

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

## علوم الحياة: علم الأحياء

الثلاثاء، 10 يونيو/حزيران، 2025 — 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 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 ليس لديك أي معرفة غير قانونية بالأسئلة أو الإجابات قبل خوض هذا الامتحان وأنت لم تقدم أو تتلقَ 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 البيانية 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.

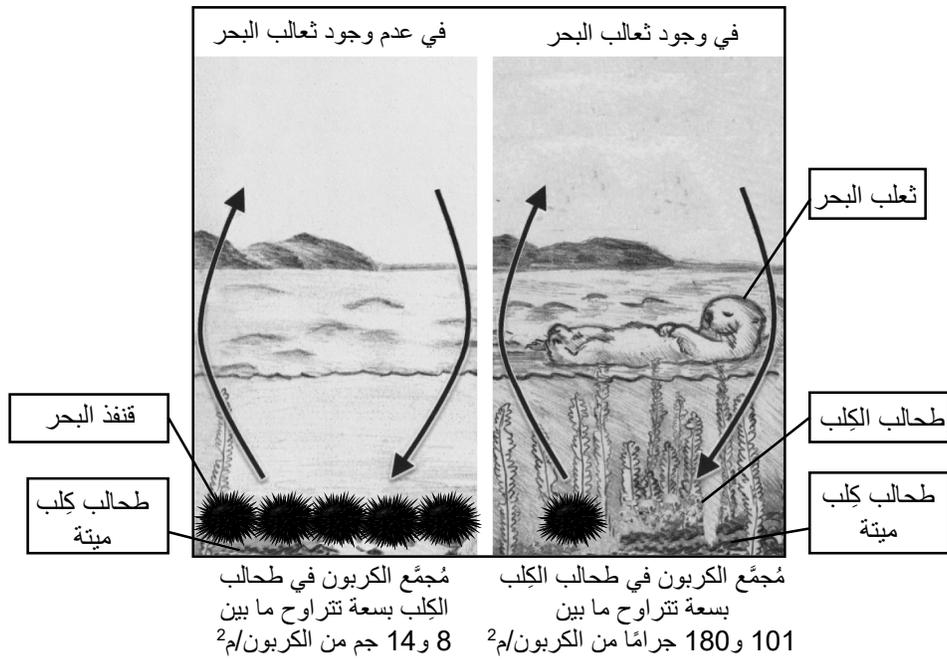
### الكربون! وما مصدره؟ وإلى أين يذهب؟

توجد مركبات الكربون على سطح الأرض في المحيطات، والغلاف الجوي، والكائنات الحية، كما أنه يُخزّن في الصخور والرواسب. وتُعدّ الأرض وغلافها الجوي نظامًا مغلقًا؛ ومن ثمّ، فمقدار الكربون الموجود في مواقع مختلفة داخل نظام الأرض متغيّر باستمرار.

تساعد ثعالب البحر في الحفاظ على توازن الكربون في النظام البيئي؛ فهي تتغذى على حيوانات قنفاذ البحر. والتغذي على تلك الحيوانات أمر مهم؛ لأنها من أكالات العُشب، ويمكن تدمير غابات طحالب الكلب. وطحالب الكلب هي طحالب كبيرة ذاتية التغذية، وتنمو بصورة أسرع من معظم النباتات. وعندما تموت تلك الطحالب، تهبط إلى أعماق المحيط؛ ومن ثمّ، يؤدي انخفاض الأوكسجين في قاع البحر إلى بطء تحللها أو عدم اكتماله.

حسب العلماء مُجمّع الكربون (مخزون الكربون في طحالب الكلب) في حالتي وجود ثعالب البحر وعدم وجودها، كما هو موضح في النموذج أدناه.

### نظام غابات طحالب الكلب



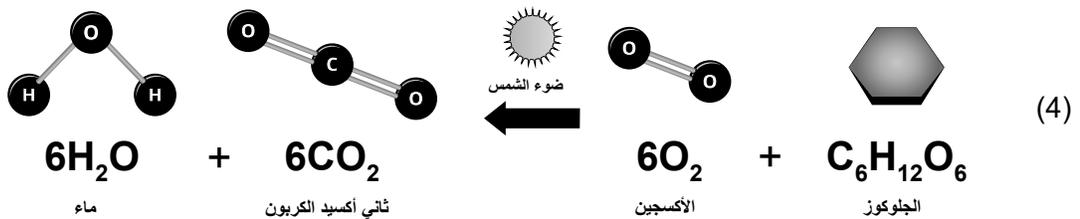
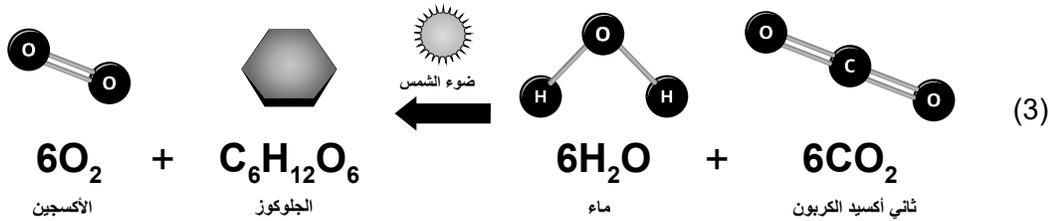
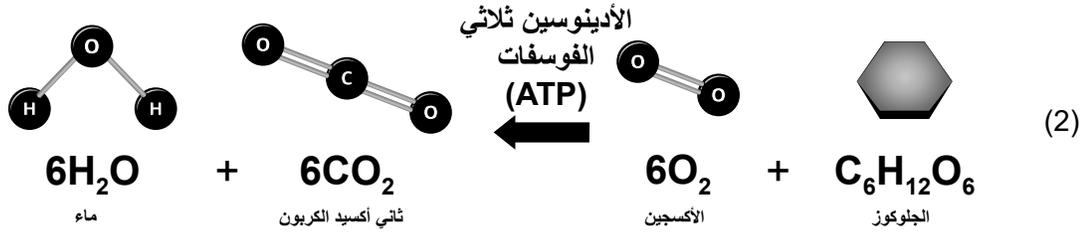
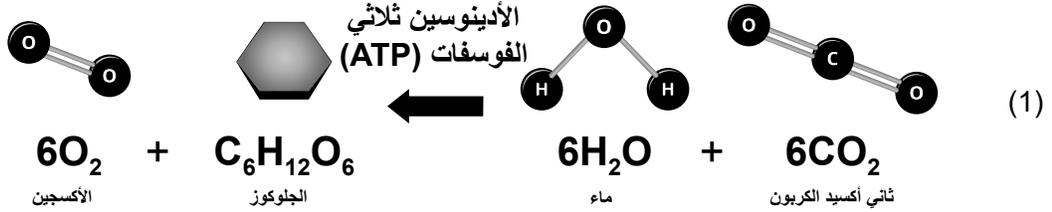
1 ما الادعاء المتعلق بمُجمّع الكربون الذي يدعمه الدليل من المعلومات والنموذج أعلاه بصورة أفضل؟

- (1) مخزون الكربون أعلى في حالة وجود ثعالب البحر؛ لأن ثعالب البحر تتغذى على قنفاذ البحر.
- (2) مخزون الكربون أعلى في حالة وجود قنفاذ البحر؛ لأن قنفاذ البحر تتحكم في أعداد طحالب الكلب.
- (3) مخزون الكربون أقل في حالة وجود ثعالب البحر؛ لأن ثعالب البحر تتغذى على طحالب الكلب.
- (4) مخزون الكربون أقل في حالة وجود قنفاذ البحر؛ لأن قنفاذ البحر تؤدي عملية التغذية الذاتية.

2 ما العبارة التي تستخدم النموذج لوصف مدى مساهمة طحالب الكلب في تخفيض مستويات الكربون الداخلة إلى الغلاف الجوي؟

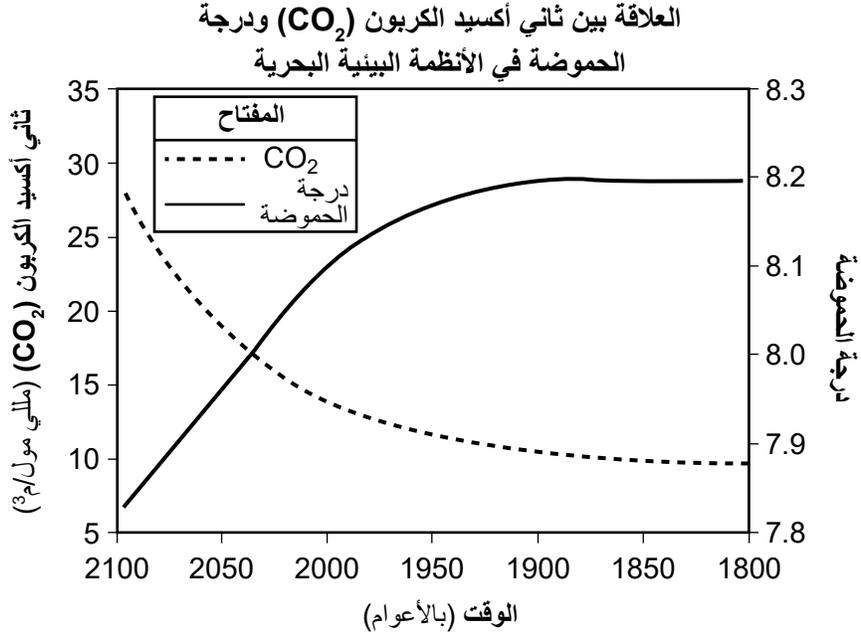
- (1) تنتج طحالب الكلب الكربون خلال نموها في الغلاف المائي.
- (2) يُحتَجَز بعض الكربون المُخزَّن داخل طحالب الكلب الميتة في الغلاف الأرضي لقاع البحر.
- (3) تنتج طحالب الكلب الكربون خلال هبوطها في الغلاف المائي.
- (4) يُحتَجَز بعض الكربون المُخزَّن داخل طحالب الكلب في الغلاف الأرضي من خلال التنفس الخلوي.

3 ما النموذج الذي يحدد العملية التي تحوّل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في طحالب الكلب؟



ارتبطت زيادة مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بالتغيرات في الأنظمة البيئية البحرية؛ فعند اتحاد ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) بالماء، ينتج حمض الكربونيك؛ وهذا يؤدي إلى تخفيض درجة حموضة الماء. وعندما تكون درجة الحموضة أقل من 7.8، فإنها قد تعوق قدرة بعض الكائنات الحية البحرية على تكوين الأصداف والهياكل العظمية. ومن تلك الكائنات الحية المرجان، وبلح البحر، والعوالق النباتية، ونجم البحر، وقنافذ البحر.

يوضح الرسم البياني أدناه العلاقة بين تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) في الغلاف الجوي ودرجة حموضة ماء البحر.



4 إذ استمر اتجاه مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) فقد تتأثر بذلك أعداد قنفاذ البحر. صِف دليلاً من الرسم البياني يدعم هذا الادعاء. [1]

---



---



---



---



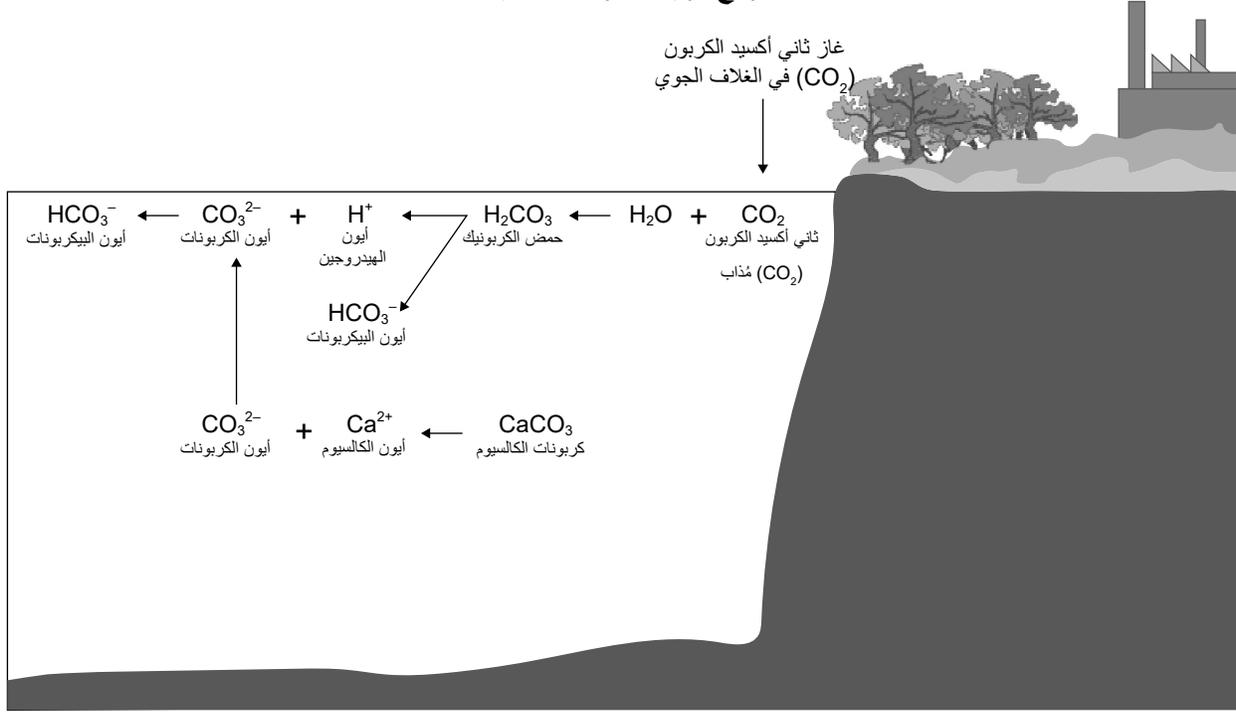
---



---

يوضح الرسم التخطيطي التالي بعض المعلومات حول دورة الكربون.

### نموذج درجة حموضة المحيط



(نموذج غير مرسوم بالأبعاد الحقيقية)

يوضح النموذج أدناه المعادلة التي تكوّن بها قنفاذ البحر أصدافها.



تنتج عن تفاعل كلٍ من أيونات الكالسيوم وأيونات الكربونات كربونات الكالسيوم.

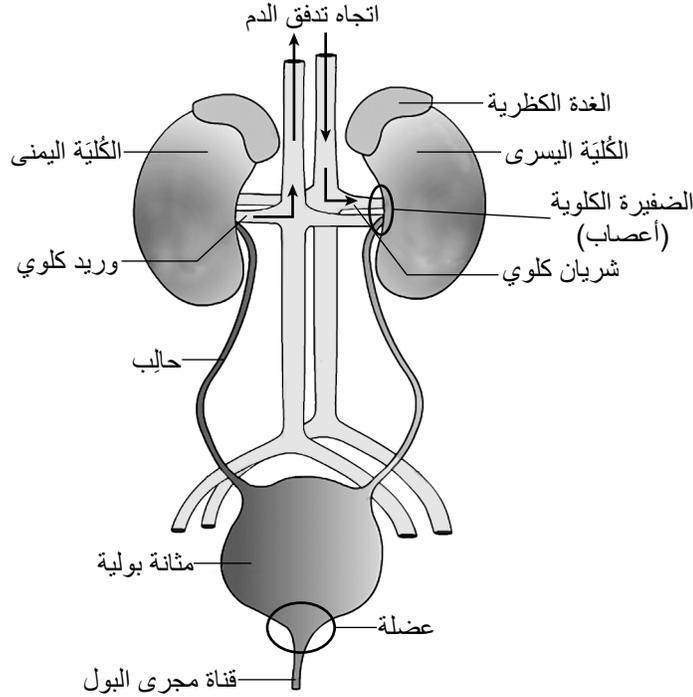
5 كلما زادت درجة حموضة المحيط، قلّ مقدار أيونات الكربونات المتوفّرة. استخدم النموذج والمعلومات المُقدّمة لوصف مدى تأثر دورة الكربون فيما بين الغلاف الحيوي وغلاف واحد آخر على الأقل بتغيّر الظروف البيئية. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 6 وحتى 10 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### شرب الماء ليس سوى البداية!

يجب أن يكون مقدار الماء الذي يشربه الإنسان متوازنًا مع مقدار الماء الذي يفقده. يؤدي الجهاز البولي وظيفة الحفاظ على توازن الأملاح والماء في الجسم.

### الجهاز البولي للإنسان

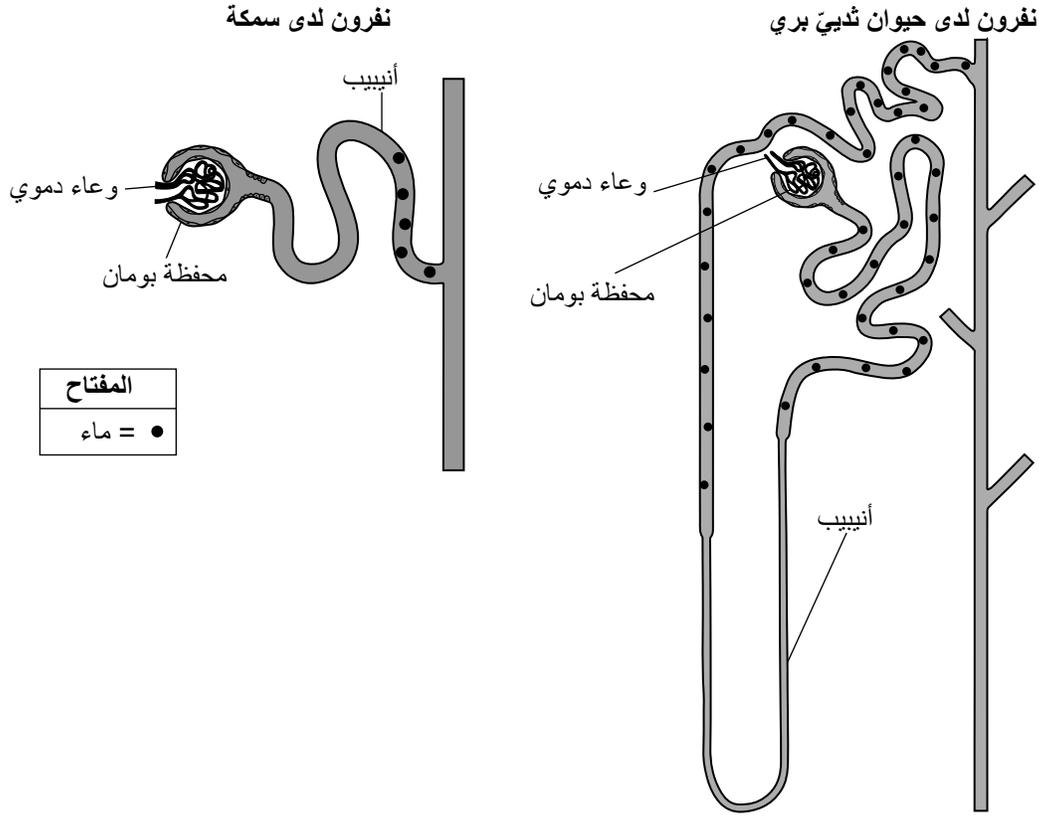


6 ما العبارة التي تصف مدى إسهام تنظيم التفاعل بين الجهاز البولي وجهاز واحد آخر في الحفاظ على الاتزان الداخلي لجسم الإنسان؟

- (1) توصلت الغدة الكظرية، وهي جزء من جهاز الغدد الصماء، العناصر الغذائية إلى خلايا الجهاز البولي للتخلص من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الدم.
- (2) تنقبض العضلة العاصرة الإحليلية الداخلية، وهي جزء من الجهاز العضلي، لإرسال إشارة إلى خلايا الجهاز البولي بتنظيم مستويات سكر الدم.
- (3) يرسل المخ، وهو جزء من الجهاز العصبي، رسائل إلى الصفيرة الكلوية (أعصاب) لإرسال إشارة إلى خلايا الجهاز البولي بتوصيل الأكسجين إلى الدم.
- (4) توصل الشرايين، وهي جزء من الجهاز الدوري، الدم غير المرشح إلى خلايا الجهاز البولي للتخلص من الفضلات.

تتألف كلتا الكليتين مما يقرب من مليون بنية لترشيح الفضلات، وتُعرف تلك البنية باسم النفرونات. وتتم إعادة امتصاص الماء من خلال بعض أجزاء النفرونات، مثل الأنبيبيات. يوضح النموذج أدناه تركيب النفرون في كائنين حيّين.

### النفرونات لدى كائنين مختلفين

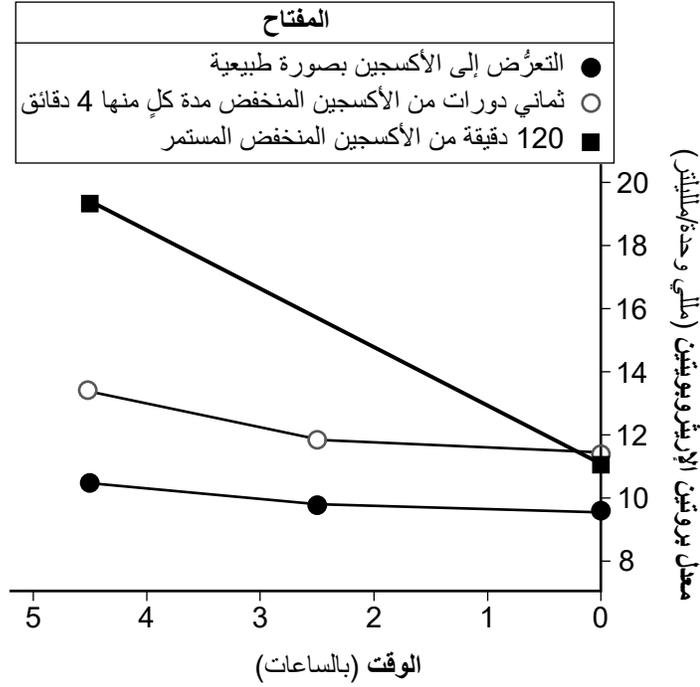


7 بناءً على الدليل الوارد في النموذج، ما العبارة التي تشرح أن الانتقاء الطبيعي قد أدّى إلى حدوث تطوّر في بنية النفرونات ووظيفته في الثدييات البرية؟

- (1) كان نمو محفظة بومان في كليتي الحيوانين أكثر نفعاً للثدييات منه للأسماك.
- (2) تم انتقاء النفرونات ذات الأنبيبيات الأطول في الكائنات الحية التي كانت تعيش على اليابسة لحفظ الماء الذي تشربه تلك الكائنات.
- (3) تم انتقاء النفرونات ذات الأنبيبيات الأطول في الحيوانات التي كانت تعيش في المحيطات، والأنهار، والبحيرات لترشيح الماء الزائد الذي يتم امتصاصه.
- (4) يُعد عدد النفرونات أكثر أهمية في تطوّر الثدييات منه في تطور الأسماك.

من وظائف الكليتين الأخرى المساعدة على تنظيم عدد خلايا الدم الحمراء؛ إذ تنتج الكليتان بروتيناً اسمه الإريثروبويتين (EPO)، وهذا البروتين يحفّز زيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء. يبين الرسم البياني أدناه نتائج إحدى الدراسات. تم تعريض المشاركين في الدراسة إلى ظروف مختلفة قبل زمن مقداره صفر، ثم قيست مستويات بروتين الإريثروبويتين على مدار فترة تبلغ 4.5 ساعات.

### تأثير التعرّض إلى الأكسجين على إنتاج بروتين الإريثروبويتين (EPO)



8 باستخدام المعلومات المقدّمة، صِف الدليل الذي يدعم ادعاء أن التعرّض إلى مستويات منخفضة من الأكسجين يؤدي إلى آلية تغذية راجعة تتيح للجسم الحفاظ على الاتزان الداخلي. [1]

---



---



---



---

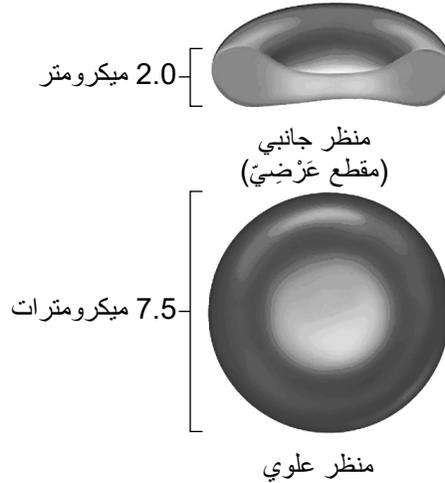
بالإضافة إلى وظائف خلايا الدم الحمراء الأخرى، فهي قادرة أيضًا على نقل الماء؛ إذ تحتوي أسطح تلك الخلايا على تراكيب تُسمى الأكوابورينات (قنوات مائية)، وتنقل تلك البنى الماء عبر أغشية الخلايا. ونظرًا إلى وجود ذلك التركيب الخلوي الفريد، فخلايا الدم الحمراء قادرة على التمدد بنسبة تصل إلى 74% والتقلص بنسبة تصل إلى 40% من حجم الخلية الأصلي.

9 ما أفضل العبارة تشرح دور خلايا الدم الحمراء في تنظيم آلية تغذية راجعة تحافظ على الاتزان الداخلي؟

- (1) تسهّل الأكوابورينات الموجودة في خلايا الدم الحمراء تبادل الماء بتركيزات مختلفة بين البيئات، وتساعد الكلتيين على تنظيم توازن الأملاح والماء على نحو أكثر كفاءة.
- (2) تمنع الأكوابورينات الموجودة في خلايا الدم الحمراء تبادل الماء بتركيزات مختلفة بين البيئات، وتساعد الكلتيين على تنظيم توازن الأملاح والماء على نحو أكثر كفاءة.
- (3) تُغيّر خلايا الدم الحمراء شكلها للانتقال عبر الكلتيين، ولكن ليس لديها تأثير يُذكر في توازن الأملاح والماء في الكلتيين.
- (4) تُغيّر خلايا الدم الحمراء شكلها للانتقال عبر الكلتيين، ولكنها لا تُنظّم أي آليات تغذية راجعة.

تتخذ خلايا الدم الحمراء عادةً شكل قرص ثنائي التقعُر. وقد فحصت دراسة علمية تأثير تغيُّر شكل خلايا الدم الحمراء ومرونة أغشيتها في قدرتها على نقل الأوكسجين. وخلال إجراء الدراسة، كلما قلت مرونة أغشية خلايا الدم الحمراء، قلت قدرتها على نقل الأوكسجين بنسبة 18%. وكلما زادت مرونة أغشيتها، زادت سعتها الاستيعابية للأوكسجين بنسبة 21%. وعندما تستقبل خلايا الدم الحمراء الماء، تصبح أغشيتها الخلوية في البداية أكثر مرونة.

### شكل القرص ثنائي التقعُر الطبيعي لخلايا الدم الحمراء



10 ما الدليل الذي يدعم ادعاء أن شرب الماء بعد التمارين الرياضية يساعد جسم الرياضي على الحفاظ على اتزانه الداخلي؟

معدل نقل الأوكسجين	مرونة خلايا الدم الحمراء	عدد خلايا الدم الحمراء التي تستقبل الماء	
يقل	تقل	يزيد	(1)
يزيد	تزيد	يزيد	(2)
يزيد	تزيد	يقل	(3)
يقل	تقل	يقل	(4)

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 11 وحتى 16 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### رؤوس أم ذيول؟

في منتصف تسعينيات القرن الماضي، كان الناس في العديد من الولايات المختلفة يعثرون على أعداد كبيرة من الضفادع والبرمائيات الأخرى التي لها أطراف زائدة. وقد تراوحت التفسيرات الممكنة لسبب وجود هذه التشوهات ما بين التعرض إلى الأشعة فوق البنفسجية، أو وجود الملوثات الكيميائية في الماء، أو الطفيليات، أو المواد المنقولة بالهواء.

### ضفدع جوقة المحيط الهادئ ذو سيقان زائدة

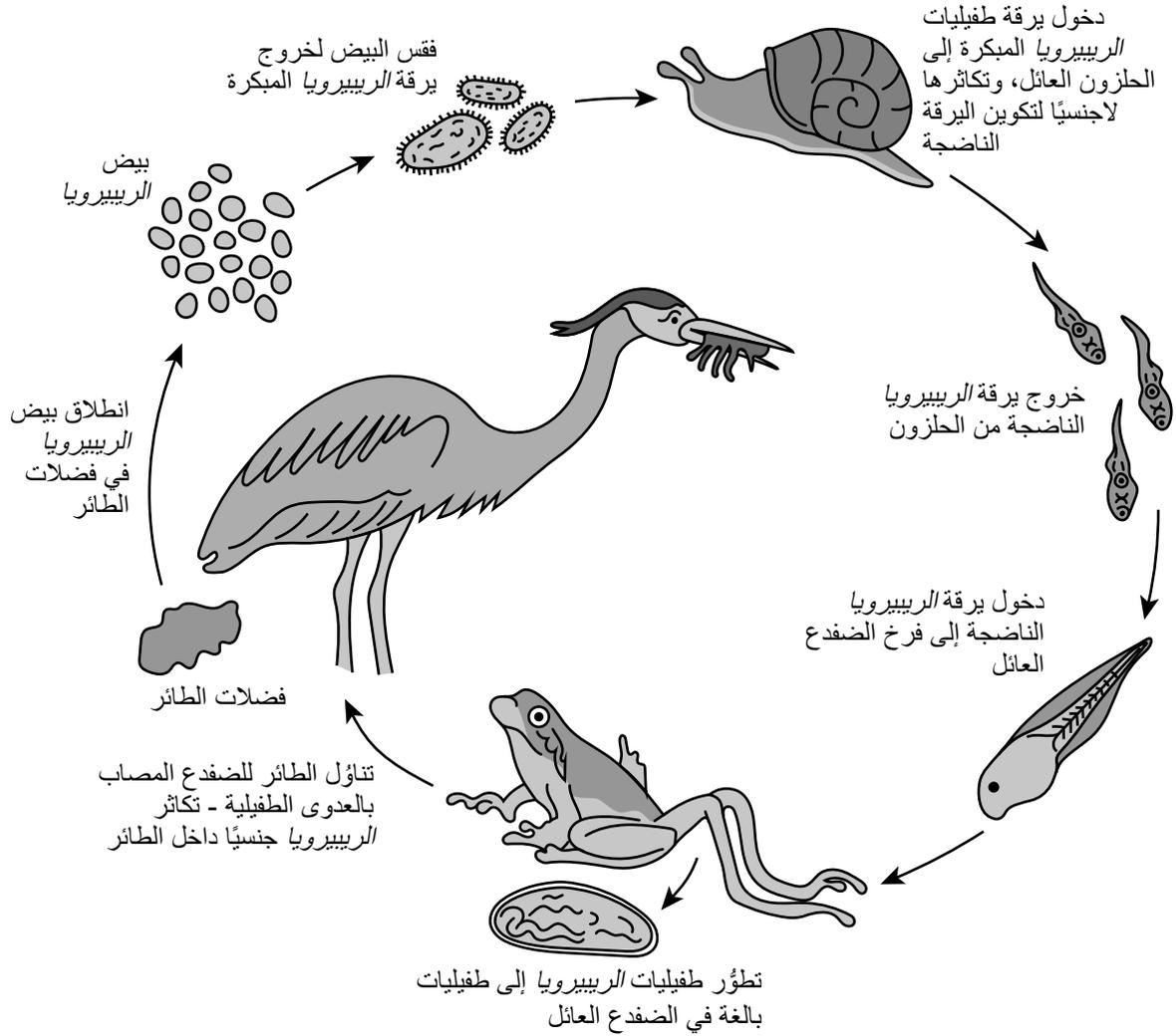


11 ما السؤال الذي يمكن طرحه لتحديد ما إذا كانت التشوهات التي تمت مشاهدتها في سيقان الضفادع ترجع إلى طفرة وراثية؟

- (1) هل كان النسل المصاب بتشوه يعيش في نفس البيئة مع الفردين الأبويين؟
- (2) هل تعرض الفردين الأبويين إلى نفس العوامل البيئية التي تعرض إليها نسلهما؟
- (3) هل هناك طفرة تسبب تشوه السيقان موجودة في الحمض النووي للخلايا الجنسية في الفردين الأبويين؟
- (4) هل خلايا سيقان الفردين الأبويين تحتوي على حمض نووي ذي طفرة تسبب تشوه الأطراف؟

بعد إجراء المزيد من الأبحاث، اكتشف العلماء أن هذه التشوهات لدى الضفادع لا ترجع إلى طفرات وراثية، بل كان السبب الفعلي يرجع إلى ديدان طفيلية مفلطحة اسمها ريبيريوا (*Ribeiroia*). تُنم طفيليات ريبيريوا دورة حياة معقدة من خلال عيشها في العديد من الكائنات العائلة. ويلخص الرسم التخطيطي أدناه دورة حياة تلك الطفيليات.

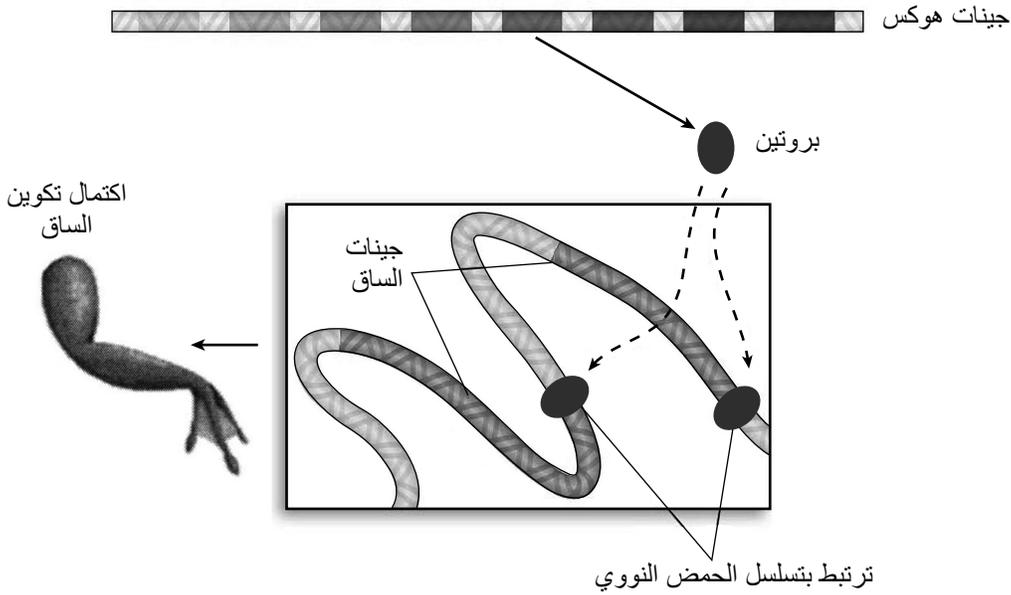
### دورة حياة طفيليات ريبيريوا



- 12 ادعى طالب أن طفيليات ريبيريوا التي تسبب أشد حالات تشوّه الأطراف لدى الضفادع فرصتها في البقاء على قيد الحياة والتكاثر أقوى مقارنةً بالطفيليات الأخرى التي لا تسبب حالات التشوّه المذكورة. ما أفضل تفسير يدعم هذا الادعاء؟
- (1) ستكون الضفادع التي لديها أشد حالات تشوّه الأطراف أكثر عُرضة لاصطيادها من الطيور؛ وهذا يمنح لطفيليات ريبيريوا البالغة فرصة أكبر في البقاء على قيد الحياة والتكاثر.
  - (2) لدى طفيليات ريبيريوا فرصة أقوى للبقاء في الضفدع لإتمام جميع مراحل دورة حياتها؛ وهذا يتيح لها فرصة أكبر للبقاء على قيد الحياة والتكاثر.
  - (3) ستكون لدى طفيليات ريبيريوا فرصة أقوى للتكاثر الجنسي؛ لأنها تبقى داخل الحلزون؛ وهذا يؤدي إلى إطلاق يرقة لها تلك الصفة إلى الماء مرة أخرى.
  - (4) ستكون لدى يرقة طفيليات ريبيريوا فرصة أقوى للتكاثر اللاجنسي، وإتمام دورة حياتها في الطائر.

تُعد جينات هوكس (Hox genes) مجموعة مهمة من الجينات المُنظمة التي تساعد على تحديد مخطط تكوين الجسم، وتحديد اتجاه المحور الواصل بين الرأس والذنب لدى الحيوانات في مراحل نموها المبكرة. وقد اكتُشِف أن وجود حمض الريتينويك بمعدلات تركيز عالية يؤثر في نشاط جينات هوكس. يوضح الرسم التخطيطي أدناه كيفية ارتباط البروتينات التي تنتجها جينات هوكس المُنشّطة بتسلسلات الحمض النووي التي هي بمثابة مفاتيح جزيئية لتشغيل عدد كبير من الجينات المختلفة.

### جينات هوكس التي تتحكم في تكوين السيقان



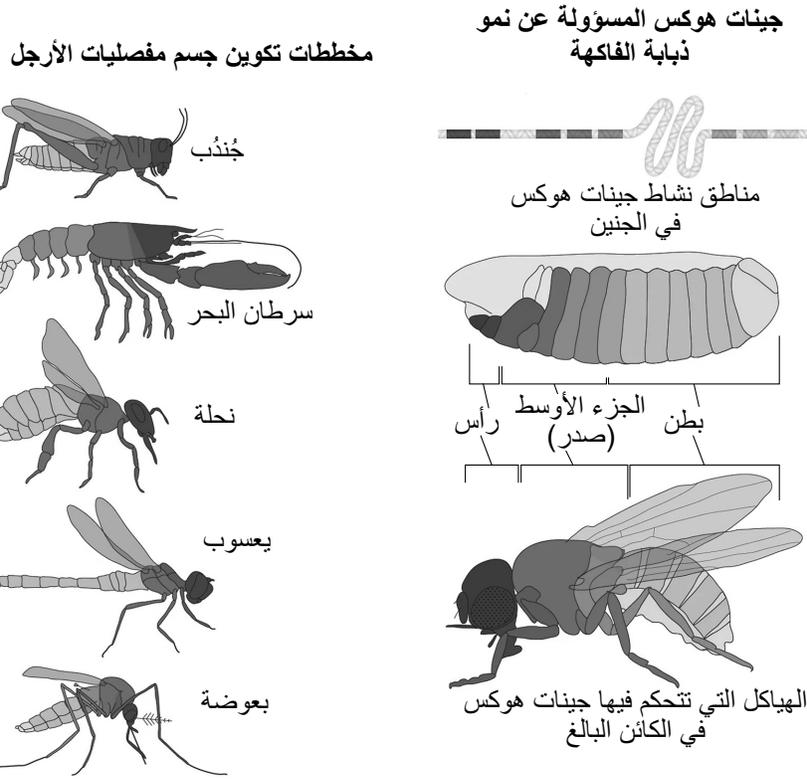
- 13 باستخدام المعلومات أعلاه، ما أفضل عبارة تشرح أسباب نمو الأطراف الزائدة لدى الضفادع المصابة بالطفيليات؟
- (1) أدت جينات هوكس الموجودة في الأطراف إلى زيادة مستويات حمض الريتينويك؛ وهذا أدى بدوره إلى إنتاج بروتينات أعطت إشارة إلى جينات الساق بالتوقف عن العمل.
  - (2) أدت الطفيليات إلى زيادة معدل حمض الريتينويك في أطراف فرخ الضفدع؛ وهذا أدى إلى نسخ جينات هوكس لمزيد من البروتينات التي نشّطت جينات تكوين الأطراف.
  - (3) أرسلت البروتينات الناتجة عن الأطراف النامية إشارات لإيقاف عمل جينات هوكس؛ وهذا أدى إلى زيادة مستويات حمض الريتينويك؛ فنتج عن ذلك نمو المزيد من السيقان.
  - (4) أدى ارتفاع مستويات حمض الريتينويك بسبب الطفيليات إلى إيقاف عمل جينات هوكس في أطراف فرخ الضفدع؛ وهذا أعطى إشارة بتفعيل جينات تكوين السيقان.

اكتشف العلماء أنه عند دخول طفيليات الريبيريا إلى فرخ الضفدع، فإنها تختبئ في البرعم الطرفي الذي ينمو بعد ذلك ليكوّن ساق الضفدع. ويؤدي ذلك إلى حدوث زيادة سريعة في مستويات مادة كيميائية تُسمى حمض الريتينويك داخل البرعم الطرفي لفراخ الضفادع بسبب إصابتها بالعدوى الطفيلية.

14 ما السؤال الذي يمكن طرحه حول تأثير مستويات حمض الريتينويك في وراثة التغيرات المُلاحظة على الضفادع؟

- (1) هل تؤثر مستويات حمض الريتينويك في وراثة جينات هوكس التي تشفر البروتينات المهمة لنمو السيقان؟
- (2) هل تؤثر مستويات حمض الريتينويك في وراثة الحمض النووي غير المشفر الذي يؤدي إلى نمو الساق؟
- (3) كيف يؤثر انخفاض مستويات حمض الريتينويك في وراثة البروتينات التي تشفر نمو السيقان؟
- (4) كيف تؤثر زيادة مستويات حمض الريتينويك في وراثة المناطق غير المشفرة لجينات هوكس؟

توجد جينات هوكس أيضًا في مفصليات الأرجل. ويوضح الرسمان التخطيطيان أدناه بعض المعلومات حول جينات هوكس وتقسيم الجسم لدى ذبابة الفاكهة. يوضح الرسمان أيضًا مخططات الجسم لأنواع أخرى من مفصليات الأرجل. تشير درجات التظليل باللون الرمادي المختلفة إلى جينات هوكس المسؤولة عن نمو كلٍ من أجزاء الجسم.



15 صِف دليلاً وراثياً وبدنياً يدعم ادعاء أن جميع مفصليات الأرجل الموضحة لها سلف مشترك. [1]

توجد جينات هوكس أيضًا في الثدييات والفقاريات الأخرى لنمو أجزاء معينة من الجسم في الاتجاه الصحيح. وقد تحل جينات هوكس معينة لدى الفأر محل جينات هوكس لدى ذبابة الفاكهة.

16 قَدِّم تفسيرًا لأسباب تكوُّن عيون تؤدي وظيفتها بصورة طبيعية في فأر وذبابة عند تبادل جينات هوكس معينة تعمل على تحفيز نمو العيون. [1]

---

---

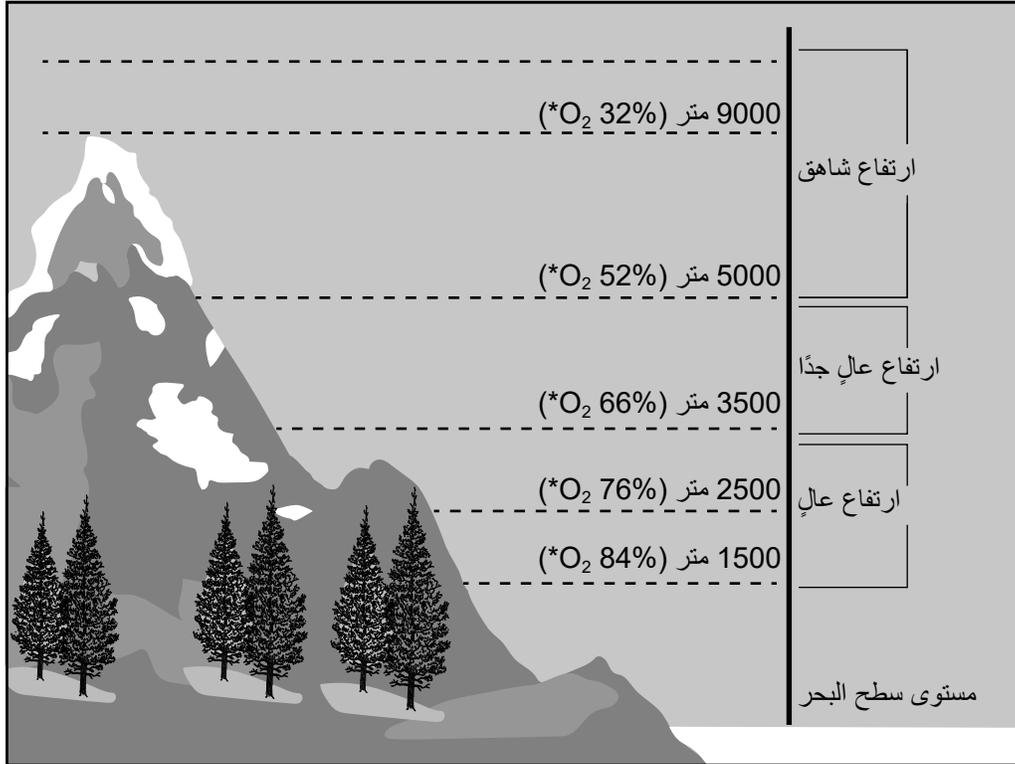
---

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 17 وحتى 21 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### الكائنات الحية التي تعيش في منطقة هضبة التبت

ثور الياك من آكلات العشب التي تعيش في مناطق مرتفعة من هضبة التبت، وهي هضبة تقع على جبال الهيمالايا. إذ تعيش ثيران الياك على ارتفاعات تتراوح ما بين 3,000 و5,000 متر من تلك الهضبة. ولدى تلك الثيران قلب كبير وورثتان كبيرتان، كما تتميز بوجود نوع متخصص من الهيموجلوبين في خلايا الدم يمكّنها من الحصول على المزيد من الأكسجين من الهواء.

### تركيز الأكسجين في الغلاف الجوي على ارتفاعات مختلفة



\*النسبة المئوية للأكسجين (O<sub>2</sub>) المتوفّر عند هذا الارتفاع مقارنةً بمستوى سطح البحر

17 باستخدام الدليل المُقدّم، قَدِّم شرحًا يصف كيف أدّى الانتقاء الطبيعي إلى تطوّر أحد أوجه التكيف لدى قطعان ثيران الياك مكّنها من البقاء على قيد الحياة في بيئتها. [1]

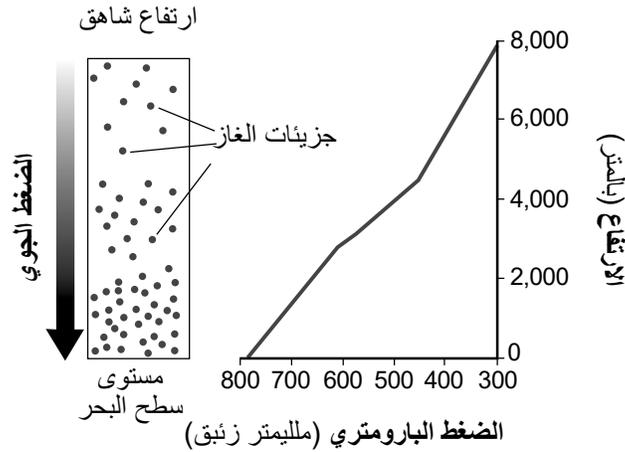
يؤدي جين يُسمى EPAS1 دورًا في السماح للحيوانات بالتجاوب مع البيئة منخفضة الأكسجين. وقد درس العلماء هذا الجين لدى ثيران الياك. واكتشفوا أن الثيران التي لديها أليل معين لذلك الجين تتميز بوجود كمية أكبر من الهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين إلى أجزاء الجسم. ويتسم ذلك الأليل بتغير بسيط في تسلسل الحمض النووي مقارنةً بالأليلات الأخرى لجين EPAS1 الموجود لدى قطعان ثيران الياك.

18 ما السبب الأرجح للتغير الناشئ في ذلك الأليل؟

- (1) حدث تغير في تسلسل جين EPAS1 خلال الانقسام الميتوزي لخلايا الدم لدى ثيران الياك.
- (2) أدت مستويات الهيموجلوبين في الدم لدى ثيران الياك إلى تغيرات في أحد تسلسلات جين EPAS1.
- (3) حدث تغير في تسلسل جين EPAS1 خلال الانقسام الميوزي في أمشاج ثيران الياك.
- (4) شهدت ثيران الياك تغيرات وراثية في جين EPAS1 استجابةً لحالات انخفاض الأكسجين.

تنمو النباتات التي تتغذى عليها ثيران الياك في ظروف قاسية؛ إذ يؤدي انخفاض الضغط الجوي إلى حدوث تغيرات في معدلات تركيز الغازات، على النحو الممثل أدناه.

### التغيرات في كثافة جزيء الغاز على ارتفاعات مختلفة

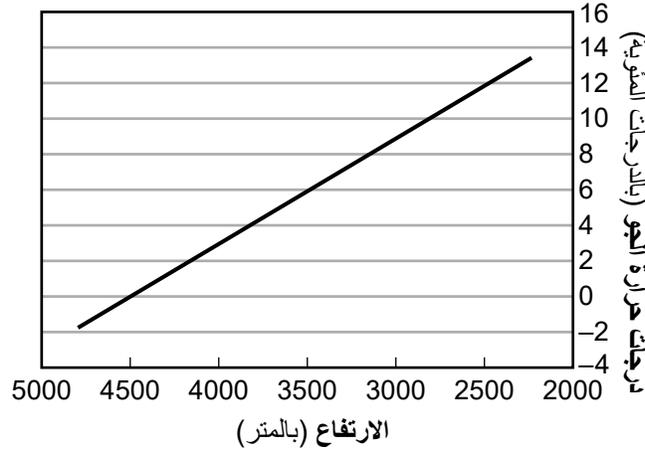


19 ما أفضل عبارة تشرح الأسباب التي تجعل السعة الاستيعابية للكائنات المنتجة في الأنظمة البيئية الموجودة في مناطق شاهقة الارتفاع أقل مقارنةً بالأنظمة البيئية التي تقع على مستوى سطح البحر؟

- (1) يتوفر في المناطق التي تقع على ارتفاعات كبيرة قدر أكبر من الأكسجين المتاح للاستخدام في عملية التنفس الخلوي.
- (2) يوجد في المناطق التي تقع على ارتفاعات كبيرة قدر أقل من ثاني أكسيد الكربون المتاح للاستخدام في عملية البناء الضوئي.
- (3) يزيد بخار الماء في المناطق التي تقع على ارتفاعات كبيرة؛ وهذا يُعيق عملية البناء الضوئي.
- (4) يقل الضغط في المناطق التي تقع على ارتفاعات كبيرة؛ وهذا يؤدي إلى حدوث عملية التنفس الخلوي بصورة أسرع.

تُعد حيوانات البيكة من أنواع الثدييات آكلات العشب الأخرى التي تعيش في منطقة هضبة التبت. تتسم حيوانات البيكة بسرعة الحركة، وتقضي معظم وقتها في التجول بحثاً عن الغذاء والاحتباس من المفترسات. وهي حيوانات صغيرة الحجم (يتراوح طولها ما بين 5 و9 بوصات)، وتعيش في أنظمة أنفاق تحت الأرض تحفرها وتحافظ عليها، وليس لديها قلب كبير أو رئتان كبيرتان. توضح الصورة الفوتوغرافية والرسم البياني أدناه بعض المعلومات حول هضبة التبت.

### العلاقة بين الارتفاع ودرجة الحرارة



20 قَدِّم تفسيراً مبنياً على دليل لأن الانتقاء الطبيعي يؤدي إلى تكيف سلوكي لدى حيوانات البيكة يساعدها على البقاء على قيد الحياة في الأنظمة البيئية الموجودة في منطقة هضبة التبت. [1]

---



---

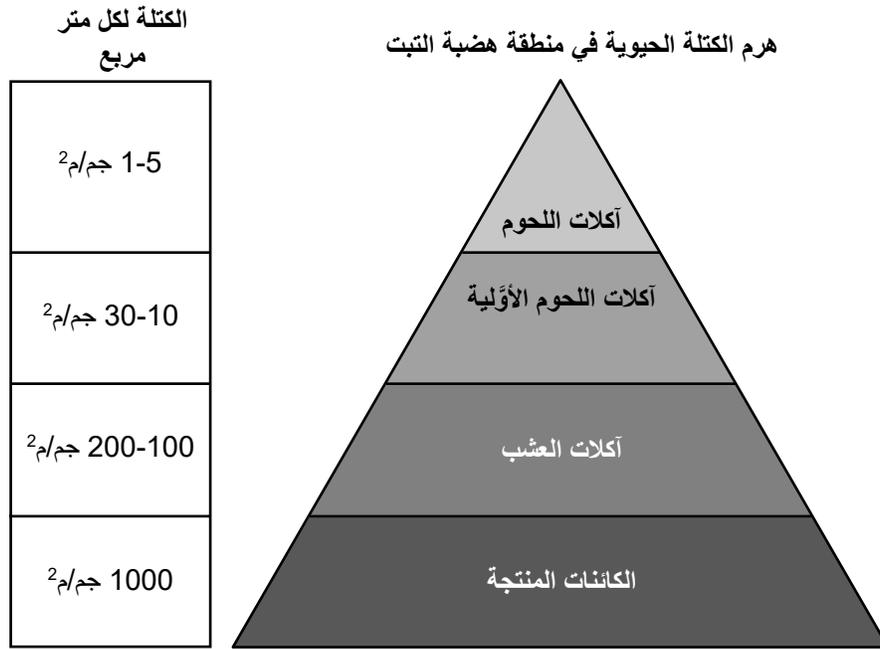


---



---

من الكائنات الحية الأخرى التي تُعد جزءًا من النظام البيئي في هضبة التبت آكلات اللحوم، مثل الذئب، والنسور، والنمور الثلجية. يوضح النموذج أدناه بعض الكتلة الحيوية التقريبية عند كل مستوى غذائي من مستويات النظام البيئي الموجود في منطقة هضبة التبت.



21 استخدم الدليل المُقدّم لتكوين رأي حول مدى تأثير تدفق الطاقة بين الكائنات الحية في النظام البيئي لمنطقة هضبة التبت في الكتلة الحيوية. [1]

---

---

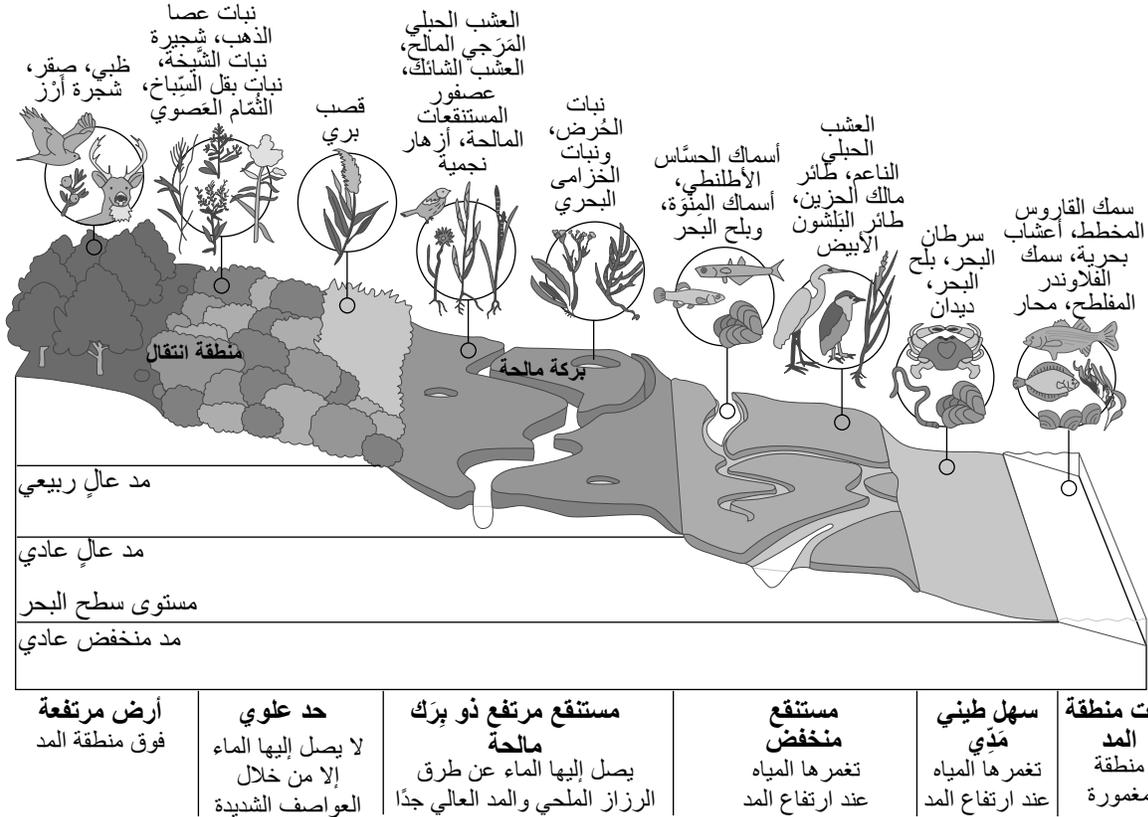
---

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 22 وحتى 27 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### شاطئ المستنقعات الملحية

المستنقعات الملحية أنظمة بيئية مميزة توجد على امتداد شطآن المحيطات، ما بين المحيط نفسه والأنظمة البيئية في المناطق المرتفعة الجافة. وتُعد مناطق مهمة تعمل على تنقية الماء، وتحمي خطوط الساحل، وتوفّر موطنًا بيئيًا ضروريًا. تتأثر المستنقعات الملحية بالمد والجزر وأحوال الطقس. تحتوي تلك المستنقعات، وفقًا لعوامل متنوعة، على مقادير مختلفة من الغطاء النباتي؛ ويؤثر ذلك في التنوع الحيوي للمستنقع الملحي ووظيفته. يوضح النموذج أدناه بعض المعلومات حول أحد المستنقعات الملحية التقليدية.

### تحليل تركيب المستنقع الملحي

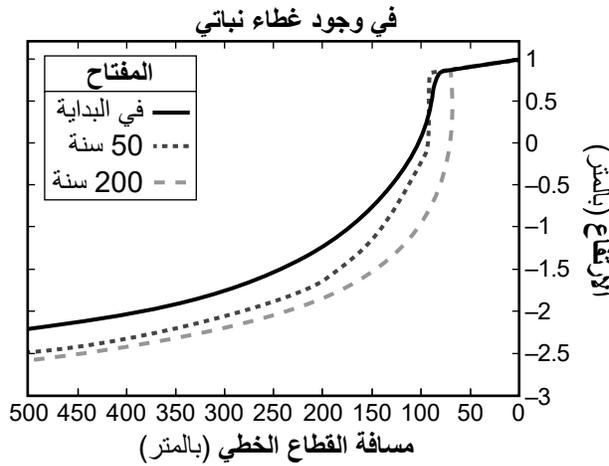
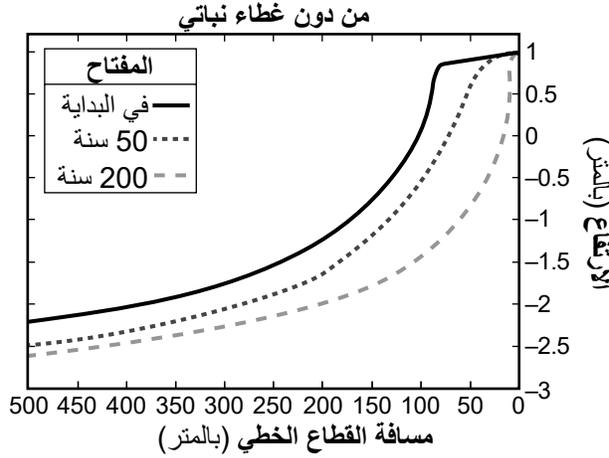


22 ما أفضل ادعاء يصف التفاعلات المُعدّة التي يمكن أن يكون لها أشد تأثير فوري في أعداد نباتات العشب الحبلي الناعم الذي ينمو في المستنقع الملحي المنخفض؟

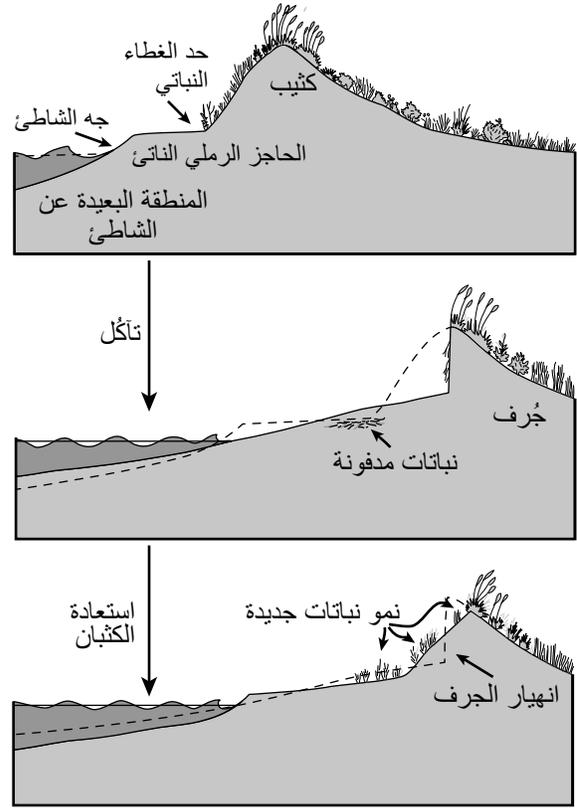
- (1) يمكن أن تكون أعداد نباتات العشب الحبلي الناعم أشد تأثرًا بتدفق عصافير المستنقعات المالحة التي تنتقل للعيش في مكان جديد بعد هبوب العواصف الشديدة.
- (2) يمكن أن تكون أعداد نباتات العشب الحبلي الناعم أشد تأثرًا بارتفاع مستويات سطح البحر نظرًا إلى ظاهر الاحترار العالمي التي تؤثر في مستوى المد والجزر.
- (3) يمكن أن تكون نباتات العشب الحبلي الناعم أشد تأثرًا بحدوث زيادة مؤقتة في درجة الملوحة بسبب العواصف الشديدة.
- (4) يمكن أن تكون نباتات العشب الحبلي الناعم أشد تأثرًا بتآكل الشواطئ الناتج عن العواصف الشديدة وما يتبعها من فيضانات.

يؤثر تآكل التربة على سواحل الشواطئ، ومن بينها المستنقعات الملحية. عادةً ما تحدد النماذج الرياضية تآكل الشواطئ باستخدام مسافة القطاع الخطي. وتقيس تلك المسافة الكثبان الرملية الواقعة على امتداد نفس الخط الفاصل بين نقطتين محددتين. ونظرًا إلى تأثير المد والجزر في المناطق الساحلية، يؤثر الارتفاع أيضًا في عملية التآكل. توضح النماذج أدناه بعض المعلومات عن العوامل التي تؤثر في سواحل الشواطئ.

### نماذج تآكل السواحل



### استعادة السواحل لحالتها الطبيعية

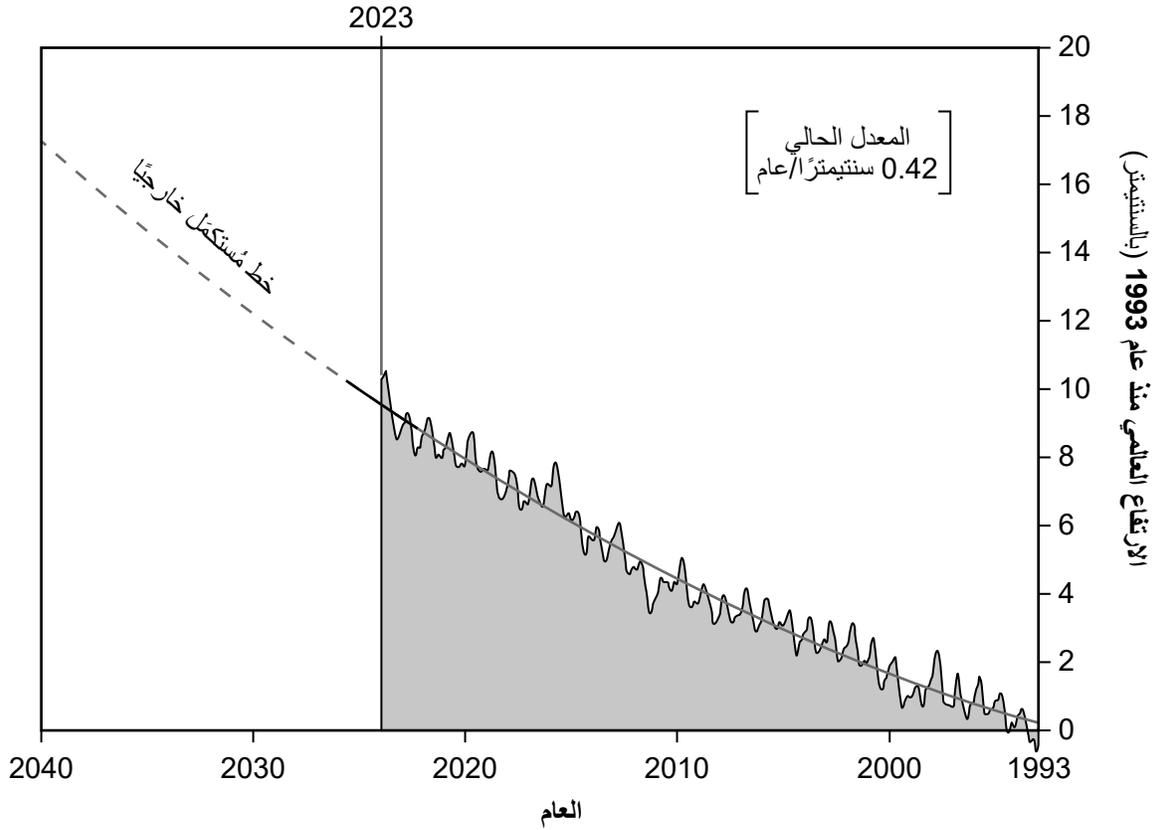


23 باستخدام المعلومات المُقدّمة، ما أفضل عبارة تصف تأثير التآكل الطبيعي لسواحل الشواطئ في السعة الاستيعابية للمواطن البيئية وفقاً لمقاييس مختلفة؟

- (1) تقل السعة الاستيعابية للمواطن البيئية بسرعة في سواحل الشواطئ التي تتضمن نباتات تتأثر بالتآكل.
- (2) تزيد السعة الاستيعابية للمواطن البيئية بسرعة في سواحل الشواطئ التي تتضمن نباتات تتأثر بالتآكل.
- (3) تقل السعة الاستيعابية للمواطن البيئية بسرعة في سواحل الشواطئ التي لا تتضمن نباتات تتأثر بالتآكل.
- (4) تزيد السعة الاستيعابية للمواطن البيئية بسرعة في سواحل الشواطئ التي لا تتضمن نباتات تتأثر بالتآكل.

يمكن أن يؤثر تغيّر المناخ العالمي في المستنقعات الملحية والأنظمة البيئية الساحلية الأخرى. يوضح الرسم البياني أدناه بعض البيانات التي جمعتها الهيئة الوطنية لإدارة أبحاث الملاحه الجوية والفضاء (وكالة ناسا).

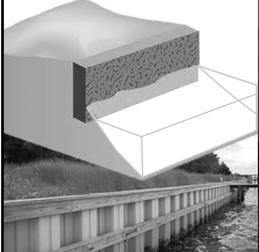
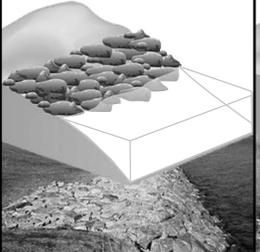
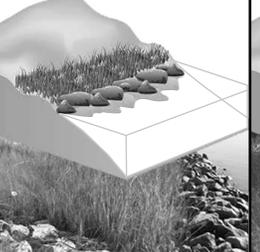
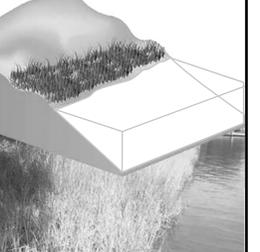
### تسجيل ارتفاع مستوى سطح البحر



24 باستخدام الدليل المُقدّم، قيّم ادعاء أن ارتفاع مستويات سطح البحر سيؤثر في أعداد وأنواع الكائنات الحية التي تتفاعل داخل المستنقعات المنخفضة. [1]

توضع الإستراتيجيات التي تحاكي البيئات الطبيعية المحيطة لتقليل التآكل وإصلاح الأنظمة البيئية الموجود على سواحل الشواطئ. يوضح الجدول أدناه بعض المعلومات حول خصائص الخيارات المختلفة لإصلاح الأنظمة البيئية الموجودة على سواحل الشواطئ.

### الحلول الهندسية لإصلاح الشاطئ

الطرق الأصعب		المناطق الساحلية التي تضم كائنات حية		الاسم
حاجز إنشائي	طبقة الترسية	الجُدُد الموازية	الغطاء النباتي فقط	
				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• جدار احتجاز رأسي مواز للخط الساحلي يحافظ على ثبات مكان الشاطئ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توضع فوق منحدر المنطقة الساحلية تحمي المنطقة الساحلية من التآكل والأمواج</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تراكيب طبيعية مماثلة للموطن البيئي الموجود تقلل من طاقة الأمواج</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تعمل الجذور على ثبات التربة في مكانها</li> <li>• يوفر عازلاً يكسر الأمواج الصغيرة</li> </ul>	<b>الوصف</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• طاقة الأمواج عالية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• المواقع التي تتضمن خطوطاً ساحلية موجودة مسبقاً وتمت زيادة صلابتها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• البيئات التي تتراوح فيها طاقة الأمواج ما بين منخفضة ومتوسطة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• البيئات التي تكون فيها طاقة الأمواج منخفضة</li> </ul>	<b>الظروف المثلى</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الصُّلب، وخشب البناء، والخرسانة، والألياف الكربونية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الحجارة، والحصى، والكتل أو البلاطات الخرسانية، والأكياس المحشوة بالرمال/الخرسانة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الحجارة والشعاب الحية (شعاب المحار، وبلح البحر)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• النباتات الواطنة</li> </ul>	<b>خيارات المواد</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تخفيف تأثير الأمواج</li> <li>• الحد من تقلبات المد والجزر</li> <li>• منع هجرة المستنقعات الطبيعية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• التقليل من تأثير الأمواج</li> <li>• قلة الحاجة إلى الصيانة</li> <li>• إمكانية تجزئة الموطن البيئي</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توفير موطن بيئي</li> <li>• إبطاء انتقال المياه من المناطق المرتفعة</li> <li>• منع فقدان الأراضي الرطبة</li> <li>• حواجز طبيعية للأمواج</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• توفير موطن بيئي</li> <li>• إبطاء انتقال المياه الداخلية، وتخزين الماء</li> <li>• الحفاظ على الربط بين البيئتين المائية والبرية</li> </ul>	<b>المزايا</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توفير حماية من الفيضانات الشديدة</li> <li>• فقدان الربط بين البيئتين المائية والبرية</li> <li>• تقليل مساحة الموطن البيئي لمصايد الأسماك وتنوعها</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توفير حماية من الفيضانات الشديدة أو ارتفاع مستوى المياه</li> <li>• فقدان الربط بين البيئتين المائية والبرية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توفير حماية من ارتفاع مستوى المياه</li> <li>• عدم إمكانية نمو النباتات</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم توفير حماية من ارتفاع مستوى المياه</li> <li>• عدم إمكانية نمو النباتات</li> </ul>	<b>العيوب</b>
\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$	\$	<b>التكلفة</b> أعمال الإنشاء الأولية
\$\$	\$\$	\$	\$	الأعمال الإنشائية الخاصة بالتشغيل والصيانة

25 ما نوع مشروع الإصلاح الذي سيهيئ الظروف اللازمة لنمو نظام بيئي مستقر يدعم التفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية التي تعيش في ذلك النظام؟

- (1) سيتيح تكوّن منطقة مستنقع ملحي نمو نوع واحد فقط من النباتات المائية في المنطقة المتضررة.
- (2) بناء الحواجز الإنشائية لمنع الأسماك والنبات من الوصول لسواحل الشواطئ.
- (3) ستؤدي زراعة النباتات على امتداد السواحل الشاطئية المتضررة إلى توفير مأوى لحماية الكائنات الحية التي تعيش في تلك السواحل.
- (4) سيؤدي بناء هيكل صلب، مثل طبقة تكسية، إلى زيادة الطاقة الناتجة عن ارتطام الأمواج بساحل الشاطئ.

26 ما أفضل ادعاء يصف التفاعلات المعقدة في المناطق الساحلية الطبيعية التي تضم كائنات حية، والتي تتأثر بتغير الظروف البيئية، مثل هبوب العواصف الشديدة؟

- (1) يؤدي التآكل الذي يحدث خلال هبوب العواصف إلى حدوث تغييرات في ميل الأرض؛ وهذا يعرّض النباتات التي تعيش في المستنقع المرتفع إلى انخفاض مستويات الملوحة؛ فيقل بذلك التنوع الحيوي.
- (2) تقلل شعاب المحار من التآكل الناتج عن موجات العواصف؛ وهذا يتيح توسع المستنقعات الملحية إلى الأراضي المرتفعة؛ فيزيد بذلك توفر المواطن البيئية للكائنات الحية الأخرى.
- (3) تمنع الحواجز الإنشائية التآكل وتزيد التنوع البيئي من خلال منع هجرة المستنقعات، والحفاظ على الحاجز الرملي الناتج خلال العواصف.
- (4) ليس للعواصف الشديدة تأثير في درجة ملوحة المستنقعات الملحية؛ وهي تؤدي موت نباتات العشب الحلي؛ ومن ثم، تقل النباتات الموجودة في المناطق الساحلية لمنع التآكل.

تنتج زيادة مستويات الماء في مختلف أنحاء البحيرات العظمى في المقام الأول عن إمدادات موارد المياه الطبيعية غير المنضبطة التي تصب في حوض تلك البحيرات. وفي يونيو/حزيران 2019، شهدت بحيرة أونتاريو ارتفاعاً غير مسبوق في مستويات المياه نتيجة لهطول لأمطار الغزيرة وهبوب العواصف. تقع مدينة أوسويغو، وهي إحدى مدن نيويورك، على شاطئ بحيرة أونتاريو.

وقد شهد جميع أجزاء النظام الشاطئ للمدينة أضراراً جسيمة، وأثاراً شديدة أخرى. وتراوحت الشواغل المتعلقة بالخسائر الشاطئية ما بين خسارة في الإيرادات الآتية من الأنشطة الترفيهية في المدن الواقعة على امتداد البحيرة، مثل ركوب القوارب، وصيد الأسماك، والسباحة، وتقديم الوجبات الفاخرة، وخسائر في ممتلكات أصحاب المنازل والشركات؛ ومن ثم، تسعى المجتمعات الشاطئية إلى إيجاد طرق يمكن الاعتماد عليها لتقليل تضرر الممتلكات، والحفاظ على ثقافة المدن الساحلية، وفرص الأنشطة الترفيهية في المناطق الطبيعية.

توضح الصورة الفوتوغرافية أدناه أحد شواطئ مدينة أوسويغو في نيويورك بعد ارتفاع مستويات المياه عام 2019.

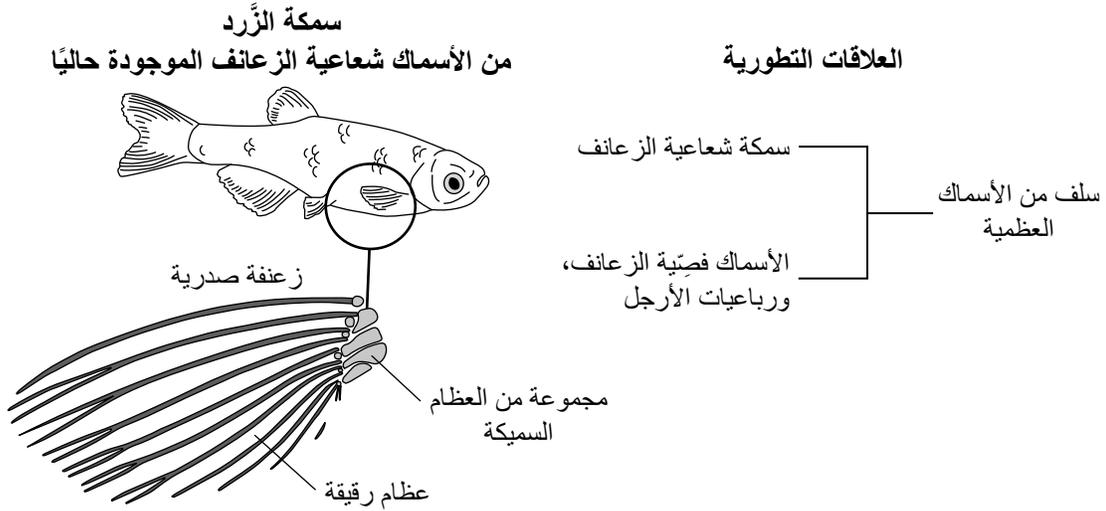


27 حدّد أفضل خيار ممكن لإصلاح المناطق الساحلية في مدينة أوسويغو في نيويورك من بين جدول الحلول الهندسية لإصلاح المناطق الساحلية بناء على التكلفة المرتبطة بالخيار، وموثوقيته، والنواحي الجمالية. قيّم التأثيرات الاجتماعية والبيئية لهذا الحل باستخدام المعايير وأوجه المفاضلة المذكورة. [1]

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

### تطوُّر الأطراف

تتضمن رباعيات الأرجل جميع الحيوانات التي لديها عمود فقري تمتد منه أربعة أطراف تنتهي بأصابع (أصابع القدم وأصابع اليدين). وبعض رباعيات الأرجل، مثل الحيتان والثعابين، ليست لديها أطراف أربعة ظاهرة، بل تكون تلك الأطراف غير ناتئة؛ لأنها انحدرت من سلف رباعي الأطراف. ويُعتَقَد بأن الأطراف الأمامية لرباعيات الأرجل قد تطوَّرت من زعانف صدرية كانت لدى سلفٍ من الأسماك العظمية.

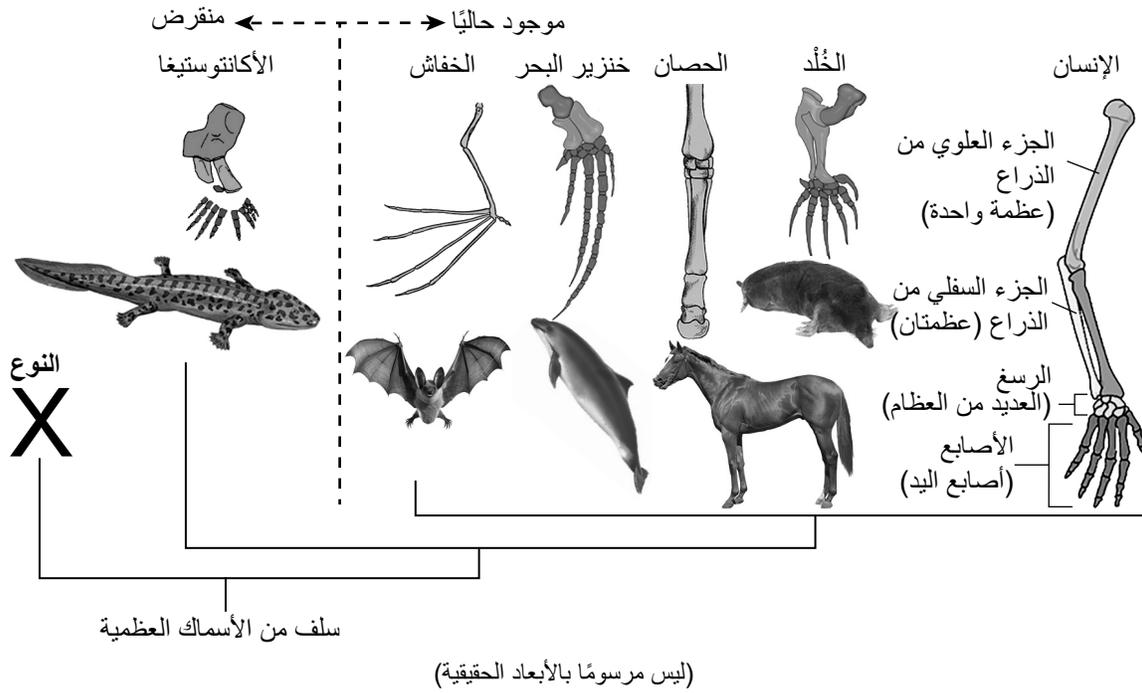


28 ما الدليل الذي يمكن استخدامه لدعم الادعاء بأن هناك أنماطاً متكررة لتطوُّر الأطراف الأمامية لدى السلالات التي انحدرت من الأسماك العظمية الأسلاف؟

- (1) هناك تغيُّرات موثقة في الموطن البيئي الذي كانت تعيش فيه الأسماك الأسلاف شعاعية الزعانف، اقتضت أن تغيَّر تلك الأسماك عدد الجينات المستخدمة في تكوين الزعانف الصدرية
- (2) هناك أوجه تشابه في تسلسل قواعد الجينات التي تتحكم في تطوُّر الزعانف الصدرية لدى سمكة الزرد وتطوُّر الأطراف الأمامية لدى رباعيات الأرجل
- (3) هناك تشابه ما بين إجمالي عدد الزعانف لدى سمكة الزرد، وإجمالي عدد الأطراف لدى رباعيات الأرجل الموجودة في الوقت الحالي
- (4) المعلومات المتعلقة بكيفية استخدام الأطراف الأمامية في البيئة التي تعيش فيها رباعيات الأرجل في الوقت الحالي

يلخص الرسم التخطيطي بعض المعلومات التركيبية والحفرية الحالية المتعلقة بتطور الأطراف الأمامية لدى بعض أنواع الحيوانات الموجودة على قيد الحياة حاليًا، وبعض أنواع الحيوانات المائية المنقرضة.

### تطور الأطراف الأمامية لرباعيات الأرجل



29 ما العبارة أدناه التي تحدد العلاقات التطورية المُمثلة في الرسم التخطيطي؟

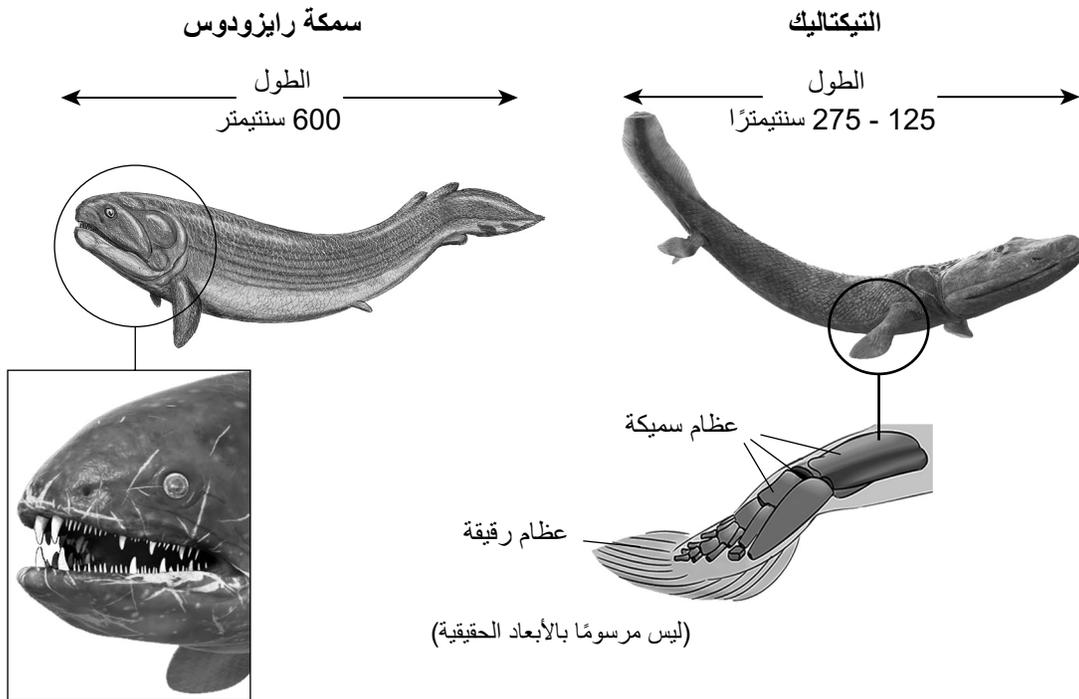
- (1) للأطراف الأمامية لدى حيوانات الأكانتوستيغا والأنواع الحية الموجودة اليوم تركيب عظمي أنسب للحياة على اليابسة؛ ومن ثم، فقد تطوّرت الأطراف الأمامية لجميع الأنواع الحية من سلف مائي منقرض.
- (2) تشترك حيوانات الأكانتوستيغا المائية المنقرضة وحيوانات خنزير البحر في أكثر المواطن البيئية تشابهًا؛ ومن ثم، فإنها تشترك في آخر سلف مشترك منقرض.
- (3) لكل من أنواع الكائنات الحية التي تعيش في الوقت الحالي هياكل عظمية مختلفة للأطراف الأمامية؛ إذ نمت لها هياكل مختلفة حتى تتطوّر في مواطنها البيئية.
- (4) تتشابه الأطراف الأمامية للأنواع المائية المنقرضة والأنواع التي تعيش اليوم في ترتيب العظام؛ وهذا دليل على أن لها سلفًا مشتركًا.

30 قدّم تفسيرًا، بناءً على دليل، لأن تطوّر نمو الأطراف يمكن أن يكون ناشئًا عن عوامل بيئية. [1]

يبحث العلماء في الوقت الحالي عن حفريات انتقالية لتقديم دليل على أن رباعيات الأرجل التي تعيش على اليابسة قد تطوّرت من أسماك عظمية. النوع المفقود مُمثّل بالتسمية "النوع X" على الرسم التخطيطي لتطوُّر الأطراف الأمامية لدى رباعيات الأرجل. في عام 2004، تم اكتشاف بقايا حفرية لنظير محتمل في كندا. وكان اسمه *التيكتاليك*. كان *التيكتاليك* كائنًا حيًّا كبيرًا يشبه الأسماك، وكان يعيش منذ قرابة 385 مليون سنة؛ عندما كانت البحار تمتلئ بالكثير من أنواع الأسماك.

ويُعتقد بأن كائن *التيكتاليك* كان يعيش في المياه الضحلة الدافئة. وخلال تلك الحقبة الزمنية، ملأت النباتات الأولى اليابسة، ونمت الحشرات الزاحفة والعناكب. كان كائن *التيكتاليك* يستطيع تحديد فريسته على اليابسة والماء باستخدام عينيه الموجودتين فوق رأسه. كما كان في إمكانه استخدام زعانفه الأمامية لمطاردة الفريسة واصطيادها على الشاطئ. وعلى الرغم من أن كائن *التيكتاليك* كان هو الآخر فريسة لأسماك مفترسة تفوقه حجمًا، مثل سمكة *رايزودوس* التي كان لديها نابان كبيران في مقدمة فكها. يوضح الرسم التخطيطي أدناه بعض المعلومات عن كلا هذين النوعين المحتملين المنقرضين من الكائنات الحية.

### خصائص كائن *التيكتاليك* وسمكة *رايزودوس*



31 استخدم الأنماط الموجودة في التركيب العظمي للأطراف الأمامية لدعم ادعاء الباحثين بأن كائن *التيكتاليك* يمثل شكلاً سلفياً وسيطاً بين الأسماك شعاعية الزعانف وحيوانات الأكانتوستيغا رباعية الأرجل التي كانت تعيش في العصور الأولى. [1]

32 ما الدليل الذي يدعم تفسير أن الحيوانات التي لديها صفات ملائمة للحياة على اليابسة قد تطوّرت بسبب العوامل البيئية التي كانت موجودة منذ 385 مليون سنة؟

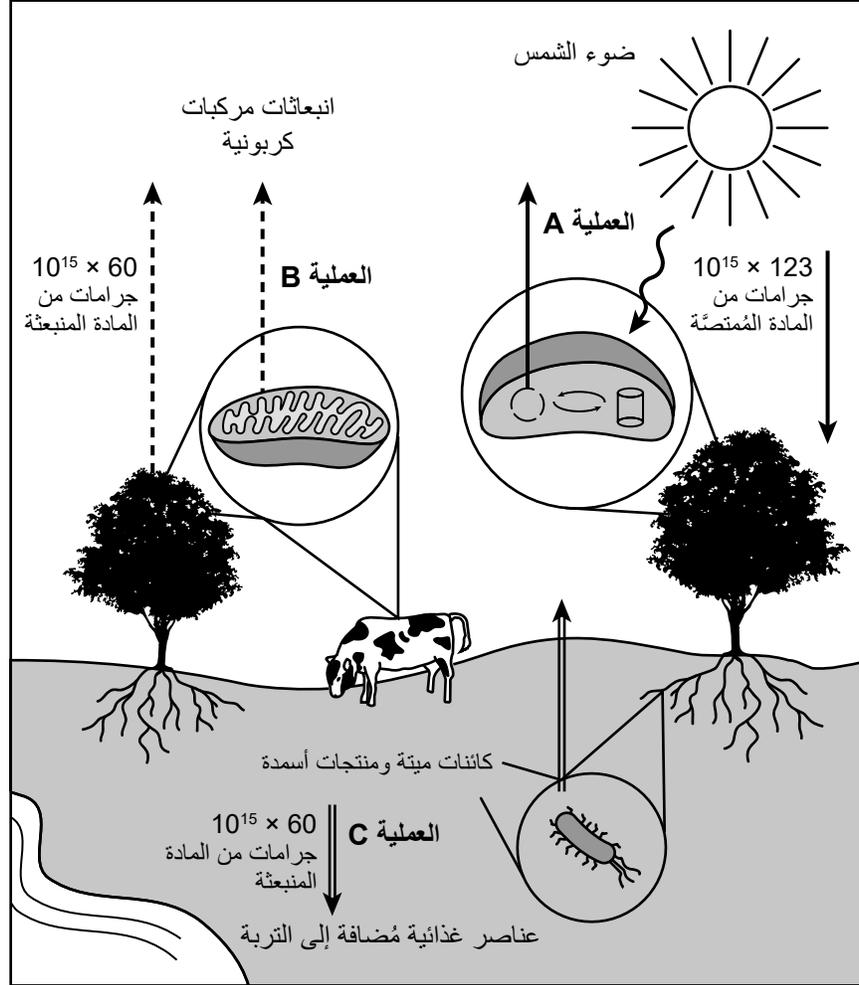
- (1) حجم سمكة رايزودوس الكبير مكنّها من التحرك بسرعة في المياه الضحلة.
- (2) مكان عيني كائن التيكثاليك مكنّه من رؤية الفريسة على اليابسة وفي الماء.
- (3) كان لدى سمكة رايزودوس نابان كبيران مكنّاهما من أداء وظيفتها باعتبارها من مفترسات كائن التيكثاليك، على اليابسة وفي الماء.
- (4) كان كائن التيكثاليك قادرًا على العثور على موارد غذائية جديدة، وتجنّب الافتراس من أسماك رايزودوس بسبب التركيب العظمي لزعانفه الذي مكنّه من السير على اليابسة.

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 33 وحتى 37 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### هل للأمر أهمية؟

ينتقل الكربون الذي تستخدمه النباتات ما بين الكائنات الحية، والمعادن الموجودة في التربة، والغلاف المائي، والغلاف الجوي من خلال عمليات تتم في دورة الكربون.

### عمليات تحوُّل المادة



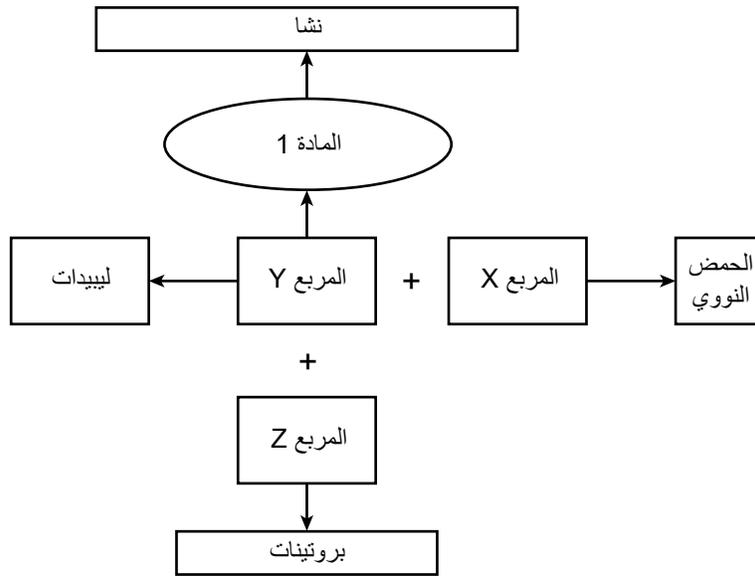
33 باستخدام المعلومات المستمدة من النموذج، ما العبارة تحدد بشكل صحيح كيف تُمد حركة المادة في هذا النظام البيئي مختلف الكائنات الحية بالطاقة؟

- (1) يمتص النبات مركبات الكربون من الغلاف الجوي، ثم تتحول تلك المركبات إلى سكر، ثم تُستخدمها البقرة خلال العملية B لإنتاج طاقة قابلة للاستخدام.
- (2) يمتص النبات الأوكسجين من التربة، ثم يتحول الأوكسجين إلى عناصر غذائية، ثم خلال العملية B لإنتاج طاقة قابلة للاستخدام.
- (3) تؤدي البقرة العملية C، وهي عملية تُطلق السكريات إلى الغلاف الجوي، ثم تستخدمها النباتات خلال العملية A لإنتاج طاقة قابلة للاستخدام.
- (4) تتحلل فضلات البقرة خلال العملية A، وهي عملية تُطلق السكريات إلى التربة، ثم تستخدمها النباتات خلال العملية C لإنتاج طاقة قابلة للاستخدام.

34 باستخدام الدليل المستمد من النموذج، قَدِّم تفسيرًا لدور العملية C في دورة المادة التي تحدث بين الكائنات الحية التي تعيش في هذا النظام البيئي. [1]

تُعِيد النباتات ترتيب المادة لإنتاج مركبات أخرى مطلوبة. ويوضح النموذج أدناه بعض المركبات التي تقوم النباتات بتكوينها. تمثل المربعات X، Y، و Z العناصر المُستخدَمة لتكوين هذه المركبات.

#### كيفية قيام النباتات بإعادة ترتيب المادة



35 ما أفضل تفسير يدعم ادعاء أن العناصر المستمدة من المادة I في النموذج تتحد بعناصر مختلفة لتكوين جزيئات كربونية أخرى؟

(1) تتحلل العناصر الموجودة في المربع Y إلى النيتروجين والفسفور، ثم يتحد هذان العنصران معًا لتكوين الليبيدات.

(2) يمكن أن تتحد جزيئات المادة I معًا لتكوين النشا.

(3) تتحد العناصر الموجودة في المربع Y بالنيتروجين لتكوين مواد تُستخدَم بدورها لتكوين البروتينات.

(4) يمكن أن تتحد جزيئات المادة I معًا لتكوين الحمض النووي.

36 بناءً على المعلومات الواردة في جميع النماذج المُقدَّمة، ما الادعاء الذي يمكن تقديمه حول السبب في أن المادة I ضرورية لعملية التمثيل الغذائي في النبات؟

- (1) تؤدي العملية B إلى اتحاد المادة I بعناصر أخرى لتكوين الليبيدات التي يستخدمها النبات بعد ذلك.
- (2) تؤدي العملية A إلى إعادة ترتيب عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين لتكوين المادة I التي يستخدمها النبات بعد ذلك.
- (3) تؤدي العمليتان A و C إلى اتحاد النيتروجين والفسفور بالمادة I لتكوين البروتينات التي يستخدمها النبات بعد ذلك.
- (4) تؤدي العمليتان B و C إلى إعادة ترتيب النيتروجين والمادة I لتكوين الحمض النووي جزيئات النشا ليستخدامها النبات بعد ذلك.

37 قَدِّم شرحًا باستخدام دليل كميّ لكيف أن دورة المادة في النباتات تؤدي إلى تغييرات في الكربون المخزّن في الغلافين الجوي والحيوي. [1]

---

---

---

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 38 وحتى 42 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

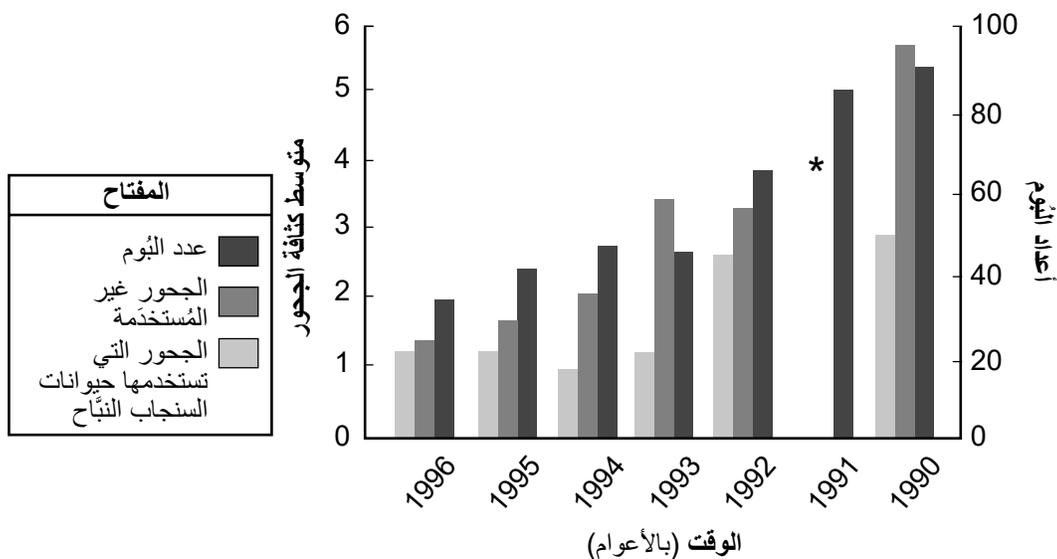
### نوع رئيسي: حيوانات السنجاب النَّبَّاح أسود الذيل

تُعد حيوانات السنجاب النَّبَّاح أسود الذيل من الأنواع الرئيسية؛ لأنها تحافظ على وجود شبكة معقدة من العلاقات في الأنظمة البيئية في المروج الموجودة في وسط أمريكا الشمالية. وتتغذى في المقام الأول على النباتات التي تزيد فيها نسبة الرطوبة والعناصر الغذائية. وفي أثناء تغذيتها على النباتات، تُسقط من تلك النباتات قصاصات الأوراق التي تمنح العناصر الغذائية للتربة. تحفر تلك الحيوانات جحورًا تسكنها - عند تركها - الأفاعي المجلجلة، وبُوم الجحور، والحشرات. تُعد حيوانات السنجاب النَّبَّاح أسود الذيل الفريسة الأولية للعديد من الكائنات الحية، ومنها حيوان ابن مقرض أسود الأقدام، وهو من أندر الحيوانات وجودًا وأكثرها تعرُّضًا إلى الانقراض في أمريكا الشمالية.

تشهد أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح أسود الذيل الموجودة في مراعي وسط أمريكا الشمالية انخفاضًا مستمرًا. ومن أبرز التهديدات التي تواجهها تلك الحيوانات تحويل المراعي الخضراء إلى أراضٍ زراعية، والتنمية الحضرية، والصيد، واستخدام السمِّ للتخلص منها؛ إذ يَعدُّها المزارعون وأصحاب مزارع الماشية من الحيوانات الضارة.

يوضح الرسم البياني أدناه بعض البيانات التي تم جمعها في دراسة أُجريت على 17 مستعمرة من مستعمرات السنجاب النَّبَّاح في ولاية نبراسكا.

### التغيُّرات الطارئة على متوسط أعداد جحور حيوانات السنجاب النَّبَّاح وأعداد بُوم الجحور في أمريكا الشمالية



\*البيانات الكاملة غير متاحة بالنسبة إلى العام 1991.

38 كيف أثرت أعداد جحور حيوانات السنجاب النَّبَاح في السعة الاستيعابية لُيُوم الجحور في المنطقة؟

(1) كلما قَلَّت أعداد السنجاب النَّبَاح، زادت أعداد بُوم الجحور التي يمكن للمنطقة استيعابها.

(2) كلما زادت أعداد بُوم الجحور، قَلَّت أعداد السنجاب النَّبَاح التي يمكن للمنطقة استيعابها.

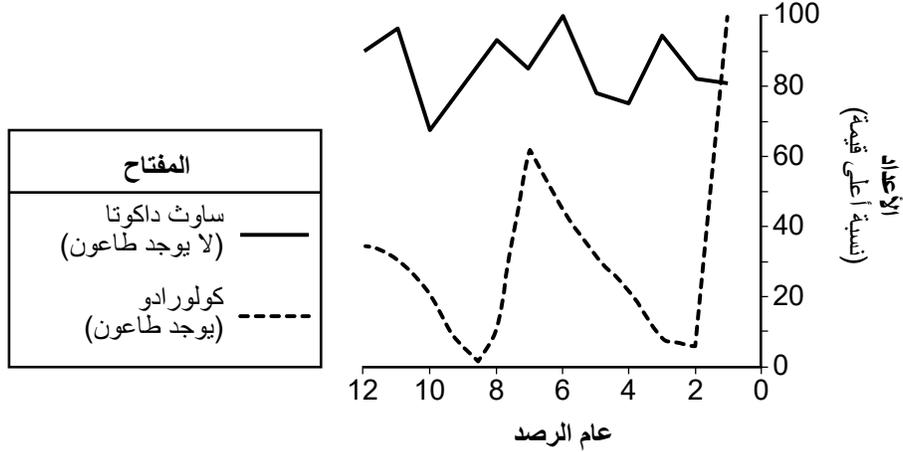
(3) كلما قَلَّت أعداد السنجاب النَّبَاح، قَلَّت أعداد بُوم الجحور التي يمكن للمنطقة استيعابها.

(4) كلما زادت أعداد بُوم الجحور، قَلَّ إجمالي عدد الجحور التي يمكن للمنطقة استيعابها.

39 قِيم ادعاء أنه لو انخفضت أعداد حيوانات السنجاب النَّبَاح بدرجة كبيرة، ستكون لذلك تأثيرات واسعة الانتشار من خلال تحديد تفاعل مُعَيَّن بين عناصر النظام البيئي. [1]

ينشأ مرض اسمه الطاعون الحَرَجِي بسبب بكتيريا تحملها البراغيث التي تعيش فوق جسم الفئران. ويستهدف هذا المرض الثدييات الصغيرة، ومنها السنجاب النَّبَّاح. وقد ظهر المرض في غرب الولايات المتحدة نتيجة لصناعة الشحن، ثم انتشر في اتجاه الشرق. يبيِّن الرسم البياني التالي التغيُّرات التي لوحظت أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح في ولايتين مختلفتين خلال فترة تسعينيات القرن الماضي.

التقلبات في أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح في أمريكا الشمالية



40 ادَّعي أن بعض حيوانات السنجاب النَّبَّاح التي تعيش في ولاية كولورادو تتمتع بميزة موروثية نافعة تحميها من الإصابة بذلك الطاعون. ما العبارة التي تقدم دليلاً يدعم ذلك الادعاء؟

- (1) زادت أعداد قطيع حيوانات السنجاب النَّبَّاح في الفترة ما بين السنوات الأولى، والثانية، والسابعة، والثامنة، غير أنها انخفضت بعد ذلك نظرًا إلى أن أعداد قطيع حيوانات السنجاب النَّبَّاح التي كان لديها ذلك التباين الوراثي الوقائي ماتت بعد ذلك بفترة وجيزة.
- (2) انخفضت أعداد قطيع حيوانات السنجاب النَّبَّاح في الفترة ما بين السنوات الأولى، والثانية، والسابعة، والثامنة، غير أنها كانت قادرة على التعافي من الطاعون لأن أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح التي كانت لديها تباينات وراثية وقائية قد بقيت على قيد الحياة لكي تتكاثر.
- (3) توقَّت حيوانات السنجاب النَّبَّاح الإصابة بالطاعون نظرًا إلى أن نسبة تلك الحيوانات التي نجت من الطاعون كانت دائمًا تتعدى 60 في المائة.
- (4) كلا قطيعي حيوانات السنجاب النَّبَّاح قد تعافى من الإصابة بعدوى الطاعون منذ 12 عامًا.

41 يوضح جدول أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح في ولاية ساوث داكوتا حدوث تقلُّب ضمن نطاق معين. أيُّ صف في الجدول يحدد تأثير العوامل المختلفة في السعة الاستيعابية؟

الصف	العامل الذي يحول دون انخفاض الأعداد بدرجة كبيرة	العامل الذي يحول دون زيادة الأعداد بدرجة كبيرة
(1)	التنمية الحضرية	عدد الجحور المهجورة
(2)	استنفاد العناصر الغذائية في التربة	انخفاض مساحة المراعي الخضراء
(3)	الحفاظ على المراعي	الافتراس من حيوانات ابن مقرض
(4)	انخفاض استخدام السموم	زيادة العناصر الغذائية في التربة

يتم إجراء تحقيق حول الطرق المختلفة لمكافحة الوباء. وقد اكتشفت طريقتان فعالتان، يوضحهما الجدول أدناه.

التطعيم باللقاح	رش الجحور
- إعطاء لقاح عن طريق الفم، مثل قرص بنكهة زبدة الفول السوداني	- يُرش مسحوق مبيد حشري في جحور حيوانات السنجاب النَّبَّاح
- مكافحة العدوى لمدة تصل إلى 9 أشهر من بعد بدء مفعول اللقاح	- يقتل المبيد البراغيث الحاملة للمرض التي تنقله إلى حيوانات السنجاب النَّبَّاح
- يجب أن تتناول حيوانات السنجاب النَّبَّاح الأقراص خلال 7 أيام من إسقاط الأقراص	- يمكنه تقليل أعداد البراغيث لمدة تصل إلى عامين تبدأ من بعد الرش مباشرةً.

يوجد مكان إجراء الدراسة بالقرب من المناطق السكنية والمراعي المفتوحة المُستخدمة في رعي الماشية، والتي تُعد مواطن بيئية للحيوانات البرية. وقد طُلب من الباحثين تقديم نصائح لتحديد أنسب إستراتيجية تُستخدم لوقاية أعداد حيوانات السنجاب النَّبَّاح من الإصابة بالطاعون، من دون التأثير سلبيًا في المناطق المجاورة.

42 صِف طريقة العلاج، التطعيم أو رش الجحور، الأفضل لوقاية حيوانات السنجاب النَّبَّاح من الإصابة بالطاعون، مع مراعاة المعايير أو القيود المتعلقة بالتكلفة، أو السلامة، أو الموثوقية. استخدم معلومات محددة من الجدول لتعليل اختيارك للتكلفة، أو السلامة، أو الموثوقية. [1]

اجعل إجابتك عن الأسئلة من 43 وحتى 48 مبنية على المعلومات أدناه وعلى معرفتك بعلم الأحياء.

### الطبيعة أم التنشئة؟

خلال أحد مواسم الشتاء في القرن العشرين، شهدت هولندا مجاعة شديدة (نقص في الطعام). وكانت بعض النساء وقت المجاعة في مراحل الحمل الأولى، ووضعن أطفالاً تتراوح أوزانهم ما بين الوزن الطبيعي، وما فوق الوزن الطبيعي عند الولادة، وهو أمر مُستغَرَب نظرًا إلى نقص العناصر الغذائية لدى الأمهات.

43 ما السؤال الذي يساعد على تحديد دور الحمض النووي في انتقال المعلومات الوراثية، التي أثرت في الوزن عند الولادة، من الأمهات إلى أطفالهن خلال المجاعة؟

- (1) هل الجينات التي كان لها دور في تحديد الوزن عند الولادة انتقلت من كلا الوالدَيْن؟
- (2) هل الجينات المُكوّنة من الأحماض الأمينية انتقلت من الحمض النووي لأحد الوالدَيْن فقط؟
- (3) هل الجينات المُكوّنة من البروتين انتقلت من الحمض النووي لكلا الوالدَيْن؟
- (4) هل كانت لخلايا معدة الأم جينات أدّت دورًا في تحديد الوزن عند الولادة؟

توصّل العلماء إلى أن الأطفال الذين شهدت أمهاتهم مراحل حملهم الأولى خلال المجاعة (ويطلق عليهم "أطفال المجاعة") قد عانوا من السمّة ومشكلات صحية مزمنة عند وصولهم إلى مرحلة البلوغ بمعدل أعلى مقارنةً بالأطفال الذين لم يتعرّضوا إلى تلك الظروف. حدثت تغيّرات في التعبير الجيني في بعض جينات أطفال المجاعة. ومن بين تلك الجينات، جين يُعرّف باسم "عامل النمو الشبيه بالأنسولين 2" (IGF2)، ويشقّر ذلك الجين أحد الهرمونات.

يمكن استخدام مخطط الكودونات أدناه لتحديد الأحماض الأمينية التي يشقّها كل تسلسل من تسلسلات الحمض النووي.

### الكودونات في الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية							القاعدة الثالثة			
	U	C	A	G							
U	UUU	UUC	UUA	UUG	الفينيل ألانين	UCU	السيرين	UAU	التيروسين	UGU	السيستئين
	UUC	UUA	UUG	UUA	الفينيل ألانين	UCC	السيرين	UAC	التيروسين	UGC	السيستئين
	UUA	UUG	UUA	UUG	الليوسين	UCA	السيرين	UAA	كودون وقّف	UGA	كودون وقّف
	UUG	UUA	UUG	UUA	الليوسين	UCG	السيرين	UAG	كودون وقّف	UGG	التربتوفان
C	CUU	CUC	CUA	CUG	الليوسين	CCU	البرولين	CAU	الهستيدين	CGU	الأرجينين
	CUC	CUA	CUG	CUA	الليوسين	CCC	البرولين	CAC	الهستيدين	CGC	الأرجينين
	CUA	CUG	CUA	CUG	الليوسين	CCA	البرولين	CAA	الجلوتامين	CGA	الأرجينين
	CUG	CUA	CUG	CUA	الليوسين	CCG	البرولين	CAG	الجلوتامين	CGG	الأرجينين
A	AUU	AUC	AUA	AUG	الأيزوليوسين	ACU	الثريونين	AAU	الأسباراجين	AGU	السيرين
	AUC	AUA	AUG	AUA	الأيزوليوسين	ACC	الثريونين	AAC	الأسباراجين	AGC	السيرين
	AUA	AUG	AUA	AUG	الأيزوليوسين	ACA	الثريونين	AAA	اللايسين	AGA	الأرجينين
	AUG	AUA	AUG	AUA	الميثيونين، أو كودون بدء	ACG	الثريونين	AAG	اللايسين	AGG	الأرجينين
G	GUU	GUC	GUA	GUG	الغالين	GCU	الألانين	GAU	حمض الأسبارتيك	GGU	الجلاليسين
	GUC	GUA	GUG	GUA	الغالين	GCC	الألانين	GAC	حمض الأسبارتيك	GGC	الجلاليسين
	GUA	GUG	GUA	GUG	الغالين	GCA	الألانين	GAA	حمض الجلوتاميك	GGA	الجلاليسين
	GUG	GUA	GUG	GUA	الغالين	GCG	الألانين	GAG	حمض الجلوتاميك	GGG	الجلاليسين

يتضمن الجدول أدناه جزءًا من تسلسل الحمض النووي للجين IGF2.

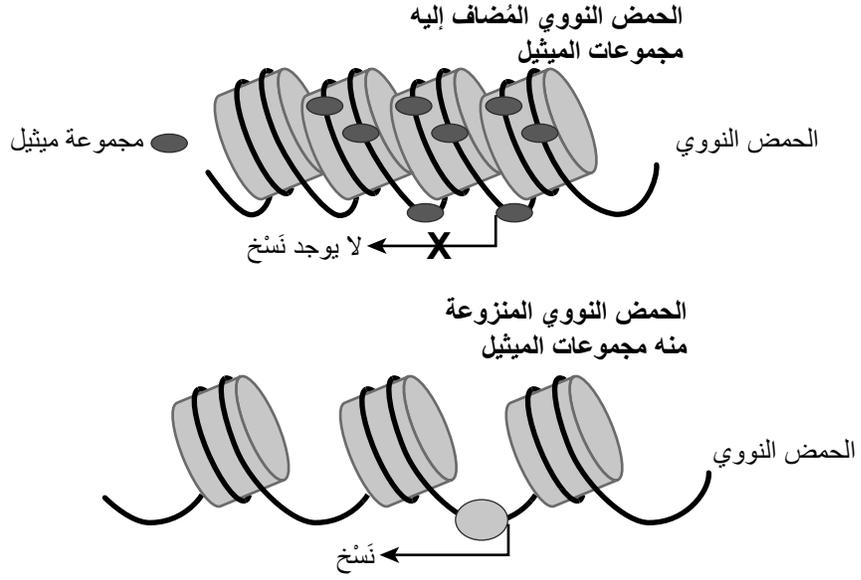
GCT	CAC	CTC	الحمض النووي
CGA	GUG	GAG	الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)
الأرجينين	الفالين	حمض الجلوتاميك	الحمض الأميني

44 ادعى طالب أن تغيير التسلسل CTC إلى CTG في الحمض النووي سيؤدي إلى إنتاج بروتين مختلف. ما التفسير الذي يدعم هذا الادعاء؟

- (1) عند تغيير التسلسل GAG إلى GAC، سيتضمن البروتين حمض الأسبارتيك بدلاً من حمض الجلوتاميك.
- (2) عند تغيير التسلسل GAG إلى GAC، لن يحدث تغيير في البروتين الناتج.
- (3) عند تغيير التسلسل GAG إلى GAC، سيتضمن البروتين الفالين بدلاً من حمض الجلوتاميك.
- (4) عند تغيير التسلسل GAG إلى GAC، ستكون جميع الأحماض الأمينية التي تكوّن البروتين مختلفة.

يتفاعل الحمض النووي في الخلية مع جزيئات مختلفة، كما أنه يتفاعل مع مجموعات الميثيل خلال عملية تُعرَف باسم "إضافة مجموعات الميثيل".

الحمض النووي المُضاف إليه مجموعات الميثيل مقابل الحمض النووي المنزوعة منه مجموعات الميثيل



يشفر الجين IGF2 هرمونًا يحفز نمو الجنين. وكان معدل حدوث عملية إضافة مجموعات الميثيل إلى الجين IGF2 لدى أطفال المجاعة أقل من المعدل الطبيعي لحدوث تلك العملية لدى الأطفال الآخرين.

45 قَدِّم تفسيرا مبنيًا على دليل لتأثير تركيب الحمض النووي الذي أضيفت إليه مجموعات الميثيل في وظيفة الجين IGF2، وهذا أدَّى إلى زيادة وزن الطفل عند الولادة. [1]

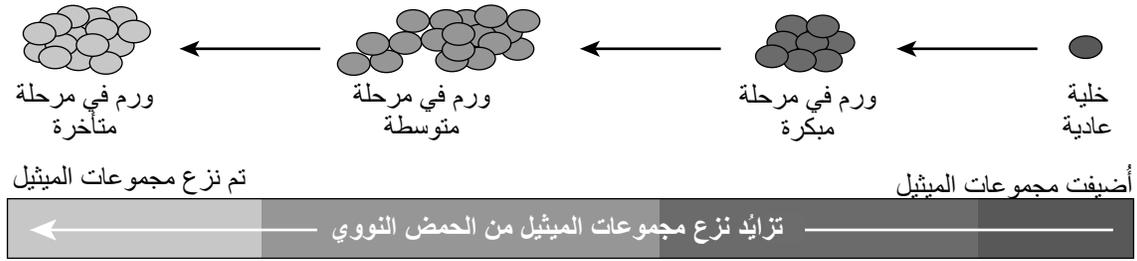
رصد الباحثون صحة أطفال المجاعة وصحة نسلهم على مدار عدة سنوات. وقد خلّصت الأبحاث إلى حدوث نتائج مشابهة لدى نسل أولئك الأطفال.

46 ما الرأي الذي يدعمه الدليل حول أن نسل أولئك الأطفال كانت لديه مشكلات صحية مماثلة، على الرغم من عدم تعرّض النسل إلى المجاعة؟

- (1) تنتقل معدلات حدوث عملية إضافة مجموعات الميثيل إلى الحمض النووي بالوراثة إلى جيل واحد فقط.
- (2) يمكن أن تنتقل معدلات حدوث عملية إضافة مجموعات الميثيل إلى الحمض النووي بالوراثة إلى العديد من الأجيال.
- (3) تسلسل قواعد الحمض النووي هو العامل الوحيد المؤثر في التعبير الجيني.
- (4) تسلسل قواعد الحمض النووي مَحْمِي من حدوث الطفرات بسبب عملية إضافة مجموعات الميثيل.

علاوةً على حدوث المجاعة خلال فترة الحمل، توجد عوامل بيئية أخرى، ومنها أن تدخين النيكوتين يمكن أن يؤدي إلى نزع مجموعات الميثيل من بروتينات الحمض النووي المسؤول عن انقسام الخلايا. ويوضح النموذج أدناه نتيجة نزع مجموعات الميثيل.

#### تأثيرات نزع مجموعات الميثيل على خلايا الرنتين



47 باستخدام دليل مستمد من النموذج، صف مدى تأثير إعاقة تدفق المعلومات في خلايا الرنتين التي تحتوي على حمض نووي منزوع منه مجموعات الميثيل. [1]

48 ما العبارة التي تحدد حلاً يمكن للباحثين استخدامه لتقليل نمو الأورام وتطوُّرها؟

- (1) استخدام الإشعاع لنزع مجموعات الميثيل من جينات الأورام.
- (2) استخدام العلاج الجيني في تعديل الحمض النووي لتسريع الانقسام الخلوي في خلايا الأورام.
- (3) استخدام علاج لإضافة مجموعات الميثيل إلى الجينات التي تتسبب في زيادة الانقسام الخلوي.
- (4) استخدام علاج لزيادة معدل الانقسام الميتوزي في جميع خلايا الجسم.



