ARABIC EDITION
LIFE SCIENCE: BIOLOGY
TUESDAY, JANUARY 20, 2026
1:15 P.M. TO 4:15 P.M., ONLY

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

علوم الحياة: علم الأحياء

الثلاثاء، 20 يناير/كانون الثاني 2026 — 1:15 إلى 4:15 مساءً، 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 القيام بالإجابة 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.

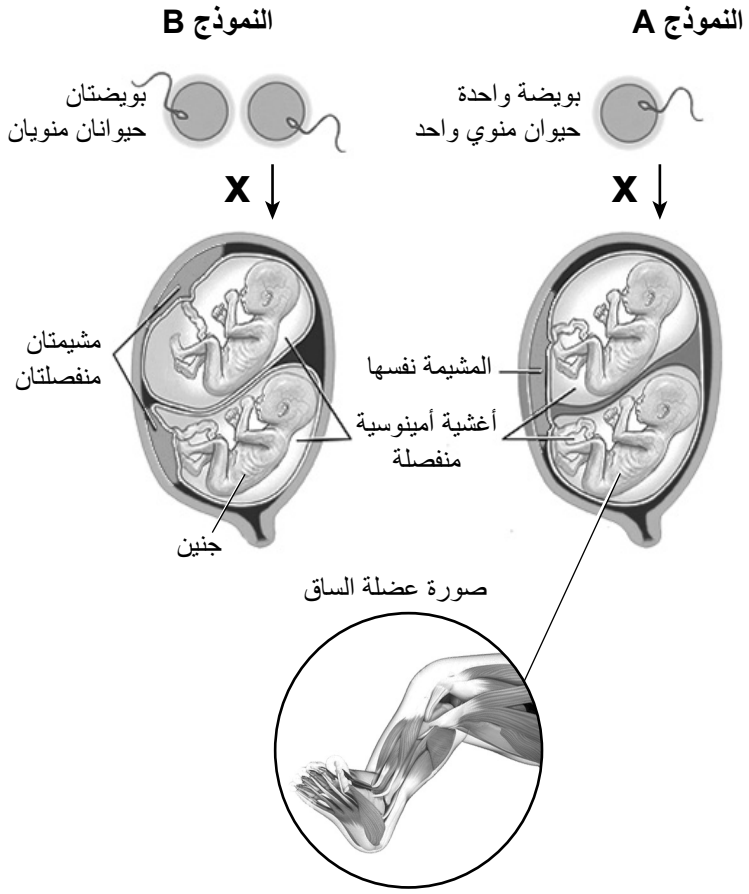
لا تفتح كتيب الامتحان هذا حتى يتم إعطاء إشارة بذلك.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 1 وحتى 5 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

التوائم نوعان

التوءَم هما مولودَان من حملٍ واحد. وأكثر أنواع التوائم شيوعًا هي التوائم المتماثلة والتوائم المتآخية. وقد تختلف الجينات بين التوءَمين المتآخييْن كاختلافها بين أخوين غير توءَمين. أما التوءمان المتماثلان، فيتشاركان في الحمض النووي نفسه. ومع ذلك، بينما يكبر التوءَمان المتماثلان في العمر، من الممكن أن تظهر على أحدهما اختلافات في الخصائص الجسدية تميّزه عن التوءَم الآخر.

يمثل النموذجان أدناه بعض المعلومات حول تطوُّر نمو التوءم.



1 استخدم المعلومات الواردة في النموذجَيْن لتحديد النموذج (*A* أو *B*) الذي يمثل الجنينَيْن اللذَين يمكن أن يتطور نموهما ليصبحا توءمَين متماثلَين، وحدِّد تركيبًا *واحدًا أو أكثر* في النموذج الذي اخترته يمكن استخدامه في دعم إجابتك. [1]

النموذج: _____

التركيب (التراكيب):

_____

_____

2 ما العبارة التي تصف كيف يمكن أن تحدث عملية ما عند الموضع X على النماذج تؤدي إلى وجود خلايا متخصصة في ساق الجنين؟

(1) تنقسم البويضة المُخصَّبة إلى خلايا عضلية وعظمية ذات حمض نووي متباين.

(2) يمكن لكلٍ من البويضة والحيوان المنوي أن يتحولا إلى خلايا عضلية أو عظمية لدى الجنين النامي.

(3) يمكن أن تنقسم إحدى الخلايا لدى الجنين النامي إلى خلايا عضلية وعصبية لها الحمض النووي نفسه، ولكنها تتباين في أشكالها ووظائفها.

(4) لدى الجنين النامي خلايا عضلية وعظمية ورث بعضها من أمه والبعض الآخر من أبيه.

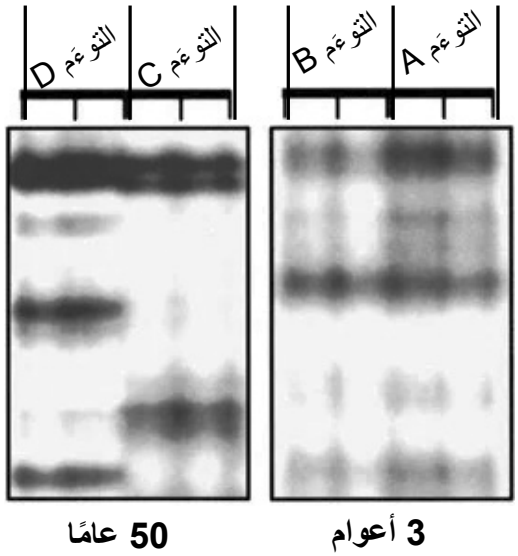
3 استخدم الأدلة والاستدلال المنطقي لدعم الادعاء الذي يزعم أنَّ العمليات التي تحدث خلال التكاثر الجنسي تَنتِج عنها توائم متآخية متباينة الصفات. [1]

يحقِّق العلماء في كيفية تغيُّر التعبير الجيني في التوائم المتماثلة نتيجة التغيُّرات اللاجينية. تحدث التغيُّرات اللاجينية عندما ترتبط مجموعات كيميائية معينة، مثل مجموعات الميثيل، بالحمض النووي لخليةٍ ما، وتؤثر في التعبير الجيني لجينات محددة. وقد يتم الربط بين العوامل البيئية والاختيارات المتعلقة بنمط الحياة، مثل النظام الغذائي، والتغيُّرات اللاجينية. يوضح النموذج أدناه كيف يمكن أن ترتبط مجموعات الميثيل بالحمض النووي.

حمض نووي مُضافة إليه مجموعات ميثيل

الفصل الكهربائي هو عملية يمكن استخدامها للمقارنة بين حركة أجزاء الحمض النووي في أثناء انتقالها عبر هُلام. توضح الصورة أدناه مقارنة بين حمض نووي مأخوذ من خلايا أجسام توءمين متماثلين عمرهما 3 أعوام، وتوءمين متماثلين آخرين عمرهما 50 عامًا.

المقارنة بين الحِمضَين النوويَّيْن باستخدام الفصل الكهربائي



4 يريد أحد الباحثين تحديد سبب مقدار التبايُن المُلاحَظ عند المقارنة بين التوءمين المتماثلين البالغ عمرهما 50 عامًا والتوءمين المتماثلين البالغ عمرهما 3 أعوام. ما السؤال الذي يجب طرحه لمساعدة الباحث على تحديد السبب؟

(1) كم عدد مجموعات الميثيل المرتبطة بالحمض النووي للتوءمين البالغ عمرهما 50 عامًا مقارنةً بالتوءمين البالغ عمرهما 3 أعوام؟

(2) لماذا يحتوي الحمض النووي للتوءمين البالغ عمرهما 3 أعوام والتوءمين البالغ عمرهما 50 عامًا على نوع القواعد نفسه؟

(3) إذا كانت هناك مجموعات ميثيل مرتبطة بالحمض النووي للتوائم المتطابقة، فكيف ستنتقل تلك المجموعات إلى النسل؟

(4) ما وجه المقارنة بين تسلسل الحمض النووي في خلايا التوءمين البالغ عمرهما 3 أعوام والتوءمين البالغ عمرهما 50 عامًا؟

5 تم تحديد أحد التوءمين البالغ عمرهما 50 عامًا، وهو التوءم C، بأنه مُعرَّض لخطر الإصابة بمرض السكري بسبب جين معين مُضافة إليه مجموعات الميثيل. ولا تظهر علامات على الجين نفسه في التوءم D تدل على حدوث هذا التغيُّر. كيف يمكن استخدام التقنية الوراثية لوقاية التوءم C من الإصابة بالسكري في مرحلة لاحقة من حياته؟

(1) استخدام إنزيمات الرَبْط لإزالة مجموعات الميثيل الموجودة في تسلسل الحمض الأميني للجين الذي يُسبِّب الإصابة بمرض السكري.

(2) تطوير واستخدام أدوية يمكنها أن تُزيل مجموعات الميثيل للسماح بالتعبير الجيني الطبيعي.

(3)تحضير أدوية قادرة على إضافة مجموعات الميثيل إلى مناطق أخرى في الحمض النووي للتوءم C.

(4) استخدام إنزيمات الرَبْط لإضافة مجموعات الميثيل إلى بروتينات التوءم C لوقايته من الإصابة بمرض السكري.

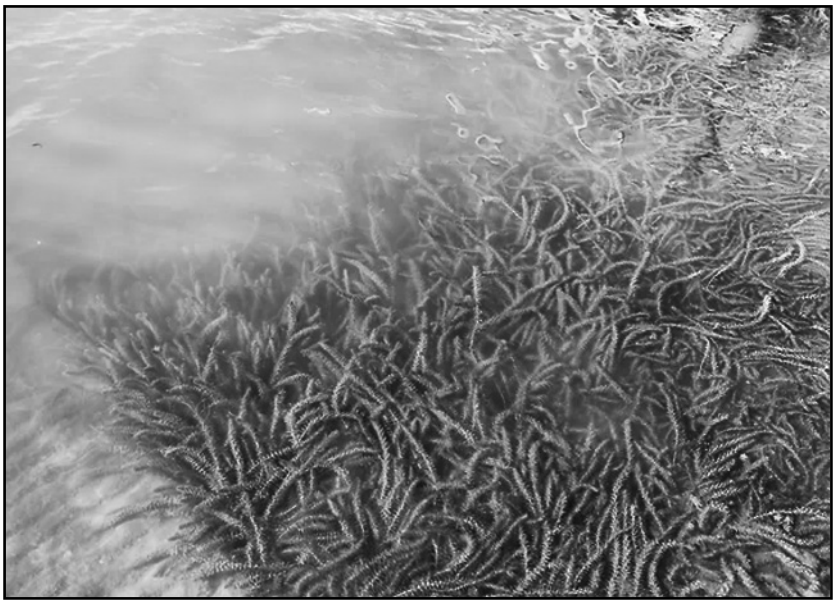
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 6 وحتى 9 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

غازي المكان

الهيدريلا نبات مائي غازي ومعدل نموه مرتفع للغاية؛ إذ يمكن أن ينمو ليصل طوله إلى 2.5 سم في اليوم الواحد مكوّنًا تكتلات سميكة في المجاري المائية. لدى نباتات *الهيدريلا* القدرة على الوصول إلى الموارد اللازمة لإجراء عملية البناء الضوئي كقدرة النباتات الأصلية، مثل نباتات "جار النهر"، ولكنها تغزو مكانها لتحصل على الموارد المتاحة على نحو أسرع وأكثر كفاءةً.

تنشأ التكتلات السميكة التي تكوّنها نباتات *الهيدريلا* بسبب سيقانها الطويلة التي تتفرَّع على سطح الماء. ويمكن لتلك السيقان الطويلة أن تنفصل بسهولة عن النبات الأبوي بفِعْل عوامل مثل حركة الماء، أو أنشطة الحيوانات، أو أنشطة البشر الترفيهية، مثل ركوب القوارب. وبعد ذلك، يمكن أن تكوِّن أجزاء نباتات *الهيدريلا* الصغيرة المنفصلة هذه مجموعة نباتات جديدة.

تكتُّل نبات الهيدريلا



6 ما السؤال الذي يمكن أن يساعد أحد الطلاب على جمع المعلومات ليوضِّح بشكلٍ صحيح دور الحمض النووي في نقل الصفات من نبتة *الهيدريلا* الأصلية إلى النسل الذي نما من انفصال أجزاء من النبتة؟

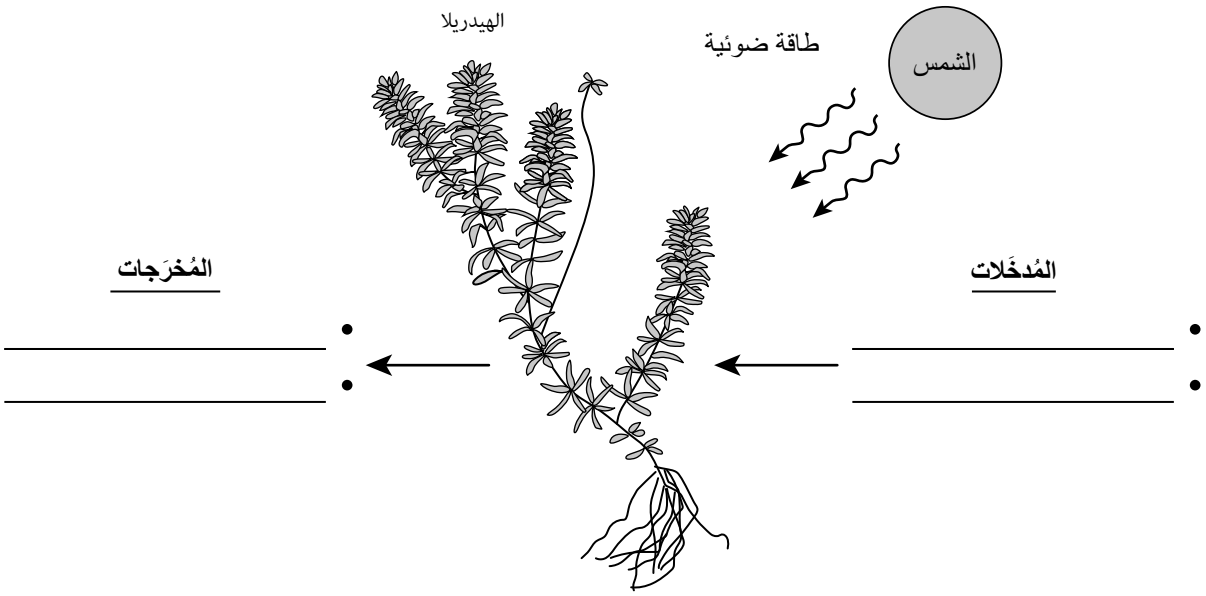
(1) هل صفات نسل *الهيدريلا* الجديد متطابقة مع صفات النبتة الأصلية بسبب أن النسل قد انتقل إليه نصف الحمض النووي من النباتات الأبوية؟

(2) هل صفات النسل متطابقة مع صفات مجموعة نباتات *الهيدريلا* الأصلية لأن الحمض النووي في النباتات الجديدة هو الحمض النووي نفسه في الأجزاء التي انفصلت عن النباتات الأبوية؟

(3) هل صفات النباتات الموجودة في مجموعة *الهيدريلا* الجديدة مختلفة عن صفات مجموعة النباتات الأبوية بسبب اختلاف كميات الحمض النووي في كلتا المجموعتين؟

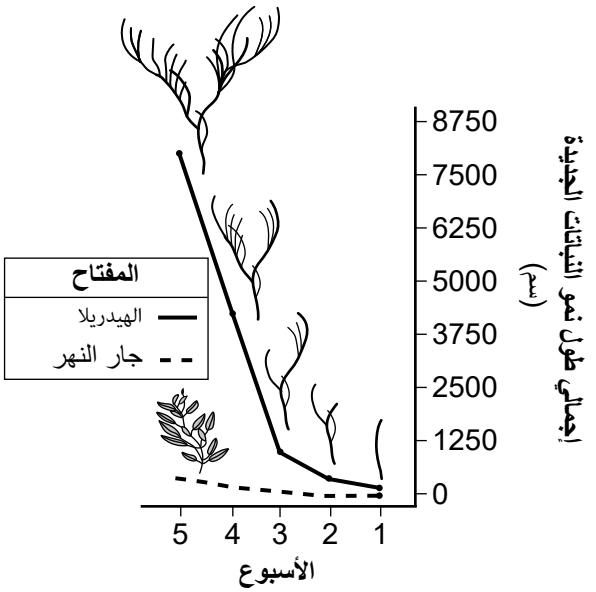
(4) هل للأمشاج التي كوَّنتها نباتات *الهيدريلا* الحمض النووي نفسه الموجود في خلايا أوراق النباتات ليَنتِج عن ذلك تطابُق في الصفات الشكلية لدى النسل؟

7 أكمِل النموذج من خلال تحديد مدخلات ومخرجات العملية التي يؤديها نبات *الهيدريلا* للتفوُّق على النباتات الأصلية. [1]

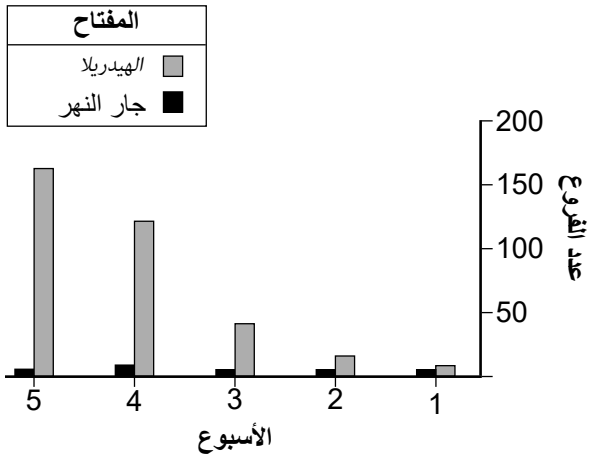


يمكن *لنبات الهيدريلا* استخدام كمية الضوء المحدودة التي تخترق سطح الماء خلال ساعات الصباح، أما النباتات الأخرى فلا يمكنها فعل ذلك؛ يستخدم نبات الهيدريلا هذه الطاقة الضوئية لمَدّ براعمه الموجودة تحت سطح الماء إلى أعلى في اتجاه السطح.

متوسط نمو الهيدريلا مقارنةً بنبات جار النهر



عدد الفروع التي يكوّنها نباتا الهيدريلا وجار النهر



8 ما العبارة التي تقدم دليلاً من التمثيلَيْن الرياضيَّيْن المُقدَّمَين وتدعم ادعاء أنَّ قدرة نبات *الهيدريلا* على الحصول على الموارد الغذائية بصورة كافية ستؤثر *سلبًا* في التنوع الحيوي في المجرى المائي الذي تعيش فيه؟

(1) يستطيع نبات *الهيدريلا* تكوين عدد من الفروع أكبر من العدد الذي يكوّنه نبات "جار النهر" الأصلي؛ وهذا يؤدي إلى استهلاكه قدرًا أكبر من الأكسجين في عملية التنفس الخلوي. ويَنتِج عن ذلك انخفاض أعداد الكائنات الحية الأخرى الموجودة في النظام البيئي.

(2) يستطيع نبات *الهيدريلا* مضاعفة نموه من جديد كل أسبوع؛ وهذا يؤدي إلى استهلاكه كميات زائدة من النيتروجين الموجود في البيئة لتكوين الليبيدات. وتنتج عن ذلك قلة أعداد الكائنات الحية القادرة على البقاء على قيد الحياة.

(3) يكوّن نبات *الهيدريلا* فروعًا أطول من تلك التي يكوّنها نبات "جار النهر" الأصلي؛ وهذا يؤدي إلى امتصاصه ضوء الشمس بمعدل أسرع. وينتج عن ذلك تقليل هذا المورد الضروري وتخفيض التنوع الحيوي.

(4) الفروع التي يكوّنها نبات *الهيدريلا* تفوق الفروع التي يكوّنها نبات "جار النهر" الأصلي بمقدار 15 ضعفًا تقريبًا؛ وهذا يتيح له استهلاك أنواع النباتات الأخرى بصورة أسرع، ويقلِّل التنوع الحيوي.

أدَّت أنشطة البشر الترفيهية، مثل ركوب القوارب وصيد الأسماك، إلى نقل أجزاء نباتات *الهيدريلا* إلى مسطحات مائية مختلفة في جميع أنحاء الولايات المتحدة. وقد استُخدِمَت طرق متنوعة في المجاري المائية المحلية للسيطرة على انتشار أعداد نباتات *الهيدريلا*.

9 ما أفضل حل للسيطرة على انتشار أعداد نباتات *الهيدريلا* في المسطحات المائية *من دون* الإضرار بمجموعات النباتات الأصلية؟

(1) الاستعانة بمتطوعين لإزالة نبات "جار النهر" من المجاري المائية المحلية قبل موسم الصيد

(2) استخدام مبيدات الأعشاب في المجاري المائية التي توجد فيها نباتات *الهيدريلا* قبل بدء موسم ركوب القوارب

(3) استخدام المواد الكيميائية لتغطية سطح الماء بطبقة عازلة تمنع وصول الضوء إلى البِرَك

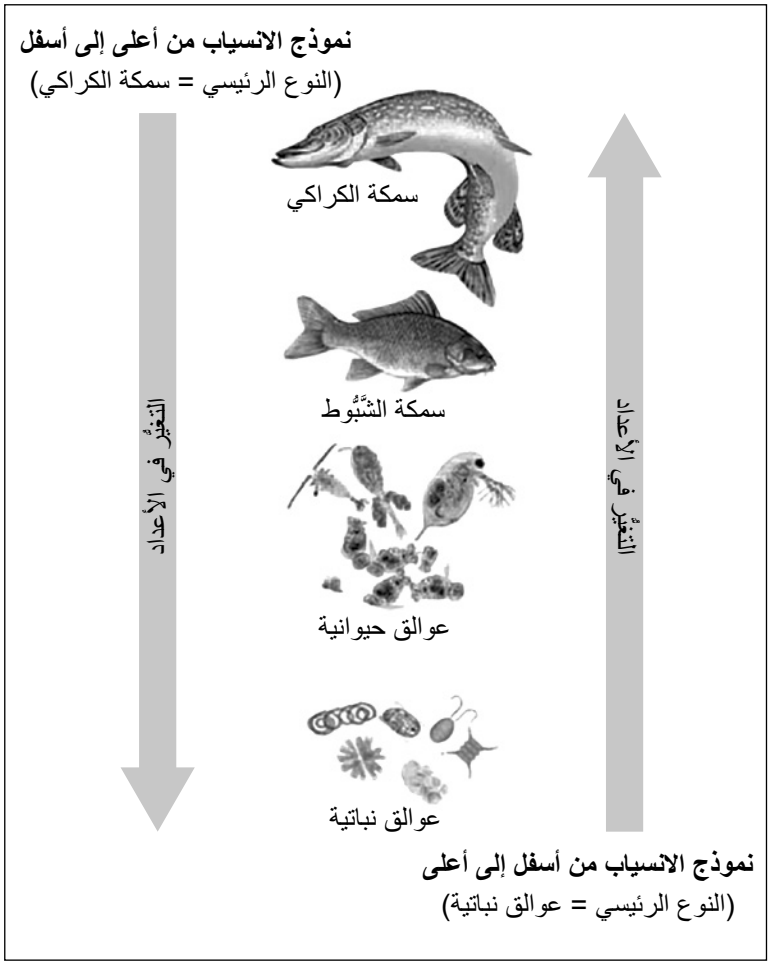
(4) إلزام القوارب بالخضوع للتفتيش للكشف عن وجود نباتات *الهيدريلا* فيها قبل دخولها المجاري المائية

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 10 وحتى 13 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

قاعدة الأنواع الرئيسية

تؤدي بعض أنواع الكائنات الحية دورًا كبيرًا على نحو غير متناسب في النظام البيئي. ومن ثمَّ؛ فوجود هذه الأنواع أو غيابها يؤثر تأثيرًا شديدًا في بقية الكائنات في النظام البيئي وأدائها لوظائفها. تُعرَف هذه الكائنات الحية باسم الأنواع الرئيسية. ويُعرَف تأثير التغيرات المذكورة باسم تأثير "الانسياب الغذائي"، ويمكن أن يحدث هذا الانسياب من أعلى إلى أسفل أو من أسفل إلى أعلى ضمن المستويات الغذائية في السلسلة الغذائية كما هو مُمثَّل على الرسم التخطيطي أدناه.

نموذج الانسياب الغذائي من أسفل إلى أعلى
ومن أعلى إلى أسفل في نظام بيئي مائي



10 ما العبارة التي تقدم دليلاً يدعم ادعاء أنَّ التفاعلات المعقدة التي تتسلسل من أسفل إلى أعلى ومن أعلى إلى أسفل تؤدي دورًا في الحفاظ على الاتساق النسبي بين أعداد الكائنات الحية في النظام البيئي المستقر؟

(1) عندما تزداد أعداد كلٍ من أسماك الكراكي والعوالق النباتية، يظل النظام البيئي مستقرًا؛ وهذا يشير إلى أنَّ جميع الكائنات الحية قادرة على البقاء على قيد الحياة.

(2) كلما انخفضت أعداد أسماك الكراكي أو العوالق النباتية، يقلُّ استقرار النظام البيئي بدرجة كبيرة.

(3) ستؤدي الزيادة الكبيرة في أعداد العوالق الحيوانية إلى عدم استقرار النظام البيئي الذي يخضع الانسياب الغذائي فيه للتحكُّم من أعلى إلى أسفل، ولكن تلك الزيادة لن تؤثر في تسلسل الأنظمة البيئية التي يخضع الانسياب الغذائي فيها للتحكُّم من أسفل إلى أعلى.

(4) عند حدوث الانسياب الغذائي من أعلى إلى أسفل، تساعد العوالق الحيوانية على الحفاظ على استقرار النظام البيئي، بينما يساعد سمك الشَّبُّوط في الحفاظ على استقرار النظام البيئي عند حدوث الانسياب الغذائي من أسفل إلى أعلى.

11 ما أفضل عبارة تَستخدم عملية دورة الكربون في الغلاف الحيوي لشرح أسباب أداء العوالق النباتية وظيفة نوع رئيسي في هذا النظام البيئي؟

(1) تُعيد العوالق النباتية الكربون إلى الغلاف الجوي في شكل ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية البناء الضوئي، وهذا الكربون تستهلكه الكائنات الحية الأخرى.

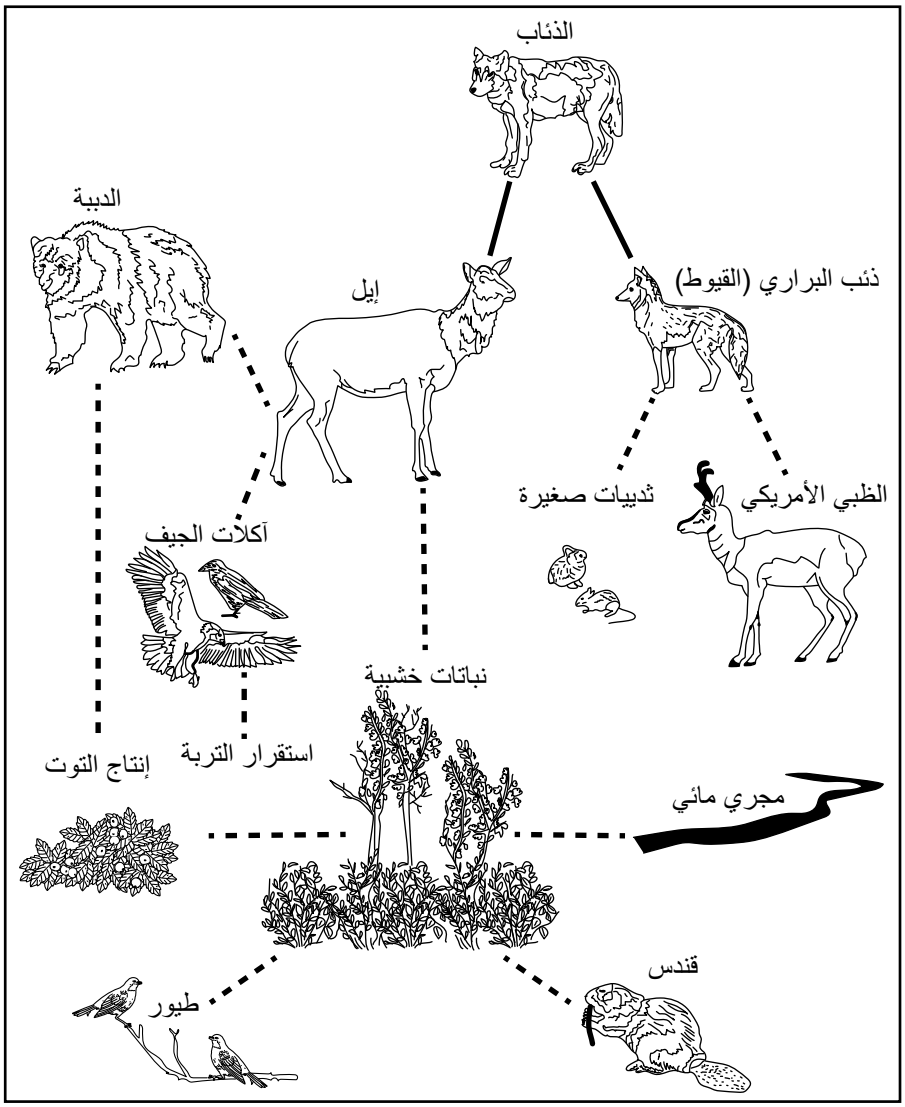
(2) يمتص الغلاف الجوي الكربون ضِمْن المنتجات التي تفرزها العوالق النباتية، وهذا الكربون تستخدمه الحيوانات الأخرى.

(3) تُعيد العوالق النباتية الكربون إلى الغلاف الأرضي في شكل ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية التحلُّل، وهذا الكربون تستهلكه الكائنات الحية الأخرى.

(4) يوفِّر الغلاف المائي ثاني أكسيد الكربون للعوالق النباتية؛ وهذا يتيح لتلك العوالق توفير العناصر الغذائية للحيوانات الأخرى.

قد تتضمن الأنواع الرئيسية المفترسات الكبيرة، مثل جماعات الذئاب في حديقة يلوستون. يوضح النموذج أدناه بعض الآثار المباشرة وغير المباشرة التي تسببت فيها المفترسات من الذئاب في أعداد الكائنات الحية داخل نظام بيئي ما.

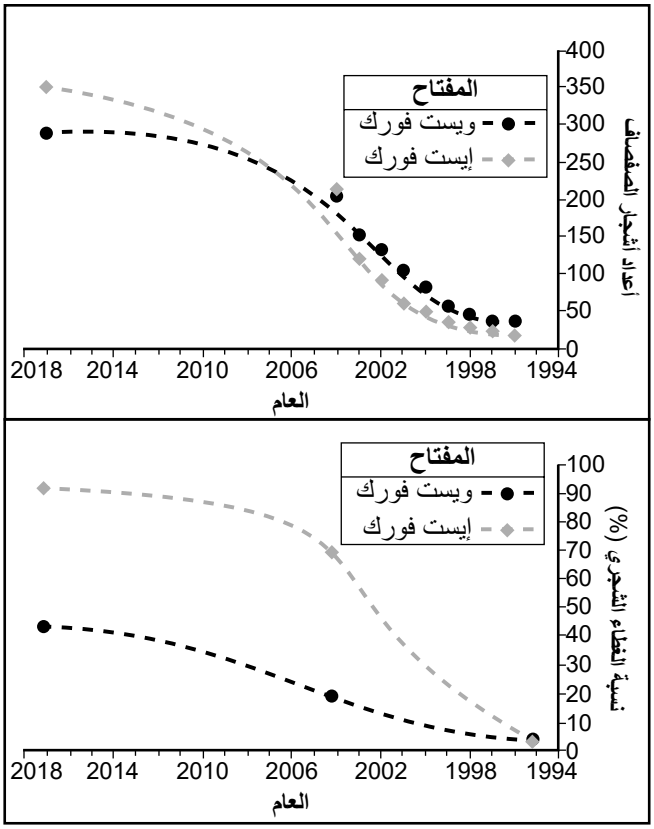
بعض آثار المفترسات من الذئاب في حديقة يلوستون



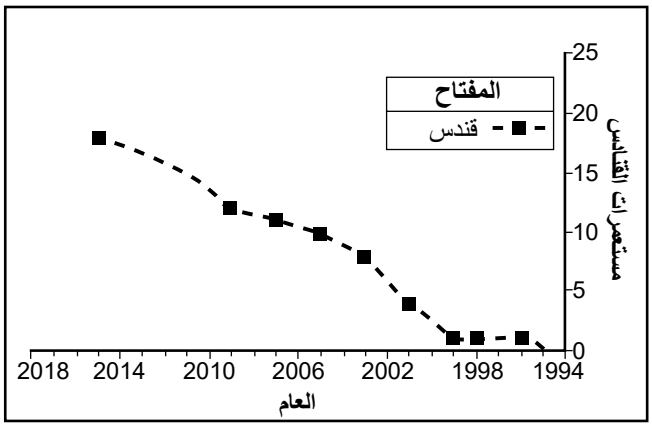
في مطلع القرن العشرين، كانت الذئاب في حديقة يلوستون تتعرَّض إلى الصيد المُفرط؛ وبحلول عام 1926، لم يَعُد للذئاب وجود في الحديقة. ومن ثمَّ زادت أعداد قطعان الأيائل في حديقة يلوستون وبدأت تتغذى على أعداد كبيرة من أشجار مثل أشجار الصفصاف، والحَوْر القُطنيّ، والحَوْر الرّجْراج. وكانت القنادس أيضًا تتغذى على تلك الأشجار، وتستخدمها في بناء سدودها.

في عام 1995، تم إدخال الذئاب إلى الحديقة مرة أخرى. توضح الرسوم البيانية أدناه التغيُّرات التي حدثت في موقعين من مواقع حديقة يلوستون، وهما منطقتا إيست فورك وويست فورك، في أعداد أشجار الصفصاف، من حيث كثافة الغطاء الشجري (الظُّلة)، وأعداد القنادس بعد إدخال الذئاب إلى الحديقة مرة أخرى.

التغيُّرات في أشجار حديقة يلوستون



التغيُّرات في أعداد القنادس



12 باستخدام دليل مستمد من الرسوم البيانية والمعلومات المُقدَّمة، صِف مدى تأثير القرار الذي اتخذه الإنسان بإعادة إدخال الذئاب مرة أخرى إلى حديقة يلوستون عام 1995 في البيئة داخل المنطقة. [1]

ربطت بعض الدراسات وجود الذئاب بالتغيُّرات التي حدثت في سلوك الأيائل. واستُخدِمت أجهزة التتبُّع بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لمراقبة تحركات الأيائل في مناطق حديقة يلوستون التي كانت فيها أعداد الذئاب كبيرة.

13 ما العبارة التي ستقدم دليلاً على أنَّ تزايد معدل بقاء الأيائل على قيد الحياة في حديقة يلوستون مرتبط بسلوك القطيع؟

(1) أشارت بيانات نظام تحديد المواقع العالمي إلى تطابُق معدلات البقاء على قيد الحياة بين قطعان الأيائل الكبيرة والأيائل التي تتنقَّل منفردةً.

(2) أشارت بيانات نظام تحديد المواقع العالمي إلى أنَّ قطعان الأيائل بدأت ترعى في مناطق مختلفة من الحديقة قلت فيها أعداد الذئاب.

(3) أشارت بيانات نظام تحديد المواقع العالمي إلى أن التغيُّر في نمط الرعي بين قطعان الأيائل قد زاد من فرص سلامة بعض الأيائل من الافتراس، ولكن معظم أعداد الأيائل كانت مُعرَّضة إلى الافتراس.

(4) أشارت بيانات نظام تحديد المواقع العالمي إلى أنه عند انتقال الذئاب إلى الأماكن التي كانت قطعان الأيائل تتغذى فيها، ظلت القطعان في المناطق نفسها.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 14 وحتى 18 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

علاج مشكلة الحساسية تجاه القطط

تُعَد القطط المنزلية من الحيوانات المحبوبة جدًا للإنسان. غير أن القطط يمكن أن تسبِّب ردود أفعال تحسسيَّة لما يتراوح ما بين 10 و20% من الأشخاص. تنشأ أعراض الحساسية نتيجة التعرُّض لأحد مُسبِّبات الحساسية، ويمكن أن يكون هذا المُسبِّب أحيانًا نوعًا من البروتينات. ويمكن عزو معظم أعراض الحساسية تجاه القطط إلى البروتين *Fel d 1*. تُنتِج هذا البروتين خلايا موجودة في تراكيب مختلفة داخل جسم القطة، ومنها الغدد اللعابية في الفم، والغدد الدهنية في الجلد.

المعلومات المتعلقة بتركيب البروتين *Fel d 1* مذكورة أدناه.

البروتين	تسلسل جزء من الحمض الأميني
Fel d 1 (مُسبِّب حساسية)	GLU TYR VAL GLU GLN VAL ALA GLN TYR LYS ALA LEU

14 ما العبارة التي تدعم ادعاء أنَّ تركيب الحمض النووي يحدِّد تركيب جزيء البروتين *Fel d 1* الذي تُنتِجه خلايا القطة؟

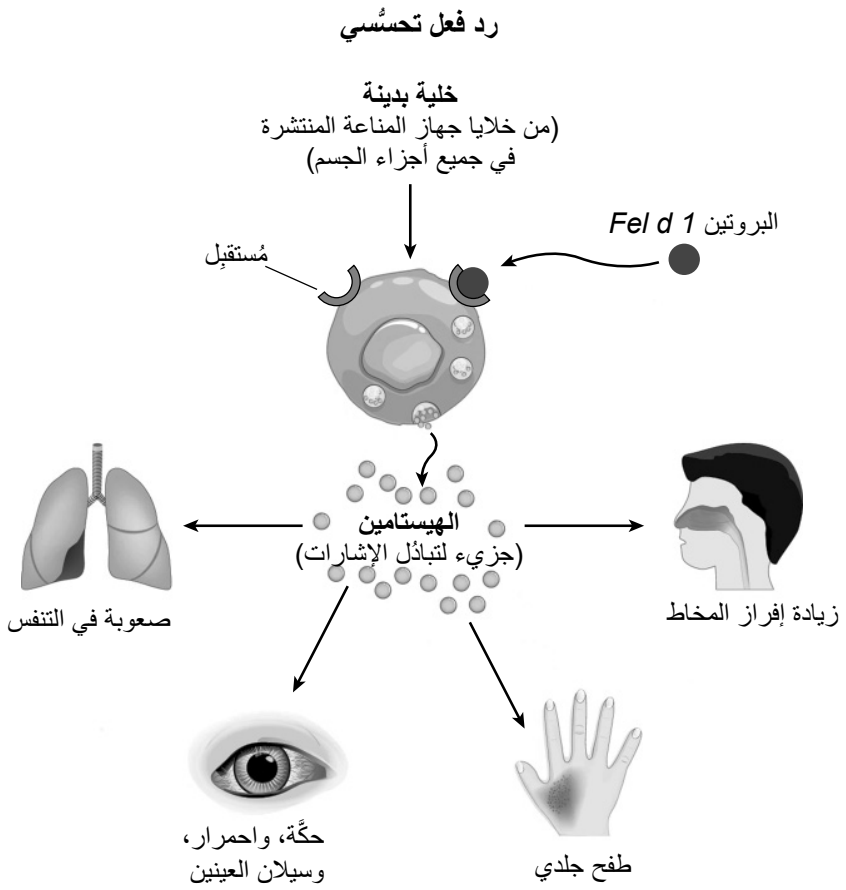
(1) تخزِّن البروتينات الموجودة في الحمض النووي للقطة شفرة أحماض أمينية معينة مطلوبة لتكوين البروتين *Fel d 1*.

(2) يشفِّر الحمض النووي الموجود في خلايا القطة تسلسلاً معينًا للأحماض الأمينية ينشأ عنه إنتاج البروتين *Fel d 1* في بعض الخلايا.

(3) يُنتج تسلسل الأحماض الأمينية الموجود في خلايا القطة الحمض النووي اللازم لتخليق البروتين *Fel d 1* في بعض الخلايا.

(4) يُخزَّن الحمض النووي اللازم لخلايا القطة داخل النواة، ثم يُطلَق عند الحاجة إلى إنتاج البروتين *Fel d 1*.

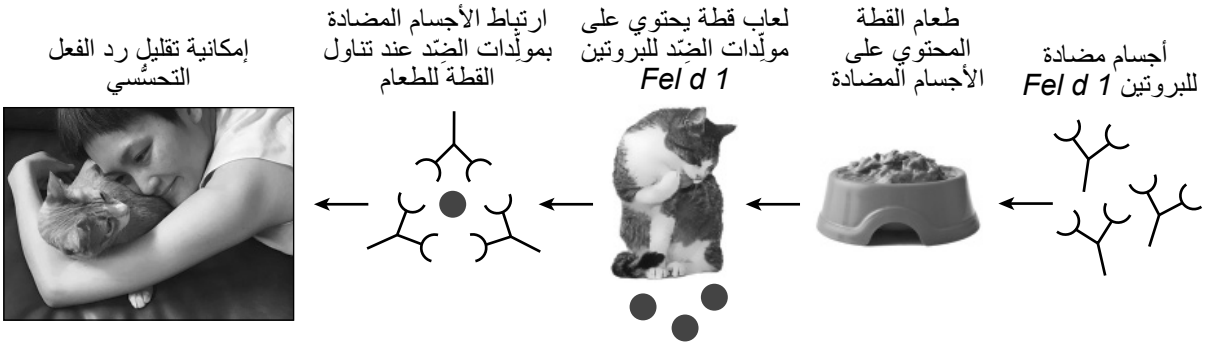
يوضح النموذج أدناه جزءًا من الآلية المسؤولة عن ظهور أعراض الحساسية تجاه القطط.



15 بناءً على النموذج أعلاه، صِف كيف تتفاعل مكونات جهاز المناعة والجهاز التنفسي معًا عندما يتعرَّض شخص يعاني من حساسية القطط للبروتين *Fel d 1*. [1]

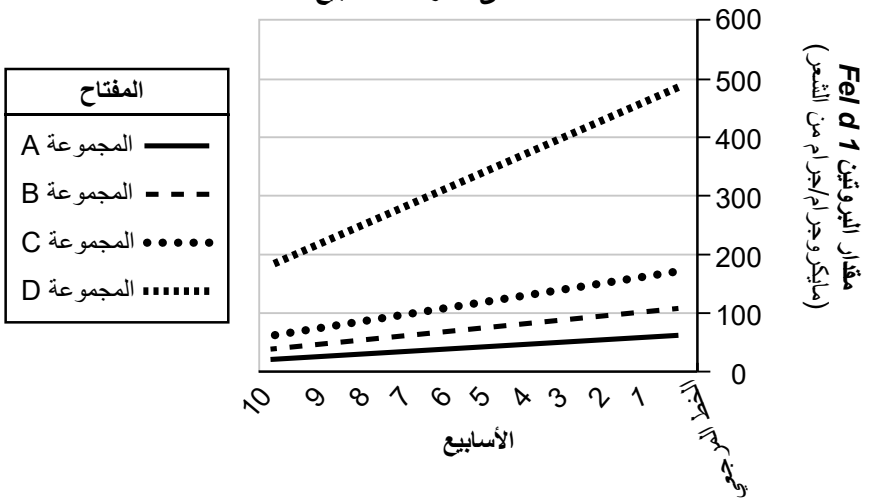
توصَّلت شركة مؤخرًا إلى طعام جديد للقطط مُعالَج بالأجسام المضادة. وادّعت الشركة أنَّ ذلك الطعام يُقدَّم إلى القطط لتقليل كمية البروتين *Fel d 1* الموجود في فراء القطة. تُنتِج القطط كميات من البروتين *Fel d 1* تتفاوت وفقًا لجنس القطة، وإنتاجها لهرمون التستوستيرون، وعمرها. خلال إحدى الدراسات، قُسِّمت 105 قطط إلى أربع مجموعات بناءً على مستويات بروتين *Fel d 1* الأولية لديها. وأُطعِمَت القطط كميات متساوية من ذلك الطعام المُعالَج بالأجسام المضادة على مدار عدة أسابيع. تُعرض نتائج الدراسة في الرسم البياني أدناه.

الإجراء المُتَّبع لتقليل كمية البروتين *Fel d 1* في فراء القطط



مولِّدات الضِّد للبروتين *Fel d 1*

التغيُّر في مقدار البروتين *Fel d 1* على مدار 10 أسابيع



16 ما العبارة التي توضِّح التباين الذي ظهر بحلول الأسبوع العاشر في كمية البروتين *Fel d 1* في كل جرام من فرو قطط المجموعة *A*؟

(1) أدّت الأجسام المضادة الموجودة في الطعام دور عامل وراثي من خلال منعها الخلايا الموجودة في الغدد اللعابية لدى القطة من إنتاج المزيد من البروتين *Fel d 1*.

(2) أدّت الأجسام المضادة الموجودة في الطعام دور عامل بيئي من خلال منعها الخلايا الموجودة في الغدد اللعابية لدى القطط من إنتاج المزيد من البروتين *Fel d 1*.

(3) أدّت الأجسام المضادة الموجودة في الطعام دور عامل وراثي من خلال ارتباطها بجزء كبير من البروتين *Fel d 1* الذي تنتجه القطط.

(4) أدّت الأجسام المضادة الموجودة في الطعام دور عامل بيئي من خلال ارتباطها بجزء كبير من البروتين *Fel d 1* الذي تنتجه القطط.

يستخدم باحثون آخرون تقنية كريسبر-كاس9 (التكرارات العنقودية المتناظرة القصيرة منتظمة التباعد مع بروتين كاس 9) لحل مشكلة الحساسية تجاه القطط. وهي تقنية وراثية تمكِّن الباحثين من تعديل أجزاء من الحمض النووي للكائن الحي من خلال إزالة أجزاء من تسلسل الحمض النووي، أو إضافتها، أو تعديلها. حَقَن الباحثون بويضات القطط المُخصَّبة ذات قواعد الحمض النووي الإضافية قبل أن يحدث لها أي انقسام ميتوزي. وقد منع ذلك الخلايا ذات الحمض النووي المُعدَّل من إنتاج البروتين المُسبِّب للحساسية الفعال.

17 ما الادعاء المتعلق بالتركيب الجيني للقطط الناتج عن استخدام هذه التقنية الذي تدعمه المعلومات المُقدَّمة؟

(1) سيحدث تغيُّر وراثي في جميع الخلايا الموجودة في أجسام القطط؛ ومن ثمَّ احتمالية انتقال هذا التغيُّر إلى نسل القطط في المستقبل.

(2) لن تكتسب هذا التغيُّر الوراثي إلا خلايا الغدد اللعابية وخلايا الجلد لدى القطط؛ ومن ثمَّ لا يمكن نقله إلى نسل القطط في المستقبل.

(3) ستحتوي نصف خلايا القطة على الجينات المُعدَّلة؛ ومن ثمَّ، فإن احتمالية انتقال الجين الجديد إلى نسل القطط المستقبلي نسبته 50%.

(4) ستكتسب الخلايا التناسلية فقط هذا التغيُّر الوراثي من الحمض النووي المُعدَّل؛ ومن ثمَّ، ستنتقل هذه الصفة إلى نسل القطط في المستقبل.

18 قدِّم تفسيرًا لكيفية تحديد الجينات لتركيب مُسبِّب الحساسية للبروتين *Fel d 1* من خلال شرح أسباب استخدام تقنية كريسبر-كاس9 لتعديل الحمض النووي للقطط، والذي أدَّى إلى عدم قدرة الغدد اللعابية للقطط على إنتاج بروتين *Fel d 1* يؤدي وظيفته. [1]

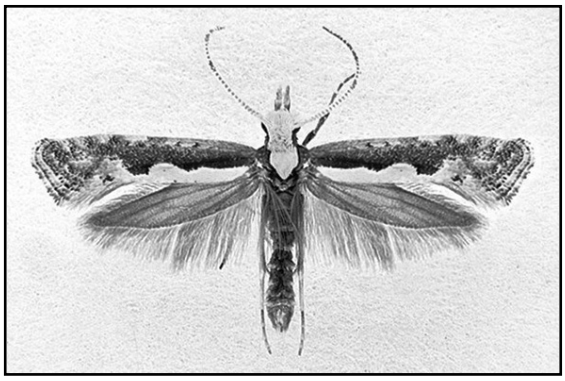
اجعل إجابتك عن الأسئلة من 19 وحتى 22 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

آفة تصعب مكافحتها

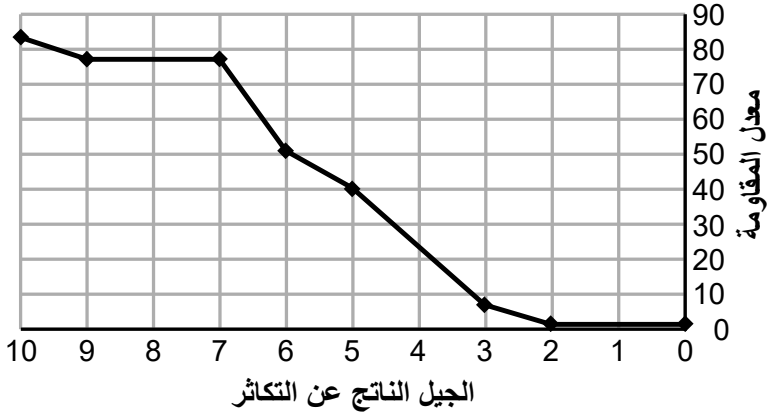
تُعَد حشرة العُثَّة مُعيَّنة الظهر من أنواع الحشرات الغازية التي تعيش في أنحاء متعددة من ولاية نيويورك. تصبح تلك الحشرة، في طور اليرقة، آفة زراعية؛ لأنها تتغذى على النباتات، وتدمر المحاصيل الزراعية، مثل الكرنب، والبروكلي، والقنبيط. يمكن استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية، مثل مبيد البوتان–فبرونيل، لمكافحة آثار الآفات، مثل حشرة العُثَّة مُعيَّنة الظهر. بعض المعلومات حول حشرة العُثَّة مُعيَّنة الظهر موضحة أدناه.

يرقة

عُثَّة بالغة



تأثير مبيد البوتان–فبرونيل في معدل مقاومة حشرات العُثَّة مُعيَّنة الظهر مع مرور الوقت



19 باستخدام دليل مستمد من الرسم البياني، ما أفضل عبارة تشرح معدل مقاومة حشرات العُثَّة مُعيَّنة الظهر؟

(1) انخفضت نسبة أعداد الحشرات التي قاومت مبيد البوتان–فبرونيل مع مرور الوقت؛ لأن العُثَّث التي لديها مقاومة فرصتها أقل في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.

(2) ازدادت نسبة أعداد الحشرات التي قاومت مبيد البوتان–فبرونيل مع مرور الوقت؛ لأن العُثَّث التي ليست لديها مقاومة فرصتها أكبر في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.

(3) ازدادت نسبة أعداد الحشرات التي قاومت مبيد البوتان–فبرونيل مع مرور الوقت؛ لأن العُثَّث التي لديها مقاومة فرصتها أكبر في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.

(4) لا يتغير معدل المقاومة الإجمالي بين أعداد العُثَّث، ولكن زادت نسبة العُثَّث المقاوِمة للمبيد؛ لأن النسل لديه

فرصة أكبر في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.

20 ما السؤال الذي يمكن لأحد العلماء طرحه لتوضيح دور الحمض النووي في نقل مقاومة مبيد البوتان–فبرونيل من جيل إلى الجيل الذي يليه؟

(1) هل مقاومة المبيد الحشري لدى اليرقات تنشأ عن طفرة في خلايا الجسم؟

(2) هل اليرقات التي لديها مقاومة للمبيد الحشري ذات حمض نووي مطابق للحمض النووي لدى الحشرة البالغة؟

(3) هل لدى الحشرات الأبوية في أمشاجها جين يوفّر مقاومة المبيد الحشري؟

(4) هل يرث جميع أفراد النسل حمضًا نوويًا متطابقًا من كلا الفردين الأبويَّيْن؟

تُعالَج بعض المحاصيل الزراعية باستخدام نوع بكتيريا يُسمَّى *البكتيريا العصوية التورنجية* (*Bt*)، وهذا بديل عن استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية. تُنتِج *البكتيريا العصوية التورنجية* بروتينات سامة لأنواع معينة من الحشرات، ويمكن استخدامها باعتبارها مبيدات حشرية. درس العلماء تأثير السموم التي تنتجها *البكتيريا العصوية التورنجية* في يرقات العُثَّة مُعيَّنة الظهر. يوضح الجدول أدناه بعض البيانات المستخلصة من تحقيق علمي.

النسبة المئوية (%) لحالات نفوق يرقات العُثَّة مُعيَّنة الظهر نتيجة تعرُّضها لأربعة سموم تنتجها *البكتيريا العصوية التورنجية*

يرقات العُثَّة مُعيَّنة الظهر	نوع السم الذي تنتجه *البكتيريا العصوية التورنجية*	نسبة النفوق (%)
المجموعة 1	Cry1Aa	98
	Cry1Ab	97
	Cry1Ac	94
	Cry1F	100
المجموعة 2	Cry1Aa	11
	Cry1Ab	2
	Cry1Ac	10
	Cry1F	0

21 ما أفضل عبارة تشرح التبايُن في حالات النفوق المُلاحَظة بين مجموعتَي يرقات العُثَّة مُعيَّنة الظهر؟

(1) لدى المجموعة 1 من اليرقات على الأرجح صفة مقاومة سموم *البكتيريا العصوية التورنجية*؛ لأن معدل نفوقها أعلى.

(2) لدى المجموعة 2 من اليرقات على الأرجح صفة مقاومة سموم *البكتيريا العصوية التورنجية*؛ لأن معدل نفوقها أقل.

(3) لدى المجموعة 1 من اليرقات على الأرجح صفة مقاومة المبيدات الحشرية الكيميائية؛ لأن معدل نفوقها أقل.

(4) لدى المجموعة 2 من اليرقات على الأرجح صفة مقاومة المبيدات الحشرية الكيميائية؛ لأن معدل نفوقها أعلى.

تحدث العديد من العمليات التي تؤدي إلى مقاومة الحشرات للمبيدات الحشرية، ومنها عملية تغيِّر إنتاج بروتين معين مطلوب لنقل المواد عبر غشاء الخلية. تحدث هذه العملية في حشرتَي العُثَّة مُعيَّنة الظهر وثقّابة الذرة الأوروبية. وتستطيع ثقّابة الذرة الأوروبية أيضًا تطوير مقاومة للسموم التي تكوّنها *البكتيريا العصوية التورنجية*.

حشرة ثقَّابة الذرة الأوروبية البالغة

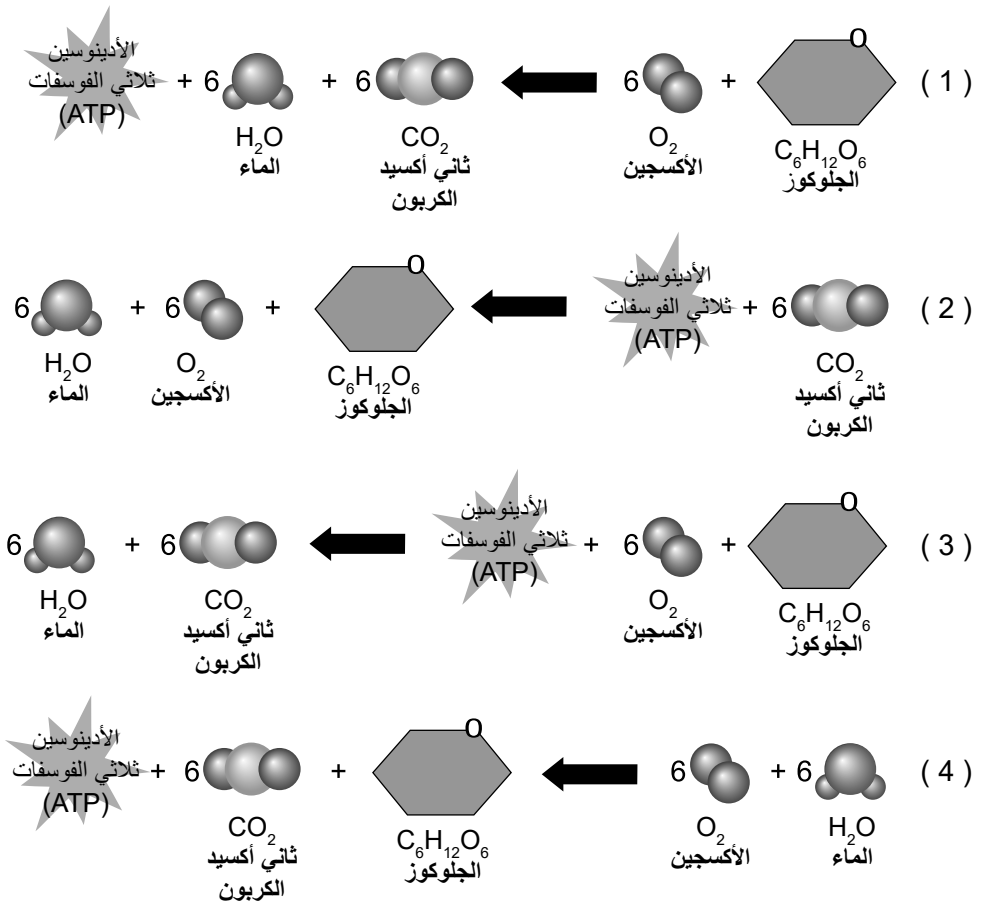
22 صِف المعلومات العلمية التي يمكن استخدامها لدعم ادعاء أنَّ حشرتَي ثقَّابة الذرة الأوروبية والعُثَّة مُعيَّنة الظهر لهما سلف مشترك. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 23 وحتى 27 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

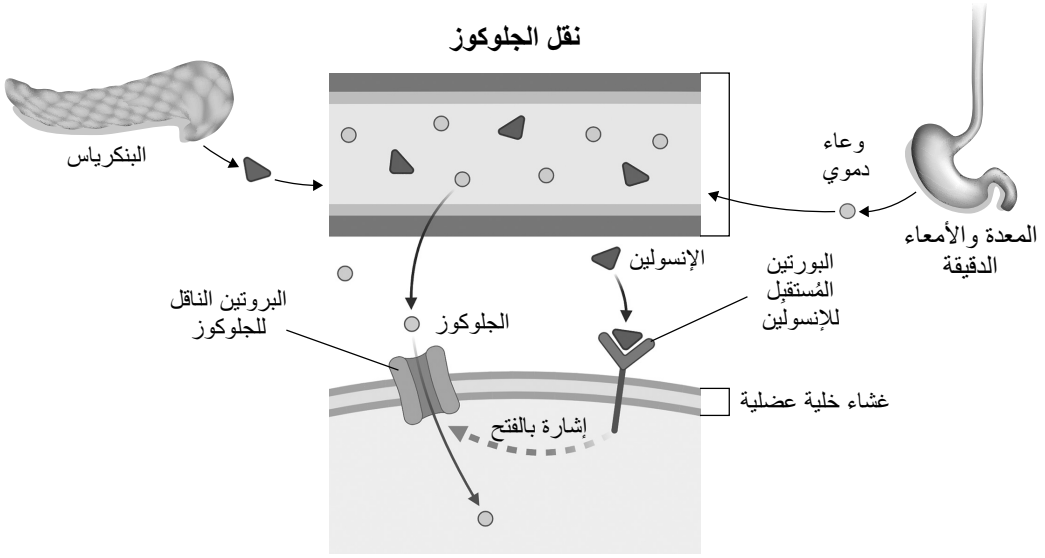
السكري

السكري مرض مزمن يؤثر في كيفية تنظيم الجسم لمستوى سكر الدم (الجلوكوز). وتوجد عدة أشكال لمرض السكري، ومنها مرض السكري من النوع 1، ومرض السكر من النوع 2. يمكن استخدام أعراض متعددة لتشخيص الإصابة بمرض السكري. ومن الأعراض المرتبطة بالسكري ضعف العضلات والشعور بالتعب.

23 ما النموذج الذي يلخِّص العملية التي يمكن أن يعوق مرض السكري حدوثها لينتج عن ذلك التعب العضلي؟



يمثل النموذج أدناه التفاعل الذي يتم بين التراكيب في أجهزة الجسم للحفاظ على مستويات الجلوكوز الطبيعية في دم شخص غير مصاب بمرض السكري.

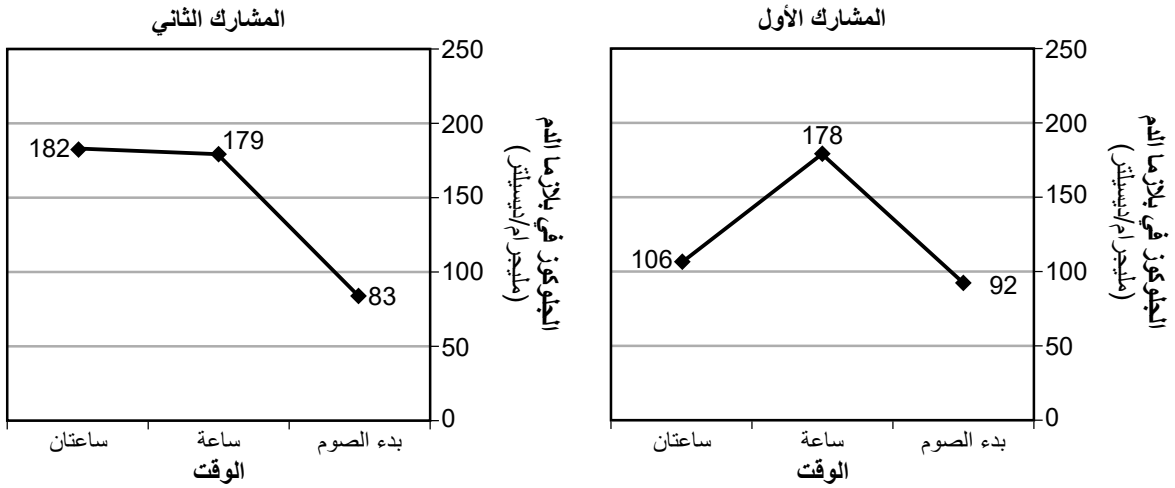


24 باستخدام النموذج أعلاه، حدد *جهازَين* من أجهزة الجسم، وصِف كيف يتفاعل هذان الجهازان معًا لتنظيم مستويات الجلوكوز لدى شخص غير مصاب بمرض السكري. [1]

يختلف السكري من النوع 1 والسكري من النوع 2 في أسبابهما، ووقت بداية ظهور أعراضهما، وطرق التعامل معهما، على الرغم من أن كلا النوعين يؤدي إلى مشكلات تتعلق بالإنسولين. يتميز مرض السكري من النوع 1 بضعف قدرة البنكرياس على إفراز الإنسولين. يُفرَز الإنسولين بصورةٍ طبيعية عند الإصابة بمرض السكري من النوع 2، ولكن خلايا الجسم لا تستجيب له على النحو المناسب.

تُستخدَم اختبارات تحمُّل الجلوكوز لتشخيص المشكلات المتعلقة بتنظيم جلوكوز الدم. طُلِب من عشرين مشاركًا في دراسة معينة أن يصوموا (يمسِكوا عن تناول الطعام) قبل تناولهم 75 جرامًا من الجلوكوز. وبعد ذلك، أُخِذت عينات الدم من المشاركين على فترات زمنية لقياس استجابة الجسم. يوضح الرسمان البيانيان أدناه بعض المعلومات التي جُمِعَت من شخصين مشاركَين في الدراسة.

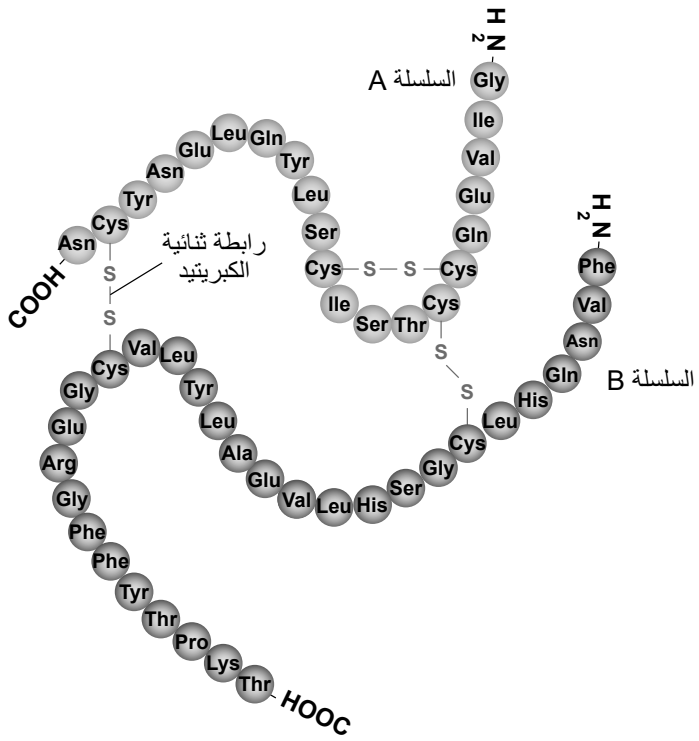
نتائج اختبارات تحمُّل الجلوكوز



25 استخدم الأدلة لوصف الدور الذي يؤديه الإنسولين في حدوث آلية تغذية راجعة تساعد الجسم على الحفاظ على الاتزان الداخلي لدى المشارك الأول، بينما لا يؤدي الإنسولين هذا الدور لدى المشارك الثاني. [1]

تتكوَّن البروتينات من سلسلة أو أكثر من سلاسل الأحماض الأمينية. ويمكن أن تتكوَّن روابط، مثل الروابط ثنائية الكبريتيد، بين الأحماض الأمينية في سلسلتين مختلفتين للمساهمة في تركيب البروتين. يوضح النموذج أدناه بعض المعلومات حول جزء من أحد بروتينات الإنسولين.

نموذج لجزء من أحد بروتينات الإنسولين



26 ما الدليل الذي يدعم على أفضل نحو ادعاء أنَّ حدوث طفرة يمكن أن يغيِّر تركيب الإنسولين؟

(1) إذا تغيَّرت التعليمات التي تشفِّر حمض السيستين الأميني (Cys)، فقد يُدخَل حمض أميني مختلف في سلسلة الأحماض الأمينية؛ فتنخفض القدرة على تكوين رابطة ثنائية الكبريتيد، ويتغير بذلك تركيب الإنسولين.

(2) إذا تغيَّرت التعليمات التي تشفِّر حمض التيروزين الأميني (Tyr)، فقد يُدخَل حمض أميني مختلف في سلسلة الأحماض الأمينية؛ فتنخفض القدرة على تكوين رابطة ثنائية الكبريتيد، ويتغير بذلك تركيب الإنسولين.

(3) إذا تغيَّرت التعليمات التي تشفِّر حمضًا أمينيًا مختلفًا لتشفِّر حمض السيستين الأميني (Cys)، فسيتغير موضع الرابطة ثنائية الكبريتيد؛ فتنخفض القدرة على تكوين رابطة ثنائية الكبريتيد؛ وهذا سيحافظ على تركيب الإنسولين.

(4) إذا تغيَّرت التعليمات التي تشفِّر حمضًا أمينيًا مختلفًا لتشفِّر حمض التيروزين الأميني (Tyr)، فسيتغير موضع الرابطة ثنائية الكبريتيد؛ فتزيد القدرة على تكوين رابطة ثنائية الكبريتيد؛ وهذا سيحافظ على تركيب الإنسولين.

لقد تحسَّنت طرق التعامل مع مرض السكري من خلال استخدام الوسائل التكنولوجية المتطورة. يوضح الجدول أدناه بعض المعلومات حول الإستراتيجيات الممكنة للتعامل مع مرض السكري لدى الأشخاص المصابين به.

إستراتيجيات الإدارة الممكنة لشخص مصاب بالسكري.

خيار التعامل	الوصف
الأدوية القابلة للحَقْن ذات الاستخدام الشخصي	**الفوائد** • زيادة التحكم في مستوى السكر في الدم • إمكانية فقدان الوزن • انخفاض مستوى الجلوكوز في الدم بشكلٍ فعال **أوجه الخطورة** • نقص سكر الدم (انخفاض معدل الجلوكوز في الدم) • ردود أفعال جسدية في موضع الحَقن (ألم، أو احمرار، أو حكَّة، أو تورُّم) • غالية الثمن (تكلفة اللوازم الطبية)
العلاج بمضخة الإنسولين	**الفوائد** • إيصال الإنسولين بدقة • مرونة أكبر في نمط الحياة (مواعيد تناول الوجبات، وروتين التمرينات الرياضية) • تقليل معدل استخدام الأدوية المحقونة **أوجه الخطورة** • ظهور مشكلات في موضع التسريب (تهيُّج الجلد، وعدوى الجلد، وانسداد الأنبوب) • عطب المضخة (يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع سريع في جلوكوز الدم) • غالية الثمن (تكلفة المضخة ومستلزماتها، كما أن تكلفة المضخة لا تغطيها جميع خطط التأمين الصحي)
أجهزة المراقبة المستمرة لمستوى الجلوكوز في الدم (أجهزة استشعار)	**الفوائد** • تقديم بيانات حول الجلوكوز في الوقت الفعلي • زيادة التحكم في مستويات سكر الدم • تقليل معدل خطورة حدوث مضاعفات من الحَقْن **أوجه الخطورة** • الاستخدام المعقد (التدريب على استخدامها وتعلُّمه مطلوب) • غالية الثمن (تكلفة أجهزة الاستشعار وأجزائها، كما أن تكلفة تلك الأجهزة وأجزائها لا تغطيها جميع خطط التأمين الصحي)
زراعة البنكرياس	**الفوائد** • زيادة التحكم في مستوى السكر في الدم • تأخير/الوقاية من حدوث المضاعفات طويلة المدى • الاستغناء عن الإنسولين (لا حاجة إلى الحصول على الإنسولين من خارج الجسم) **أوجه الخطورة** • الجراحة: مضاعفاتها (نزيف، وعدوى، وجلطات دموية)، وارتفاع تكلفتها • استخدام الأدوية المُثبِّطة للمناعة مدى الحياة، وهي أدوية تَزيد من خطر الإصابة بالعدوى • من الممكن أن يتوقف البنكرياس عن أداء وظيفته، أو يؤديها بكفاءة منخفضة

27 حلِّل الإستراتيجيات المُقدَّمة للتعامل مع مرض السكري لدى الأشخاص المصابين به. اذكر معيارًا **واحدًا** وقيدًا **واحدًا** أخذهما العلماء في الحسبان عند وضع هذه الحلول لتلبية احتياجات ومتطلبات مرضى السكري على أفضل وجه. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 28 وحتى 32 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

سلوك النحل ومخاطره

نحل العسل حشرات اجتماعية تعيش في مجموعات تعاونية تُسمَّى خلايا النحل. والنحل ضروري جدًا لسلامة العديد من الأنظمة البيئية؛ لأنه يتغذى على حبوب اللقاح والرحيق من الزهور، ويساعد على تلقيح العديد من النباتات الزهرية.

يظهر على نحل العسل سلوك اتخاذ القرارات الجماعية عند اختيار مكان جديد لبناء خلية جديدة؛ فعوامل الضغط مثل زيادة أعداد النحل في الخلية، أو إزعاج الحيوانات الأخرى للنحل، أو تقسيم الإنسان للموئل الطبيعي، أو نقص الغذاء المتاح، كلها علامات تدل على أنه يجب على جموع النحل الموجود في الخلية العثور على بيت جديد. ومن ثمَّ تدفع عوامل الضغط هذه نحل العسل إلى إبداء سلوك التطريد؛ إذ تُرسِل خلايا النحل التي تتألف مما يصل إلى 10,000 نحلة نحلات كشافة للعثور على أماكن جديدة يمكن أن تصلح لبناء بيت، ويختار النحل إجماعًا أفضل مكان.

طرد نحل العسل

28 ما الحل الذي يمكن للمجتمع استخدامه *لتقليل* تأثير النشاط البشري في جماعات نحل العسل بأكبر قدر ممكن من الفعالية؟

(1) استخدام مبيدات الأعشاب للحد من نمو النباتات التي تنافس النحل على موارده الغذائية.

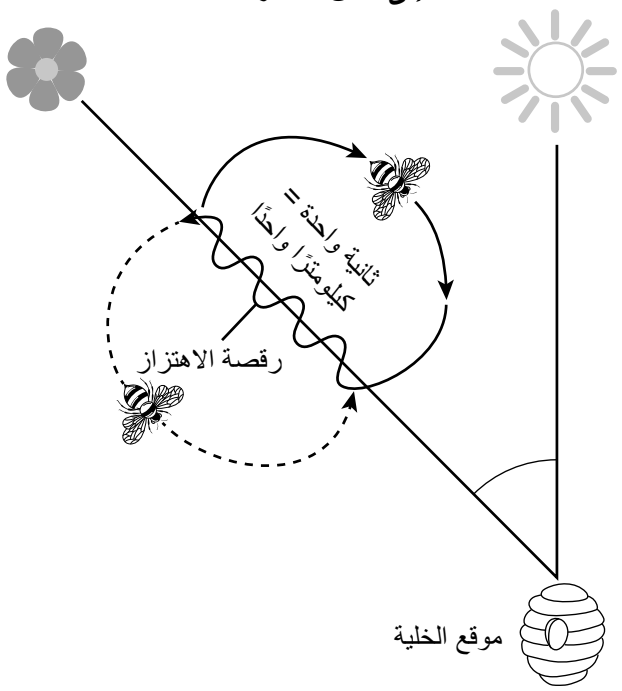
(2) إنشاء الحدائق والأماكن العامة المفتوحة التي تحتوي على النباتات الزهرية الأصلية.

(3) إنشاء أماكن مغلقة حول خلايا النحل حتى لا يتمكن النحل من مغادرة المكان.

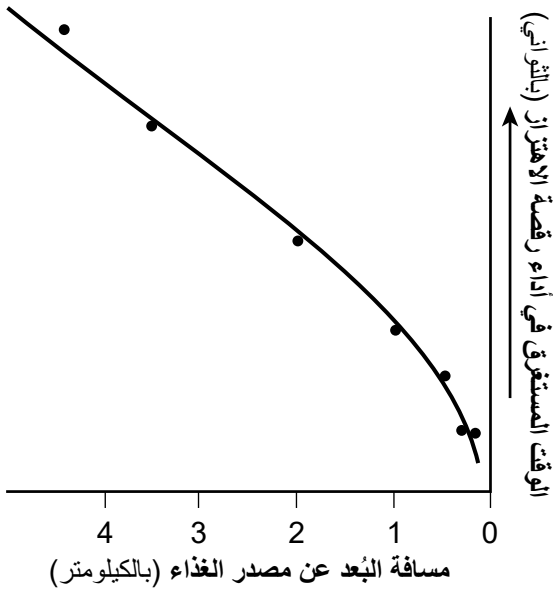
(4) استخدام المبيدات الحشرية للقضاء على الحشرات الأخرى التي تتغذى على اللقاح والرحيق.

عندما تعثر النحلة العاملة على مصدر غذاء جديد، تعود إلى الخلية وتُبدي سلوكًا يُعرَف باسم "رقصة الاهتزاز"؛ إذ تتحرك النحلة بنمط على شكل الرقم ثمانية، وتهز بطنها. ومن خلال سرعة هذا النمط واتجاهه، تعرِف النحلات الأخريات مكان مصدر الغذاء الجديد. يوضح النموذجان أدناه بعض المعلومات حول هذا السلوك.

العلاقة بين رقصة الاهتزاز والاتجاهات إلى مكان مصدر الغذاء



العلاقة بين رقصة الاهتزاز ومسافة البُعد عن مصدر الغذاء



29 بناءً على المعلومات أعلاه، كيف يكون لرقصة الاهتزاز التي تؤديها النحلة الواحدة تأثير مفيد لأفراد الخلية؟

(1) تتيح القدرة على التواصل من خلال رقصة الاهتزاز للنحل العثور على أفراد خلايا النحل الأخرى ومشاركة الموارد معهم.

(2) تتيح القدرة على التواصل من خلال رقصة الاهتزاز زيادة قدرة أفراد خلية النحل على تجنُّب المفترسات.

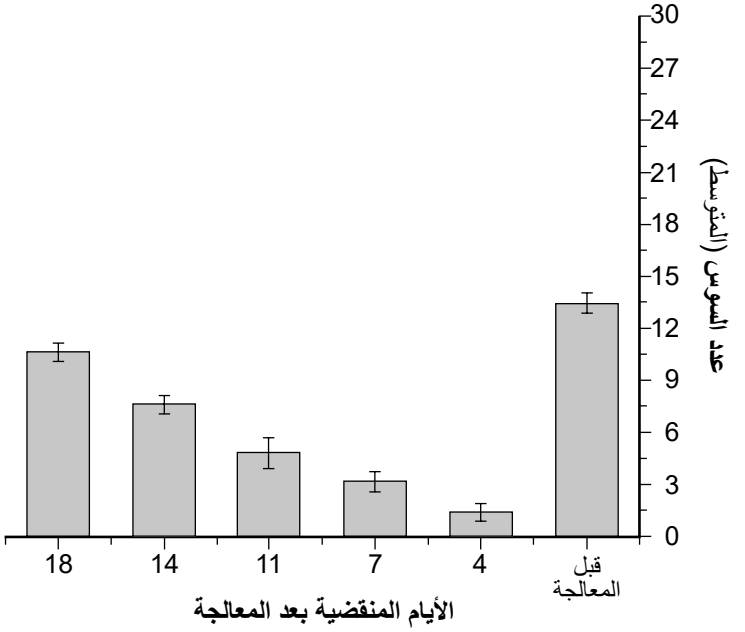
(3) تتيح القدرة على التواصل من خلال رقصة الاهتزاز لأفراد خلية النحل جَمْع الموارد على نحو أكثر فعاليةً.

(4) تتيح القدرة على التواصل من خلال رقصة الاهتزاز لأفراد خلية النحل معرفة النباتات التي تُعَد موارد غذائية.

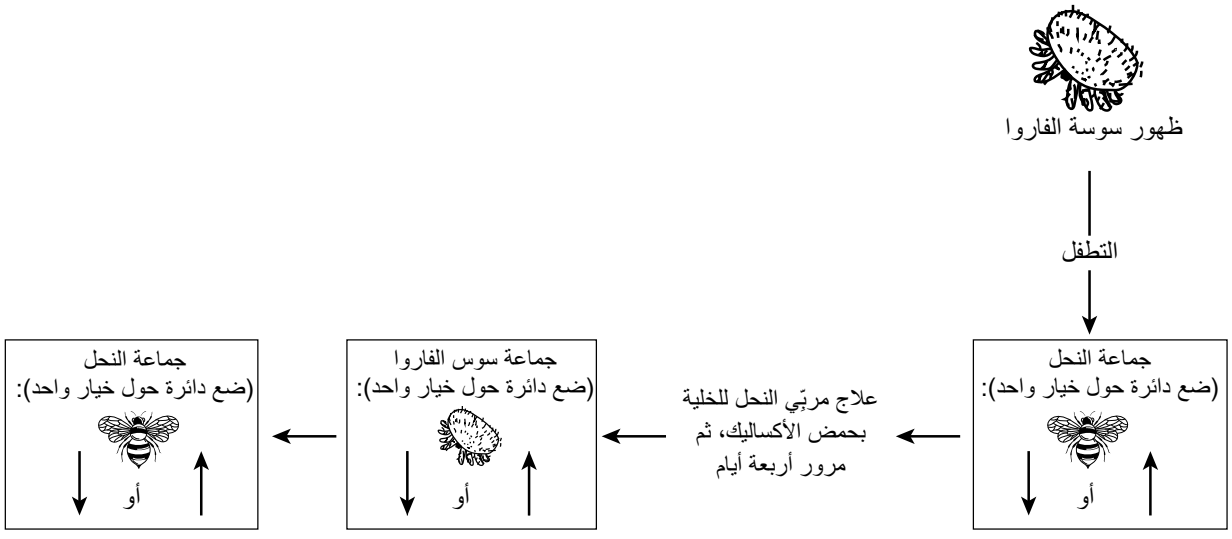
سوسة الفاروا من الطفيليات الغازية التي تصيب نحل العسل الغربي. ويمكن أن يؤدي اجتياح هذه السوسة إلى تدمير جماعة كاملة من نحل العسل. تتغذى السوسة على النحل البالغ ويرقات النحل على حدٍّ سواء، ويمكنها أن تقتل اليرقات قبل الفَقْس. يحاول النحل البالغ حماية مستعمرة النحل من خلال التخلُّص من السوس والنحلات المُصابة به.

ويعالج مُربّو النحل الخلايا التي اجتاحها السوس باستخدام حمض الأكساليك، وهو حمض يقتل سوس الفاروا. توضح البيانات أدناه معلومات حول عدد السوس الموجود في مستعمرات النحل قبل معالجتها بحمض الأكساليك، وبعد معالجتها بالحمض.

المعالجة من سوس الفاروا باستخدام حمض الأكساليك



30 استخدم المعلومات المُقدَّمة لإكمال الرسم التخطيطي أدناه من خلال وضع دائرة حول السهم الموجود في كل مربع يصف أفضل اتجاه لجماعة النحل يدعم تفسير أن جماعات النحل تتأثر بالسوس وبالمعالجة باستخدام حمض الأكساليك. [1]



31 بناءً على البيانات المُقدَّمة، ما أفضل تفسير يصف فعالية استخدام وسائل المعالجة بحمض الأكساليك كل 18 يومًا لتقليل عدد سوس الفاروا الغازي تدريجيًّا بمرور الوقت؟

(1) ستكون هذه المعالجة فعَّالة؛ لأن عدد السوس الحي يستمر في الانخفاض على مدار الأسابيع التي تلي التعرُّض لحمض الأكساليك.

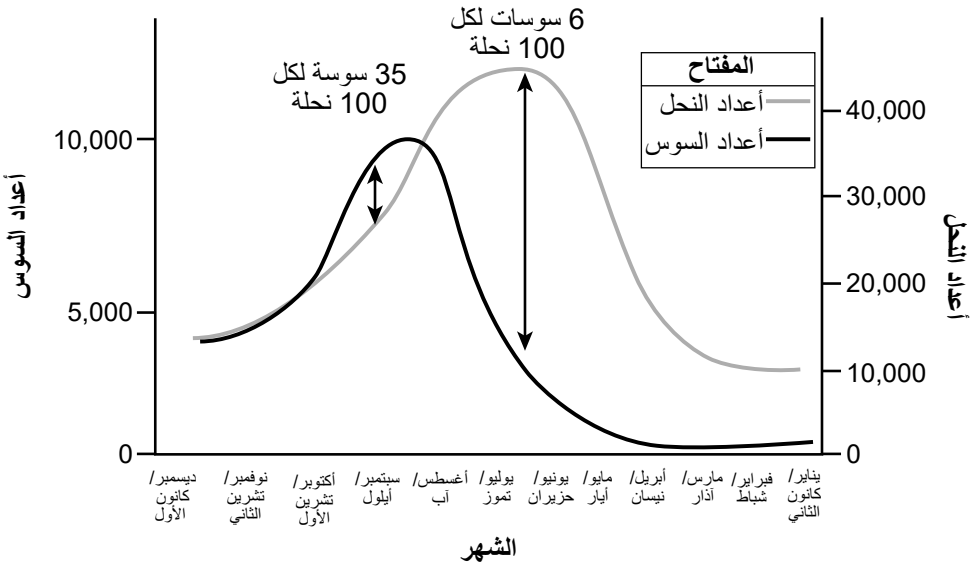
(2) لن تكون هذه المعالجة فعَّالة؛ لأن حشرة سوسة الفاروا ستصبح مقاوِمة لحمض الأكساليك عند تكرار المعالجة باستخدام هذا الحمض.

(3) لن تكون هذه المعالجة فعَّالة؛ لأن سوس الفاروا الذي لديه مقاومة طبيعية لحمض الأكساليك من الممكن أن يظل على قيد الحياة ويتكاثر.

(4) ستكون هذه المعالجة فعَّالة؛ لأنها تمنح سوس الفاروا وقتًا كافيًا لتعلُّم تجنُّب خلايا النحل التي تحتوي على حمض الأكساليك.

يمكن أن يصبح سوس الفاروا في حالة سبات خلال أشهر فصل الشتاء البارد. وعندما تزيد أعداد النحل، يخرج السوس من حالة السبات، ويبدأ في إصابة أعداد كبيرة من النحل. أظهرت الدراسات أنَّ معدلات الإصابة التي تزيد عن 5% في الخريف تقلل من فرص نجاة المستعمرات؛ حيث تؤدي المعدلات الأعلى إلى خسائر أكبر خلال فصل الشتاء. يوضح الرسم البياني أدناه مدى تغيُّر أعداد النحل والسوس في خلية معينة على مدار سنة.

أعداد نحل العسل وسوس الفاروا على مدار عام



32 باستخدام الدليل والمنطق، قيِّم الادعاء الذي يزعم أنَّ الوقت من العام الذي يتم فيه علاج سوسة الفاروا قد يحدد ماذا كان سينشأ نظام بيئي جديد في العام التالي. [1]

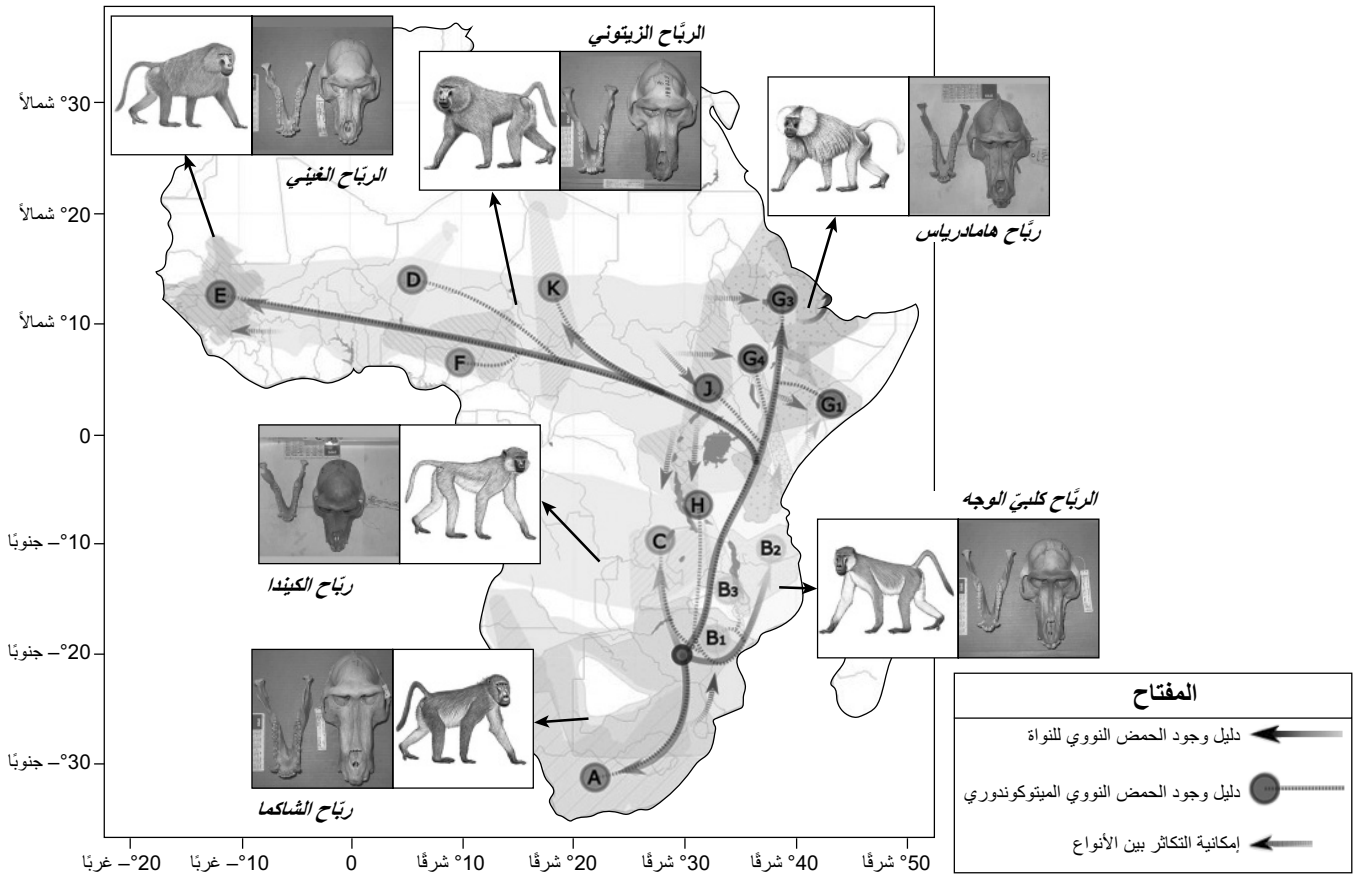
☐ الادعاء صحيح ☐ الادعاء غير صحيح

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 33 وحتى 36 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

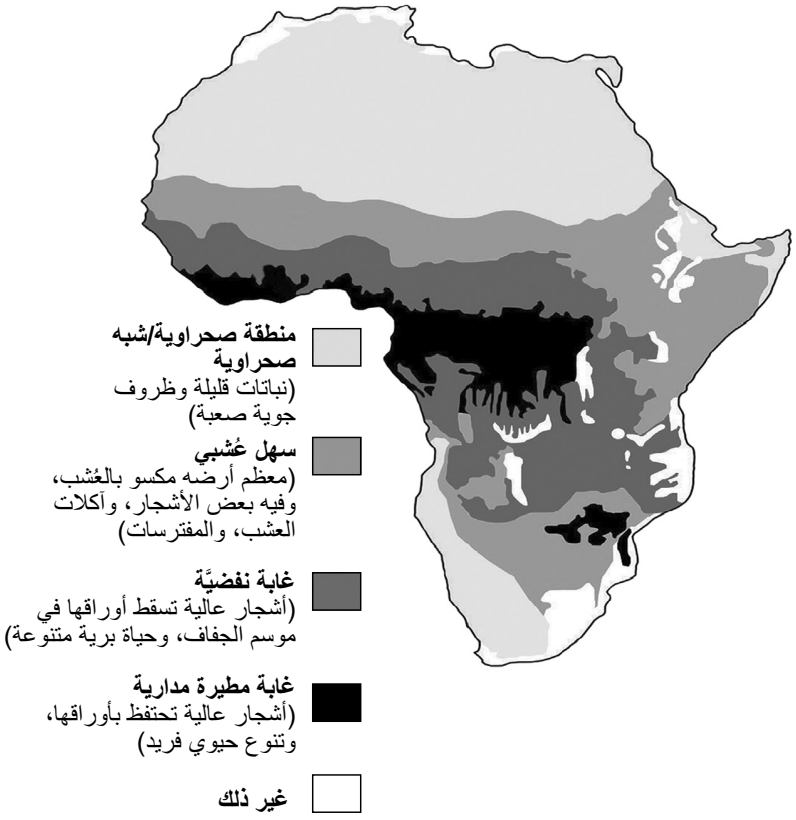
تطوُّر قرد الربّاح (البابون)

أجريت دراسات على العلاقات التطورية لقرود الربّاح الأفريقية. وعلى الرغم من الارتباط الوثيق بين جميع قرود الربّاح وقدرتها على التكاثر، فقد سُمِّيت بأسماء مختلفة نظرًا إلى الاختلافات في شكلها، وسلوكياتها، ومواطنها البيئية. نظرًا إلى قدرة جميع قرود الربّاح على التهجين، أُجري فحص دقيق للأنماط الوراثية على مستويَي الحمض النووي للنواة (nDNA) والحمض النووي الميتوكوندوري (mtDNA). يوجد الحمض النووي الميتوكوندوري داخل الميتوكوندريا، وينتقل بالوراثة من القردة الأم التي يَغلب أن تظل في المنطقة الجغرافية التي وُلِدَت فيها أكثر من القردة الذكور. توضح الرسوم التخطيطية التالية بعض المعلومات حول قرود الربّاح الأفريقية ومواطنها البيئية. ويشير كل حرف إلى مجموعة مختلفة من الأحماض النووية الميتوكوندورية.

قرود الربّاح الأفريقية



خريطة المَواطن البيئية في أفريقيا



33 ما الدليل التجريبي الذي يدعم ادعاء أنَّ قرود الربّاح الأفريقية لها سلف مشترك؟

(1) أثَّرت تغيُّرات الحمض النووي الميتوكوندوري في شكل الجمجمة عبر الأجيال.

(2) جماجم قرود الربّاح المعاصرة متطابقة في المجموعتين A وC.

(3) نشأت تغيُّرات الحمض النووي الميتوكوندوري من موقع واحد.

(4) نشأ شعر الوجه الطويل من تغيُّرات الحمض النووي للنواة لدى المجموعتين A وB.

34 ما أفضل دليل يفسر كيف أن تطوُّر قرود الربّاح الأفريقية ناتجٌ عن عامل بيئي؟

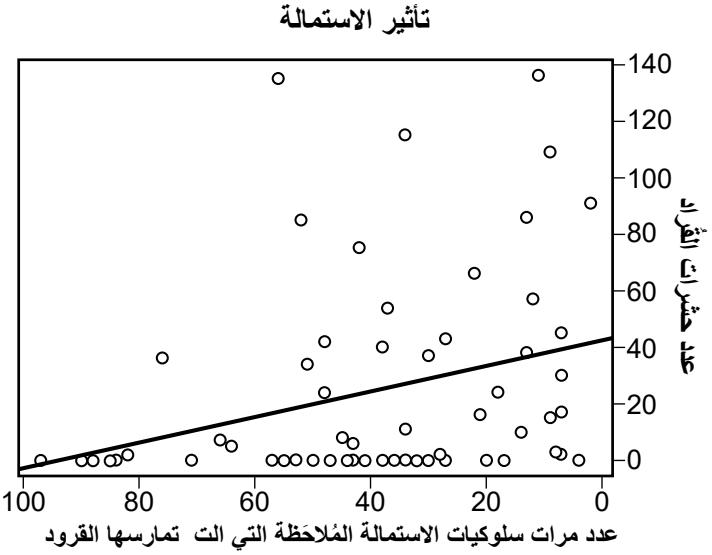
(1) شعر وجه *الربّاح الغيني* يقيه على أفضل وجه من آثار العواصف الرملية في الصحراء.

(2) فك *ربّاح الكيندا* يجعله أفضل استعدادًا للتكيُّف مع البيئات المتنوعة.

(3) شعر وجه *ربَّاح هامادرياس* يتيح له التخفِّي بين الأشجار الطويلة.

(4) فك *ربّاح الشاكما* يجعله أفضل استعدادًا للتكيُّف بيئات الغابات المطيرة.

يظهر على قرود الربّاح الأفريقية سلوك اجتماعي يُسمَّى "الاستمالة"، ويتضمن التخلُّص من الطفيليات، مثل القُراد، التي تنقل الأمراض المُعدية والسامة. يفضِّل القراد البيئات الجافة التي يقل فيها المتوسط السنوي لسقوط الأمطار عن 750 مم في السنة. ويؤثر القراد في قرود الربّاح الأفريقية من خلال تقليل قدرتها على نقل الأكسجين عبر الدم؛ وهذا يمكن أن يؤدي إلى وفاة قرود الربّاح الرُضَّع والصغار. تعزز سلوكيات الاستمالة الروابط والصلات الاجتماعية؛ وهذا يعمل على بناء العلاقات والحفاظ عليها بين القرود. أثبتت الدراسات أن احتمالية المشاركة في السلوكيات الاجتماعية تتأثر بجينات معينة. يوضح الرسم البياني أدناه بعض المعلومات حول سلوك الاستمالة بين قرود الربّاح الأفريقية.



35 صِف الدليل المستخلص من الرسم البياني الذي يدعم ادعاء أنَّ سلوك الاستمالة يعزّز فرصة قرود الربّاح الأفريقية في البقاء على قيد الحياة والتكاثر. [1]

36 ما العبارة التي تقدم دليلاً يفسر كيف يمكن أن يتسبب عامل بيئي في تغيّر في تكرار الجينات المرتبطة باحتمالية ظهور السلوكيات الاجتماعية لدى قرود الرباح الأفريقية؟

(1) عندما يزيد متوسط معدل سقوط الأمطار، تؤدي زيادة سلوك الاستمالة إلى تقليل احتمالية نقل الجينات المرتبطة بالميل إلى المشاركة في هذا السلوك إلى النسل.

(2) عندما يزيد متوسط معدل سقوط الأمطار، تؤدي زيادة سلوك الاستمالة إلى زيادة احتمالية نقل الجينات المرتبطة بالميل إلى المشاركة في هذا السلوك إلى النسل.

(3) عندما يقل متوسط معدل سقوط الأمطار، تؤدي زيادة سلوك الاستمالة إلى تقليل احتمالية نقل الجينات المرتبطة بالميل إلى المشاركة في هذا السلوك إلى النسل.

(4) عندما يقل متوسط معدل سقوط الأمطار، تؤدي زيادة سلوك الاستمالة إلى زيادة احتمالية نقل الجينات المرتبطة بالميل إلى المشاركة في هذا السلوك إلى النسل.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 37 وحتى 40 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

آكل الحشرات الأرجواني

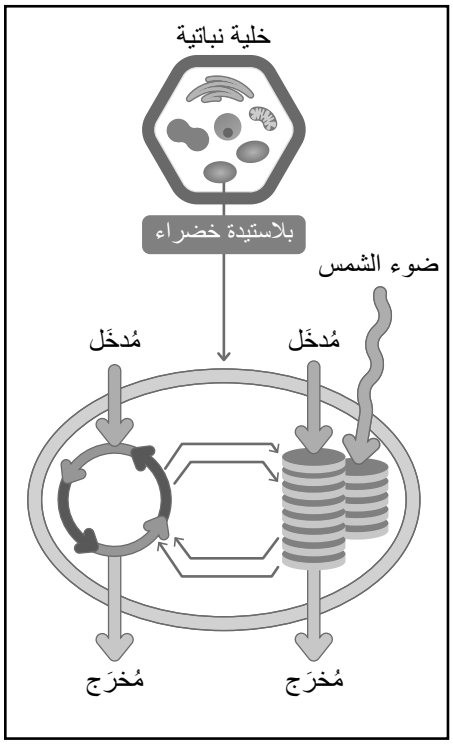
تُعَد النباتات آكلات اللحوم فريدة من نوعها من حيث طريقة حصولها على المركَّبات اللازمة لأداء الوظائف الحيوية وتدوير تلك المركَّبات. نبات الإبريق الأرجواني (*السراسينة الأرجوانية*) هو نبات آكل للحوم ويؤدي عملية البناء الضوئي، ويوجد عادةً في تربة الأراضي الرطبة، مثل المستنقعات الخثية في جبال آديروندك.

الجزء الإبريقي الشكل في هذا النبات عبارة عن ورقة مُعدَّلة ومُجوَّفة تمتلئ بالماء بحكم طبيعة شكلها. تنجذب الحشرات إلى الرحيق السكري الذي تفرزه حافة الجزء الإبريقي المتسعة عند الطرف. وتشجِّع بطانة الشعيرات المتجهة إلى الأسفل على تلك الحافة الحشرات على الدخول في الجزء الإبريقي؛ فتنزلق الحشرات لتقع في الجزء الرئيسي من الإبريق المملوء بالسائل، ثم تهضمها إنزيمات يفرزها النبات.

نبات الإبريق الأرجواني

خلايا نباتات الإبريق، مثل خلايا معظم النباتات، قادرة على تدوير الكربون كما هو موضَّح في النموذج أدناه.

نموذج العمليات التي يؤديها نبات الإبريق



37 باستخدام النموذج، ما أفضل عبارة تحدد تحوُّل الطاقة الذي يحدث في نبات الإبريق؟

(1) تُحوَّل الطاقة الكيميائية الموجودة في ثاني أكسيد الكربون إلى طاقة ضوئية لإنتاج الجلوكوز والأكسجين.

(2) تتيح الطاقة الضوئية دخول ثاني أكسيد الكربون إلى الورقة، وخروج الجلوكوز منها.

(3) تمتص الورقة الطاقة الضوئية وتحوّلها إلى طاقة مُخزَّنة في الروابط الكيميائية للجلوكوز.

(4) تُحوَّل الطاقة الكيميائية الموجودة في الجلوكوز إلى طاقة ضوئية تُخزَّن في الأكسجين.

توصَّل باحثون إلى أنَّ مستويات ثاني أكسيد الكربون داخل معظم أنواع نباتات إبريق الماء قد تختلف عن تلك الموجودة خارج النبات.

معدل التركيز داخل نبات الإبريق وحوله

38 أيٌّ من هذه العبارات هي أفضل عبارة تتوقَّع حركة الكربون بين أغلفة الأرض التي تَنتِج عنها اختلافات في معدلات تركيز ثاني أكسيد الكربون عندما ينفتح الجزء الإبريقي؟

(1) سينتقل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الحيوي إلى الغلاف المائي؛ لأن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف المائي أعلى.

(2) سينتقل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي إلى الغلاف الحيوي؛ لأن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى.

(3) سينتقل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف المائي إلى الغلاف الحيوي؛ لأن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الحيوي أعلى.

(4) سينتقل ثاني أكسيد الكربون الموجود في الغلاف الحيوي إلى الغلاف الجوي؛ لأن تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الحيوي أعلى.

تنخفض العناصر الغذائية المتاحة، مثل النيتروجين، والكالسيوم، والماغنيسيوم، والبوتاسيوم، في المستنقعات الخثية. وتمتص نباتات الإبريق 20% فقط من النيتروجين الذي تستخدمه من تربة الخث التي تنمو فيها. تحلِّل نباتات الإبريق الحشرات الغنية بالبروتينات إلى جزيئات صغيرة باستخدام الإنزيمات الموجودة في أباريقها المملوءة بالسوائل.

تنتج هذه النباتات الأوراق الإبريقية الشكل والأوراق المسطحة. وتُعَد الأوراق المسطحة أكثر كفاءةً في تنفيذ عملية البناء الضوئي. أضافت الأمطار الحمضية، الناتجة عن احتراق الوقود الحفري، تدريجيًا المزيد من النيتروجين إلى المستنقعات الخثية الموجودة في جبال آديروندك.

أراد العلماء معرفة ما إذا كانت التغيُّرات في كمية النيتروجين المتاحة قد أدت إلى تغيُّرات في نباتات الإبريق؛ فغرسوا العديد من نباتات الإبريق تلك في أصائص مختلفة. وكانت تربة كل أصيص تحتوي على كمية مختلفة من النيتروجين. وجد العلماء أن النباتات التي زُرِعَت في تربة تحتوي على كمية أكبر من النيتروجين أنتجت عددًا أقل من الأوراق الإبريقية الشكل وعددًا أكبر من الأوراق المسطحة مقارنةً بالنباتات المزروعة في تربة منخفضة النيتروجين.

39 كيف يدعم هذا الدليل ادعاء العلماء أَنَّ زيادة كمية النيتروجين تَزيد من كفاءة نباتات الإبريق في تدوير الكربون؟

(1) نباتات الإبريق التي توجد في تربتها كمية كافية من النيتروجين أقل حاجةً إلى إجراء عملية البناء الضوئي؛ ومن ثَمَّ، تُنتِج عددًا أقل من الأوراق الإبريقية.

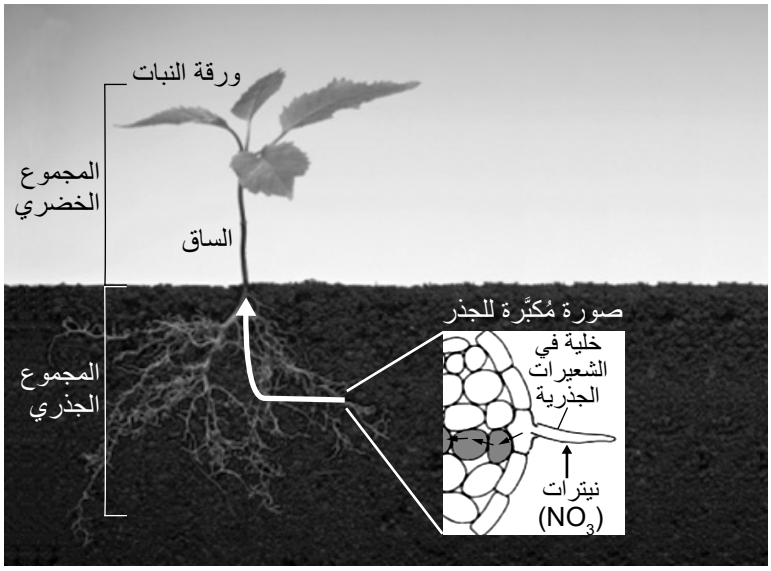
(2) نباتات الإبريق المزروعة في تربة تحتوي على كمية أعلى من النيتروجين أقل حاجةً إلى التغذي على الحشرات؛ ومن ثَمَّ تستطيع استخدام المزيد من أوراقها في إجراء عملية البناء الضوئي.

(3) نباتات الإبريق المزروعة في تربة تحتوي على كمية كبيرة من النيتروجين ينمو فيها عدد أكبر من الأوراق المسطحة؛ لأنها تحتاج إلى اتحاد العناصر الأخرى المستمدة من الحشرات مع النيتروجين.

(4) تُنتِج نباتات الإبريق عددًا أكبر من الأوراق المسطحة لتصبح أكثر قدرةً على الحصول على النيتروجين من التربة.

يجب أن تحصل النباتات على المركَّبات اللازمة من البيئة المحيطة بها باستخدام تراكيب متخصصة. مُوضَّح أدناه تمثيل لعملية امتصاص النيتروجين التي تحدث في النباتات غير الآكلة للحوم.

التراكيب والأنظمة النباتية التي تشارك في امتصاص العناصر الغذائية



40 باستخدام النموذج أعلاه، صِف كيف تتفاعل العناصر الموجودة في النظامَين داخل النبات غير الآكل للحوم للحصول على النيتروجين من البيئة المحيطة، والذي يُعَد ضروريًا حتى تُنتج أوراقه الكلوروفيل. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 41 وحتى 45 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

أنماط فراء حمار الزَّرد

اكتُشف نَسَق ألوان نادر لحمار الزَّرد في محمية ماساي مارا الوطنية في كينيا؛ إذ كان جسد حمار زَرد سهلي صغير، اسمه تيرا، مُغطى بفراء أسود عليه بقع بيضاء. أما أبواه، فكان فراؤهما مخططًا بالخطوط البيضاء والسوداء المُشاهَدة عادةً في أنواع حمير الزَّرد.

41 ما السؤال الذي يمكن أن يساعد العلماء على فهم الأسباب التي جعلت نمط فراء حمار الزَّرد المُرقَّط ذلك مختلفًا عن الأنماط المخططة لحمير الزَّرد؟

(1) هل ينشأ اختلاف الأنماط بين حمير الزَّرد نتيجة تباينات وراثية في الحمض النووي بين الأبوين والنسل؟

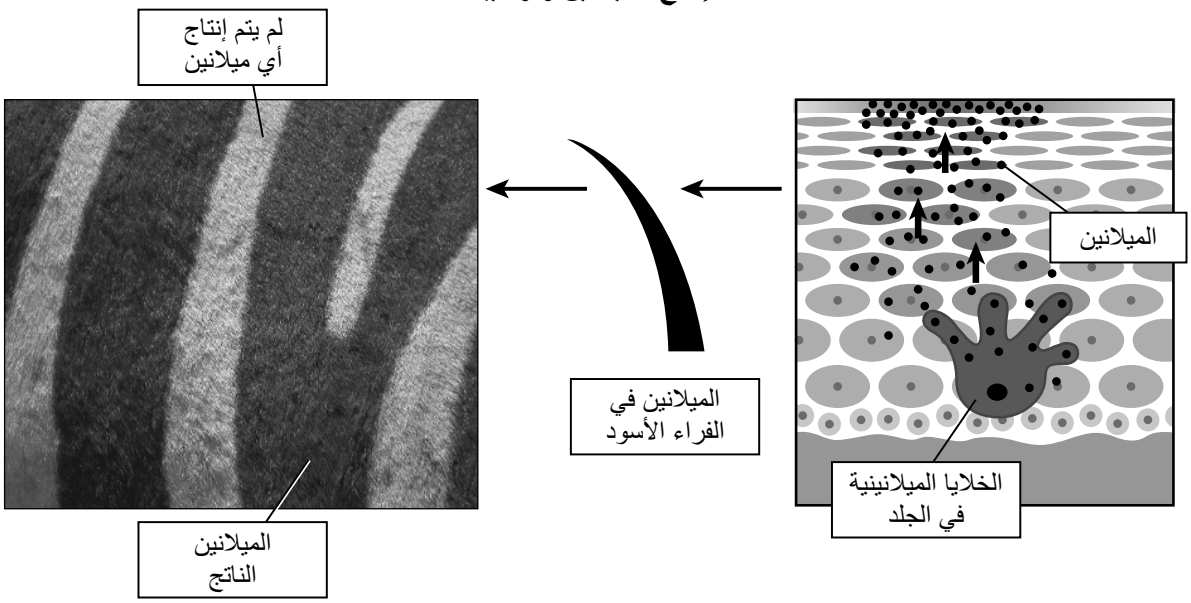
(2) هل سيزيد معدل تكرار نمط الفراء المُرقَّط بين جماعة حمير الزَّرد لأن هذه الصفة نافعة؟

(3) ما وجه المقارنة بين مقدار الحمض النووي الموجود في خلايا الجلد لدى حمار الزَّرد المُرقَّط ومقداره في خلايا الجلد لدى الأبوين؟

(4) هل النمط لدى النسل يختلف عنه لدى الأبوين لأن النسل يحتاج إلى قدرة أكبر على التخفِّي في البيئة؟

الميلانين عبارة عن صبغة تنتجها خلايا الجلد لدى الثدييات، ومنها حمير الزَّرد. وهي التي تعطي لجلود الثدييات وفرائها نسقها اللوني. والخلايا الميلانينية هي خلايا متخصصة توجد في طبقات معينة من الجلد، وتُنتج هذه الصبغة البروتينية. ومن العوامل التي تحدد أنماط ألوان فراء حمار الزَّرد مقدار الصبغة الذي تنتجه الخلايا والمكان الذي تترسَّب فيه.

إنتاج الميلانين وترسيبه



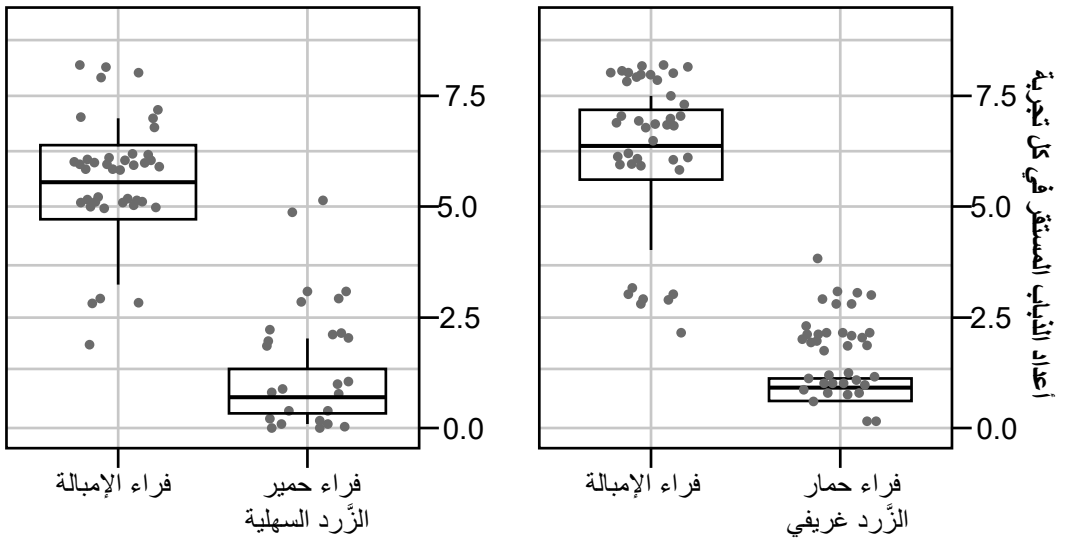
42 صِف دليلاً يدعم على أفضل نحو تفسير أنَّ لدى كلٍ من حمير الزَّرد ذات الأنماط المرقَّطة وذات الأنماط المُخطَّطة تسلسل الحمض النووي نفسه المسؤول عن أنماطها اللونية المميزة. [1]

أشار بعض العلماء فيما سبق إلى أن الخطوط تساعد حمير الزَّرد على التخفِّي في البيئة، أو أنها مثل بصمة الإصبع التي تتيح لتلك الحمير أن يعرف بعضها بعضًا. ومن الفرضيات الأخرى أنَّ تلك الخطوط تمنع الذباب من الاستقرار على أجسام حمير الزَّرد؛ وهذا يقلِّل من إمكانية نقل الذباب أمراضًا مُميتة إلى الحمير.

أجرى الباحثون في أحد السهول العشبية في كينيا تحقيقًا حول ما إذا كان الذباب يفضل الاستقرار على فراء الحيوانات المخططة أم أحادية اللون. قاس الباحثون عدد الذباب المستقر على حمير الزَّرد السهلية، وحمير الزَّرد غريفي، وظباء الإمبالة الأفريقية أحادية اللون.

حمار الزَّرد السهلي　　حمار الزَّرد غريفي　　ظبي الإمبالة الأفريقي

أعداد الذباب المستقر على أنماط الفراء المخططة وأحادية اللون



43 رأى الباحثون أن هناك عاملاً بيئيًا ربما أثَّر في تطوُّر نمط الفراء المُخطَّط لحمار الزَّرد. أيُّ صفٍ في الجدول يستخدم الأدلة التي جمعها الباحثون لتبرير صحة رأيهم *أو* خطئه؟

الصف	الرأي	السبب
(1)	صحيح	الذباب أكثر انجذابًا إلى فراء ظباء الإمبالة الأفريقية أحادية اللون؛ وهذا يؤدي إلى زيادة أعداد الذباب التي تلدغ حمير الزَّرد، وتقليل فرصة حمير الزَّرد في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.
(2)	صحيح	تقلل الخطوط عدد الذباب اللادغ الذي يستقر على أجسام حمير الزَّرد؛ وهذا يؤدي إلى تقليل احتمالية إصابة الحمير بالأمراض التي ينقلها الذباب، وزيادة فرصة الحمير في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.
(3)	خطأ	تَزيد الخطوط عدد الذباب اللادغ الذي يستقر على أجسام حمير الزَّرد؛ وهذا يؤدي إلى زيادة احتمالية إصابة الحمير بالأمراض التي ينقلها الذباب، وتقليل فرصة الحمير في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.
(4)	خطأ	الذباب أكثر انجذابًا إلى فراء ظباء الإمبالة الأفريقية أحادي اللون؛ وهذا يؤدي إلى قلة أعداد الذباب التي تلدغ حمير الزَّرد، وزيادة فرصة حمير الزَّرد في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.

الموطن البيئي الطبيعي لحمار الزَّرد هو أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. ونظرًا إلى الأنشطة البشرية مثل الزراعة وبناء الطرق والمدن، يزداد تقسيم أو تجزئة الموطن البيئي لحمار الزَّرد شيئًا فشيئًا. وهذا يؤدي إلى منع تكاثر جماعات حمير الزَّرد مع جماعات الحمير الأخرى.

في عام 2020، درست مجموعة من العلماء التنوع الجيني بين جماعات حمير الزَّرد السهلية في أفريقيا. يتضمن الجدول أدناه معلومات حول تكرار أنماط الفراء المتباينة بين جماعات حمير الزَّرد السهلية.

الموقع	الحجم النسبي لأفراد جماعة حمير الزَّرد السهلية	التكرار التقريبي لأنماط الفراء المتباينة
متنزه إيتوشا الوطني، ناميبيا	أكبر حجمًا	%0.05
متنزه بحيرة مبورو الوطني، أوغندا	أصغر حجمًا	%5

44 ما أفضل عبارة تستخدم البيانات التي جمعها الباحثون لتوقُّع تبايُن أنماط الفراء وتوزيعها بين الأجيال المستقبلية لحمير الزَّرد السهلية؟

(1) سيكون احتمال العثور على حمير زَرد ذات أنماط فراء متباينة أكبر ما يمكن في متنزه بحيرة مبورو الوطني؛ لأن جماعة الحمير هناك صغيرة ومعزولة.

(2) سيكون احتمال العثور على حمير زّرد ذات أنماط فراء متباينة أقل ما يمكن في متنزه بحيرة مبورو الوطني؛ لأن جماعة الحمير هناك صغيرة ومعزولة.

(3) سيكون احتمال العثور على حمير زَرد ذات أنماط فراء متباينة أكبر ما يمكن في متنزه إيتوشا الوطني؛ لأن جماعة الحمير هناك صغيرة ومعزولة.

(4) سيكون احتمال العثور على حمير زَرد ذات أنماط فراء متباينة أقل ما يمكن في متنزه إيتوشا الوطني؛ لأن جماعة الحمير هناك صغيرة ومعزولة.

شهِد إجمالي عدد حمير الزَّرد السهلية انخفاضًا بنسبة 25% منذ عام 2002. يتضمن الجدول أدناه معلومات حول الحلول الممكنة لتحقيق استقرار أعداد حمير الزَّرد واستعادتها إلى مستوياتها الطبيعية.

حلول تحقيق استقرار أعداد حمير الزَّرد واستعادتها إلى مستوياتها الطبيعية

الحل	الملخص
ممرات الحياة البرية	إنشاء ممرات محمية بين المَواطِن البيئية
التخطيط المستدام لاستخدامات الأراضي	التعاون مع المجتمعات على الحد من مشروعات التنمية في المَواطن البيئية الرئيسية لحمار الزَّرد
المناطق المحمية	توسيع أو إنشاء مناطق الحفاظ على الطبيعة والمحميات

45 حدِّد حلاً من الجدول، وصِف كيف يمكن أن يؤدي هذا الحل إلى *تقليل* تأثير الإنسان في تجزئة المواطن البيئيةويعود بالفائدة على أعداد جماعات حمير الزَّرد السهلية. [1]

الحل: _____

الوصف:

_____

_____

_____

طُبع على ورق مُعاد تدويره

LIFE SCIENCE: BIOLOGY ARABIC EDITION