تطوُّرُ الكائناتِ الحيَّة

Living Organisms Evolution

الدرس

27/9/2025

الفكرةُ الرئيسة:

تتغيَّرُ صفاتُ الكائناتِ الحيَّةِ بصورةٍ مستمرَّةٍ نتيجةَ تكيُّفِها معَ البيئةِ؛ ما يؤدي إلى تطوُّرِها. جواب س ص 16

نتاجاتُ التعلُّم:

- أُناقِشُ الآراءَ والنظرياتِ التي تَعْرِضُ لتطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ.
- أستكشفُ آليةَ تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

التطوُّرُ	Evolution
التكيُّفُ	Adaptation
نظريةُ الانتخابِ الطبيعيِّ	Natural Selection Theory
نظريةُ التوازنِ المُتقطِّعِ	Punctuated Equilibrium Theory
علمُ التشريحِ المقارنُ	Comparative Anatomy
السجلُّ الأحفوريُّ	Fossil Record

آراءٌ ونظرياتٌ في تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ

Opinions and Theories about Evolution of Organisms

التطوُّرُ Evolution هوَ حدوثُ تغيُّرٍ في الكائناتِ الحيَّةِ بمرورِ الزمنِ. ولتفسيرِ أسبابِ التغيُّراتِ التي تطرأُ على الكائناتِ الحيَّةِ، فقدْ وُضِعَتْ آراءٌ ونظرياتٌ عِدَّةٌ، منْها:

* النظريات التي وضعت لتفسير اسباب تطور الكائنات الحية:

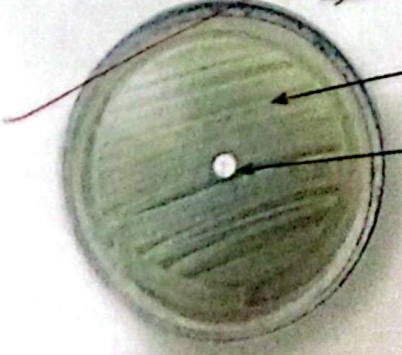
• نظريةُ الانتخابِ الطبيعيِّ Natural Selection Theory

افترضَ داروين Darwin أنَّ الظروفَ الملائمةَ تزيدُ أعدادَ جماعةٍ منَ الأفرادِ، وأنَّ الظروفَ غيرَ الملائمةِ تحدُّ - بمرورِ الزمنِ- منْ أعدادِها بسببِ تنافسِ أفرادِ الجماعةِ على البقاءِ. يتكيَّفُ بعضُ أفرادِ الجماعةِ للمحافظةِ على بقائِهِمْ. **والتكيُّفُ Adaptation** هوَ حدوثُ تحوُّراتٍ في تركيبِ الكائناتِ الحيَّةِ، أوْ في سلوكِها. وينتجُ منْ تكيُّفِ الكائنِ الحيِّ تغيُّرٌ في صفاتِهِ؛ ما يؤدي إلى تطوُّرِهِ. ومنَ الأمثلةِ على ذلكَ تطوُّرُ بعضِ سلالاتِ البكتيريا لتصبحَ مُقاوِمةً للمضاداتِ الحيويةِ. أنظرُ الشكلَ (1).

افترضَ داروين في **نظريةِ الإنتخابِ الطبيعيِّ Natural Selection Theory** أيضًا أنَّ أكثرَ الأفرادِ قدرةً على التكيُّفِ معَ البيئةِ يحظونَ بفرصةٍ أفضلَ للبقاءِ، والتكاثرِ، وتوريثِ الصفاتِ لأبنائِهِمْ. ومعَ توالي الأجيالِ تتجمَّعُ تدريجيًّا الصفاتُ المرغوبةُ في النوعِ؛ ما يؤدي إلى ظهورِ أفرادٍ أكثرَ تكيُّفًا معَ البيئةِ، ألاحِظُ الشكلَ (2).

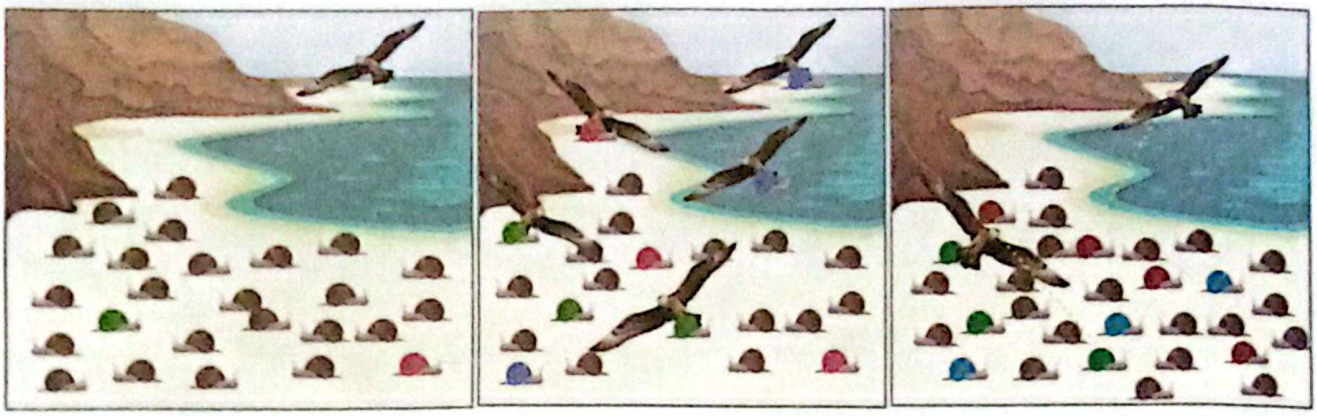
وقدِ اعتقدَ داروين أنَّ التغيُّرَ بينَ الأنواعِ يحدثُ ببطءٍ وثباتٍ بمرورِ الوقتِ، في ما يُعرَفُ بنظريةِ التدرُّجِ.

* تطور الكائنات الحية



الشكلُ (1): سلالةُ بكتيريا تكيَّفَتْ لتصبحَ مقاومةً لمضادٍّ حيويٍّ.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



يَسْهُلُ اصطيادُ أفرادِ الحلزونِ زاهيةِ الألوانِ، خلافًا لتلكَ البُنَّيَةِ التي يُمكِنُها الاختباءُ بسببِ ملاءمةِ لونِها للبيئةِ.

يعيشُ أفرادُ الحلزونِ بُنِّيِّ اللونِ مدَّةً أطولَ بسببِ ملاءمةِ لونِهِمْ للبيئةِ، ونجاحِهِمْ في الاختباءِ منَ الطيورِ.

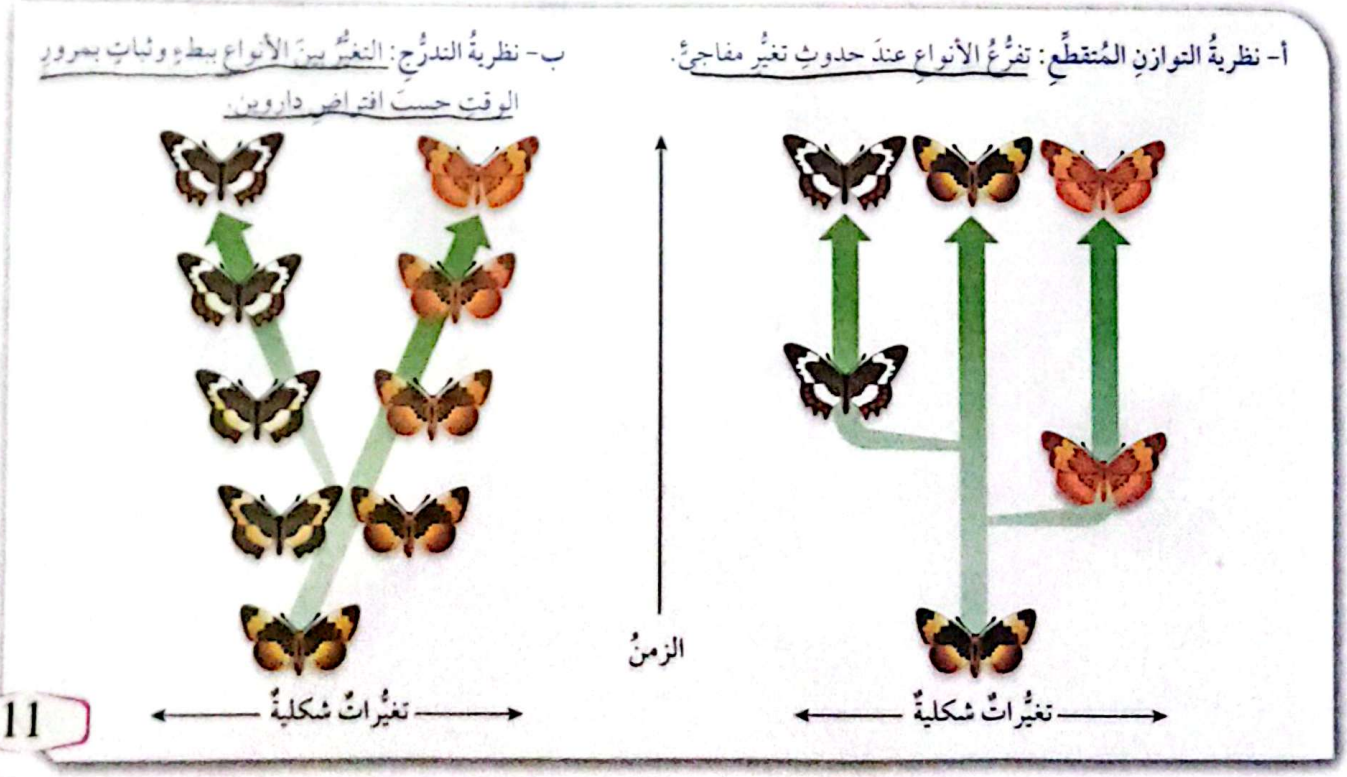
يتمكَّنُ أفرادُ الحلزونِ البُنِّيِّ منَ البقاءِ أحياءً، والتكاثرِ، ونقلِ صفاتِهِمُ الوراثيةِ إلى الأجيالِ القادمةِ؛ ما يزيدُ نسبةَ وجودِ هذا النوعِ في البيئةِ.

2 • نظريةُ التوازنِ المُتقطِّعِ Punctuated Equilibrium Theory

وضعَ هذهِ النظريةَ العالِمانِ إلدرج وغولد Eldredge & Gould عامَ 1972م، وتفيدُ **نظريةُ التوازنِ المُتقطِّعِ Punctuated Equilibrium Theory** بوجودِ نمطٍ منَ التطوُّرِ، يتمثَّلُ في سرعةِ حدوثِ التغيُّرِ في الأنواعِ، وأنَّهُ لا يكونُ دائمًا بطيئًا، ولا يستغرقُ مُدَدًا طويلةً؛ إذْ تحدثُ قفزاتٌ سريعةٌ تظهرُ بعدَها الأنواعُ الجديدةُ، تليها مُدَدٌ طويلةٌ منَ الاستقرارِ تخلو منْ حدوثِ أيِّ تغيُّراتٍ لهذهِ الأنواعِ. أنظرُ الشكلَ (3) الذي يُبيِّنُ نظريةَ التوازنِ المُتقطِّعِ مُقارَنةً بنظريةِ التدرُّجِ.

الشكلُ (2): الانتخابُ الطبيعيُّ لكائناتٍ حيَّةٍ.

الشكلُ (3):
أ- نظريةُ التوازنِ المُتقطِّعِ.
ب- نظريةُ التدرُّجِ.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وقدْ تعرَّضَتْ نظريةُ التوازنِ المُتقطِّعِ لنقدِ بعضِ العلماءِ؛ إذْ لا يوجدُ مثالٌ على حدوثِها.

✓ **أتحقَّقُ**: أيُّ النظريتيْنِ تتطلَّبُ وقتًا أقلَّ لنشوءِ صفاتٍ جديدةٍ في الكائناتِ الحيَّةِ: التدرُّجُ أمِ التوازنُ المُتقطِّعُ؟

أفكِّرُ هلْ تُفسِّرُ نظرياتُ التطوُّرِ تفسيرًا كافيًا سببَ اختلافِ أسلافِ الكائناتِ الحيَّةِ عنْ تلكَ الموجودةِ اليومَ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

أدلةٌ على حدوثِ تطوُّرٍ للكائناتِ الحيَّةِ

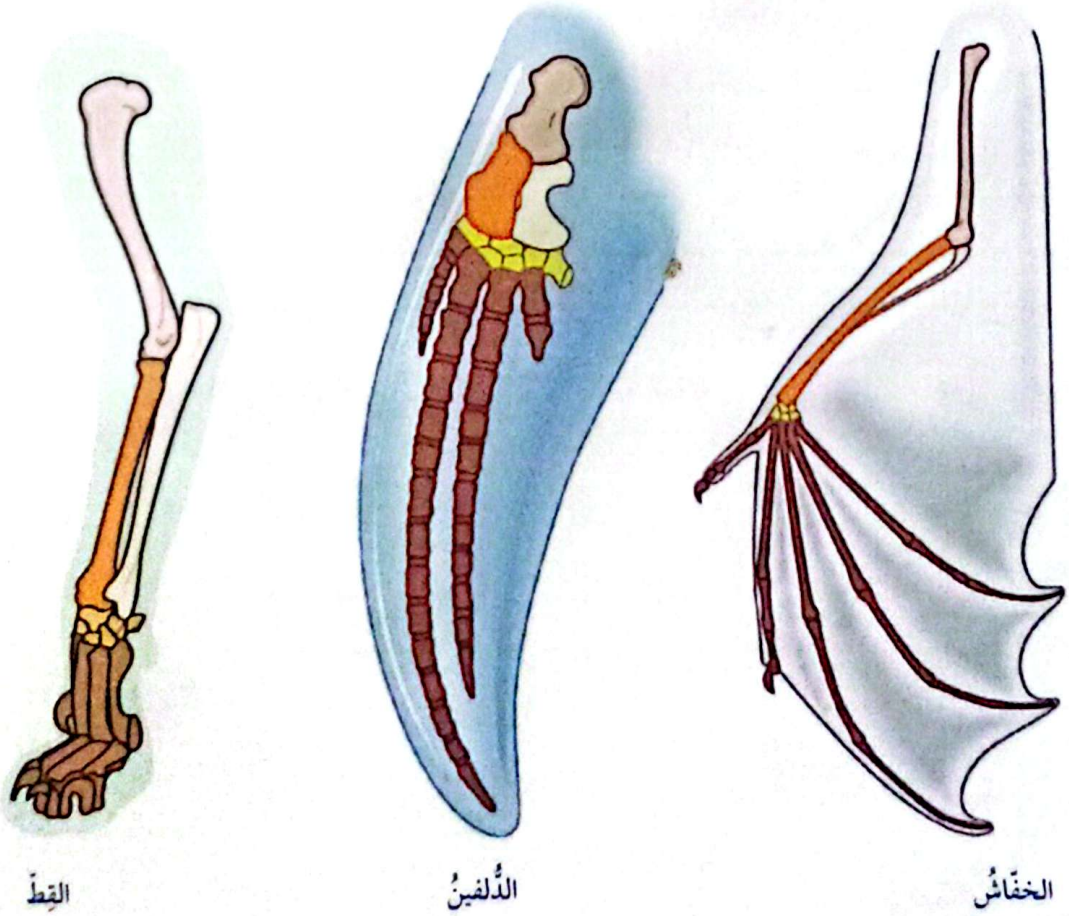
Evidences of Evolution in Living Organisms

حاولَ العلماءُ تقديمَ أدلةٍ على نظريةِ التطوُّرِ، منْها:

١ • علمُ التشريحِ المقارنُ Comparative Anatomy

يرى معظمُ العلماءِ أنَّ التشابهَ في تراكيبَ مُعيَّنةٍ ضمنَ مجموعةٍ منَ الثدييات دليلٌ على أنَّ خالقَها واحدٌ. ويُعَدُّ علمُ التشريحِ المقارنُ Comparative Anatomy أحدَ الأدلةِ المُقترَحةِ لتفسيرِ نظريةِ التطوُّرِ. ويُبيِّنُ الشكلُ (4) تشابهَ تركيبِ الطرفيْنِ الأماميْنِ لعددٍ منَ الثدييات.

الشكلُ (4): تركيبُ عظامِ الأطرافِ الأماميةِ في بعضِ الثدييات.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الشكلُ (5): عظامُ الكاحلِ في بعضِ الفقارياتِ.

جميع البقايا والطبعات والآثار التي تركتها أشكال الحياة على الأرض في العصور السابقة.

2• السجلُّ الأحفوريُّ Fossil Record

السجلُّ الأحفوريُّ Fossil Record هوَ أحدُ الأدلةِ المُقترَحةِ لتفسيرِ نظريةِ التطوُّرِ؛ إذْ يُنظَرُ إليهِ بوصفِهِ سجلًّا لحفظِ أنماطِ التطوُّرِ في الكائناتِ الحيَّةِ، فضلًا عنْ بيانِ تغيُّراتِ الأنواعِ الحاليةِ عنِ الأنواعِ السالفةِ، والتعريفِ بالأنواعِ المُنقرِضةِ منْها. أنظرُ الشكلَ (5).

دراسة التركيب الوراثي والبيوكيميائي لأنواع الكائنات الحية.

3• البيولوجيا الجزيئيةُ Molecular Biology

لاحظَ العلماءُ وجودَ تشابهٍ بينَ الكائناتِ الحيَّةِ على المستوى الجزيئيِّ، مثلِ: التشابهِ في الحموضِ الأمينيةِ (وحداتُ بناءِ البروتينِ)، والتشابهِ في مُكوِّناتِ الحموضِ النوويةِ (DNA).

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تاريخِ حالاتِ الانقراضِ الجماعيةِ التي حدثَتْ على الأرضِ، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أُناقِشُهُ معَ زملائي/ زميلاتي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نشاط

نمذجةُ الأحافيرِ

الموادُّ والأدواتُ:

صلصالٌ أو معجونٌ، أصدافٌ متنوعةٌ أوْ أشكالٌ بلاستيكيةٌ لكائناتٍ مختلفةٍ، غراءٌ أبيضُ، قفازيزُ.

إرشاداتُ السلامةِ:

ارتداءُ القفازيْنِ والحذرُ عندَ استعمالِ الغراءِ؛ لكيلا يلتصقَ باليديْنِ أوِ الملابسِ.

خطواتُ العملِ:

1. أبْسُطُ كميَّةً منَ الصلصالِ، ثمَّ أضغطُ بإحدى الأصدافِ على الصلصالِ حتّى تتكوَّنَ طبعةٌ واضحةٌ عليْهِ.
2. أُزيلُ الصدفةَ بلطفٍ؛ لكيلا تتأثَّرَ الطبعةُ.
3. أملأُ تجويفَ الطبعةِ بالغراءِ الأبيضِ، ثمَّ أتركُهُ حتّى يجفَّ.
4. أُزيلُ الغراءَ الأبيضَ بلطفٍ منَ الصلصالِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ماذا يُمثِّلُ الغراءُ الجافُّ على الصلصالِ؟
2. ما المعلوماتُ التي توصَّلْتُ إليْها منَ الطبعةِ المُتكوِّنةِ؟
3. ما الذي يستنتجُهُ العلماءُ منْ طبعاتِ الكائناتِ الحيَّةِ التي يُعثَرُ عليْها؟

✓ **أتحقَّقُ:** أُعدِّدُ الأدلةَ التي قدَّمَها العلماءُ على نظريةِ التطوُّرِ.

آلياتُ تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ

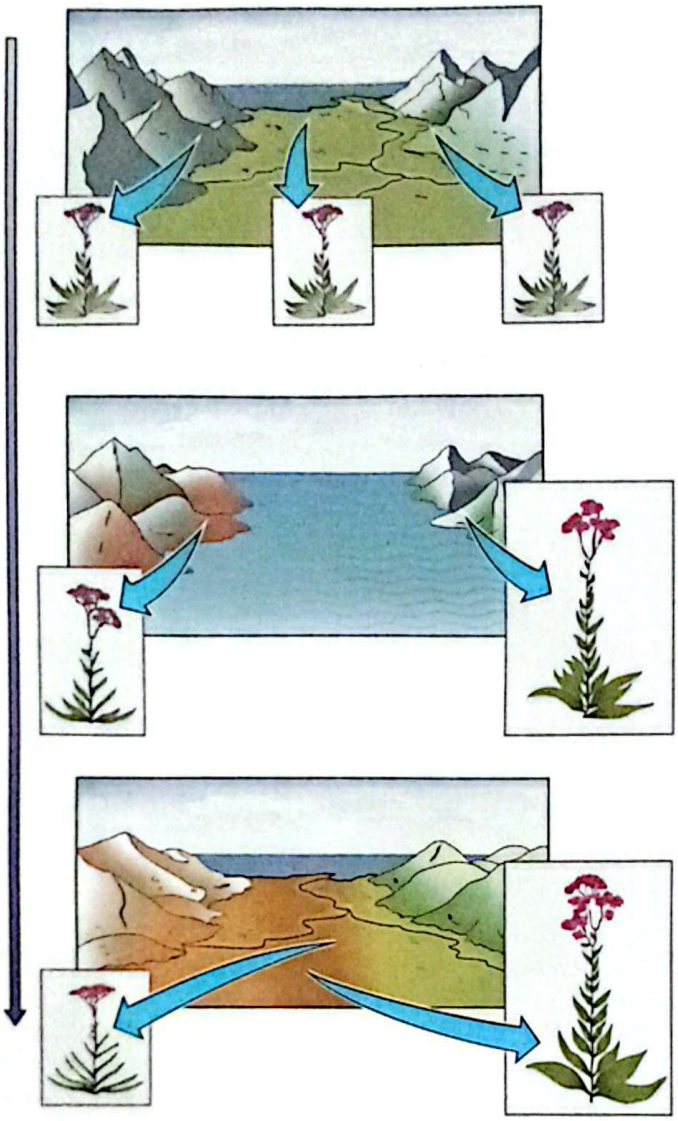
توصَّلَ العلماءُ إلى بعضِ طرائقِ حدوثِ التطوُّرِ، وهذهِ أبرزُها:

• **الانعزالُ Isolation**

(يؤدي انعزالُ بعضِ الأفرادِ عنْ بقيةِ الجماعةِ إلى تغيُّرِ محتواها الجينيِّ، فيظهرُ أفرادٌ ذوو صفاتٍ جديدةٍ) ومنْ أمثلتِهِ: الانعزالُ الجغرافيُّ، والبيئيُّ، والسلوكيُّ، والفصليُّ، والتركيبيُّ. ويُبيِّنُ الشكلُ (6) آليةَ حدوثِ الانعزالِ الجغرافيِّ.

جواب لـ ص ١٨

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



توزُّعُ نوعٍ واحدٍ منَ الأزهارِ على نطاقٍ واسعٍ.

ارتفاعُ مستوى البحرِ فاصلًا بينَ أفرادِ الجماعتيْنِ، فيتكيَّفُ أفرادُهُما معَ الظروفِ البيئيةِ المختلفةِ على جانبَيِ الحاجزِ.

في حالِ أُزيلَ الحاجزُ بعد ملايينِ السنينَ، فإنَّ أفرادَ الجماعتيْنِ لنْ يتمكَّنوا منَ التكاثرِ معَ بعضِهِمْ؛ بسببِ حدوثِ تغيُّراتٍ جينيةٍ فيها.

الشكلُ(6): الانعزالُ الجغرافيُّ.

2• التدفُّقُ الجينيُّ Genetic Flow

هوَ انتقالُ الجيناتِ التي يحملُها أفرادٌ منْ مجتمعٍ إلى آخرَ بسببِ الهجرةِ. ومنْ أمثلتِهِ: حبوبُ اللقاحِ التي تنتشرُ في وجهةٍ جديدةٍ، والأشخاصُ الذينَ ينتقلونَ إلى مدنٍ أوْ بلدانٍ جديدةٍ؛ ما ينقلُ المادةَ الوراثيةَ إلى مجتمعٍ لمْ تكنْ فيهِ منْ قبلُ. ولهذا فقدْ يكونُ التدفُّقُ الجينيُّ مصدرًا مُهِمًّا للتنوُّعِ الجينيِّ.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

9/13

• الطفراتُ Mutations

هيَ التغيُّراتُ المفاجئةُ في تركيبِ المادةِ الوراثيةِ، التي تؤدي إلى ظهورِ صفاتٍ جديدةٍ لمْ تكنْ سابقًا. تُورَّثُ هذهِ الطفراتُ منَ الآباءِ إلى الأبناءِ عنْ طريقِ الجاميتاتِ، ولا يوجدُ لمعظمِها أيُّ تأثيرٍ، ولكنَّ بعضَها قدْ يكونُ مفيدًا، وقد يكونُ بعضُها الآخرُ ضارًّا. وهيَ تُمثِّلُ إحدى آلياتِ التطوُّرِ التي قدْ تؤدي إلى ظهورِ أنواعٍ جديدةٍ، أوْ أفرادٍ يحملونَ صفاتٍ جديدةً في أثناءِ حدوثِ عمليةِ الانتخابِ الطبيعيِّ.

أبحثُ في مصادرَ المعرفةِ المناسبةِ عنْ أنواعِ الانعزالِ الأُخرى (الانعزالُ البيئيُّ، والسلوكيُّ، والفصليُّ، والتركيبيُّ)، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عنْ ذلكَ باستخدامِ برنامجِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/زميلاتي في الصفِّ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما الذي يُسبِّبُ التدفُّقَ الجينيَّ بينَ أفرادِ الجماعةِ؟

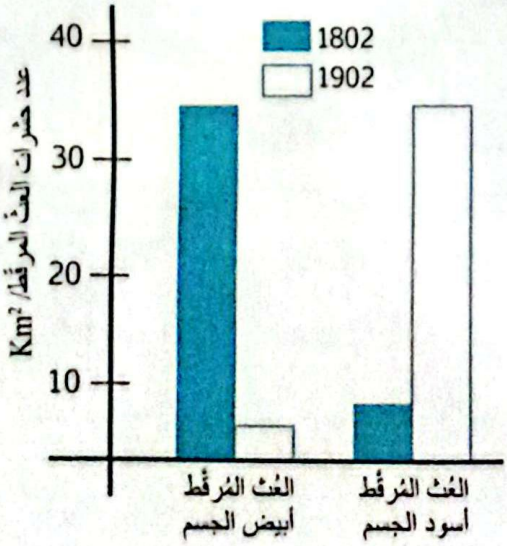
مراجعةُ الدرسِ ١٥/٩

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أوضّح المقصودُ بتطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ. الجواب ص١٥

2. **أُقارِنُ** بينَ نظريةِ التوازنِ المُتقطِّعِ ونظريةِ الانتخابِ الطبيعيِّ منْ حيثُ نمطُ حدوثِ التطوُّرِ.

3. ما آلياتُ تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ؟ الانعزال، التدفق الجيني، الطفرات.

4. لاحظَ العُلماءُ تَغيُّراتٍ كبيرةً في حُجومِ جَماعاتٍ من الحَشَراتِ، ومنها العُثُّ المُرقَّط، بعد الثورةِ الصناعيةِ؛ إذ تراكَمَت كميّاتٌ كبيرةٌ من الرّمادِ والسناجِ حولَ المُدنِ والمصانعِ. وفي دراسةٍ مَسْحِيّةٍ أُجْرِيَت في العام 1802 لعدِّ حَشَراتِ العُثِّ المُرَقّطِ في مِساحَةٍ قَدْرُها ($1km^2$). أُعيدَت الدراسةُ بعدَ 100 عام، وكانَت النتائِجُ كما يُظهِرُها الرسْمُ البيانِيّ المُجاوِر. أتأمّلُ الشكلَ، ثمّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتية:



أ. **أضبطُ المُتغيّرات:** أُحدّد المُتغيِّرُ المُستقِلُّ وما المُتغيِّرُ التابع؟

ب. **أصوغُ فرضيّتي:** ما الفرضيّةُ التي جرى اختِبارُها في هذهِ التجرِبَة.

جـ. **أُفَسِّرُ** النتائِجَ التي يُظهِرُها الرّسمُ البيانِيّ.

د. **أتوقّعُ:** كيفَ ستَتَغيّرُ حُجومُ جماعاتِ العُثِّ المُرقَّطِ الأبيضِ والعُثِّ المُرقَّط الأسوَدِ لو كان الرّمادُ والسناجُ المتراكِمُ فاتحًا أو أبيَضَ اللّون؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤالُ الأولُ:

لكلِّ فقرةٍ منَ الفقراتِ الآتيةِ أربعُ إجاباتٍ، واحدةٌ فقطْ صحيحةٌ، أحدِّدُها:

1. إحدى الآتيةِ لا تُعَدُّ منْ آلياتِ التطوُّرِ:
   (أ)- الأحافيرُ. ب- الطفراتُ.
   ج- الانعزالُ. د - التدفُّقُ الجينيُّ.
2. يحدثُ التطوُّرُ على مستوى:
   أ - الخليةِ. ب- الفردِ.
   (ج)- الجماعةِ. د - النظامِ البيئيِّ.
3. أدرسُ الشكلَ الآتيَ للفراشةِ، ثمَّ أجيبُ عمّا يليهِ:

شكلُ الفراشةِ الذي يُشْبِهُ ورقةَ النباتِ يساعدُها على:

(1)- تجنُّبِ المفترسينَ.
2 - الحصولِ على غذاءٍ أكثرَ.
3 - سرعةِ الطيرانِ.
4 - التكاثرِ معَ نظيراتِها.

السؤالُ الثاني:

كيفَ يؤدي الانعزالُ إلى تنوُّعِ الكائناتِ الحيَّةِ؟

السؤالُ الثالثُ:

أُبيِّنُ رأيي في اعتمادِ علمِ التشريحِ المقارنِ لدراسةِ تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ، مُعلِّلًا ذلكَ.

السؤالُ الرابعُ:

أذكرُ آليةَ حدوثِ التطوُّرِ التي أتبنّاها، مُفسِّرًا إجابتي.

السؤالُ الخامسُ:

كيفَ تُؤثِّرُ نظريةُ الانتخابِ الطبيعيِّ في تطوُّرِ الكائناتِ الحيَّةِ؟

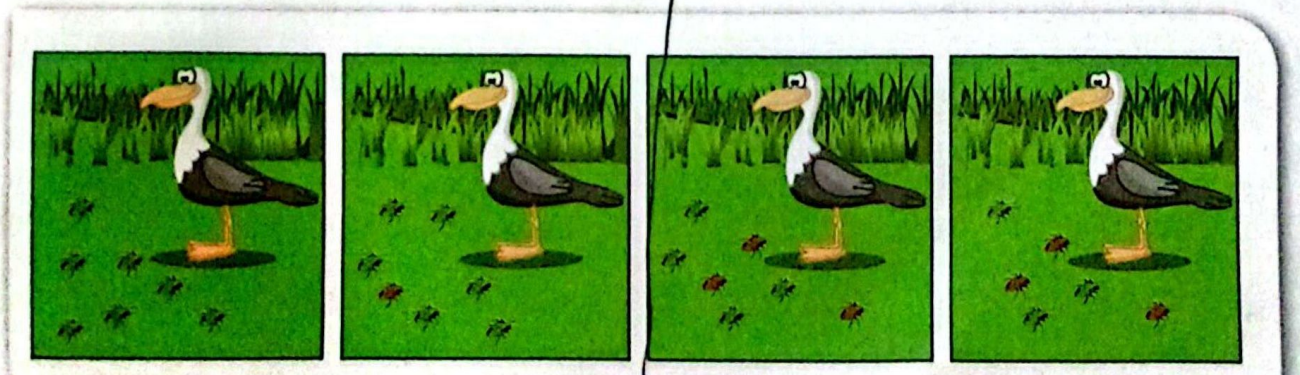
السؤالُ السادسُ:

أدرسُ الشكلَ التاليَ الذي يُمثِّلُ جماعةً منَ الخنافسِ في بقعةٍ منَ الأرضِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

1 - ما ألوانُ الخنافسِ في الشكلِ (أ)؟ أجدُ نسبةَ الخنافسِ ذواتِ اللونِ الأخضرِ.

2 - ما لونُ الخنافسِ التي أكلَتْها الطيورُ في الشكلَيْنِ: (ب)، و(ج)؟ أُفسِّرُ إجابتي.

3 - أجدُ نسبةَ الخنافسِ ذواتِ اللونِ الأخضرِ في الشكلِ (د). ماذا أستنتجُ؟



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner