تدخُّل في عمليات تكاثر الإنسان

د1. إخصاب خارج الجسم: حل لحالات كثيرة تعاني من الخصوبة

د2. التكنولوجيا تساعد لكنها تخلق صراعات أيضًا

د3. تنظيم العائلة

المواضيع الأساسية في هذا الفصل

مصطلحات مهمة في هذا الفصل

د

الفصل الرابع: تدخُّل في عمليات تكاثر الإنسان

قبل عشرات السنين، لم يستطع أزواج كثيرون أن ينجبوا أطفالًا لأسباب مختلفة، والحل الوحيد الذي اقتُرح عليهم أن يتبنوا أطفالًا. اليوم، يستطيع الطب الحديث أن يستعمل تكنولوجيا متطورة ناجحة لمساعدة أزواج كثيرون، لكي يُرزقوا بطفل منهم بطرق لم تكن ممكنة في الماضي.
تمَّ التدخل في عمليات التكاثر عند الإنسان بعدة مجالات: حل مشاكل الخصوبة، متابعة تطور الجنين وإيجاد عاهات (تشويهات) أثناء الحمل وطرق أخرى لتنظيم تعداد العائلة.

ما هي أسباب مشاكل الخصوبة؟ ?!

حوالي **15%** من الأزواج الذين يخططون إنجاب طفلًا إلى العالم، يكتشفون بعد محاولات كثيرة أنهم لا ينجحون في ذلك. قد يعاني كل واحد منهما من مشكلة معينة متعلقة بالخصوبة. تنبع هذه المشاكل من اضطرابات في إفراز الهورمونات الجنسية التي تُنظِّم نشاط جهاز التكاثر، أو من إضطرابات أخرى مثل إنسدادات مختلفة في الأعضاء التناسلية.

مشاكل الخصوبة الممكنة عند الرجال: عدد قليل من الخلايا المنوية أثناء القذف (في الحالة الطبيعية، يتم قذف حوالي **350** مليون خلية منوية، وإذا تمَّ قذف خلايا منوية أقل من **5** ملايين، لا يتم الإخصاب)، حركة بطيئة للخلايا المنوية باتجاه البويضة، مبنى غير سليم للخلية المنوية، مشاكل في إنتاج وإفراز السائل المنوي وحدوث إنسداد في أحد الأنابيب التي تمر عبرها الخلايا المنوية. خلال الـ **60** سنة الأخيرة، طرأ انخفاض في تركيز الخلايا المنوية وفي قدرتها على الحركة. يعتقد الباحثون أن هذه الظاهرة تتأثر من التعرض لأضرار بيئية محيطة ولدرجات حرارة عالية، التدخين، تناول المشروبات الروحية، التوتر والضغط النفساني في حياة غير صحية.

مشاكل الخصوبة الممكنة عند النساء: إضطرابات في الإباضة، انسداد في الأنبوب الناقل لخلية البويضة، الذي يمنع انتقال خلية البويضة إلى الرحم أو يمنع انتقال خلايا منوية إلى خلية البويضة وإضطرابات في استيعاب الجنين في الرحم. كما يؤثر الضغط النفساني وسوء التغذية المستمر على خصوبة المرأة.

يمكن إزالة الإنسدادات في أنابيب الخلايا المنوية عند الرجل أو في الأنابيب الناقلة لخلايا البويضة عند الرجل بواسطة عمليات جراحية بسيطة. في حالة حدوث إضطرابات في إفراز هورمونات، الحلول المقترحة هي إضافة خارجية لهورمونات تشترك في نشاط جهاز التكاثر (الذي تعرَّفنا عليه في الفصل الثالث). مثلًا: يقترح الأطباء لقسم من الرجال علاج هورموناليِ يزيد من كمية الخلايا المنوية أو من كمية السائل المنوي. ولقسم من النساء، يقترح الأطباء علاج هورموناليِ ينظِّم الإباضة.

تستطيع هذه العلاجات أن تحل مشاكل قسم من الأزواج، لكن يستصعب قسم من الأزواج في إنجاب أطفال إلى العالم.
يستطيع قسم من هؤلاء الأزواج أن يحققوا أحلامهم اليوم بواسطة تخصيب خارج الجسم.

د1. إخصاب خرج الجسم: حل لحلالات كثية تعاني من مشاكل في الخصوبة

يتم **الإخصاب خارج الجسم** في المختبر. نسمِّي هذا الإخصاب أيضًا "إخصاب في الأنبوب"، على الرغم من أنه يتم في صحن بتري. الإخصاب خارج الجسم مناسب للأزواج الذين خلاياهم المنوية وخلايا بويضة عندهم سليمة، لكن لسبب معين (مثلا: أحد الأسباب آنفة الذكر)، لا يتم إخصاب طبيعي. يُستعمل الإخصاب خارج الجسم في الحالات التي تكون فيها أمراض وراثية في العائلة. وهي تُتيح فحص سلامة الجنين من ناحية وراثية في المراحل الأولى من تكوينه قبل أن يرتبط بمخاط الرحم.

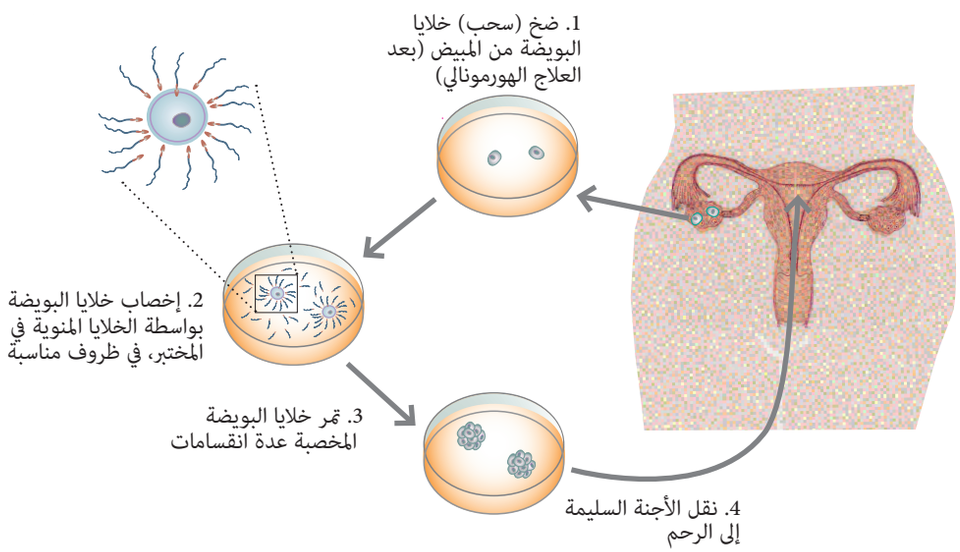
د1.1 مراحل عملية الإخصاب خارج الجسم

تصف الرسمة د - 1 مراحل الإخصاب خارج الجسم. في المرحلة الأولى، تحصل المرأة على علاج هورموناليِ يؤدي إلى تطور عدة جُرَيْبات في نفس الوقت. نتيجة لذلك، تنضج في نفس الوقت عدة بويضات في نفس الدورة (أما في الحالة الطبيعية، تنضج بويضة واحدة فقط كل شهر). بعد أن تنضج خلايا البويضات، يتم ضخها (سحبها) من المرأة وإدخالها إلى وعاء فيه محلول مناسب للإخصاب.

في المرحلة الثانية، يضيفون الخلايا المنوية التي حصلوا عليها من الرجل إلى الوعاء الذي يحتوي على خلايا البويضة (إذا كان عدد الخلايا المنوية قليلًا، فإنهم يقومون بتركيزها)، ثم يضعون الوعاء في جهاز حاضن فيه ظروف مناسبة للإخصاب. تتحد الخلايا التناسلية دون مساعدة إضافية، لكن يتم ذلك خارج جسم المرأة.

في المرحلة الثالثة، تبدأ خلايا البويضة التي تمَّ تخصيبها في المختبر بإنقسام الميوزا وتتطور إلى أجنة. بعد عدة إنقسامات، تَنْتُج أجنة مكوَّنة من 4 أو 8 خلايا.

في المرحلة الرابعة، يتم فحص سلامة خلايا الجنين. إذا كانت خلايا الجنين سليمة، فإنهم يدخلون من 2-3 أجنة صغيرة إلى رحم المرأة التي أُخرجت منها خلايا البويضة.



الرسمة د -1: مراحل في عملية الإخصاب خارج الجسم

اتضح من الخبرة التي تراكمت منذ أن بدأوا تنفيذ عمليات الإخصاب خارج الجسم أن احتمال حمل المرأة المعالجة وإنجاب طفل سليم حوالي **30%**. الجنين الذي يتطور في رحم الأم هو ابنهم البيولوجي للزوج، لأن البويضة والخلايا المنوية أُخذت منهما. من هذه الناحية، لا يوجد فرق بين طفل "الأنبوب" وبين الطفل الذي تكوَّن بطريقة طبيعية.

بما أن الإخصاب بالأنبوب متعلق بتكنولوجيا دقيقة وباهظة وبعلاج هورموناني مستمر يؤدي إلى معانة الأم بشكل كبير جدًا، فمن المعتاد أن يسحبوا من جسم المرأة خلايا بويضة أكثر من المطلوب لإنتاج حَمل واحد. يتم تخصيب جميع خلايا البويضات التي تمَّ سحبها، أما **الأجنة الفائضة** فإنهم يجمدونها في أجهزة خاصة في درجات حرارة منخفضة جدًا (**196°C-**)، وهكذا يمكن حفظها عدة سنوات لحمل إضافي في المستقبل.

جدير بالمعرفة

جائزة نوبل لمكتشف طريقة الإخصاب خارج الجسم

في سنة **2010** ، حاز البروفسور روبيرت ادواردس (Robert Edwards) من انكلترا على جائزة نوبل في الطب والفسيولوجيا على مساهمته في تطوير طريقة الإخصاب لبنو البشر خارج الجسم.
طريقة الإخصاب خارج الجسم، كانت معروفة عند الثدييات - الفئران والأرانب- لكن ادواردس وجد الظروف المناسبة لإخصاب خارج الجسم خلايا بويضات أُخذت من جسم إمرأة، وهكذا فتح الطريق لأزواج كثيرة أن تكون والدين. طفل الأنبوب الأول، هو لويز بارئون الذي وُلد في انكلترا في سنة **1978**، ومنذ ذلك الحين، وُلِدوا ملايين الأطفال بطريقة الإخصاب خارج الجسم.

سؤال د - 1

لكي يستمر تطور الجنين الذي نَتَج في الإخصاب خارج الجسم، يجب إدخاله إلى الرحم. ماذا يمكن الاستنتاج من ذلك؟

جدير بالمعرفة

تجميد خلايا تناسلية

يُتيح الحفاظ على حيوية خلايا في ظروف تجميد عميق (**196°C-**) أن نحافظ على الأجنة وعلى الخلايا التناسلية أيضًا - البويضات والخلايا المنوية. يتم حفظ الخلايا التناسلية في تجميد عميق، على سبيل المثال، في حالات مرض السرطان، عندما يُعالج المريض علاج كيميائي يهدد الخلايا التناسلية بالخطر. في هذه الحالات، يتم إخراج خلايا تناسلية قبل العلاج الكيميائي وتُجمد في جهاز خاص (الرسمة د - 2). بعد الشفاء، يمكن إنتاج أجنة بواسطة إخصاب خارج الجسم من الخلايا التناسلية التي تمَّ تجميدها وزرعها في جسم الأم. وهكذا يمكن أن نساعد المرضى بعد شفائهم أن يكونوا والدين لأبناء أصحاء.

الرسمة د -2: أجهزة لحفظ خلايا في تجميد عميق

الخلايا التي تبرعها رجال أصحاء، يتم حفظها في تجميد عميق في **بنك الخلايا المنوية** وهي متوافرة للنساء التي تحتاج تبرع خلايا منوية، مثل: النساء التي يعاني أزواجهن من خلايا منوية غير قادرة على إخصاب البويضة، أو نساء غير متزوجات ويرغبن أن تكون أمهات أحادية الوالدين.

د2.1 تطبيقات الإخصاب خارج الجسم

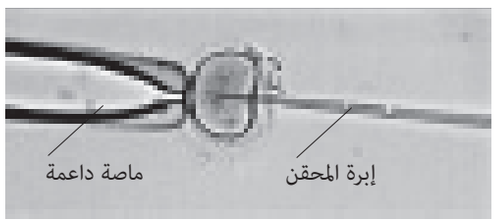
تُتيح تكنولوجيا الإخصاب خارج الجسم استعمالات إضافية للاستعمالات التي ذُكرت في البند السابق.

إخصاب إصطناعي

عندما لا تنجح الخلايا المنوية في دخول خلية البويضة، فعندئذٍ يمكن تنفيذ إخصاب إصطناعي. يتم الإخصاب الإصطناعي بواسطة حقن خلية منوية واحدة داخل بويضة ناضجة بواسطة محقن دقيق جدًا (الرسمة د -3). الحقن لا يؤدي أي ضرر لخلية البويضة!

للمزيد عن
فحص صلاحية الأجنة،
بتوسع فيما بعد.

بعد الحقن، نضع خلية البويضة المخصبة داخل حاضنة فيها ظروف مناسبة للإنقسام. بعد حدوث عمليتيْ انقسام للجنين، نتأكد من أن الجنين سليم ونضعه في رحم الأم.



الرسمة د-3: حقن خلية منوية داخل خلية بويضة

الفرق الأساسي بين الإخصاب خارج الجسم العادي وبين الإخصاب خارج الجسم الإصطناعي هو أنه في الطريقة الأولى، تدخل الخلية المنوية البويضة (الإخصاب) بطريقة تلقائية وعشوائية، أما في الإخصاب "الإصطناعي" - الاختيار ليس عشوائيًا. يختار منفِّذ التخصيب خلية منوية للإخصاب ويُدخلها بشكل إصطناعي داخل خلية البويضة.

الحاضنة

أحيانًا لا تستطيع النساء الحمل على الرغم من أن خلايا البويضة عندها سليمة. مثلًا: نساء لا يوجد لديهن رحم أو رحمهن غير سليم. الحل لهذه الحالات هو الحاضنة. بهذه الطريقة، يتم تخصيب بويضة المرأة مع خلية منوية من زوجها بإخصاب عادي خارج الجسم، لكن الجنين الذي بدأ تطوره خارج الرحم، يتم "زرعه" في رحم مرأة أخرى وافقت على أن تكون الحاضنة. تمر الحاضنة بعلاج هورموناني لتحضير رحمها لاستيعاب الجنين، حيث تحصل خلال العلاج على أقراص دواء تحتوي على هورمون الإستروجن الذي يؤدي إلى تطور الطبقة المخاطية للرحم، من خلال تزامن دورة حيضها مع الأم البيولوجية. فيما بعد، بالموازاة لنمو الأجنة في المختبر، تحصل الحاضنة على البروجسترون الذي يؤدي إلى إعداد الطبقة المخاطية للرحم لاستيعاب الجنين. يستمر العلاج بالدواء حوالي 8 أسابيع. بعد ذلك، تُنْتِج مشيمة الحاضنة هورمونات بكمية كافية وتُفرزها لاستمرار الحمل.

تنمي الحاضنة في رحمها طفلًا ليس لها، ومباشرةً بَعد الولادة تقدمه لوالديه البيولوجيين اللذين أُخذ منهما الخلية المنوية وخلية البويضة.

حل الحاضنة ليس سهلًا من ناحية قانونية وعاطفية، وهو يُلزم جميع الأطراف بالتوقيع المسبق على اتفاق بين الوالدين والحاضنة، حيث يشمل المبلغ الذي تحصل عليه الحاضنة مقابل جهودها.

في سنة 1996، سُن في البلاد قانون الحاضنة الذي سُمي "قانون الاتفاقات لحمل الأجنة" (مصادقة الإتفاق وحالة المولود). يزوِّد القانون تعريفًا دقيقًا للظروف المطلوبة لمصادقة الحاضنة.

سؤال د- *2*

الطفل الذي يولد لأُم حاضنة يشبه من ناحية وراثية:

1. الأُم الحاضنة والأب البيولوجي.

2. الأُم البيولوجية والحاضنة.

3. الأب البيولوجي والأُم البيولوجية.

4. للثلاثة اللذين اشتركوا في العملية.

اختاروا الإجابة الصحيحة.

الحمل من تبرع خلية البويضة

تحتاج قسم من النساء لأسباب مختلفة، مثل: السن أو المرض إلى تبرع خلية بويضة (تبرع بويضات). هؤلاء النساء، لا توجد لديهن بويضات مناسبة للإخصاب، لكنها تستطيع أن تنمي في رحمها جنينيًا وأن تلد أيضًا. يُتيح الإخصاب خارج الجسم لهؤلاء النساء أن تحمل وأن تنجب طفلًا للعالم بواسطة خلية بويضة تتبرعها لها امرأة أخرى. خلية البويضة ليست من الأم، لكن الخلية المنوية التي تُخصبها من الأب، لذا الطفل هو النسل البيولوجي لأحد الوالدين، والأم تشعر شعور الحمل والولادة.

إيجاد خلل وراثي في الأجنة

اليوم، يُتيح التطور العلمي وطريقة الإخصاب خارج الجسم أن نميِّز خللًا وراثيًا في الجنين قبل أن يرتبط في الرحم، وهكذا نمنع ولادة طفل يعاني من مرض وراثي خطير. الزوج اللذان كل واحد منهما يحمل نسخة واحدة لجين مرض وراثي معين، حيث يحدث المرض بواسطة جين واحد، يوجد احتمال كبير (25%) أن يولد لهما طفلًا يحمل في خلاياه نسختان من جين المرض، لذا يكون مريضًا بمرض وراثي. في هذه الحالات، يقترح الأطباء تنفيذ إخصاب عادي خارج الجسم، حيث تُعطى فرصة للزيجوت أن ينقسم ويُنْتِج 8 خلايا. في هذه المرحلة، يُخرج الأطباء خليتين من الجنين ويفحصون ما إذا يحمل الجنين نسختين من الجين المسؤول عن المرض الوراثي (يتم الفحص في كل خلية منفردة، لكي تكون إعادة للفحص). الأجنة التي لا تحمل نسختين من الجين المسؤول عن المرض، يتم إدخالها إلى الرحم.

هذه الطريقة التي بواسطتها نستطيع أن نجد قبل الحمل أجنة يهددها خطر تطور أمراض وراثية صعبة، أدت إلى انخفاض كبير جدًا في عدد الأطفال الذين يولدون مع أمراض وراثية. على الرغم من ذلك، يوجد أمراض وراثية، لم نجد لها حتى الآن الجين المسؤول عنها، أو أنها تحدث بواسطة عدة جينات، لذا لا توجد إمكانية لفحص أخطار هذه الأمراض على الجنين. أحد الأمراض الذي يمكن فحصه اليوم في الجنين هو مرض الطايزكس.

جدير بالمعرفة

مرض الطايزكس

مرض الطايزكس (Tay-Sachs) هو مرض وراثي يحدث نتيجةً لنقص في إنزيم مسؤول عن العمليات الأيضية للدهنيات في المخ. يتطور المرض في سن الرضاعة ويؤدي إلى أضرار صعبة في المخ. يتوقف تطور هؤلاء الأطفال ويموت معظمهم في السنوات الأولى من حياتهم. اليوم، يقترح الأطباء للأزواج الذين أصلهم أشكنازي أو شمال إفريقي أن يفحصوا ما إذا هم يحملون الأليل في خلاياهم، لأن تكرارية هذا المرض عالية نسبيًا عند هؤلاء الأزواج، وهكذا يمنعون ولادة طفل مريض.

نسبة وجود الأليل المسؤول عن المرض عند اليهود من أصل أشكنازي هو **1:30** وعند اليهود من أصل شمال إفريقي هو **1:110**، أما عند جميع السكان، التكرارية**1:300** تقريبًا.

سؤال د - 3

لكي نفحص سلامة الجنين، نُخرج خليتين من بين خلايا الجنين الثماني. على الرغم من هذه العملية الجراحية، يستمر الجنين المكون من 6 خلايا في التطور السليم بشكل مطلق. ما هو السبب لذلك؟

توسع

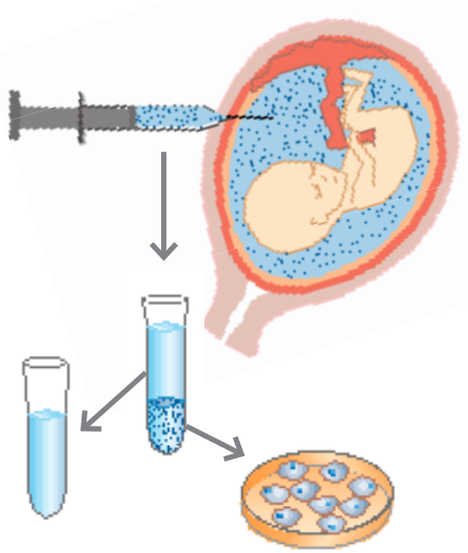
فحص سلامة الأجنة خلال الحمل

خلال الحمل أيضًا، يمكن أن نفحص ما إذا الجنين يتطور بشكل سليم وهل أجهزته سليمة. يمكن تنفيذ ذلك بواسطة تصوير فوق صوتي (اولتراساوند)، فحص دم الأم بطرق بيوكيميائية وفحص خلايا الجنين الذي يتطور في الرحم بالميكروسكوب (المجهر). لكي نفحص ما إذا يوجد خلل في مبنى الكروموسومات أو ما إذا عددها غير سليم، يجب أن نعزل خا[illegible] عدة خلايا من الجنين وتوجيهها إلى وضع فيه انقسامات ميتوزا، لأنه فقط في[illegible] نرى، عبر الميكروسكوب، الكروموسومات بشكل واضح، ويمكن أن[illegible] نعدَّها وأن نرى ما إذا هي سليمة.

كيف يمكن أن نفحص خلايا الجنين بواسطة ميكروسكوب دون[illegible] نؤدي إلى ضرر في الجنين ذاته؟ لهذا الغرض، نستعمل اليوم [illegible] الطريقتين الآتيتين:

فحص سائل السّلى

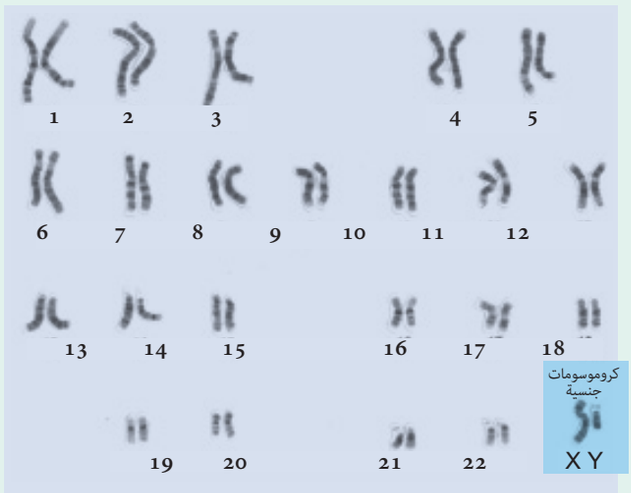
يتم هذا الفحص بين الأسابيع **15-20** للحمل وهو دارج الاستعمال حوالي **40** سنة (الرسمة د - 4). في سائل السلى الموجود حول الجنين، تتساقط خلايا من الجنين، لذا يمكن فحص الكروموسومات فيها. نُخرج بحذر كمية قليلة من سائل السلى الذي يعيش داخله الجنين، ثم نفصل خلايا الجنين عن السائل ونفحص فيها المكونان. لكي نقلص خطر إصابة الجنين بضرر، يتم سحب السائل خلال مشاهدته بواسطة جهاز الاولتراساوند.



الرسمة د -4: فحص سائل السلى

بعد أن نحث الخلايا التي أخرجناها إلى انقسام الميتوزا، يمكن أن نرى الكروموسومات عبر الميكروسكوب. لكي نفحص الكروموسومات، نصوِّر الخلية، "نقص" (بالحاسوب) الكروموسومات ونرتبها في أزواج متماثلة وفقًا لطولها وتفاصيل مبنى إضافية. بحسب الاتفاق العالمي السائد بين العلماء، لكل زوج من أزواج الكروموسومات المتماثلة يوجد ترقيم. في خلايا الإنسان، يوجد **22** زوجًا من الكروموسومات المتماثلة وزوج واحد من الكروموسومات الجنسية المشار إليهما بالحرفين **x** وَ **y**. تساعد عملية الفحص على إيجاد فائض أو نقص في الكروموسومات وأيضًا خلل في مبنى كروموسومات معينة.

تعرض الرسمة د-5 كروموسومات في خلية رجل فيها هيئة كروموسومات سليمة.



الرسمة د -5: هيئة كروموسومات سليمة في خلية رجل (رُتِّبت الكروموسومات بحسب أزواج متماثلة). صوِّرت الكروموسومات بواسطة ميكروسكوب ضوئي وهي مكبرة **5,000** ضعف تقريبًا

فحص خَمَلات غشاء كوريون

كما رأيتم في الفصل الثالث، خَملات غشاء الكوريون التي مصدرها من الجنين هي جزء من المشيمة (انظروا الرسمة ج -**14**). بين الأسابيع **10-12** أسبوعًا من الحمل، يمكن أن نُخرج قطعة من خَملات الكوريون الموجودة في المشيمة. ونفحص في الخلايا التي أُخرجت دلالات لأمراض وراثية في الجنين. يتم فحص عدد الكروموسومات ومبناها كما هو الأمر في فحص سائل السلى.

عندما تكون حاجة لفحص خلايا الجنين، أي فحص من الأفضل أن ننفِّذ - فحص خَملات غشاء كوريون أو فحص سائل السلى؟ ⁉

يعرض الجدول د-**1** مقارنة بين الفحصين.

جدول د -1: مقارنة بين فحص خَملات الكوريون وفحص سائل السلى

	فحص خَملات الكوريون	فحص سائل السلى
زمن الفحص	في مرحلة مبكرة من الحمل نسبيًا (الأسبوع 10-12)، قبل أن تشعر الأم بحركات الجنين والحمل لا يبدو للأنظار.	في مرحلة متأخرة من الحمل نسبيًا (الأسبوع 15-20). تشعر الأم بحركات الجنين والحمل يبدو للأنظار.
خطر الإجهاض في أعقاب تنفيذ الفحص	الخطر كبير نسبيًا (1:100).	الخطر صغير نسبيًا (1:200).
حسنات	إذا كان الجنين غير سليم، يمكن تنفيذ إجهاض. من ناحية جسمانية ونفسية، الإجهاض أسهل من الولادة.	في سائل السلى، تعوم خلايا مصدرها من الجنين فقط، ومن المؤكد أن الخلايا المفحوصة مصدرها من الجنين وليس من الأم.
سيئات	بالإضافة إلى خطر الإجهاض الكبير نسبيًا، يوجد خطر أن تؤخذ بالخطأ خَملات كوريون من خلايا الأم. إذا كان الجنين أنثى، فمن الصعب أن نميِّز الخطأ، وهناك إمكانية لإتخاذ قرار خاطئ.	إذا كان الجنين غير سليم، لا يمكن تنفيذ إجهاض في هذه المرحلة ويجب تنفيذ ولادة مبكرة. هذه الولادة هي صعوبة عاطفية وجسمانية للوالدين.

الوالدان هما اللذان يقرران الفحص الذي يجب تنفيذه، وما إذا يستمر الحمل في حالة اكتشاف مشكلة معينة في الجنين.

يوصي الأطباء اليوم بتنفيذ فحص سائل السلى للنساء التي أعمارها أكثر من 35 سنة. من المعروف في هذه الأعمار أن تكرارية خلايا البويضة التي تحتوي على 24 كروموسومًا كبيرة بالمقارنة للتكرارية عند النساء التي أصغر منها سنًا. في فحص خَملات الكوريون وفي فحص سائل السلى، نرى كروموسومات الجنين ويمكن أن نعرف بالتأكيد ما إذا هيئة كروموسوماته سليمة. يُتيح الفحصان تمييز أمراض وراثية في الجنين بواسطة فحص الكروموسومات بطريقة ميكروسكوبية. هذان الفحصان مهمان بالأساس، عندما يكون معروف في العائلة مرض وراثي أو عندما تكون الأم كبيرة السن. أحد الأسباب الشائعة لتنفيذ الفحص هو إيجاد أجنة تعاني من **متلازمة داون**.

ما هي متلازمة داون؟

الجنين الذي يحمل في خلاياه ثلاث نُسخ من كروموسوم رقم 21 بدل اثنان، فإنه يعاني من سلسلة أضرار جسمانية وعقلانية تشكل معًا متلازمة داون (Down's Syndrome). يحدث الخلل في عدد الكروموسومات، في أعقاب خطأ خلال الميوزا (عادةً عند الأُم) الذي بسببه تَنْتُج خلية تكاثر فيها كروموسومان رقم 21 بدل كروموسوم واحد، ومجموع الكروموسومات هو 24 بدل 23 (n+1 كروموسومات). الجنين الذي يَنْتُج من خلية تناسل كهذه، يحصل على كروموسومين رقم 21 من أمه وعلى كروموسوم واحد من أبيه. هذا الجنين يكون فيه ثلاث نُسخ من الكروموسوم رقم 21 بدل اثنان، وعدد الكروموسومات في خلاياه تكون 47 بدل 46 (2n+1 كروموسومات). بودنا أن نشير إلى أن هذا النوع من الخطأ، قد يحدث في كروموسومات أخرى أيضًا، لكن في معظم هذه الحالات، لا يتطور الجنين ويحدث إجهاض طبيعي.

الأطفال الذين يعانون من متلازمة داون، توجد لديهم درجات مختلفة من التخلف العقلي وعيوب جسدية مختلفة.

عندما تكون درجة التخلف العقلي ليست كبيرة بشكل خاص، يمكن دمج هؤلاء الأطفال في العمل، المجتمع، كما يمكن إكسابهم مهارات حياتية تُتيح لهم إمكانية العيش بشكل مستقل وكبالغين. يتجند قسم قليل منهم كمتطوعين في الخدمة العسكرية.

بحسب البحث الذي أُجري في انكلترا ونُشر في سنة **2009**، اتضح أن المعرفة المسبقة، ما إذا الجنين يعاني من متلازمة داون، أدت إلى انخفاض كبير جدًا في عدد الأطفال الذين يولدون مع هذه المتلازمة. لولا إمكانية تنفيذ هذه الفحوصات، فمن المتوقع أن تكون النسبة المئوية للأطفال الذين يولدون مع هذه المتلازمة عالية، لأن كثير من النساء تلد اليوم في سن متأخر فيه احتمال كبير أن تَنْتُج خلايا فيها **24** كروموسومًا.

بسبب الأخطار المتعلقة بفحص خَملات الكوريون وبفحص سائل السلى، يوجد اقتراح أيضًا لإجراء فحوصات دم بيوكيميائية متنوعة أثناء سير الحمل، لأنها تستطيع أن تُشير إلى احتمال ولادة طفل مع متلازمة داون. تساعد هذه الفحوصات البيوكيميائية على اتخاذ قرارات بحذر حول ما إذا يمكن تنفيذ فحص خطير، لكن تزوِّدنا هذه الفحوصات بإجابة مؤكدة عن هيئة كروموسومات الجنين ويمكن أن تمنع ولادة طفل مصاب.

د2. التكنولوجيا تساعدنا لكنها تخلق صراعات أيضًا

الإمكانيات المتعددة والمتوفرة اليوم أمام الوالدين، تساعد على حل مشاكل، لكنها تُثير صراعات صعبة أيضًا. في هذا البند، نفحص قسمًا منها.

الإجهاض: نعم أو كلا.

الإجهاض الذي يمكن تنفيذه اليوم دون أن يشكِّل خطرًا على الأُم، أدى إلى النساء الحوامل التي لا ترغب في استمرار الحمل لأسباب معينة (صعوبات اقتصادية، فرق صغير في السن بين أطفال العائلة وما شابه) أن تختار عملية الإجهاض. يدعي هؤلاء الأشخاص أن للفرد الحق على جسده: في هذه الحالة، من حق المرأة أن تقرر الاستمرار في الحمل والولادة أو الإجهاض.

بالمقارنة مع ذلك، يرى أناس كثيرون أن عملية إجهاض جنين سليم، هي عملية غير أخلاقية وتعتبر قتل نفس.

لا يسمح القانون في إسرائيل عملية الإجهاض، إلا عندما يكون سببًا مقنعًا، مثل: مرض أو عاهة أساسية في الجنين، خطر الحياة على الأم، أو خطر إصابة الأُم جسديًا أو نفسانيًا. بحسب القانون، يحتاج تنفيذ الإجهاض إلى موافقة لجنة مختصة تشتمل على أطباء مختصون وأخصائيين اجتماعيين.

يوجد للإجهاض **جانب ديني**. ترى الديانات الثلاثة - اليهودية، المسيحية والإسلامية الإجهاض بشكل متشابه: تسمح الديانات الإجهاض عندما يكون خطر حقيقي على حياة الأم. عندما يكون سبب الإجهاض آخر، مثل: تشويه أساسي في الجنين، أو ضائقة اقتصادية أو نفسية للعائلة، تختلف آراء الديانات وزعمائهم الروحيون عن بعضهم.

لمن ينتمي الجنين الذي تمَّ تجميده؟

كما ذكرنا من قبل، **الأجنة الفائضة** التي نَتَجت في الإخصاب خارج الجسم، يتم تخزينها في تجميد عميق. قدرة التكنولوجيا التي تستطيع أن تحتفظ بجنين كبره أربع أو ثماني خلايا في ظروف تجميد، تُثير أحيانًا صراعات غير بسيطة. الجنين الموجود في التجميد خارج جسم الأم، يمكن أن يتحول إلى نقطة خلاف بين الوالدين في حالة الطلاق أو الانفصال عن بعضهما. ماذا نعمل إذا أراد أحد الوالدين طفلًا، أما الوالد الآخر، فإنه يعترض على استعمال الأجنة؟ لمن تنتمي الأجنة المجمدة إذا توفي الوالدين؟ والأهم من ذلك: ما هي مصلحة الطفل الذي ربما يولد؟

في الحمل الطبيعي، عندما يكون الجنين في رحم أُمه، فهو جزء منها. لذا لا نستطيع اتخاذ قرارات تتضارب مع رغبات الأم. الأم، كما هو الأمر لكل شخص، يوجد لها حق أساسي: حق الشخص على جسده. من هنا يمكن الادعاء أنه لا يوجد حق لأي شخص أن يفرض الإجهاض على المرأة أو يمنعها من الإجهاض. لكن عندما يكون الجنين خارج جسم أمه، في تجميد عميق، فإن الأمر يختلف تمامًا.

صراع

أمامكم حدث في البلاد في سنوات التسعينيات من القرن العشرين: أراد والدين متزوجين أن ينجبا أطفالًا، احتاج الزوجين علاج إخصاب خارج الجسم. لم ينجح أي علاج معهما، لكن بقيت عدة أجنة تنتمي إلى الزوجين في التجميد. بعد مرور مدة زمنية، انفصل الزوجين عن بعضهما. تزوج الرجل مرةً أخرى وأنجب أطفالًا. أما الزوجة التي لم تُنجب أطفالًا، فقد قررت أن تُنجب طفلًا أو اثنان من الأجنة التي جُمدت وحُفظت. عندما عرف زوجها السابق ذلك، اعترض بشدة وقام برفع دعوة في المحكمة.

سؤال د - 4

أ. ما هي الإدعاءات التي يمكن أن يدعيها كل واحد من الزوجين، لكي يدعم مطلبه؟

ب. لو كنتم الحاكم في المحكمة، ما هو قرار الحكم الذي تصدرونه؟ عللوا قراركم.

كثرة الأجنة: نعمة أم نقمة؟

يمكن أن يحدث صراع إضافي في أعقاب علاج أُعِدَّ لإنضاج جُرَيْبات. في هذا العلاج، يتم استعمال كميات كبيرة من الهورمونات التي تؤدي إلى نضوج عدة جُرَيبات وخروج عدة خلايا بويضات في نفس الوقت. إذا حدث إخصاب، فقد يؤدي إلى حمل متعدد الأجنة - خمسة أجنة وأكثر من ذلك.

عندما يُنفَّذ الإخصاب خارج الجسم، يتم إدخال حوالي 3 أجنة على أمل أن يتطور واحد منها على الأقل، لكن قد تتطور الأجنة الثلاثة والحمل يكون متعدد المراحل. يُثير الحمل متعدد الأجنة صراعًا صعبًا: كلما كان عدد الأجنة كبيرًا، يزداد الخطر على الأم والأجنة ويقل احتمال تطور الأجنة بشكل سليم في الرحم. يوصي الأطباء على علاج يقلل عدد الأجنة (علاج يُسمِّى تفريد الأجنة). يتم هذا العلاج في مرحلة مبكرة جدًا من الحمل، عندما تكون الأجنة في مراحل التطور الأولى. يضمن تقليل عدد الأجنة أن يكون تطور سليم لجنينين أو ثلاثة أجنة، أن تكون ولادة في الموعد وأن يقل خطر ولادة خُدج. يعترض قسم من الأزواج على هذه التوصية، لأن تفريد (تقليل) الأجنة بحسب رأيهم يعتبر قتل أطفالهم.

الصراع في هذه الحالة يكون صعب جدًا بشكل خاص، لأن العدد الكبير للأجنة في الرحم، يشكِّل خطرًا على حياة الأم.

نلاحظ أن التطبيقات التكنولوجية في الطب لها وجهان: من ناحية واحدة، تحل التكنولوجيا مشاكل ومحن صعبة، ومن ناحية أخرى، قد تُثير الحلول صراعات أخلاقية جديدة. من الأفضل أن نعي جميعنا معنى استعمال التكنولوجيا والمشاكل التي قد تنجم في أعقابها. قد تساعدنا المعرفة السابقة في مواجهة الصراعات التي قد تواجهنا خلال حياتنا.

د3. تنظيم تعداد العائلة

لم يكن في الماضي شائعًا تنظيم تعداد العائلة. كانت الأسباب لذلك كثيرة ومتنوعة، من بينها نسبة وفيات عالية لأطفال وأولاد صغار السن، الاعتقاد الديني وعدم المعرفة. أم اليوم، تنظيم العائلة شائع في مجتمعات كثيرة وفي أقسام واسعة في العالَم. على الرغم من ذلك، يُثير هذا الموضوع نقاشًا.

في العصر الحديث، يصل معظم الأطفال سن البلوغ، ويستطيع الوالدين بوسائل محتلفة أن يحددوا عدد الأطفال وموعد ولادتهم. الحمل غير المنظم وغير المرغوب به، قد يكون عبئًا على العائلة والفرد وقد يؤثر سلبًا على الوليد. هناك عامل إضافي يؤثر على الرغبة في تنظيم كبر العائلة وهو التغيير في تقسيم الوظائف في العائلة: في عائلات كثيرة اليوم، يعمل الوالدين خارج البيت لتأمين قوة معيشتهم، لذا يعتبر التطور المهني معيارًا في تخطيط كبر العائلة وموعد ولادة الأطفال.

طوِّرت **وسائل لمنع الحمل**، لكي نمنع حدوث حمل غير مرغوب به. من بين جميع الوسائل والطرق المقبولة، لا توجد أي وسيلة تمنع الحمل بشكل مطلق، كما أنه لا توجد طريقة واحدة مناسبة للجميع. كل طريقة لمنع الحمل لها حسناتها وسيئاتها. يجب أن يتم اختيار طريقة منع الحمل المناسبة بإرشاد وبإستشارة طبيةضجة. :

تعتمد طق منع الحمل بالأساس على المبادئ الآتية:

- منع التقاءأو تلامس بين الخلايا المنوية وخلية البويضة الناضجة.
- تغيير التوازن الهورموناليّ في جهاز التكاثر.
- منع زرع الجنين في الرحم.

العازل الذكري هو وسيلة لمنع الحمل وهو يمنع تلامسًا بين الخلايا المنوية الذكرية وخلية البويضة الناضجة. حسناته الكبيرة أنه متوافر كل الوقت. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر العازل الذكري وسيلة المنع الوحيدة التي بإمكانها أن تمنع انتقال أمراض عبر الأعضاء التناسلية. العازل الذكري هو كيس مطاطي ومرن، يضعه الرجل على القضيب وهكذا يمنع تلامس مباشر بين الأعضاء التناسلية للذكر والأنثى. نجاعة العازل الذري لمنع الحمل ليست عالية (حوالي 85%)، لكن إذا كان هناك خوف أن أحد الزوجين يحمل مرض جنسي معين، بما في ذلك الإيدز، فالعازل الذكري هو أنسب وسيلة لتحقيق الهدفين. في نفس الوقت، يجب التذكر أن العازل الذكري قد يتمزق أو تتسرب منه خلايا منوية وعندئذ لا قيم له بتاتًا.

الغشاء الحاجب هو وسيلة منع حمل إضافي يمنع التلامس بين الخلايا المنويةً وخلية البويضة الناضجة، وعلى نقيض العازل الذكري فهو معد للمرأة. الغشاء الحاجب هو حاجز مصنوع من مادة اصطناعية يُضع على سطح عُنق الرحم، لكي يمنع دخول خلايا منوية إلى الرحم.

استخدام الغشاء الحاجب أقل استعمالًا من العازل الذكري. نجاعته قليلة، ولكي نحسِّن نجاعته، يوصي الأطباء استعمال وسائل أخرى بالإضافة لاستعمال الغشاء الحاجب.

الأقراص لمنع الحمل هي وسيلة تُغيِّر التوازن الهورموناليِ في جهاز التكاثر. الأقراص هي الوسيلة الأكثر نجاعة لمنع الحمل (تُقدر نجاعتها حوالي 100%)، شائعة جدًا، لكنها لا تمنع العدوى بأمراض تنتقل خلال ممارسة العلاقات الجنسية. يوجد أنواع أقراص مختلفة، لكنها تعمل على نفس المبدأ تقريبًا، جميعها تحتوي على هورمونات من مجموعة الإستروجن أو من مجموعة البروجسترون التي تؤثر وتمنع الإباضة (عمليًا، تمنع الارتفاع الحاد في مستوى الهورمون LH في الدم الذي يؤدي إلى الإباضة). إذا لم تتم الإباضة، لا يحدث حمل. تُؤخذ الأقراص لمدة 21 يومًا وخلالها تتطور الطبقة المخاطية للرحم بتأثير الهورمونات الموجودة في الأقراص. بعد مرور 21 يومًا، تتوقف المرأة عن تناول الأقراص لمدة 7 أيام ونتيجةً لذلك تتساقط الطبقة المخاطية للرحم ويحدث نزيف. هذا يعني، تَنْتُج دورة حيض اصطناعية دون إباضة.

استعمال كل نوع من الأقراص يختلف عن الآخر، لذا من المهم جدًا التشديد على تناول الأقراص بحسب التعليمات. قد تكون تأثيرات جانبية سلبية للأقراص المختلفة، لذا بعد الإستشارة الطبية التي تمَّت فيها ملاءمة قرص منع الحمل المناسب للمرأة، من المهم متابعة تأثير القرص على المرأة والتأكد من أن القرص مناسب لها.

الأقراص الموجودة اليوم للاستعمال مُعدَّة للمرأة فقط. خلال السنوات، توجد محاولات لإنتاج أقراص للرجل، لكن لا توجد حتى الآن معلومات كافية حول نجاعة الأقراص التي طُوِّرت حتى الآن للرجل واستعمالها قليل جدًا.

الجهاز داخل الرحم هو وسيلة منع حمل يمنع من زرع الجنين في الرحم. هذا الجهاز مصنوع من مادة بلاستيكية، أو من نحاس، أو من فولاذ لا يصدأ، حيث يتم إدخاله إلى تجويف (فراغ) الرحم بطريقة طبية، ويمكن أن يبقى في الرحم لعدة سنوات. يغيِّر هذا الجهاز الطبقة المخاطية للرحم ويمنع من زرع الجنين في الرحم. نجاعة هذا الجهاز لمنع الحمل عالية (حوالي 95%)، لكنه غير مناسب للنساء التي لم تلد وهو بحاجة إلى مراقبة وإشراف طبي.

سؤال د - 5

لا تتم الإباضة خلال الحمل أو نتيجةً لتناول أقراص لمنع الحمل. اشرحوا المشترك للحالتين واشرحوا كيف يتم منع الإباضة فيهما؟

سؤال د - 6

أ. اقرأوا القطعة التي تبحث أقراص منع الحمل، ثم اذكروا حقيقتين بيولوجيتين تدل على أن هذه الأقراص أُعدَّت للنساء فقط.

ب. اعتمدوا على ما تعلمتموه عن إنتاج الخلايا المنوية وأدائها، ثم اذكروا، ماذا يمكن أن يكون مبدأ نشاط هذا القرص عند الرجل؟ اشرحوا.

ت. يحاول باحثون تطوير قرصًا للرجل لمنع الحمل عند النساء: يتناول الرجل كل يوم قرصًا واحدًا (بشكل مؤقت)، لكي يمنع إنتاج الخلايا المنوية. هل من المهم، بحسب رأيكم، أن يتم تطوير قرصًا من هذا النوع؟ عللوا.

جدير بالمعرفة

"الأيام المضمونة" "ليست مضمونة"!

كما تعلمتم في الفصل الثالث، في اليوم الـ **14** من الدورة الشهرية (دورة الحيض)، تبدأ الإباضة ومنذ تلك اللحظة ولمدة حوالي **24** ساعة، تكون البويضة مستعدة للتخصيب. وبعد ذلك تتحلل إنْ لم تُخصب. يعتقد أشخاص كثيرون أنه يمكن منع الحمل بواسطة استعمال الطريقة المسماة" الأيام المضمونة". بهذه الطريقة، تتم ممارسة العلاقة الجنسية فقط في الأيام التي لا يحدث فيها إخصاب. في كل شهر، يوجد يوم واحد مناسب لحدوث الإخصاب. من المهم أن نذكر أن الخلايا المنوية تبقى حيوية لمدة **4** أيام تقريبًا، وهذا يعني أنه إذا كانت خلايا منوية موجودة في الرحم من **3-2** أيام قبل الإباضة، فإنها تكون قادرة على تخصيب خلية البويضة ونتيجة لذلك يتطور حمل. لذا يجب الامتناع عن القيام بعلاقة جنسية حوالي **4** أيام في كل شهر.

كما رأينا، عدد أيام دورة الحيض غير موحد حتى عند نفس المرأة. بالطبع لا نستطيع الاعتماد على العدد **28** (أيام) الذي هو معدل مدة دورة الحيض، وهو يعتمد على عدد كبير جدًا من دورات الحيض الحقيقية لعدد كبير جدًا من النساء. واضح أنه عندما تكون مدة الدورة ليست **28** يومًا، فإنّ الإباضة لا تبدأ في اليوم الـ **14**، لذا من الصعب أن نعرف توقيت الإباضة. من الصعب أن نفهم، لماذا ما زالت هذه الطريقة شائعة، على الرغم من أنه بات معروفًا أنه لا يمكن الاعتماد عليها (نجاعتها حوالي **70%**). هناك حالات حمل كثيرة غير مخطط لها وهي نتيجةً للإعتماد على "الأيام المضمونة".

المواضيع الأساسية في هذا الفصل

- ينجح الطب الحديث اليوم بالدمج مع التكنولوجيا المتقدمة أن يساعد أزواج كثيرة تعاني من مشاكل إنجاب أطفال أن تُرزق أطفال بطرق مختلفة لم تكن ممكنة في الماضي.
- الإخصاب خارج الجسم هو إخصاب يتم خارج جسم المرأة. وهو مناسب للأزواج الذين لا ينجحون لأسباب معينة في إنجاب أطفال بطريقة طبيعية، كما أنه مناسب لحالات تكون في العائلة أمراض وراثية، يمكن فحصها في مراحل مبكرة بعد الإخصاب.
- يوجد استعمالات إضافية كثيرة لتكنولوجيا الإخصاب خارج الجسم، مثل: الإخصاب الإصطناعي، حاضنة الحمل، حمل من تبرع خلية بويضة وإيجاد عيوب وتشويهات وراثية في الجنين.
- خلال الحمل، يمكن أن نفحص سلامة الجنين بواسطة فحص خَملات الكوريون أو فحص سائل السلى.
- الإمكانيات التكنولوجية المتوفرة اليوم للإنسان، تساعد على حل مشاكل، لكنها تُثير صراعات صعبة.
- الوسائل الشائعة لمنع حمل غير مرغوب به: العازل الذكري، الأقراص والجهاز داخل الرحم. العازل الذكري هو أيضًا وسيلة لمنع العدوى بأمراض تُنقل بواسطة ممارسة الجنس مثل مرض الإيدز.
- طريقة "الأيام المضمونة" هي طريقة غير مضمونة بتاتًا لمنع الحمل.

مصطلحات مهمة في هذا الفصل

وسائل لمنع الحمل
بنك الخلايا المنوية
أقراص لمنع االحمل
إجهاض
إخصاب خارج الجسم
إخصاب إصطناعي
تجميد أجنة
تجميد خلايا تناسلية
خَملات غشاء كوريون
أجنة فائضة
حاضنة
سائل السّلى
تنظيم تعداد العائلة
تبرع خلايا البويضة (بويضات)

تكاثر الحيوانات

تكاثر تزاوجي (جنسي)

هـ1. صوب التكاثر

هـ2. تكاثر الحيوانات في الماء

هـ3. تكاثر الحيوانات في اليابسة

هـ4. جوانب النشوء والارتقاء للتكاثر التزاوجي عند الحيوانات

تكاثر لا تزاوجي (لا جنسي)

هـ5. تكاثر لا تزاوجي بواسطة الإنقسام أو التبرعم

هـ6. التكاثر العذري

هـ7. تكاثر لا تزاوجي بطرق بيوتكنولوجية

المواضيع الأساسية في هذا الفصل

المصطلحات المهمة في هذا الفصل

هـ

الفصل الخامس: تكاثر الحيوانات

تكاثر تزوجي (جنسي)

تعلّمنا في الفصلين الثالث والرابع عن تكاثر الإنسان بشكل مفصَّل. في هذا الفصل، نَصف التباين الكبير الموجود بطرق التكاثر التزاوجي للفقريات والملاءمة بين طرق تكاثرها وبيئتها الحياتية.

أُعِدَّ قسم من هذا الفصل لتكاثر الحيوانات من مجموعة الفقاريات. الفقاريات هي حيوانات ذات عمود فقَري مكوَّن من فقرات ومن هنا جاء اسمها. تشتمل الفقريات على خمسة أقسام: الأسماك، البرمائيات، الزواحف، الطيور والثدييات.

ه1. صوب التكاثر

تبدأ مسيرة الحيوان منذ ولادته وتنتهي بموته. في أي سن يبدأ الفرد بالتكاثر؟ هل يتكاثر في موسم معين أم في كل موسم في السنة؟

ه1.1 البلوغ الجنسي

معظم الحيوانات لا تكون مستعدة للتكاثر مباشرة مع بداية حياتها. في أنواع كثيرة، يكون جهاز التكاثر موجود أثناء الولادة، لكن لا يكون فعالًا (كما هو الأمر عند الإنسان). يحتاج الجهاز إلى عمليات تطور، لكي ينفِّذ أداءه، المرحلة في دورة الحياة التي يستطيع منها الفرد أن يتكاثر بتكاثر تزاوجي نسمِّيها **تكاثرًا جنسيًّا**. سن البلوغ الجنسي خاص لكل نوع بيولوجي (species) ويتم تحديده بحسب **عوامل داخلية - وراثية** مثل معدل الحياة ويتأثر جدًا من **عوامل خارجية - البيئة المحيطة**، مثل: درجة الحرارة وتوافر الغذاء (جدول ه - 1).

جدول ه - 1: سن البلوغ الجنسي لثدييات من أنواع مختلفة ومعدل حياتها

النوع البيولوجي	سن البلوغ الجنسي	תוחלת החיים הממוצעת (בשנים)
الفأر	شهران	2-3
قرد الشمبانزي	7-8 سنوات	50
الإنسان	صبية 9-13 سنة صبي 11-15 سنة	65 (المعدل العالمي)*
الفيل	15 سنة	60

* معدل حياة الإنسان في إسرائيل والدول المتطورة أعلى من المعدل العالمي وهو يصل حوالي 80 سنة.

يمكن أن نرى في الجدول ه - 1 أن هناك علاقة بين سن البلوغ الجنسي ومعدل الحياة: عادةً الحيوانات التي عمرها طويل، تصل البلوغ الجنسي في وقت متأخر بالمقارنة مع الحيوانات التي معدل حياتها قصير.

تتكاثر معظم الفقريات عدة مرات خلال حياتها. تختلف الأنواع عن بعضها في عدد مرات التكاثر خلال حياتها، لكن يوجد أنواع شاذة مثل أسماك السلمون التي تتكاثر مرة واحدة خلال حياتها.

جدير بالمعرفة

مرة واحدة تكفي .....

تقضي أسماك السلمون الشائعة على شواطئ شمال أمريكا وشمال أوروبا سنوات حياتها الأولى في جداول ماء عذبة. بعد مرور 2-3 سنوات، تخرج إلى مياه المحيط، حيث تصل هناك إلى البلوغ الجنسي. وبعد مرور عدة سنوات، تعود أسماك السلمون إلى نفس جدول الماء الذي قضت فيه سنوات حياتها الأولى (الرسمة هـ 1). الرحلة التي طولها مئات وآلاف الكيلومترات، من المحيط إلى جدول الماء وسباحتها عكس التيار في مرتفع جدول الماء تؤدي إلى نفوذ قواها وكثير منها لا تبقى على قيد الحياة. بالإضافة إلى ذلك، الدببة التي تعيش في تلك المناطق، تنتظر الأسماك المنهكة، لكي تفترسها مع قدوم الشتاء. الأفراد القليلة التي تنجح في الوصول إلى مكان ولادتها، تتكاثر وتموت. الطريقة العجيبة التي تستطيع بواسطتها أسماك السلمون أن تميِّز مكان ولادتها وتعود إليه بعد عدة سنوات، غير واضحة تمامًا حتى الآن.

الفكرة المركزية

النشوء والارتقاء:
نسبة مئوية صغيرة من أسماك السلمون تنجح في العودة إلى مكان ولادتها وتتكاثر فيه. العملية طويلة ومنهكة وهي مثال لقوة الانتخاب الطبيعي.

الرسمة هـ -1: على اليمين - أسماك السلمون تسبح في مرتفع جدول الماء، على اليسار - دُب يلتهم اسماك السلمون

هـ 2.1 موسم التكاثر

تكاثر الإنسان غير متعلق بموسم معين، بل يمكن أن يتم كل السنة. أما معظم أنواع الحيوانات، حتى بعد وصولها البلوغ الجنسي، لا تستطيع أن تتكاثر كل السنة، بل تستطيع في **موسم تكاثرها** فقط. يتأثر التكاثر في اليابسة بشكل كبير جدًا من التغيُّرات في البيئة المحيطة التي من تنبع من **المواسم** (فصول السنة): على الأغلب، يكون موسم تكاثر كل نوع في وقت مناسب للأفراد، حيث تُولد هذه الأفراد في موسم فيه غذاء متوافر وطقس مريح. عند البرمائيات، على سبيل المثال، يتم تحديد موعد التكاثر بالأساس بحسب موعد هطول الأمطار وكمية الماء في الأنقوعة الشتوية وأيضًا بحسب درجة حرارة البيئة المحيطة.

من الجدير بالذكر أن هناك أنواع زواحف تعيش في مناطق استوائية لا يوجد فيها فروق كبيرة بين فصول السنة، لذا تتكاثر هذه الزواحف طيلة أيام السنة.

في معظم أنواع الحيوانات، يمكن أن نميِّز تغيُّرات موسمية في جهاز التكاثر، حيث تتأثر من عوامل بيئية محيطة، مثل: طول النهار (عدد ساعات الإضاءة)، درجة الحرارة، توافر الغذاء وجودته وغير ذلك.

للمزيد عن
موسمية تكاثر الحيوانات، انظروا الفصل السابع صفحة 146، الفصل الثامن صفحة 176.

جدير بالمعرفة

تأثير الضوء على تكاثر العصافير

تمَّ بحث تأثير عوامل البيئة المحيطة على جهاز التكاثر بشكل عميق. في سنة **1924**، أجرى الباحث الكندي ويليام روان (William Rowan) أحد الأبحاث الرائدة في هذا المجال. في هذه التجربة، وضع الباحث مجموعتيْ عصافير من نفس النوع البيولوجي في أقفاص: زاد الباحث عدد ساعات إضاءة مجموعة التجربة بواسطة الإضاءة الإصطناعية، أما المجموعة الضابطة فلم تحصل على علاج إضافي. بإستثناء إضافة الإضاءة، أعطيت نفس الظروف للمجموعتين.

بعد مرور وقت معين، عندما تمَّ فحص ذكور العصافير من المجموعتين، وُجد في مجموعة التجربة ازدياد ملحوظ في كبر خصية الذكور بالمقارنة مع كبر خصية الذكور في المجموعة الضابطة.

استنتج الباحث أن عدد ساعات الإضاءة (وفي الظروف الطبيعية - طول النهار الذي يتغيَّر مع فصول السنة) هو العامل الذي يؤثر بشكل كبير وملحوظ على التغيُّرات الموسمية في جهاز التكاثر عند الطيور.

يتم تطبيق معرفة تأثير البيئة المحيطة على عملية التكاثر في المزارع بشكل عملي. مثلًا: في أقنان الدجاج، تُستعمل إضاءة اصطناعية لخلق نظام إضاءة مدته من **14-16** ساعة إضاءة يوميًا خلال كل السنة. تساعد هذه العملية المزارعون أن يتم تزويد البيض كل السنة.

للمزيد عن
تدخُّل الإنسان في تكاثر الحيوانات، انظروا الفصل السابع صفحات 146-151.

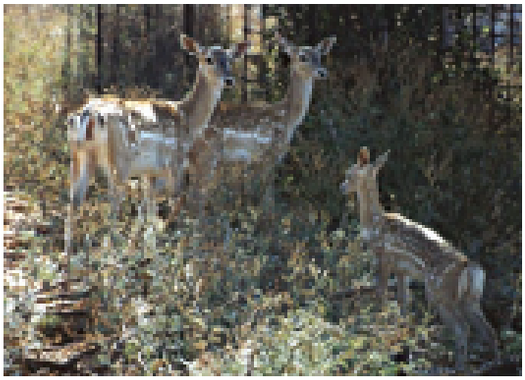
سؤال هـ - 1

تلد أنواع ثدييات تعيش في مناطق صحراوية، في فصل الشتاء بالأساس. أما أنواع ثدييات تعيش في مناطق معتدلة، فإنها تلد بالأساس في فصلي الربيع والصيف.

اشرحوا العلاقة بين موسم الولادة والظروف السَائدة في بيت التنمية.

هـ 3.1 علامات جنسية ثانوية

عند الإنسان، من السهل أن نميِّز بين الرجال والنساء بفضل الفروق في **العلامات الجنسية الثانوية**. هذه الظاهرة معروفة عند قسم من الحيوانات أيضًا. في كثير من الأحيان، تكون الذكور البالغة ملونة و "مزركشة" أكثر من الإناث. اللبدة (شعر حول العنق) التي تميِّز الأسد البالغ، قرن الغزال الذكر وبالطبع الذنب الرائع للطاووس الذكر، جميعها أمثلة لعلامات جنسية ثانوية.



الرسمة هـ -2: القرون علامة جنس ثانوية عند الغزلان البرية في الكرمل.
على اليمين: تمتلك الذكور البالغة قرون، على اليسار: الإناث وصغارها لا تمتلك قرون

ما هي مساهمة العلامات الجنسية الثانوية في نجاح عملية التكاثر؟

تساهم العلامات الجنسية الثانوية في التمييز بين أفراد صغيرة السن (لا تكون قادرة على التكاثر) وأفراد بالغة السن وللتمييز بين الذكور والإناث أيضًا. يقلل هذا التمييز من احتمال الخطأ في تمييز الذكر أو الأنثى المناسب لعملية التكاثر وهكذا يتم توفير الطاقة.

هـ 4.1 اتصال بين الذكور والإناث

العامل المهم في نجاح عملية التكاثر هو إلتقاء منسق وتكوين علاقة بين الذكور والإناث التي تنتمي إلى نفس **النوع البيولوجي**. كيف تتكون هذه العلاقة؟

في موسم تكاثر أنواع معينة، يطرأ تغيُّر في الشكل، السلوك أو في إثنيهما. من خلال هذه التغيُّرات، تبث الذكور والإناث إلى بعضها البعض إشارات على استعدادها للتكاثر. تُستخدم هذه الإشارات (بالإضافة إلى العلامات الجنسية الثانوية) **للاتصال** وبواسطتها تستطيع الأفراد أن تجد بعضها. الاتصال بين الذكر والأنثى مهم بشكل خاص عند الحيوانات التي تعيش بشكل منعزل خلال فصول السنة الأخرى. عادةً، تساعد هذه الإشارات الذكر على أن يبيِّن "جودته" كزوج أفضل للتكاثر من الآخرين، لكي يقع الاختيار عليه من قبل الإناث.

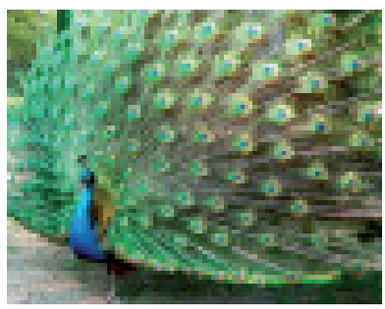
جميع السلوكيات المتعلقة بجذب الذكر أو الأنثى نسمِّيها **مغازلة**. عند معظم الحيوانات، الذكر يغازل والأنثى تختار. في موسم التكاثر، عند أنواع كثيرة، يحدث تنافس شديد بين الذكور على تخصيب الإناث، حيث تنتهي أحيانًا في إصابات وجرح الذكور المتنافسة.

يتم الاتصال بين الذكر والأنثى بوسائل مختلفة كما هو معروض في الجدول هـ - 2، في الصفحة القادمة.

جدول هـ-2: اتصال بين الذكور والإناث من أجل التكاثر

نوع الاتصال	أمثلة
المنظر الخارجي	مبانٍ وألوان • ذكر الفريجتا الكبير (Great frigate) ينفخ صدره الأحمر أمام الأُنثى. • لون رأس الحرذون الصيني، الذي هو بُني خلال معظم السنة، يتغيَّر في موسم التكاثر ويتحول إلى أزرق. • يفرش الطاووس الذكر ذنبه أمام الأنثى.
	سلوك (المغازلة) • يقف العقرب الذكر أمام الأنثى ويحاول أن يمسك مقرضها. إذا كانت الأنثى مستعدة للتزاوج، فإنها تستجيب للذكر. • يُحضِر أحد أنواع العصافير غذاءً اصطاده ويقدمه "هدية" للأنثى. • يقوم اللقلق والرهو بتنفيذ رقص معقد جدًا كجزء من عملية المغازلة.
الصوت	• يُخرج الضفدع الذكر صوتًا تعرفه الإناث من نفس النوع فقط. • ذكور العصافير المغردة مثل الشحرور، معروفة بتغريدها الجميل الذي يجذب إليها الإناث. • تُخرج الحيتان أصواتًا في موسم المغازلة. • تُغيِّر الصراصير وتيرة وشدة صرصرتها. • صوت قدم الغزال البالغ أعمق من صوت قدم الغزال صغير السن ووتيرة خطواته أسرع.
كيميائي	• الكلاب (الأنثى) التي تكون في حالة شبق، تفرز في البول مادة لها رائحة خاصة تسمَّى الفرومون الذي يجذب إليها كلاب ذكور. • تفرز إناث الأسماك فرومون إلى الماء وكرد فعل إليها تفرز الذكور خلايا منوية إلى الماء. • الفيلة والناقة (الإناث) تجذب الذكور بمساعدة رش البول. تتذوق الذكور البول وتعرف ما إذا الإناث مستعدة للتزاوج والحمل.

ذكر الفريجتا ينفخ صدره



طاووس ذكر يفرش ذنبه

سؤال هـ - 2

تمعنوا في الجدول هـ - 2 واذكروا:

أ. أي وسائل اتصال تُستعمل لإيجاد القرين (الذكر أو الأُنثى)؟

ب. أي وسائل اتصال تُستعمل لاختيار فرد معين للتزاوج وليس فرد آخر؟

مصطلحات

فرومون

الفرومونات هي مواد لها رائحة وتُستعمل للاتصال بين الأفراد من نفس النوع البيولوجي. تُفرز الفرومونات في العرق، البول واللعاب من فرد معين وتُستوعب بواسطة مستقبلات في خلايا حسية لأفراد أخرى من نفس النوع البيولوجي. يُثير استيعاب الفورمونات رد فعل عند الفرد المستوعب. تُستعمل الفرومونات لتحديد منطقة النفوذ (إقليم)، للتحذير من الأخطار ولإيجاد الزوج (الذكر أو الأنثى). ليس عشوائيًا أن يذكرنا اسم الفورمونات بالهرمونات التي تُستعمل للاتصال بين أعضاء داخل الجسم، لكن الفورمونات تُستعمل للاتصال بين الأفراد.

ه2. تكاثر حيوانات مائية

تنوع الفقريات في الماء كبير جدًا ويمكن أن نجد عندها طرق تكاثر مختلفة. معظم أنواع الأسماك والبرمائيات لها أجهزة تكاثر بسيطة والإخصاب فيها هو **إخصاب خارجي** - يتم الإلتقاء بين الخلايا داخل الماء وخارج جسمي الذكر والأنثى. خلايا التناسل والجنين الذي يتطور بعد الإخصاب، لا تتعرض إلى خطر الجفاف. لكن هَناك خطورة أن تنجرف الخلايا التناسلية مع تيار الماء وتتبعثر، وهكذا يقل احتمال الإلتقاء بينها والإخصاب.

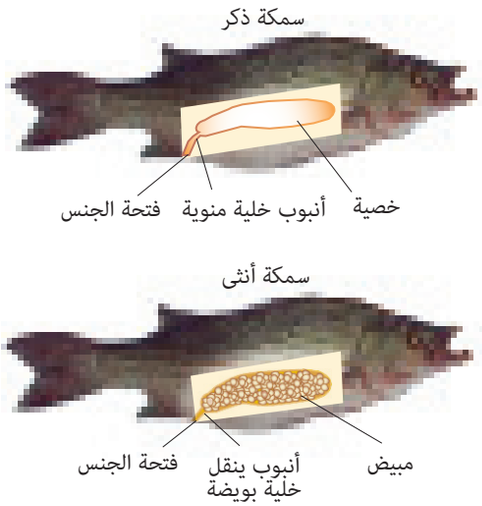
ما الذي يزيد من احتمال الإلتقاء بين خلايا تناسلية مناسبة عندما يكون الإخصاب خارجيًا؟ ⁉

يوجد عدة عوامل تزيد من احتمال الإلتقاء بين الخلايا التناسلية من نفس النوع البيولوجي وحدوث الإخصاب:

1. الكمية الهائلة للخلايا التناسلية (ملايين كثيرة) التي تنطلق أثناء موسم التكاثر، تزيد من احتمال الإلتقاء والإخصاب.
2. الأفراد التي تتكاثر بين بعضها، تعيش على الأغلب متجاورة.
3. في كل عشيرة، تنطلق الخلايا التناسلية الذكرية والأنثوية إلى الماء في نفس الوقت تقريبًا.
4. تساعد وسائل الاتصال الصوتية، الكيميائية والبصرية على إلتقاء الذكور والإناث.
5. تساعد وسائل الاتصال الكيميائية على إلتقاء الخلايا المنوية وخلايا البويضة واتحادها.

ه1.2 تكاثر الأسماك

يشتمل جهاز تكاثر السمكة الأنثى على زوج مبيض في داخله تَنْتُج خلايا البويضة وعلى زوج أنابيب نقل دقيقة، حيث ينتهي الأنبوبان معًا في **فتحة جنسية خارجية**. ويشتمل جهاز تكاثر السمكة الذكر على خصية في داخلها تَنْتُج خلايا منوية وعلى زوج أنابيب نقل دقيقة نسمِّيها أنابيب الخلايا المنوية، حيث ينتهي الأنبوبان معًا في فتحة جنسية خارجية (الرسمة ه - 3).

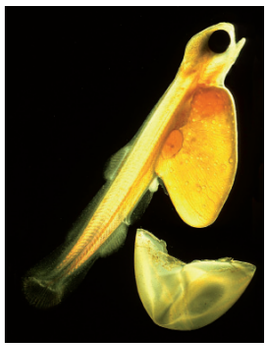


الرسمة ه -3: جهاز التكاثر في الأسماك

في موسم التكاثر، تَنْتُج خلايا تناسلية في المبيض والخصية بكميات هائلة ويتم قذفها إلى الماء عبر فتحة الجنس الخارجية. يوجد أنواع أسماك، في موسم التكاثر، تكبر أعضائها التناسلية لدرجة أنها تحتل معظم فراغ (جوف) البطن. يصل وزن أعضائها التناسلية في هذه الفترة إلى 25%-40% من وزن الجسم!

خلايا بويضة الأسماك، لا يوجد لها غلاف (باستثناء غشاء الخلية)، دائرية وتحتوي على صفار يُستخدم لتغذية الجنين الذي يتطور من خلية البويضة المخصبة. عدد خلايا البويضة التي تَنْتُج في جسم الأنثى كبير جدًا، لكن الخلايا المنوية التي تَنْتُج في جسم الذكر أكبر بكثير بالمقارنة مع الأنثى ويُقدر عدد الخلايا المنوية بالملايين.

الخلايا المنوية صغيرة جدًا وهي مثل خلايا البويضة التي تستطيع أن تعيش في بيئة محيطة رطبة فقط. كل خلية منوية لها "رأس" وسوط له قدرة على الحركة. بمساعدة السوط، تستطيع الخلية المنوية أن تتقدم في الماء وتصل خلية البويضة.



سمكة السلمون تفقس من البيضة

بعد إطلاقها من الجسم، تحافظ الخلايا التناسلية على حيويتها لعدة دقائق حتى عدة ساعات. هذه الفترة الزمنية فرصة لا تعوض لإلتقاء واتحاد الخلايا التناسلية من كلا الزوجين من نفس النوع البيولوجي (species). احتمال إلتقاء خلايا تناسلية مناسبة في بيئة محيطة مفتوحة مثل البحر هو صغير نسبيًا وبالطبع لا يوجد شيء يمنع إلتقاء عشوائي بين الخلايا التناسلية لأنواع بيولوجية مختلفة التي من المعروف أنها لا تؤدي إلى إخصاب.

بعد الإخصاب، يصبح غشاء خلية البويضة قاسيًا قليلًا وهكذا يمنع دخول خلايا منوية إضافية.

جدير بالمعرفة

إخصاب داخلي في الماء

بالمقارنة مع معظم الخلايا التي يتم فيها إخصاب خارجي، في عدة أنواع أسماك، الإخصاب داخلي. على سبيل المثال، معظم أنواع أسماك القرش (حوالي 70% من الأنواع) التي فيها الذكر ينقل الخلايا المنوية إلى داخل جسم الأنثى، تتطور في بطن الأنثى أفراد داخل البيض. في معظم الأنواع، البيضة التي يتطور في داخلها الجنين، تحتوي على كمية صفار كبيرة جدًا، لكي تزوِّد الجنين احتياجاته. في نهاية تطور الأجنة، تُطلق الأفراد المستقلة من جسم الأنثى. هذه الظاهرة التي تتطور فيها الأجنة داخل جسم الأُم وتخرج من جسمها كأفراد حية بعد أن أكملت تطورها نسمِّيها **تفريخًا**.

الفكرة المركزية

التجانس والتباين: *أنواع القرش هي أسماك، لكن إخصابها داخلي. تتطور صغار السن في البيوض داخل جسم الأم.*

ه 2.2 تكاثر البرمائيات

البرمائيات إحدى مجموعات الفقريات. الضفادع والعلاجم هي المعروفة لنا كثيرًا من بين البرمائيات. تقضي البرمائيات معظم حياتها البالغة في اليابسة، لكنها متعلقة بالبيئة المحيطة المائية (كالانقوعة) لتكاثرها. وهذا السبب لكونها تعيش بالقرب من بيوت التنمية المائية. في موسم التكاثر، تضع البرمائيات الخلايا التناسلية في الماء. يتم الإخصاب الخارجي وتطور الأجنة في البيئة المحيطة المائية. في أنواع الضفادع والعلاجم، نجد "تطوير" ملاءمة بين الزمن والمكان لإفراز الخلايا التناسلية. في هذه الأنواع، يمسك الذكر الأنثى ويحتضنها، يركب على ظهرها في الماء، يسبح معها ولا يتركها (الرسمة ه - 4). عندما تُطلق خلايا البويضة من فتحة القناة، يفرز الذكر الخلايا المنوية إلى الماء.

الرسمة ه -4: "تزاوج" في العلجوم.

انتبهوا! الذكر أصغر من الأُنثى المليئة بالآف خلايا البويضة.

في البرمائيات، الفرد الذي يخرج من خلية البويضة المخصبة نسميه **شرغوفًا**. تمر الشراغيف تغيُّرات تدريجية حتى تتحول إلى برمائيات بالغة.

علاقة بموضوع

علم البيئة: *التنوع البيولوجي - يشكل هدم بيوت التنمية الخاصة خطرًا على استمرار بقاء الأنواع، من خلال إلحاق الضرر بالتنوع البيولوجي.*

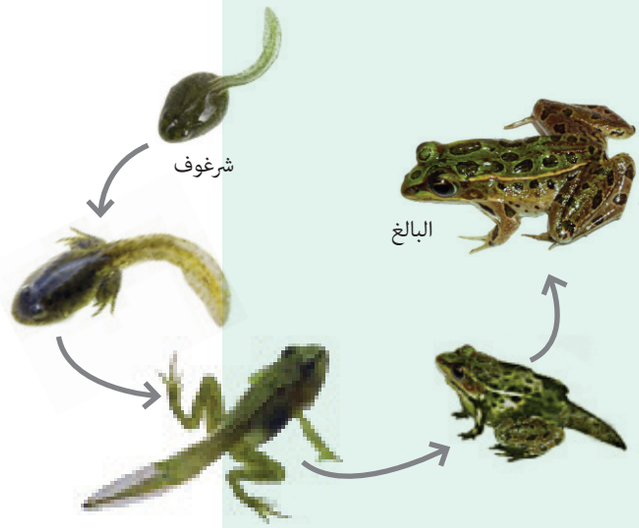
اعتماد البرمائيات على بيئة محيطة مائية، يوجِّه تكاثرها إلى موسم السنة الذي تهطل فيه أمطار وتمتلء الانقوعات بالماء. يشكل هذا الاعتماد خطرًا على العشائر التي تعيش في أماكن فيها جفت الأنقوعات في أعقاب قحط أو بناء وتعبيد شوارع. هذا الوضع سائد في منطقة الشارون، لذا تُبذل اليوم جهود خاصة للحفاظ على بيوت تنمية الخاصة، لكي نمنع انقراض أنواع برمائيات.

توسع

تطور من الشرغوف إلى البالغ

عملية التطور من الشرغوف إلى البالغ والتغيُّرات التي تحدث خلالها، نسمِّيها **دورة حياة**.

الشراغيف هي كانت حية مائية بحتة: يوجد لها ذنب على طوله غشاء سباحة وخياشيم (أعضاء لتبادل الغازات التي تميِّز الأسماك) ولا توجد لها أطراف الجسم. خلال دورة الحياة (الرسمة هـ- 5)، تتحول الشراغيف من حيوانات مناسبة للحياة في الماء إلى حيوانات مناسبة للحياة في اليابسة.



الرسمة هـ-5: من الشرغوف إلى البالغ

في الضفادع والعلاجم، تشتمل مراحل دورة الحياة على ظهور أرجل، تطور الرموش، اضمرار الخياشيم واختفاء الذنب، كما تحدث تغيُّرات في لون ومبنى الجلد. يمر أنبوب الهضم في تغيُّرات ملحوظة أيضًا: في الشراغيف النباتية، أنبوب الهضم طويل جدًا وملتو داخل فراغ (تجويف) البطن، خلال دورة الحياة من الشرغوف إلى البالغ، يقصر أنبوب الهضم بشكل كبير جدًا.

بعد مرور حوالي 6 أسابيع، تخرج الضفادع البالغة إلى الحياة في اليابسة. تتغذى على الحيوانات وتتنفس بمساعدة الرئتين التي كانت موجودة في الشراغيف ولم تكن فعَّالة.

جدير بالمعرفة

تكاثر الثدييات مائية

في البيئة الحياتية المائية، تعيش أيضًا عدة ثدييات، مثل: الحيتان والدلافين (الرسمة هـ - 6) التي معظم أقربائها البيولوجية تعيش في اليابسة. مبنى أجسامها ملائم للحياة في الماء وهو يذكرنا في مبنى أجسام الأسماك. لكن أعضاء وطرق تكاثرها كأعضاء أقاربها - الثدييات التي تعيش في اليابسة: الإخصاب داخلي، يتطور الجنين في الرحم ويتغذى النسل في أيامه الأولى من حليب أمه. الرأي المقبول أن الأباء القديمة لهؤلاء الثدييات هي الثدييات التي كانت تعيش في اليابسة. أعضائها وطرق تكاثرها لم تتغيَّر خلال ملايين السنين من النشوء والارتقاء، لكن تطورت لديها ملاءمة للحياة في الماء، مثل: الزعانف ومساحة سطح خارجي أملس غير مغطى بالفرو.

الرسمة هـ -6: ثدييات مائية
على اليمين: دولفين، على اليسار: حوت

الفكرة المركزية

النشوء والارتقاء:
الحوت والدولفين، مثالان لكائنات حية مائية تطورت من كائنات حية تعيش في اليابسة.

سؤال هـ -3

جدوا معلومات عن أماكن وأوضاع انقوعات شتوية في البلاد وعن عشائر البرمائيات. لخصوا المعلومات في لافتة، عارضة في الحاسوب أو في مقال صحفي.

سؤال هـ -4

البرمائيات هي مثال لكائنات حية تعيش في اليابسة، لكنها غير ملائمة للتكاثر في اليابسة. اشرحوا هذه العبارة.

هـ 3. تكاثر حيوانات في اليابسة

تطور النشوء والارتقاء لأجهزة تكاثر حيوانات ونباتات تعيش في اليابسة، كان متعلقًا بتطور أجهزة تكاثر تلتقي فيها خلايا تناسلية في بيئة محيطة مائية أو رطبة ويتطور الجنين في بيئة محيطة مائية محمية من الجفاف.

المميز البارز لتكاثر الأنواع التي تعيش في اليابسة كل حياتها - زواحف، طيور وثدييات - هو **الإخصاب الداخلي**.

في الإخصاب الداخلي، تُنقل الخلايا المنوية بمساعدة **الأعضاء الجنسية** إلى داخل جسم الأُنثى، بحيث لا تتعرض الخلايا المنوية إلى الهواء الجاف، وهي تلتقي في بيئة محيطة رطبة ومحمية داخل جسم الأنثى.

المميِّز الإضافي لأنواع تعيش في اليابسة والمتعلق بتكاثرها هو تطور مبانٍ خاصة لحماية الجنين من خطر الجفاف. خلال النشوء والارتقاء، تطورت في حيوانات اليابسة وسيلتين أساسيتين تكسب الجنين المتطور حماية.

الوسيلة الأولى، هو **الرحم** الذي تطور عند الثدييات (كما رأينا في جهاز تكاثر المرأة) وهو يحمي الأجنة التي تتطور داخل جسم الأنثى. الوسيلة الثانية هي **البيضة** التي يتم وضعها خارج جسم الأم. البيوض التي يتم وضعها في اليابسة تكون على الأغلب ذات قشرة (قاسية أو مرنة) تقلل من فقدان الماء وتكسب الجنين حماية جسدية. تطورت هذه الوسيلة عند معظم الزواحف (مثل: الأفاعي، السحالي والسلاحف) والطيور التي يتطور فيها الجنين خارج جسم الأُنثى. "تجديد النشوء والارتقاء" هو بيض الزواحف والطيور، أما في رحم الثدييات، التطور هو **غشاء السلى**. غشاء السلى مليء في السائل (سائل السلى) الذي يشكِّل البيئة المحيطة المائية التي يتطور فيها الجنين.

يزوِّد الرحم والبيضة الجنين، الذي يتطور في اليابسة، الظروف المطلوبة لتطوره، مثل: بيئة محيطة رطبة، مواد غذائية، أكسجين، إبعاد الفضلات، والحماية من الإصابات والجفاف.

بودنا أن نذكر أنه في الأنواع التي تعيش في الماء، مثل: الأسماك والبرمائيات، يتطور النسل في البيوض، على الرغم من أن مبنى البيوض التي تُضع في الماء بسيط وملائم لعدم وجود خطر الجفاف ولا توجد صعوبة في التخلص من مواد الفضلات التي تُفرز مباشرةً إلى الماء.

مصطلحات

خلية البويضة والبيضة

خلية البويضة هي خلية تناسلية أنثوية (جاميتا أنثوية).

البيضة هي مبنى يتطور في معظم أنواع الحيوانات من خلية البويضة، وتشكِّل في هذه الأنواع مكانًا لتطور الجنين. البيضة مغلَّفة في قشرات وتحتوي على كمية كبيرة من الماء والمواد الغذائية. في معظم الحيوانات، تُضع البيض خارج جسم الأُم، لكن هناك أنواع، يتطور الجنين في البيضة التي تبقى داخل جسم الأُم. في الأسماك والبرمائيات، فقط بعد أن تخرج خلية البويضة من الجسم وتُخصبت نسمِّيها بيضة. بعد الإخصاب، يمر الغشاء الخارجي لخلية البويضة تغيُّرات إنزيماتية (بناء بروتينات) ويصبح قاسيًا.

في الطيور والزواحف الترتيب عكس ذلك: تُضع البيضة بعد أن يتم تخصيب خلية البويضة. باستثناء البيض غير المُخصب الذي يضعه الدجاج في القن ونأكله.

البيضة اختراع "ناجح"، لكن توجد خطورة إلى جانب ذلك. إنَّ رزم الجنين مع المواد المطلوبة لتطوره الأولي داخل غشاء قاسي، يبدو لنا لأول وهلة على أنه فكرة ناجحة جدًا. لكن أخطار كثيرة تستتر للأجنة التي تتطور في البيضة التي تُضع في البيئة المحيطة الخارجية في اليابسة. البيضة وجبة كاملة، موزونة ومركَّزة، تُفضلها حيوانات كثيرة: طيور جارحة، قارض وثدييات من بينها الإنسان. في حالات كثيرة، القشرة ليست قاسية جدًا، وتؤدي إصابتها إلى موت الجنين. تتطور الأجنة الموجودة في بيض الطيور، فقط إذا ركدت عليها الطيور وحافظت عليها في درجة حرارة مناسبة طول فترة الركود (أيام أو أسابيع). إذا أُصيب أحد الوالدين (الأب أو الأم) أو افتُراس، فإنَّ الركود يتوقف والجنين لا يتطور.

علاقة بموضوع

علم البيئة:
سلسلة غذائية.

بالمقارنة مع معظم الزواحف التي أجنتها تتطور في البيضة التي تُضع خارج جسم الأُم، في عدة مجموعات من الزواحف، مثل: السحالي، الحربايات والأفاعي، يمكن أن نجد أنواعًا تتطور فيها الأجنة داخل جسم الأُم، داخل بيوض قشرتها مرنة، وهي تخرج من جسمها كأفراد حية بواسطة التفريخ بعد أن أكملت تطورها.

جدير بالمعرفة

سحلية "حامل"

في نوع معين من السحالي (Common lizard, Viviparous lizard)، تتطور الأجنة داخل جسم الأُم مغلَّفة بغشاء (دون قشرة قاسية). تستمر فترة الحمل حوالي 3 شهور في أشهر الصيف، وخلالها تكشف جسمها لحرارة الشمس ساعات طويلة بقدر الإمكان. في نهاية فترة الحمل، تُمزق الأجنة الغشاء وتخرج من جسم الأُم سحالي صغيرة ومستقلة. في كل حدث تكاثر، تُفرخ السحلية من 3-12 فردًا.

يفترض باحثو النشوء والارتقاء أن هذه الظاهرة عبارة عن ملاءمة للمناطق التي أقليمها باردة، لأن الأجنة محمية داخل جسم الأُم من تأثير درجة حرارة البيئة المحيطة. على الرغم من أن السحالي تفتقر آلية داخلية لتنظيم درجة حرارة جسمها (متغيِّرة درجة الحرارة)، إلا أنها تستطيع أن تختبئ أو تكشف نفسها، وهكذا تؤثر على درجة حرارة جسمها.

توسع

الحفاظ على سلاحف البحر - نوع يهدده خطر الإنقراض

في شواطئ إسرائيل، يوجد مواقع تصلها إناث سلاحف البحر في موسم التكاثر، لكي تضع بيوضها. تضع الأنثى بيضها في حفرة تبنيها في الرمل (الرسمة هـ -7). بعد مرور حوالي 50 يومًا تخرج سلاحف وتسرع متوجهةً إلى البحر، وهناك تستمر حياتها. يتم خروجها في الليالي التي يكون فيها القمر كامل والضوء المنعكس عن الماء يوجِّه السلاحف الصغيرة إلى البحر. الأخطار التي تستتر لسلاحف البحر كثيرة:

- الوقوع في شباك الصيد.
- إلحاق أضرار يقوم بها الإنسان في مواقع وضع البيض (بناء، حركة مستجمون والركوب على تراكتورات صغيرة).
- الأضواء المنبعثة من البيوت والسيارات المارة على الشوارع المجاورة للشاطئ تبلبل السلاحف الصغيرة وبدل من أن تتوجه إلى البحر، فإنها تتوجه إلى الإتجاه المعاكس وبالطبع لا تبقى هناك على قيد الحياة.

هذه الأخطار أدت إلى انقراض أنواع وانخفاض ملحوظ في تعداد عشائر سلاحف البحر. إحدى العمليات التي أُجريت للحفاظ على سلاحف البحر هي نقل البيوض التي وضعتها السلاحف إلى مكان محمي والحفاظ عليها حتى تخرج منها السلاحف الصغيرة. في الأيام التي تخرج فيها السلاحف الصغيرة، نساعدها على إيجاد طريقها إلى البحر.

الرسمة هـ-7: سلاحف البحر

على اليمين: سلحفاة تسبح في الماء، على اليسار: أنثى تضع البيض في حفرة على شاطئ البحر

سؤال هـ - 5

جدوا في الإنترنيت معلومات حول النشاط الذي يحدث في اللاد للحفاظ على سلاحف البحر. ركِّزوا المعلومات في عارضة حاسوب أو لافتة.

علاقة بموضوع

علم البيئة:
مسؤولية الإنسان الحفاظ على التنوع البيولوجي.

هـ1.3 تكاثر الطيور

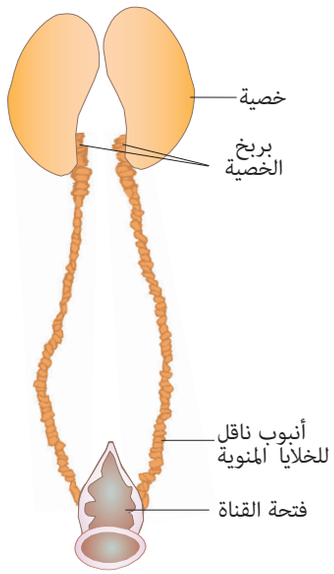
في هذا البند ،نتعرف على تكاثر دجاج البيت كمثال لتكاثر الطيور.

جهاز تكاثر الديك

جهاز تكاثر الديك مبني من ثلاثة أقسام أساسية (وبذلك يشبه الأعضاء التناسلية عند الإنسان): زوج **خصيتان**، زوج **أنابيب ينقل الخلايا المنوية** و**عضو جنسي للتزاوج** (الرسمة هـ-8).

الخصيتان موجودتان في تجويف (فراغ) البطن في طرف الظهر.
الخصية مبنية من شبكة أنابيب دقيقة تَنْتُج فيها خلايا منوية.
ترتبط جميع أنابيب الخصية بأنبوب بربخ الخصية. داخل النسيج الذي يربط بين أنابيب الخلايا المنوية، توجد خلايا وسطية تُنْتِج الهورمون الذكري - **طوسطسطرون**. في موسم التكاثر، تكبر الخصيتان بالمقارنة مع فترات أخرى.

يخرج من بربخ الخصية أنبوبان ناقلان للخلايا المنوية وهما ملتويان جدًا ويستمران حتى الفتحة الخارجية - القناة. تنضج الخلايا المنوية داخل الأنابيب التي تنقل الخلايا المنوية، وتُخزَّن في القسم النهائي للأنبوب.
العضو التناسلي في الطيور، مبني من طيتيْ جلد موجودتين في الطرف الأقصى لفتحة القناة. أثناء التزاوج، تمتلئ الطيتين سائلًا يشبه الليمفا وتنتفخان، وعندئذٍ يقترب الذكر من الانثى وينقل إلى جسمها السائل المنوي الذي يحوي داخله خلايا منوية.

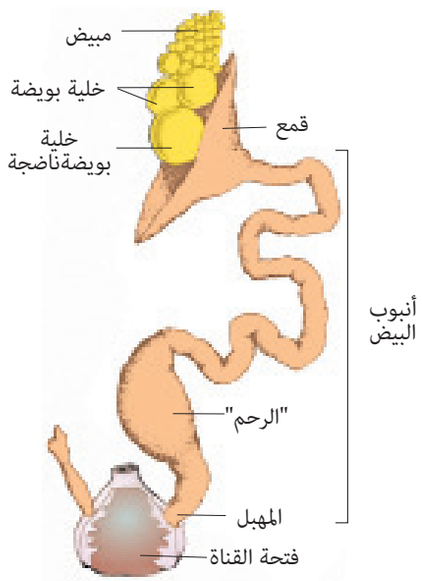


الرسمة هـ - 8: جهاز تكاثر الديك - الذكر

جهاز تكاثر الدجاجة

جهاز تكاثر الدجاجة مبني من قسمين أساسيين: المبيض وأنبوب البيض (الرسمة هـ - **9**). في معظم أنواع الطيور ومن بينها الدجاجات، عكس معظم أنواع الثدييات، فقط المبيض و**أنبوب البيض** في الطرف الأيسر يكونان متطوران، أما المبيض وأنبوب البيض في الطرف الأيمن فإنهما ينضمران في المرحلة الجنينية. يخمن باحثو النشوء والارتقاء أن الجهاز غير الزوجي، يقلل وزن الدجاجات ويكسبها أفضلية في الطيران.

يقع المبيض في تجويف (فراغ) بطن الدجاجة وهو يبدو كعنقود مكوَّن من أجسام كروية صفراء بأحجام مختلفة. كل "كرة" عبارة عن خلية تناسلية أنثوية - خلية بويضة تشتمل على نواة الخلية التي تحوي في داخلها المادة الوراثية، قليل من السيتوبلازم ومجمَّع غذاء يملئ معظم حجم الخلية - **صفار البيضة**. تظهر السيتوبلازم والنواة كبقعة صغيرة صافية على سطح الصفار. كل خلية بويضة في المبيض محاطة بطبقة دقيقة وغنية بالأوعية الدموية التي تُغذي خلية البويضة ومحاطة أيضًا بخلايا تُفرز هورمونات جنسية أنثوية.



الرسمة هـ - 9: جهاز تكاثر الأنثى - الدجاجة

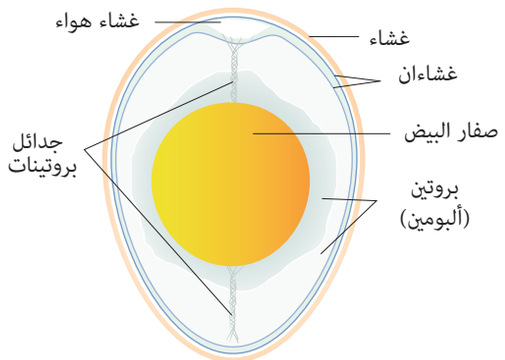
انتبهوا! في معظم الحالات، خلايا الكائنات احية صغيرة جدًا ويمكن رؤيتها بمساعدة المجهر (الميكروسكوب) فقط. خلية بويضة الدجاجة كبيرة جدًا ونراها دون المجهر أيضًا.

إنتاج البيضة

في أعقاب التزاوج، يتم **الإخصاب** في القمع الموجود في بداية أنبوب البيضة. تتحرك خلية البويضة المخصبة على طول أنبوب البيض، وخلال حركتها تُضاف إليها مكونات مختلفة تُنْتِج البيضة الكاملة. أنبوب البيض ملتوٍ، يصل طوله عند الدجاجات البيوضة حوالي 53-73 سم. على طول أنبوب البيض، توجد غُدد تفرز إلى داخله بروتين (ألبومين - المادة البيضاء في البيض الذي نأكله في البيض) ينتظم كطبقة حول خلية البويضة. تساهم هذه الطبقة (كصفار البيضة) في تطور الجنين وتغذيته. بعد ذلك يَنْتُج غشاءان دقيقان يغلِّفان البروتين.

عندما تصل خلية البويضة المخصبة المحاطة بالبروتين وبالأغشية منطقة "الرحم" (الذي يختلف في مبناه وأدائه عن رحم الثدييات) في أنبوب البيضة، تُفرز من الخلايا في هذه المنطقة أملاح كالسيوم ترسب على البويضة وتُنْتِج الغلاف الخارجي القاسي. يُستخدم "الرحم" لبناء الغلاف الخارجي ولتخزين البيض قبل وضعها خارج الجسم. تستمر هذه العملية المعقدة حوالي يوم وفي نهايته تكون البيضة جاهزة، لكي توضع خارج الجسم (الرسمة هـ - 10).

انتبهوا! في أقنان الدجاجات التي تبيض بيضًا، لا يوجد ذكور، والدجاجات تبيض بيضًا على الرغم من عدم حدوث تخصيب.



الرسمة هـ -10: بنى بيضة الدجاجة

يحتل صفار البيض والبروتين، اللذان يعتبران مصدر المواد الغذائية التي يتطور منها الجنين، معظم حجم البيضة. نلاحظ داخل طبقة البروتين مبانٍ مسلسلة نسمِّيها جدائل البروتين (الذي نراه أحيانًا داخل بروتين بيضة غير مطبوخة). تثبت جدائل البروتين خلية البويضة المخصبة والجنين الذي يتطور منها، في مكانها في مركز البيضة. في الطرف الواسع للبيضة، في الفراغ بين الغشائين، نلاحظ "كيس هواء". يمكن أن نرى كيس الهواء في طرف البيضة المسلوقة ("البيضة القاسية").

قشرة بيضة الدجاجة مصنوعة من الكالسيوم، قاسية وتزوِّد الجنين حماية من الإصابات الميكانيكية، من الأشعة المباشرة والجفاف. بالإضافة إلى ذلك، تُتيح القشرة للجنين أن يتبادل الغازات مع البيئة المحيطة الخارجية بفضل الثقوب الصغيرة جدًا الموجودة فيها.

الفكرة المركزية

ملاءمة المبنى والأداء:
مبنى بيض الطيور ملائم لتطور الجنين في البيابسة.

جدير بالمعرفة

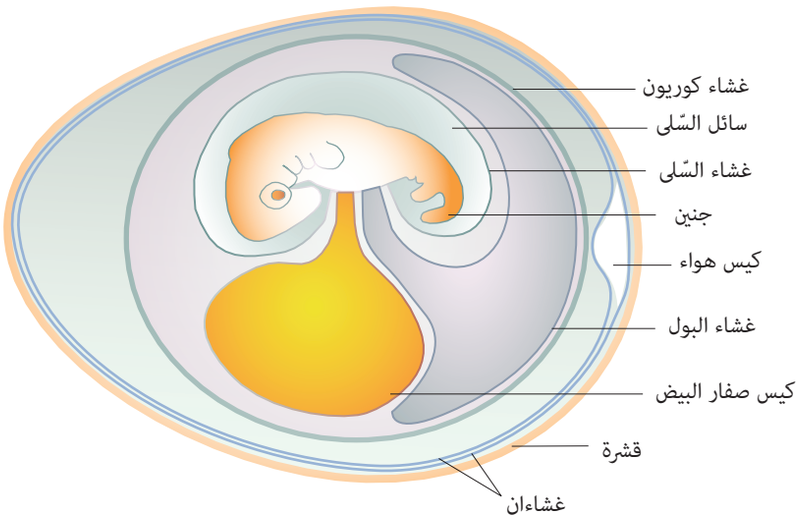
بيضة النعامة أكبر بيضة من بين بيوض الطيور، حيث يصل وزنها حوالي 1.2 كغم. بيضة عصفور الشمس أصغر بيضة من بين بيوض الطيور، حيث يصل وزنها حوالي نِصف غرام فقط.

النعامة الأنثى وبيضتها

تطور الجنين في البيضة

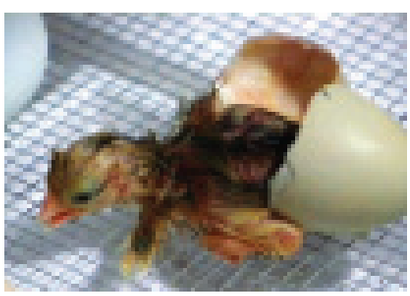
بعد أن تبيض الدجاجة البيضة المخصبة، يتطور الجنين فيها. في الرسمة هـ - **11**، نرى حول الجنين الذي يتطور إنتاج أربعة أغشية خارج الجنين نسمِّيها **أكياس الجنين**، وهي تقوم بوظائف مهمة في تطور الجنين في البيضة:

1. غشاء **السّلى** (amnion)، يغلِّف الجنين ويحتوي على سائل السّلى الذي يشكِّل **البيئة المحيطة المائية** التي يتطور فيها الجنين.
2. **كيس صفار البيضة** الذي يغلِّف الصفار، تَنْتُج فيه شبكة أوعية دموية عبرها يمر الغذاء إلى الجنين. معظم صفار البيض مكون من بروتينات، دهنيات وسكريات، حيث تُستخدم غذاء للجنين الذي يتطور في البيضة.
3. غشاء **بول جنيني** (allantois) - يُستخدم وعاء للفضلات. تساعد الأوعية الدموية الموجودة في غشاء البول على تبادل الغازات بين الجنين والبيئة المحيطة الخارجية (كما هو الأمر في عمل الرئتين).
4. غشاء **كوريون**، يغلِّف الجنين والأغشية الداخلية.



الرسمة هـ -11: مقطع تخطيطي في بيضة دجاجة فيها **جنين**

خلال تطور الجنين، تمنع قشرة البيضة من حدوث تغيُّر في حجمها على الرغم من التغيُّرات التي تحدث داخلها. تُحدد هذه الحقيقة كبر الجنين الذي يستطيع أن يتطور داخلها. في نهاية تطور الأنسجة والأعضاء (في الدجاج حوالي **21** يومًا)، تخرج الصيصان من البيض (الرسمة هـ - **12**). في عملية خروج الصوص من البيضة، يمزق الصوص الغشاء الذي يغلِّفه بمساعدة منقاره ويتنفس لأول مرة بمساعدة رئتيه من الهواء الموجود داخل كيس الهواء.



الرسمة هـ - 12: صوص يخرج من البيضة

سؤال هـ -6

أ. جدوا معلومات عن النسبة المئوية للماء، وعن المكونات الغذائية في بيضة الدجاجة، ثم اعرضوا النتائج بطريقة بيانية. علِّلوا اختيار طريقة العرض.

ب. لماذا نوصي الشخص المصاب بحروق أن يزيد من استهلاك كميات البروتينات التي يستهلكها خلال فترة شفاؤه؟

ت. اكسروا بحذر بيضة طازجة داخل ماء وميِّزوا أقسامها.

سؤال هـ -7

أ. قارنوا بين نظام الأغشية الذي يغلِّف جنين الإنسان ونظام الأغشية الذي يغلِّف جنين الدجاج.

ب. القشرة القاسية لبيضة الدجاجة تمنع ازدياد الحجم الكلي. أي أقسام من البيضة يكبر حجمها وأي أقسام يصغر حجمها خلال تطور جنين الدجاجة؟ علِّلوا.

ت. ما هو المصدر الوراثي لأقسام البيضة: الجنين، صفار البيضة، البروتين والأغشية التي تقع خارج الجنين؟ اشرحوا.

ث. خلال تطور جنين الطيور، يتراكم حامض بول غير قابل للذوبان في غشاء البول. ما هي أفضلية ذلك للجنين؟

ج. وزن الثدي أثناء ولادته أكبر بكثير من وزن الخلية الواحدة - الزيجوت الذي تكوَّن منه. بالمقارنة معه، وزن الصوص الذي يخرج من البيضة أقل بقليل من وزن البيضة (دون القشرة). ما الشرح لهذا الفرق؟

سؤال هـ-8

ما هو الفرق الأساسي بين بيضة السمكة وبيضة الطير؟

مساهمة الوالدين في تطور الجنين

لا تنتهي مساهمة الوالدين في تطور الجنين مع وضع البيض. التطور السليم للجنين في البيضة متعلق بوجود ظروف بيئية محيطة مناسبة أيضًا.

عند أنواع حيوانات كثيرة تضع البيض، يزوِّد الوالدان ظروف بيئة محيطة مناسبة. عادةً، تضع الأُم البيض في بيئة محيطة رطبة أو مظللة وفي موسم السنة الذي يكون فيه خطر الجفاف صغير بالمقارنة مع فترات أخرى. بالإضافة إلى **الركود** (الرسمة هـ - 13)، توفر الأُم حراسة فعَّالة على الأجنة، وتساهم في تنظيم درجة الحرارة والرطوبة.

الرسمة هـ -13: حمام رقطي أثناء الركود

تركد طيور وزواحف كثيرة على بيضها حتى يفقس البيض ويخرج النسل. خلال الركود، في كثير من الأحيان، يغيِّر الوالدين مكان وضع البيضة، لكي لا تلتصق أغشية الجنين بقشرة البيضة. على الأغلب، الأُم تركد على البيض والأب يُحضر لها الغذاء، لكن هناك بعض أنواع الطيور التي يركد فيها الوالدين على البيض بالتناوب حتى خروج النسل.

الاعتماد واستقلال نسل الطيور

نميِّز في نسل الطيور بين **الفراخ والصيصان:**

الفراخ تبقى في العش. تفقس من بيوض صغيرة بعد مرور فترة ركود قصيرة. عارية من الريش (تقريبًا أو كليًّا)، عمياء، ضعيفة، لا تستطيع الوقوف على أرجليها ولا تستطيع الحركة، لذا فهبي بحاجة إلى عناية والدين مخلصين. في الأيام الأولى، تستطيع الفراخ أن ترفع رأسها وتفتح منقارها فقط، لكي تحصل على الغذاء من والديها (الرسمة هـ - 14). الخطر الذي يهدد الفراخ كبير جدًا، لأنها لا تستطيع أن تطير، وعندما يذهب الوالدين لجمع الغذاء، فإنها مهددة بالافتراس.

الرسمة هـ -14: على اليمين: فراخ جائعة (عصافير إسترالية)، على اليسار: صوص حجل

جميع نسل الطيور المغردة (مثل: الفصية الرشيقة والبلبل) فراخ، وكذلك الأمر جميع نسل الطيور الجارحة، مثل: النسر والبومة. الصيصان تترك عشها. تفقص من بيض كبير، يقظة ومغطاة بريش دقيق، عيناها مفتوحة، أرجلها متطورة، وبعد مرور وقت قصير من خروجها من البيض، تستطيع أن تأكل بقواها الذاتية. هذا يعني أن الصيصان تحتاج إلى عناية قليلة نسبيًا من الوالدين. نجد الصيصان بالأساس عند الطيور التي تركد على الأرض وتركض أو تسبح جيدًا، مثل: أنواع الدجاج، الإوز والبط.

سؤال هـ - 9

تبيض النسور من 2-3 بيوض في المرة الواحدة، أما الإوز فإنه يبيض حوالي 10 بيضات في المرة الواحدة. ماذا يمكن أن تكون العلاقة بين عدد البيضات التي تبيضها الطيور وبين مدى استقلالية النسل؟ اشرحوا.

نافذة البحث

تبيض طيور من نوع السمامة البنية من 1-3 بيوض في المرة الواحدة.
أُجريت دراسة استقصائية لفحص عشائر السمامة البنية، عدَّ الباحثون عدد البيض في كل عش، وبعد ذلك عدوا الفراخ التي نجحت أن تكبر وتترك العش. استمرت الدراسة ست سنوات وفيما يلي نتائجها في جدول هـ - 3.

جدول هـ -3: معدل "النجاح" للعش في عشيرة السمامة

عدد البيض في العش	عدد الأعشاش في العشيرة	معدل عدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش	النسبة المئوية لعدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش
1	36	0.8	80%
2	102	1.7	85%
3	32	1.7	57%

أ. اذكروا استنتاجين يمكن استنتاجهما من نتائج الجدول.
ب. عدد الفراخ التي بقيت على قيد الحياة في الأعشاش التي وُضعت فيها بيضتان يشبه عدد الفراخ التي بقيت على قيد الحياة في الأعشاش التي وُضعت فيها 3 بيوض. هل من الأفضل أن تضع السمامة 3 بيوض؟ عللوا.
في تحليل إضافي للنتائج، وزع الباحثون النتائج بحسب توافر الغذاء للفراخ في سنوات مختلفة. يظهر تحليل النتائج في جدول هـ - 4.

(التكملة في الصفحة القادمة)

جدول هـ -4: معدل "النجاح" للعش بحسب توافر الغذاء للفراخ

عدد البيض في العش	توافر الغذاء للفراخ عالٍ		توافر الغذاء للفراخ منخفض	
	معدل عدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش	النسبة المئوية لعدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش	معدل عدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش	النسبة المئوية لعدد الفراخ التي نجحت في النمو وتركت العش
1	0.8	80%	0.8	80%
2	1.9	95%	1.0	50%
3	2.3	77%	0.9	30%

ت. أمامكم استنتاجات، أي منها يمكن استنتاجها من مكتشفات الجدول هـ 4؟ عللوا اختياركم.

1. لم يؤثر توافر غذاء الفراخ على "نجاح" نمو الفراخ.
2. في السنوات التي يكون فيها توافر غذاء عالٍ، توجد أفضلية لوضع 3 بيوض بالمقارنة مع بيضتين فقط.
3. يؤثر توافر الغذاء أقل على النجاح عندما ننمي فرخًا واحدًا في العش.
4. عندما لا يكون نقص في توافر الغذاء، تبقى جميع الفراخ على قيد الحياة.

هـ 2.3 تكاثر الثدييات

تعرفتم في الفصل الثالث على جهاز التكاثر وعملية تكاثر الإنسان. في **ثدييات** أخرى، جهاز التكاثر وعمليات التكاثر تشبه جهاز التكاثر وعمليات التكاثر عند الإنسان وتتميز بوجود **دورة جنسية**. في هذا البند، نتوسع في **التباين** الذي يتم في تكاثر أنواع معينة من الثدييات وفي دوراتها الجنسية.

دورة الشبق ودورة الحيض

عند أنواع قرود معينة، تتم **دورة الحيض** كما تعلَّمنا عند الإنسان. استعداد الأنثى للتزاوج غير محدد لموسم معين في السنة، لكن هناك دورية كبيرة في أداء جهاز التكاثر. يوجد صعود ونزول دوري في تركيز الهورمونات في الدم التي في أعقابها تحدث **الإباضة**. تحدث الإباضة في مرحلة ثابتة من الدورة. تعرفنا على تفاصيل دورة الحيض في الفصل الثالث.

للمزيد عن
***موسمية التكاثر**، انظروا الفصل السابع صفحة 146، والفصل الثامن صفحة 176.*

عند معظم أنواع الثدييات، الأنثى مستعدة (تستطيع) للتزاوج في فترة معينة فقط (أو في فترات معينة) خلال **موسم التكاثر** (جدول هـ -5). الفترة الزمنية التي تكون فيها الأنثى مستعدة للتزاوج نسميها **فترة الشبق**. في فترة الشبق، يرتفع تركيز هورمونات تكاثر معينة، وتحدث خلالها سلوكيات مميَّزة، مثلًا: ترفس وتصهل إناث الحصون، تُطلق البقرات خوارًا وتقفز على بعضها وتبكي القطط.
الزمن الذي يمر من بداية فترة شبق واحدة حتى بداية فترة شبق ثانية نسمِّيه **دورة الشبق**، حيث تختلف مدتها في الأنواع المختلفة.

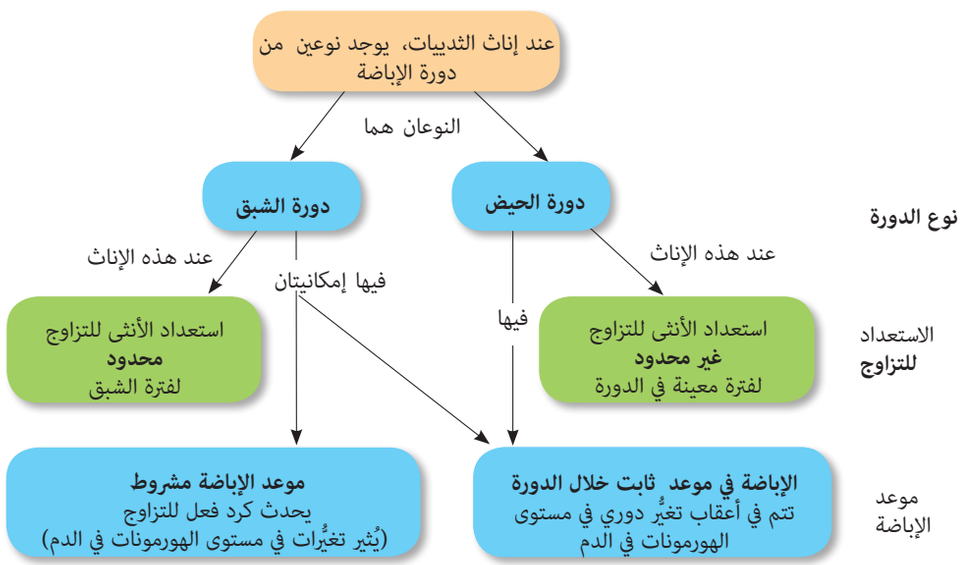
جدول هـ -5: دورات الشبق عند إناث الثدييات

النوع	تكرار (تردد) دورات الشبق	مدة دورة الشبق	مدة فترة الشبق - الاستعداد للتزاوج
البقرة	كل السنة	3 أسابيع	12-10 ساعة
الخنزير	كل السنة	3 أسابيع	3-2 أيام
الماعز	الموسم - عدة دورات شبق في الموسم	3 أسابيع	24-12 ساعة
القط	الموسم - عدة دورات شبق في الموسم	3 أسابيع	7-4 أيام
الخروف	الموسم - عدة دورات شبق في الموسم	18-16 يومًا	36 ساعة
الحصان	الموسم - عدة دورات شبق في الموسم	3 أسابيع	6-5 أيام
الكلب	الموسم - دورات شبق واحدة في الموسم	سنة	10-7 أيام

في الأنواع التي توجد لها دورة شبق، تتم **الإباضة** في أعقاب ارتفاع تركيز **الإستروجين** في الدم. يوجد أنواع، يتم عندها الشبق في مرحلة ثابتة في دورة الشبق، على سبيل المثال، عند إناث الفئران والأبقار. يوجد أنواع، يتم عندها الشبق في أعقاب التزاوج، هذا يعني أن التزاوج يُثير التغيُّرات الهورمونالية الضرورية للإباضة. الإباضة التي تتم في أعقاب التزاوج نسمِّيها إباضة مشروطة (الرسمة هـ - 15)، وهي تتم، على سبيل المثال، عند إناث القطط والأرانب.

بالمستوى المبدائي، دورة الشبق عند الأبقار تشبه دورة الحيض عند الإنسان. في الدورتين، تتم الإباضة في موعد ثابت خلال الدورة - بعد نضوج الجُريبات في المبيض، وبعد الإباضة يتطور جُسيم أصفر في المبيض. **انتبهوا**، عند الإنسان، تتم الإباضة في منتصف الدورة (دورة الحيض) وعند البقرة تتم الإباضة في بداية الدورة (دورة الشبق). ينبع هذا الفرق من التعريف العشوائي لبداية الدورة بحسب العلامات التي نراها بالعين: عند الإنسان نزيف دم، وعند البقرة سلوكيات معينة. بودنا أن نشير أن البقرة لا توجد لديها ظاهرة النزيف. إذا لم يتم حمل، تُمتص الأنسجة المخاطية في الجسم.

للمزيد عن
***دورة الحيض**، انظروا الفصل الثالث، صفحات 44-46.*



الرسمة هـ -15: الإباضة عند أنواع مع دورة حيض أو مع دورة شبق

سؤال هـ - 10

أ. بماذا تتشابه وبماذا تختلف دورة الشبق ودورة الحيض؟

ب. ما هي الأفضلية التي يمكن أن تكون للإباضة المشروطة؟

سؤال هـ-11

أنجبت كلبة 6 جراء، منها توأم متماثل، كانت 8 جُسَيْمات صفراء في المبيضين معًا. كم خلية بويضة لم تصل تطور كامل؟ عللوا إجاباتكم.

تطور الجنين داخل جسم الأُم

هناك فرق مهم بين الثدييات وفقريات أخرى تعيش على اليابسة، وهو المكان الذي يتطور فيه الجنين: في أنواع طيور مختلفة وفي معظم أنواع الزواحف، تتطور الأجنة في البيوض التي تُضع على اليابسة خارج جشم الأم. أما في معظم أنواع الثدييات، بما في ذلك الإنسان، يتطور الجنين داخل عضو خاص - **الرحم** - داخل جسم الأُم.

يعرض الجدول هـ -6 مدة الحمل في الثدييات المختلفة. يمكن أن نرى في الجدول أن هناك علاقة عامة بين كبر الحيوان ومدة الحمل.

جدول هـ-6: مدة الحمل في الثدييات المختلفة

الثدي	مدة الحمل (بالأيام)	الثدي	مدة الحمل (بالأيام)
الهامستر	16	الخروف	150
الفأر	21	البقرة	270
الأرنب	42	الإنسان	280
الكلب	61	الحوت	360
القط	63	الزرافة	400

مصطلحات

خروج الجنين من جسم الأم

هناك ثلاثة مصطلحات تصف العملية التي يخرج فيها النسل المتطور من جسم الأم إلى خارج جسمها:

التفريخ: خروج نسل تطور في بيض داخل جسم الأم إلى العالَم. يمكن أن يكون النسل مستقلًا، مثل: سمك القرش، السحالي والأفاعي، أو أنه بحاجة إلى رعاية الوالدين لفترة زمنية معينة، مثلًا: العقارب التي تحمل نسلها على ظهرها في بداية حياتها.

الإنجاب: خروج نسل ثدييات (باستثناء الإنسان) تطور في رحم الأم إلى العالَم. النسل - جراء، عجول، جدي وغير ذلك - تحتاج عادةً إلى استمرار عناية ومراقبة الوالدين لمدة زمنية معينة على الأقل، مثل: جراء القطط والكلاب.

الولادة: مصطلح خاص لعملية خروج الجنين من الرحم عند الإنسان. وهو يحتاج إلى عناية ومراقبة الوالدين لمدة زمنية طويلة.

سؤال هـ - 12

عودوا إلى الفصل الثالث ولخصوا الحسنات للجنين الذي يتطور داخل الرحم.

تغذية نسل الثدييات

ينبع اسم الثدييات من إحدى المميزات الخاصة لهذه الحيوانات: تغذية النسل بحليب الأم - الرضاعة (الرسمة هـ -16). جميع جراء الثدييات في الطبيعة متعلقة في بداية حياتها بالأُم وهي تتغذى في فترة حياتها الأولى من الحليب الذي يَنْتُج من **غدد حليب** الأم.

غدد الحليب موجودة في الجنسين، لكن في الإناث فقط يَنْتُج حليب في نهاية الحمل. تبدأ غدد حليب الأنثى بالتطور مع النضوج الجنسي، لكن في فترة الحمل، تتطور بشكل سريع بفضل تأثير الهورمونان بروجسترون واستروجن. يشترك الهورمون **برولكتين** (lact=حليب; pro=الحصول على) وهورمونات أخرى في تطور الغدد وإنتاج الحليب.

تختلف أنواع الثدييات بعدد غدد الحليب ومكانها: عند الإنسان وأنواع قردة، يوجد غدتين حليب وهما موجودتان في الثدي في الصدر. عند الأبقار، الخراف، الحصون، نجد غدد الحليب في الضرع على البطن بجانب الرجلين الخلفيتين. عند أنواع الثدييات التي لديها جراء كثيرة في كل حمل (مثل: الكلاب والقطط)، يوجد غدد كثيرة، وفُتحات الغددة مرتَّبة بسطرين على طول طرف بطن الحيوان.

الرسمة هـ - 16: عجل يرضع من أمه

اعتماد واستقلال أفراد الثدييات

كما ذكرنا، جميع جراء الثدييات في الطبيعة متعلقة في بداية حياتها بالأُم التي تغذيها، وهي تتغذى في هذه الفترة من الحليب الذي يَنْتُج في غدد حليب الأُم. مع ذلك، يوجد فروق بمدى استقلالية الأفراد مثل ما رأينا عند الطيور. نستعمل هنا المصطلحين يترك العش ويبقى في العش الذين تعرفنا عليهما في سياق الطيور .

أفراد الأرانب، الغزلان والأبقار **تترك العش**. وهي تولد بعد حمل طويل نسبيًا، مغطاة بالشعر، لها مخالب (أظافر قرنية) وعيون مفتوحة. تفرز فضلاتها بذاتها، تستطيع أن تقف على رجليها وتمشي خلال عدة دقائق أو ساعات معدودة بعد أن تلد. وظيفة الأم أن ترضعها وأن تحميها.

جراء القطط والكلاب **تبقى في العش**. تلد بعد حمل قصير، عاجزة عن القيام بأي شيء، عارية من الشعر وعيونها مغلقة. متعلقة بشكل مطلق بأُمها للتغذية، للحفاظ على درجة حرارة جسمها وتحتاج مساعدة الأُم،

لكي تفرز بولها وبرازها. الأُم تحميها أيضًا من الحيوانات المفترسة ومن أفراد أخرى في العشيرة (مثلًا الذكور) قد تؤذيها.
جراء القردة متعلقة بأُمها لتزودها بالغذاء والحماية، لكنها تستطيع أن تمتطي أُمها وتتحرك معها من مكان إلى آخر (الرسمة هـ - 17).

الرسمة هـ -17: قردة وجروها

سؤال هـ - 13

اذكروا حسنة واحدة وسيئة واحدة لنوع أفراده تبقى في العش بالمقارنة مع نوع أفراده تترك العش. اشرحوا.

سؤال هـ -14

بماذا يتشابه وبماذا يختلف تكاثر سمكة، طير وثدي. تطرقوا في إجاباتكم إلى جهاز التكاثر وعملية التكاثر.

ثدييات الجيب

ثدييات الجيب هي مجموعة ثدييات قديمة جدًا من ناحية النشوء والارتقاء، المميز الخاص للحيوانات التي تنتمي إلى هذه المجموعة هو طريقة تكاثرها والاعتماد المتطرف للأفراد الحديثة السن بأُمها.
هذه المجموعة شائعة بالأساس في استراليا (أنواع قليلة موجودة في جنوب أميركا). عكس الثدييات التي تعرفنا عليها والتي تملك مشيمة متطورة تدمج بين أنسجة الجنين وأنسجة الأُم، ثدييات الجيب توجد لها مشيمة بسيطة، يتغذى الجنين فترة قصيرة بالأساس من صفار البيض الموجود في كيس صفار البيض، وتغذيته أقل ناجعة بالمقارنة مع الثدييات التي لديها مشيمة متطورة.

تخرج أفراد ثدييات الجيب إلى هواء العالم في مرحلة مبكرة جدًا من تطورها. مثلًا: يلد أحد أنواع الكنغر بعد **36** يوم حمل عندما يكون وزنه حوالي **0.8** غرام فقط! للمقارنة - وزن البالغ حوالي **30** كغم.
مباشرةً بَعد الولادة، يقوم الوليد الصغير برحلة عجيبة إلى منطقة الحلمات الموجودة داخل "الجيب" (طي جلد كبير)، على بطن أمه وهناك يستمر في تطوره. على الرغم من أنه أعمى، إلا أنه ينجح في إكمال رحلته وإيجاد الحلمة التي يدخلها في فمه. يتسع طرف الحلمة ويملأ كل حجم الفم. يبقى الجرو الصغير مربوطًا بالحلمة لمدة شهر - شهرين، حتى تتطور فكيه بشكل كافٍ، لكي يفتح فمه ويتحرر من الحلمة. من هذه المرحلة، يبقى الجرو الصغير داخل "الجيب" على بطن أُمه يرضع الحليب، يكبر ويتطور. بعد مرور حوالي **300** يوم، يزن حوالي **5** كغم ولم يبقى في الكيس. بعد خروجه من الجيب، يبقى الجرو بجانب أمه، يرضع من حليبها حتى يصل سن سنة ونِصف. صورة أُم الكنغر المعروفة مع صغيرها الذي يطل عبر جيبها، (الرسمة هـ - **18**)، لا تمثِّل جميع أنواع ثدييات الجيب. يوجد أنواع مثل الأُبسوس الأميركي الذي تلد الأُنثى من **8-10** جراء في الولادة الواحدة. و"الجيب" هو طي من الجلد

الرسمة هـ - 18: أُم الكنغر مع جروها الذي يطل عبر الجيب.

المرفوع حول الحلمات فقط وهو لا يغطي جميع الجراء. في هذه الأنواع، عندما تتحرر الجراء من الحلمات، تستمر الأُم في ارضاعها، لكنها تضعها في عش ولا تحملهم معها كل الوقت.

جدير بالمعرفة

ثدي يضع بيضًا

الثدييات **عديمة المشيمة** نادرة، تعيش عدة أنواع من هذه الثدييات في قارة استراليا فقط. الإوز الأُسترالي ثدي يعيش في الماء والتخصيب عنده داخلي. في أعقاب الإخصاب، تضع أنثى الإوزة بيضها داخل جُحر وتركض عليه حتى يفقس. بعد أن تخرج الصغار، يتغذون من الحليب الذي تفرزه الأُم على سطح جلدها (الإوز الأُسترالي لا يوجد لديه حلمات).

هـ 4. جوانب نشوء وارتقاء التكاثر الجنسي عند الحيوانات

تطورت الثدييات في الماء، والقديمة من بينها **الأسماك**، تعيش كل دورة حياتها في الماء. تطورت البرمائيات من الأسماك ويدل اسم **البرمائيات** على مميزاتها: تعيش على اليابسة بالغة، لكن لتكاثرها ولبداية تطورها تحتاج إلى بيت تنمية مائي. يرى الكثير في البرمائيات أنها حلقة انتقالية في تطور نشوء وارتقاء الفقريات.

الفقريات الأولى التي تطورت لديها القدرة خلال النشوء والارتقاء على التكاثر في اليابسة، كانت زواحف قديمة، وقد وضعت هذه الزواحف بيضًا على اليابسة. بفضل هذه القدرة وتطور ملاءمات إضافية لليابسة، تحولت هذه الزواحف إلى الفقريات الأولى الحقيقية التي تعيش على اليابسة. يخمِّن الباحثون أن أصل نشوء وارتقاء فقريات اليابسة - زواحف، طيور وثدييات - من هذه الزواحف القديمة.
خلال النشوء والارتقاء، تطورت أعضاء وآليات تُتيح التكاثر على اليابسة. تقدَّم هذا التطور بعدة اتجاهات معروضة في جدول هـ - 7.

جدول هـ-7: من بيئة محيطة مائية إلى اليابسة: تطور النشوء والارتقاء لطرق تكاثر الفقريات

	بيئة محيطة مائية	بيئة محيطة يابسة	
المكان الذي يتم فيه الإخصاب	في الماء	داخل جسم الأُنثى	
المكان الذي يتم فيه الجنين	في الماء، داخل بيضة قشرتها مرنة	في اليابسة، في بيضة قشرتها قاسية	في جسم الأنثى، في الرحم
مصدر المواد التي يتغذى منها الجنين	المواد الموجودة في البيضة	المواد الموجودة في البيضة	دم الأُم بواسطة المشيمة
طريقة إفراز الفضلات في الجنين	تُفرز إلى الماء	تتراكم في كيس بول الجنين	يُفرز البول بواسطة الكليتين إلى سائل السلى
طريقة تغذية الفرد	من الغذاء في الماء	من الغذاء الذي يُحضره الوالدين أو من الغذاء الذي يجده بشكل ذاتي	من حليب الأُم

سؤال هـ - 15

نجد عند الحيوانات طرق تكاثر جنسية تختلف عن بعضها، من بينها البيئة المحيطة التي يتم فيها التكاثر وعدد الأفراد. مامكم جدول يعرض معلومات عن ثلاثة حيوانات (أ-ت): طير، سمكة، ثدي.

	الحيوان		
	أ	ب	ت
بيت تنمية الحيوان	ماء	ماء	يابسة
مكان تطور الجنين	بيضة	الأُم	بيضة
البيئة التي يحدث فيها التكاثر	ماء	ماء	يابسة
عدد الأفراد	آلاف	عادةً واحد	عدة

أ. أي حيوان من بين الحيوانات أ، ب أو ت هو ثدي، أي منها هو طير وأي منها سمكة؟ عللوا تحديدكم لكل حيوان؟

ب. في أي بيئة حياة - مائية أو يابسة - مدى عشوائية إلتقاء خلايا تكاثر الحيوانات يكون أكبر؟ عللوا.

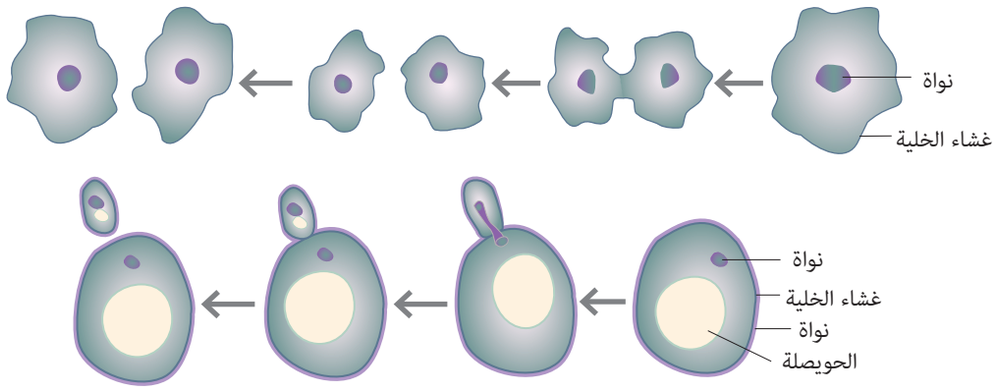
تكاثر جنسي

عند الحيوانات التي نراها عادةً في بيئتنا المحيطة، يوجد بالأساس تكاثر تزوجي. هكذا الأمر عند معظم الفقريات التي تتكاثر بطريقة تزاوجية فقط. لكن يجب أن نعرف أنه عند معظم الحيوانات، يوجد أنواع تتكاثر بطريقة لا جنسية إلى جانب التكاثر الجنسي. في هذا البند، نعرض عدة أمثلة لطرق تكاثر لا جنسية عند الحيوانات.

هـ5. تكاثر غير تزاوجي بواسطة الإنقسام أو التبرعم

في الكائنات الحية **أحادية الخلية** حقيقية النواة، مثلًا: الأميبا، **انقسام الخلية** معناه تكاثر. خلية واحدة هي كائن حي مستقل، من خليةٍ واحدة تَنْتُج خليتان، كل واحدة منهما كائن حي مستقل. لذا انقسام الخلية يشكل في الكائن الحي الأحادي الخلية آلية تكاثر غير تزاوجي. قبل حدوث الإنقسام، تتضاعف المادةٍ الوراثية في النواة، تنقسم نواة الخلية بعملية **الميتوزا**، وفيما بعد ينقسم السيتوبلازم والعضيات. نتيجةً للإنقسام، نحصل على خليتين متماثلتين بالمادة الوراثية، وتعيش هاتين الخليتين ككائنيْ حي أحاديي الخلية مستقلتين (الرسمة هـ - **19** أعلاه). في هذا الإنقسام، لا تبقى خلية الأم على قيد الحياة.

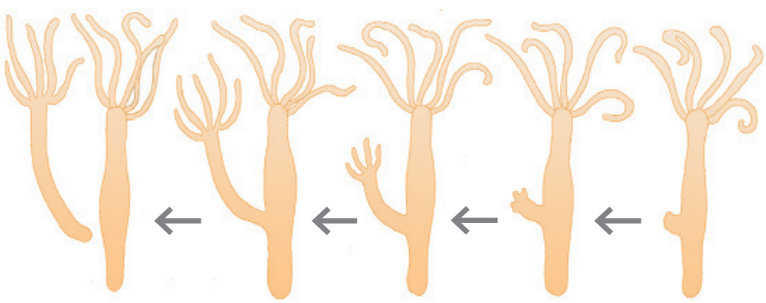
التبرعم طريقة تكاثر غير جنسية إضافية، تتطور بواسطتها أفراد جديدة على الأُم. في أحاديات الخلية، على سبيل المثال في الخميرة (الرسمة هـ **19**- أدناه)، يبدأ التبرعم بمضاعفة المادة الوراثية في النواة وبإنقسام النواة بطريقة الميتوزا. فيما بعد يَنْتُج برعم طرفي من طرف واحد، ينتقل إليه إحدى الأنوية مع كمية قليلة من السيتوبلازم، ويَنْتُج غشاء بين الخليتين. ينفصل الفرد الجديد عن الأم ويبدأ بالنمو. يوجد متعددات خلايا تتكاثر بطريقة التبرعم. في هذه الأنواع، ينمو طرف مكوَّن من خلايا تتحول



الرسمة هـ-19: تكاثر غير جنسي في أُحادية خلية حقيقية النواة
الصور العلوية: انقسام خلية الأميبا (تكبير: 200-600 ميكرومتر)، الصور السفلية: تبرعم الخميرة (كبر : حوالي 4 ميكرومتر)

يوجد متعددات خلايا تتكاثر عادةً بطريقة التبرعم. في هذه الأنواع، ينمو من الأُم طرف مكوَّن من خلايا تتحول إلى كائنٍ حي مستقل. في أنواع معينة، مثلًا: المرجان، تبقى الأفراد مرتبطة ببعضها. وفي أنواع معينة، مثلًا الهيدرا: ينفصل الفرد الجديد في مرحلة معينة عن الأُم (الرسمة هـ - 20).

إذا انفصل الفرد الجديد أو لم ينفصل، فإنه يبدأ في النمو. من الجدير بالمعرفة أن الفطريات (من بينها الخميرة)، المرجان والهيدرا، تتكاثر بطريقة تكاثر جنسية أيضًا.



الرسمة هـ -20: تكاثر غير جنسي في كائن حي متعدد الخلايا - تبرعم في الهيدرا

تتشابه طريقتي التكاثر انقسام الخلية والتبرعم (غير الجنسية التي وصفناها)بإنقسام نواة الخلية الذي يتم بطريقة الميتوزا، لكنهما تختلفان بالطريقة التي تنقسم بها سائر مكونات الخلية. على الرغم من ذلك، يتم الإنقسام دائمًا بطريقة تكون في كل خلية نسخة كاملة من المادة الوراثية وجميع المكونات الضرورية لبقاؤها كوحدة مستقلة.

هـ6. تكاثر عذري

للمزيد عن
تكاثر عذري في النباتات،
انظروا الفصل السادس،
صفحة 130.

التكاثر العذري (parthenogenesis) هو طريقة تكاثر غير تزاوجي، يتم عند عدة أنواع من الفقريات (أنواع سحالي وأفاعي)، لكنه شائع عند اللافقريات ويحدث في الأساس عند مفصليات الأرجل والحشرات. الفرق بين التكاثر العذري وطرق أخرى للتكاثر غير التزاوجي: في التكاثر العذري، تتطور الأفراد من خلية تناسلية واحدة، ولا يوجد اتحاد بين الخلايا التناسلية. يتطور الفرد من خلية بويضة غير مخصبة، لذا يتم التكاثر العذري في الإناث فقط.

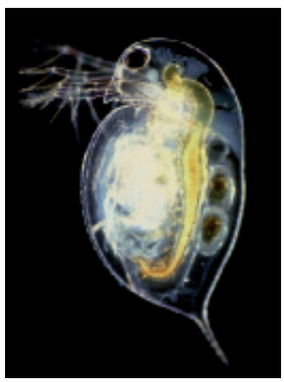
عند نحل العسل، يَنْتُج الذكور فقط في تكاثر عذري دون تخصيب، أما الإناث فإنها تَنْتُج في أعقاب التخصيب فقط. لذا الذكور **هيبلوئيدية** (في خلاياهم توجد هيئة كروموسومات واحدة - n) والإناث **ديبلوئيدية** (في خلاياها توجد هيئة كروموسومات مزدوجة - 2n). وظيفة الذكور والإناث في مجتمع النحل مختلفة: يخصب الذكور الملكة، أما الإناث فإنها تعمل عاملات لجمع الغذاء وتعتني بالنسل.
يتم التكاثر العذري عند الدافنى أيضًا (سرطان صغير) (انظروا نافذة البحث هـ -2). عند الدافنى، أفراد التكاثر العذري هم إناث.

في التكاثر العذري، يمكن أن تَنْتُج أفراد ديبلوئيدية بمسارين أساسيين:
- الميوزا ومضاعفة الكروموسومات في خلية الابنة الهيبلوئيدية، وهكذا نحصل على خلية ديبلوئيدية يتطور منها الفرد. بهذه الطريقة، يمكن أن نحصل على تباين معين عند الأفراد بحسب الخلية الهيبلوئيدية، ناتج الميوزا الذي بدأت منه العملية.
- دون ميوزا: لا تمر الخلية التناسلية بعملية ميوزا ويتطور فردًا من الخلية الديبلوئيدية. جميع الأفراد متماثلة من ناحية وراثية إلى الأنثى التي نَتَجَت فيها.

في أحد أنواع الدافنى الذي تمَّ بحثه، وجد الباحثون، في مراحل إنتاج الخلايا التناسلية، أن الميوزا تتوقف ولا نحصل على خلايا هيبلوئيدية، بل نحصل على خلايا ديبلوئيدية يتطور منها الأفراد.

نافذة البحث

الدافنى هي سرطان صغير يعيش في أنقوعة الشتاء. تستطيع الدافنى أن تتكاثر بطريقتين: تكاثر تزاوجي (جنسي) وتكاثر عذري. في فصل الشتاء، عندما تكون الأنقوعة مليئة بالماء، جميع الدافنى الموجودة تكون إناثًا وهي تتكاثر تكاثر عذري: تتطور دافنى إناث بالغة من البيوض الموجودة في أجسامها. مع حلول الربيع، عندما تبدأ الأنقوعة بالجفاف، يتطور قسم من البيوض الموجودة في أجسام الإناث إلى ذكور. يتزاوج الذكور مع إناث الدافنى الموجودة في الأنقوعة، وفي أعقاب التزاوج، تتطور في جسم الأنثى بيضتين نسميهما **بيضتا الإستدامة**، تبيض الأنثى داخل مياه الأنقوعة. بيوض الإستدامة كبيرة، مغلفة بغطاء قاسي يساعدهن على البقاء عندما تجف الأنقوعة.
عندما تمتلئ الأنقوعة مرة أخرى في فصل الشتاء، تفقس إناث الدافنى من بيوض الاستدامة. تتكاثر هذه الدافنى بتكاثر عذري وهكذا تعود مرة أخرى إلى الأنقوعة.



دافنى

أ. اذكروا حسنة واحدة للتكاثر العذري وسيئة واحدة له.

أجرى باحثون تجربة وقد نُميت الدافنى في ظروف المختبر لمدة 15 يومًا في 4 أوعية مختلفة. في بداية التجربة، كانت نفس كمية ماء الأنقوعة ونفس عدد الدافنى في جميع الأوعية. في كل يوم، أخرجت كمية مختلفة من الماء دون دافنى. خلال 15 يومًا، تابع الباحثون ظهور بيض الإستدامة في كل وعاء.
فيما يلي جدول يعرض نتائج التجربة.

رقم الوعاء	كمية ماء الأُنقوعة التي أُخرجت في كل يوم من الوعاء (ملل)	عدد الأيام التي مرَّت حتى ظهرت بيوض الاستدامة في الوعاء
1	1	لم تظهر
2	2	11
3	3	9
4	4	7

ب. ماذا يمكن الاستنتاج من نتائج التجربة؟

ت. كيف تساعد الظاهرة التي تبدو في نتائج التجربة لملاءمة الدافنى لبيت نموها (أُنقوعة الشتاء)؟

ث. خمنوا نتائج التجربة، إذا أضفنا إلى كل وعاء كمية دافنى مختلفة، بدل من أن نُخرج ماءً من الأوعية. علِّلوا إجاباتكم.

ه7. تكاثر لا جنسي بطرق بيوتكنولوجية

الأفضلية الأساسية للتكاثر اللا جنسي - التماثل الوراثي بين الفرد والوالد - أدت إلى تطور تكنولوجية تكاثر لا جنسية بطرق غير ممكنة في الطبيعة. الطريقتان التكنولوجيتان هما **مستنبت الأنسجة** و**الهندسة الوراثية**.

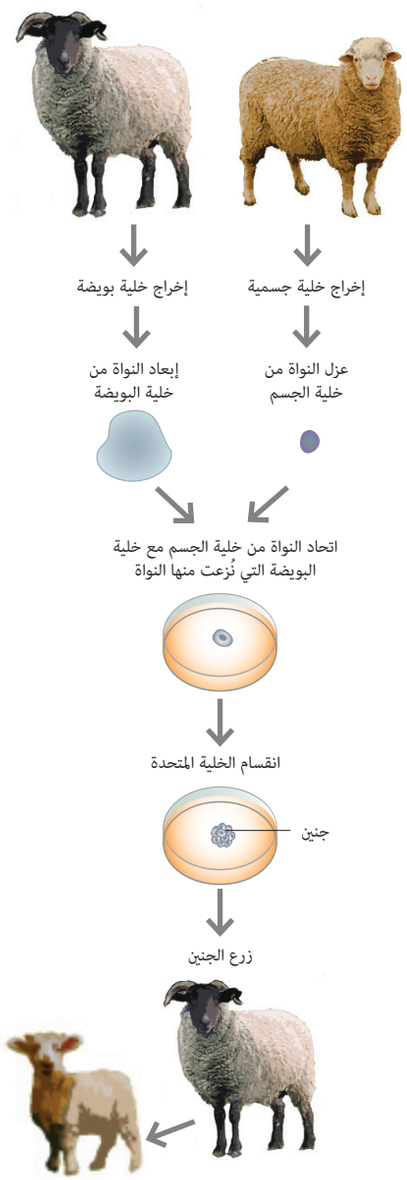
مستنبت النسيج، طريقة مقبولة اليوم لتكاثر النباتات بطريقة غير جنسية. بهذه الطريقة تَنْتُج نباتات حديثة السن من خلية واحدة أو من مقطع نسيج صغير أخذ من فرد صفاته مرغوبة للمزارعين (للحصول على المزيد من معلومات عن مستنبت النسيج، انظروا الفصل السابع).

في الهندسة الوراثية أيضًا، يَنْتُج فردًا جديدًا من خلية بالغة ليست خلية تناسلية. في الماضي (في السنوات 1960-1975)، نجح باحثون في هدم نواة خلية بويضة غير مخصبة لضفدع وإدخال نواة خلية من نسيج إمعاء ضفدع بالغ. تطور شرغوف طبيعي من خلية البويضة!

وُثق بداية عهد الهندسة الوراثية في الثدييات مع ولادة الخروف دولي في سنة 1997. نَتَج الخروف دولي بعملية هندسة وراثية معقدة، اشترك فيها ثلاثة خراف - ثلاث "أمهات":

- خروفة واحدة - أُخذت منها خلية جسم (من الضرع). أُخرجت النواة الديبلوئية من الخلية واستُعملت.
- خروفة ثانية - أُخرجت منها خلية بويضة. أُخرجت نواة خلية البويضة. زُرعت النواة التي أُخرجت من ضرع الخروفة في خلية البويضة.
- خروفة ثالثة - زُرعت في رحمها خلية بويضة بعد أن مرَّت خلية البويضة إتحاد مع نواة مصدرها من خلية جسمية.

هكذا، دون إخصاب، حصلنا على خلية ديبلوئيدية تطورت منها الخروفة دولي (الرسمة ه-21). جميع خلايا الخروفة دولي كانت متماثلة تمامًا لخلايا الخروفة التي أُخذت منها النواة الديبلوئيدية، وهي لا تشبه "الأمهتان الأخريتان: الأم التي تبرعت خلية البويضة والأم التي حملت الجنين في رحمها.



الرسمة ه-21: مراحل عملية الهندسة الوراثية

عاشت الخروفة دولي حوالي ست سنوات، وقد أنجبت خلالها بوني. لكن عندما كان عُمرها 6 سنوات، ماتت من مرض رئوي يميِّز خراف سنها أكبر منها بكثير.
في هذه الهندسة الوراثية، استُعملت مادة وراثية من خروفة بالغة عُمرها ست سنوات، أحد المخاوف الكبيرة أن دولي ماتت، لأنها وُلدت مع خلايا بالغة أدت إلى هرمها بسرعة.
يعتمد هذا الخوف على النظرية التي تُشير إلى أن عدد مرات انقسام الخلية هو عدد ثابت مسبقًا، وفي كل إنقسام، يقصر طرف جزيء الـ DNA الذي نسمِّيه **تيلومير**. عندما ينتهي التيلومر في خلايا حرجة، فإنّ الكائن الحي يتعرض إلى أمراض متعلقة بالهرم. بما أن دولي أُنتجت من خلايا ضرع خروفة عمرها ست سنوات، قد يكون عُمرها البيولوجي 11 سنة عند موتها، وهذا سن عودة جيد للخروفة.
على الرغم من الاكتشاف الكبير الذي تحقق في أعقاب إنتاج دولي بهذه الطريقة، إلا أنه حتى يومنا هذا، لا يوجد استعمال واسع لهذه الطريقة في حيوانات متطورة، لكن هذه الطريقة نالت إعجاب بعض الناس المعنيون في أن تُنتَج نسخة طبق الأصل منهم .....

صراع ذهني

عملية الهندسة الوراثية في الحيوانات ومن ضمنها في الإنسان، أثارت جدل كبير في العالَم، وهي تطرح أسئلة أخلاقية كثيرة.

سؤال هـ - 16

أ. ماذا يمكن أن يكون الدافع لاستعمال الهندسة الوراثية في حيوانات المزرعة؟
ب. اقترحوا تبريرين يرفضان استعمال الهندسة الوراثية في الإنسان.
ت. اقترحوا تبريرين يدعمان استعمال الهندسة الوراثية في الإنسان.

المواضيع الأساسية في هذا الفصل

- السن الذي يستطيع فيه الكائن الحي أن يتكاثر متعلق بعوامل وراثية - داخلية تتأثر من عوامل خارجية من البيئة المحيطة.
- المرحلة، في دورة الحياة، التي يستطيع منها الفرد أن يتكاثر بطريقة جنسية نسميها بلوغًا جنسيًا.
- بعد البلوغ الجنسي، لا تستطيع معظم الحيوانات أن تتكاثر كل السنة، إلا في موسم تكاثرها فقط.
- عند معظم أنواع الثدييات، من السهل التمييز بين الذكور والإناث بفضل الفروق في العلامات الجنسية الثانوية.
- في موسم التكاثر، تبدأ تغييرات في الشكل و/أو سلوكيات الحيوان (الذي وصل البلوغ الجنسي). بفضل هذه التغيُّرات، تبث الذكور والإناث إلى مدى استعدادها للتكاثر.
- في معظم أنواع الأسماك، أجهزة التكاثر بسيطة والإخصاب خارجي.

- العوامل التي تزيد احتمال إلتقاء خلايا تناسلية من نفس النوع البيولوجي وحدوث إخصاب في بيت تنمية مائي هي: كمية هائلة للخلايا التناسلية، الأفراد التي تتكاثر فيما بينها تعيش متجاورة على الأغلب، تُطلق الخلايا التناسلية الأنثوية والذكرية إلى الماء في نفس الوقت تقريبًا، تساعد وسائل الاتصال الصوتية و/ أو الكيميائية على التقاء الذكور والإناث وإلتقاء الخلايا المنوية مع خلايا البويضة.
- في البرمائيات، الفرد الذي يخرج من البيضة نسمِّيه شرغوفًا. تمر الشراغيف تغيُّرات تدريجية حتى تتحول إلى برمائيات بالغة في عملية نسمِّيها تحول.
- المميز البارز في تكاثر أنواع تعيش كل حياتها على اليابسة، مثل: الزواحف، الطيور والثدييات هو الإخصاب الداخلي.
- تكاثر الزواحف والطيور، يوجد له مميِّز مشترك لأغلب الأنواع وهو تطور الجنين داخل بيضة تُباض خارج جسم الأنثى.
- يُتيح مبنى البيضة للجنين أن يتطور بشكل مستقل، لكن الأخطار التي تهدد الجنين كثيرة.
- جهاز تكاثر أنثى الدجاج مبني من قسمين: مبيض وأنبوب البيض. فقط المبيض وأنبوب البيض الأيسران متطوران.
- تتطور أربعة أغشية حول الجنين الذي يتطور في البيضة.
- نميِّز عند أفراد الطيور بين صيصان تترك عشها وفراخ تبقى في عشها.
- عند الإنسان وأنواع قردة معينة، توجد دورة الحيض. استعداد الأنثى للتزاوج لا يقتصر على فترة معينة في السنة.
- عند معظم أنواع الثدييات توجد دورة شبق. استعداد الأنثى للتزاوج يقتصر على فترة معينة خلال دورة الشبق.
- في معظم أنواع الثدييات، ومن بينها الإنسان، تتطور الأجنة داخل جسم الأم في عضو خاص نسمِّيه الرحم.
- جميع أفراد الثدييات في الطبيعة متعلقة في بداية حياتها بالأم، وهي تتغذى في الفترة الأولى من حياتها على الحليب الذي يَنْتُج في غدد حليب الأم.
- خلال النشوء والارتقاء، تقدم تطور الأعضاء والآليات التي تُتيح التكاثر في اليابسة بعدة اتجاهات: المكان الذي يتم فيه الإخصاب، المكان الذي يتطور فيه الجنين، الطريقة التي يتغذى بها الجنين والطريقة التي يتغذى بها الفرد الحديث السن.
- في الكائنات الحية الأحادية الخلية، مثل: الأميبا والباراميسيوم، انقسام الخلية بطريقة الميوزا معناه تكاثر.
- التبرعم طريقة تكاثر لا جنسية، تتطور أفراد جديدة وتَنْتُج على الأم، تنفصل عن الأم وتستمر في حياتها بشكل منفصل.
- التكاثر العذري هو طريقة تكاثر لا جنسية، يتم على سبيل المثال في حشرات تعيش في مجتمعات، مثل: النحل، سرطانات الماء مثل الدافنى.
- مستنبت النسيج والهندسة الوراثية هما طريقتان تكنولوجيتان لتكاثر لا جنسي، لا يمكن أن يتم في الطبيعة.

مصطلحات مهمة في هذا الفصل

خصيتان
بلوغ جنسي
إباضة
بيضة
غُدد حليب
ذات مشيمة
أسماك
ركود
برمائيات
هورمونات جنسية
حمل
إنجاب
رضاعة
إخصاب خارجي
إخصاب داخلي
تفريخ
يبقى في العش
مغازلة
صفار البيض
عديمة المشيمة
ثدييات
بربخ الخصية
الشبق

دورة الحيض
دورة الشبق
ميتوزا
علامات جنسية ثانوية
يترك العش
طيور
فورمون
أنبوب ناقل الخلايا المنوية (أنبوب الخلايا المنوية)
أنبوب ناقل البيض (أنبوب البيض)
شرغوف
تكاثر لا جنسي
تكاثر عذري
رحم
مبيض
هندسة وراثية
مشيمة
سائل السَّلى
كيس صفار البيض
كيس الجنين
خلية بويضة
خلية منوية
اتصال بين جنسين