ARABIC EDITION
LIFE SCIENCE: BIOLOGY
THURSDAY, JUNE 18, 2026
9:15 A.M. TO 12:15 P.M., ONLY

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

علوم الحياة: علم الأحياء

الخميس، 18 يونيو/حزيران 2026 — 9:15 صباحًا إلى 12:15 ظهرًا فقط

اسم الطالب(ة) _____

اسم المدرسة _____

يُمنع منعًا باتًا حيازة أو استخدام أي جهاز للاتصال عند خوض هذا الامتحان. إذا كان بحوزتك أي جهاز للاتصال أو قمت باستخدامه، بغض النظر عن قصر فترة الاستخدام، فسيتم إبطال امتحانك ولن يتم احتساب أي درجة لك.

اكتب اسمك واسم مدرستك على السطور أعلاه.

استخدم معرفتك **بعلوم الحياة: علم الأحياء** في الإجابة عن جميع الأسئلة في هذا الامتحان.

يجب عليك الإجابة عن جميع الأسئلة في هذا الامتحان. يمكنك استخدام ورقة مسودة لتحديد الإجابات عن الأسئلة، ولكن تأكد من كتابة إجاباتك على ورقة إجابتك وفي كتيب الامتحان الخاص بك. تم تزويدك بورقة إجابة منفصلة للأسئلة ذات الاختيار من إجابات متعددة. اتبع تعليمات مراقب الامتحان لتكملة بيانات الطالب(ة) على ورقة إجابتك. سجل إجاباتك عن أسئلة الإجابة المركبة في كتيب الامتحان الخاص بك.

يجب أن تكون جميع الإجابات في كتيب الامتحان الخاص بك مكتوبة بالقلم الحبر الجاف، باستثناء الرسوم البيانية والرسوم التوضيحية، يجب أن تكتب بالقلم الرصاص.

عند الانتهاء من الامتحان، يجب عليك التوقيع على البيان المطبوع على ورقة الإجابة المنفصلة الخاصة بك، مع الإشارة إلى أنه ليست لديك أي معرفة غير قانونية بالأسئلة أو الإجابات قبل خوض هذا الامتحان وأنك لم تقدم أو تتلقَّ مساعدة على الإجابة عن أي من الأسئلة خلال خوض الامتحان. لن يتم قبول ورقة الإجابة وكتيب الامتحان الخاصين بك إذا لم تقم بالتوقيع على هذا البيان

ملحوظة...

يجب أن تتوفر لديك آلة حاسبة علمية أو آلة حاسبة ذات العمليات الأربع الأساسية لتتمكن من استخدامها في أثناء خوض هذا الامتحان.

لاحظ أن الرسوم التخطيطية ليست مرسومة بالأبعاد الحقيقية ما لم تتم الإشارة إلى خلاف ذلك.

لا تفتح كتيب الامتحان هذا حتى يتم إعطاء إشارة بذلك.

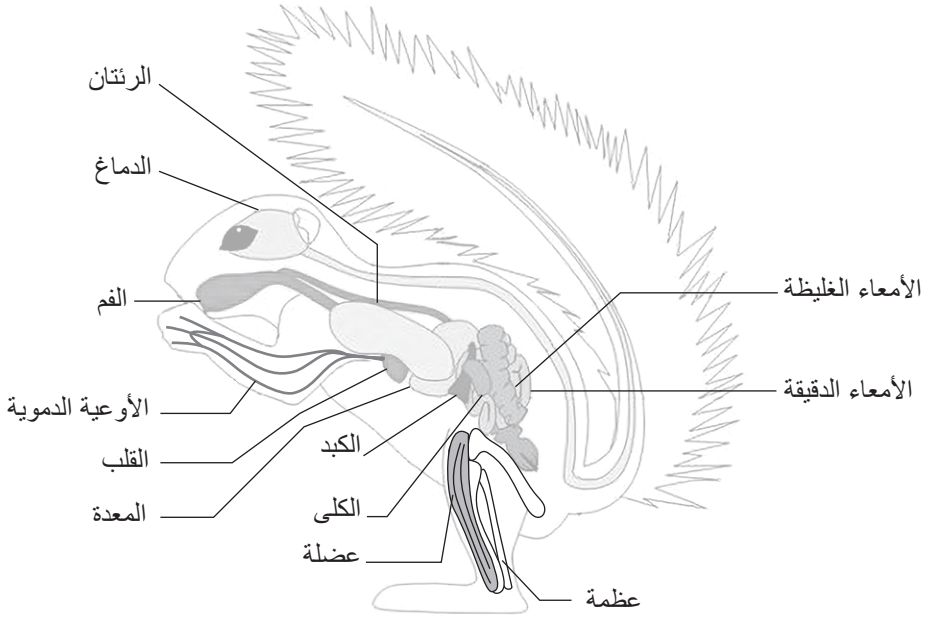
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 1 وحتى 5 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء. تأكد من تسجيل إجاباتك عن الأسئلة ذات الاختيار من إجابات متعددة على ورقة إجابتك المنفصلة. سجّل إجاباتك عن أسئلة الإجابة المركبة في كتيب الامتحان الخاص بك.

الإستراتيجية الموسمية للبقاء على قيد الحياة

طورت بعض أنواع الكائنات الحية التي تعيش في المناخات الباردة طرق تكيّف فريدة للحفاظ على طاقتها خلال أشهر الشتاء، حيث تدخل هذه الكائنات الحية في حالة من البيات الشتوي، وهي فترة من الخمول تؤدي إلى تباطؤ العمليات الحيوية. وتشير التقديرات إلى أن فترة السكون هذه تتيح للكائنات الحية استهلاك مقدار أقل من الطاقة بنحو 70 إلى 100 ضعف عندما تكون الموارد محدودة. تدخل بعض أنواع السناجب الأرضية (المرموطاوية) في حالة بيات شتوي.

يتضمن النموذج أدناه بعض عناصر أجهزة جسم السنجاب.

تشريح السنجاب الأرضي (المرموطاوية)



اكتشف الباحثون الذين يدرسون الحيوانات التي تدخل في حالة بيات شتوي أن بعض التغيرات الفسيولوجية المرتبطة بالبيات الشتوي قد تؤدي أيضًا إلى تكوّن جلطات دموية؛ إذ يختلف عدد الصفائح الدموية في دماء هذه الحيوانات في أثناء البيات الشتوي عن عدد صفائحها الدموية في حالات النشاط الطبيعي.

وتعرّف الصفائح الدموية بأنها أحد مكونات الدم التي تتكوّن داخل نخاع العظام، مثل العظام الموجودة في الساقين. وتساعد الصفائح الدموية في تجلط الدم.

وتلخّص المعلومات الواردة أدناه بعض التغيرات التي تطرأ على الحيوانات في أثناء البيات الشتوي.

بعض التغيرات الفسيولوجية النموذجية التي تطرأ على الحيوانات في أثناء البيات الشتوي

الحيوان	الحالة	متوسط معدل نبضات القلب (نبضة في الدقيقة)	متوسط معدل التنفس (عدد الأنفاس/للدقيقة)	متوسط درجة حرارة الجسم (درجة مئوية)	عدد الصفائح الدموية (العدد/للتر)
السنجاب الأرضي ثلاث عشري الخطوط	في حالة النشاط الطبيعي	250	100	37	445×10^9
	في حالة البيات الشتوي	5	3	6	47.9×10^9
الدب البني الإسكندنافي	في حالة النشاط الطبيعي	45	6	37	262×10^9
	في حالة البيات الشتوي	10	1	32	174×10^9

1 أيُّ العبارات التالية تصف على النحو الأمثل التفاعُلات بين أجهزة الجسم الموجودة في نموذج *"تشريح السنجاب الأرضي"*، التي تُستخدم لحماية السنجاب من تكوّن الجلطات الدموية في أثناء البيات الشتوي؟

(1) يجب أن تزود الرئتان، اللتان تشكلان جزءًا من الجهاز التنفسي، عضلات الجهاز العضلي بكميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) لزيادة الحركة ومنع تكوّن الجلطات.

(2) يجب أن يحتوي الدم الذي ينقله الجهاز الدوري على عدد أكبر من الصفائح الدموية، التي تنتجها عظام الجهاز الهيكلي؛ وذلك لمنع تكوّن الجلطات.

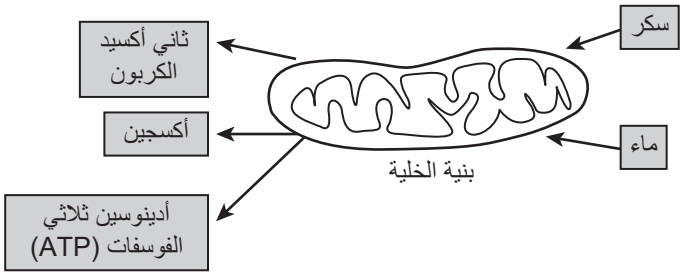
(3) يقلل نخاع العظام في الجهاز الهيكلي من إنتاج الصفائح الدموية التي يُفرزها في الدورة الدموية، وهو ما يمنع الجلطات من تعطيل تدفق الدم.

(4) يعمل الجهاز العصبي على رفع درجة حرارة الجسم، وهو ما يؤدي إلى انخفاض كمية الأكسجين (O_2) التي تستقبلها الرئتان في الجهاز التنفسي، وهو ما يمنع تكوّن الجلطات الدموية.

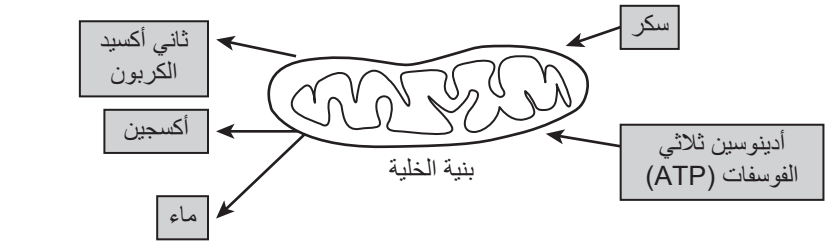
2 باستخدام البيانات التي جمعها الباحثون، قدم دليلاً يدعم الادعاء القائل إن آليات التغذية الراجعة تحافظ على الاتزان الداخلي لدى الحيوانات التي تدخل في حالة البيات الشتوي مع انخفاض درجة الحرارة المحيطة. [1]

3 أيُّ من النماذج التالية يمثل على النحو الأمثل مدخلات ومخرجات العملية الكيميائية التي يتم من خلالها تحويل المادة والطاقة إلى صِيَغ يمكن لخلية السنجاب الأرضي الاستفادة منها؟

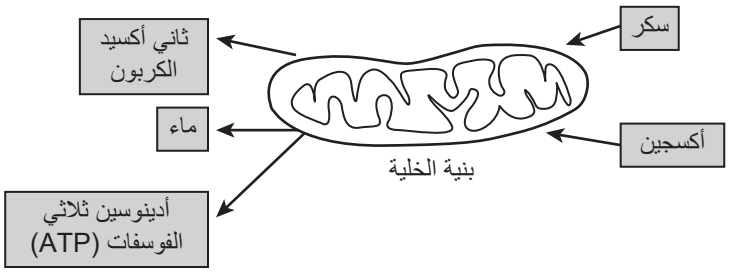
(1)



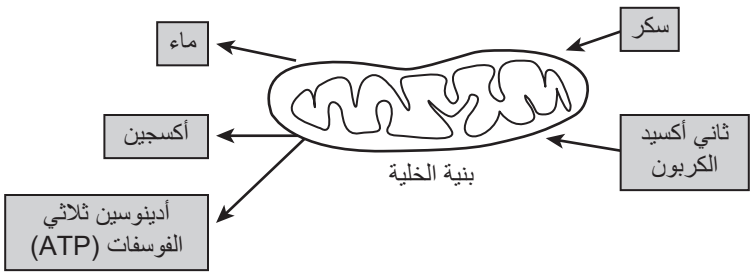
(2)



(3)



(4)



خلال الأبحاث التي أُجريت على حالة البيات الشتوي، توصّل الباحثون أيضًا إلى أن وظيفة جهاز المناعة قد تتأثر لدى الحيوانات الثديية.

يوضح المخطط أدناه البيانات التي تم جمعها من الدراسة والاستقصاءات.

الانخفاض التقريبي في عدد كُريات الدم البيضاء في أثناء البيات الشتوي

الحيوان	نسبة الانخفاض
الدب البني الإسكندنافي	40%
السنجاب الأرضي ثلاث عشري الخطوط	90%
الخفاش فأري الأذنين الشمالي	45%

4 بوضع البيانات المقدمة في الاعتبار، أيُّ التفسيرات التالية تحدِّد على النحو الأمثل كيف تسمح التغيرات التي تطرأ على الجهاز المناعي للحيوانات، مثل السناجب والدببة، بالحفاظ على الاتزان الداخلي في أثناء البيات الشتوي؟

(1) عندما تدخل الحيوانات في حالة البيات الشتوي، يزداد إنتاج كُريات الدم البيضاء، وهو ما يؤدي إلى استهلاك المزيد من الطاقة للحفاظ على الاتزان الداخلي.

(2) ينخفض إنتاج كُريات الدم البيضاء لدى الحيوانات التي تدخل في حالة البيات الشتوي، وهو ما يساعد على توفير استهلاك الطاقة.

(3) في أثناء البيات الشتوي، ينخفض إنتاج كُريات الدم البيضاء لدى الحيوانات، وهو ما يزيد من قدرتها على مقاومة الأمراض.

(4) عندما تدخل الحيوانات في حالة البيات الشتوي، لا يتأثر إنتاج كُريات الدم البيضاء، وتقل قدرتها على مقاومة الأمراض.

لوحظت استجابة مناعية مشابهة لدى الخفافيش، وهي من الحيوانات الثديية أيضًا، في أثناء البيات الشتوي. وقد يؤثر ذلك في قدرة الخفافيش على مقاومة الإصابة بأي عدوى.

وقد أثر أحد أنواع الفطريات في بعض مستعمرات الخفافيش، وهو ما تسبَّب في خسائر فادحة في أعدادها. ويُقال إن الخفافيش التي تستيقظ بشكل دوري في أثناء البيات الشتوي تعيد تنشيط جهازها المناعي.

5 ضع تفسيرًا مستندًا إلى الدلائل يوضح أن الخفافيش التي تستيقظ بشكل دوري ستزداد أعدادها نتيجة لعملية التطوُّر. [1]

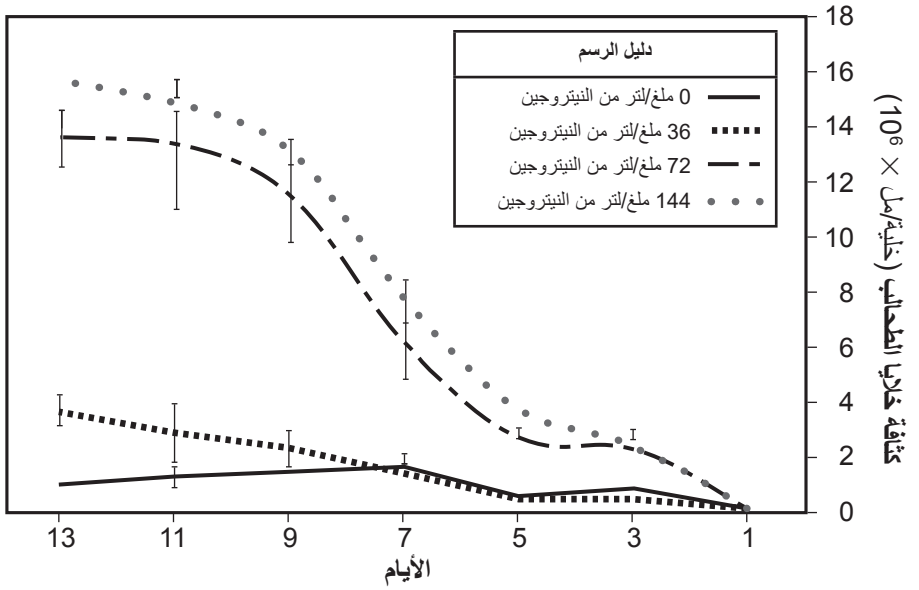
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 6 وحتى 9 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

النيتروجين: أهو صديق أم عدو؟

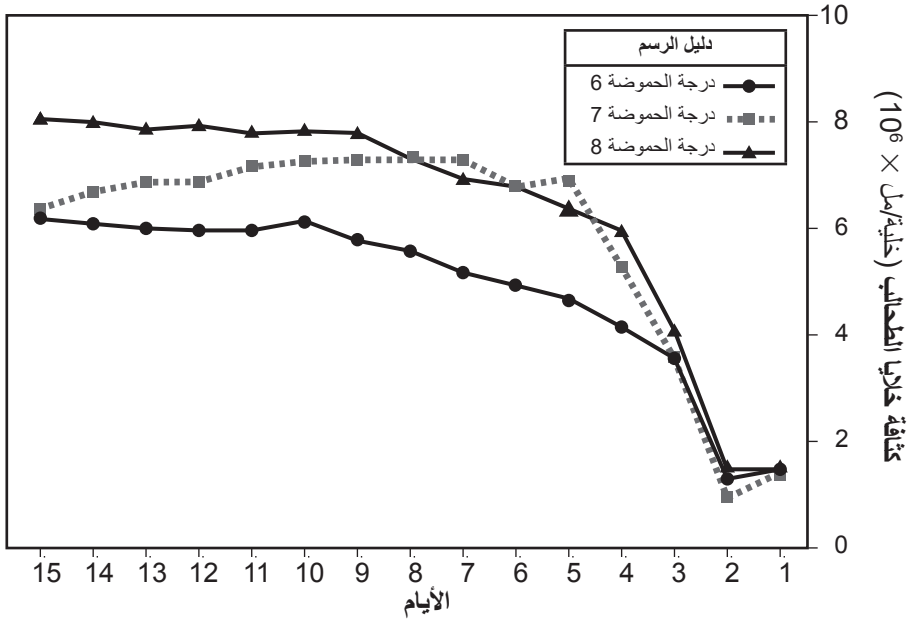
تعتبر الطحالب من الكائنات الحية البسيطة التي تشبه النباتات، وتؤدي دورًا أساسيًا في العديد من النظم البيئية المائية. ومع ذلك، فليس كل نمو للطحالب يعود بالنفع على النظام البيئي.

أجرى الباحثون اختبارًا لقياس تأثير النيتروجين (N) في نمو الطحالب، وذلك بإضافة كميات متفاوتة من النيتروجين إلى عينات ماء تحتوي على طحالب. وتُوضَّح البيانات التي جمعوها في الرسوم البيانية التالية.

تأثير النيتروجين في نمو الطحالب



تأثير درجة الحموضة في نمو الطحالب



6 بالاستناد إلى البيانات الواردة في الرسوم البيانية، ما العامل الذي يؤثر بشكل أكبر في حجم مجموعات الطحالب؟

(1) أظهرت مجموعة الطحالب التي تعرضت لتركيز 36 ملغ/لتر من النيتروجين أكبر معدل نمو على مدار 13 يومًا

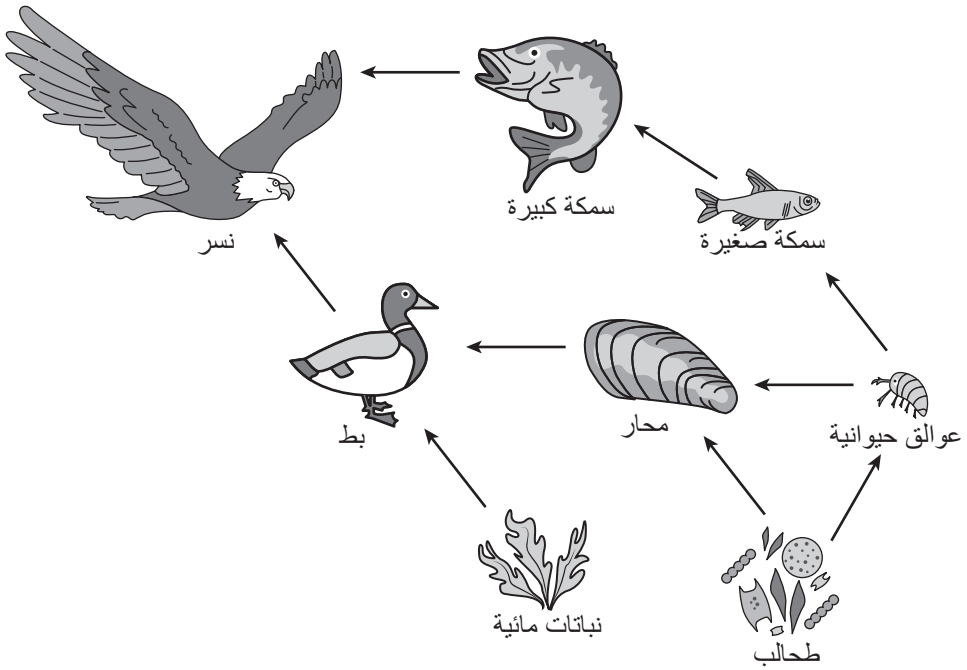
(2) بلغت كثافة مجموعة الطحالب المعرضة لدرجة الحموضة 8 ذروتها قبل مرور سبعة أيام.

(3) بلغت كثافة مجموعة الطحالب التي تعرضت لتركيز 144 ملغ/لتر من النيتروجين ذروتها في اليوم 13.

(4) ازدادت مجموعة الطحالب المعرضة لدرجة الحموضة 7 باطّراد بعد سبعة أيام.

يوضح النموذج أدناه مثالاً على شبكة الغذاء في المياه العذبة.

شبكة الغذاء في المياه العذبة



7 يدعي العلماء أن إضافة كميات قليلة من النيتروجين ستؤثر في القدرة الاستيعابية لجميع الأنواع التي تتضمنها شبكة الغذاء بأكملها. استنادًا إلى المعلومات الواردة، أيُّ التفسيرات التالية يدعم ادعاء العلماء على النحو الأمثل؟

(1) سيزداد عدد الكائنات المنتجة، وهو ما سيؤدي إلى توفر كمية أكبر من الطاقة لبقية شبكة الغذاء، ومن ثمّ زيادة قدرتها الاستيعابية.

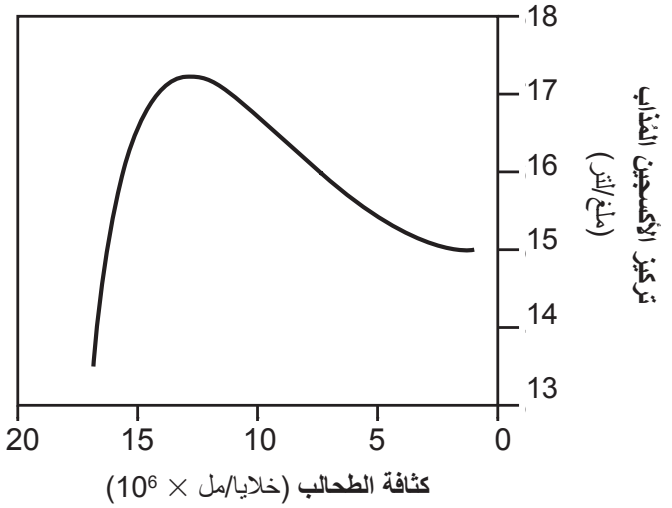
(2) ستنخفض القدرة الاستيعابية لمجموعات الطحالب، وهو ما سيؤدي إلى توفر المزيد من الطاقة للنباتات المائية، وزيادة القدرة الاستيعابية للنباتات والكائنات المستهلكة.

(3) ستنخفض القدرة الاستيعابية لكل كائن حي في شبكة الغذاء، باستثناء الكائنات المنتجة، وذلك بسبب استهلاك مجموعات الطحالب المتزايدة لجميع الطاقة المتاحة.

(4) ستزداد القدرة الاستيعابية للحيوانات المفترسة؛ إذ تشكّل الطحالب مكونًا رئيسيًا في نظامها الغذائي.

أصبحت ظاهرة تكاثر الطحالب المفرط الضار (HABs) من مصادر القلق في المسطحات المائية العذبة في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك البحيرات في ولاية نيويورك. وغالبًا ما يستخدم المزارعون الأسمدة الكيماوية التي تحتوي على النيتروجين في حقولهم. ويمكن أن تتسرب الكميات الزائدة من الأسمدة إلى النظم البيئية للمياه العذبة، وهو ما يؤدي إلى حدوث تكاثر الطحالب المفرط الضار. يوضح الرسم البياني أدناه تأثير تكاثر الطحالب المفرط الضار (HABs) في مستويات الأكسجين في النظام البيئي للمياه العذبة.

تأثير كثافة الطحالب في تركيز الأكسجين المُذاب



8 يدعي العلماء أن وجود 144 ملغ/لتر من النيتروجين قد يسبب تأثيرًا سلبيًا في التفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية في النظم البيئية للمياه العذبة. قيّم صحة الادعاء من خلال وضع علامة (✓) *إما* في مربع "صحيح" *أو* مربع "غير صحيح" أدناه. وقدّم بيانات تدعم تقييمك. [1]

☐ صحيح ☐ غير صحيح

9 أيُّ الحلول أكثر فعاليةً وأمانًا في ***تقليل*** احتمالات تكاثر الطحالب المفرط الضار الناجم عن الأنشطة البشرية؟

(1) إلزام المزارعين بالالتزام بممارسات زراعية تقلل من جريان الماء إلى مسطحات المياه العذبة.

(2) إدخال أنواع غير محلية تتغذى على الطحالب إلى الماء بهدف السيطرة على أعدادها.

(3) إضافة مواد كيميائية إضافية إلى المسطحات المائية تُزيل آثار النيتروجين في الماء.

(4) تشييد حواجز خرسانية حول جميع مسطحات المياه العذبة لمنع أي جريان سطحي للعناصر الغذائية من الوصول إلى المجاري المائية.

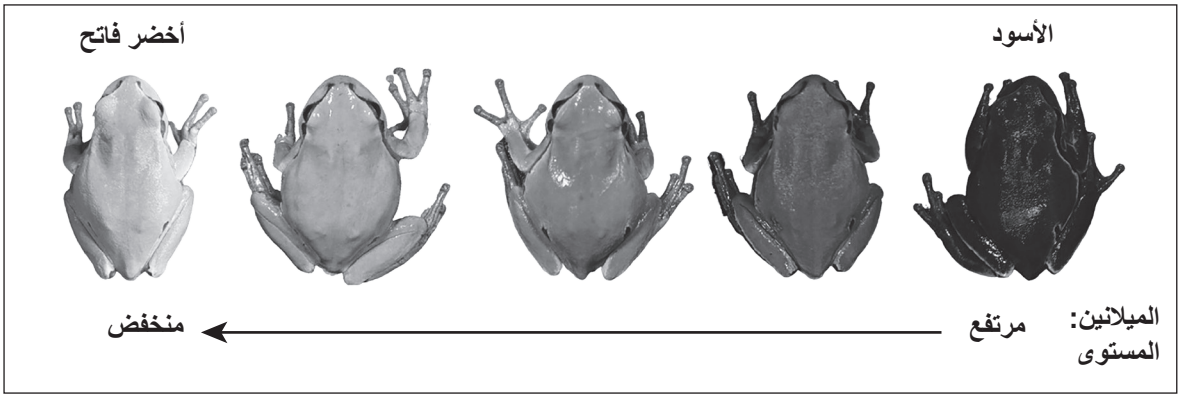
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 10 وحتى 14 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

الضفادع الخضراء والسوداء

في عام 1986، سرّب المفاعل النووي في تشيرنوبيل، الواقع في أوروبا الشرقية، كمية هائلة من المواد المشعة في الغلاف الجوي. ولا تزال المنطقة المحيطة به غير آهلة بالبشر إلى حد كبير حتى يومنا هذا. وسيستغرق الأمر سنوات عديدة حتى تعود طبيعيًا الإشعاعات التي تسربت إلى مستويات آمنة.

يعيش الضفدع الشجري الشرقي (*Hyla orientalis*) في المنطقة المحيطة بموقع كارثة تشيرنوبيل. ويُظهر هذا الضفدع تباينًا في اللون بسبب تباين مستويات صبغة الميلانين الموجودة في خلايا الجلد. قبل وقوع الكارثة، كانت معظم الضفادع الشجرية الشرقية خضراء اللون، بينما تميزت أعداد قليلة منها بصفة خلايا الجلد السوداء. أظهرت دراسة أجريت عام 2022 في المنطقة المحيطة بتشيرنوبيل أن لون الضفادع الحالية أصبح داكنًا بشكل ملحوظ، حيث زاد عدد الضفادع السوداء وانخفض عدد الضفادع ذات اللون الأخضر الفاتح مقارنةً بالماضي. وفيما يلي تغير الألوان الذي حدث لهذه الضفادع.

تغيُّر اللون في الضفدع الشجري الشرقي (*H. orientalis*)



10 أيُّ الأسئلة يوضح على النحو الأمثل دور الحمض النووي في إحداث تغيير في وراثة لون الجلد في الضفادع؟

(1) لماذا يختلف تسلسل الحمض النووي في خلايا جلد الضفدع عن تسلسل الحمض النووي في خلايا الجسم الأخرى التي لا تنتج صبغة؟

(2) كيف تحصل جميع الضفادع من نفس النوع على بروتينات صبغية متماثلة من والديها؟

(3) كيف يحدد مزيج الأليلات المنتجة للصبغة التي ورثها الضفدع عن والديه لون جلد الضفدع؟

(4) لماذا تتلقى الضفادع الشجرية ذات الألوان المختلفة كميات مختلفة من الحمض النووي من والديها؟

11 أيُّ الأدلة يدعم على نحو أمثل الادعاء بأن توزيع الألوان وتكرار ظهورها في أعداد الضفادع قبل كارثة تشيرنوبيل كان نتيجة للانتقاء الطبيعي؟

(1) امتصت الأصباغ الخضراء ضوء الشمس بشكل أفضل من الأصباغ السوداء، وهو ما ساعد على تدفئة أجسام الضفادع.

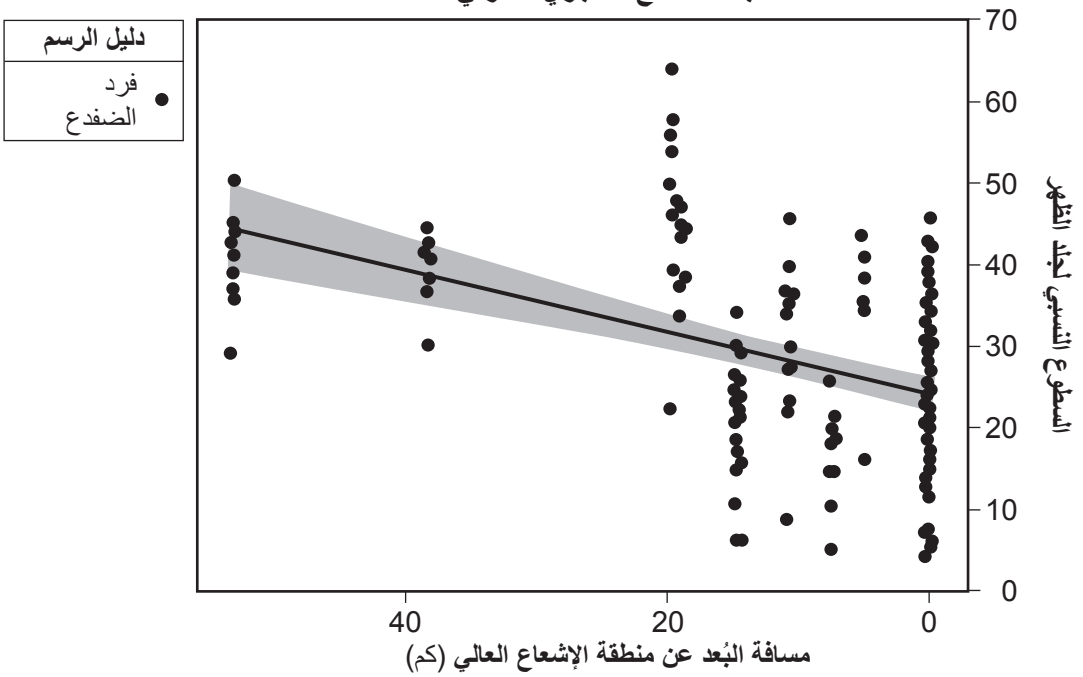
(2) تميزت الضفادع السوداء بفعالية أكبر من الضفادع الخضراء في تجنب المفترسات.

(3) قدم اللون الأخضر للضفادع قدرة تمويهية أفضل مع الأشجار.

(4) سمح اللون الأسود للضفادع بجذب عدد أكبر من الأزواج وإنجاب المزيد من النسل.

مع زيادة كمية الميلانين داخل الخلايا، تنخفض درجة السطوع (درجة الإضاءة المرئية للبشرة على ظهورها). في بحث لعام 2022، قاس الباحثون سطوع الجلد على ظهر الضفادع التي تعيش على بُعد مسافات مختلفة من موقع تشيرنوبيل. ويوضح الرسم البياني أدناه نتائج هذه الدراسة.

مسافة البُعد عن محطة تشيرنوبيل النووية ودرجة سطوع جلد الضفدع الشجري الشرقي



12 أيُّ الأدلة الواردة في المعلومات المقدمة يثبت أن الإشعاع الذي تسرّب في البيئة المحيطة بتشيرنوبيل تسبب في حدوث تغير في لون جلد مجموعات الضفادع الشجرية الشرقية؟

(1) تميزت الضفادع التي تعرضت لكميات عالية من الإشعاع بدرجة سطوع أعلى ولون أخضر أفتح.

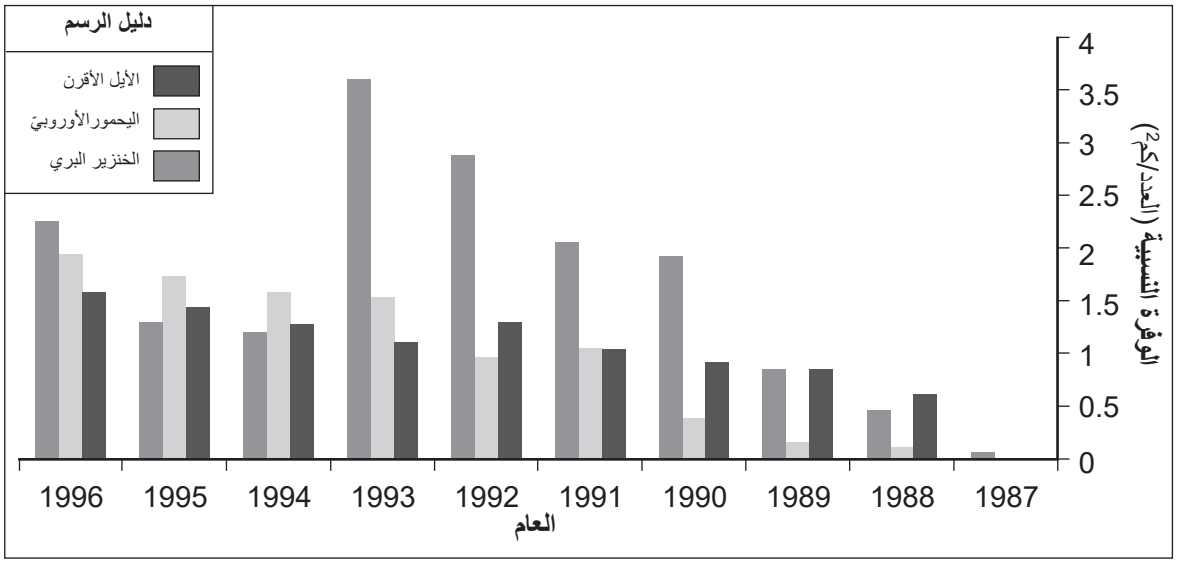
(2) تمتعت الضفادع الأقرب إلى المفاعل النووي بسطوع أقل ومستويات أعلى من الميلانين.

(3) تمتعت الضفادع التي تعرضت لكميات إشعاع أقل بسطوع أعلى في الجلد ومستويات أعلى من الميلانين.

(4) كانت الضفادع الأبعد عن المفاعل النووي هي الأقل سطوعًا والأعلى في دكانة اللون.

بعد تسرب الإشعاع، تمت مراقبة أعداد الحيوانات لكل كيلومتر مربع (العدد/كم^2) بالقرب من موقع تشيرنوبيل على مدار عدة سنوات. وقد أصبحت أعداد هذه الكائنات الآن مشابهة لأعداد سكان الكائنات الموجودة في المحميات الطبيعية التي لم تتأثر بالإشعاع الناتج عن حادث تشيرنوبيل، بل إن بعض هذه المجموعات أكبر عددًا من تلك الموجودة في المناطق غير الملوثة. وأظهرت الدراسات أنه لا توجد علاقة بين مستويات الإشعاع والوفرة النسبية لأعداد الحيوانات التي شملتها الدراسة في تلك المنطقة. ويوضح الرسم البياني أدناه البيانات الخاصة بثلاثة أنواع من الحيوانات خلال السنوات القلائل الأولى التي أعقبت الكارثة.

وفرة أعداد الحيوانات في منطقة كارثة تشيرنوبيل



13 أيُّ من الادعاءات التالية بشأن التفاعلات المعقدة بين أعداد الحيوانات في تشيرنوبيل تؤيدها على النحو الأمثل البيانات التي تم جمعها بعد تسرب الإشعاع؟

(1) كانت الخنازير البرية آخر الحيوانات عودة إلى أعدادها الطبيعية؛ إذ كانت تواجه منافسة مع اليحمور الأوروبيّ على الغذاء.

(2) دائمًا ما كانت الأيائل القرناء تخسر أمام اليحمور الأوروبيّ في المنافسة على الموطن البيئي؛ إذ تعيش جميعًا في نفس المناطق العامة.

(3) تأثرت جميع الأنواع في البداية، ولم يتمكن أي منها من إيجاد سبل للتنافس بنجاح في البيئة الجديدة.

(4) تأثرت جميع الأنواع في البداية، ولكن تمكنت الأنواع الثلاثة من التوصل إلى سبل للحصول على الغذاء والعيش في نفس الموطن البيئي.

14 بعد كارثة تشيرنوبيل مباشرةً، انخفضت أعداد اليحمور الأوروبيّ إلى الصفر تقريبًا. قدّم شرحًا كيف أدى الانتقاء الطبيعي إلى الزيادة الملحوظة في أعداد اليحمور الأوروبيّ بعد كارثة تشيرنوبيل. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 15 وحتى 18 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

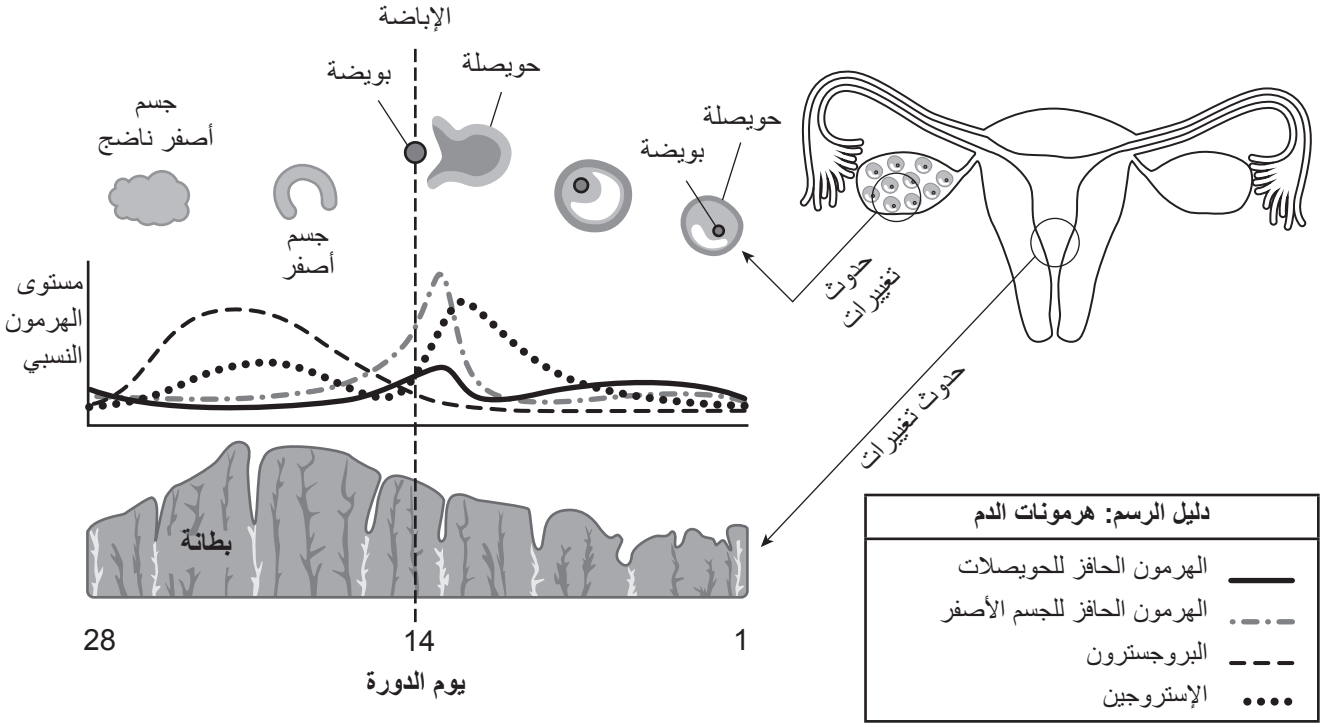
متلازمة المبيض متعدد الكيسات (PCOS)

تتميز خلايا بويضات البشر بدرجة عالية من التخصص لتتمكن من أداء وظائف التكاثر الجنسي. تمر خلايا البويضة بسلسلة من التغيرات التي تُنظمها التفاعلات بين الأعضاء، والغدد، والهرمونات.

وتُعرّف متلازمة المبيض المتعدد الكيسات (PCOS) بأنها اضطراب يصيب ما بين 8 إلى 13% من النساء في سن الإنجاب. تجد العديد من النساء المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات صعوبة أكبر في الحمل مقارنةً بالنساء غير المصابات بهذه المتلازمة.

ويمثل النموذج أدناه الدورة التناسلية للإناث على مدار 28 يومًا.

الدورة التناسلية للإناث

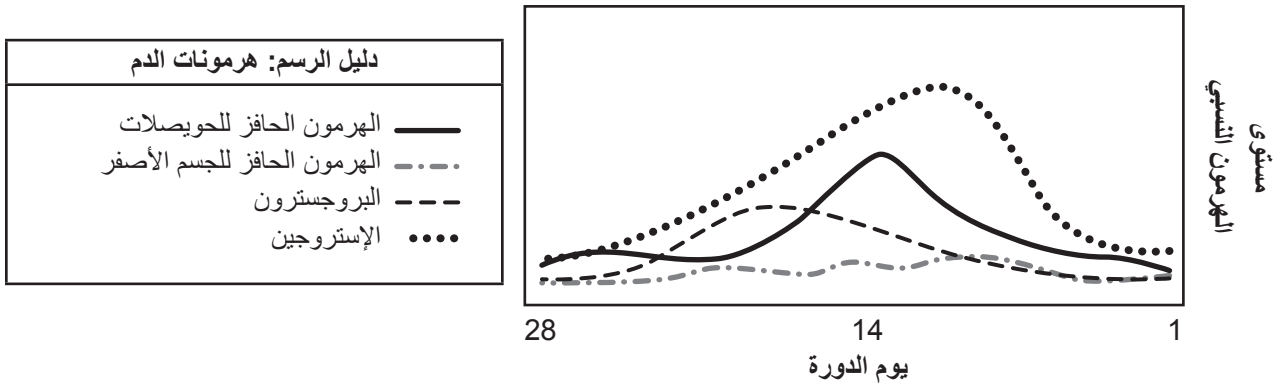


15 استعن بالمعلومات الواردة في النموذج لوصف كيفية تأثير أحد الهرمونات في إحدى بنيات الجهاز التناسلي في الإناث. [1]

أظهرت الأبحاث أن عدد الحويصلات لدى مريضات متلازمة المبيض المتعدد الكيسات ضِعف عددها لدى النساء غير المصابات بهذه المتلازمة، إلا أن معظم هذه الحويصلات غير مكتملة النمو.

يلخص الرسم البياني أدناه بعض البيانات التي جمعها الباحثون أثناء دراسة متلازمة المبيض المتعدد الكيسات.

مستويات الهرمونات لدى النساء المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات



16 أيُّ العبارات التالية تذكر الدليل الذي يدعم الادعاء بأن متلازمة المبيض المتعدد الكيسات تحدث نتيجة إخفاق في آلية التغذية الراجعة المرتبطة بخلية البويضة؟

(1) لا تشهد المريضات المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات ارتفاعًا في إفراز الهرمون الحافز للحويصلات كما هو الحال لدى النساء غير المصابات بهذه المتلازمة، وهو ما يؤدي إلى اضطراب دورتهن الشهرية.

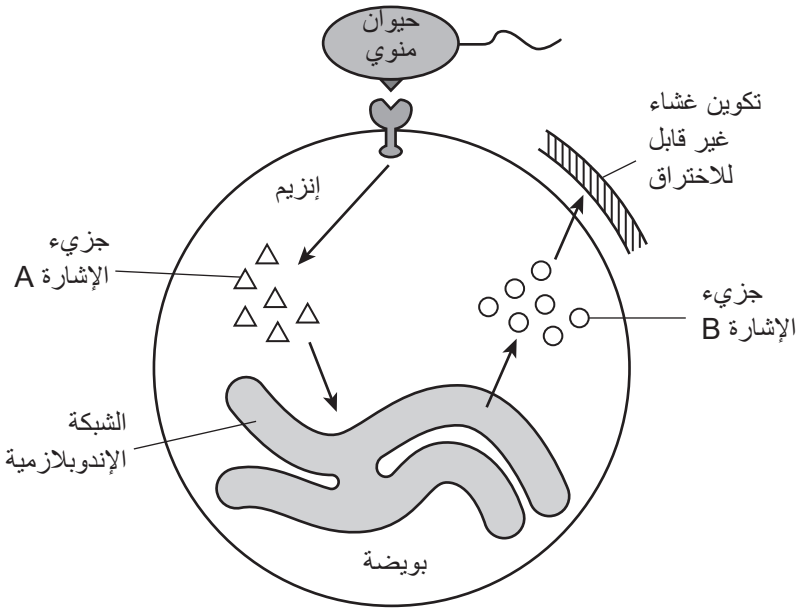
(2) تُعاني المريضات المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات من انخفاض مستوى الهرمون الحافز للجسم الأصفر، ومن ثَمَّ لا تحدث الإباضة.

(3) تظل مستويات البروجسترون والهرمون الحافز للجسم الأصفر مرتفعة لدى النساء المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات بعد اليوم الرابع عشر، وينتج عن ذلك عدم انتظام الدورة الشهرية.

(4) ترتفع مستويات هرمون الإستروجين والهرمون الحافز للحويصلات لدى النساء المصابات بمتلازمة المبيض المتعدد الكيسات، وتَنتِج عن ذلك زيادة في نمو الحويصلات الموجودة.

بمجرد خروج البويضة، تعمل عدة آليات داخلها على ضمان أن يسهم حيوان منوي واحد فقط بالمعلومات الوراثية في البويضة المُلقَّحة. يؤدي ارتباط الحيوان المنوي بالبويضة إلى إطلاق الشبكة الإندوبلازمية (ER)، وهي إحدى العُضيَّات داخل البويضة، إشارات تتسبب في تغيرات داخل البويضة. ويمنع هذا الحيوانات المنوية الأخرى من الارتباط بالبويضة. ويمثل النموذج أدناه إحدى الآليات المقترحة.

التفاعل بين الحيوانات المنوية والبويضة



17 أيُّ العبارات التالية تربط بشكل صحيح بين إحدى البنيات في النموذج والوظيفة التي تؤدي إلى تكوين الغشاء غير القابل للاختراق؟

(1) يحفز الشبكة الإندوبلازمية إنتاج جزيئات إشارة، وهو ما يؤدي إلى سلسلة من التغيرات التي تسمح للحيوان المنوي بالارتباط بالبويضة وتشكيل بويضة مُلقَّحة.

(2) تتفاعل جزيئات الإشارة مع خلية الحيوان المنوي، وهو ما يحفِّز الشبكة الإندوبلازمية على إفراز الإنزيمات اللازمة لتكوين غشاء غير قابل للاختراق حول البويضة يمنع دخول عدة حيوانات منوية إليها.

(3) يرتبط المُستقبِل الموجود في غشاء البويضة بالحيوان المنوي، وهو ما يؤدي إلى سلسلة من التفاعلات التي تحفِّز الشبكة الإندوبلازمية على إطلاق إشارات، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى تكوين غشاء غير قابل للاختراق.

(4) يحتوي غشاء خلية الحيوان المنوي على مُستقبِل يرتبط بالبويضة، وهو ما يؤدي إلى إفراز إنزيمات داخل الحيوان المنوي يمكن استخدامها لمنع الحيوانات المنوية الأخرى من الارتباط بالبويضة.

بالإضافة إلى زيادة صعوبة الحمل، يمكن أن تؤدي متلازمة المبيض المتعدد الكيسات إلى ظهور أعراض غير متعلقة بالجهاز التناسلي. يعكف الباحثون على دراسة الإستراتيجيات التي يمكن استخدامها لعلاج أعراض متلازمة المبيض المتعدد الكيسات. وفيما يلي وصف لاثنتَين من خطط العلاج هذه.

الخطة 1: تناول أدوية لعلاج أعراض محددة.

الخطة 2: ممارسة الرياضة واتباع نظام غذائي أفضل لتخفيف حدة الأعراض.

18 حدِّد أيًا من خطتي العلاج المذكورة ***ستخفف*** بفاعلية أكبر أعراض متلازمة المبيض المتعدد الكيسات. ويمكنك مراعاة **اثنين** من المعوقات التالية: التكلفة، أو الأمان، أو الموثوقية. أكمل الجدول لتسجيل إجابتك. [1]

رقم الخطة: _____

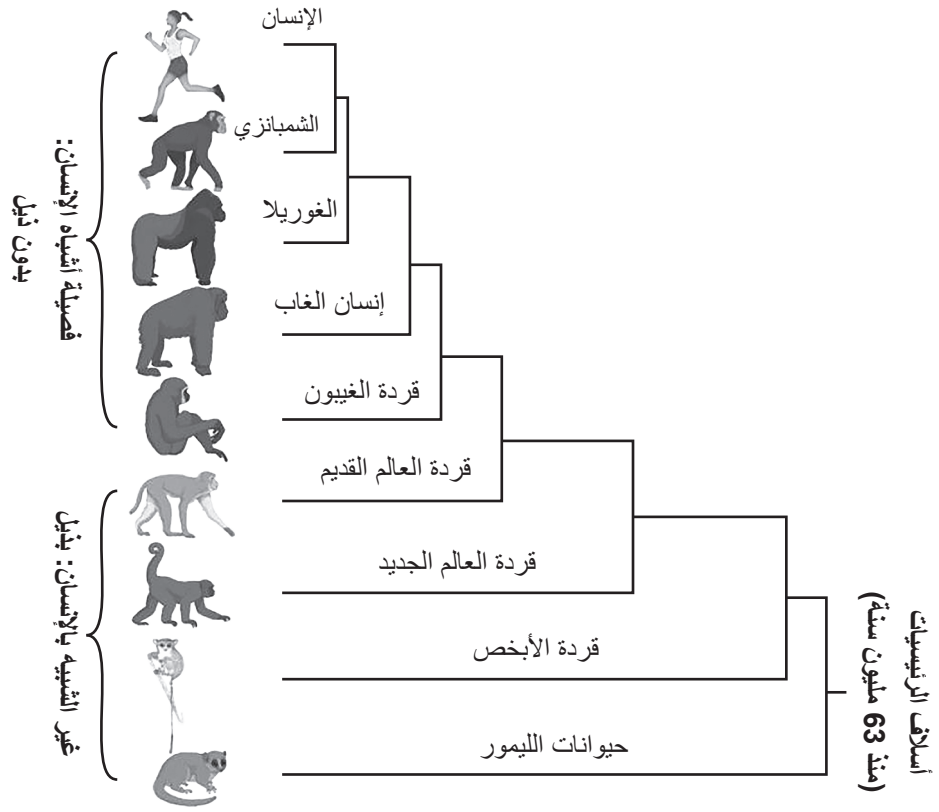
المعوّق	المفاضلة	السبب
	الإيجابيات	
	السلبيات	

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 19 وحتى 22 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

البشر عديمو الذيل

يتشارك البشر مع الرئيسيات الأخرى في نسبة كبيرة من الحمض النووي. انفصلت مجموعة تُعرف باسم "فصيلة أشباه الإنسان" عن الرئيسيات الشبيهة بالقرود منذ 15 إلى 20 مليون سنة، وتطورت من دون ذيول، كما يوضح النموذج أدناه.

شجرة تطور الرئيسيات



تمكّن العلماء من تحديد جين، يُسمى *TBXT*، يؤدي دورًا في نمو الذيل. يشفّر جين *TBXT* أحد عوامل النسخ (وهو أحد أنواع البروتينات) المسؤول عن تنشيط العديد من الجينات، بما في ذلك تلك المشاركة في تكوين الذيل، خلال المراحل المبكرة من نمو الجنين لدى العديد من الحيوانات.

19 أيُّ العبارات التالية تقدم دليلاً تجريبيًا يمكن استخدامه لتحديد ترتيب الشمبانزي والإنسان في الرسم التخطيطي لشجرة التطور؟

(1) تشير سجلات الحفريات إلى أن الشمبانزي والبشر تطوروا منذ 63 مليون سنة من مجموعة من الرئيسيات المنقرضة التي كانت تمتلك ذيولاً.

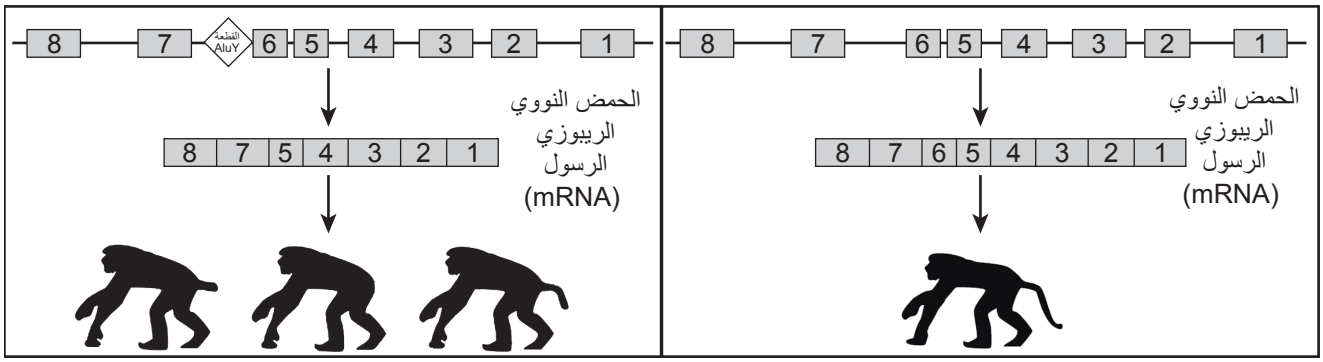
(2) يزيد عدد قواعد الحمض النووي التي يشترك فيها الشمبانزي مع الإنسان عن أي نوع آخر من الرئيسيات، كما أن لديهما السلف المشترك الأحدث.

(3) يفتقر كل من الشمبانزي والإنسان إلى الذيل، كما أنهما غير قادرين على إنتاج أي عوامل نسخ أثناء نمو الجنين.

(4) يعتبر الشمبانزي والإنسان هما الأكثر تشابهًا من الناحية الجسدية، وكلاهما يتكيَّف مع نفس الموطن البيئي.

تم مؤخرًا تحديد أن سبب عدم وجود ذيل لدى الحيوانات الثديية هو تسلسل من القواعد يُسمى AluY، والذي يُدخِل نفسه في منطقة غير مشفرة من الجين *TBXT*. عندما يتم نسخ الجين *TBXT*، ترتبط المناطق المشفرة (الممثَّلة بالمربعات المرقمة في الرسم التخطيطي أدناه) معًا، بينما تُزال المناطق غير المشفرة (الممثَّلة بالخطوط المتصلة)، كما هو موضح أدناه. ومع ذلك، عند إدخال قطعة AluY، تُزال المنطقة المشفرة 6 ولا يُعبَّر عنها. ومن ثمّ، تكون ذيول الحيوانات الناتجة قصيرة أو لا تظهر على الإطلاق.

جين *TBXT* **جين *TBXT* المعدّل بإدخال القطعة AluY**



20 أيُّ العبارات التالية تتضمن الدليل الذي يدعم على النحو الأمثل التفسير القائل إن بنية جين *TBXT* هو التي تحدد بنية البروتين الذي يؤدي وظيفته خلال المراحل المبكرة من نمو الذيل؟

(1) في حالة التعبير الجيني للمنطقة المشفرة رقم 6 من جين *TBXT*، فإن الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) يحتوي على الشفرة اللازمة لإنتاج البروتين المسؤول عن سمة عدم وجود الذيل في أجنة الحيوانات.

(2) يُنسخ جين *TBXT* أثناء نمو الجنين لدى كل من الحيوانات ذات الذيل والحيوانات عديمة الذيل.

(3) لن تُنتِج أجنة الحيوانات ذيلاً كاملاً إلا مع التعبير الجيني للمنطقة المشفرة رقم 6 من الجين *TBXT*.

(4) ستحل منطقة مشفرة أخرى في الجين *TBXT* محل المنطقة المشفرة رقم 6 في حالة عدم نسخها؛ وذلك لأن دورها أساسي في نمو الذيل لدى أجنة الحيوانات.

21 أيُّ سؤال من هذه الأسئلة متعلق بالجين *TBXT* الذي ينبغي للباحثين دراسته لمساعدتهم في تحديد التغيُّر الوراثي الذي انتقل من الآباء إلى نسلهم، والذي تسبَّب في ظهور سمة عدم وجود الذيل لدى فصيلة أشباه الإنسان؟

(1) لماذا يحتوي البشر والشمبانزي على تغييرات مختلفة في الجين *TBXT* تؤدي إلى ظهور سمة عدم وجود الذيل لدى كلا النوعين؟

(2) كيف يمكن لمقارنة تسلسل نمو الجنين لفصيلة أشباه الإنسان التي تحمل الجين *TBXT* وتلك التي لا تحمله أن تحدِّد السبب وراء عدم وجود ذيول لدى الأنواع غير الشبيهة بالإنسان؟

(3) ما أوجه المقارنة بين تسلسل قواعد الحمض النووي في الجين *TBXT* في فصيلة أشباه الإنسان وتسلسلها في الجين *TBXT* في الرئيسيات الأخرى؟

(4) أيُّ الجينات الأخرى، بخلاف الجين *TBXT*، التي يمكن تغييرها دون أن تؤدي إلى ظهور سمة عدم وجود الذيل لدى الرئيسيات؟

طوّر الباحثون نموذجًا لإدخال القطعة AluY في الفئران. استخدموا أساليب هندسة الجينات لإزالة المنطقة 6 من الجين *TBXT* من إحدى نسخ الجين في الفئران ($TBXT^{-6}$). أما النسخة الأخرى فقد بقيت سليمة ($TBXT^{+}$).

تم تهجين هذه الفئران الهجينة لإنتاج نسل. وفيما يلي توضيح للنتائج.

نتائج التهجين بين الآباء الجنيسة للجينات *TBXT*$^{-6}$ / *TBXT*$^{+}$ x *TBXT*$^{-6}$ / *TBXT*$^{+}$

النمط الجيني (التركيب الجيني) للنسل	عدد النسل الذي بَقِيَ على قيد الحياة	النمط الظاهري (المظهر الجسدي للنسل)
TBXT^{-6} / *TBXT*$^{-6}$	0	غير متاح
TBXT^{-6} / *TBXT*$^{+}$	63	بدون ذيل أو بذيل قصير
TBXT^{+} / *TBXT*$^{+}$	35	ذيل طويل

22 تم تقديم ادعاء أن التغيرات الناتجة عن هندسة الجينات يرثها نسل الفئران. قدِّم دليلاً من البيانات لتأييد هذا الادعاء. [1]

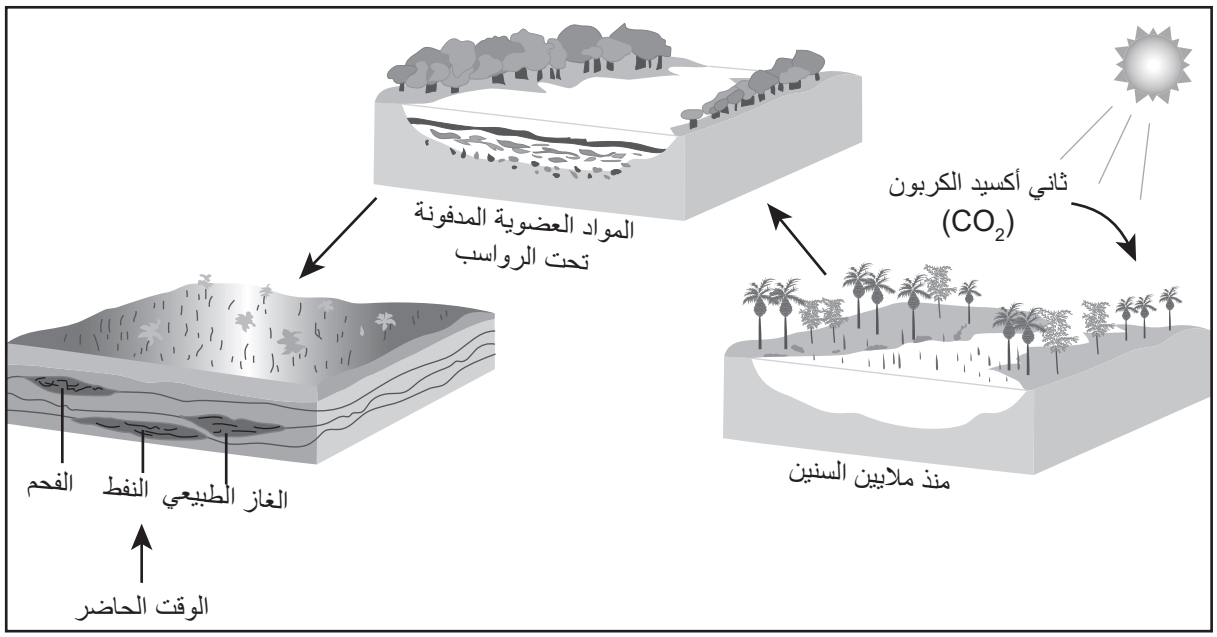
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 23 وحتى 27 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

الوقود الأحفوري: خفيّ عن الأنظار، لكنه ليس بعيدًا عن الأذهان

اتسم العصر الفحمي، الذي امتد منذ 359 إلى 299 مليون سنة، بزيادة سريعة في الكتلة الحيوية النباتية. غطت الغابات الكثيفة للغاية مساحات شاسعة من المناطق الاستوائية على الأرض. ومرت المادة المخزنة في الكتلة الحيوية لهذه الغابات بعمليات متنوعة. ولا تزال العمليات الكيميائية التي تحدث في الوقت الحاضر هي العمليات الكيميائية نفسها التي تمت على الأرض منذ الأزل.

يوضح الرسم التخطيطي أدناه بعض التفاعلات بين عناصر أغلفة الأرض.

تكوّن الوقود الأحفوري



23 استنادًا إلى النموذج، أيُّ التفسيرات يصف على النحو الأمثل دور إحدى العمليات المتضمنة في دورة الكربون التي أدت إلى تكوّن الوقود الأحفوري؟

(1) يخزن البناء الضوئي الطاقة الشمسية في جذور النباتات في الغلاف الجوي، والتي تعود في نهاية المطاف إلى البيئة عند تكوّن الوقود الأحفوري في الغلاف الحيوي.

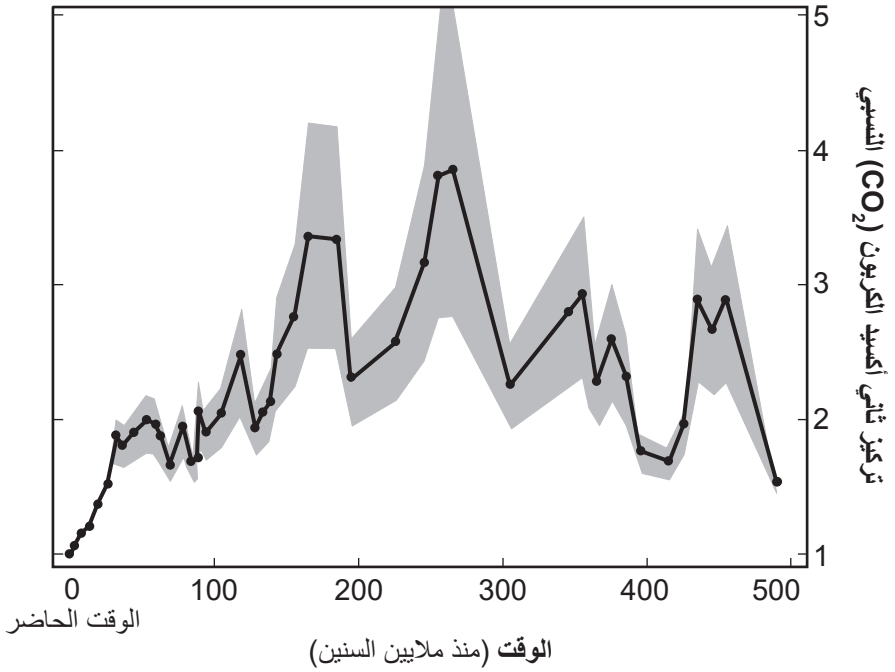
(2) يتكوّن الوقود الأحفوري عندما ينتقل الكربون من الغلاف الحيوي إلى الغلاف الأرضي بعد أن تعمل الميكروبات على تحلل النباتات جزئيًا.

(3) يُعاد ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه النباتات من الغلاف الجوي إلى الغلاف الأرضي خلال عملية التنفس الخلوي لتكوّن الوقود الأحفوري.

(4) يتحوّل الماء الذي تم امتصاصه من الغلاف الجوي، عن طريق عملية التنفس الخلوي، إلى مادة تحتوي على الكربون في الغلاف الأرضي، التي تُحوَّل بدورها إلى وقود أحفوري.

شهدت الظروف البيئية تغيرات عديدة على مدار تاريخ الأرض، بما في ذلك خلال العصر الفحمي.
يوضح الرسم البياني أدناه أحد هذه التغيرات.

مستويات ثاني أكسيد الكربون عبر الزمن



24 استعن بالدلائل المقدمة لشرح سبب اختلاف القدرة الاستيعابية للنباتات في العصر الفحمي اختلافًا كبيرًا عما هي عليه في الوقت الحالي. [1]

25 أيُّ العبارات التالية تدعم الرأي القائل إن التطوّر المشترك لآليات التغذية الراجعة بين الكائنات الحية ونُظُم الأرض قد حدث في أثناء العصر الفحمي؟

(1) مع موت النباتات وتحللها، وفرت كميات أكبر من الوقود الأحفوري، وهو ما سمح بنمو المزيد من النباتات.

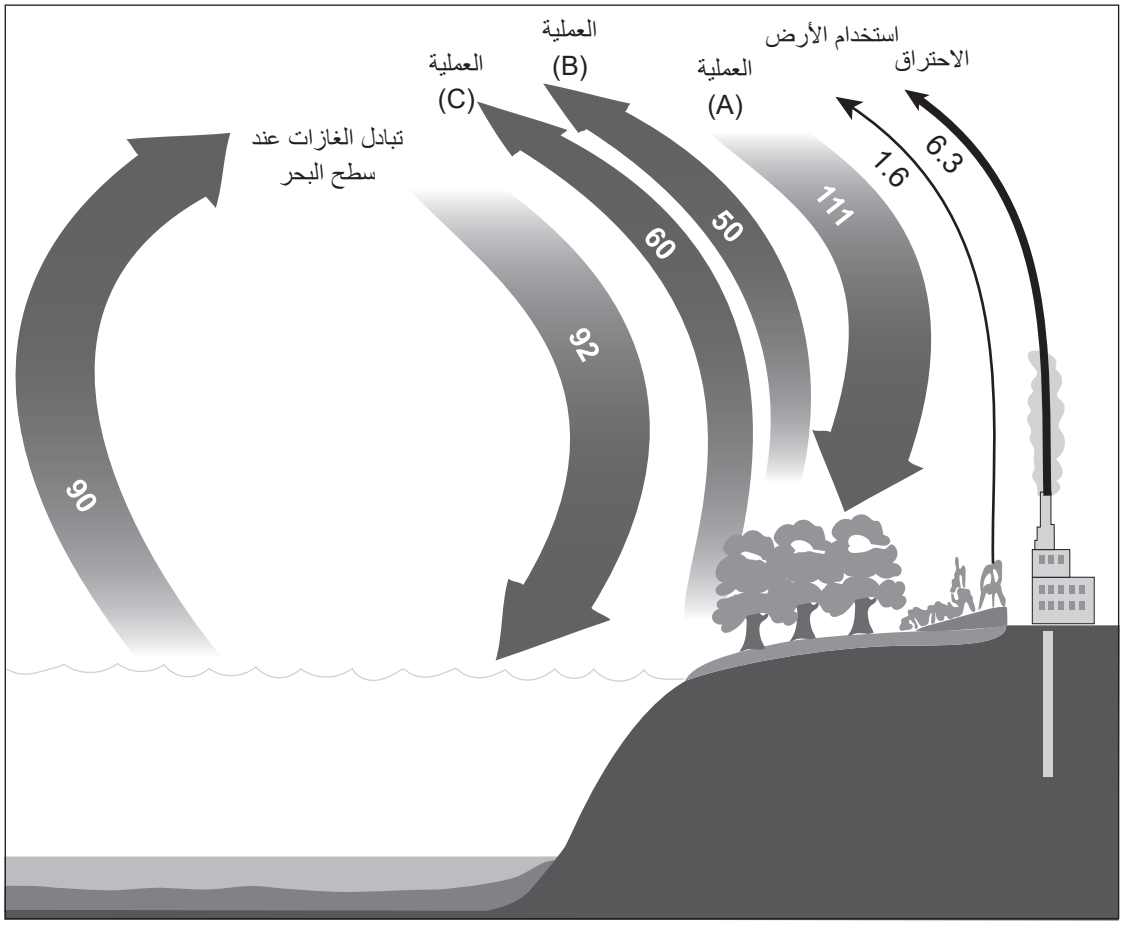
(2) أدى ازدياد الحياة النباتية إلى إنتاج المزيد من الماء عن طريق البناء الضوئي، وهو ما أتاح نمو الحيوانات البرية

(3) مع انخفاض كمية الكربون التي تمتصها النباتات، بدأت الحيوانات في النمو بسبب انخفاض المنافسة على الكربون الموجود في الغلاف الجوي.

(4) كانت النباتات تُطلق كميات أكبر من الغازات من خلال عملية البناء الضوئي، وهو ما أتاح نمو أشكال أكثر تعقيدًا من الحياة الحيوانية.

تحدث دورة الكربون في البيئة من خلال عدة عمليات مختلفة. يوضح النموذج أدناه بعض المعلومات حول دورة الكربون.

دورة الكربون بالمليارات من الأطنان سنويًا



26 استعن بالبيانات الكمية المستمدة من النموذج أعلاه لوصف كيف تغيرت دورة الكربون بين الغلاف الجوي وغلاف الأرض المائي نتيجةً للنشاطات البشرية. [1]

تشكل التغيرات في دورة الكربون الناجمة عن استخدام الإنسان للوقود الأحفوري تحديًا عالميًا كبيرًا. واستجابةً لذلك، شجعت ولاية نيويورك على زيادة مبيعات أو تأجير سيارات الركاب الكهربائية في المستقبل.

27 أيُّ العبارات التالية تصف على النحو الأمثل أحد المعايير *أو* المعوقات التي تراعي الاحتياجات المجتمعية التي يجب أخذها في الاعتبار عند وضع حلول لمشكلة الإفراط في استخدام الوقود الأحفوري؟

(1) يجب أن تستوفي الحلول معايير خفض كمية الكربون التي تدخل الغلاف الجوي من أجل تلبية الحاجة إلى تحسين جودة الهواء.

(2) يجب أن يستوفي حجم جميع سيارات الركاب الكهربائية معايير استيعاب ستة أشخاص بالغين، فضلاً عن تحديد كمية انبعاثات الكربون التي تطلقها السيارة في الغلاف الجوي للأرض.

(3) يجب أن تكون تكلفة المركبات الكهربائية أعلى من تلك التي تعمل بالوقود الأحفوري لتشجيع الناس على استخدام وسائل النقل العام.

(4) يجب أن تتشابه الخيارات المتاحة من حيث طرازات السيارات وألوانها مع تلك المتوفرة حاليًّا؛ وذلك للحفاظ على حرية اختيار المستهلك عند شراء مركبة كهربائية.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 28 وحتى 32 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

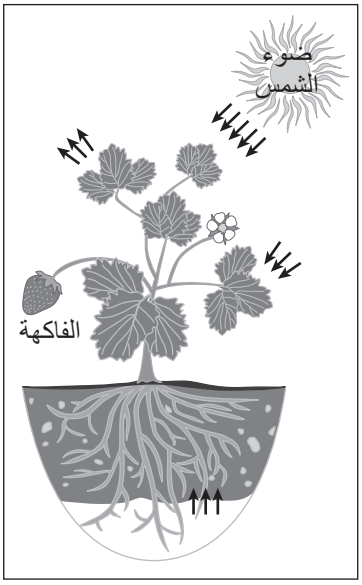
النحل النشيط

يضطلع نحل العسل بدور أساسي في توفير خدمات النظام البيئي للإنسان. تسهم نحلات العسل وحدها في تلقيح 80% من جميع النباتات المزهرة، بما في ذلك أكثر من 130 نوعًا من الفواكه والخضراوات. وتتسبب السلوكيات الجماعية التي تتبعها نحلات العسل في فعاليتها في عملية التلقيح. تتميز هذه النحلات بقدرتها الفائقة على الدفاع عن خلية النحل وضمان توفير العسل لجميع أفراد الخلية.

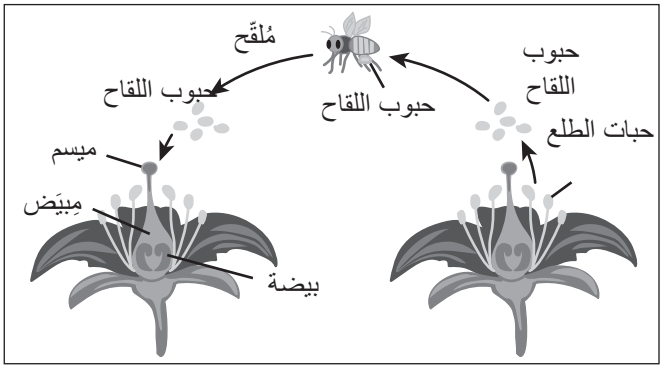
وتتميز نحلات العسل بأنها حشرات اجتماعية تعيش في مستعمرات تتكوّن من ملكة وآلاف من النحلات العاملات وذكور النحل. في فصلَي الربيع والصيف، تقوم النحلات العاملات الصغيرات بجمع حبوب اللقاح والرحيق والدفاع عن المستعمرة. تتمكّن نحلات العسل من البقاء على قيد الحياة خلال فصل الشتاء باستخدام الرحيق وحبوب اللقاح لإنتاج العسل.

وتَرِد أدناه عمليتان موضحتان تتمان باستمرار في البيئات التي توجد فيها خلايا النحل.

العملية (A)



العملية (B)



28 أيُّ التفسيرات التالية يدعم على النحو الأمثل الادعاء القائل إن نحل العسل يضطلع بدور في تدفق الطاقة داخل النظام البيئي؟

(1) تستخدم النباتات العملية A لتحويل ضوء الشمس إلى طاقة مخزنة داخل الأوراق التي تُستخدم كمصدر غذاء لنحل العسل.

(2) تستخدم نحلات العسل العملية B لنقل حبوب اللقاح، وهو ما يتيح للنبات إنتاج ثمار تُستخدم كمصدر غذاء لكائنات حية أخرى.

(3) تستخدم النباتات العملية B لتحويل حبوب اللقاح إلى ثمار داخل الأزهار التي تُستخدم كمصدر للغذاء لنحل العسل

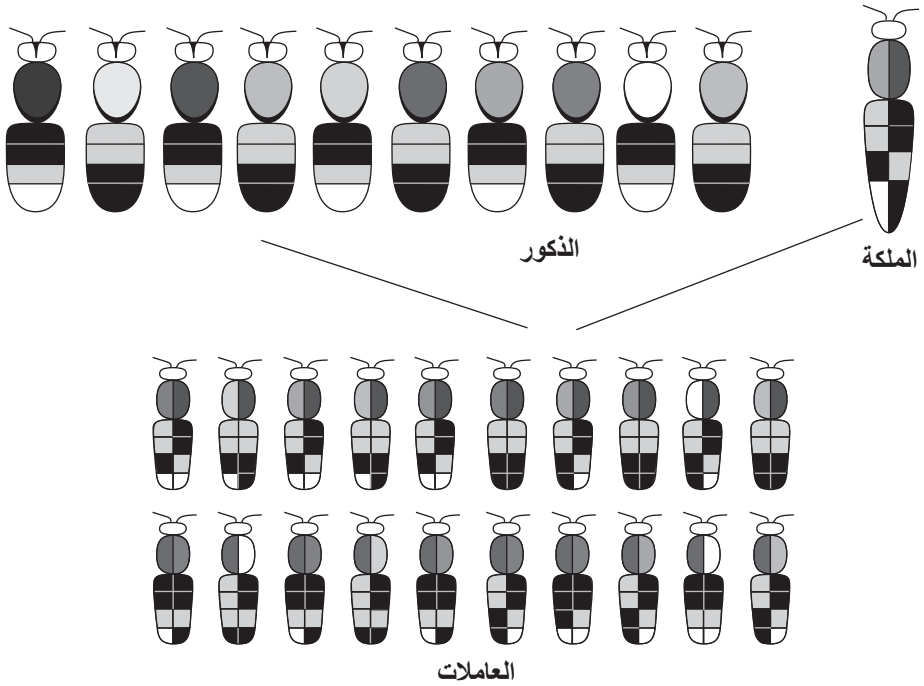
(4) تستخدم نحلات العسل العملية A لتحويل ضوء الشمس إلى طاقة مخزنة تُستخدم كمصدر غذاء للكائنات الحية الأخرى.

تتألف مستعمرات نحل العسل من أفراد يؤدون أدوارًا مختلفة داخل الخلية، كما هو موضح في الجدول أدناه. يوضح الرسم التخطيطي أدناه النتائج المحتملة للتزاوج داخل الخلية.

دور الأنواع المختلفة من نحل العسل

النوع	الدور داخل الخلية
الملكة	• تضع ما يصل إلى 2000 بيضة يوميًا • تتحكم في سلوك أفراد الخلية ونظامها الاجتماعي
الذكور	• تتزاوج ذكور النحل في الخلية مع الملكة
العاملات	• إنتاج الشمع لبناء الخلية • إنتاج الغذاء (العسل) • تغادر الخلية بحثًا عن الطعام (جمع الرحيق والماء للمستعمرة) • تُفرز الفيرومونات (الهرمونات) لتنبيه الخلية • تدافع عن الخلية من التهديدات باستخدام إبرتها، ثم تموت بعد ذلك

نتائج تزاوج الملكة



هذه بعض الأمثلة القليلة من بين
آلاف الاتحادات الجينية الممكنة.

29 قدّم شرحًا، مستندًا إلى الدلائل، لكيفية مساهمة التكاثر في عملية التطوّر لدى نحل العسل. [1]

30 أيُّ العبارات التالية تحدد الدليل الذي يدعم على النحو الأمثل دور النحل في استخدام السلوك الجماعي لزيادة فرص بقاء خلية النحل على قيد الحياة؟

(1) تُفرِز العاملات الفيرومونات لتنبيه العاملات الأخريات، وهو ما يساعد المستعمرة على الدفاع عن نفسها ضد الدخلاء.

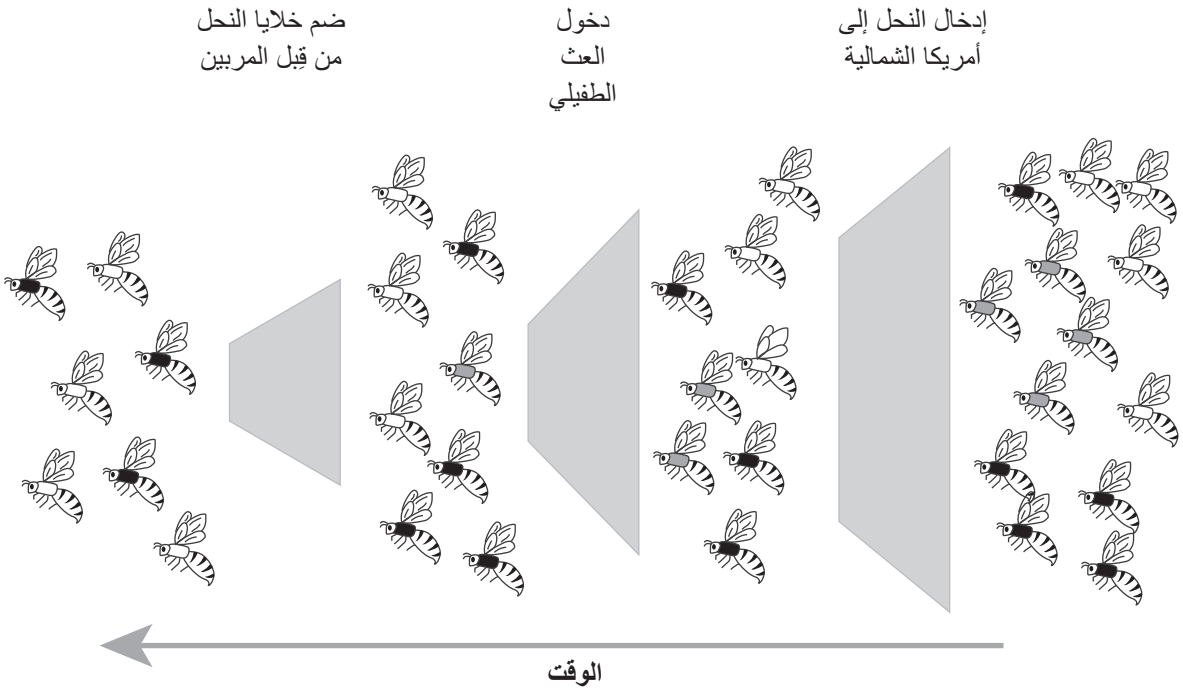
(2) تعتمد نحلات العسل على غرائزها من أجل بقائها على قيد الحياة، حيث تبحث كل نحلة عن الطعام وتجمع حبوب اللقاح وتدافع عن نفسها.

(3) تسهم الذكور في الدفاع عن الخلية إلى أن تتزاوج مع الملكة وتصبح عديمة الفائدة، وعندها يتم طردها.

(4) تتولى نحلات العسل أدوارًا مختلفة مع تقدمها في العمر، وهو ما يتيح لكل نحلة أن تقوم بجميع المهام الضرورية بنفسها.

منذ إدخال نحل العسل إلى أمريكا الشمالية، أثرت العديد من الأحداث في أعدادها. ويوضح النموذج أدناه تأثير بعض هذه الأحداث. ويمثل تظليل النحل في النموذج التغيُّرات في أعداد النحل.

العوامل التي أثرت في تنوُّع النحل



31 أيُّ من الادعاءات التالية تدعمها الأدلة التي تشير إلى أن التغير في بيئة نحل العسل قد يؤدي إلى انقراضه؟

(1) مع توطين نحل العسل إلى أمريكا الشمالية وتعرضه لمجموعة متنوعة من التغييرات البيئية، ازدادت أعداده وتنوُّعه الجيني.

(2) عندما أُدخل العث الطفيلي إلى مستعمرات نحل العسل، زاد حجم أعدادها وانخفض التنوع الجيني.

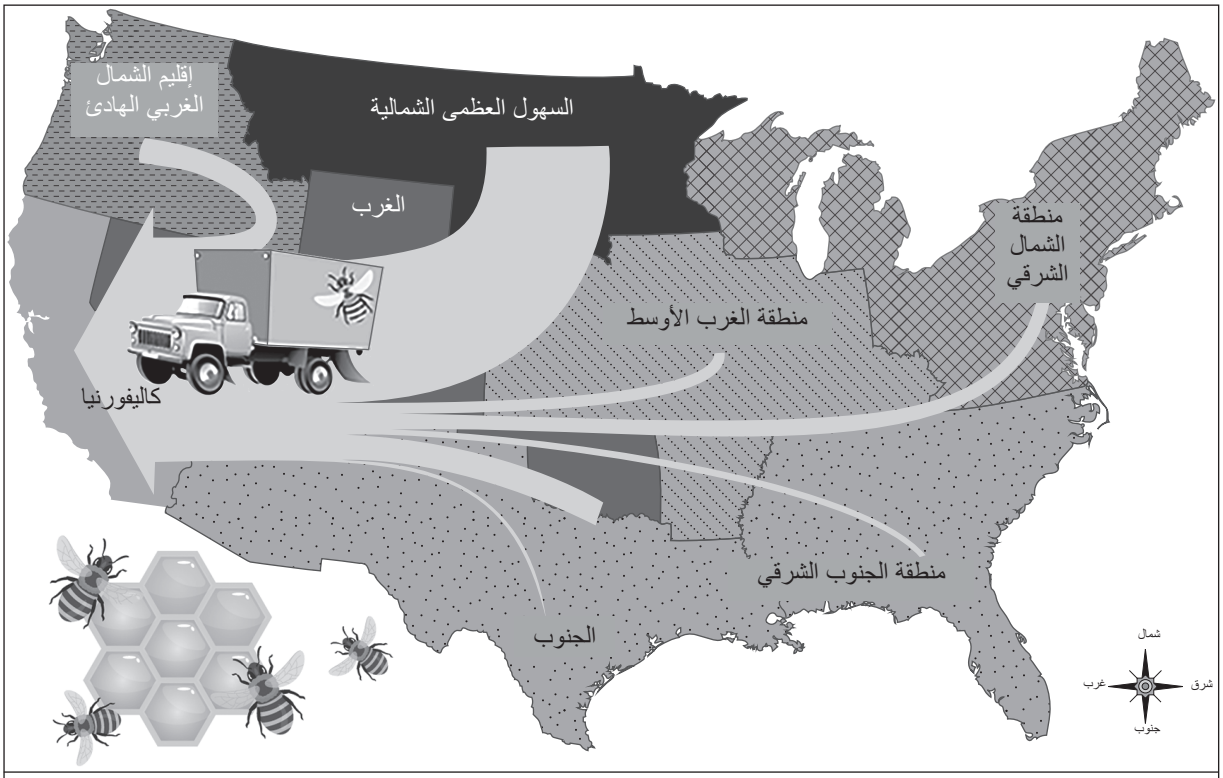
(3) عندما يدمج مربو النحل المستعمرات معًا، لا يحدث أي تأثير في حجم خلايا النحل ولا في تنوُّعها.

(4) مع مرور الزمن، شهد نحل العسل العديد من التغيرات، وهو ما أدى إلى انخفاض تنوُّعه الجيني وحجم أعداده.

قد لا يوجد النحل في المناطق التي يُحتاج إليها لتلقيح النباتات. ولولا النحل، لكانت الإمدادات الغذائية المتاحة للبشر محدودة للغاية. ومن ثمّ، ينقل مربو النحل خلايا النحل الخاصة بهم بأمان لمسافات طويلة في شاحنات لتقديم خدمات تلقيح النباتات.

وتقدم الخريطة والجدول بعض المعلومات حول نقل مستعمرات النحل.

تحرّكات مستعمرات النحل إلى كاليفورنيا، من 1 يوليو/تموز 2017 إلى 1 يناير/كانون الثاني 2018



عدد المستعمرات					
384,600	65,600	62,900	38,500	29,900	لم يُكشف عنه

ملحوظة: يتناسب عرض الأسهم مع عدد المستعمرات التي تم نقلها.

مزايا وعيوب نقل مستعمرات النحل

المزايا	العيوب
• الوصول المستمر إلى مواقع غنية بالرحيق • من المتوقع أن يتجاوز حجم سوق عسل النحل العالمي مليار دولار بحلول عام 2028 • يمكن رص صناديق خلايا النحل التي تحتوي على خلايا النحل بسهولة وبشكل منظم في الشاحنات • توفر تلقيحًا للعديد من المحاصيل، مثل أشجار اللوز • الرعي على نباتات مختلفة لإنتاج العسل • يمكن لمربي النحل نقل خلايا النحل إلى مناطق تتمتع بدرجة حرارة ورطوبة مثاليتَين، بالإضافة إلى ظروف بيئية أخرى • زيادة محصول العسل (الإنتاج)	• يخل بالإيقاع الطبيعي للمستعمرة • زيادة فرصة الإصابة بالأمراض نتيجة دمج المستعمرات • تزايد التنافس مع خلايا النحل المحلية • زيادة تعرُّض المستعمرات للمبيدات الحشرية • تسبب الحرارة الشديدة، والضوضاء، والرياح، وسوء التهوية، ونقص الماء للمستعمرة توترًا في أثناء السفر • يحتاج النحل إلى غذاء وفحوصات صحية إضافية في أثناء السفر • قد لا يكون مظهر الشاحنات المزودة بشبكات وبلاستيك مشمع جذابًا من الناحية البصرية

32 يرجى تقييم ما إذا كان نقل خلايا النحل حلاً فعالاً لتلقيح المحاصيل المخصصة للاستهلاك البشري، وذلك بوضع علامة (✓) *إما* في خانة فعال *أو* غير فعال أدناه. استند في تقييمك إلى كل معيار من المعايير المحددة، مع مراعاة المفاضلة بين التكاليف، والأمان، والتأثير البيئي. [1]

☐ فعال ☐ غير فعال

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 33 وحتى 37 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

بُستاني الغابة

يُعرَّف السِّناد بأنه أحد أنواع الحيوانات الثديية التي تعيش في الغابات الاستوائية. وهناك نوع واحد، وهو السِّناد البيردي، يعيش في غابات كوستاريكا في أمريكا الوسطى. ويعيش هذا الحيوان منذ ما لا يقل عن 50 مليون سنة، ويعتبر قريبًا جدًا من الخيول ووحيد القرن.

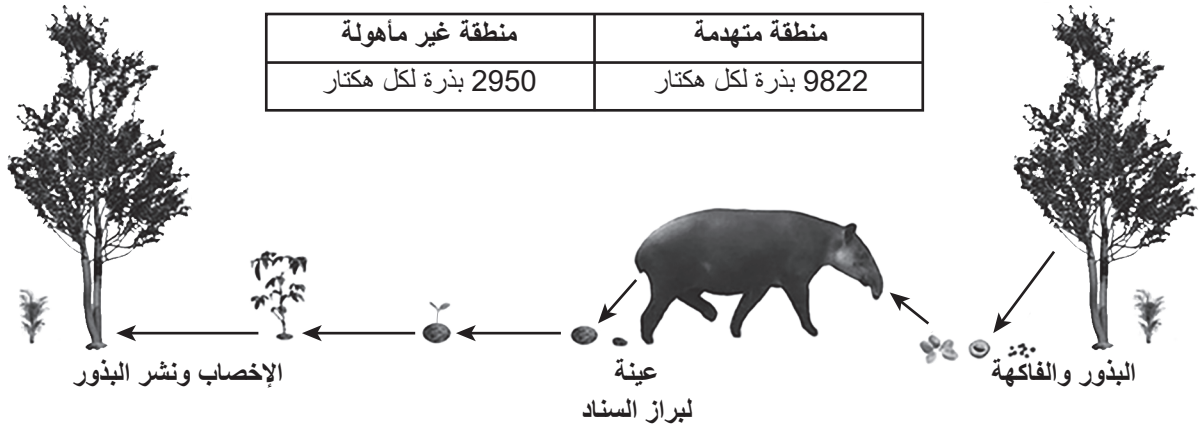
تتغذى حيوانات السناد على مجموعة كبيرة من النباتات والفاكهة المختلفة. وتضطلع بدور حيوي في نظامها البيئي بصفتها "بستاني الغابة"، حيث تساهم في تجدد الغابات ودورة العناصر الغذائية. تتغذى حيوانات السناد على ثمار الأشجار، وتُسهم في خروج البذور من الثمار مع برازها. ويؤدي هذا إلى انتشار البذور في جميع أنحاء الغابة، كما هو موضح في الرسم التخطيطي أدناه.

لقد توصلت إحدى الدراسات إلى أن دور السناد في تجديد الغابات يصبح أكثر أهميةً عندما يتهدم جزء من الغابة (يتأثر سلبًا).

تتناقص أعداد السناد في أمريكا الوسطى بسبب انخفاض معدل تكاثرها، والدمار الذي لحق بمواطنها البيئية، والصيد الجائر (الصيد غير القانوني). وتُصنف الآن على أنها من الأنواع المهددة بالانقراض.

انتشار البذور عن طريق السناد

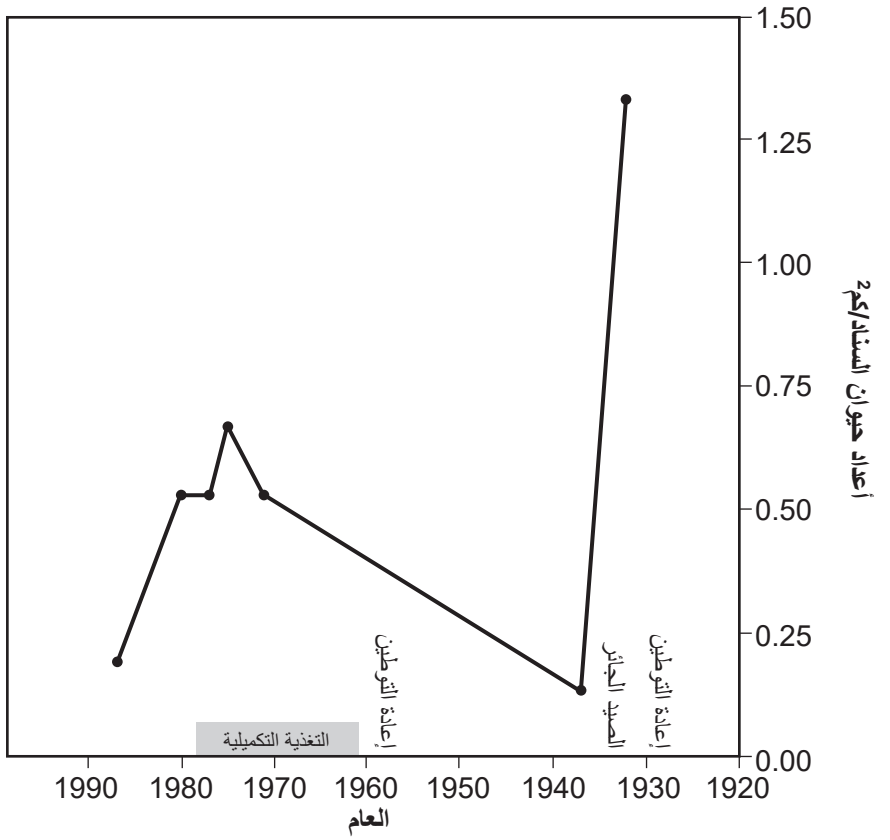
منطقة متهدمة	منطقة غير مأهولة
9822 بذرة لكل هكتار	2950 بذرة لكل هكتار



يزعم العلماء أنه من الأهمية البالغة الحفاظ على حيوان السناد البيردي نظرًا إلى أنه يساهم في التنوع البيولوجي في نظام الغابات المطيرة البيئي. وفي عام 1929، أُعيد توطين عدد من حيوانات السناد في إحدى جزر أمريكا الوسطى في محاولة لإعادة توطين مجموعات منه هناك. وتم جمع البيانات على مدار الستين عامًا التالية لرصد الاتجاهات في أعداد حيوان السناد البيردي في الجزيرة.

ويوضح الرسم البياني أدناه بعض المعلومات عن أعداد حيوان السناد البيردي والنشاطات البشرية ذات الصلة.

اتجاهات أعداد حيوان السناد البيردي في أمريكا الوسطى



33 قدّم شرحًا يستند إلى الدلائل يوضح لماذا قد تتغير دورة الكربون في الغابة، وهو ما يؤدي إلى ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون نتيجة ***انخفاض*** أعداد حيوانات السناد. [1]

34 أيُّ العبارات يمكن استخدامها لتقييم الحلول التي استخدمها العلماء للحد من تأثير البشر في أعداد هذه المجموعة من حيوانات السناد البيردي؟

(1) لم تنجح عملية إعادة توطين حيوان السناد لأن أعداده قد تراجعت في غضون 10 سنوات بعد كل عملية إعادة توطين.

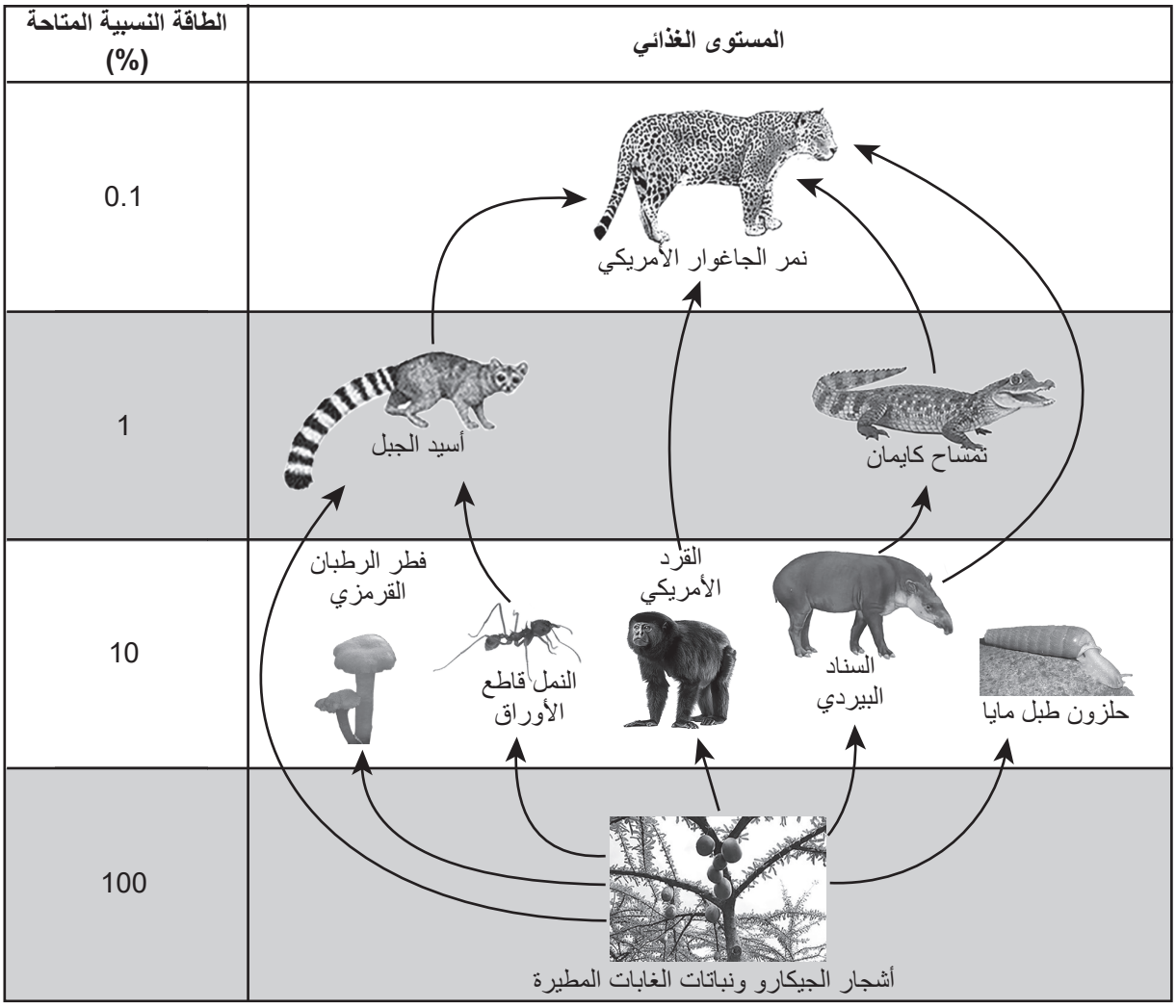
(2) نجحت عملية إعادة توطين حيوان السناد لأن أعداد مجموعاته قد زادت ثم ظلت مستقرة بعد إعادة توطينها.

(3) لم تنجح التغذية التكميلية في زيادة أعداد مجموعات السناد، حيث انخفضت أعداده حتى مع توفير غذاء إضافي.

(4) نجحت التغذية التكميلية، فما إن تم توفير الغذاء حتى ظلت أعداد الحيوانات مستقرة طوال الفترة المتبقية من الدراسة.

يوضح النموذج أدناه التفاعلات بين حيوان السناد والكائنات الحية الأخرى في نظام الغابات المطيرة البيئي.

تحويل الطاقة في نظام الغابات المطيرة البيئي



35 أيُّ العبارات التالية تحدد ادعاءً يفسر سبب وجود أعداد أكبر من السناد البيردي مقارنة بنمر الجاغوار الأمريكي في نظام الغابات المطيرة البيئي هذا؟

(1) تتغذى نمور الجاغوار الأمريكي على تمساح الكايمان أكثر من السناد البيردي لأن تمساح الكايمان يحتوي على طاقة متاحة أكثر من السناد البيردي.

(2) تقع نمور الجاغوار الأمريكي في مستوى غذائي أعلى من السناد البيردي؛ ولذلك تتوفر لها نسبة أكبر من الطاقة لدعم أعدادها.

(3) تتوفر لحيوانات السناد البيردي مصادر طاقة أقل في مستواها الغذائي عن تلك المتاحة لنمور الجاغوار الأمريكي في مستواها الغذائي.

(4) تنتمي حيوانات السناد البيردي إلى مستوى غذائي أدنى من المستوى الغذائي لنمور الجاغوار الأمريكي، لذا فإن لديها طاقة متاحة أكبر يمكن استخدامها لدعم أعداد أكبر من مجموعاتها.

36 ظهر ادعاء بأن التفاعلات المعقدة اللازمة للحفاظ على استقرار النظام البيئي ستتغير إذا استمر الاتجاه العام المُلاحظ في أعداد السناد بين عامَي 1930 و1990. اذكر تقييمك للادعاء واستخدم دلائل مستمدة من نموذج *تحويل الطاقة في نظام الغابات المطيرة البيئي* والرسم البياني لدعم تقييمك. [1]

التقييم: _____

الدعم بالدليل: _____

_____

_____

37 أيُّ العبارات التالية تحدد بشكل صحيح تفسيرًا لتدفق الطاقة في نظام الغابة البيئي هذا؟

(1) يستخدم حيوان السناد عملية البناء الضوئي لتحويل الطاقة عبر النظام البيئي.

(2) تستخلص أشجار الجيكارو الطاقة خلال عملية البناء الضوئي، ثم تنقلها إلى جميع أجزاء النظام البيئي.

(3) يحوّل نمر الجاغوار الأمريكي الطاقة خلال عملية التنفس الخلوي، ثم تنتقل هذه الطاقة بين أجزاء النظام البيئي بأكمله.

(4) يستخلص الفطر طاقة الشمس خلال عملية التنفس الخلوي التي تتدفق بعد ذلك بين أجزاء النظام البيئي.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 38 وحتى 41 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

تأثير الكافيين في الجسم

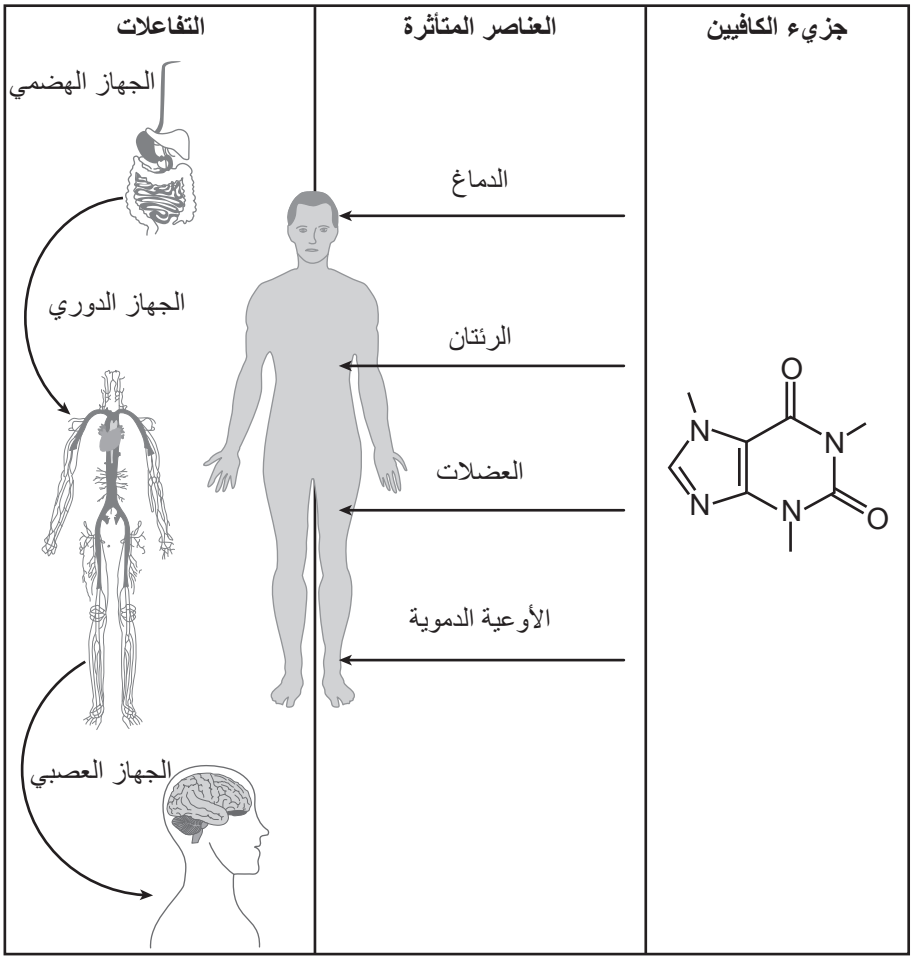
يعتبر الكافيين من المُركَّبات الطبيعية حيث يوجد في أكثر من 60 نوعًا من النباتات. ويُستخدم العديد من هذه النباتات في المنتجات الغذائية. ومع ذلك، لا تذكر الملصقات دائمًا كمية الكافيين الموجودة في المنتج الغذائي، وهو ما يصعّب معرفة الكمية الدقيقة للكافيين التي تُستهلك يوميًا.

قد تشمل الآثار الجانبية لاستهلاك الكافيين زيادة القلق، وصعوبة النوم، وخفقان القلب، والتهيج، والجفاف، ومشاكل في الهضم مثل الغثيان.

تشير إحدى منظمات أطباء الأطفال إلى أن المراهقين الذين تتراوح أعمارهم بين 12 و18 عامًا ينبغي ألا يتناولوا أكثر من 100 ملغ من الكافيين يوميًا. وللأسف، يتجاوز العديد من المراهقين والبالغين هذا الحد بكثير بسبب تزايد شعبية مشروبات الطاقة التي قد تحتوي على ما يصل إلى 300 ملغ من الكافيين.

ويوضح الرسم التخطيطي أدناه بعض أجهزة الجسم التي تتأثر بالكافيين.

أجهزة الجسم التي تتأثر بالكافيين



38 أيُّ العبارات التالية تصف على النحو الأمثل التفاعلات بين أجهزة الجسم الموضحة في النموذج، التي تسمح باستفادة الجسم من الكافيين؟

(1) يدخل الكافيين الجهاز الهضمي عبر الأمعاء، ثم ينتقل مباشرةً إلى الجهاز العصبي ليُطلِق الطاقة.

(2) يُمتص الكافيين من أمعاء الجهاز الهضمي إلى الأوعية الدموية في الجهاز الدوري لاستخدامه في الجسم.

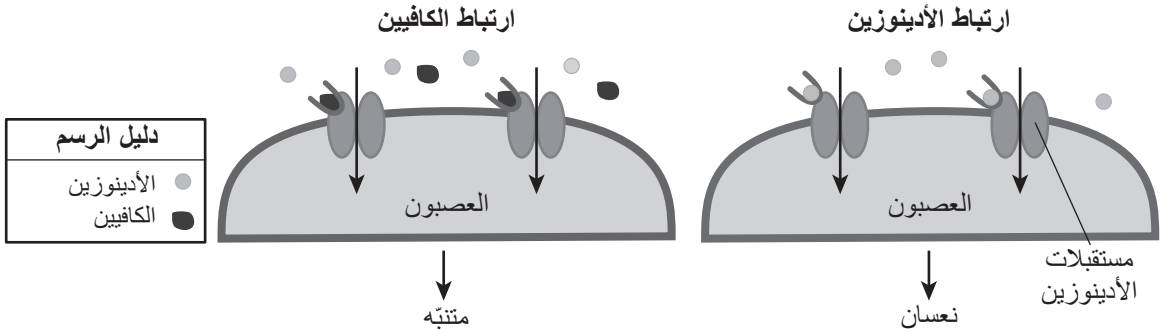
(3) يدخل الكافيين عبر الحويصلات الهوائية في الرئتين ضمن الجهاز التنفسي، ثم ينتشر في الشعيرات الدموية في النظام الدوري ليتم استخدامه في الجسم.

(4) يدخل الكافيين عبر عضلات الجهاز العضلي التي تنقله إلى الجهاز الهضمي ليُطلِق الطاقة.

هناك عدة عوامل تؤثر في كيفية استجابة الشخص للكافيين. ويتعلق أحد هذه الأسباب بقدرة الكافيين على الارتباط بمستقبلات الأدينوزين الموجودة في أغشية الخلايا المختلفة. وفي جسم الإنسان، يساعد الأدينوزين على تنظيم العديد من العمليات، مثل استهلاك الأكسجين والنوم. يشفر الجين *ADORA2A* مستقبلات الأدينوزين.

ويوضح النموذج أدناه تفاعُل الأدينوزين والكافيين مع الخلايا العصبية (العصبونات) في الدماغ.

مستقبلات غشاء الخلية في العصبون



39 ضع تفسيرًا، مستعينًا بالأدلة المقدمة، لكيفية تأثير بنية الجين *ADORA2A* في بنية ووظيفة مستقبلات الأدينوزين. [1]

يحتوي الشكل الأصلي لجين *ADORA2A* على قاعدة *C* في موقع محدد. وفي أحد الأشكال الأحدث، تُستبدل القاعدة *C* بقاعدة *T* في أحد الأليلَين أو كليهما، كما هو موضح أدناه. ويمكن أن يؤثر هذا التغيير في استجابة الفرد للكافيين. عادة ما يكون الأشخاص الذين يستجيبون ببطء للكافيين أكثر حساسيةً تجاهه، وقد يشعرون بتأثيره فيهم لفترة أطول. أما الأشخاص الذين يستجيبون بسرعة للكافيين فقد يشعرون بتأثيرات الكافيين لفترة زمنية أقصر.

التباينات الجينية في الجين *ADORA2A*

	CC (صيغة الأسلاف)	**TC/CT**	**TT**
الأليل 1	G C T A **C** G C C C	G C T A **T** G C C C	G C T A **T** G C C C
الأليل 2	G C T A **C** G C C C	G C T A **C** G C C C	G C T A **T** G C C C
الاستجابة للكافيين	بطيئة	بطيئة	سريعة

40 أيُّ من العبارات التالية تفسر على النحو الأمثل سبب التباين القابل للوراثة الذي طرأ مؤخرًا على الجين *ADORA2A*؟

(1) تفاعلت العوامل البيئية مع الحمض النووي لخلايا الجسم لدى أحد الوالدين، وهو ما أدى إلى تغيير تسلسل قواعد الجين *ADORA2A*.

(2) حدثت تركيبة جينية جديدة في الجين *ADORA2A* أثناء الانقسام الميتوزي في عصبونات أحد الوالدين.

(3) حدث خطأ في الجين *ADORA2A* أثناء تضاعف الحمض النووي، وقد انتقل هذا الخطأ عبر مشيجات أحد الوالدين على الأقل.

(4) أدى التعرض المستمر للكافيين إلى حدوث تغيير في التعبير الجيني للجين *ADORA2A* لدى أحد الوالدين.

41 عندما يرتبط الكافيين بمستقبلات الأدينوزين، يُهضم بشكل أساسي بواسطة أنزيم يُسمى CYP1A2. أيُّ الأسئلة يمكن طرحه لتوضيح كيف يتولى الحمض النووي التشفير لتكوين إنزيم CYP1A2 وكيف ينتقل من الآباء إلى نسلهم؟

(1) إذا تسببت الحرارة في تلف إنزيم CYP1A2 لدى الوالدين، فهل يؤثر ذلك في طريقة هضم طفلهما للكافيين؟

(2) هل يمكن أن تنتقل التغيرات في الجين المسؤول عن تكوين إنزيم CYP1A2 من الوالدين إلى نسلهما؟

(3) إذا تعرضت الأجيال القادمة للكافيين أثناء نموها، فهل يؤثر ذلك في طريقة هضمها للكافيين؟

(4) هل يمكن أن يكون الجين المسؤول عن التشفير لتكوين إنزيم CYP1A2 موجودًا في منطقة غير مشفرة من الحمض النووي وأن ينتقل من الوالدين إلى نسلهما؟

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 42 وحتى 45 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

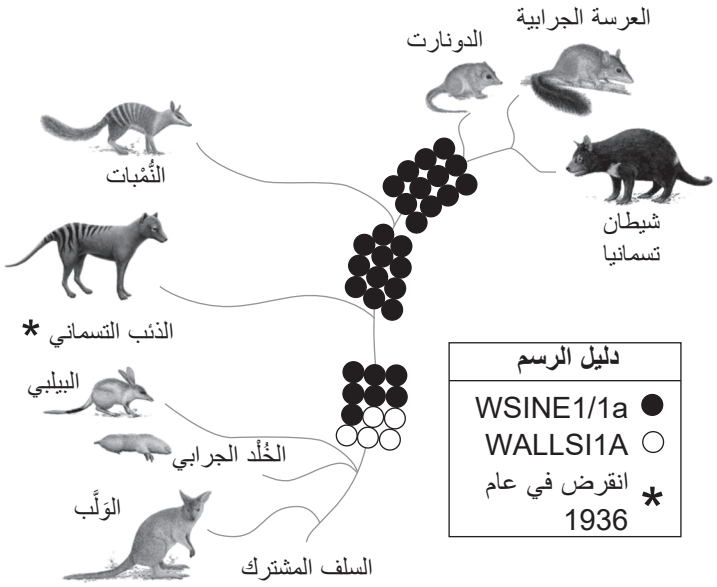
آليات التكيّف الأسترالية

تتمتع قارة أستراليا بتنوع بيولوجي فريد من نوعه، وتضم العديد من الجرابيات، وهي أحد أنواع الحيوانات الثديية التي تمتلك جرابًا لحمل صغارها. وقد كانت أستراليا في الماضي جزءًا من قارة عملاقة كانت موطنًا لأوائل الجرابيات في الفترة ما بين 178 و168 مليون سنة مضت. وبدأت أستراليا في الانفصال عن الكتلة الأرضية الأكبر منذ نحو 130 مليون سنة، حاملةً معها حيواناتها الجرابية. وعندما حدث انقراض جماعي قبل نحو 65 مليون سنة، تغيرت الظروف على كوكب الأرض، وهو ما سمح للثدييات المشيمية بالسيطرة على معظم النظم البيئية باستثناء أستراليا، حيث لا تزال الجرابيات تهيمن عليها حتى يومنا هذا.

يجري حاليًا تحليل جينوم الذئب التسماني، وهو حيوان جرابي منقرض، لتحديد مدى ارتباطه بالحيوانات الجرابية المعاصرة. تم تحليل أجزاء محددة من الجينوم تحتوي على إدراجات متكررة. وشملت هذه الأجزاء الجينَين *WALLSI1A* و*WSINE1/1a*.

فيما يلي بعض المعلومات عن الجرابيات.

شجرة أسلاف الجرابيات الحديثة



42 أيُّ العبارات التالية تقدم دليلاً على وجود سلف مشترك بين الجرابيات؟

(1) يشترك البيلبي في سلف مشترك أحدث مع الخُلْد الجرابي مقارنةً بالذئب التسماني؛ وذلك لأن هناك العديد من الإدراجات الجينية تفصل بين الذئب التسماني والبيلبي.

(2) يشترك الوَلَّب وشيطان تسمانيا في سلف مشترك أحدث؛ وذلك لأنهما يحملان العديد من الإدراجات الجينية المتشابهة

(3) يشترك الذئب التسماني والنومبات في سلف مشترك أحدث عهدًا؛ وذلك لعدم وجود إدخالات جينية لديهما.

(4) العلاقة بين العرسة الجرابية والدونارت أقل قربًا من العلاقة بين الدونارت وشيطان تسمانيا؛ وذلك لأن الدونارت وشيطان تسمانيا يشتركان في عدد أكبر من الجينات المدرجة.

43 أيُّ من العبارات التالية بشأن تأثير تغيير الظروف البيئية تدعمها الأدلة المقدمة؟

(1) أدى انفصال أستراليا عن القارات الأخرى إلى توفير المزيد من المواطن البيئية لمجموعة أكثر تنوُّعًا من الجرابيات

(2) لم تكن الثدييات الجرابية تمتلك التباينات الجينية اللازمة للبقاء على قيد الحياة في البيئة الجديدة بعد الانقراض الجماعي

(3) نتيجةً لعزلة أستراليا، انقرض البيلبي والخُلْد الجرابي والوَلَّب، وهو ما ترك العديد من المواطن البيئية متاحة لتشغلها الثدييات المشيمية.

(4) لم تحدث التغيرات الجينية التي أدت إلى ظهور الحيوانات الثديية المشيمية ضمن مجموعات الجرابيات المعزولة في أستراليا.

يعتبر الكوالا من الحيوانات الجرابية وموطنه الأصلي أستراليا، ويتكون نظامه الغذائي بشكل رئيسي من أوراق شجر الكافور. يحتوي شجر الكافور على مواد كيميائية سامة بالنسبة إلى معظم الحيوانات. تمتلك حيوانات الكوالا جهازًا هضميًا متخصصًا وعملية أيض بطيئة، وهو ما يتيح لها تناول أوراق شجر الكافور.

وقد كان الكوالا العملاق من أقرباء الكوالا المعاصر، لكنه لم يتمكن من البقاء على قيد الحياة حتى العصر الحالي.

ويوضح الجدول أدناه بعض المعلومات عن الكوالا.

تاريخ أنواع الكوالا

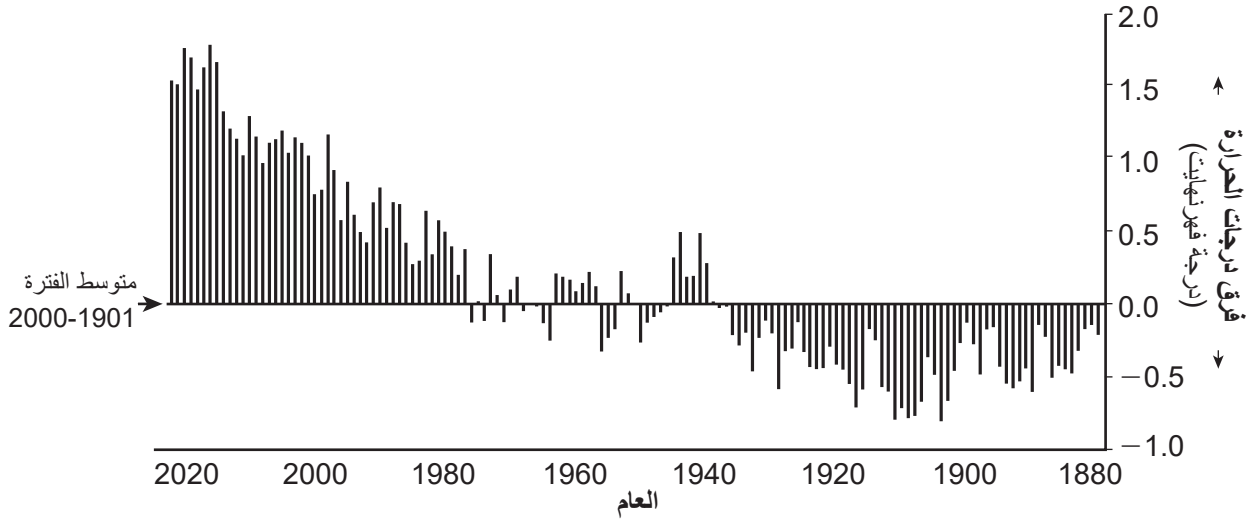
الأنواع	النطاق الزمني التقريبي	البيئة	النظام الغذائي	متوسط الوزن (كجم)
الكوالا العملاق	قبل 15 مليون – 12,000 عام	• المناخ الرطب • غابات مطيرة واسعة النطاق تنتشر فيها بعض أشجار الكافور	أوراق أشجار الكافور بشكل أساسي	20–15
الكوالا في العصر الحديث	منذ 25 مليون سنة – حتى الوقت الحاضر	• مناخ جاف • غابات مختلطة متفرقة تزخر بأشجار الكافور	أوراق أشجار الكافور فقط	15–4

44 باستخدام الدلائل المقدمة، قدم تفسيرًا يوضح لماذا تمكن الكوالا في العصر الحديث من البقاء على قيد الحياة بينما انقرض الكوالا العملاق. [1]

منذ أواخر القرن التاسع عشر، وثّق العلماء زيادة في حجم بعض البنى التي تضطلع بدور تنظيم درجة الحرارة لدى العديد من الحيوانات الأسترالية. على سبيل المثال، فإن الأطراف مثل مناقير الببغاوات، وذيول الزبابة، وأجنحة الخفافيش أصبحت أطول في الوقت الحاضر مما كانت عليه في الماضي.

يوضح الرسم البياني أدناه تغييرًا بيئيًا حدث خلال نفس إطار الفترة الزمنية.

متوسط درجة حرارة سطح الأرض العالمية السنوية



45 أيُّ التفسيرات التالية بشأن التغيرات التي طرأت على الزوائد لدى بعض الحيوانات الأسترالية يُدعم بالدليل؟

(1) لقد قلصت الببغاوات حجم مناقيرها لتقليل فقدان الحرارة أثناء تناول الطعام.

(2) أدى ارتفاع درجات الحرارة السطحية العالمية إلى انخفاض تكرار الجينات المسؤولة عن السمات التي تساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم.

(3) أدى ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض عالميًا إلى زيادة تواتر الجينات المسؤولة عن السمات التي تساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم.

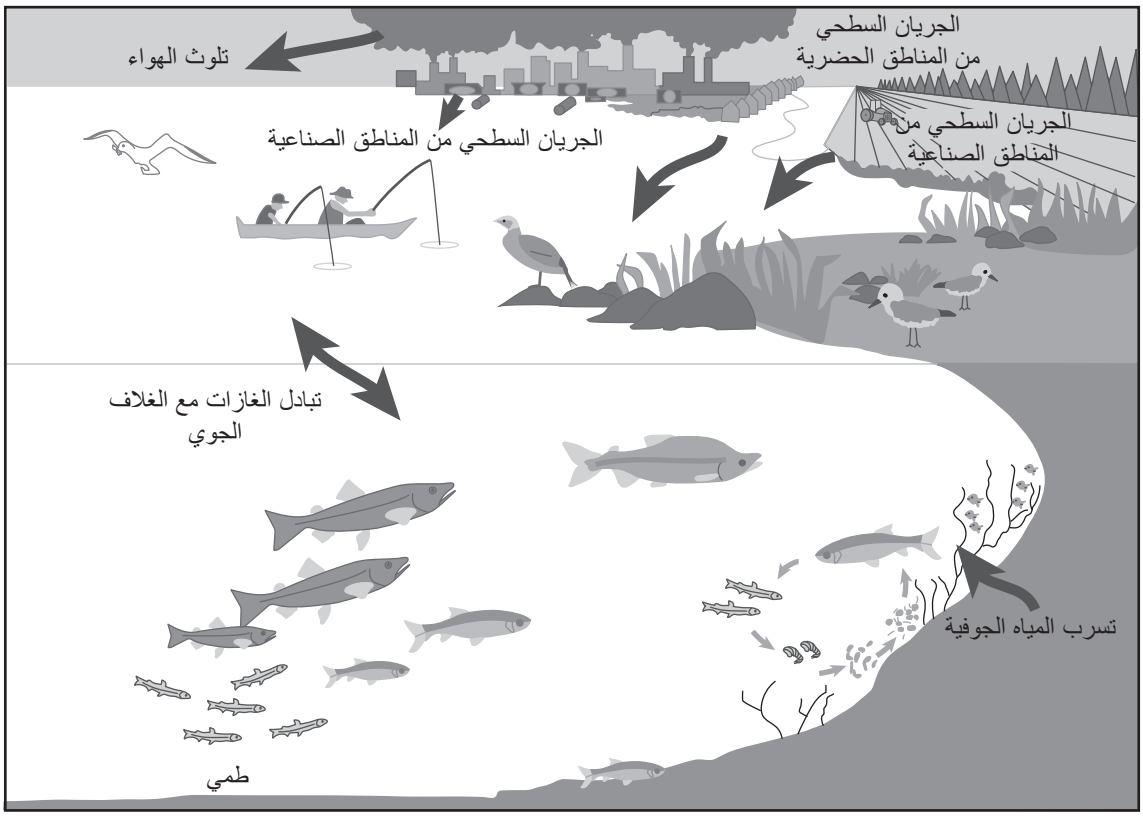
(4) زاد طول أجنحة الخفافيش؛ لأن الأجنحة الأطول ترفع درجة حرارة الجسم عندما يكون الخفاش في حالة راحة.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 46 وحتى 49 مبنية على المعلومات أدناه، وعلى معرفتك بعلوم الحياة: علم الأحياء.

ارتفاع مستويات الزئبق

تقع بحيرة أونونداغا في مدينة سيراكيوز في ولاية نيويورك. ابتداءً من ثمانينيات القرن التاسع عشر، بدأت إحدى الشركات الصناعية الواقعة بالقرب من البحيرة في إلقاء الفضلات الملوثة بالزئبق مباشرةً في بحيرة أونونداغا. استمر هذا الإغراق حتى عام 1970. خلال هذا المدى الزمني، تم حظر الصيد والسباحة بسبب مخاوف تتعلق بالأمان بشأن تأثير الزئبق في صحة الكائنات الحية. يُعد إصلاح وتطهير البحيرة جزءًا من جهود مستمرة لإعادة تأهيل الأراضي، تشمل تنفيذ برامج الحفاظ والمراقبة طويلة الأجل لضمان فعالية الإصلاح. ويوضح الرسم البياني أدناه الطرق المختلفة التي يمكن أن تدخل بها الملوثات إلى البحيرة.

طرق التلوث في البحيرة



46 أيُّ الحلول من شأنه أن ***يقلل*** بشكل أكبر من أثر النشاطات البشرية في بيئة بحيرة أونونداغا وتنوعها البيولوجي؟

(1) تركيب مضخات كهربائية لتغيير اتجاه تسرب المياه الجوفية من البحيرة إلى التربة المحيطة.

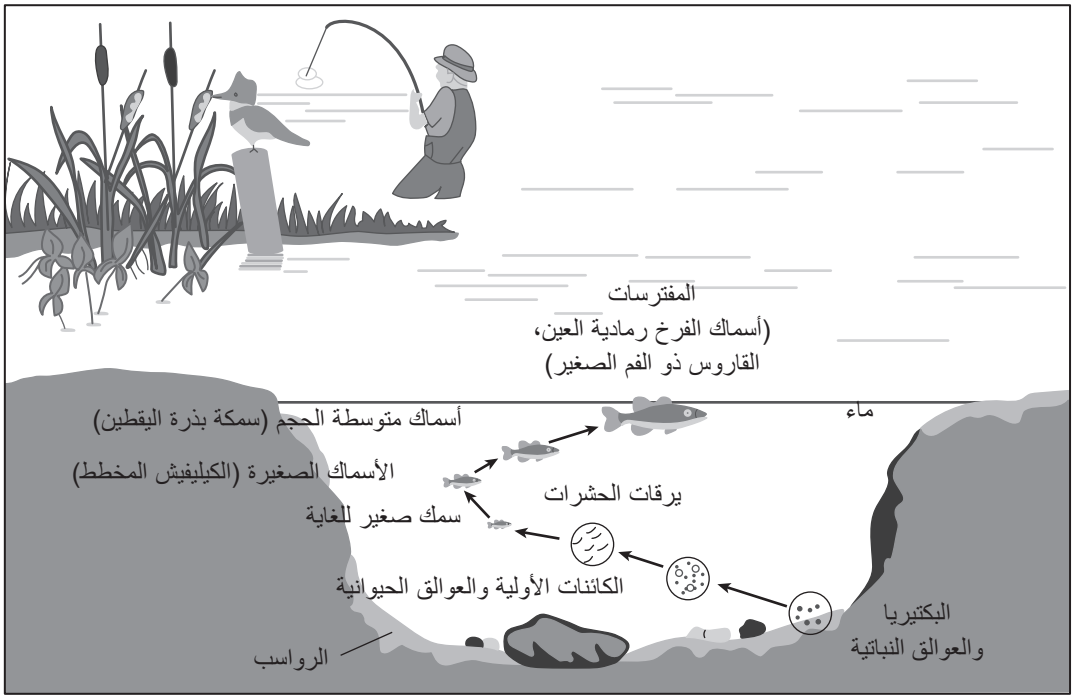
(2) إلزام المصانع بتحويل فضلات الزئبق كيميائيًا إلى مُركَّبات صلبة يمكن ترشيحها قبل تصريف مياه الصرف الصحي في البحيرة.

(3) إضافة المزيد من الأسمدة الكيماوية إلى المزارع الزراعية القريبة من البحيرة لتقليل إنتاج الغذاء.

(4) إضافة المزيد من أنواع الأسماك غير الأصلية إلى البحيرة لزيادة تبادل الغازات مع الغلاف الجوي.

حققت خطط المعالجة نجاحًا متوسطًا. وتم رفع حظر صيد الأسماك الذي فُرض عام 1970، لكن لا تزال هناك بعض القيود. تم الحدّ من تناول الأسماك التي تُصطاد من بحيرة أونونداغا بسبب المستويات الخطيرة المحتملة من الزئبق المتراكم في أنسجة الأسماك. يوضح الرسم التخطيطي والجدول أدناه مستويات تركيزات الزئبق في السلسلة الغذائية لنظام بيئي نموذجي لبحيرة. يُقاس الزئبق بوحدة النانوغرام لكل كيلوغرام (نغ/كجم).

تركيزات الزئبق في السلسلة الغذائية



الوصف	تركيز الزئبق (نغ/كجم)
المفترسات (أسماك الفرخ رمادية العين، القاروس ذو الفم الصغير)	10,000,000
أسماك متوسطة الحجم (سمكة بذرة اليقطين)	1,000,000
الأسماك الصغيرة (الكيليفيش المخطط)	100,000
أسماك صغيرة للغاية (الصغار)	10,000
يرقات الحشرات	1000
الكائنات الأولية والعوالق الحيوانية	100
البكتيريا والعوالق النباتية	10
ماء	1

47 بناءً على المعلومات الرياضية الواردة في الرسم التخطيطي والجدول، أيُّ العبارات التالية تشرح سبب تعرض المفترسات الكبيرة بشكل خاص لتلوث الزئبق في بحيرة أونونداغا؟

(1) نظرًا إلى أن الأسماك الكبيرة تتغذى على الأسماك الصغيرة، فإن الزئبق الموجود في نسيج هذه الأخيرة ينتقل إلى الكائن المستهلِك، وهو ما يؤدي إلى احتواء المفترسات على مستويات من الزئبق أعلى بعشرة أضعاف من تلك الموجودة في فرائسها.

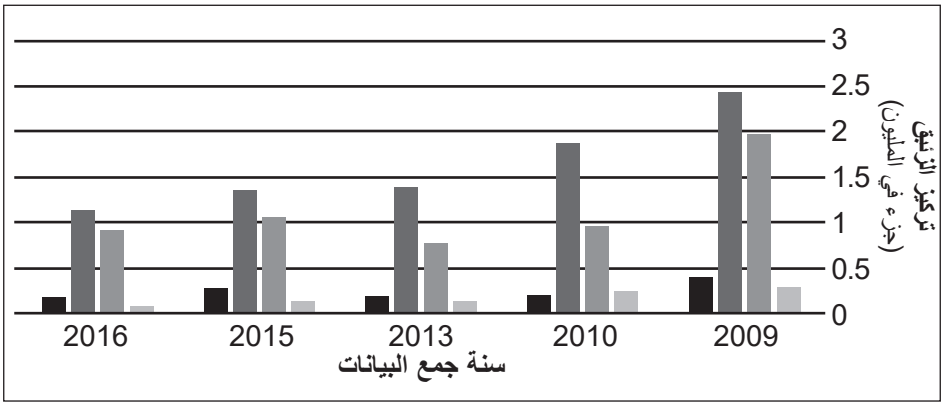
(2) مع استهلاك الأسماك الصغيرة، يُزال الزئبق الموجود في أنسجتها من البيئة، وهو ما يؤدي إلى تعافي النظام البيئي بمعدل أسرع بعشرة أضعاف.

(3) تستهلك الكائنات الحية في المستويات الغذائية الدنيا كميات من الزئبق تزيد بمقدار 100 ضعف عن الكمية الموجودة في أجسامها؛ وذلك لأنها تتغذى على الكائنات المنتجة.

(4) تعيش الكائنات الحية في المستويات الغذائية الأعلى حياة أطول مقارنة بالأسماك الأخرى، وتمتص مع مرور الزمن كميات زئبق من الماء تزيد بمقدار عشرة أضعاف.

تسعى برامج المعالجة الناجحة إلى الوصول بمستويات الزئبق في أنسجة الأسماك إلى أقل من 0.3 جزء في المليون؛ إذ قد تؤثر الكميات الزائدة من الزئبق سلبًا في الصحة الإنجابية، فضلاً عن الصحة العامة للكائن الحي. على مدار سبع سنوات، أخذ الباحثون عينات لقياس مستوى الزئبق في أنسجة أربعة أنواع من الأسماك. وفيما يلي البيانات التي تم جمعها.

مستويات الزئبق في أسماك بحيرة أونونداغا



دليل الرسم	
نوع الأسماك	**الكتلة المتوسطة**
الكيليفيش المخطط	1-5 غم
سمك القاروس ذو الفم الصغير	2,994 غم
أسماك الفرخ رمادية العين	10,886 غم
سمكة بذرة اليقطين	450 غم

48 استخدم البيانات المقدمة لتقييم الادعاء القائل إن برنامج المعالجة قد أثَّر في التفاعلات المعقدة داخل النظام البيئي لبحيرة أونونداغا، وقد يؤدي إلى تغيير في حجم أعداد أنواع المفترسات. [1]

تم تحذير الصيادين من تناول بعض الأسماك التي يصطادونها في بحيرة أونونداغا. ويحاول مسؤولو الصحة وضع خطة فعالة لتزويد الجمهور بالمعلومات من أجل منع استهلاك هذه الأسماك الضارة.

المعايير:

- يجب الوصول إلى أكبر عدد ممكن من الصيادين.
- يجب أن يكون موثوقًا — إبلاغ الناس حتى يختاروا بأنفسهم ألا يُؤكَل السمك.

القيود:

- يجب أن تكون التكلفة أقل ما يمكن
- يجب ألا يُطلب من الموظفين أن يكونوا متاحين طوال الوقت

فيما يلي جدول بالحلول الممكنة.

الحلول	الاعتبارات
1 – النشرات الإعلانية	– من شأنها أن تقدّم معلومات قيّمة للصيادين – سيحتاج الموظفون إلى توزيع النشرات الإعلانية – يسهل التخلص منها/تجاهلها
2 – اللافتات الموجودة عند منصات انطلاق القوارب/الأرصفة	– من شأنها أن تقدّم معلومات قيّمة للصيادين – عدم الحاجة إلى وجود موظفين بعد تثبيت اللافتات – لن يُخصِّص سوى عدد قليل من الصيادين الوقت لقراءة هذه المعلومات
3 – زوارق قوات إنفاذ القانون	– سيزود الموظفون كل فرد يتحدثون إليه بمعلومات موثوقة – سيتمكنون من تحديد الصيادين المعرضين للخطر – ستدعو الحاجة إلى توفير موظفين للقيام بدوريات بشكل منتظم

49 حدد حلاً **واحدًا** من الجدول لتوعية الصيادين بشكل فعال بالمخاطر الصحية المترتبة على تناول الأسماك التي تحتوي على مستويات خطيرة من الزئبق، واشرح كيف يفي هذا الحل بالمعايير والقيود المحددة. [1]

الحل: _____

التفسير: _____

_____

_____

_____

Printed on Recycled Paper

LIFE SCIENCE: BIOLOGY ARABIC EDITION