي تحظى بعناية أبوية تحمي أفراد النسل من الأخطار المختلفة، عدد أفراد النسل قليل وفي بعض الأحيان يكون فرد نسل واحد فقط.

الموضوع الفرعي 4: البلوغ والعثور على قرين

الأهداف (في مجالَي المضمون والمهارات)

- أن يميّز الطلاّب بين العلامات الجنسية الأوّلية والعلامات الجنسية الثانوية.
- أن يربط الطلاّب بين الهورمونات الجنسية وهورمون النموّ وبين عمليّتَي نموّ وبلوغ الجسم.
- أن يستنتج الطلاّب استنتاجات من نتائج تجربة فحصت الاتّصال بين دود القزّ بهدف العثور على قرين.
- أن يحلّل الطلاّب مخطّطًا يتناول دورة الإباضة والطمث وأن يتعرّفوا على مراحل الدورة.
- أن يفهم الطلاّب أنّ الحيوانات تتكاثر في المواقيت (المواعيد) التي تكون فيها احتمالات بقاء أفراد النسل وبلوغها هي الأكبر.
- أن يفهم الطلاّب أنّ النباتات تُزهر في المواقيت التي تكون فيها احتمالات نجاح التلقيح هي الأكبر.
- أن يحلّل الطلاّب صورًا تتناول التغيّرات الجسمانية عند الحيوانات في موسم المغازلة، وأن يتعرّفوا على تنوّع قنوات الاتّصال التي تستعملها الحيوانات للعثور على قرين للتكاثر.
- أن يشخّص الطلاّب وظائف المغازلة: تشخيص نوع (species) القرينين، فحص نضوجهما للتكاثر واختيار ذوات الصفات المحبّذة.

خلفية علمية

تنمو أفراد النسل وتصل إلى البلوغ. كيف يحدث ذلك؟ أيّة هورمونات تشارك في هاتين العمليتين؟ كيف يعثر الذكر على الأنثى وبالعكس، للتكاثر ولاستمرار وجود النوع؟

النموّ والبلوغ عند الإنسان

الطفل الرضيع الذي يأتي إلى هذه الدنيا ينمو، أي الخلايا التي في أنسجة جسمه تنقسم (في انقسام **الميتوزا**)، لكنّ وتيرة النموّ ليست ثابتة خلال كلّ الحياة. تزداد وتيرة النموّ قبيل مرحلة البلوغ، بين العاشرة والسادسة عشرة تقريبًا. يتأثّر النموّ بالهورمونات، خاصّةً **هورمون النموّ**، الذي ينتج في الدماغ ويُفرَز منه إلى تيّار الدم. عندما يتوزّع هذا الهورمون في الجسم يؤثّر في الأساس على نموّ العضلات والعظام. بعد جيل البلوغ، يطرأ تباطؤ على إفراز هورمون النموّ.

لكن عدا النموّ تطرأ على الجسم تغيّرات أخرى في مرحلة البلوغ. عندما يولد الطفل يميّز جهازه التكاثري جنسه– ذكرًا أو أنثى– ولذلك أعضاء جهاز التكاثر (على سبيل المثال، الرحم والمهبل عند البنات؛ الخصيتان والقضيب عند الأولاد) تسمّى: **العلامات الجنسية الأوّلية**. في جيل البلوغ، على أثر إفراز مستويات عالية من **الهورمونات الجنسية**، تظهر علامات جنسية أخرى، تسمّى: **العلامات الجنسية الثانوية**.

تظهر **العلامات الجنسية الثانوية عند الأولاد** في الثانية عشرة تقريبًا: تبدأ منطقة الصدر والكتفين في الاتّساع، تزداد كتلة العضلات، يكبر القضيب والخصيتان. في مرحلة لاحقة من عملية البلوغ، يغلظ الصوت وينبت شعر في منفرج الرّجلين وتحت الإبطين وعلى الوجه.

تظهر **العلامات الجنسية الثانوية عند البنات** في التاسعة أو العاشرة تقريبًا: يبدأ الثديان في النموّ، يتّسع الحوض، ينمو الرحم والمهبل وينبت شعر في منفرج الرّجلين وتحت الإبطين.

يمكن التمييز بين العلامات الجنسية الأوّلية والعلامات الجنسية الثانوية، إذا نظرنا إلى الذكر والأنثى اللذين يرتديان ملابسهما: جميع العلامات الجنسية الأوّلية تستتر خلف الملابس، بينما بعض العلامات الجنسية الثانوية تكون بادية للعين.

بالإضافة إلى ظهور العلامات الجنسية الثانوية، تؤدّي الهورمونات الجنسية إلى نضج جهاز التكاثر، التي لم تكن فعّالة حتّى جيل البلوغ، ومن هذه اللحظة فصاعدًا تكون متهيّئة (جاهزة) للقيام بوظيفتها في التكاثر:

يبدأ لدى الأولاد إنتاج الخلايا المنوية، الذي يستمرّ طوال الحياة.

تبدأ لدى البنات عملية نضوج البويضات في إطار الدورة الشهرية، التي تستمرّ طوال فترة الخصوبة، من سنّ البلوغ وحتّى سنّ الخمسين تقريبًا.

الجهاز التكاثري عند الرجل

للجهاز التكاثري عند الرجل وظيفتان أساسيتان:

1. إنتاج الخلايا التكاثرية الذكرية (الخلايا المنوية) والسائل المنوي، الذي يمكّن حركة الخلايا المنوية داخل الجهاز التكاثري الأنثوي.
2. إتاحة التزاوج، الذي تدخل فيه الخلايا المنوية إلى الجهاز التكاثري عند المرأة.

في الموضوع الفرعي "الإخصاب" الذي في هذه الوحدة، تعرّفنا تعرّفًا أوّليًا على الجهاز التكاثري عند الرجل، في سياق إنتاج الخلايا التكاثرية (الخصيتين). في هذه المرحلة من التعلّم سنتعلّم عن الجهاز بتفصيل أكبر:

الخصيتان– تنتج فيهما الخلايا التكاثرية الذكرية (الخلايا المنوية). تحوي الخصيتان أيضًا خلايا تُفرِز الهورمون الجنسي **تستوسترون**، الذي يؤثّر على نضوج الجهاز التكاثري وعلى ظهور العلامات الجنسية الثانوية. خصيتا الرجل موجودتان خارج الجسم. يعود السبب في ذلك إلى أنّ تطوّر الخلايا المنوية في درجة حرارة الجسم (حوالي 37 درجة مئوية) يمكن أن يتضرّر، بينما في درجة الحرارة الأقلّ التي تسود في كيس الخصيتين (حوالي 35 درجة مئوية)، تتطوّر الخلايا المنوية على أفضل وجه.

غدّة البربخ– أنبوب دقيق وطويل ومتفرّع، يمكن أن يصل طوله إلى ستّة أمتار! تُنهي الخلايا المنوية نضوجها فيه، وتُخزَن فيه إلى أن يتمّ قذفها إلى خارج الجسم.

أنبوب الخلايا المنوية– ينقل الخلايا المنوية من غدّة البربخ إلى القضيب.

غدّتا السائل المنوي (البروستاتا وغدّة كوبر)– غدّتان تُفرِزان السائل المنوي الذي تتحرّك فيه الخلايا المنوية.

الحالب– أنبوب ينقل السائل المنوي مع الخلايا المنوية التي داخله إلى خارج جسم الذكر. يستعمل أيضًا لإفراز البول. عندما تُقذَف الخلايا المنوية، تنقبض العضلات التي تسدّ فتحة حوصلة البول، وتمنع إفراز البول في نفس الوقت.

محاكاة حاسوبية فعّالة **للجهاز التكاثري عند الرجل** موجودة في موقع **أفاق للعلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية** وفي موقع **دورة التكاثر**.

الجهاز التكاثري عند المرأة

للجهاز التكاثري عند المرأة ثلاث وظائف أساسية:

1. إنتاج الخلايا التكاثرية الأنثوية (البويضات).
2. توفير بيئة ملائمة للإخصاب (للقاء البويضة مع الخلية المنوية).
3. إتاحة تطوّر الجنين حتّى ولادته.

تعرّفنا في الموضوع الفرعي "الإخصاب" تعرّفًا أوّليًا على الجهاز التكاثري عند المرأة، في سياق إنتاج البويضات في المبيض وتحرّكها إلى قناة فالوب، حيث يحدث الإخصاب. في هذه المرحلة من التعلّم سنتعلّم عن الجهاز بتفصيل أكبر:

جميع أعضاء الجهاز التكاثري عند المرأة موجودة داخل الجسم، ومحمية جيّدًا من الإصابات الخارجية.

المبيض– تتكوّن فيه الخلايا التكاثرية الأنثوية (خلايا البويضة، التي تسمّى عند الإنسان بويضات). يُفرِز المبيض أيضًا الهورمونين الجنسيين الأنثويين– **الأستروجين والبروجسترون**، اللذين يؤثّران على نضج الجهاز التكاثري وعلى ظهور العلامات الجنسية الثانوية. بخلاف الرجال، الخلايا التكاثرية عند المرأة تكون قد تكوّنت وهي في رحم أمّها. في مبيض الطفلات الرضيعات يوجد حوالي نصف مليون بويضة، لكنّها غير ناضجة. في سنّ البلوغ تبدأ الدورة الشهرية (انظروا تفصيلاً لاحقًا)، وتنضج خلالها بويضة واحدة كلّ شهر.

قناتا فالوب– تسمّيان أنبوبَي البويضات. تستوعب قناة فالوب البويضة التي نضجت في المبيض وتنقلها باتّجاه الرحم. عندما تصل الخلايا المنوية إلى قناة فالوب تتواجد البويضة هناك، ويحدث الإخصاب.

الرحم– عضو عضلي؛ يتطوّر الجنين فيه بعد الإخصاب.

المهبل– قناة الولادة؛ تدخل الخلايا المنوية عن طريقه إلى جسم المرأة، والجنين يولد عن طريقه.

محاكاة حاسوبية فعّالة **للجهاز التكاثري عند المرأة** موجودة في موقع **أفاق للعلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية** وفي موقع **دورة التكاثر**.

الدورة الشهرية عند المرأة

لدى بني البشر، يمكن أن يحدث الإخصاب فقط في فترة قصيرة من الشهر: في الأيّام التي تنضج فيها البويضة في الجهاز التكاثري عند المرأة. تنضج بويضة واحدة في الشهر وتخرج من المبيض وتنتقل إلى قناة فالوب. تسمّى هذه العملية **إباضة**. إذا التقت البويضة في قناة فالوب بخلايا منوية يحدث إخصاب، وتتكوّن لاقحة تنقسم لإنتاج الجنين. ينتقل الجنين إلى الرحم، ويُزرَع داخل الطبقة المخاطية السميكة في الرحم. إذا لم يحدث إخصاب (هذا ما يحدث عادةً)، تتحرّك البويضة إلى الرحم وتتحلّل فيه. في هذه الحالة، تنفصل الطبقة المخاطية السميكة عن جدار الرحم وتتحلّل هي أيضًا، وتُفرَز عن طريق المهبل إلى خارج الجسم. انفصال الطبقة المخاطية عن جدار الرحم يرافقه نزيف، يسمّى **الطمث**. بعد مرور خمسة أيّام تقريبًا تبدأ بويضة جديدة في النضوج وتبدأ طبقة مخاطية في التغلّظ في الرحم، وتبدأ العملية من جديد، بصورة دورية. تستغرق كلّ دورة حوالي 28 يومًا، لذلك تسمّى: **الدورة الشهرية**. الهورمونان الجنسيان الأنثويان– **الأستروجين والبروجسترون**– يُفرَزان خلال الدورة الشهرية بكمّيات متغيّرة، وهما المسؤولان عن التغيّرات التي تطرأ على الجهاز التكاثري وعن المراحل المختلفة في الدورة الشهرية (كالإباضة وتغلّظ الطبقة المخاطية في الرحم وانفصالها عن جدار الرحم).

العملية دورية– ليس لها بداية ووسط ونهاية. لذلك تحدّد اعتباطيًا أنّ مرحلة الطمث (انفصال الطبقة المخاطية عن جدار الرحم) هي **الزمن 0**، أي زمن بداية الدورة الشهرية. في نهاية أيّام الطمث، الذي يستغرق **أسبوعًا تقريبًا**، تبدأ إحدى البويضات التي في المبيض بالنضوج، وهذا النضوج يستغرق أسبوعًا تقريبًا. في نفس الوقت تأخذ الطبقة المخاطية في التغلّظ، إلى أن تكون حاضرة لاستيعاب الجنين وبداية الحمل. **في اليوم الرابع عشر تقريبًا** من الدورة (بعد أسبوعين من البداية)، تحدث **الإباضة**. البويضة التي نضجت في هذا الشهر، تخرج من المبيض إلى قناة فالوب. الطبقة المخاطية تأخذ في التغلّظ أربعة عشر يومًا أخرى، لكن إذا لم يحدث إخصاب فإنّها تنفصل عن جدار الرحم وتبدأ الدورة من جديد. إذا حدث إخصاب وبدأ الحمل، تتوقّف الدورة الشهرية: لا يحدث طمث (الطبقة المخاطية التي تحذّر الجنين داخلها لا تنفصل عن جدار الرحم) ولا تحدث إباضة.

في بعض الأحيان لا يكون ظهور الطمث عند المراهقات منتظمًا في الفترة الأولى، لكنّه ينتظم مع الوقت.

محاكاة حاسوبية فعّالة **للدورة الشهرية** موجودة في موقع **أفاق للعلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية** وفي موقع **دورة التكاثر**.

البلوغ عند الحيوانات

الحيوانات كالإنسان تنمو وتصل إلى البلوغ، وأجهزتها التكاثرية أيضًا تنضج للقيام بوظيفتها في التكاثر. كما وتتطوّر لديها **علامات جنسية ثانوية** مع البلوغ، عادةً عند الذكر. أمثلة: ريش ذكر البطّ الملوّن وذنب الطاووس المعتدّ بنفسه وعُرف الديك الأحمر. هناك أنواع تبقى العلامات الجنسية لديها طوال حياة الحيوان (كلبدة الأسد مثلاً) وكذلك الإنسان؛ وتظهر العلامات الجنسية الثانوية لدى أنواع أخرى فقط قبيل موسم تكاثر الحيوان، وتختفي عند نهايته (على سبيل المثال، قرنا الأيل البالغ، اللذان ينموان قبيل كلّ موسم تكاثر ويتساقطان بعده).

لدى الكثير من الحيوانات هناك فرق بارز بين مظهر الذكر البالغ وبين مظهر الأنثى البالغة. تسمّى هذه الظاهرة **ثنائية الشكل الجنسي**.

موسم التكاثر

كي يحدث الإخصاب، يجب على الذكر والأنثى أن يكونا بالغين. صحيح أنّ البلوغ الجنسي هو شرط ضروري للتكاثر، لكنّه ليس الشرط الوحيد. لدى معظم المخلوقات الحيّة، لا يتمّ التكاثر في كلّ أيّام السنة وإنّما في موسم خاصّ فقط- **موسم التكاثر**. الشروط البيئية في هذا الموسم تكون ملائمة لإنجاب أفراد النسل وتزيد من احتمالات بقائها. الطقس المعتدل وتوافر الغذاء ضروريان لأفراد النسل وللأبوين أيضًا اللذين يعتنيان بها (في الحالات التي تشتمل على عناية أبوية، كما هي الحال عند الطيور التي ترقد على البيض وبعد ذلك تعتني بالأفراخ أو عند إناث الثدييات التي تُرضِع أفراد نسلها).

لتمثيل مبدأ الملاءمة بين موسم تكاثر الحيوان وبين الشروط في بيئته الحياتية، يمكن المقارنة بين موسمَي تكاثر الأيل الأحمر الذي يعيش في إنجلترا والوعل النوبي الذي يعيش في البلاد في النقب. يتمّ التزاوج لدى الحيوانين في نفس الفترة من السنة تقريبًا (تشرين الأوّل- تشرين الثاني)، لكنّ مدّة حمل الأنثيين وموسم الإنجاب يختلفان في الحالتين، بالملاءمة مع الشروط البيئية المختلفة: لدى الوعل، يستمرّ الحمل حوالي خمسة أشهر، بينما لدى الأيل الأحمر يستمرّ الحمل حوالي سبعة أشهر. لدى الوعول، التي تعيش في النقب الجافّ والحارّ، يحدث الإنجاب في الربيع (آذار- نيسان)، حيث تكون درجات الحرارة عالية (25-31 درجة مئوية)، لكنّها ليست عالية للغاية (تصل درجات الحرارة في الصيف إلى أربعين درجة مئوية بالمعدّل). تتوفّر في النقب في هذا الموسم نباتات برّية كثيرة، تشكّل غذاءً متوافرًا لأفراد النسل وللأبوين. بالمقابل، تعيش الأيائل في إنجلترا الباردة، وتنجب الإناث في الصيف (حزيران- تمّوز)، في الموسم الذي تكون فيه درجات الحرارة الأعلى في السنة (20-22 درجة مئوية). قبل موسم التكاثر وبعده أيضًا، تكون درجات الحرارة منخفضة للغاية والغذاء قليل والشروط أقلّ ملاءمة لتربية أفراد النسل.

في الأماكن التي تسود فيها حالة طقس مريحة والغذاء متوافر طوال السنة (على سبيل المثال، في المناطق الاستوائية بالقرب من خطّ الاستواء)، لا يكون موسم التكاثر بالنسبة للكثير من الحيوانات محصورًا في موسم معيّن، وإنّما يمتدّ على طول السنة.

ما الذي يوجّه دورات تكاثر الحيوانات المختلفة إلى الموسم الملائم؟

لا تتصرّف الحيوانات حسب دفتر اليوميات ولا تُجري حسابات لمعرفة موعد التكاثر. الذي يثير ويوجّه آليات التكاثر كلّ سنة هو الإشارات التي تستقبلها الحيوانات من البيئة: طول النهار، درجات حرارة البيئة أو الدمج بين العاملين. من المؤكّد أنّ الطلاّب يعرفون أنّ طول النهار ودرجات حرارة البيئة تتغيّر خلال السنة بصورة دورية. في الخريف- يقصر النهار (ويستطيل الليل)، وفي الربيع- يستطيل النهار (ويقصر الليل). في منطقة خطّ الاستواء فقط، طول النهار مساوٍ لطول الليل طوال السنة تقريبًا. الحيوانات أيضًا تشعر بهذه التغيّرات وتغيّر سلوكها وفقًا لذلك.

النموّ والبلوغ عند النباتات

كالحيوانات الحديثة السنّ، التي تنمو وتصل إلى البلوغ بتأثير الهورمونات المختلفة، كذلك بادرات النباتات تنمو وتتطوّر وتصبح نباتات بالغة بتأثير الهورمونات النباتية. كما هي الحال لدى الحيوانات، النباتات أيضًا يمكنها التكاثر بالتكاثر التزاوجي فقط بعد تطوّر أعضائها التناسلية، أي فقط بعد إزهار النبتة.

هل يوجد لدى النباتات أيضًا موسم للتكاثر؟

كما هي الحال لدى الحيوانات، هناك أنواع من النباتات تزهر طوال السنة، أو في مواعيد ليست ثابتة، وهناك أنواع نباتات تزهر في موسم ثابت. النباتات التي تزهر في موسم ثابت كلّ سنة، تستجيب للإشارات التي تستقبلها من البيئة، كطول النهار ودرجة حرارة البيئة وكمّية الماء المتوافر للنبتة (كمّية الأمطار التي تهطل).

تأثير طول النهار: توجد نباتات نهار طويل، التي تزهر عندما يستطيل النهار ويقصر الليل؛ وتوجد نباتات نهار قصير، التي تزهر عندما يستطيل الليل ويقصر النهار؛ وتوجد نباتات لا تبالي بطول النهار وهناك إشارات أخرى تؤثّر على إزهارها.

تأثير درجة الحرارة: توجد نباتات تحتاج إلى "وجبة برد" لتزهر (على سبيل المثال، تزهر الركفة فقط بعد أن تتعرّض النبتة [الدرنة المستترة تحت التربة، والبراعم الموجودة فيها] لدرجات حرارة منخفضة جدًّا). لذلك تبدأ هذه النباتات في الإزهار فقط بعد أوج الشتاء– وهكذا لا تتعرّض الأزهار لإصابات البرد. بالمقابل، هناك نباتات تحتاج إلى "وجبة حرّ" لتزهر (على سبيل المثال، نبات الأرُزّ).

العوامل المختلفة "توجّه" مواعيد إزهار النباتات إلى الفترات الأكثر ملاءمة للتكاثر. على سبيل المثال، يجب أن يحدث الإزهار في طقس مريح: درجات حرارة متطرّفة أو رياح قويّة يمكنها إصابة النباتات؛ في الأزهار التي يتمّ تلقيحها بواسطة الحشرات، يجب أن يكون الإزهار ملاءمًا للموسم الذي تكون فيه الملقّحات نشطة وما شابه. من المفهوم ضمنًا أنّ الموسم الأكثر ملاءمة للإزهار يختلف من بيئة حياتية إلى أخرى، حسب المناخ الذي يسود البيئة.

العثور على قرين

عندما يصل الذكر والأنثى إلى البلوغ، وتظهر في البيئة إشارات تؤذن بحلول موعد التكاثر، تبدأ المرحلة التي يبحث فيها الذكر والأنثى ويعثران عن بعضهما البعض. في أنواع كثيرة من الحيوانات، خاصّةً في الأنواع التي تتبع لفئات الطيور والزواحف والثدييات، الأنثى هي التي تختار القرين من بين جميع الذكور. يتمّ الاختيار في الكثير من الحالات في أعقاب عملية **المغازلة**، التي ترسل فيها الذكور رسائل إلى الإناث، وهي تستجيب لها. هذه عملية **الاتّصال**، التي يشير فيها الذكر والأنثى أحدهما للأخرى بأنّهما يتبعان لنفس النوع (species)، وأنّهما بالغان وحتّى ينسّقان موعد التكاثر. في الكثير من الحالات تُظهر الذكور صفاتها، والأنثى تختار أنجح هذه الذكور، أي الذكر الذي لديه أكبر احتمال لإنجاب أفراد نسل.

تستعمل أنواع مختلفة من الحيوانات طرق اتّصال مختلفة لتشخيص القرين الملائم: الاتّصال البصري، (الشكل، الحجم، اللون، الحركة)، أو الاتّصال الصوتي، أو الاتّصال الكيميائي (الرائحة).

المظهر الخارجي

في الأنواع ثنائية الشكل الجنسي، العلامات الجنسية الثانوية تبرز لدى الذكر بشكل خاصّ. يكون الذكر في الكثير من الحالات ملوّنًا ومزيّنًا. على سبيل المثال، أثناء المغازلة، يمدّ الطاووس الذكر ذيله كمروحة ورقية ويكشف عن البقع الجميلة التي على ريشه. وعادةً يهزّ الطاووس ذيله، بحيث تمنحه أشعّة الشمس التي تنكسر في ريشه بريقًا يجذب الأعين. ما الذي يجذب في ذيل الطاووس؟ ريشه الجميل، البريق، أو ربّما طوله؟ – اتّضح أنّ جميع الإجابات صحيحة.

عندما تظهر العلامات الجنسية الثانوية لدى الذكور قبيل موسم التكاثر فقط، تسمّى: **لباس التزاوج**. قبيل موسم التكاثر، يبدّل بطّ المندرين ريشه البنّي بريش ملوّن، وتنمو على رأس الأيائل قرون، وتظهر نواصٍ في رأس طير الغطّاس، ويتحوّل لون رأس حرذون سيناء من بنّي إلى أزرق. شكل الذكر وألوانه تشير للأنثى أنّه معافًى (لدى الذكر المريض الألوان باهتة، وقرونه مكسورة وغير ذلك) ومستعدّ للتكاثر.

الرقص

ترقص ذكور أنواع مختلفة أمام الأنثى رقصة مغازلة، وأحيانًا تبدو هذه الذكور وكأنّها في مسابقة للرقص. يتميّز كلّ نوع برقصة خاصّة، والأنثى تشخّص الذكر الذي من نوعها حسب رقصته. تدلّ القدرة على الرقص على اللياقة البدنية وعلى قدرة التنسيق الجيّدة والصحّة. الأفراد البالغة هي فقط التي ترقص، ومن هنا يدلّ الرقص ذاته على البلوغ. هناك أنواع يعتبر رقصها العامل لنضوج القدرة على التكاثر. لدى هذه الأنواع الذكر والأنثى يرقصان، وكلّ حركة رقص يقوم بها أحدهما تثير الآخر إلى أن يصلا إلى الاستعداد للتكاثر. أيّة مخلوقات حيّة تستعمل الرقص للمغازلة؟ بعض أنواع الأسماك والكثير من الطيور والعناكب وحتّى الصراصير.

الأصوات والأنغام

تُصدر ذكور من أنواع كثيرة أصواتًا تجذب الإناث. تُصدر أنواع كثيرة أصواتًا مختلفة. إصدار الأصوات يدلّ على البلوغ، ويمكن لشدّة الصوت أن تدلّ على حجم الذكر وعلى قوّته.

على سبيل المثال، تزيد الضفادع الذكور من شدّة نقيقها بواسطة نفخ أكياس جلدية في منطقة الخدّين. الذكور البالغة فقط هي التي تُصدر هذه الأصوات، وكلّما كان الذكر أكبر كان نقيقه أقوى، وعدد أكبر من الإناث تنجذب إليه. يُبلغ النقيق الإناث عن مكان الذكر ويدعوها إلى الحضور إليه. توجد لأنواع مختلفة من الضفادع أصوات نقيق مميّزة، وبهذه الطريقة تشخّص الأنثى الضفدع الذكر الذي من نوعها حسب نقيقه المميّز.

أيّة مخلوقات حيّة تستعمل الأصوات للمغازلة؟ الضفادع، العصافير المغرّدة، الفيلة، الحيتان، الصراصير، بعض أنواع القردة (كالقرد الصارخ) وغيرها.

تقديم الهدايا

تقدّم ذكور من أنواع مختلفة هدايا للإناث، لإظهار قدرتها على أن تكون قرناء ناجحة والعناية بأفراد النسل. على سبيل المثال، ذكر الحائك (عصفور) يبني عشًّا متطوّرًا على شكل كرة. يدلّ بناء العشّ على مهارة كبرى وعلى الخبرة. تتزاوج الإناث مع بناة الأعشاش الأكثر جاذبية، التي تكون عادةً الذكور الأكثر بلوغًا. الذكور التي لا تنجح في مهمّتها (الذكور حديثة السنّ مثلاً) لا تحظى بالإناث. تقدّم أنواع كثيرة من الطيور للإناث فريسة قامت باصطيادها. بهذه الطريقة يثبت الذكر قدرته على إعالة الأنثى وأفراد نسلها. وبالفعل، أثناء رقود الأنثى على البيض، يواصل الذكر إحضار الغذاء، ولاحقًا- للأفراخ الصغار أيضًا.

شجارات الذكور

لدى أنواع كثيرة من الحيوانات، يتشاجر الذكور والمنتصر يحظى بجميع الإناث. وسائل القتال متنوّعة: بعض الحيوانات تنطح بعضها بالقرون (الأيائل والغزلان والوعول)؛ حيوانات أخرى تتصادم وتجرح بعضها البعض بأسنانها القويّة ومخالبها الحادّة (فرس النهر وفيلة البحر والدببة والأسود)؛ الزرافات تتشاجر بأعناقها والسرطانات تتصارع فكّيها.

في حالات نادرة فقط ينتهي الشجار بموت أحد الطرفين. عادةً الذكر الذي يشعر بالضعف يتراجع وينسحب من المنطقة. يتمّ حسم الشجار في حالات كثيرة بدون قتال: الذكور "تقدّر" قوّة بعضها البعض، وتتعرّف على صفاتها. إذا اعترف أحدها بتفوّق خصمه، ينسحب بدون قتال. فقط في حالة عدم تنازل الطرفين، يبدأ الشجار.

المنتصر في الشجار هو الذكر الأقوى والأكبر والأكثر تصميمًا. بسبب أفضلية هذه الصفات في البقاء، وبسبب أنّ الأبوين ينقلان هذه الصفات إلى أفراد النسل، لذلك الإناث التي تتزاوج مع المنتصر في الشجار، تلد أفراد نسل تتمتّع بأفضلية في البقاء.

نشر الرائحة

الإناث عادةً هي التي تبثّ الرائحة وليس الذكور. تُفرِز إناث بالغة من أنواع كثيرة موادّ رائحة تسمّى **فرومونات** (فرومونات جنسية)، وعن طريقها تبلغ الذكور أنّها بالغة (الإناث حديثة السنّ لا تُفرِز فرومونات جنسية) وكما وتبلغ الذكور عن مكانها. لكلّ نوع فرومونه الخاصّ به.

كيف تستعمل الإناث "عطر الطبيعة"؟ إناث الفراش تبثّ الفرومونات في الهواء، وبذلك تجذب الذكور البعيدة. إناث الكثير من الثدييات (مثل: الأيائل والكلاب والفيلة والجمال) تُفرِز فرومونات من عضوها التناسلي وفي البول أيضًا، وإناث الأفاعي تشير بسبيل رائحة على الأرض.

اقتراحات تدريسية

أ. وصف عملية التدريس

اعتبارات بناء تسلسل التدريس: يتعلّم الطلاّب في الموضوع الفرعي "البلوغ والعثور على قرين" عن التغيّرات التي تطرأ على المخلوقات الحيّة في فترة البلوغ، قبيل مرحلة التكاثر، وعن الاتّصال بين الذكور والإناث في فترة التكاثر. في إطار التعلّم عن البلوغ عند الإنسان، يتعلّم الطلاّب عن جهاز تكاثر الذكر والأنثى، وهناك عرض لدورة الإباضة والطمث.

تسلسل التدريس

الدرس الأوّل: التغيّرات في فترة البلوغ

نقترح البدء في تدريس الموضوع بنقاش حول السؤال: ما هي **التغيّرات** التي تطرأ على جسم الطلاّب في **سنّ البلوغ** (**المراهقة**)؟ نكتب إجابات الطلاّب على اللوح، وبقصد نكوّن على اللوح منطقتين- العلامات الجنسية **الأوّلية والثانوية**. في نهاية النقاش نعمّم الأمثلة إلى تعريفات.

نربط بين التغيّرات الجسمانية **والهورمونات** التي تسبّب هذه التغيّرات.

الدرس الثاني: الدورة الشهرية

نقوم بفعالية محوسبة أو نشاهد محاكاة حاسوبية في موضوع **دورة الهورمونات والإباضة** عند المرأة، ونتطرّق إلى التغيّرات التي تحدث في الرحم تمهيدًا للإخصاب وللحمل ولحالة عدم حدوث الإخصاب.

محاكاة حاسوبية فعّالة **للدورة الشهرية** موجودة في موقع **دورة التكاثر** وفي موقع **أفاق للعلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية**.

إذا لم يكن هناك مانع للتطرّق إلى موضوع تنظيم الأسرة، من الجدير تناوله والإشارة إلى الحاجة لوسائل المنع وكيف تمنع الحمل، كما يمكن التطرّق إلى الأمراض الجنسية وكيفية تجنّب العدوى بها.

يجب إبداء حساسية كبيرة في هذه المواضيع، وإتاحة الفرصة للطلاّب بطرح أسئلة كتابيًا (حتّى بدون ذكر الاسم) وليس شفهيًا فقط.

الدرس الثالث: العثور على قرين عند الحيوانات

نتعرّف على طرق الاتّصال بين الحيوانات في مواسم التكاثر عن طريق الصور وقطع المعلومات والفصل **المغازلة والانجذاب** في الموقع **جميع ألوان الطيف في شبكة الإنترنت** وأفلام youtube: **إشارات** بواسطة المرآة والرائحة والأصوات والرقص وشجارات الذكور أو تقديم الهدايا.

نقوم بعصف ذهني ونناقش السؤال: ماذا يحدث لو **لم** تكن طريقة للمغازلة تميّز كلّ نوع عن الآخر؟

نتعرّف على أمثلة لطرق مغازلة مميّزة للنوع:

- زقزقة العصافير المغرّدة (لكلّ نوع "تغريده" الخاصّ به، الذي يميّزه عن سائر الأنواع. بذلك تشخّص الإناث "ذكورها"؛ كذلك الأمر في نقيق الضفادع).
- فرومونات مميّزة (على سبيل المثال، لكلّ نوع فراش الفرومون الخاصّ به).
- رقصات مغازلة مميّزة.

نحلّل التجربة التي تصف الاتّصال عن طريق الفرومونات بين دود القزّ (في الكتاب **التكاثر والتطوّر في المخلوقات الحيّة** (ص 44-45): نناقش أسئلة البحث والعوامل الثابتة والمجموعات الضابطة ووصف النتائج والاستنتاجات.

الدرس الرابع: النموّ والبلوغ عند النباتات

نناقش السؤال: هل هناك موسم لتكاثر النباتات؟ ما الذي يميّز موسم الإزهار وبماذا يتعلّق (طول النهار وكمّية الماء ودرجة الحرارة)؟ ما هي أهمّية تزامن موسم الإزهار مع الموسم الذي تنشط الملقّحات فيه في البيئة الحياتية؟

نحلّل قطعًا تتناول هذه المواضيع مثل المهمّة: "إزهار الأزهار الحمراء" في الكتاب **التكاثر والتطوّر في المخلوقات الحيّة** (ص 91-92)، أو "التينة اليانعة" (ص 185-186).

ب. الصعوبات المميّزة

1. يشعر الطلاّب في أغلب الحالات بارتباك شديد في تعلّم موضوع التكاثر، خاصّةً التكاثر عند الإنسان. يمكن أن ينعكس هذا الارتباك بطرق مختلفة، بما فيها عرقلة سير الدرس.
2. نستعمل بلغتنا اليومية كلمة "الدورة الشهرية"، ونقصد المصطلح البيولوجي "طمث". يجد الطلاّب صعوبة في النظر نظرة شاملة إلى عملية الإباضة والطمث، كعمليات تتكرّر كلّ شهر.

ج. توصيات لمواجهة الصعوبات

1. معالجة هذه المواضيع توجب إبداء حساسية مفرطة، خاصّةً لدى الطلاّب الذين لم يعتادوا على التحدّث عن هذه المواضيع علنًا وبحرّية. إذا دعت الحاجة، من الجدير إتاحة الفرصة للطلاّب للتعبير عن أنفسهم وطرح أسئلة كتابيًا، وليس شفهيًا فقط، وحتّى بدون ذكر الأسماء.
2. يمكن تعويد الطلاّب على استعمال الكلمات العلمية الصحيحة: دورة شهرية أو طمث، من خلال التشديد عليها والتمييز بين الكلمات العلمية والكلمات التي تُستعمل في الحياة اليومية.

   لفهم موضوع الدورية، من المهمّ تحليل **مخطّط دائري** يُبرز الدورية، والتطرّق في نفس الوقت إلى دلالة الكلمة "دورة" باللغة العربية ومنح أمثلة لدورات أخرى يعرفها الطلاّب.

جدول تخطيط التدريس– التعلّم– التقييم

الساعات الموصى بها: عشر ساعات

الموضوع	المصطلحات والأفكار	المهارات	فعاليات مفتاحية	توجيه إلى الكتب التعليمية	مهمّات تقييمية
التغيّرات في فترة البلوغ	– فترة البلوغ – العلامات الجنسية الأوّلية والثانوية – الهورمونات – النموّ والبلوغ	– نقاش – حجاج – جمع معلومات (إضافة معلومات إلى مجمّع المخلوق المختار) – تصنيف	– **نقاش**: التغيّرات الجسمانية في فترة البلوغ – **تصنيف**: العلامات الجنسية الأوّلية والثانوية – **جمع معلومات** عن بلوغ المخلوق المختار ومعالجتها وإضافتها إلى المجمّع	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 61–62, 151–164 - **מערכות הרבייה של הגבר ושל האישה**, באתר **אופק במדע וטכנולוגיה לחט"ב** ובאתר **מחזור הרבייה**	
الدورة الشهرية عند المرأة	– الدورة الشهرية – الطمث – الإباضة – تجذّر الجنين – الطبقة المخاطية في الرحم – الإخصاب – الحمل – الهورمونات	– تحليل مخطّطات – نقاش	– **تحليل مخطّط**: دورة الإباضة والطمث – **فعالية محوسبة**: دورة الإباضة والطمث – **نقاش**: تنظيم الأسرة، الحاجة لوسائل المنع، الأمراض الجنسية	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 63–65 - פעילות מתוקשבת: **מחזור ההורמונים והביוץ** באתר **מחזור הרבייה** ובאתר **אופק במדע וטכנולוגיה לחטיבות הביניים**	
العثور على قرين عند الحيوانات	– موسم التكاثر – المغازلة – طرق الاتّصال بين القرينين – ثنائي الشكل الجنسي – طول النهار	– جمع ومعالجة معلومات (إضافة معلومات إلى مجمّع المخلوق المختار) – حجاج – تحليل علمي	– **جمع معلومات** عن الاتّصال بين القرينين عند الحيوانات، بما فيها المخلوق المختار وإضافتها إلى المجمّع – **تصنيف المعلومات** حسب طرق الاتّصال	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 34–44, 43–45,176–177 - הפרק **חיזור ומשיכה** באתר **כל צבעי הקשת ברשת** - סרט ב-youtube: **חיזור בבעלי חיים** סרט נוסף ב-youtube: **חיזור בבעלי חיים**	

		تجربة	– **نقاش:** ماذا كان سيحدث لو لم تكن طريقة المغازلة مميّزة لكلّ نوع؟ **تحليل تجربة:** الاتّصال بين الذكور والإناث عند دود القزّ		
النموّ والبلوغ عند النباتات	– الإزهار – موسم الإزهار – طول النهار	– حجاج – تحليل معلومات من قطعة – تحليل تجارب واستنتاجات	– **نقاش:** موسم التكاثر في النباتات – **تحليل قطع معلومات** تتناول مواسم إزهار النباتات ذات الأزهار الحمراء والإزهار والتلقيح في التين	- *רבייה והתפתחות ביצורים חיים*, עמ' 91–92, 185–186	

موادّ تعليمية تتناول مضامين وحدة التدريس– التعلّم– التقييم في موضوع "التكاثر والوراثة"

- **רבייה והתפתחות ביצורים חיים**, האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך (2005).
- **גלגל החיים**, משולש המוחו״ט ואוניברסיטת תל־אביב, הוצאת רמות (1999).
- **חידת התורשה – מהדורה מורחבת ומעודכנת**, הוצאת מט״ח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית (2008).
- **רבייה בטבע – רבייה בצמחים ובבעלי חיים**, ספר לימוד לחטיבה העליונה, האגף לתכנון ופיתוח תכניות לימודים, משרד החינוך (2002).

مواقع في الإنترنت موصى بها وموادّ للإثراء للمعلّم وللطلاّب

اسم الموقع	عنوان الموقع
موقع **أفاق للعلوم والتكنولوجيا للمدارس الإعدادية**	ofekhigh.cet.ac.il
عالم التكاثر– كتاب في الإنترنت، في موقع **عناوين الكتب التعليمية**	http://www.school.kotar.co.il
المكتبة الافتراضية، في موقع **مطاح**	http://lib.cet.ac.il/pages/frontpage.asp
موقع **دورة التكاثر**، **مطاح**	science.cet.ac.il/science/reproduction
موقع **چناتيكا**، **مطاح**	science.cet.ac.il/science/genetics
موقع **براينبوف** (التكاثر والنموّ والتطوّر)	http://www.brainpop.co.il/search/results.weml

أسئلة تقييم

جدول مسح أسئلة التقييم

طرق التكاثر وتوريث الصفات

رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	نوع السؤال
.1	انتقال المادّة الوراثية		معرفة	مغلق
.2	انقسام الميتوزا والتكاثر اللاتزاوجي (اللاجنسي)		معرفة	مغلق
.3	التبرعم، التكاثر اللاتزاوجي		معرفة	مغلق
.4	التكاثر اللاتزاوجي		معرفة	مغلق
.5	التكاثر التزاوجي		معرفة	مغلق
.6	الانقسام الاختزالي	تحليل وتعليل	معرفة	مغلق
.7	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي		معرفة	مغلق
.8	المادّة الوراثية، نواة الخلية		معرفة	مغلق
.9	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	تحليل معطيات	معرفة	مغلق
.10	الكروموسومات، الجينات، الصفة		معرفة	مغلق
.11	الصفات الوراثية والمكتسبة	تحليل معطيات	معرفة	مغلق
.12	التدريج البيولوجي		معرفة	مغلق
.13	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	تحليل وتعليل	تطبيق	مغلق
.14	الصفات الوراثية والمكتسبة		تطبيق	مفتوح
.15	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	تعليل	تطبيق	مغلق/ مفتوح
.16	الصفات الوراثية والمكتسبة		تطبيق	مفتوح
.17	الحيّ أصله من الحيّ		تطبيق	مغلق

رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	نوع السؤال
.18	التكاثر والنوع		تطبيق	مغلق
.19	الانقسام الاختزالي	استنتاج	تطبيق	مغلق
.20	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	بناء حجاج	تعليل	مفتوح
.21	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	بناء حجاج	تعليل	مفتوح
.22	الانقسام الاختزالي	مقارنة وحجاج	تعليل	مفتوح
.23	التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	تحليل تجربة وجدول معطيات	تعليل	مفتوح
.24	التحسين والتكاثر التزاوجي	بناء حجاج	تعليل	مفتوح

الإخصاب

رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	نوع السؤال
.25	الإخصاب الخارجي، الإخصاب الداخلي		معرفة	مغلق
.26	الإخصاب عند النباتات، حبيبات اللقاح	تعليل	معرفة	مغلق، مفتوح
.27	الخلايا التكاثرية	مقارنة	معرفة	مغلق
.28	الإخصاب	تحليل تعليلات	معرفة	مغلق
.29	التلقيح		معرفة	مغلق
.30	زهرة أحادية الجنس وثنائية الجنس		معرفة	مغلق
.31	الإخصاب الداخلي والخارجي، التلقيح		معرفة	مغلق
.32	الخلايا التكاثرية عند الإنسان		معرفة	مغلق
.33	زهرة ثنائية الجنس		معرفة	مغلق

.34	الإخصاب الخارجي		معرفة	مغلق
.35	الأسدية		معرفة	مغلق
.36	الإخصاب		معرفة	مغلق
.37	الإخصاب الداخلي		معرفة	مغلق
.38	الإخصاب الداخلي		معرفة	مغلق
.39	التلقيح الاصطناعي، الإخصاب خارج الجسم		معرفة	مغلق
.40	الإخصاب في النباتات وفي الثدييات	مقارنة	معرفة	مغلق
.41	التكاثر عند النباتات، التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي	حجاج	معرفة	مفتوح
.42	الأعضاء التناسلية		معرفة	مفتوح
.43	الإخصاب خارج الجسم	تحليل تعليلات	تطبيق	مغلق
.44	الخلايا التكاثرية		تطبيق	مغلق
.45	الإخصاب الخارجي	استنتاجات	تطبيق	مغلق
.46	الخلايا التكاثرية	مقارنة	معرفة	مغلق
.47	التلقيح	تصنيف	معرفة	مغلق
.48	الإخصاب، التزاوج، العقم	تحليل تعليلات	تطبيق	مغلق
.49	التلقيح		تطبيق	مغلق
.50	التلقيح	حجاج	تطبيق	مفتوح
.51	تدخّل الإنسان في الإخصاب	مقارنة	تعليل	مفتوح
.52	الإخصاب الداخلي	حجاج	تعليل	مفتوح
.53	الإخصاب	حجاج	تعليل	مفتوح
.54	الأعضاء التناسلية	مقارنة	تعليل	مفتوح

.55	الإخصاب خارج الجسمي، الإخصاب الخارجي	حجاج	تعليل	مفتوح

تطوّر الجنين وأفراد النسل

رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	نوع السؤال
.56	التوالد		معرفة	مغلق
.57	التكاثر عند النباتات	ترتيب تسلسل	معرفة	مغلق
.58	الإخصاب وتطوّر الجنين عند الإنسان		معرفة	مغلق
.59	جنين الثدييات		معرفة	مغلق
.60	التحوّر في الحشرات	ترتيب تسلسل	معرفة	مغلق
.61	الجنين		معرفة	مغلق
.62	التكاثر في مجموعات نظامية مختلفة		معرفة	مغلق
.63	الإنجاب		معرفة	مغلق
.64	الجنين في النباتات		معرفة	مغلق
.65	الثمرة		معرفة	مغلق
.66	الثمرة والبذرة		معرفة	مغلق
.67	البذرة والخلايا المنوية		معرفة	مغلق
.68	التكاثر على اليابسة		معرفة	مغلق
.69	الإخصاب الداخلي		معرفة	مغلق
.70	التكاثر في مجموعات نظامية مختلفة	تحليل جدول واستنتاجات	تطبيق	مغلق، مفتوح
.71	الصوص، الفرخ	مقارنة	تطبيق	مفتوح
.72	الجنين داخل البيضة	حجاج	تعليل	مفتوح

.73	المشيمة		تعليل	مفتوح
.74	التكاثر في مجموعات نظامية مختلفة	تعليل	تعليل	مفتوح
.75	الإنجاب، التوالد، العناية بأفراد النسل	حجاج	تعليل	مفتوح
.76	التكاثر على اليابسة	حجاج	معرفة	مفتوح
.77	التفريخ الاصطناعي	تحليل جدول وحجاج	تعليل	مفتوح

البلوغ والعثور على قرين

رقم السؤال	المصطلحات	المهارات	المستوى الذهني	نوع السؤال
.78	الهورمونات الجنسية		معرفة	مفتوح
.79	الإباضة، الحمل، اللاقحة، التجذير	ترتيب تسلسل	معرفة	مغلق
.80	الجهاز التكاثري عند المرأة		معرفة	مغلق
.81	الجهاز التكاثري عند المرأة	تحليل رسم توضيحي	معرفة	مغلق
.82	الإباضة والدورة الشهرية	تحليل وتعليل	معرفة	مغلق
.83	الحمل والدورة الشهرية		معرفة	مغلق
.84	الطبقة المخاطية في الرحم		معرفة	مفتوح
.85	الطمث		معرفة	مفتوح
.86	الفرومونات		معرفة	مغلق
.87	شروط الإنبات		معرفة	مفتوح
.88	انتشار البذور		معرفة	مفتوح
.89	المغازلة		معرفة	مغلق

.90	البلوغ		معرفة	مغلق
.91	الفرومونات	تعليل	تطبيق	مغلق
.92	شروط الإنبات	تعليل	تطبيق	مفتوح
.93	المغازلة		تطبيق	مغلق
.94	انتشار البذور	استنتاجات	تطبيق	مغلق
.95	المغازلة		تطبيق	مغلق
.96	مواعيد التكاثر عند النباتات	بناء حجاج	تطبيق	مفتوح
.97	مواعيد التكاثر عند الحيوانات	تعليل	تطبيق	مغلق
.98	المغازلة	تحليل تجربة واستنتاجات	تعليل	مفتوح
.99	المغازلة	تعليل	تعليل	مفتوح

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 1: طرق التكاثر وتوريث الصفات

أسئلة تقييم في مستوى المعرفة والفهم

1. ممَّن تأتي المادّة الوراثية في البويضة المخصبة عند الإنسان؟
   أ. من بويضة الأمّ.
   ب. من الخلية المنوية من الأب.
   ج. من خلايا جسم الأمّ وجسم الأب
   د. من بويضة الأمّ ومن الخلية المنوية من الأب.
2. أشيروا إلى الجملة الصحيحة بالنسبة لانقسام الخلايا بالتكاثر اللاتزاوجي:
   أ. تنقسم الخلايا بانقسام اختزالي (ميوزا).
   ب. تنقسم الخلايا بانقسام ميتوزا.
   ج. لا يحدث انقسام للخلايا في هذا التكاثر.
   د. تنقسم الخلايا بطريقتَي الانقسام (الميتوزا والميوزا).
3. الهيدرا هي حيوان قريب من قناديل البحر. يصل طولها حتّى 2 سم وتعيش في الماء. تتكاثر الهيدرا بالتبرعم- "البرعم" الذي يخرج من جسمها يتطوّر ويصبح هيدرا مستقلّة. التبرعم هو مثال (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة):
   أ. للإخصاب.
   ب. للتكاثر التزاوجي.
   ج. للتكاثر اللاتزاوجي.
   د. جميع الإجابات غير صحيحة.
4. أيّ من المخلوقات التالية يتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي؟
   أ. البكتيريا.
   ب. السمكة.
   ج. الإنسان.
   د. شقائق النعمان.
5. أيّ مخلوقات تتكاثر بالتكاثر التزاوجي؟
   أ. الحيوانات فقط.
   ب. النباتات فقط.
   ج. الحيوانات والنباتات.
   د. جميع المخلوقات الحيّة.
6. كيف لا يتضاعف عدد الكروموسومات في البويضة المخصبة، ويكون مساويًا لعددها في خلايا جسم الأبوين، رغم اتّحاد خلية البويضة مع الخلية المنوية؟
   أ. لأنّه تحدث ميوزا أثناء إنتاج الخلية المنوية وخلية البويضة.
   ب. لأنّه تحدث ميتوزا أثناء إنتاج الخلية المنوية وخلية البويضة
   ج. لأنّه تحدث ميوزا أثناء اتّحاد الخلية المنوية وخلية البويضة.
   د. لأنّه تحدث ميوزا أثناء انقسام البويضة المخصبة.

7. أيّة جملة من الجمل التالية **غير صحيحة** بالنسبة للتكاثر اللاتزاوجي؟

أ. تنتج في هذه الطريقة أفراد نسل تختلف صفاتها عن صفات الأبوين.

ب. تنتج في هذه الطريقة أفراد نسل تتشابه في صفاتها وتشبه صفات الأبوين.

ج. يمكن أن ينتج في هذه الطريقة عدد كبير من أفراد النسل وبسرعة.

د. في هذه الطريقة يكفي أب واحد (وليس أبوان).

8. أين توجد المعلومات الوراثية؟

أ. في الزلاليات التي في النواة.

ب. في الزلاليات التي في السيتوبلازما.

ج. في الـ DNA الذي في النواة.

د. في الـ DNA الذي في السيتوبلازما.

9. أمامكم قائمة مصطلحات.

اكتبوا بجانب كلّ مصطلح إذا كان يلائم التكاثر **التزاوجي/ اللاتزاوجي/ طريقتَي التكاثر**.

أ. نبتة توت أرضي شُتلت في الأرض وأنبتت مدّادات إلى الجانبين، ونتجت نباتات كثيرة _____

ب. للحصول على ثمار في بستان التمر، ينثرون حبيبات لقاح من أشجار الذكر على أشجار الإناث _____

ج. تنتج أفراد النسل من خلية واحدة _____

د. تنتج أفراد النسل من اتّحاد خلية تكاثرية ذكرية مع خلية تكاثرية أنثوية _____

هـ. العكرش هو نبتة تتكاثر بواسطة المدّادات وبواسطة البذور _____

و. الصفات الوراثية لفرد النسل تشبه صفات الفرد الذي نتج منه _____

ز. صفات فرد النسل تشبه صفات أبويه، بعضها تشبه صفات الأب والبعض الآخر صفات الأمّ _____

ح. يُكاثر (يربي) المزارعون النباتات بطريقة تكاثر تمكّن الحصول بسرعة كبيرة جدًّا على نباتات ذات صفات مرغوب فيها _____

10. لائموا لكلّ تعريف المصطلح الذي يلائمه:

أ. قطع الـDNA المسؤولة عن القدرة على تطوير صفة معيّنة	الكروموسومات
ب. مميّز للمخلوق الحيّ أو لمجموعة مخلوقات حيّة	DNA
ج. جسيمات تحوي المادّة الوراثية	الصفة
د. المادّة التي تتواجد فيها المعلومات المتعلّقة بالصفات الوراثية	الجينات

11. أمامكم قائمة مميّزات تتعلّق بالصفات.

اكتبوا بجانب كلّ مميّز إذا كان ملائمًا للصفات **المكتسبة** أم للصفات **الوراثية**.

أ. صفات يكتسبها المخلوق لنفسه بتأثير الشروط البيئية _____

ب. صفات تتحدّد بواسطة معلومات معيّنة محدّدة في الـDNA _____

ج. صفات لا يتعلّق ظهورها بجهد الفرد _____

د. صفات تظهر في الفرد، وليس بالضرورة لدى أفراد نسله _____

12. ما هو الترتيب الصحيح لمستوى التنظيم (من الأصغر إلى الأكبر، من الأبسط إلى الأكثر تعقيدًا) في المخلوقات الحيّة؟

أ. الكروموسومات، النواة، الDNA ، الخلية

ب. الكروموسومات، الDNA ، النواة، الخلية

ج. الDNA ، الكروموسومات، النواة، الخلية

د. الDNA ، النواة، الكروموسومات، الخلية

أسئلة تقييم في مستوى التطبيق

13. نباتات الأقحوان الزراعية جميلة، وتُستعمل لتزيين الحدائق وباقات الورود.

لماذا يجدر بمزارعي الورود مكاثرة نباتات الأقحوان بالتكاثر اللاتزاوجي وليس بالتكاثر التزاوجي؟

أ. بسبب الاختلاف الكبير بين أفراد النسل في التكاثر اللاتزاوجي.

ب. لأنّ صفات أفراد النسل في التكاثر اللاتزاوجي تشبه صفات النبتة الأصلية.

ج. لأنّه في التكاثر اللاتزاوجي تظهر توليفات (تراكيب) صفات جديدة.

د. لأنّ التكاثر اللاتزاوجي يزيد من الصمود أمام الحشرات الضارّة.

14. ما هي الصفة الوراثية؟

أ. صفة مشتركة لجميع أبناء العائلة على مرّ الأجيال.

ب. صفة ينتقل عاملها من جيل الأبوين إلى جيل أفراد النسل.

ج. صفة تتحدّد بواسطة الشروط البيئية.

د. صفة تظهر دائمًا (لها انعكاس دائم).

15. تتكاثر مخلوقات من النوع "أ" بالتكاثر اللاتزاوجي فقط. وتتكاثر مخلوقات من النوع "ب" بالتكاثر التزاوجي فقط. إذا طرأت تغيّرات على الشروط البيئية، لأيّ من النوعين احتمال أكبر لاستمرار البقاء والعيش؟

أ. للنوع "أ".

ب. للنوع "ب".

ج. الاحتمال متساوٍ للنوعين.

د. النوعان ينقرضان.

علّلوا إجابتكم: _____

16. زوجان جلدهما فاتح اللون قضيا عطلة في الشمس، وتحوّل لون جلدهما إلى أسمر. أيّ أولاد يولدون لهما؟

أ. ذوو جلد فاتح اللون.

ب. ذوو جلد أسمر.

ج. ذوو جلد لونه بين الأسمر والفاتح.

د. نصفهم ذوو جلد فاتح والنصف الآخر ذوو جلد أسمر.

17. في كيس بلاستيكي مغلق يحوي معكرونة، ظهرت يرقات صغيرة. ممَّ تكوّنت؟

أ. من بيض مخلوقات حيّة كانت في الكيس قبل إغلاقه.

ب. من الهواء الذي كان في الكيس قبل إغلاقه.

ج. من حبيبات المعكرونة التي في الكيس.

د. من الوسخ الذي كان في الكيس قبل إغلاقه.

18. ما هو المعيار الذي يمكن حسبه معرفة أنّ ذكرًا وأنثى معيّنين يتبعان لنفس النوع (species)؟

أ. التشابه بينهما في الحجم والشكل.

ب. التشابه في بيئتهما الحياتية.

ج. القدرة على اللعب معًا وعدم افتراس أحدهما للآخر.

د. قدرتهما على إنجاب أفراد نسل خصبة.

19. يوجد في خلية نبتة البازيلاء 14 كروموسومًا.

لو لم يحدث انقسام اختزالي أثناء إنتاج الخلايا التكاثرية في البازيلاء– ماذا كان سيحدث؟

أ. الخلايا التكاثرية لأفراد النسل كانت ستحوي 7 كروموسومات.

ب. الخلايا التكاثرية لأفراد النسل كانت ستحوي 28 كروموسومًا.

ج. خلايا جسم أفراد النسل كانت ستحوي 14 كروموسومًا.

د. خلايا جسم أفراد النسل كانت ستحوي 28 كروموسومًا.

أسئلة تقييم في مستوى التعليل

20. الباحثون الذين يعملون على تطوير نباتات ذات صفات مرغوب فيها للمزارعين، يُكاثرون هذه النباتات بالتكاثر التزاوجي في البداية، وفقط بعد ذلك بالتكاثر اللاتزاوجي. فسّروا لماذا.

21. ماذا كان سيحدث لو لم تكن عملية الميوزا قائمة؟

22. هناك حيوانات تتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي، وهناك حيوانات تتكاثر بالتكاثر التزاوجي.

أ. عندما يطرأ تغيّر على الشروط البيئية، يكون للتكاثر التزاوجي أفضلية على التكاثر اللاتزاوجي. فسّروا لماذا.

ب. عندما لا يطرأ تغيّر على الشروط البيئية، يكون للتكاثر اللاتزاوجي أفضلية على التكاثر التزاوجي. فسّروا لماذا.

23. نبتة التوت الأرضي يمكنها التكاثر بطريقتَي تكاثر: التكاثر بواسطة المدّادات والتكاثر بواسطة البذور.

زرع أحد المزارعين نبتات توت أرضي في قطعتَي أرض. التربة وشروط الريّ في قطعتَي الأرض كانت متشابهة. زرع المزارع في إحدى قطعتَي الأرض مدّادات من نبتات التوت مصدرها من نبتة توت واحدة، وفي قطعة الأرض الثانية زرع المزارع بذورًا من نبتات توت مصدرها من نفس نبتة التوت.

في موسم القطف، فحص المزارع حلاوة الثمرة في خمس نباتات توت من كلّ قطعة أرض.

نتائج الفحوص معروضة في الجدول التالي:

رقم النبتة	حلاوة الثمرة ملغم سكّر في كلّ 100 غرام ثمرة (قطعة الأرض "أ"– مكاثرة بواسطة المدّادات)	حلاوة الثمرة ملغم سكّر في كلّ 100 غرام ثمرة (قطعة الأرض "ب"– مكاثرة بواسطة البذور)
1	250	120
2	274	450
3	260	330
4	280	97
5	270	250

أ. لماذا من المهمّ ذكر أنّ التربة وشروط الريّ كانت متشابهة في قطعتَي الأرض؟

ب. ما هو الفرق بين مستوى حلاوة التوت الذي من قطعة الأرض "أ" ومستوى حلاوة التوت الذي من قطعة الأرض "ب"؟

ج. فسّروا: ما هي العلاقة بين نتائج حلاوة الثمرة في قطعتَي الأرض وبين طريقة تكاثر التوت؟

24. في أيّة أنواع تكون احتمالات التحسين أكبر– في الأنواع التي تتكاثر بالتكاثر اللاتزاوجي أم التي تتكاثر بالتكاثر التزاوجي؟ علّلوا.

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 2: الإخصاب

أسئلة تقييم في مستوى المعرفة والفهم

25. أيّ من الأوصاف التالية يميّز الإخصاب الخارجي (ولا يميّز الإخصاب الداخلي)؟

أ. عدد الخلايا المنوية أكبر من عدد خلايا البويضة.

ب. لا يحدث تلامس بين الذكر والأنثى.

ج. يحدث لدى معظم الحيوانات اليابسية.

د. يحدث لدى معظم الحيوانات البحرية.

26. أيّة نباتات تنتج أكبر كمّية من حبيبات اللقاح؟

أ. النباتات التي تُلقَّح بواسطة الريح.

ب. النباتات التي تُلقَّح بواسطة التلقيح الاصطناعي.

ج. النباتات التي تُلقَّح بواسطة الحشرات.

د. النباتات التي تُلقَّح بواسطة التلقيح الذاتي.

علّلوا اختياركم: _____

27. ما هي نتيجة المقارنة بين عدد خلايا البويضة وعدد الخلايا المنوية لدى الذكر والأنثى من نفس النوع؟

أ. عدد خلايا البويضة مساوٍ لعدد الخلايا المنوية.

ب. عدد خلايا البويضة أكبر من عدد الخلايا المنوية.

ج. عدد خلايا البويضة أصغر من عدد الخلايا المنوية.

د. عدد الخلايا المنوية وعدد خلايا البويضة يتغيّران بكلّ شهر.

28. لماذا تدخل خلية منوية واحدة إلى داخل خلية البويضة ؟

أ. لأنّ خلية منوية واحدة فقط تصل إلى خلية البويضة.

ب. لأنّ خلية منوية واحدة فقط تستطيع حفر ثقب في غشاء خلية البويضة.

ج. لأنّ غشاء خلية البويضة يتحوّل إلى غير نفّاذ للخلايا المنوية الأخرى.

د. لأنّ خلية البويضة صغيرة، ولا يمكنها أن تحوي عددًا كبيرًا من الخلايا المنوية.

29. ما هي عملية التلقيح في النباتات؟

أ. الخلية المنوية تتّحد مع البويضة.

ب. لقاح يلتصق بالحشرات.

ج. الأسدية تُنتِج لقاحًا.

د. لقاح يُنقَل من الأسدية إلى المياسم.

30. أمامكم قائمة جمل. اذكروا لأيّ زهرة تلائم كلّ واحدة منها– لزهرة **أحادية الجنس** أم **لزهرة ثنائية الجنس**.

أ. زهرة تحوي أعضاءً تناسلية ذكرية وأنثوية _____

ب. زهرة تحوي أعضاءً تناسلية ذكرية فقط _____

ج. زهرة تحوي أعضاءً تناسلية أنثوية فقط _____

د. زهرة يمكن أن يحدث فيها تلقيح ذاتي _____

هـ. زهرة لا يمكن أن يحدث فيها تلقيح ذاتي _____

31. اذكروا بجانب كلّ واحدة من الجمل التالية إذا كانت **صحيحة** أم **غير صحيحة**.

أ. لدى المخلوقات التي إخصابها داخلي، عدد خلايا البويضة يكون عادةً أصغر من عددها لدى المخلوقات التي إخصابها خارجي _____

ب. جميع أفراد النسل التي تنتج بالتلقيح الذاتي متشابهة في صفاتها _____

ج. الإخصاب عند الإنسان يحدث في الرحم _____

32. ماذا يوجد في الزهرة الثنائية الجنس؟

أ. قلم وميسم ومبيض.

ب. أسدية ومبيض وقلم.

ج. أسدية وبويضات ومياسم.

د. جميع الإجابات صحيحة.

33. أمامكم قائمة أوصاف للخلايا التكاثرية في الإنسان وفي الحيوانات.

اذكروا بالنسبة لكلّ وصف إذا كان يلائم الخلية المنوية أم خلية البويضة أم كلتيهما (ضعوا دائرة حول الإجابة الصحيحة).

أ. تحوي مادّة وراثية.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

ب. لديها قدرة على الحركة.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

ج. تحوي أحيانًا مخزنًا غذائيًا.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

د. تعيش في بيئة مائية.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

هـ. تنتج بكمّيات كبيرة.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

و. تنتج في المبيض.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

ز. تنتج في الخصية.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

ح. تشارك في الإخصاب.....الخلية المنوية/ خلية البويضة/ كلتاهما

34. لدى أيّ من المخلوقات الحيّة التالية يحدث إخصاب خارجي؟

أ. الأسماك والثدييات.

ب. الأسماك والبرمائيات.

ج. الطيور والبرمائيات.

د. الزواحف والأسماك.

35. ما هي وظيفة الأسدية في النباتات؟

أ. جذب الحشرات.

ب. جذب الريح.

ج. إنتاج حبيبات لقاح من النبتة.

د. استيعاب بويضات النبتة.

36. ماذا يحدث في عملية الإخصاب؟

أ. تنتج خلية بويضة وخلية منوية.

ب. تنضج خلية بويضة وخلية منوية.

ج. خلية بويضة تتّحد مع خلية منوية.

د. تنتج ثمار وبذور.

37. ما هي أفضلية الإخصاب الداخلي؟

أ. يضمن إنتاج عدد كبير من أفراد النسل.

ب. يمنع جفاف الخلايا المنوية.

ج. يشجّع تطوّر الجنين.

د. يمنع تغيّرات في المادّة الوراثية.

38. أيّة جملة صحيحة بالنسبة للإخصاب الداخلي؟

أ. يحدث في الثدييات فقط.

ب. يحدث في الحيوانات فقط.

ج. يلائم الحيوانات في بيت التنمية الجافّ.

د. يحدث في جميع الحيوانات التي تتكاثر بالتكاثر التزاوجي.

39. ما هي وظيفة أنبوب اللقاح في الزهرة؟

أ. نقل حبيبات اللقاح إلى الميسم.

ب. إنتاج الخلايا المنوية.

ج. جذب الحشرات الملقِّحة إلى الزهرة.

د. إتاحة انتقال الخلايا المنوية إلى المبيض.

40. أيّة جملة من الجمل التالية صحيحة بالنسبة للنباتات ذات الأزهار وكذلك بالنسبة للثدييات؟

أ. يحوي الجنين نصف المادّة الوراثية للبالغ.

ب. الإخصاب داخلي.

ج. الخلية المنوية تُرسل أنبوب لقاح إلى البويضة.

د. توجد لكلّ فرد أعضاء تناسلية ذكرية أو أنثوية.

41. أمامكم ثلاثة مصطلحات تتعلّق بالتكاثر عند النباتات: حبيبات لقاح، تبرعم، أنبوب لقاح.

اذكروا بالنسبة لكلّ واحد من هذه المصطلحات، بأيّ نوع تكاثر يتعلّق- بالتكاثر **اللاتزاوجي** أم بالتكاثر **التزاوجي**، واشرحوا العلاقة باختصار.

42. اذكروا وظيفة كلّ واحد من الأجزاء التالية:

أ. مبيض الزهرة _____

ب. ميسم الزهرة _____

ج. قناة فالوب _____

د. الرحم في الثدييات _____

أسئلة تقييم في مستوى التطبيق

43. أيّة جملة من الجمل التالية **لا** تصف الإخصاب خارج الجسم ؟

أ. هذا الإخصاب هو حلّ لمشكلة الخصوبة.

ب. في هذا الإخصاب، تتّحد الخلايا التكاثرية داخل جسم الأنثى.

ج. في هذا الإخصاب، لا توجد حاجة لخلايا منوية كثيرة.

د. في هذا الإخصاب، يتطوّر الجنين داخل جسم الأمّ.

44. يوجد للخلايا المنوية عند الحيوانات سوط وتمتلك القدرة على الحركة.

أيّ مبدأ بيولوجي تجسّده هذه المعطيات؟

أ. هناك تجانس في طرق تكاثر المخلوقات المختلفة.

ب. الذكور أسرع من الإناث.

ج. يتعلّق بقاء النوع بقدرته على إنجاب أفراد نسل.

د. هناك ملاءمة بين المبنى والأداء الوظيفي.

45. العلجوم هو مثال لحيوان الإخصاب لديه خارجي.

ما الذي يمكن استنتاجه من ذلك بالنسبة لأنثى العلجوم؟

أ. لا يوجد لديها رحم.

ب. لا يوجد لديها هورمونات.

ج. لا توجد لديها خلايا تكاثرية.

د. لا يوجد لديها مبيض.

46. بماذا تتشابه البويضة والخلية المنوية؟

أ. حجمهما متساوٍ.

ب. عددهما متساوٍ.

ج. لديهما قدرة على الحركة.

د. تحويان نفس العدد من الكروموسومات.

47. أمامكم مصطلحات تتعلّق بعملية التلقيح في النباتات: حبيبات لقاح كثيرة جدًّا، حبيبات لقاح لاصقة، رحيق، مياسم ريشية، أوراق تويج ملوّنة.

اكتبوا هذه المصطلحات في الأعمدة الملائمة في جدول التصنيف الذي أمامكم.

التلقيح بواسطة الريح	التلقيح بواسطة الحيوانات

48. أُجريت تجربة في قطعة أرض زراعية أدّوا فيها إلى عقم ذكور حشرات من نوع معيّن.

هل يمكن لمثل هذا العمل أن يقلّص كمّية الحشرات في قطعة الأرض؟

أ. كلاّ، لأنّ الحشرات ستستمرّ في التزاوج.

ب. كلاّ، لأنّ العقم لن يؤثّر على أفراد النسل من الناحية الوراثية.

ج. نعم، لأنّ العقم سيقلّص وتيرة تكاثر النوع.

د. نعم، لأنّ العقم سيؤدّي إلى موت الذكور.

49. ماذا يحدث إذا قامت حشرة معيّنة بزيارة نبتة شقيقة نعمان ومباشرةً بعد ذلك قامت بزيارة زهرة الشيخ؟

أ. يحدث إخصاب، تخصب فيه حبيبات لقاح من شقيقة النعمان بويضة من زهرة الشيخ.

ب. لا يحدث إخصاب، لأنّ الحشرة ستكون محمّلة أكثر ممّا يجب بحبيبات اللقاح.

ج. يحدث إخصاب، تخصب فيه حبيبات لقاح من زهرة الشيخ بويضة من شقيقة النعمان.

د. لا يحدث إخصاب، لأنّ حبيبات لقاح شقيقة النعمان يمكنها أن تخصب بويضات شقيقة النعمان فقط.

50. عاد طلاّب من رحلة ورووا بإعجاب عن زهرة ووصفوها على النحو التالي: "الزهرة كبيرة وتشبه الكأس، لونها أصفر وبرّاق، وتحوي رحيقًا وتنبعث منها رائحة".

لأيّ طريقة تلقيح تلائم هذه الزهرة؟ علّلوا إجابتكم.

أسئلة تقييم في مستوى التعليل

51. ما هو الفرق بين التلقيح الاصطناعي والإخصاب خارج الجسم ؟ اذكروا **فرقين**.

52. اشرحوا كيف يعتبر الإخصاب الداخلي ملاءمًا للحياة على اليابسة.

53. اشرحوا كيف تحقّق الضفادع، التي هي حيوانات يابسية، القاعدة التي تقضي بأنّ الإخصاب يتمّ دائمًا في بيئة رطبة.

54. قارنوا بين مبيض المرأة ومبيض النبتة. اذكروا في إجابتكم فرقًا واحدًا ونقطة تشابه واحدة بينهما.

55. ادّعى بعض الطلاّب أنّ الإخصاب خارج الجسم هو عمليًا إخصاب خارجي. ما هو رأيكم في هذا الادّعاء؟

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 3: تطوّر الأجنّة وأفراد النسل

أسئلة تقييم في مستوى المعرفة والفهم

56. أين تتطوّر الأجنّة عند الحيوانات التي تولد أفراد نسلها بالتوالد؟

أ. في الرحم الذي في جسم الأمّ.

ب. في البيضة التي في رحم الأمّ.

ج. في البيضة الموجودة في الماء.

د. في البيضة الموجودة في العشّ.

57. أمامكم قائمة عمليات تحدث خلال التكاثر في النباتات.

اكتبوا العمليات حسب ترتيب حدوثها في النبتة: التلقيح، الإخصاب، انتشار البذور، إنتاج الثمرة، انبات أنبوب اللقاح.

58. أين يحدث إخصاب البويضة في جسم المرأة، وأين يتطوّر الجنين؟

59. ما الذي يميّز تطوّر الجنين عند الثدييات **فقط**؟

أ. يتكوّن الجنين في أعقاب الإخصاب الداخلي.

ب. يتطوّر الجنين داخل الرحم.

ج. تتمايز الخلايا إلى أنسجة وإلى أعضاء.

د. يحصل الجنين على الغذاء من كيس الصفار.

60. ما هو ترتيب المراحل الصحيح للتحوّر الكامل للحشرات؟

أ. بيضة، شرنقة، يرقة، بالغ.

ب. يرقة، بيضة، شرنقة، بالغ.

ج. شرنقة، بالغ، بيضة، يرقة.

د. بالغ، يرقة، شرنقة، بيضة.

61. ما هو الجنين؟

أ. مخلوق يتطوّر داخل الرحم.

ب. مخلوق يتطوّر داخل البيضة.

ج. مخلوق يتطوّر من خلية بويضة خصبة.

د. مخلوق يتطوّر في المبيض.

62. أمامكم ستّة مميّزات تتعلّق بالتكاثر.

اكتبوا بجانب كلّ واحد منها، ما هي مجموعة المخلوقات الحيّة التي يميّزها: 1. الأسماك والبرمائيات؛ 2. الزواحف والطيور؛ 3. الثدييات.

انتبهوا: يمكن للمميّز أن يميّز أكثر من مجموعة واحدة.

أ. للبيض قشرة كلسية (صلبة ومبنية من الكالسيوم) _____

ب. مخزون الصفار الذي في خلية البيضة كبير _____

ج. يحصل الجنين على الغذاء مباشرةً من جسم الأمّ _____

د. عادةً يكون الإخصاب خارجيًا _____

هـ. الإخصاب داخلي _____

و. عدد البيض المخصب أصغر من عدد البيض الذي يوضع _____

63. أين يتطوّر الجنين في النبتة؟

أ. في المبيض.

ب. في السداة.

ج. على الميسم.

د. في القلم.

64. أمامكم أوصاف تتعلّق بالطرق التي تأتي بها مخلوقات مختلفة إلى العالم.

اذكروا بجانب كلّ وصف المصطلح الذي يلائمه من بين المصطلحات التالية: إنجاب، فقس، توالد، تحوّر، ولادة، انبات.

الوصف	المصطلح الملائم للوصف
الطريقة التي يأتي بها أفراد نسل الإنسان إلى العالم	
الطريقة التي يأتي بها أفراد نسل الثدييات إلى العالم	
الطريقة التي يخرج بها إلى العالم أفراد النسل التي تطوّرت في بيضة داخل جسم الأمّ	
الطريقة التي تخرج بها المخلوقات من بيضة موجودة خارج جسم الأمّ	
الطريقة التي يستيقظ بها جنين النبتة من داخل النبتة ويبدأ في النموّ	
الطريقة التي يتغيّر بها المخلوق الذي يأتي إلى العالم من شكل إلى آخر حتّى يصل البلوغ	

65. ما هي الثمرة؟

أ. عضو يتمّ فيه الإخصاب.

ب. فرد نسل للنبتة.

ج. عضو يتكوّن من المبيض بعد الإخصاب.

د. العضو التناسلي الأنثوي في النباتات.

66. أيّة جملة من الجمل التالية صحيحة بالنسبة للبذرة في النباتات؟

أ. تتكوّن في السداة وهي الخلية التكاثرية الذكرية.

ب. تتكوّن في البويضة وتحوي الجنين.

ج. تتطوّر من المبيض.

د. تُنتِج الثمرة.

67. أمامكم عدّة جمل.

أشيروا إلى الجملة **غير الصحيحة**.

أ. تحوي البذرة خلايا كثيرة، بينما الخلية المنوية هي عبارة عن خلية واحدة.

ب. تتكوّن الخلايا المنوية والبذور في مبيض النبتة.

ج. تحوي البذور الجنين والغذاء والقشرة، والخلية المنوية هي خلية تكاثرية.

د. تتكوّن البذرة بعد الإخصاب، وتتكوّن الخلية المنوية قبل الإخصاب.

68. ما الذي يصحّ قوله عن التكاثر عند الحيوانات **اليابسية؟**

أ. يحدث الإخصاب في المبيض.

ب. يحدث الإخصاب في بيئة رطبة.

ج. يتطوّر الجنين في جسم الأمّ.

د. يعتني الأبوان بأفراد النسل.

69. أيّة جملة من الجمل التالية صحيحة بالنسبة للإخصاب الداخلي؟

أ. صفات أفراد النسل مطابقة لصفات الأبوين.

ب. يتطوّر الجنين داخل جسم الأنثى.

ج. لا يحدث اختزال للمادّة الوراثية في الخلايا التكاثرية.

د. الخلية المنوية تخصب البويضة في جسم الأنثى.

أسئلة تقييم في مستوى التطبيق

70. يتضمّن الجدول الذي أمامكم معلومات عن طريقة التكاثر في ثلاثة حيوانات.

الحيوانات / المعلومات	الحيوان رقم 1	الحيوان رقم 2	الحيوان رقم 3
بيت تنمية الحيوان	الماء	الماء	اليابسة
مكان تطوّر الجنين	البيضة	جسم الأمّ	البيضة
البيئة التي يحدث فيها التزاوج	الماء	الماء	اليابسة
عدد أفراد النسل	آلاف	عادةً واحد	عدّة أفراد

حسب المعلومات التي في الجدول، حدّدوا أيّ حيوان هو ثديي، وأيّها طير، وأيّها سمكة.

اشرحوا كيف حدّدتم ذلك بالنسبة لكلّ حيوان.

71. قارنوا بين الفرخ والصوص، وتطرّقوا إلى المميّزات التالية:

أ. مظهر فرد النسل الذي يفقس من البيضة

ب. العناية الأبوية

ج. عدد البيض الموضوع (أكبر أو أصغر)

أسئلة تقييم في مستوى التعليل

72. اشرحوا كيف تكون البيضة التي تضعها أنثى الطير ملاءمة لتطوّر الجنين داخلها.

73. أمامكم قائمة أوصاف، تتعلّق بتطوّر الجنين عند الثدييات.

لائموا لكلّ تعريف، اسم العضو الذي يلائمه، من بين القائمة التالية: الرحم، الحبل السّريّ، المشيمة، السّلى.

الوصف	أسماء الأعضاء
يربط هذا العضو الجنين بالمشيمة	
يتطوّر الجنين داخل هذا العضو	
يحمي هذا العضو الجنين من الجفاف ومن الصدمات	
ينقل هذا العضو الغذاء والأوكسجين من الأمّ إلى الجنين	

74. أشيروا بالنسبة لكلّ جملة من الجمل التالية إذا كانت **صحيحة** أم **غير صحيحة**، وإذا كانت غير صحيحة، فسّروا لماذا.

أ. لدى معظم الأسماك، الإخصاب هو خارجي، والجنين يتطوّر خارج جسم الأمّ..... صحيح/ غير صحيح

التفسير: _____

ب. البيض الذي نأكله هو خلايا بويضة غير مخصبة..... صحيح/ غير صحيح

التفسير: _____

ج. لدى البرمائيات، الإخصاب داخلي، والجنين يتطوّر داخل البيضة..... صحيح/ غير صحيح

التفسير: _____

د. فقط أجنّة الطيور والزواحف مغلّفة بأغشية..... صحيح/ غير صحيح

التفسير: _____

75. الأفعى والأفعى المخطّطة تتبعان لفئة الزواحف، لكنّ الأفعى تضع 10–30 بيضة، بينما الأفعى المخطّطة تنجب بالتوالد 3–8 مواليد. فسّروا الفرق في عدد أفراد النسل بين هذين الزاحفين.

76. اذكروا صفتين مشتركتين للثدييات وللطيور، تلائمانها للتكاثر على اليابسة.

77. أحد العوامل التي يجب الحرص عليها في حاضنة البيض الاصطناعية هو درجة حرارة ملائمة لتطوّر الأجنّة.

يصف الجدول الذي أمامكم تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية للصيصان التي تفقس في التفريخ الاصطناعي.

درجة الحرارة (درجات مئوية)	**النسبة المئوية للصيصان التي فقست في الحاضنة**
35	10
36	55
37	75
37.5	85
38	80
39	50
39.7	0

أ. ماذا كنتم تشيرون على صاحب الحاضنة القيام به بالنسبة لدرجة الحرارة، كي تفقس في حاضنته صيصان كثيرة قدر الإمكان؟ فسّروا إجابتكم.

ب. قرّر صاحب الحاضنة أنّه من أجل الحصول على عدد أكبر من الصيصان، عليه أن يرفع درجة الحرارة في الشتاء إلى 40 درجة مئوية، ويُخفضها في الصيف إلى 25 درجة مئوية. ما هو رأيكم في هذا القرار؟ فسّروا.

أسئلة تقييم للموضوع الفرعي 4: العثور على قرين

أسئلة تقييم في مستوى المعرفة والفهم

78. ما هما الوظيفتان الأساسيتان للهورمونات الجنسية في سنّ البلوغ؟

79. رتّبوا الكلمات التالية حسب الترتيب الصحيح لحدوثها: الإباضة، الحمل، إنتاج اللاقحة، الإخصاب، التجذير.

80. ما الذي يصحّ قوله عن بويضات المرأة؟

أ. موجودة في مبيض الطفلة الرضيعة.

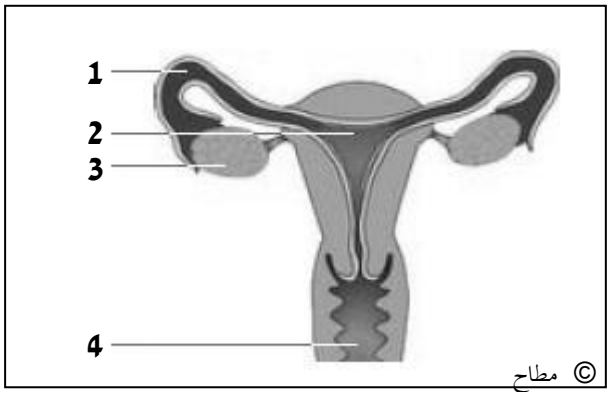
ب. تتكوّن في المبيض في سنّ البلوغ.

ج. تُحفَظ في أنبوب البويضات.

د. تنضج في الرحم.

81. أمامكم رسم لأعضاء الجهاز التكاثري الأنثوي.

اكتبوا أسماء الأعضاء، واذكروا بجملة واحدة ما هي وظيفة كلّ عضو.



1. اسم العضو: _____ وظيفته: _____
_____
_____

2. اسم العضو: _____ وظيفته: _____
_____
_____

3. اسم العضو: _____ وظيفته:
_____
_____

4. اسم العضو: _____ وظيفته: _____
_____

82. أكبر احتمال للإخصاب هو في منتصف الدورة الشهرية عند الأنثى.

ما هو سبب ذلك؟

أ. يكون الرحم في هذه المرحلة حاضرًا لاستيعاب الخلايا المنوية والبويضات.

ب. هذه هي المرحلة التي تحدث فيها الإباضة.

ج. تكون الخلايا المنوية في هذه المرحلة ناضجة وحاضرة للإخصاب.

د. يكون المهبل في هذه المرحلة مبطّنًا بطبقة مخاطية سميكة.

83. أيّة جملة صحيحة بالنسبة للمرحلة التي تكون فيها الأنثى حاملاً؟

أ. لا تستطيع الخلايا المنوية الدخول إلى قناة فالوب.

ب. لا تستطيع البويضات الدخول إلى المبيض.

ج. يطفو الجنين في فراغ الرحم.

د. تتوقّف الدورة الشهرية.

84. ما هي عملية الإباضة عند المرأة؟

أ. إخصاب البويضة داخل المبيض.

ب. إخصاب البويضة داخل قناة فالوب.

ج. خروج البويضة من المبيض إلى قناة فالوب.

د. انهدام البويضة وخروجها من الجسم.

85. كم يومًا عادةً، تستغرق دورة الإباضة والطمث؟

أ. يوم واحد.

ب. حوالي ثلاثة أيّام.

ج. حوالي 14 يومًا.

د. حوالي 28 يومًا.

86. أيّة جملة صحيحة بالنسبة للفرومونات الجنسية؟

أ. موادّ تؤدّي إلى نضج الخلايا التكاثرية.

ب. موادّ تؤثّر على لون الذكر في موسم التكاثر.

ج. موادّ تُفرَز من جسم الأنثى وتُستوعَب بواسطة الذكر.

د. موادّ تثير تطوّر العلامات الجنسية الثانوية.

87. اذكروا الشرطين الضروريين لنبت معظم البذور في النباتات.

88. اذكروا طريقتين لنشر البذور، ومميّزًا واحدًا للبذور التي تُنشَر بواسطة كلّ واحدة من الطريقتين.

1. طريقة النشر: _____ مميّز (ميزة) للبذور التي تُنشَر بهذه الطريقة: _____
_____

2. طريقة النشر: _____ مميّز (ميزة) للبذور التي تُنشَر بهذه الطريقة: _____
_____

89. أيّ فرد تساعده المغازلة؟

أ. الذكر والأنثى اللذان يتبعان لنفس النوع.

ب. الذكر والأنثى اللذان يتبعان لنوعين مختلفين.

ج. فقط الذكر والأنثى ثنائيا الشكل الجنسي.

د. الذكر والأنثى غير الخصبين (العاقرين).

90. متى تبدأ العلامات الجنسية الثانوية في الظهور عند الإنسان وعند الحيوانات؟

أ. عند الإنسان– في مرحلة تكوّن الجنين؛ عند الحيوانات– في مرحلة البلوغ.

ب. عند الإنسان– في مرحلة البلوغ؛ عند الحيوانات– في مرحلة تكوّن الجنين.

ج. عند الإنسان وعند الحيوانات – في مرحلة تكوّن الجنين.

د. عند الإنسان وعند الحيوانات – في مرحلة البلوغ.

أسئلة تقييم في مستوى التطبيق

91. توجد في أنواع كثيرة من النباتات الصحراوية آليات لإعاقة الإنبات.

ما هي الأفضلية التي تكمن في إعاقة الإنبات في الشروط الصحراوية؟

92. حاول بعض الباحثين استخلاص فرومونات من الفراش.

نجح الباحثون في استخلاص مادّة معيّنة من أنثى الفراش من نوع معيّن، ودهنوا بها فراشة من البلاستيك. وضع الباحثون الفراشة البلاستيكية في حوض مليء بالفراش، لكنّ أيّ فراشة لم تنجذب إليها.

ماذا يمكن أن يكون سبب ما حدث؟

أشيروا بجانب كلّ جملة إذا كانت تفسيرًا ممكنًا للظاهرة أم ليست تفسيرًا ممكنًا.

أ. كان الفراش الذي في الحوض من نوع يختلف عن الفراش الذي استُخلص الفرومون منه... تفسير ممكن/ تفسير غير ممكن

ب. الفراش الذي في الحوض كان إناثًا.....تفسير ممكن/ تفسير غير ممكن

ج. المادّة التي دهنها الباحثون لم تحوِ فرومونات.....تفسير ممكن/ تفسير غير ممكن

93. يبسط ذكر أحد العصافير ذنبه الملوّن أمام الأنثى ويُصدر أصواتًا عالية.

ما هو المصطلح الذي يلائم هذا السلوك؟

أ. لباس التزاوج.

ب. مغازلة.

ج. ثناية الشكل الجنسي.

د. فرومونات جنسية.

94. توجد للكثير من أشجار الغابة ثمار متشابهة: كروية وعصارية وحلوة المذاق وعديمة الرائحة ولونها أحمر– بنفسجي.

توجد داخل هذه الثمار في أغلب الحالات بذرة واحدة صغيرة قشرتها صلبة.

عندما تنضج هذه الثمار، لا تتساقط من الأشجار.

كيف تُنشَر البذور في هذه الأشجار؟

أ. بواسطة الرياح.

ب. بواسطة الفراش.

ج. بواسطة العصافير.

د. بواسطة النمل.

95. في نوع معيّن من الأسماك، يغازل الذكر الأنثى.

ما هي أهمّية المغازلة؟

أ. تؤدّي المغازلة إلى وضع عدد أكبر من البيض.

ب. تؤدّي المغازلة إلى تنسيق إفراز الخلايا التكاثرية عند القرينين.

ج. تؤدّي المغازلة بالذكر إلى مساعدة الأنثى في العناية بأفراد النسل.

د. تؤدّي المغازلة إلى توثيق العلاقة بين الذكر والأنثى.

96. يجب على نباتات من نوع معيّن أن تتعرّض للضوء لفترات زمنية مختلفة، لتتمكّن من الإزهار.

كيف يستطيع المزارعون استغلال هذه الصفة لتوجيه موعد الإزهار إلى الفترات التي فيها طلب متزايد للأزهار في السوق؟

97. يتكاثر حيوان من النوع "أ" طوال السنة.

حيوان آخر، يشبهه لكنّه من نوع آخر، يتكاثر في موسم الربيع فقط.

لأيّ أمر يمكن نسب هذا الفرق؟

أ. للفرق في عدد الإناث الحاضرة للتكاثر.

ب. للفرق في الحجم والقوّة الجسدية للنوعين.

ج. للفرق في شروط بيئتهما الحياتية.

د. النوع الآخر مهدّد بالانقراض.

98. الصرد الكبير هو عصفور مغرّد يتغذّى من اللافقاريات ومن الزواحف الصغيرة ومن العصافير الصغيرة.

من عادة الصرد غرز فريسته في أجسام حادّة في منطقته، والإناث التي تصل إلى منطقة الذكر، تأكل الغذاء المغروز.

في تجربة أُجريت في النقب، فحص الباحثون كيف تؤثّر كمّية الغذاء التي يغرزها الذكر في المنطقة، على نجاحه في المغازلة وفي إنجاب أفراد نسل.

قسّم الباحثون عصافير صرد ذكورًا إلى ثلاث مجموعات، وتدخّلوا فيما يحدث.

نتائج التجربة معروضة في الجدول الذي أمامكم:

المجموعة	المعالجة	موعد وصول الإناث الأولى إلى المنطقة المفحوصة	معدّل عدد الإناث التي عشّشت في المنطقة	معدّل عدد الأفراخ في كلّ عشّ
أ	أضافوا غذاءً مغروزًا	في الشهر الأوّل من التجربة	3	8
ب	أبعدوا كلّ الغذاء المغروز	لم تصل	0	0
ج	لم يتدخّلوا	في الشهر الثاني من التجربة	1.5	5

أ. ما هي وظيفة المجموعة "ج" في منظومة التجربة الموصوفة؟

ب. حسب الجدول، كيف تؤثّر كمّية الغذاء المغروز على نجاح مغازلة الصرد؟ فسّروا إجابتكم.

ج. حسب الجدول، كيف تؤثّر كمّية الغذاء المغروز على إنجاب أفراد النسل؟ فسّروا كيف حدّدتم ذلك.

د. على ماذا يمكن أن تدلّ كمّية الغذاء التي يغرزها الذكر في الطبيعة؟

99. لماذا لا تنجح ذكور العصافير المغرّدة التي نمت في الحَجْر ولم تتعلّم نشيد المغازلة، في التكاثر؟

إجابات لأسئلة التقييم

رقم السؤال	الإجابة
.1	الإجابة د
.2	الإجابة ب
.3	الإجابة ج
.4	الإجابة أ
.5	الإجابة ج
.6	الإجابة أ
.7	الإجابة أ
.8	الإجابة ج
.9	التكاثر اللاتزاوجي- الجمل: أ، ج، و، ح؛ التكاثر التزاوجي- الجمل: ب، د، ز؛ طريقتا التكاثر- الجملة هـ.
.10	أ- جينات؛ ب- صفة؛ ج- كروموسومات؛ د- DNA
.11	أ- مكتسبة؛ ب- وراثية؛ ج- وراثية؛ د- مكتسبة.
.12	الإجابة ج
.13	الإجابة ب
.14	الإجابة ب
.15	الإجابة ب التعليل: في التكاثر التزاوجي هناك احتمال للحصول على توليفات (تراكيب) لصفات جديدة يمكنها أن تكون ذات أفضلية في الشروط البيئية الجديدة. في التكاثر اللاتزاوجي تُحفَظ الصفات الأصلية عند أفراد النسل، لذلك إذا كانت الصفات غير ملائمة للشروط البيئية الجديدة، ستنقرض أفراد النسل.
.16	الإجابة أ
.17	الإجابة أ
.18	الإجابة د
.19	الإجابة د
.20	يمكّن التكاثر التزاوجي انتقاء صفات مرغوب فيها وتكوين توليفات (تراكيب) جديدة. بعد تطوير نبتة ذات صفات مرغوب فيها، التكاثر اللاتزاوجي يحفظ هذه الصفات.
.21	في عملية الميوزا ينقص عدد الكروموسومات إلى النصف، بحيث تحوي الخلية التكاثرية نصف العدد الموجود في الخلية

رقم السؤال	الإجابة
	العادية، وبذلك لا تحدث مضاعفة لعدد الكروموسومات من جيل إلى آخر بعد كلّ إخصاب.
22.	أ. التكاثر التزاوجي يزيد من التفاوت بين الأفراد، وعندها هناك احتمال أكبر بأن تتواجد أفراد ملاءمة للبيئة التي تغيّرت، وهذه الأفراد هي التي تنجح في البقاء وتضمن استمرارية وجود النوع. ب. عندما تكون الشروط ثابتة، الحيوانات الملاءمة لبيئتها تستمرّ في كونها ملاءمة دون الحاجة لبذل طاقة لإيجاد الغذاء والحماية والقرين الملائم وما شابه.
23.	أ. للتأكّد أنّ الفرق في مستوى حلاوة الثمار من قطع الأرض المختلفة ينبع من طريقة التكاثر فقط، هناك حاجة للمحافظة على تجانس في بقية الشروط أو العوامل. ب. مستوى حلاوة التوت من قطعة الأرض "أ" متشابه جدًّا في خمس النبتات التي فُحصت، ويتراوح بين 250–280 ملغم سكّر في كلّ 100 غرام ثمرة، في حين أنّ مستوى حلاوة التوت من قطعة الأرض "ب" يختلف من نبتة إلى أخرى، ويتراوح بين 97–450 ملغم سكّر في كلّ 100 غرام ثمرة. ج. في قطعة الأرض "أ" تمّت مكاثرة التوت بالتكاثر اللاتزاوجي، الذي فيه أفراد النسل متشابهة. لذلك مستوى حلاوتها متشابه. بينما في قطعة الأرض "ب" قاموا بمكاثرة التوت بالتكاثر التزاوجي، الذي أفراد النسل فيه تختلف عن بعضها البعض. لذلك مستوى حلاوتها ليس متجانسًا.
24.	احتمالات التحسين (الحصول على مخلوقات ذات صفات مرغوب فيها– محسّنة– من ناحية المزارع) أكبر في الأنواع التي تتكاثر بالتكاثر التزاوجي، لأنّه عندما تختلف أفراد النسل عن بعضها البعض، يمكن اختيار ذات الصفات المرغوب فيها منها، ومكاثرتها والحصول على عشيرة "محسّنة" بمدى أكبر.
25.	الإجابة د. التفسير: الإجابة ب غير صحيحة لأنّ الذكر عند البرمائيات يحضن الأنثى، أي تحدث ملامسة، ومع ذلك الإخصاب خارجي.
26.	الإجابة أ. التفسير: الرياح توزّع حبيبات اللقاح بكلّ الاتّجاهات بدون غاية محدّدة، ومعظم حبيبات اللقاح تذهب هباءً بهذه الطريقة.
27.	الإجابة ج
28.	الإجابة ج
29.	الإجابة د
30.	أ– ثنائية الجنس؛ ب– أحادية الجنس؛ ج– أحادية الجنس؛ د– ثنائية الجنس؛ هـ– أحادية الجنس
31.	أ: صحيحة؛ ب: غير صحيحة. التفسير: رغم أنّ كلّ صفات أفراد النسل هذه مصدرها من مجمّع جينات أب واحد فقط، إلاّ أنّ أفراد النسل تختلف فيما بينها لأنّ كلّ خلية تكاثرية نتجت من هذا الأب تحوي مادّة وراثية تختلف قليلاً عن الأخرى (كما تعلّمنا في موضوع الميوزا) ج: غير صحيحة. التفسير: يحدث الإخصاب في قناة فالوب.
32.	الإجابة د
33.	أ: كلتاهما؛ ب: الخلية المنوية؛ ج: خلية البويضة؛ د: كلتاهما؛ هـ: الخلية المنوية؛ و: خلية البويضة؛ ز: الخلية المنوية؛

رقم السؤال	الإجابة
	ح: كلتاهما
.34	الإجابة ب
.35	الإجابة ج
.36	الإجابة ج
.37	الإجابة ب
.38	الإجابة ج
.39	الإجابة د
.40	الإجابة ب
.41	حبيبات اللقاح: تكاثر تزاوجي- تحوي الخلايا المنوية داخلها. التبرعم: تكاثر لاتزاوجي- جزء من النبتة ينفصل عنها ويتطوّر ويصبح نبتة جديدة. أنبوب اللقاح: تكاثر تزاوجي- تنمو أنابيب اللقاح من حبيبات اللقاح إلى القلم، وتمكّن دخول الخلايا التكاثرية الذكرية إلى المبيض.
.42	مبيض الزهرة: تتطوّر داخله خلايا البويضة. ميسم الزهرة: يستوعب حبيبات اللقاح. قناة فالوب: تنقل إلى الرحم خلايا البويضة التي تتحرّر من المبيض؛ يحدث الإخصاب فيها. الرحم عند الثدييات: البويضة المخصبة تُستوعَب فيه ويتطوّر الجنين داخله.
.43	الإجابة ب
.44	الإجابة د
.45	الإجابة أ
.46	الإجابة د
.47	التلقيح بواسطة الرياح: حبيبات لقاح كثيرة جدًّا، مياسم ريشية. التلقيح بواسطة الحيوانات: حبيبات لقاح لاصقة، رحيق، أوراق تويج ملوّنة.
.48	الإجابة ج
.49	الإجابة د
.50	التلقيح بواسطة الحشرات. الأزهار تجذب الحشرات بواسطة لونها ورحيقها ورائحتها.
.51	التلقيح الاصطناعي- يتمّ في البقرات مثلاً؛ يستعملون خلية منوية من ذكور "ممتازة"؛ يتمّ الإخصاب داخل جسم الأنثى. الإخصاب خارج الجسمي- الذي يتمّ في الإنسان؛ كلّ ذكر يمكنه التبرّع بخلايا منوية؛ يتمّ الإخصاب خارج جسم الأنثى.

رقم السؤال	الإجابة
.52	الإخصاب الداخلي يمكّن وجود بيئة رطبة للخلايا التكاثرية في الحيوانات اليابسية.
.53	الضفادع البالغة تعيش على اليابسة لكنّها تدخل إلى الماء للتكاثر، وبذلك يتمّ التكاثر في الماء.
.54	نقطة تشابه: المبيض في الحالتين هو جزء الجهاز التكاثري الأنثوي وفيه تنتج الخلايا التكاثرية الأنثوية. فرق: في النبتة، يحدث الإخصاب في المبيض، بينما عند المرأة يحدث الإخصاب في قناة فالوب.
.55	الإخصاب خارج الجسمي هو بالفعل إخصاب خارجي، حسب التعريف الذي يقضي بأنّ البويضة والخلية المنوية تلتقيان خارج جسم الأنثى، في الأنبوب.
.56	الإجابة ب
.57	التلقيح، نبت أنبوب اللقاح، الإخصاب، إنتاج الثمرة، نشر البذور
.58	يتمّ الإخصاب في قناة فالوب، الجنين يتطوّر في الرحم.
.59	الإجابة ب
.60	الإجابة ج
.61	الإجابة ج
.62	أ. الزواحف والطيور؛ ب. الأسماك والبرمائيات، الزواحف والطيور؛ ج. الثدييات؛ د. الأسماك والبرمائيات؛ هـ. الزواحف والطيور، الثدييات؛ و. الأسماك والبرمائيات
.63	الإجابة أ
.64	المصطلحات، حسب الترتيب في الجدول: ولادة، إنجاب، توالد، فقس، نبت، تحوّر
.65	الإجابة ج
.66	الإجابة ب
.67	الإجابة ب
.68	الإجابة ب
.69	الإجابة د
.70	الحيوان 1: سمكة (آلاف أفراد النسل)؛ الحيوان 2: ثديي (يتطوّر الجنين في جسم الأمّ)؛ الحيوان 3: طير (يابسي، الجنين داخل البيضة)
.71	أ. الفرخ: أعمى، عارٍ. الصوص: عينان مفتوحتان، مغطّى بالزغب. ب. الفرخ: متعلّق تمامًا بالعناية الأبوية. الصوص: يتبع أبويه، يعثر على غذائه بنفسه. ج. الأنواع التي لديها صيصان تضع عددًا أكبر من البيض من الأنواع التي لديها أفراخ، لأنّ الصيصان المستقلّة معرّضة لأخطار أكثر.
.72	قشرة صلبة لكنّها مليئة بالثقوب– حماية وقدرة على نقل الغازات للتنفّس؛ الصفار– غذاء؛ الأغشية– تحمي من الجفاف.

رقم السؤال	الإجابة
.73	المصطلحات، حسب الترتيب في الجدول: الحبل السّريّ، الرحم، السّلى، المشيمة
.74	أ. صحيحة؛ ب. صحيحة؛ ج. غير صحيحة. التفسير: الإخصاب في البرمائيات خارجي؛ د. غير صحيحة. التفسير: أجنّة الثدييات أيضًا مغلّفة بغشاء.
.75	أجنّة الأفعى المخطّطة تتطوّر في البيض الموجود داخل جسم الأنثى (التي تقوم بإنجابها بالتوالد)، لذلك تكون أكثر حماية. الأفعى لا تعتني بأفراد نسلها بعد وضع البيض في الحفرة التي تحفرها الأنثى. لذلك بيض الأفعى معرّض لأخطار أكثر، ولذلك عددها الكبير يكسبها أفضلية.
.76	1. الإخصاب داخلي؛ 2. الجنين مغلّف بأغشية ويتطوّر داخل سائل.
.77	أ. حسب الجدول، درجة الحرارة المثلى هي 37.5 درجة مئوية، ودرجة الحرارة هذه يجب أن تكون في الحاضنة. ب. درجة الحرارة المثلى هي 37.5 درجة مئوية، ويجّذ أن تكون طوال السنة، بدون علاقة بدرجة الحرارة الخارجية.
.78	1. تثير ظهور العلامات الجنسية الثانوية؛ 2. تؤدّي إلى نضج الخلايا التكاثرية.
.79	الإباضة، الإخصاب، إنتاج اللاقحة، التجذير، الحمل
.80	الإجابة أ
.81	1. قناة فالوب. وظيفتها: نقل البويضة (خلية البويضة) باتّجاه الرحم/ يحدث الإخصاب فيها. 2. المبيض. وظيفته: تتكوّن فيه (وتنضج) البويضات (خلايا البويضة). 3. الرحم. وظيفته: يتطوّر الجنين فيه حتّى الولادة/ يحدث الحمل فيه. 4. المهبل: وظيفته: يخرج المولود عن طريقة إلى العالم/ نقل الخلايا المنوية باتّجاه الرحم.
.82	الإجابة ب
.83	الإجابة د
.84	الإجابة ج
.85	الإجابة د
.86	الإجابة ج
.87	1. ماء؛ 2. درجة حرارة ملائمة (لا يُقبل "الضوء" كإجابة صحيحة– لأنّه ليس ضروريًا لنبت جميع أنواع النباتات. بل بالعكس هناك نباتات يعيق الضوء نبتها.)
.88	1. النشر: بواسطة الريح. المميّز: بذور خفيفة، عادةً ذات إضافة تمكّنها من الطيران، كالأجنحة أو شعرات. 2. النشر: بواسطة الحيوانات. المميّز: في النشر **خارج الجسم**، البذور شوكية أو لاصقة أو ذات نتوءات. في النشر **داخل الجسم**، الثمار عصارية ومذاقها جيّد وألوانها بارزة.
.89	الإجابة أ
.90	الإجابة د
.91	هناك أفضلية في إعاقة الإنبات بحيث كمّية كبيرة فقط من الأمطار يمكنها أن تؤدّي إلى الإنبات. خلاف ذلك، تنبت

رقم السؤال	الإجابة
	البذور بعد المطر القصير والذي هطل "لمرّة واحدة" ويمكن أن تجفّ البذور الصغيرة وتموت.
.92	الإجابتان "أ" وَ "ج" يمكنهما أن تكونا تفسيرًا معقولاً، الإجابة "ب" غير منطقية.
.93	الإجابة ب
.94	الإجابة ج
.95	الإجابة ب
.96	يستطيع المزارعون زراعة النباتات في دفيئات، وإضاءتها بإضاءة اصطناعية للمدّة الزمنية المطلوبة.
.97	الإجابة ج
.98	**أ.** هذه هي المجموعة الضابطة؛ **ب.** كلّما توفّرت كمّية أكبر من الغذاء كان نجاح المغازلة أكبر (عدد أكبر من الإناث تصل للتعشيش): مقارنة بين المجموعة "أ" والمجموعتين "ب" وَ "ج"؛ **ج.** كلّما توفّرت كمّية أكبر من الغذاء المغروز في المنطقة كان أكثر أفراد نسل: مقارنة بين المجموعة "أ" والمجموعتين "ب" وَ "ج"؛ **د.** الذكر الذي ينجح في غرز كمّية كبيرة من الغذاء لديه أكبر قدرة كامنة لإحضار الغذاء للأنثى ولأفراد نسلها.
.99	لأنّها لا يمكنها العثور على قرين: لا تستطيع تعريف الإناث على هويتها وعلى أنّها ناضجة من الناحية الجنسية وعلى مكانها.