إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات الأسئلة المتضمنة في كتاب علوم الأرض والبيئة

الصف الثاني عشر/ الفرع العلمي

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

إدارة المناهج والكتب المدرسية

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

جاء هذا الكتاب (علوم الأرض والبيئة) للصف الثاني عشر/ الفرع العلمي مكملًا لما تم بناؤه في: مرحلة التعليم الأساسي، والصف الحادي عشر، ومشتملًا على خمس وحدات دراسية، هي:

الوحدة الأولى (النجوم والمجرات)، والوحدة الثانية (تسخين سطح الأرض وغلافها الجوي)، والوحدة الثالثة (تاريخ الأرض)، والوحدة الرابعة (الجيولوجيا الاستكشافية وجيولوجية الأردن)، والوحدة الخامسة (بِنية الأرض الداخلية وديناميتها).

يتضمّن المحتوى الكثير من: الجداول، والصور، والأشكال، والرسومات التوضيحية في أثناء العرض والشرح؛ بهدف تسهيل قراءته وتحليله وتفسيره، واستخدامها في حل بعض المسائل؛ علما بأنها في معظمها يُستعان بها وليست مقررة للحفظ، إلا في مواطن نُوِّه فيها بما هو مطلوب حفظه؛ ومن ذلك كل تعريف موضوع بين قوسين؛ ما لم يُشَر إلى غير ذلك.

وتتضمّن وحدات الكتاب بفصلَيه؛ أسئلة وأنشطة تتسم بالتنوع والشمولية وبالتشويق، وتهدف إلى تعميق المعرفة الصحيحة لدى الطالب، وتفعيل دوره في التعلم، والارتقاء في تطوير مهاراته في البحث والاستقصاء والتحليل، وتنمية ميوله واتجاهاته الإيجابية نحو العلم والعلماء، وبما ينسجم مع فلسفة التربية والتعليم.

علمًا بأن عملية تطوير المناهج والكتب المدرسية عملية مستمرة؛ لذا نرجو زملاءنا المعلمين وأولياء الأمور تزويدنا بأية ملاحظات تغني الكتاب وتسهم في تحسينه، بما يلبي حاجات الطلبة وطموحات المجتمع الأردني.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

الوحدة الأولى
النجوم والمجرات

إجابات أسئلة الفصل الأول: النجوم

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1– 1): مقياس هيبارخوس المحدّث لأقدار النجوم الظاهرية بعد توسعته من الطرفين ليشمل الأجرام السماوية جميعها التي يمكن رصدها/ ص11 .

- ما قدر أشد النجوم إضاءة في السماء ليلاً، وما قدر أشد الأجرام السماوية إضاءة في السماء؟

- قدر أشد النجوم إضاءة في السماء ليلاً (- 1.5) .

- قدر أشد الأجرام السماوية إضاءة في السماء (- 26.5) .

- لماذا أُغلق التدريج من جهة الشمس وبقي مفتوحاً من جهة الأجرام الخافتة؟

أغلق التدريج من جهة الشمس لأنه لا يوجد جرم سماوي ألمع ظاهريا من الشمس، يمكن أن يوصل طاقة إشعاعية أكثر للأرض؛ كون الشمس هي النجم الأقرب إلينا. ومن جهة الأجرام الخافتة لم يتم إغلاقه؛ لأنه من الممكن أن تتطوّر وسائل الرصد الفلكي ومن ثم يمكن رؤية أجرام أخفت.

- ما حدود القدر الظاهري لنظام الأقدار بعد التوسعة ؟

حدود نظام الأقدار هي: (+30) من جهة الأجرام السماوية الخافتة ⟵ (-26.5) من جهة الشمس.

- ما القدر الظاهري لكل من الأجرام السماوية الآتية: القمر بدرًا، وكوكب الزهرة، ونجم النسر الواقع، ونجم الشعرى اليمانية؟ نظّم إجابتك في جدول.

الجرم السماوي	القمر بدراً	كوكب الزهرة	نجم النسر الواقع	نجم الشعرى اليمانية
القدر الظاهري	- 12.5	- 4	صفر	- 1.5

إجابات اختبر معلوماتك/ صفحة 12

ادرس الجدول الآتي وأجب عن الأسئلة التي تليه :

الجدول (1-2): اختبر معلوماتك.

النجم	أ	ب	ج	د
القدر الظاهري	صفر	8	- 8	3

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

أ- رتّب النجوم (أ، ب، ج ، د) تنازليًّا حسب شدة إضاءاتها الظاهرية.

الترتيب تنازليًّا: (ج، أ، د، ب)

ب- ما رمز النجم الذي لا يُرى بالعين المجرّدة ؟

النجم (ب)، لأن قدره الظاهري أكبر من (+6) حسب مقياس هيبارخوس.

جـ - احسب النسبة بين شدّة الإضاءة للنجمين (ب، د).

ق ب – ق د = 2.5 لو$_{10}$ (ش د/ ش ب)

8 – 3 = 2.5 لو$_{10}$ (ش د/ ش ب)

2.5 / 5 = لو$_{10}$ (ش د/ ش ب)

2 = لو$_{10}$ (ش د/ ش ب)

(ش د/ ش ب) = 10^2

100 =

إجابات اختبر معلوماتك / ص (15)

1. ما نسبة تغير شدة الإضاءة للمصدر في كل من الحالات الآتية :

المسافة (ف$_2$)	2/1 (ف$_1$)	10 (ف$_1$)	4/1 (ف$_1$)
نسبة شدة الإضاءة (ش$_2$/ش$_1$)	**4**	**100 / 1**	**16**

2. ماذا يحدث لشدّة الإضاءة الظاهرية للنجم، عندما تقلّ المسافة بين مصدر الإشعاع والراصد؟ لماذا؟

تزداد شدة الإضاءة الظاهرية؛ إذ أنه ووفق قانون التربيع العكسي كلما قلت المسافة بين مصدر الإشعاع والراصد وتوزعت الطاقة الإشعاعية على مساحات أقل وفي الاتجاهات كافة، تزداد كمية الطاقة الواصلة إلى وحدة المساحة، فالنجم الأقرب يُظهر شدة إضاءة ظاهرية أكبر والعكس صحيح.

3. متى تتساوى شدّة الإضاءة الظاهرية لمصدر ضوء سطوعه 10000 واط، مع شدّة إضاءة مصدر آخر سطوعه 90000 واط ؟

الحل:

إدارة المناهج والكتب المدرسية

$$ش_1 = ش_2$$

$$\frac{س_1}{4\pi ف_1^2} = \frac{س_2}{4\pi ف_2^2}$$

$$\frac{10000}{ف_1^2} = \frac{90000}{ف_2^2}$$

فيكون: $ف_2 = 3 ف_1$ / $ف_1$ $ف_2 = 3$

أي أن مصدر الضوء الثاني يجب أن يبتعد بمقدار ثلاثة أضعاف بُعد مصدر الضوء الأول لتتساوى شدة إضاءة المصدرين.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1-3): الأقدار المطلقة لبعض النجوم/ ص 16

- احسب نسبة التغيّر في شدة إضاءة الشمس الظاهرية لو أصبحت على بعد 10 فراسخ فلكية، علمًا بأن متوسط بعد الأرض عن الشمس 150 مليون كم.

الحل:

$ف_1 = 150$ مليون كم $= 150 \times 10^6$ كم

ولكن: 1 فرسخ فلكي $= 3.1 \times 10^{13}$ كم

إذن: $ف_1 = 150 \times 10^6$ / $3.1 \times 10^{13} = 4.8 \times 10^{-6}$ فرسخ فلكي.

$ف_2 = 10$ فراسخ فلكية.

$ش_2$ / $ش_1 = (ف_1$ / $ف_2)^2$

$ش_2$ / $ش_1 = (4.8 \times 10^{-6}$ / $10)^2$

$ش_2$ / $ش_1 = 23 \times 10^{-14}$

- ما الفرق بين قيمتي قدري الشمس؛ الظاهري والمطلق؟

$ق_م - ق_ظ = -4.9 - (-26.5) = 31.4$

- ما التغيّر الحاصل للنجم (ج) عند تغيير موقعه؟

إدارة المدارس والكتب المدرسية

يقع النجم (ج) على بعد (21) فرسخ فلكي وعند وضعه على بعد (10) فراسخ فلكية فإنه يقترب من الأرض، لذا تزداد شدة إضاءته الظاهرية ويقل قدره الظاهري من (0.9) إلى (– 0.7) بينما يبقى سطوعه ثابتاً.

- ما القدر المطلق للنجم (أ)؟ وما علاقة ذلك ببُعده عن الأرض؟

القدر المطلق للنجم (أ) هو (6)، نلاحظ من الشكل أن النجم (أ) ابتعد عن الأرض فيزداد قدره الظاهري وتقل شدة إضاءته الظاهرية حسب قانون التربيع العكسي.

- النجم (ب) يبعُد عن الأرض 10 فراسخ فلكية، فما قدره المطلق؟ وما قدره الظاهري؟

يتساوى القدر الظاهري والقدر المطلق للنجم (ب) ويساوي (2)، وذلك لأن النجم (ب) يقع على بعد (10) فراسخ فلكية.

إجابات اختبر معلوماتك / ص 19

أ) ادرس الجدول الآتي وأجب عن الأسئلة التي تليه:

الجدول (1-4): اختبر معلوماتك.

رمز النجم	ق	ق م
س	9	1
ص	2	4-
ع	3	3
ل	8 -	2
هـ	4	1

أ- ما رمز النجم الأشد إضاءة ظاهرية؟

النجم (ل)، لأنه الأقل قدر ظاهري والعلاقة عكسية بين القدرالظاهري وشدة الإضاءة الظاهرية.

ب- ما رمز النجم الأكثر سطوعًا؟

النجم (ص)، لأنه الأقل قدر مطلق والعلاقة عكسية بين القدر المطلق والسطوع.

جـ- ما رمز النجم الذي يبعُد 10 فراسخ فلكية؟

النجم (ع)، نظرًا لتساوي القدر الظاهري والقدر المطلق له.

د- أي النجمين أبعد عن الأرض (س) أم (هـ)؟ فسّر إجابتك.

النجم (س)، لأن قدره الظاهري أكبر أي أن شدة إضاءته تكون أقل مع ثبات السطوع.

2) النجم (م) قدره الظاهري 2 وشدة إضاءته تساوي 0.01 شدة إضاءة النجم (ن)، فإذا كان القدر المطلق للنجم (ن) يساوي 7، احسب بُعد النجم (ن).

الحل:

$$ق_{ن} - ق_{م} = 2.5 \text{ لو}_{10} \frac{ش_{م}}{ش_{ن}}$$

$$ق_{ن} - 2 = 2.5 \text{ لو}_{10} \frac{0.01 ش_{ن}}{ش_{ن}}$$

$$ق_{ن} - 2 = -5$$

$$ق_{ن} = -3$$

$$ق_{م ن} = ق_{ن} + 5 - 5 \text{ لو}_{10} ف_{ن}$$

$$7 = -3 + 5 - 5 \text{ لو}_{10} ف_{ن}$$

$$5 = -5 \text{ لو}_{10} ف_{ن}$$

$$ف_{ن} = 10^{-1} = 0.1 \text{ فرسخ فلكي}$$

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1 – 4): العلاقة بين طاقة الإشعاع وطول موجة الذروة لإشعاع النجم بوحدة (النانومتر) لخمس نجوم مختلفة/ ص 21

- قارن بين النجوم جميعها من حيث: درجة حرارة سطحها، وطول موجة ذروة الإشعاع لها.

النجوم	1	2	3	4	5
درجة حرارة سطحها (كلفن)	3625	4143	4833	5800	7250
طول موجة الذروة (نانومتر)	800	700	600	500	400

- **النجم (1):** يمتلك أقل درجة حرارة سطحية وأعلى طول موجة ذروة إشعاع.
- **النجم (5):** يمتلك أعلى درجة حرارة سطحية وأقل طول موجة ذروة إشعاع.

- ماذا يحدث لطول موجة ذروة الإشعاع بزيادة درجة حرارة سطح النجم؟

بزيادة درجة حرارة سطح النجم، يقل طول موجة ذروة الإشعاع له؛ أي أن العلاقة عكسية.

إجابات اختبر معلوماتك/ ص23

1- ما رمز النجم الأعلى درجة حرارة؟

النجم (أ).

2- ما رمز النجم الأكثر سطوعًا؟

النجم (أ).

3- ما النسبة في درجة حرارة النجمين (ب، جـ)؟

$$د_{ب} / د_{ج} = \lambda_{ذ\,ج} / \lambda_{ذ\,ب}$$

$$د_{ب} / د_{ج} = 1000 \times 10^{-9} / 500 \times 10^{-9}$$

$$د_{ب} / د_{ج} = 2$$

4- ما العلاقة بين درجة الحرارة وطول موجة الذروة للإشعاع؟

العلاقة عكسية حسب قانون فين للإزاحة.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1-5): الأصناف الطيفية للنجوم ودرجات حرارتها السطحية، ويظهر فيه الصنف الطيفي للشمس/ ص 23

- ما الصنف الطيفي للنجوم التي لها أعلى درجة حرارة؟ وتلك التي لها أقل درجة حرارة؟

- الصنف الطيفي (O) له أعلى درجة حرارة.

- الصنف الطيفي (M) له أقل درجة حرارة.

- ماذا يحدث للطول الموجي بالانتقال من الصنف الطيفي (O) الى الصنف الطيفي (M)؟

يزداد الطول الموجي، والعلاقة عكسية بين درجة الحرارة والطول الموجي حسب قانون فين للإزاحة؛ حيث إن نجوم الصنف الطيفي (M) لها أقل درجة حرارة سطحية ومن ثم يكون لها أعلى طول موجي .

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1- 7): ثلاث نجوم متساوية في درجات حرارتها السطحية، ومختلفة في مساحات سطوحها/ ص 24-25

- قارن بين النجوم الثلاثة من حيث السطوع.

النجم الأكبر مساحة سطحية سطوعه أكبر، والعلاقة طردية بين مساحة سطح النجم وسطوعه عند ثبوت درجة الحرارة حسب قانون ستيفان – بولتزمان؛ فيكون سطوع النجم (أ) هو الأقل وسطوع النجم (ج) هو الأعلى.

- لماذا ثُبتت درجات الحرارة السطحية للنجوم الثلاثة؟

لأن السطوع يتأثر بعاملين هما: درجة حرارة سطح النجم، ومساحة سطح النجم ولمعرفة تأثير إحدى العاملين على السطوع يتم تثبيت واحد منهما، وتغيير العامل الثاني الأمر الذي يُفضي إلى تحديد تأثير هذا العامل على السطوع بدقة.

- ما العلاقة بين مساحة سطح النجم وسطوعه؟

العلاقة طردية ؛ لأنه كلما زادت مساحة سطح النجم زاد سطوعه.

<u>إجابات اختبر معلوماتك/ صفحة 25</u>

نجم مساحة سطحه 1×10^{12} م^2، وطول موجة الذروة له 145 نانومتر، احسب:

1- درجة حرارة سطح النجم.

د = ث / $\lambda_{ذ}$

د = 2.9×10^{-3} / 145×10^{-9}

د = 2×10^{4} كلفن

2- سطوعه.

س = σ م د^4

س = $5.67 \times 10^{-8} \times 1 \times 10^{12} \times (2 \times 10^{4})^4$

س = 9.07×10^{21} واط

3- إذا زاد نصف قطره 4 مرّات، وزادت موجة الذروة له 4 مرات، ماذا يحدث لسطوعه؟ علمًا بأن ثابت ستيفان بولتزمان = 5.67×10^{-8} واط/ م^2 . ك^4 ، وثابت فين = 2.9×10^{-3} ك .م.

الحل:

نق$_2$ = 4 نق$_1$، $\lambda_{ذ2} = 4 \lambda_{ذ1}$

د = ث / $\lambda_{ذ}$

د$_2$ / د$_1$ = (ث / $\lambda_{ذ2}$) / (ث / $\lambda_{ذ1}$)

إذن: د$_2$ / د$_1$ = 4/1 ⟵ د$_1$ = 4 د$_2$.

س = σ م د^4

س$_2$/س$_1$ = σ م$_2$ د$_2^4$ / σ م$_1$ د$_1^4$

س$_2$/س$_1$= σ. 4 π (4 نق$_1$)^2. د$_2^4$/ σ. 4 π (نق$_1$)^2. (4 د$_2$)^4

س$_2$/س$_1$= 16/1

س$_1$ = 16 س$_2$ (يقل سطوعه بمقدار 16 مرة)

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1- 9): مراحل دورة حياة النجوم/ ص28

- من أين تبدأ دورة حياة النجم ؟ وما اسم النجم في أول مرحلة من مراحل حياته؟

تبدأ دورة حياة النجم من السديم، ويسمّى النجم في أول مراحل حياته النجم الأوّلي.

- رتّب مراحل حياة نجم تتابع رئيس متوسط.

سديم ← نجم أولي ←نجم تتابع رئيس متوسط ←عملاق أحمر ←سديم كوكبي ←قزم أبيض.

- رتّب مراحل حياة نجم تتابع رئيس كبير.

سديم ← نجم أوّلي ← نجم تتابع رئيس كبير ← فوق العملاق الأحمر←

نجم فوق المستعر ← اعتمادًا على كتلة مادة القلب المتبقية ← نجم نيوتروني

أو

ثقب أسود

- اذكر أشكال الموت التي قد تنتهي إليها النجوم.

قزم أبيض - نجم نيوتروني - ثقب أسود

إجابات اختبر معلوماتك/ ص 31

فسّر سبب زيادة الكثافة في القزم الأبيض، على الرغم من أن مادة السديم الكوني تتناقص مع الزمن.

اعتمادًا على قانون الكثافة (الكثافة = الكتلة / الحجم)؛ فإنه إذا بقيت الكتلة ثابتة ونقُص الحجم بشكل كبير زادت الكثافة.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الأول- النجوم/ صفحة 32-33

1- نجم (س) قدره الظاهري 4، شدة إضاءته الظاهرية أكبر 10 مرات من شدة الإضاءة الظاهرية للنجم (ص)، والنجم (ص) شدة إضاءته الظاهرية أكبر 100 مرة من شدة الإضاءة الظاهرية للنجم (ع). احسب القدر الظاهري للنجم (ع).

الحل:

ق ص – ق س = 2.5 لو$_{10}$ (ش س/ ش ص)

ق ص – 4 = 2.5 لو$_{10}$ (10 ش ص / ش ص)

ق ص = 2.5 + 4 = 6.5

ق ع – ق ص = 2.5 لو$_{10}$ (ش ص/ ش ع)

ق ع – 6.5 = 2.5 لو$_{10}$ (100 ش ع / ش ع)

ق ع = 5 + 6.5 = 11.5

2- نجمان (س، ص)؛ إذا وضع النجم (س) على بُعد 10 فراسخ فلكية يتغيّر قدره الظاهري من -7 ليصبح +3، وإذا وضع النجم (ص) على بُعد 10 فراسخ فلكية تزداد شدّة إضاءته بمقدار 625 ضعفًا. أجب عما يأتي:

أ- أي النجمين (س) أم (ص) أبعد عن الأرض؟ لماذا؟

النجم (ص) هو الأبعد عن الأرض لأن شدة إضاءته ازدادت عند تقريبه لمسافة 10 فراسخ فلكية، بينما قلت شدة الإضاءة الظاهرية للنجم (س) عند وضعه على مسافة 10 فراسخ فلكية بدليل أن قدره ازداد.

ب- ما القدر المطلق للنجم (س)؟

القدر المطلق للنجم (س) = +3.

جـ- احسب نسبة التغيّر في شدّة إضاءة النجم (س).

الحل:

ق$_2$ – ق$_1$ = 2.5 لو$_{10}$ (ش$_1$/ ش$_2$)

3 – (-7) = 2.5 لو$_{10}$ (ش$_1$ / ش$_2$)

2.5/10 = لو$_{10}$ (ش$_1$ / ش$_2$)

ش$_1$ / ش$_2$ = 10 ^{4} = 10000 مرة

3- نجمان (س، ص)؛ القدر الظاهري للنجم (س) يساوي ضعف القدر الظاهري للنجم (ص)، وشدة إضاءة النجم (س) تعدل 0.01 من شدة إضاءة النجم (ص)، احسب:

أ. القدر الظاهري لكل منهما.

الحل:

ق ص – ق س = 2.5 لو$_{10}$ (ش س/ ش ص)

ق ص – 2 ق ص = 2.5 لو$_{10}$ (0.01 ش ص / ش ص)

- ق ص = 2.5 لو$_{10}$ 10^{-2}

ق ص = 5

ق س = 2 ق ص

إذن: ق س = 10

ب. بُعد النجم (ص) إذا كان الفرق بين القدر المطلق والقدر الظاهري لهذا النجم يساوي 5.

الحل:

ق م = ق + 5 - 5 لو$_{10}$ ف

ق م ص - ق ص = 5 – 5 لو$_{10}$ ف ص

5 = 5 – 5 لو$_{10}$ ف ص

صفر = – 5 لو$_{10}$ ف ص

ف = 10 صفر = 1 فرسخ فلكي

4- أ. من دراستك لمخطط (H- R) قارن بين مجموعتي النجوم الحُمر العملاقة وفوق العملاقة والأقزام البيض من حيث: موقعها على المخطّط، وسطوعها، ودرجات حرارة سطوحها، ومساحتها، نظّم إجابتك في جدول.

وجه المقارنة	الموقع	السطوع	درجة حرارة سطوحها	مساحة السطح
العملاقة الحُمر	أعلى يمين شريط التتابع الرئيس في المخطط	عالٍ	منخفضة	كبيرة
فوق العملاقة الحُمر	أعلى يمين شريط التتابع الرئيس في المخطط	عالٍ جدًا	اكثر إنخفاضا من الحمر	كبيرة جدًا
الأقزام البيض	أسفل يسار شريط التتابع الرئيس في المخطط	قليل	عالية جدًا	صغيرة

ب. متى يصبح النجم الأوّلي نجم تتابع رئيس؟

عندما تصل درجة حرارة قلب النجم إلى 1.5 مليون كلفن، فيبدأ عندها اندماج نوى الهيدروجين لإنتاج الهيليوم وينتج من الاندماج طاقة هائلة ليصبح الاندماج النووي هو مصدر الطاقة الرئيس في النجم، وعندها يبدأ مرحلة جديدة في حياة النجم هي مرحلة التتابع الرئيس.

5- صنّف العلماء النجوم اعتمادًا على درجات حرارتها السطحية إلى مجموعة من الأصناف الطيفية:

أ. قارن بين نجوم الصنف الطيفي (M) ونجوم الصنف الطيفي (B) من حيث: اللون و درجة الحرارة.

وجه المقارنة	الصنف الطيفي M	الصنف الطيفي B
اللون	أحمر	أزرق
درجة الحرارة	أقل وتساوي 3000 كلفن	أكبر وتساوي 20000 كلفن

ب. ما الصنف الطيفي الذي تتبع له الشمس؟

الصنف (G) .

ج. يفيد تحليل أطياف النجوم في معرفة مكوّناتها، وضّح ذلك.

لأن كل عنصر له أطياف امتصاص تميّزه عن غيره .

6- فسّر ما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ- تتناسب مدة حياة النجم عكسيًّا مع كتلته.

تتناسب مدة حياة النجم عكسيًّا مع كتلته فالنجم ذو الكتلة الأكبر يستهلك وقوده بصورة أسرع؛ أي أن العلاقة طردية بين الكتلة (كتلة النجم) وسرعة استهلاك الوقود النووي.

ب- لا نرى الثقوب السوداء في السماء.

لأن الثقوب السوداء هي أجرام سماوية تبلغ شدّة جاذبيتها حدًّا هائلًا لا يسمح لأي شكل من أشكال المادة والطاقة بالإفلات منها، فلا يصل منها أي شعاع؛ لذلك تُدعى ثقوب سوداء.

7: نجمان؛ الأول يد الجوزاء طول موجة الذروة لإشعاعه (1000) أنغستروم، والثاني الشمس وتبلغ درجة حرارة سطحها (6000) كلفن، ثابت فين يساوي 2.9×10^{-3} ك. م احسب ما يأتي:

أ - درجة حرارة نجم يد الجوزاء السطحية.

الحل:

د = ث / λ ز

د = 2.9×10^{-3} / 1000×10^{-10} **(1م = 10^{10} أنغستروم)**

د = 2.9×10^{4} كلفن.

ب- سطوع نجم يد الجوزاء نسبة إلى سطوع الشمس، إذا علمت أن مساحة سطح نجم يد الجوزاء تعدل (400) ضعف مساحة سطح الشمس.

الحل:

$$\frac{س_{\text{يد الجوزاء}}}{س_{\text{الشمس}}} = \frac{\sigma\, م_{\text{يد الجوزاء}} \, (د_{\text{يد الجوزاء}})^4}{\sigma\, م_{\text{الشمس}} \, (د_{\text{الشمس}})^4}$$

$$\frac{س_{\text{يد الجوزاء}}}{س_{\text{الشمس}}} = \frac{400\, م_{\text{الشمس}} \times (2.9 \times 10^{4})^4}{م_{\text{الشمس}} \times (6 \times 10^{3})^4} = 2.2 \times 10^{5}$$

8. ادرس الجدول (1-6)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

الجدول (1-6): السؤال (8).

رمز النجم	الصنف الطيفي	القدر المطلق	نوع النجم
1	G	4.9 +	تتابع رئيس
2	K	2-	عملاق أحمر
3	B	صفر	تتابع رئيس
4	M	8-	فوق عملاق أحمر
5	G	4+	تتابع رئيس

أ- أي النجمين أكبر حجمًا (1) أم (5)؟

النجم (5).

ب - ما رقم النجم الذي له أعلى درجة حرارة؟

النجم (3)، لأن صنفه الطيفي (B) الأعلى درجة حرارة.

ج - ما رقم النجم الذي يُمثّل الشمس؟

النجم (1)، لأن قدره المطلق (+4.9) وصنفه الطيفي (G) وهو نجم تتابع رئيس.

د - درجة حرارة سطح النجم (3) أعلى من درجة حرارة سطح النجم (4)، إلا أن سطوع النجم (4) أكبر، فسّر سبب ذلك.

لأن النجم (4) فوق عملاق أحمر يعوض انخفاض درجة حرارة سطحه بزيادة مساحته (حجمه) فيزداد سطوعه حسب قانون ستيفان - بولتزمان.

هـ - هبْ أن النجمين (5) و (2) متساويان في شدة إضاءتيهما الظاهرية. أي منهما سيكون الأبعد عن سطح الأرض؟

النجم (2) هو الأبعد، لأنه نجم عملاق أحمر سطوعه أكبر، فإذا تساوى نجمان في شدة إضاءتيهما الظاهرية فإن النجم الأبعد هو الأكثر سطوعاً.

إجابات أسئلة الفصل الثاني: المجرات

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (1 – 14): مخطط الشوكة الرنّانة لتصنيف المجرات/ ص 36

- عدّد أنواع المجرات التي تظهر في الشكل.

تقسم إلى ثلاثة أنواع من المجرات؛ المجرات الاهليلجية، المجرات الحلزونية، المجرات غير منتظمة الشكل.

- أعطِ وصفًا للمجرات (Sa, Sb, Sc)، وللمجرات (SBa, SBb, SBc) من حيث الشكل.

- Sa : مجرة حلزونية كروية النواة وأذرعها قليلة الانفتاح.
- Sb : مجرة حلزونية كروية النواة وأذرعها متوسطة الانفتاح.
- Sc : مجرة حلزونية كروية النواة وأذرعها شديدة الانفتاح.
- SBa : مجرة حلزونية خطية النواة وأذرعها قليلة الانفتاح.
- SBb : مجرة حلزونية خطية النواة وأذرعها متوسطة الانفتاح.
- SBc : مجرة حلزونية خطية النواة وأذرعها شديدة الانفتاح.

- كيف يتغيّر عمر المجرات بالإنتقال من المجرات غير منتظمة الشكل إلى المجرات الإهليلجية؟

يزداد.

إجابات أسئلة الفصل الثاني- المجرات/ صفحة 40-41

1. وضّح المقصود بكل من: المجرّة، ومخطط الشوكة الرنّانة، والمجرات غير المنتظمة

- **المجرّة** : بنية كونية مكوّنة من أعداد هائلة من النجوم وما قد يتبعها من كواكب وأقمار وكويكبات ونيازك وسُدُم، تدور جميعها حول مركز المجرة. وتُعدّ المجرة اللبنة الأساسية في بناء الكون حيث ترتبط مكوناتها جذبياً مع بعضها بعضًا وتتحرّك بوصفها وحدة واحدة في هذا الكون.
- **مخطط الشوكة الرنانة**: مخطط وضعه العالم إدوين هابل، يبيّن تصنيف المجرات حسب أشكالها إلى ثلاثة أنواع .
- **المجرات غير المنتظمة**: هي مجرات ليس لها شكل منتظم، ويُرمز لها بالرمز (Irr)، تحوي كميات كبيرة من الغاز والغبار الكوني، وتمتاز بصِغَر حجومها وقلة أعدادها مقارنة بالأنواع الأخرى، وتمتاز بأنها المجرات الأصغر عمرًا.

2. صنّف المجرات الواردة في الشكل (1- 18) إلى الأنواع التي درستها، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

يمكن تصنيف المجرات الواردة في الشكل (1-18) كالآتي:

أ. مجرة حلزونية خطية النواة .

ب: مجرة اهليلجية.

جـ: مجرة غير منتظمة الشكل.

د : مجرة حلزونية كروية النواة.

أ- ما الفرق بين المجرات (أ و د) ، (ب و جـ) من حيث الشكل؟

أ: مجرة حلزونية خطية النواة . ب: مجرة اهليلجية.

جـ: مجرة غير منتظمة الشكل. د : مجرة حلزونية كروية النواة.

ب- قارن بين المجرات الواردة في الشكل (1- 18) من حيث: العمر، وكمية الغاز والغبار الكوني، نظّم إجابتك في جدول.

المجرة	أ	ب	جـ	د
العمر	متوسط	الأكبر عمراً	الأصغر عمراً	متوسط
كمية الغاز والغبار الكوني	متوسطة	قليلة جداً	كبيرة جداً	متوسطة

إدارة المناهج والكتب المدرسية

3. يوضّح الشكل (1-19) مخطّط الشوكة الرنانة لتصنيف المجرات، ادرسه جيدًا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

أ. ما رقم المجرة الأصغر عمرًا؟

المجرة رقم (10).

ب. ما رقم المجرة التي تحوي أقل كمية من الغاز والغبار بين نجومها؟

المجرة رقم (1).

ج. ما رقم المجرة الأكثر استطالة؟

المجرة رقم (3).

د. ما رقم المجرة الحلزونية الخطية النواة، ذات الأذرع الأقل انفتاحًا؟

المجرة رقم (7).

ه. ما رقم المجرة التي تنتمي إليها الشمس؟

المجرة رقم (8).

و. ما رقم المجرة التي تحوي أقدم النجوم؟

المجرة رقم (1).

ز. قارن بين المجرة رقم (6) والمجرة رقم (7) من حيث: شكل نواة المجرة، وانفتاح الأذرع والعمر.

وجه المقارنة / رقم المجرة	شكل نواة المجرة	انفتاح الأذرع	العمر
(6)	كروي	أذرعها شديدة الانفتاح	أصغر عمرًا
(7)	خطي	أذرعها قليلة الانفتاح	أكبر عمرًا

ح. اكتب رموز المجرات ذات الأرقام (4، 6، 8، 9، 10).

رقم المجرة	4	6	8	9	10
رمز المجرة	Sa	Sc	SBb	SBc	Irr

الوحدة الثانية تسخين سطح الأرض وغلافها الجوي

إجابات أسئلة الفصل الأول: تسخين الغلاف الجوي

إجابات أسئلة الشكل (2 – 3): الأطوال الموجية (بوحدة ميكرومتر) والطاقة الإشعاعية لكل من الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي/ ص 47.

- قارن بين الإشعاع الأرضي والإشعاع الشمسي من حيث:

أ- الطول الموجي ب - الطاقة الإشعاعية جـ- نوع الأشعة المكونة لكل منهما

وجه المقارنة/ نوع الإشعاع	الإشعاع الأرضي	الإشعاع الشمسي
الطول الموجي	يقع ضمن الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء	يشمل الأطوال الموجة جميعها بنسب مختلفة
الطاقة الإشعاعية	منخفضة	مرتفعة
نوع الأشعة المكونة لها	أشعة طويلة تحت حمراء	- أشعة قصيرة غير مرئية - أشعة مرئية (الضوء المرئي) - أشعة طويلة غير مرئية

- أين تقع موجة ذروة الإشعاع الأرضي على الطيف الكهرمغناطيسي الموضّح في الشكل (2 – 3)؟

تقع موجة ذروة الإشعاع الأرضي على يمين الطيف الكهرمغناطيسي (يمين الإشعاع الشمسي).

- أين يُرسم الضوء المرئي بالنسبة إلى الإشعاع الأرضي؟

يُرسم الضوء المرئي على يسار الإشعاع الأرضي.

إجابات اختبر معلوماتك / صفحة 51

1- احسب تدفّق الطاقة الشمسية الساقطة على دائرة الاستواء يوم الاعتدال الربيعي (3/21) في كل من الحالات الآتية:

أ. عندما تكون أشعة الشمس عمودية على سطح الأرض؛ فإن زاوية السقوط (هـ) = صفر :

$$\phi = \phi^* \times \text{جتا هـ}$$

$$\phi = 1372 \times \text{جتا صفر} = 1372 \text{ واط / م}^2$$

ب) عندما تكون أشعة الشمس موازية لسطح الأرض؛ فإن زاوية السقوط (هـ) = 90°

ϕ = 1372 × جتا 90 = صفر واط / م²

ج) عندما تكون زاوية السقوط هـ = 60° (جتا 60 = 0.5)

ϕ = 1372 × جتا 60 = 1372 × 0.5 = 686 واط / م²

2- مصباح قدرته (100) واط يبعد (1 م) عن سطح حُرّ الحركة بحيث تتغيّر زوايا سقوط الأشعة على السطح بين (30°) و (60°)، احسب :

أ – تدفّق الأشعة المنبعثة من المصباح.
ب – تدفّق الأشعة الساقطة على السطح عندما تكون زاوية السقوط 30°، و 60°، والنسبة بينهما.

2- أ) ϕ منبعث = القدرة / المساحة = 100 / 4 × 7/22 × (1)² = 7.95 واط/م²

2) ب) ϕ ساقط = ϕ منبعث × جتاهـ

- عندما تكون زاوية السقوط = 30° (جتا 30 = 0.87)

ϕ ساقط = 7.95 × جتا 30 = 7.95 × 0.87 = 6.92 واط / م²

- عندما تكون زاوية السقوط = 60° (جتا 60 = 0.5)

ϕ ساقط = 7.95 × جتا 60 = 7.95 × 0.5 = 3.98 واط / م²

ϕ الساقط بزاوية 30° / ϕ الساقط بزاوية 60° = ϕ المنبعث × جتا 30 / ϕ المنبعث × جتا 60 = 6.92 / 3.98 = 1.74

<u>إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (2– 6): تغيّر تدفّق الأشعة الساقطة على السطح، بتغيّر زاوية السقوط على مدار اليوم/ ص 52.</u>

أ. ما متوسط تدفق الأشعة الشمسية الساقطة على السطح الخارجي لغلاف الأرض الجوي من منتصف النهار إلى منتصف الليل (12 ظهرًا - 12 ليلًا) ؟

$$\text{متوسط التدفّق} = \frac{1372}{4} = 343 \text{ واط/م}^2$$

أو

$$\text{متوسط التدفّق} = \frac{686 + \text{صفر}}{2} = 343 \text{ واط/م}^2$$

ب. احسب متوسط تدفّق الأشعة الشمسية الساقطة على السطح الخارجي لغلاف الأرض الجوي في أثناء النهار كاملًا.

$$\text{متوسط التدفّق} = \frac{1372}{4} = 343 \text{ واط/م}^2$$

جـ . احسب تدفّق الطاقة الشمسية الساقطة فوق الغلاف الجوي عند دائرة الاستواء، في الأوقات الآتية: (الساعة 12 ظهرًا، الساعة 6 صباحًا ، الساعة 12 ليلًا).

الحل:

- **متوسط التدفّق عند الساعة 12 ظهرًا حيث تكون هـ = صفر**

$\phi_{\text{الساقط}} = \phi^* \times \text{جتاهـ}$ **(جتا صفر = 1)**

$\phi_{\text{الساقط}} = 1372 \times \text{جتا صفر} = 1372 \times 1 = 1372 \text{ واط/م}^2$

- **متوسط التدفّق عند الساعة 6 صباحًا حيث تكون هـ = 90°**

$\phi_{\text{الساقط}} = \phi^* \times \text{جتا}90$ **(جتا 90 = صفر)**

$\phi_{\text{الساقط}} = 1372 \times \text{صفر} = \text{صفر واط/م}^2$

- **متوسط التدفّق عند الساعة 12 ليلاً = صفر بسبب غياب أشعة الشمس.**

د. ما العلاقة بين جتا زاوية سقوط الأشعة والتدفّق؟

العلاقة طردية؛ حيث يزداد التدفّق بزيادة قيمة جتا زاوية سقوط الأشعة الشمسية.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (2–7): موقع الأرض بالنسبة إلى الشمس واتجاه ميل محورها في أوقات مختلفة من السنة. التسميات في الشكل هي لنصف الكرة الشمالي/ صفحة 53.

- ما قيمة ميل محور دوران الأرض عن العمود المقام على المستوى الذي تدور فيه حول الشمس؟ **زاوية ميل محور دوران الأرض تساوي 23.4 ° .**

- هل يتغيّر اتجاه ميل محور الأرض في أثناء دورانها حول الشمس مع تغيّر الفصول؟

لا – بل تحافظ الأرض في أثناء دورانها حول الشمس على ميل محورها باتجاه ثابت بحيث يتغيّر ميل نصف الكرة الشمالي باتجاه الشمس تدريجيًّا في أثناء فصل الصيف بسبب دوران الأرض حول الشمس ويصبح مبتعداً عن الشمس في الشتاء ومن ثم تتغيّر زاوية سقوط الأشعة الشمسية مع كل فصل.

- في أيّ فصول السنة يكون سائدًا في نصف الكرة الشمالي، عندما تكون الأرض في الموقع (1) وفي الموقع (3)؟

- **في الموقع (1) يكون الفصل شتاء.**
- **في الموقع (3) يكون الفصل صيف.**

- في أيّ فصول السنة في نصف الكرة الشمالي، تكون الأرض أقرب إلى الشمس؟

تكون الأرض أقرب إلى الشمس في فصل الشتاء.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكلين (2-8) و(2– 9)/ صفحة 55- 55

- على أيّ دائرة عرض تكون زاوية سقوط أشعة الشمس أكبر؟

دوائر عرض (90) شمالًا و(90) جنوبًا .

- ما دوائر العرض التي تتلقّى أكبر تدفّق للطاقة الشمسية الساقطة ؟

دائرة الاستواء التي تحمل القيمة صفر.

- ما دوائر العرض التي تتلقّى أقل تدفّق للطاقة الشمسية الساقطة ؟

دوائر عرض (90) ° شمالًا و(90) ° جنوبًا .

- ماذا ينتج من اختلاف تدفّق الأشعة الشمسية الساقطة على دوائر العرض المختلفة؟

اختلاف توزيع المناخ في العالم (اختلاف الأقاليم المناخية).

- ما أساس اختلاف توزيع المناخ في العالم؟

يرتبط اختلاف توزيع المناخ في العالم بالتباين الكبير في كمية الطاقة الشمسية الساقطة على دوائر العرض المختلفة؛ ويعدّ هذا التباين أساسًا لاختلاف توزيع المناخ في العالم الذي يرتبط بزاوية سقوط الأشعة الشمسية.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الأول- تسخين الغلاف الجوي/ صفحة 60

1- نجم يصدر طاقته الإشعاعية العظمى عند طول موجة (300×10^{-7}) متر، وقدرته الإشعاعية (5.6×10^{10}) واط، ومساحة سطحه (100) م^2 ، احسب:

أ. تدفّق الأشعة المنبعثة من هذا النجم.

ب. درجة حرارة النجم، علمًا بأن ثابت فين = 2.9×10^{-3} ك. م .

الحل:

أ) $\Phi_{منبعث}$ = القدرة / المساحة = 5.6×10^{10} / 100 = 5.6×10^{8} واط/م^2

ب)

د = ث / λ = 2.9×10^{-3} / 300×10^{-7} = 96.7 كلفن

2- نجم قدرته الإشعاعية (180×10^{12}) واط ومساحة سطحه (10000) م^2، احسب تدفّق الأشعة المنبعثة من هذا النجم.

$\Phi_{منبعث}$ = القدرة / المساحة = 180×10^{12} / 1×10^{4} = 18×10^{9} واط / م^2 .

3- فسّر الظواهر الآتية تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ- تغيّر درجات الحرارة على سطح الأرض في أثناء فصول السنة.

بسبب تغيّر زوايا سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض باختلاف موقعها الفصلي من الشمس، يتغيّر تدفّق الطاقة الشمسية على سطح الأرض.

ب- ظهور السماء باللون الأحمر وقتَي الشروق والغروب.

لأن ضوء الشمس وقتَي الشروق والغروب يعبر مسافاتٍ أطول داخل الغلاف الجوي بالمقارنة مع وقت الظهيرة؛ الأمر الذي يجعله يعاني تشتتًا أكثر بسبب كثرة جزيئات الهواء التي تعترض مساره. وعليه فإن الأشعة الضوئية الزرقاء جميعها تتشتّت (تنضب) تقريبًا ولا يصل إلى الأرض إلا الأشعة ذات اللونين البرتقالي والأحمر، فتظهر السماء باللون الأحمر.

جـ - اختلاف قيمة الثابت الشمسي من كوكب إلى آخر.

بما أن أبعاد الكواكب عن الشمس مختلفة؛ فإن تدفّق الطاقة الشمسية يختلف بين كوكب وآخر؛ حيث يمكن حساب الثابت الشمسي لأي كوكب بقسمة القدرة

إدارة المناهج والكتب المدرسية

الإشعاعية للشمس على المساحة الداخلية لسطح كروي تقع الشمس في مركزه في حين يدور الكوكب سطحه، وبذلك يكون نصف قطر الكرة هو متوسط بُعد الكوكب عن الشمس.

4- احسب متوسط الثابت الشمسي لكوكب الزُهرة إذا كان متوسط بعده عن الشمس (108) مليون كم، علمًا بأن قدرة الشمس الإشعاعية (4×10^{26}) واط؟

الحل:

نق = 108×10^{9} م

$$\text{الثابت الشمسي لكوكب الزهرة} = \frac{\text{قدرة الشمس الإشعاعية}}{\text{مساحة السطح}}$$

$$\text{الثابت الشمسي لكوكب الزهرة} = \frac{\text{قدرة الشمس الإشعاعية}}{4\ \pi\ \text{نق}^2}$$

$$\Phi^{*}_{\text{للزهرة}} = \frac{4 \times 10^{26}\ \text{واط}}{4 \times 7/22 \times (108 \times 10^{9})^2\ \text{م}^2} = 2728.9\ \text{واط/ م}^2 .$$

5- : أ - ما المقصود بالتشتّت؟

تعرّض أشعة الشمس لعمليات انكسار وانعكاس مختلفة عند اختراقها الغلاف الجوي بفعل جزيئات الهواء؛ مثل الأكسجين والنيتروجين والدقائق المادية العالقة في الهواء، حارفة إياها عن مساراتها المستقيمة الأصلية، ما يؤدي إلى تشتيت الضوء في الاتجاهات كافة.

ب- لماذا يزيد تشتيت الدقائق المادية من قيمة الألبيدو لكوكب الأرض؟

لأن بعض الإشعاع الشمسي المتشتت ينعكس إلى الفضاء الخارجي فتقلّ بذلك كمية الطاقة الشمسية التي يمتصها سطح الأرض أو غلافها الجوي فتنخفض درجة حرارة الكوكب، الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد قيمة الألبيدو.

إدارة المناهج والكتب المعتمدة

جـ – ما تأثير الرماد البركاني في درجة حرارة الغلاف الجوي؟

تنخفض درجة حرارة كوكب الأرض في أعقاب الثورانات البركانية الضخمة، ويستمر تأثير الرماد البركاني بضعة أعوام إلى أن يترسب على سطح الأرض ثم تعود درجات الحرارة تدريجيًا إلى قيمها التي سبقت ثوران البركان.

د – وضّح العلاقة بين شدّة الضوء المتشتت بفعل جزيئات الهواء وطول موجة الضوء الساقط.

تتناسب شدة الضوء المتشتت بفعل جزيئات الهواء تناسبًا عكسيًّا مع القوة الرابعة لطول موجة الضوء الساقط (λ^4)، أي أن الضوء ذا الطول الموجي الأقصر (الأزرق) يتشتّت أكثر من الضوء ذي الطول الموجي الأطول (الأحمر).

6: احسب طول موجة الذروة المنبعثة من الإشعاع الأرضي، إذا كان متوسط درجة حرارة الإشعاع = 288 كلفن، وثابت فين = 2.9×10^{-3} ك. م .

$$\lambda_{ذ} = \frac{ث}{د} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{288} = 1 \times 10^{-5} \text{ م}$$

7- ما الخصيصة التي تميّز الأجسام عن بعضها، وتعمل على اختلاف قدرة غازات الغلاف الجوي على امتصاص الأشعة الشمسية؟ وماذا تصف هذه الخصيصة؟

الخصيصة هي معامل الإشعاع أو الإشعاعية وتصف كفاءة امتصاص الجسم للأشعة وقدرته على إعادة إشعاعها.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات الفصل الثاني: الطاقة الحرارية على سطح الأرض

إجابات اختبر معلوماتك/ ص 64

قطعة أرض مساحتها (200) م^2، سقطت عليها أشعة الشمس بزاوية سقوط 60 $^\circ$، إذا علمت أن الغلاف الجوي تسبّب في تشتيت وامتصاص 25 % من الأشعة المارّة فيه. وأن الثابت الشمسي (1372) واط/ م^2، ومتوسط انعكاسية السطح 15%، وجتا 60 $^\circ$ = 0.5. احسب ما يأتي:

أ. تدفّق الأشعة الشمسية المفقودة في الغلاف الجوي بفعل التشتّت والامتصاص.

ب. تدفّق الأشعة الشمسية الساقطة على سطح قطعة الأرض.

جـ. كمية الطاقة التي تمتصها قطعة الأرض خلال ساعة.

الحل:

أ- Φ الساقط على الغلاف الجوي = Φ * × جتا هـ

= 1372 × جتا 60

= 1372 × 0.5 = 686 واط / م^2 .

Φ المفقود في الغلاف الجوي = متوسط التدفّق × نسبة التشتيت

= 686 × 25 % = 171.5 واط / م^2

ب - Φ الساقط على الأرض = متوسط التدفق × النسبة المتبقية ما بعد التشتت

= 686 × 75 % = 514.5 واط / م^2

جـ - Φ الممتص من الأرض= التدفق الساقط على الأرض× النسبة المتبقية بعد الانعكاسية

= 514.5 × 85 % = 437.325 واط / م^2

كمية الطاقة الممتصة = Φ الممتص × المساحة × الزمن

= 437.325 × 200 × (1×60×60)

= 3.149 × 10 ^{8} جول

إجابات أسئلة الفصل الثاني – الطاقة الحرارية على سطح الأرض/ ص 66-67

1- سطحان متجاوران ومستويان وانعكاستيهما واحدة، أحدهما مساحته (1) كم^2 والآخر مساحته (2) كم^2 معرّضان للإشعاع الشمسي نفسه، أيّ السطحين يكون مقدار تدفّق الإشعاع الشمسي الممتص فيه أكبر؟ فسّر إجابتك.

السطحان متجاوران وتدفّق الأشعة الساقطة عليهما متساوية والانعكاسية للسطحين متساوية ومعامل الامتصاص لهما متساوٍ، ومن ثم يكون تدفّق الأشعة الممتصة من السطحين متساوٍ.

2- يُمثّل الجدول (2-4) ثلاثة سطوح (س ، ص ، ع) مختلفة في مساحتها وانعكاسيتها، تعرّضت جميعها لزاوية سقوط الأشعة الشمسية نفسها، ادرس البيانات الموضّحة في الجدول جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الجدول (2 – 4): السؤال (2).

السطح	المساحة (م^2)	الانعكاسية (%)
س	200	25
ص	100	15
ع	300	75

أ. ما رمز السطح الذي له أكثر امتصاصية؟ **الرمز (ص).**

ب. هل يتغيّر تدفّق الأشعة الشمسية الساقطة على السطوح (س ، ص ، ع)؟ لماذا؟

لا؛ لأن تدفّق الطاقة الساقطة يعتمد على زاوية سقوط الأشعة الشمسية، وقد تعرضت هذه السطوح جميعها لزاوية سقوط أشعة شمسية متساوية.

ج. احسب كمية الطاقة الشمسية الممتصّة للسطح (ص) علمًا بأن زاوية سقوط الأشعة الشمسية (60°) وأن الثابت الشمسي للأرض يساوي (1372) واط/م^2، وأن الغلاف الجوي يشتّت (30 %) من قيمة الطاقة الشمسية الساقطة عليه، خلال زمن مقداره (10) دقائق.

الحل:

Φ -1 الساقطة على الغلاف الجوي = Φ * × جتاهـ

= 1372 × جتا 60

= 1372 × 0.5 = 686 واط / م^2

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

2- Φ الساقطة على الأرض = 686 × 70 % = 480.2 واط / م^2

3- Φ الممتصة من الأرض = 480.2 × 85 % = 408.17 واط / م^2

4- الطاقة الممتصة = التدفق الممتص × المساحة × الزمن

= 408.17 × 100 × (10 × 60)

= 24490200 جول

3- سقطت أشعة الشمس وبزاوية مقدارها (60˚) ولمدة (10) ثوان على سطح ما، مساحته تساوي (2) م^2 ، إذا شتت الغلاف الجوي (20%) من قيمة الطاقة الشمسية الساقطة عليه، وكانت انعكاسية السطح (25%) ، علمًا بأن الثابت الشمسي للأرض يساوي (1372) واط/م^2، احسب :

أ. تدفّق الأشعة الساقطة على السطح.

ب. كمية الطاقة الممتصة من السطح.

الحل:

أ-

1- Φ الساقطة على الغلاف الجوي = Φ * جتاهـ ×

= 1372 × جتا60

= 1372 × 0.5 = 686 واط / م^2 .

2- Φ الساقطة على السطح = 686 × 80 % = 548.8 واط / م^2

ب)

- Φ الممتصة من الأرض = 548.8 × 75 % = 411.6 واط / م^2

- كمية الطاقة الممتصة = Φ الممتصة × المساحة × الزمن

= 411.6 × 2 × 10

= 8232 جول.

4- ثلاثة سطوح متجاورة، إذا كانت مساحة الأول (500) م^2 والثاني (750) م^2 والثالث (350) م^2 وكانت انعكاسيتها (10%)، (90%) ، (25%) على الترتيب، رتّب السطوح الثلاثة تنازليًّا حسب كمية الطاقة الممتصة لكل منها، إذا تعرّضت السطوح جميعها للإشعاع نفسه وللمدّة الزمنية نفسها.

- الطاقة الممتصة للسطح الأول = 500 × 100/90 = 450 جول

- الطاقة الممتصة للسطح الثاني = 750 × 100/10 = 75 جول

- الطاقة الممتصة للسطح الثالث = 350 × 100/75 = 262.5 جول

2 < 3 < 1

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

5- فسّر ما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

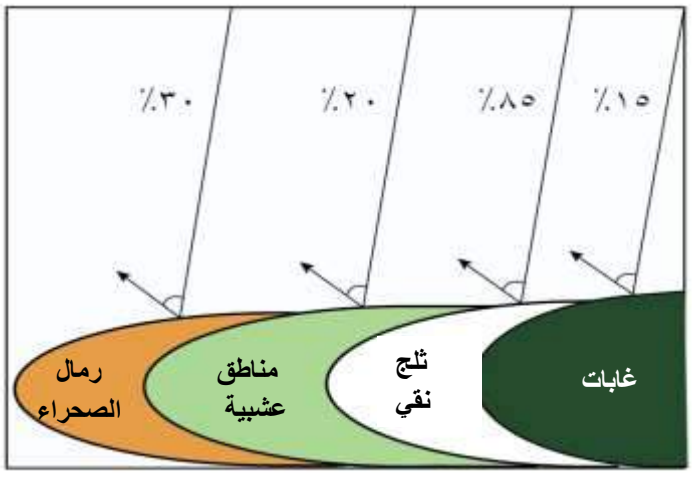
أ. يكون التدفّق الإشعاعي الساقط على سطح الأرض صيفًا، أكبر منه شتاءً.
بسبب طول ساعات النهار، بالإضافة إلى اختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية.

ب. تُعدّ طريقة التبخّر من أهم الطرائق التي تُسهم في تخليص سطح الأرض من القدر الأكبر من الطاقة الإشعاعية الزائدة.
تُسهم الطاقة الحرارية الكامنة في نقل كميات كبيرة من الطاقة الحرارية إلى طبقات الجو العليا. فيمتص الماء الموجود على سطح الأرض جزءًا كبيرًا من الطاقة الساقطة عليه، كي يتحوّل إلى بخار ماء، ويختزنها على صورة طاقة كامنة يفقدها في الغلاف الجوي عندما يتكاثف عائدًا إلى حالته السائلة. وتُسهم البحار والمحيطات بالقدر الأكبر في هذه العملية؛ نظرًا لاتساع مساحتها وانخفاض انعكاسيتها مقارنة باليابسة.

6: أ. وضّح كيف يضطرب الاتزان الحراري بفعل تأثير العوامل الطبيعية.
يمكن أن يكون التغيّر في الاتزان الحراري للأرض طبيعيًّا، ومثال ذلك، ما مرّت به الأرض من تبريد وتسخين في العصور الجليدية وبين الجليدية التي تعاقبت على مناخ الأرض آخر مليوني عام من عمر الأرض. وقد يختلّ الاتزان الحراري نتيجة تغيّر تركيز غازات الدفيئة في الجو بسبب عوامل طبيعية مثل البراكين والحرائق.

ب. اذا علمت أن انعكاسية الثلج النقي تساوي (90 %) وانعكاسية الثلج الملوّث تساوي (60 %)، فأيهما يمكن أن ينصهر أسرع إذا تعرّضا معًا لأشعة الشمس؟ لماذا؟ **الثلج الملوّث ينصهر أسرع، لأن معامل الامتصاص له أكبر.**

7. يوضح الشكل (2 –15) انعكاسية بعض السطوح الطبيعية للأشعة الشمسية في مناطق مختلفة. ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



الشكل (2 – 15): السؤال (7).

أ – ما المقصود بالانعكاسية؟

نسبة الأشعة المنعكسة عن السطح الى الأشعة المباشرة الساقطة عليه.

ب – رتّب السطوح في الشكل تنازليًا حسب امتصاصيتها للأشعة الشمسية.

غابات ، مناطق عشبية ، رمال الصحراء، ثلج نقي.

جـ – احسب كمية الطاقة التي تمتصها أرض صحراوية مساحتها (1000) م^2 خلال زمن مقداره (10) دقائق.

(علمًا بأن الثابت الشمسي للأرض = 1372 واط/م^2، الغلاف الجوي يشتّت 20% من قيمة الطاقة الشمسية الساقطة عليه، جتا زاوية سقوط الأشعة = 0.5).

الحل:

1- التدفق الساقط على الغلاف الجوي = 1372 × 0.5 = 686 واط/م^2

2- التدفق الساقط على الأراضي الصحراوية = 686 × 80%

= 548.8 واط/م^2

3- التدفق الممتص = 548.8 × 70% = 384.16 واط/م^2

4- كمية الطاقة الممتصة = التدفق الممتص × المساحة × الزمن

كمية الطاقة الممتصة = 384.16 × 1000 × 10 × 10

= 3.8416 × 10^7 جول

إجابات أسئلة الفصل الأول: الأحافير والجيولوجيا التاريخية

إجابات النشاط التحليلي (3-1): الهيكل الصُّلب وحفظ الكائن الحي على شكل أحفورة/ ص71

1. أيّ الكائنين في الشكل، تتوقّع أن يُحفظ في الصخور الرسوبية على شكل أحفورة؟ **الحلزون.**

2. ما العلاقة بين وجود هيكل صُلب للكائن الحي، وعملية حفظه على شكل أحفورة؟

الهيكل الصُّلب يزيد من امكانية حفظ الكائن الحي كأحفورة لأنه يقاوم عوامل التحلل المختلفة (الأكسجين والبكتيريا والفطريات) مدة زمنية أطول.

3. هل يُعدّ الهيكل الصّلب للكائن الحي الشرط الوحيد لعملية حفظه على شكل أحفورة؟ فسّر إجابتك.

لا، لا بد من توافر عوامل اخرى مثل الدفن السريع فهو يقلل من فرصة تعرّضها لعوامل التحلل، لأن تحلله يستغرق وقتًا أطول.

سؤال / صفحة 72

لماذا تعّد أحافير البيئات البحرية أكثر شيوعًا وانتشارًا من أحافير البيئات القارّيّة؟

لأن البيئات البحرية تزدهر فيها العديد من الكائنات الحية، ويرتفع فيها معدل الترسيب وتكون عوامل التحلل فيها بطيئة، إذا ما قورنت ببيئات الترسيب على اليابسة.

إجابات النشاط التحليلي (3-2): حفظ الكائن الحي كُلّه أو بعضه/ ص 72

1. في أيّ الحالتين؛ (أ) أم (ب) حُفظَ الكائن الحي بأجزائه كاملة؟ **(أ)**
2. في أيّ الحالتين؛ (أ) أم (ب) يمكن أن يكون معدّل الدفن فيها أسرع؟ **(أ)**
3. هل يحدث تغيّر في المكونات المعدنية والكيميائية في كلتا الحالتين؟

لا يحدث أي تغير في المكونات المعدنية والكيميائية في كلتا الحالتين.

4. هل يُشترط أن يحتوي الكائن الحي الذي يُحفظ بالطريقة (أ) على هيكل صلب؟ **لا يشترط**
5. ما الشروط اللازم توافرها لحفظ بقايا الكائن الحي كما في الشكل (ب)؟

أ. الدفن السريع

ب. أن يحتوي الهيكل الصلب للكائن الحي على معادن أكثر استقرارًا وأقل ذائبية في المحاليل المائية، فلا تتمكّن تلك المحاليل من إذابة الهيكل الصلب أو استبداله، فيُحفظ الهيكل الصلب بمكوّناته الأصلية دونما تغيير.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

6. ما الفرق بين حفظ الكائن الحي بالطريقة (أ) وحفظه بالطريقة (ب)؟

أ. حفظ الكائن الحي كاملا كما هو دون أي تغيير في تركيبه الكيميائي، وتحتاج هذه الطريقة دفن الكائن الحي سريعًا بعد موته مباشرة أو في أثناء حياته في وسط يحول بينه وبين عوامل التحلل.

ب. حفظ الأجزاء الصلبة الأصلية، وتحدث عند تأخر دفن الكائن الحي بعد موته مدّة من الزمن، فيؤدي إلى تحلّل المادة العضوية الرخوة مع بقاء الهيكل الصلب دون تغيير في تركيبه الكيميائي.

إجابات النشاط التحليلي (3-3): الآثار الأحفورية / ص 77

1. هل توجد بقايا صُلبة للكائن الحي في الشكلين؛ (أ) و (ب)؟

لا وجود لبقايا أصداف أو عظام أو هياكل صُلبة للكائنات الحية فيها في الشكلين.

2. هل يمكن الاستدلال على حجم الكائن الحي بالاستعانة بطبعات الأيدي والأقدام المحفوظة له في الصخور الرسوبية؟ وما أهمية ذلك؟

نعم، يمكن الاستدلال من تلك الأشكال من الآثار الأحفورية في معرفة حجم الكائنات الحية القديمة، والأنشطة التي قامت بها، وطريقة معيشتها وغذائها. ويمكن كذلك من خلال تلك الطبعات التعرف على الكائنات الحية القديمة التي عاشت عبر الزمن الجيولوجي الطويل والبيئات القديمة التي كانت تعيش فيها.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (3 –5): القالب والنموذج لأحفورة الترايلوبيت ص76.

- ما المراحل التي تتوقّع أن يتشكّل كل من القالب والنموذج خلالها؟

أ- بعد موت الكائن الحي ودفنه في الرسوبيات، تتحلّل المادة الرخوة في بادىء الأمر، ثمّ تعمل المياه المتخلّلة للصخور على إذابة الهيكل الصّلب، فتتكوّن طبعة داخل الرسوبيات أو الصخر تعكس الشكل الخارجي للهيكل الصّلب تسمّى القالب.

ب- لو امتلأت أحفورة القالب بالرسوبيات أو المعادن الذائبة في المحاليل المائية، فإنها تأخذ شكل الهيكل الخارجي الأصلي، وعندما تتصلّب هذه الرسوبيات؛ فإنها تنفصل عن القالب مكوّنة أحفورة جديدة تُسمّى النموذج.

- هل توجد علاقة بين القالب والنموذج؟

نعم يوجد علاقة؛ حيث يُمثّل القالب الطبعة الخارجية للهيكل الصّلب داخل الصخر التي تعكس الشكل الخارجي لهيكل الكائن الحي، أما النموذج فيأخذ شكل الهيكل الخارجي الأصلي. ويتكوّن النموذج عند امتلاء أحفورة القالب بالرسوبيات أو المعادن الذائبة في المحاليل المائية وتأخذ شكل الهيكل الخارجي الأصلي.

- ما الفرق بين القالب والنموذج؟

- القالب يمثل الطبعة الخارجية للهيكل الصُّلب داخل الصخر التي تعكس الشكل الخارجي لهيكل الكائن الحي.

- أما النموذج فيمثل الرسوبيات أو المعادن الذائبة في المحاليل المائية التي عملت على ملء أحفورة القالب، وتأخذ في ما بعد شكل الهيكل الخارجي الأصلي، وتصلّبت هذه الرسوبيات لاحقًا؛ وانفصلت عن القالب.

سؤال/ صفحة 77

يُعدّ الدفن في الرواسب الطينية أكثر ملائمة لعملية التفحّم منه في الرواسب الرملية، فسّر ذلك.

لأن الرواسب الطينية تمثل بيئة مختزلة تمنع وصول الأكسجين للكائنات الحية، وبمرور الزمن وتعرّضها للضغط والحرارة فإنها تفقد بعضًا من مكوّناتها كالنيتروجين والأكسجين والهيدروجين تدريجيًّا، فلا يبقى إلا طبقة رقيقة تتكوّن من الكربون لونها أسود، وهي تمثّل صورة طبق الأصل للورقة الأصلية أو الكائن الحي الأصلي.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (3-7): علامات نيم تكوّنت بفعل التيارات المائية في فترات زمنية مختلفة للمنطقة نفسها / ص79.

1. هل تتشابه علامات النيم في الشكلين؛ (أ) و (ب)؟ لماذا؟

نعم؛ علامات النيم الموضّحة في الشكلين تكونت بفعل التيارات المائية في فترات زمنية مختلفة للمنطقة نفسها.

2. ما العامل المسؤول عن تشكّل علامات النيم في الشكلين؛ (أ) و (ب)؟

تكوّنت بفعل التيارات المائية في فترات زمنية مختلفة للمنطقة نفسها.

3. كيف يمكن تفسير آلية حدوث علامات النيم التي تظهر في الشكلين؛ (أ) و (ب)؟ وما المبدأ الذي ارتكزت عليه؟

وفق مبدأ النسقية؛ فإن علامات النيم الموضحة في الشكل (3-7/أ) التي تشكّلت منذ ملايين السنين، تكوّنت بالطريقة نفسها التي تتكوّن بها في الوقت الحاضر (الشكل (3-7/ب))، وهذا يعني أن معالم سطح الأرض تغيّرت وما زالت تتغيّر، ولكن القوانين التي تتحكّم في هذا التغيّر، والتي تسيّره قد بقيت كما هي عليه، غير أن معدلاتها قد تتفاوت.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (3-9): سلّم الزمن الجيولوجي/ ص82.

أ. إلى أي الأحقاب تتبع العصور الآتية: الثلاثي، والديفوني، والكريتاسي، والكامبري؟

العصر	الثلاثي	الديفوني	الكريتاسي	الكامبري
الحقب	الحديثة	القديمة	المتوسطة	القديمة

ب. ما أكبر الوحدات الزمنية الرئيسة، التي قُسّم سلم الزمن الجيولوجي بناءً عليها؟

يعد الدهر أكبر الوحدات الزمنية.

جـ. ما الأسس التي تتوقّع أن يكون قد اعتمدها العلماء، في بناء سلّم الزمن الجيولوجي؟

جرى تقسيم سلّم الزمن الجيولوجي اعتمادًا على الأحداث الرئيسة والشاملة التي حدثت في تاريخ الأرض وأثّرت تأثيرًا شموليّا في القشرة الأرضية، مثل ظهور أنواع معيّنة من الكائنات الحية، وانقراض أنواع أخرى. ووضعت الأقسام الزمنية الكبيرة بناءً على تلك الأحداث والتغيرات العظيمة؛ مثل الدهر، والأحقاب. أما الأحداث الجيولوجية الأقل شمولًا مثل؛ حركات بناء الجبال، وطغيان المحيط على القارات وانحساره، فقد أسس عليها حدود الأقسام الزمنية الصغيرة مثل العصر، والحين.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الأول- الأحافير والجيولوجيا التاريخية/ صفحة 85

1- وضّح المقصود بكل من: الأحفورة، والتفحّم، والقالب، والجيولوجيا التاريخية، وما قبل الكامبري.

- **الأحفورة**: بقايا وآثار لكائنات حية نباتية أو حيوانية مجهرية أو مرئية، عاشت في بيئات رسوبية قديمة وبعد موتها حُفظت في الصخور الرسوبية.
- **التفحّم**: طريقة تحفّر شائعة الحدوث في النبات، إلا أنها نادرة الحدوث في الحشرات والديدان. ويحدث التفحم عندما تتحلل المادة العضوية لبقايا النباتات ببطء بعد دفنها في رسوبيات طينية أو جيرية أو أي رسوبيات ناعمة الحبيبات قادرة على تكوين بيئة مختزلة تمنع وصول الأكسجين للنبات. بمرور الزمن وتعرّضها للضغط والحرارة، فإنها تفقد بعضًا من مكوّناتها، كالنيتروجين والأكسجين والهيدروجين تدريجيًّا، فلا يبقى إلا طبقة رقيقة لونها أسود تتكوّن من الكربون، وهي صورة طبق الأصل للورقة الأصلية أو الكائن الحي الأصلي.
- **القالب**: هو الطبعة الخارجية للهيكل الصّلب داخل الصخر التي تعكس الشكل الخارجي لهيكل الكائن الحي. وتتكوّن طبعة القالب داخل الرسوبيات أو الصخر بعد موت الكائن الحي ودفنه في الرسوبيات، وتحلّل المادة الرخوة في بادئ الأمر ثم إذابة الهيكل الصّلب بفعل المياه المتخللة للصخور.
- **الجيولوجيا التاريخية**: العلم الذي يهتم بدراسة تاريخ الأرض، وتفسير الأحداث الجيولوجية التي حدثت في الماضي، وأسهمت في تشكيل سطح الأرض ومعالمه والتغيرات التي حدثت عليه، وترتيبها زمنيًّا.
- **ما قبل الكامبري**: أطول الوحدات الزمنية، وتشكّل 88% تقريبًا من عمر الأرض وتُعدّ من أطول الوحدات الزمنية في تاريخها؛ وتمتاز بأحداث رئيسة هي: نشأة الأرض، ونشأة الحياة وندرة الأحافير؛ لهذا فإن معلوماتنا عنها قليلة.

2.

طريقة الحفظ/ وجه المقارنة	تغيّر في كتلة الهيكل الصلب	تغيّر الشكل والحجم	تغيّر المكونات المعدنية
حفظ الأجزاء الصُّلبة الأصلية للكائن الحي	لا يحدث تغيّر	لا يحدث تغيّر	لا يحدث تغيّر
تصخّر الأجزاء الصُّلبة الأصلية	يحدث تغيّر	لا يحدث تغيّر	يحدث تغيّر

3. اذكر طريقة تحفّر كل مما يأتي:

أ. حفظ العظام والأسنان في الفقاريات. **(حفظ الأجزاء الصُّلبة الأصلية للكائن الحي).**

ب. قنوات تحفرها أنواع من الديدان. **(الآثار الأحفورية).**

ج. فقدان النباتات بعض مكوناتها مثل (O_2, H_2, N_2) ويتركّز الكربون على شكل طبقة رقيقة نتيجة دفنها في رواسب طينية. **(التفحّم)**

د. ترسيب أيونات المعادن الذائبة في المحاليل المائية في مسامات وتجاويف العظام من دون أن تحل محل المادة الأصلية. **(الاستبدال)**

4. فسرّ العبارات الآتية تفسيرًا علميًّا دقيقًا.

أ. الدفن السريع للكائن الحي مهم جدًّا لعملية حفظه على شكل أحفورة.

يُعدّ الدفن السريع للكائنات الحية بعد موتها شرطًا أساسيًّا في عملية حفظها في الصخور؛ فهو يقلل من فرصة تعرّضها لعوامل التحلّل.

ب. صعوبة تكوّن أحافير في الصخور النارية.

لأن الصخور النارية تتبلور وتتصلب من الماغما في ظروف درجات حرارة مرتفعة لا تسمح بالاحتفاظ بالأجزاء المتبقية من الكائنات الحية.

جـ. يرافق طريقة التفحم نقصان في الكتلة.

لأن التفحم يحدث عندما تتحلل المادة العضوية لقايا النباتات أو الكائنات الحية بشكل عام ببطء بعد دفنها في رسوبيات طينية أو جيرية، أو أي رسوبيات ناعمة الحبيبات قادرة على تكوين بيئة مختزلة تمنع وصول الأكسجين إلى تلك الكائنات. وبمرور الزمن، وتعرّضها للضغط والحرارة، فإنها تفقد بعضًا من مكوّناتها؛ كالنيتروجين والأكسجين والهيدروجين تدريجيًّا، فلا يبقى إلا طبقة رقيقة لونها أسود تتكوّن من الكربون.

د. كائنات الأحافير في صخور القشرة الأرضية على كثرتها، إلا أنها تمثل جزءًا بسيطًا من أنواع الحياة التي كانت سائدة في الماضي.

بسبب عدم توافر الظروف الملائمة لحفظها أو حفظ بقاياها في الصخور؛ من حيث الدفن السريع وتوفر بيئات مختزلة تمنع تأثير عوامل التحلل، أو يمكن أن تكون الكائنات الحية التي قد عاشت في الزمن البعيد لم تكن تمتلك هياكل صلبة.

هـ. تُعدّ طريقة حفظ الأجزاء الصُّلبة الأصلية نادرة في التاريخ الجيولوجي.

لأنه يحتاج إلى ظروف كيميائية خاصة، ويتطلب أن يكون المعدن الذي يتكون منه الهيكل الصلب أكثر استقرارًا وأقل ذائبية في المحاليل المائية.

5. تُعدّ طريقة الاستبدال إحدى طرائق تصخّر الأجزاء الصُلبة الأصلية للكائنات الحية، وضّح آلية حدوثها.

بعد موت الكائن الحي ودفنه في الرسوبيات، قد يتعرّض هيكله الصُّلب للمحاليل المائية المُشبعة، فتعمل على إذابة أجزائه تدريجيًّا وتحُل أيونات المعادن الذائبة التي تحملها المحاليل المائية المُشبعة محلّ المادة الأصلية المكوّنة للهيكل الصلب؛ التي قد تكون مادة معدنية أو عضوية. وتجري عملية الاستبدال ببطءٍ وانتظام حجمًا بحجم، فلا يحدث تغيّر في شكل الهيكل الخارجي الصلب للكائن الحي أو حجمه. ويُشترط لحدوث عملية الإحلال أن يكون المعدن الأصلي الذي يشكّل الهيكل الصّلب للكائن الحي أقل استقرارًا وأكثر ذائبية من المعادن التي تحملها المحاليل المائية (المعادن الجديدة التي حلّت محله).

إجابات أسئلة الفصل الثاني: التأريخ وعلم الطبقات

إجابات اختبر معلوماتك/ ص90:

انظر الشكل (3- 15)، ثم لخّص مراحل تكوّن سطح عدم التوافق الزاوي الموضّح فيه، وبيّن العمليات التي يتضمّنها الشكلان (ب) و(د).

- الشكل (أ): تترسب الطبقات بشكل أفقي في قاع البحر.
- الشكل (ب): حدثت عمليات رفع وضغط للطبقات ما تسبّب في طيّها، ثم انحسر عنها البحر وتكشّفت الطبقات على سطح الأرض.
- الشكل (جـ): انقطاع عملية الترسيب وتوقّفها؛ وتعرّض الطبقات لعمليات الحت والتعرية سبّبت إزالة جزء من الطبقات الرسوبية.
- الشكل (د): تعرّضت المنطقة الى عمليات تكتونية أدت الى خفض المنطقة وغمرها بمياه البحر وعودة الترسيب من جديد بشكل أفقي فتكوّن سطح يفصل بين مجموعة من الطبقات المثنيّة (أو المطويّة) القديمة والطبقات الأفقية الحديثة يُسمّى سطح عدم التوافق الزاوي.

إجابات أسئلة النشاط التحليلي (3– 4): مبدأ الترسيب الأفقي ومبدأ تعاقب الطبقات/ ص92

1- ما الذي تسبّب في أن يكون الترسيب أفقيًا في الشكل (أ)؟

اعتمادًا على أن معظم الترسيب الأفقي يحدث في قيعان البحار والمحيطات، بفعل الجاذبية الأرضية.

2. أين يمكن أن توجد أقدم الطبقات وأحدثها في الشكل (أ)؟

توجد أقدم الطبقات في أسفل التتابع الطبقي (الطبقة 1) والطبقات الرسوبية الأحدث توجد أعلاه (الطبقة 6).

3. ما الذي تسبّب في طي الطبقات (1،2،3،4،5،6،7) في الشكل (ب)؟

تعرّض الطبقات إلى عمليات تكتونية مصحوبة بإجهادات ضغط، تسبّبت في طي الطبقات.

4. رتّب الطبقات الموضحة في الشكل (ب) من الأقدم إلى الأحدث.

1(الأقدم) -2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 (الأحدث).

5. ما عدد التعاقبات الرسوبية في الشكلين: (أ) و (ب)؟

- الشكل (أ) تعاقب رسوبي واحد.

- الشكل (ب) تعاقبان رسوبيان.

<u>إجابات أسئلة النشاط التحليلي (3 – 5): مبدأ الاحتواء / ص93.</u>

1. حدّد الصخر الأقدم والصخر الأحدث في كل شكل من الأشكال السابقة.

- الشكل (أ): يكون الصخر الناري (س) أقدم من الصخر الرسوبي (ص) الذي احتوى قطعًا من الصخر الناري (س).

- الشكل (ب): الصخر الرسوبي (ص) الذي يحتوي القطع هو الأحدث والصخر الرسوبي (س) هو الأقدم.

- الشكل (جـ): يكون الصخر الناري (س) الذي احتوى القطع هو الأحدث والصخر الرسوبي (ص) هو الأقدم.

- الشكل (د): يكون الصخر الناري (س) أقدم من الصخر الناري (ص) الذي احتوى قطعًا من الصخر الناري (س).

2. ما سبب حدوث الاحتواء في كل حالة من الحالات الأربعة؟

- الشكل (أ): تعرّض الصخر الناري (س) للحت والتعرية بفعل عمليات الرفع للمنطقة وانقطاع عملية الترسيب، وتكشّف الصخر الناري (س) على سطح الأرض وتعرّضت أجزاؤه العليا للحت ومن ثم تعرّضت المنطقة لعمليات خفض وعاد الترسيب من جديد وترسّب الصخر الرسوبي (ص) فاحتوى قطعًا من الصخر الناري (س).

- الشكل (ب): تعرّض الطبقة الرسوبية (س) بعد ترسّبها لتيارات مائية هشّمت الأجزاء العلوية منها وتناثرت على سطحها، ثم ترسّبت الطبقة (ص) واحتبست هذه القطع منها.

- الشكل (جـ): ترسّب الطبقة الرسوبية (ص)، ثم حدث اندفاع ناري أدى إلى اندفاع الماغما داخل الصخور الرسوبية، ما أدى إلى تهشيم أطراف الصخور الرسوبية القديمة وتكسيرها، واحتباس قطع منها داخل الماغما المندفعة، ثم

تصلّبت الماغما وأصبحت صخرًا ناريًّا فيما بعد واحتبست قطعًا من الصخر الرسوبي (ص) وقطعًا من صخور أخرى قديمة في داخلها.

- الشكل (د): تبلور الصخر الناري (س)، ثم حدث انسياب بركاني أدى إلى تهشيم السطح العلوي للصخر الناري (س) وتكسيره، واحتباس قطع منه داخل الماغما، ثم تصلبت الماغما واحتبست قطعًا من الصخر الناري (س) في داخلها، وأصبحت الماغما فيما بعد صخرًا ناريًّا (ص).

3. هل توجد سطوح عدم توافق في الأشكال (أ، ب، جـ، د)؟ وما نوعها إن وُجدت؟

- الشكل (أ): سطح لا توافق.
- الشكل (ب): سطح عدم توافق حتي.
- الشكل (جـ): لا يوجد سطح عدم توافق لأن الصخر الناري هو الأحدث.
- الشكل (د): لا يوجد سطح عدم توافق

<u>إجابات النشاط التحليلي (3-6): مبدأ القاطع والمقطوع/ ص96</u>

1. ما تأثير الطفح البركاني في الطبقات الرسوبية في الشكل (3-21/ أ)؟ وما تأثير القاطع الناري في الطبقات الرسوبية في الشكل (3-21/ ب)؟

أثر الطفح البركاني والقاطع الناري في الطبقات الرسوبية من خلال إحداث تحوّل تماسي وأدى ذلك إلى تكوّن صخور متحولة في منطقة التماس الحراري.

2. رتّب الأحداث الجيولوجية (1، 4، 2، 5، 3، 6) الواردة في الشكل (3-21/ ب) من الأقدم إلى الأحدث. **(1، 2، 4، 5، 6، 3).**

3. ما عدد سطوح عدم التوافق في الشكل (3-21/ أ) و الشكل (3-21/ب)؟

- الشكل (أ): سطح لا توافق بين (3 و4).
- الشكل (ب): لا يوجد سطح عدم توافق.

4. حدّد التعاقبات الرسوبية الواردة في الشكل (3-21/ أ) و الشكل (3-21/ب).

- الشكل (أ) تعاقبان رسوبيان؛ التعاقب الأول مكوّن من الطبقتين (1، 2)، والتعاقب الثاني مكوّن من الطبقة (4).
- الشكل (ب) تعاقب رسوبي واحد هو: (1 ، 2 ، 4 ، 5 ، 6).

<u>إجابات اختبر معلوماتك/ ص98.</u>

1. رتّب الأحداث الجيولوجية (1، 2، 3، ص، 4، س، ل) الواردة في الشكل من الأقدم إلى الأحدث ذاكرًا المبادئ التي اعتمدت عليها.

ترسبت الطبقات (1 ، 2) بصورة أفقية، ثم الصخرالناري (س)، ثم الصدع (ل) الذي قطع الطبقات، ثم ترسبت الطبقة (3) ثم الطفح البركاني (ص) ثم ترسبت

الطبقة (4). والمبادىء هي: مبدأ الاحتواء، مبدأ القاطع والمقطوع، مبدأ الترسيب الأفقي، ومبدأ تعاقب الطبقات.

الترتيب من الأقدم إلى الأحدث: (1، 2، س، ل، 3، ص، 4)

2. ما عدد التعاقبات الرسوبية في الشكل؟

ثلاثة تعاقبات وهي: التعاقب الأول مكوّن من الطبقتين (1 ، 2)، والتعاقب الثاني مكوّن من الطبقة (3)، والتعاقب الثالث مكوّن من الطبقة (4).

3. حدّد سطوح عدم التوافق الواردة في الشكل.

- سطح عدم توافق حتي بين الطبقتين (2) و (3).

- سطح لا توافق بين (ص) و (4).

4. هل الحركة عبر الصدع (ل) حدثت قبل ترسيب الطبقة (3) أم بعدها؟ لماذا؟

حدثت الحركة عبر الصدع (ل) قبل ترسيب الطبقة (3)، لأن الصدع (ل) لم يقطعها.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (3 – 27): تناقص عدد ذرات النظيرة الأم المتبقية (المنحنى ذو اللون الأزرق) وتزايد عدد ذرات النظيرة الوليدة (المنحنى ذو اللون الأحمر) مع مرور الزمن / ص 103.

1. ما عدد ذرات النظيرة الأم الأصلية قبل بدء التحلّل؟ **م. = (128) ذرة.**
2. ما عدد ذرات النظيرة الأم بعد انقضاء عمر النصف الأول؟ **م = (64) ذرة.**
3. ما عدد ذرات النظيرة الوليدة بعد ثلاث فترات عمر نصف (ن = 3)؟

م = 16 ذرة ، و = 112 ذرة. (يمكن التحقق من صحة الحل باستخدام العلاقة الرياضية: م/م. = $(2/1)^{ن}$)

4. صِف شكل منحنى الاضمحلال الإشعاعي: هل هو خطّي أم أسّي؟ **أسّي.**

إجابات اختبر معلوماتك/ ص 106

1. إذا كانت العينة الأصلية تحوي 10^{10} من ذرات النظيرة الأم في الزمن صفر (أي زمن تكوّن العينة)، نظّم جدولًا توضّح فيه عدد الذرات المتبقية من ذرات النظيرة الأم بعد انقضاء فترة عمر النصف: الأولى، والثانية، والثالثة، إلى فترة عمر النصف السادسة.

فترة عمر النصف (ن)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
عدد الذرات المتبقية (م)	10^5	50000	25000	12500	6250	3125

2. بلورة من معدن لم يكن فيه رصاص ابتداءً، وكان يحوي يورانيوم، تبين لدى فحصه بجهاز مطياف الكتلة، أن فيه كميتين متساويتين من اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) والرصاص ($^{206}_{82}Pb$). كم عمر هذه البلورة المعدنية، إذا علمت أن عمر النصف لليورانيوم ($^{238}_{92}U$) يساوي 4.5 مليار سنة؟

الحل:

بما أن كميتي النظيرة الأم والوليدة متساوية (م = و) في بلورة المعدن فإن عدد فترات عمر النصف (ن) تساوي (1):

ز= ر$_{1/2}$ × ن

ز= 4.5 × 1

ز= 4.5 مليار سنة.

<u>إجابات المتعلقة بالشكل (3 – 28): استخدام النشاط الإشعاعي في تقدير أعمار الصخور النارية/ ص 107-108.</u>

1- هل يمكن حساب عمر الماغما في المرحلة (أ)؟ فسّر إجابتك.

لا، لأن النظام الإشعاعي فيها مفتوح أمام كسب أو فقد النظيرتين الأم والوليدة.

2- قدّر عمر الصخر عند (ب). كيف توصلت إلى ذلك؟

بما أن البلورة لا تحوي أي نظيرة وليدة (و)؛ فهذا يدلّ على عدم حدوث عملية اضمحلال إشعاعي، ومن ثم فإن عمرالصخر يساوي صفر.

3. إذا كان عمر النصف للنظيرة الأم يساوي 30 مليون سنة، قدِّر عمر العينة عند (ج).

بما أن عدد ذرات النظيرة الأم الأصلية تساوي (8) وتبقى منها (4) ذرات هذا يعني أنه قد انقضى فترة عمر نصف واحدة (ن= 1)، ومن ثم:

ز= ر$_{1/2}$ × ن

ز= 30 × 1

ز= 30 مليون سنة

4. متى تبدأ الساعة الإشعاعية بالعدّ؟

لحظة إغلاق النظام الإشعاعي.

5. كم فترة عمر نصف مرّ على العينة في المرحلة (د)؟

فترتَي عمر نصف (ن = 2). ويمكن التحقق من الحل باستخدام العلاقة الرياضية الآتية: م/م. = (2/1)^{ن}.

إجابات أسئلة الفصل الثاني- التأريخ وعلم الطبقات/ صفحة 112-115

1. يوضّح الشكل (3-31) تناقص عدد ذرات النظيرة الأم مع مرور الزمن. ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

أ. ماذا يُسمّى المنحنى الظاهر في الشكل؟ **منحنى الإضمحلال الإشعاعي.**

ب. علام يدلّ كل من؛ المحور السيني والمحور الصادي؟

- **المنحنى السيني: يدل على عدد فترات عمر النصف (ن).**
- **المنحنى الصادي: يدل على عدد ذرات النظيرة الأم المتبقية (م).**

جـ . ما عدد ذرات النظيرة الأم الأصلية (م.) في الشكل؟ **(100) ذرة**

د . ما عدد ذرات النظيرة المتبقية (م) وعدد ذرات النظيرة الوليدة (و) بعد عمر النصف الأول؟

الحل:

بما أن ن= 1 ؛ إذن: عدد ذرات النظيرة الأم المتبقية تساوي عدد ذرات النظيرة الوليدة = 50 ذرة . أي أن: (م = و = 50 ذرّة).

هـ. صف المنحنى الظاهر في الشكل؛ هل هو أسّي أم خطّي؟ وما علاقته مع الزمن؟

المنحنى أسّي، حيث تقل عدد ذرات النظيرة الأم المتبقية (م) مع مرور الزمن بفعل عملية الاضمحلال الإشعاعي.

و. إذا أردنا أن نبني منحنى يُمثّل عدد ذرات النظيرة الوليدة، فكيف سيكون شكل المنحنى؟ وما اسمه؟

سيكون شكل المنحي أسّي تصاعدي، أي معاكس تماما لمنحنى الإضمحلال الإشعاعي، لأنه مع استمرارعملية الاضمحلال الإشعاعي يتزايد عدد النظيرة الوليدة (و) ويسمّى منحنى النموّ الإشعاعي.

2- يوضّح الشكل (3- 32) طبقات من الصخور الرسوبية (1، 2، 3، 4، 5، 6)، وقواطع نارية (س، ص)، والصدع (ل). ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

أ. رتّب الأحداث الجيولوجية (3، 1، 4، 2، 6، 5، ص، ل، س) من الأقدم إلى الأحدث ذاكرًا المبادئ التي اعتمدت عليها.

1- 2- 3- 4- ل- س- 5-6- ص

المبادئ: القاطع والمقطوع ـ التعاقب الطبقي.

ب. ما عدد سطوح عدم التوافق؟ وما نوعها؟

سطح عدم توافق واحد بين الطبقتين (4، 5) ونوعه حتّي.

ج. ما عدد التعاقبات الرسوبية؟

تعاقبان، التعاقب الرسوبي الأول مكوّن من الطبقات (1، 2، 3، 4)، والتعاقب الرسوبي الثاني مكوّن من الطبقتين (5، 6).

د. إذا علمت أن عمر القاطع (ص) يساوي (30) مليون سنة وعمر القاطع (س) يساوي (35) مليون سنة؛ فما العمر المطلق للطبقة (5)؟

عمر الطبقة (5) بين (30 – 35) مليون سنة؛ أي أن عمر الطبقة (5) سيكون أكبر من (30) مليون سنة وأقل من (35) مليون سنة.

3. اعتمادًا على الجدول الآتي، أجب عما يأتي:

الجدول (3-1): السؤال (3).

النظيرة	أ	ب	جـ	د
عمر النصف (سنة)	40	100	5700	4.6×10^{9}

أ. أيّ النظائر يُعدّ الأنسب لقياس عمر الأرض؟ **النظيرة (د)**

ب. أيّ النظائر يُعدّ الأنسب لقياس عمر العصور التاريخية (الآثار)؟ لماذا؟

النظيرة (جـ)؛ لأن عمر النصف لها أقرب الى العصور التاريخية، أما النظيرتان (أ) و (ب) فتصلحان للتأريخ لفترات قصيرة جدا تقدر بمئات السنين.

جـ. إذا بدأت عينة عدد ذراتها 16 ذرة من النظيرة (ب) بالتحلّل، فما عمر العينة عندما يتبقّى من النظيرة ذرة واحدة؟

الحل:

م/م. = $(2/1)^{ن}$

$16/1 = (2/1)^{ن}$ ← $(2/1)^{ن} = (2/1)^{4}$ ← ن = 4

ز = $ر^{2/1}$ × ن ← ز = 100 × 4 ← ز = 400 سنة

4. ادرس الشكل (3-33)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

أ- ماذا يُسمّى المنحنى في الشكل؟ **منحنى النمو الإشعاعي**

ب- كم عدد ذرات النظيرة الأم ؟ **(128) ذرة**

جـ - كم عدد ذرات كل من النظيرة الأم المتبقية والنظيرة الوليدة بعد(3) فترات عمر نصف؟

الحل:

ن= 3

م/ م. = $(2/1)^{ن}$

م/128 = $(2/1)^{3}$

م/128 = 8/1

إذن: م= 16 ذرة

م.= م + و

128 = 16 + و

و= 128 – 16

إذن: و = 112 ذرة

د- إذا تبقّى بعد زمن (63) مليون سنة ذرّتان من دون تحلّل، فكم عمر النصف؟

الحل:

م= 2 ذرة

ز = 63 مليون سنة

م/م. = $(2/1)^{ن}$

128/2 = $(2/1)^{ن}$

64/1 = $(2/1)^{ن}$

$(2/1)^{6}$ = $(2/1)^{ن}$

إذن: ن = 6

ز= ر$_{2/1}$ × ن

63 = ر$_{2/1}$ × 6

إذن: ر$_{2/1}$ = 6/63 = 10.5 مليون سنة

5. يُمثّل الشكل (3-34) مقطعين صخريين أجريت بينهما مضاهاة، ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

أ. ما نوع المضاهاة المستخدمة بين المقطعين؟ فسّر إجابتك.

مضاهاة أحفورية، حيث تمّت المضاهاة بناءً على التشابه في المحتوى الأحفوري بين طبقات المقطعين الصخريين .

ب. حدّد مكان انقطاع الترسيب. **بين الطبقتين (6، 7) في المقطع (ب).**

ج. ما عدد سطوح عدم التوافق؟ حدّد موقعها.

سطحان: - سطح لا توافق بين (الصخر الناري و الطبقة 5) في المقطع (ب).

- سطح عدم توافق حتي بين الطبقتين (6، 7) في المقطع (ب).

د. هل تُعدّ الطبقة (1) امتدادًا للطبقة (6)؟ لماذا؟

نعم؛ لأنهما تحويان النوع نفسه من الأحافير.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

الوحدة الرابعة الجيولوجيا الاستكشافية وجيولوجية الأردن

الفصل الأول: التنقيب والاستكشاف الجيولوجي

إجابات الأسئلة المتعلقة بالنشاط التحليلي (4-1):الاستكشاف الجيوفيزيائي/ ص123

أ. ماذا تلاحظ على قيم تسارع الجاذبية في الشكل؟

نلاحظ أن قيم التسارع طبيعية عند الموقعين (أ) و (جـ)، أما الموقع (ب) فكانت أعلى من القيم الطبيعية.

ب.أيُّ المواقع الثلاثة سُجّلت قيم تسارع جاذبية أعلى فيها؟ **الموقع (ب)**

جـ - ما سبب ارتفاع قيمة تسارع الجاذبية في الموضع الذي حدّدته، في إجابة السؤال السابق؟ **وجود خام الحديد (الهيماتيت).**

د - ما نوع الشاذة الجيوفيزيائية الموجودة في الشكل؟ **شاذة جاذبية موجبة.**

إجابات اختبر معلوماتك/ ص124

هبْ مثلًا وجود خام ملح صخري سميك في وسط حوض رسوبي. هل تتوقّع إذا تم مسحه جاذبيًّا أن تحصل على شواذ سالبة أم موجبة؟ لماذا؟

شاذة جاذبية سالبة، لأنه يعطي قراءات أقل من القيمة الطبيعية.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (4-5): خريطة كنتورية تُبيّن شاذّة كهربائية سالبة/ ص124.

- ما القيم الطبيعية في المنطقة؟ وما القيم الشاذة؟

القيم الطبيعية تأخذ قيمة أكبر من (1000) أوم. متر، والقيم الشاذة تأخذ القيم أقل من (1000) أوم.متر

- أين تتوقّع وجود الخام؟

في المنطقة ذات القراءات 600 - أقل من (1000) أوم. متر ومركزه عند القيمة 600 أوم. متر.

- ما نوع الشاذة الجيوفيزيائية؟ **شاذة كهربائية سالبة.**

إجابات الاسئلة المتعلقة بالشكل (4-6): خريطة كنتورية أُعّدت باستخدام تقنية المسح الجيوكيميائي تبيّن توزيع تراكيز النحاس (جزء بالمليون) / ص125.

- ما القيم الطبيعية لتركيز النحاس في المنطقة؟ وما القيم الشاذة فيها؟

القيم الطبيعية تأخذ قيم أقل من (30) جزء بالمليون، والقيم الشاذة تأخذ قيم تتراوح بين (30- 60) جزء بالمليون.

- ما القيمة التي يحدث عندها تغيّر من القيم الطبيعية إلى القيم الشاذة؟ وماذا تسمَّى؟ **(30) جزء بالمليون وتسمّى العتبة.**

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الأول- التنقيب والاستكشاف الجيولوجي/ صفحة 127-130

1- وضّح المقصود بكل مما يأتي: الاستكشاف، والشواذ الجيوفيزيائية، والعتبة، والشواذ الجيوكيميائية، والاستكشاف الجيوفيزيائي.

- **الاستكشاف:** **البحث التفصيلي المنظّم عن الخامات في المناطق التي أفرزتها عمليات التنقيب.**
- **الشواذ الجيوفيزيائية:** **القيم غير الطبيعية المختلفة عمّا حولها.**
- **العتبة:** **هي القيمة التي يحدث عندها تغيّر من القيم الطبيعية الى القيم الشاذة .**
- **الشواذ الجيوكيميائية:** **القيم الكيميائية المقيسة عند الصخر المضيف، وتكون أعلى من القيم الكيميائية الطبيعية دائمًا.**
- **الاستكشاف الجيوفيزيائي:** **ذلك النوع من الاستكشاف الذي يعتمد على الاختلاف في الخصائص الفيزيائية للخامات عن الصخور التي حولها، مثل القابلية للتمغنط، والمقاومية الكهربائية، والكثافة، والمرونة وغيرها.**

2- يمثل الشكل (4-7) خريطة كنتورية لتراكيز خام ما مقيسة بالنسبة المئوية (%) بإحدى طرائق الاستكشاف الجيوكيميائي لمنطقة ما، ادرسه جيدًا، ثم أجب عن السؤالين بعده.

أ- ماذا تُمثّل كل من الرموز الآتية: (س، ص، ع)؟

س: قيم شاذة جيوكيميائية

ص: العتبة

ع: هالات التشتت

ب- أين يوجد الخام بتراكيز اقتصادية؟

<u>في المنطقة (س).</u>

3- فسّر ما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ- تزداد احتمالية وجود الخامات في مناطق الصدوع.

لأنها تسهّل حركة المحاليل الحرّمائية الحاملة لأيونات الخام، وتمثّل أماكن مناسبة لترسيب حمولة هذه المحاليل من الموارد المعدنية.

ب- توجد هالات التشتت في المواقع المحيطة بالخام.

تؤدي عمليات التجوية والتعرية إلى نقل الخام المتكشّف على سطح الأرض، أو على أعماق ضحلة إلى المواقع المجاورة لموقع الخام، ما يؤدي إلى انتشاره في مناطق أوسع، ويكون الانتشار على شكل هالات تحيط بالخام تسمّى هالات التشتت.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

ج- وجود الألماس ضمن صخور الكمبرلايت.

لأن صخور الكمبرلايت تتكون على عمق بين (150-200) كم تحت سطح الارض، وهو العمق الذي يتشكل عنده الألماس حيث قيم الضغط المرتفعة.

4- أ- متى نلجأ لاستخدام المسح الجيوكيميائي؟

تُستخدم للبحث عن الخامات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية التي توجد بتراكيز منخفضة جدًّا مثل الذهب، بحيث لا يمكن الكشف عنها باستخدام طرائق المسح الجيوفيزيائي؛ لذا يجري الكشف عنها ودراسة توضّعها بواسطة الاستكشاف الجيوكيميائي.

ب- ما المقصود بالعناصر الدالّة؟ وكيف تظهر في الصخر المُضيف؟

هي عناصر مرافقة للخامات تتشكّل معها في الوقت نفسه، ومن ثم تصاحبها. وتظهر العناصر الدالة على شكل هالات واسعة وعالية جدًّا؛ كالنحاس والزئبق والكبريت التي تكون مصاحبة لخام الذهب.

5- في أثناء المسح الجيوكيميائي لمنطقة ما، يتكشّف فيها صخر رسوبي يحوي شواهد على وجود النحاس، أخذت القيم التي تُمثّل النسبة المئوية لتركيز النحاس في خمسة مواقع مختلفة، كما هو موضّح في الجدول (4-1)، علمًا بأن قيمة العتبة لخام النحاس 0.5%. ادرس البيانات الواردة في الجدول، ثم أجب عن السؤالين بعده.

أ- ما رمز الموقع الذي يوجد فيه خام النحاس بتراكيز اقتصادية؟ **الرمزان: (هـ + ب).**

ب - ما رمز الموقع الذي يوجد فيه خام النحاس بتراكيز غير اقتصادية؟

الرموز: (أ، ج، د)

6- يوضّح الشكل (4-8) شواذ جيوفيزيائية كُشف عنها باستخدام طرائق مسح المقاومية الكهربائية، ادرسه جيدّا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

أ. ما الرمز الذي يُمثل:

- قيمة كهربائية طبيعية. **الرموز (أ)، (جـ).**

- شاذة كهربائية. **الرمز (ب).**

- موقع محتمل لوجود الخام. **الرمز (د).**

ب. ما نوع الشاذّة الكهربائية؟ **شاذة كهربائية سالبة.**

جـ. هل يتحتّم ظهور الخام على السطح عند الاستكشاف الجيوفيزيائي؟ لماذا؟

لا، ليس بالضرورة أن تكون الخامات متكشّفة على السطح ليتم الكشف عنها، حيث تمكّننا طريقة المسح الجيوفيزيائي من اكتشاف الخامات تحت السطحية.

7- يوضّح الشكل (4-9) خريطة كنتورية لقيم مغناطيسية في أثناء المسح الجيوفيزيائي لمنطقة ما، ادرسه جيدًا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

أ. ما القيم المغناطيسية في الموقع (س) والموقع (ص)؟

- الموقع (س): (3000). / - الموقع (ص): (9000).

ب. إذا علمت أن القيمة المغناطيسية الطبيعية أقل من (1500) غاما:

- ما قيمة الشاذة المغناطيسية؟ **القيم أكثر من (1500) غاما إلى أكثر من (13500) غاما.**
- ما نوع الشاذة المغناطيسية؟ **شاذة مغناطيسية موجبة.**

جـ. في أي الموقعين (أ) أم (ب) يمكن أن نجد الخام؟ لماذا؟

الموقع (أ)، لأنه يمتلك أعلى قيمة للشاذة المغناطيسية.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الثاني: جيولوجية الأردن

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (4-11): خريطة توضّح توزّع الأحقاب الجيولوجية في الأردن/ ص 132-133.

أ. ما الأحقاب الجيولوجية للصخور المتكشّفة على السطح، التي سيلحظها أحمد وزملاؤه في كلا المسارين؟

المسار الأول:

سيشاهدون صخور الركيزة الأردنية المتبلورة في العقبة، ثم صخورًا تعود لحقب الحياة القديمة في وادي رم، ثم سيشاهدون صخورًا تعود أعمارها لحقب الحياة المتوسطة في كل من الطفيلة وعمّان.

المسار الثاني:

سيُلاحظ الطلاب صخورًا تعود لحقب الحياة الحديثة في اربد والمفرق، وفي منطقة الصفاوي فتتكشف صخور نارية بازلتية تُعدّ من أحدث الصخور في الأردن، أي من أعلى حقب الحياة الحديثة.

ب. ما أعمار الصخور المتكشفة على السطح التي سيلحظها أحمد وزملاؤه في كل المسارين؟

المسار الأول: سيشاهدون صخور الركيزة الأردنية المتبلورة في العقبة، ثم صخورًا تعود لحقب الحياة القديمة في وادي رم، ثم سيشاهدون صخورًا تعود أعمارها لحقب الحياة المتوسطة في كل من الطفيلة وعمّان.

المسار الثاني: سيشاهدون صخورًا لحقب الحياة الحديثة في اربد والمفرق، ثم تتكشف صخور نارية بازلتية في منطقة الصفاوي وتُعدّ من أحدث الصخور في الأردن.

جـ. أين توجد الصخور الأقدم في الأردن؟ **في منطقة العقبة**

د. صِفْ التغيّر في أعمار الصخور المتكشفة بدءًا من العقبة وحتى منطقة الصفاوي، وأين توجد الصخور الأحدث؟ ماذا تستنتج؟

منطقة العقبة وصخورها تابعة لمرحلة الركيزة الاردنية المتبلورة، ثم منطقة وادي رم والتابعة صخورها لحقب الحياة القديمة، ثم صخور حقب الحياة المتوسطة في الطفيلة وعمان، ثم اربد والمفرق وصخورها المتكشفة تابعة لحقب الحياة الحديثة، ثم الصفاوي التي تتكشف فيها صخور البازلت وتُعدّ من أحدث

إدارة المناهج والكتب المدرسية

الصخور في الأردن. نستنتج أن أعمار الصخور المتكشفة في الأردن تقل كلما انتقلنا من العقبة (جنوب غرب المملكة) باتجاه الصفاوي (شمال شرق).

إجابات اختبر معلوماتك: مراحل التطوّر الجيولوجي في الأردن.

1- تُقسّم مراحل التطوّر الجيولوجي في الأردن إلى أربع مراحل. انسب الأحداث الجيولوجية الآتية إلى المرحلة المناسبة لكل منها:

أ. تشكّل البحر الميت. **نشأة الانهدام الأردني والبحر الميت**

ب. تشكّل صخور جبال وادي رم. **الترسيب القاري**

ج. تكوّن صخور الركيزة في العقبة. **الركيزة الأردنية المتبلورة**

د. ترسيب الرسوبيات الفتاتية على مساحات واسعة، وبسماكات كبيرة جنوب الأردن. **الترسيب القاري.**

هـ. تشكّل خام الصخر الزيتي. **تقدّم محيط التيثس.**

2- أ. فسّر سبب وجود خامات الفوسفات ضمن مناطق واسعة في الأردن.

لأن الأردن كان في مرحلة تقدّم محيط التيثس ضمن منطقة التيارات البحرية الصاعدة ما أدى الى ترسيب الفوسفات.

ب. عند البحث عن خام الفوسفات في الأردن، في أي مراحل التطوّر الجيولوجي السابقة يتم استكشافه؟ لماذا؟

بسبب وجود الأردن ضمن منطقة التيارات البحرية الصاعدة الغنية بالفسفور والسليكون والمواد العضوية الناجمة عن مخلفات الكائنات البحرية، ما أدى إلى ترسيب الفوسفات والصوان والصخر الزيتي.

3- ما الخامات الأكثر انتشارًا في كل من المناطق الآتية:

أ. البحر الميت. **أملاح البحر الميت مثل البوتاس والمنغنيز واليود وملح الطعام.**

ب. الصفاوي. **التف البركاني (الزيولايت).**

جـ. معان. **الصخر الرملي.**

د. العقبة. **صخور الغرانيت.**

إجابات أسئلة الفصل الثاني: جيولوجية الأردن/ صفحة 141

1- من الأحداث الجيولوجية في مرحلة الركيزة الأردنية المتبلورة تشكّل سطح التسوية:

أ. ما المقصود بسطح التسوية؟ وما سبب تشكّله؟

هو سطح لا توافق يفصل بين صخور الركيزة وصخور الأحقاب الأخرى فوقها، بحيث تصبح الصخور الرسوبية أحدث منها كلما ابتعدنا عن العقبة باتجاه الشمال والشمال الشرقي. وقد تشكّل هذا السطح بفعل حدوث عمليات رفع وحت وتعرية.

ب. لماذا سمّيت صخور الركيزة بهذا الاسم؟

لأن صخور المراحل الأخرى اللاحقة لها ترتكز عليها، حيث إن الصخور النارية الباطنية هي السائدة في صخور الركيزة وتتكوّن في معظمها من الغرانيت.

جـ. لماذا توجد صخور الركيزة على عمق كبير تحت مدينة عمان؟

لان سطح التسوية يميل بمقدار 5 ° باتجاه الشمال والشمال الشرقي.

2- فسر ما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ. ساد الترسيب النهري في مرحلة الترسيب القاري في المناطق الجنوبية من المملكة.

لأن الانهار كانت تجري من الجنوب وتصب في محيط التيثس في الشمال؛ ما أدى إلى ترسيب رسوبيات فتاتية نهرية على مساحات واسعة.

ب. يتمتّع الأردن بطبيعة جيولوجية فريدة من نوعها.

لأنه يتكشف على سطحه سجلات صخرية للأحقاب الجيولوجية جميعها، بدءًا من ما قبل الكامبري إلى حقب الحياة الحديثة.

3 - وادي رم إحدى المناطق ذات الأهمية السياحية الجيولوجية في الأردن، وضّح كيف تشكّلت صخور وادي رم، وفي أي حقب جيولوجي؟

تشكلت صخور وادي رم ضمن مرحلة الترسيب القاري في حقب الحياة القديمة، حيث نشطت بيئة قارية نهرية كانت الانهار تجري فيها من الجنوب وتصب في في الشمال ما أدى الى ترسيب الصخور الرسوبية الفتاتية بكميات كبيرة وقد أدت عمليات الحت والتعرية للجبال العالية إلى تغطية الأودية والمناطق المجاورة بطبقة رملية سميكة.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

4- من خلال دراستك جيولوجية الأردن، اذكر سببًا لما يأتي:

أ. مدينة البترا من المناطق التي تُزار بهدف السياحة الجيولوجية.
لأنها تشتهر بجمال صخورها المنحوتة في الصخر الرملي التابع لحقب الحياة القديمة، كما تحتوي جبال البترا على تراكيب جيولوجية مثالية تتمثل بالصدوع والطيات، ومقاطع جيولوجية بألوان زاهية، كما تحتوي على الكهوف الطبيعية.

ب. تمتاز أملاح البحر الميت بأنها ثروة معدنية ذات قيمة اقتصادية كبيرة.
لأن مياهه تمتاز باحتوائها على تراكيز عالية من بعض العناصر مثل البوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والليثيوم والكلور والبروم، ويُستغل منه حاليًّا مجموعة من المواد مثل أملاح البوتاس والمغنيسيوم والبروم وغيرها.

ج. تكشّف صخور الغرانيت في منطقة العقبة، مع أنها صخور باطنية.
بسبب تعرض المنطقة لعمليات رفع وحت وتعرية

5- هب أنه قد طُلب إليك أن تبحث عن خام الصخر الزيتي في الأردن.

أ. أي المناطق التي ستبحث بها؟ ولماذا؟
في الصخور التي تتبع أعمارها لنهاية حقب الحياة المتوسطة وبداية حقب الحياة الحديثة؛ وهي الفترة التي شهدت تقدّم محيط التيثس، حيث كان الأردن ضمن منطقة التيارات البحرية الصاعدة، ما أدى إلى ترسيب الفوسفات والصوان والصخر الزيتي وغيرها.

ب. أي طرائق الاستكشاف الجيولوجي سوف تُستخدم؟ لماذا؟
الاستكشاف الجيوفيزيائي وخاصة طريقتي الجاذبية والكهربائية، حيث يتوافر خام الصخر الزيتي بكميات كبيرة وبجودة عالية في الأردن ويتميّز بقربه من السطح، ويسهل تمييزه عن طريق الاختلاف في خصائصه الفيزيائية عن الصخور التي حوله، مثل الكثافة والمقاومية الكهربائية.

جـ. ما أهمية استكشاف خام الصخر الزيتي في الأردن؟
ازدادت أهمية هذا الخام نظرًا لارتفاع أسعار النفط في العالم، إذ يُعدّ هذا الخام من أهم البدائل لإنتاج الطاقة.

6- إذا سلكت الطريق الذي يربط العقبة بعمان مرورًا في وادي رم، ما الأحقاب الجيولوجية التي ستمرّ فيها؟
تظهر صخور الركيزة الأردنية المتبلورة في العقبة التابعة لما قبل الكامبري، ثم صخور حقب الحياة القديمة في وادي رم، وصخور حقب الحياة المتوسطة في عمان.

الوحدة الخامسة: بنية الأرض الداخلية وديناميتها

إجابات أسئلة الفصل الأول: بنية الأرض الداخلية

إجابات أسئلة النشاط التحليلي (5-1): الاستدلال على عدم تجانس بنية الأرض الداخلية اعتمادًا على خصائص الأمواج الزلزالية/ ص 145-146.

1- حدّد البُعد الزاوي (مقدار الزاوية المحصورة بين المركز السطحي للزلزال ومكان وصول الأمواج الزلزالية على السطح) الذي تُحتجب عنده الأمواج الثانوية، على جانبي المركز السطحي للزلزال. وماذا يُطلق على هذه المنطقة؟

تحتجب الامواج الثانوية على البعد الزاوي (103° - 180°) على جانبي المركز السطحي للزلزال، وتُسمى منطقة احتجاب الأمواج الزلزالية الثانوية.

2- حدّد البُعد الزاوي الذي تُحتجب عنده الأمواج الأولية على جانبي المركز السطحي للزلزال. وماذا يُطلق على هذه المنطقة؟

تحتجب الامواج الأولية على البعد الزاوي (103° -143°) على جانبي المركز السطحي للزلزال ، وتُسمى منطقة احتجاب الأمواج الزلزالية الأولية، وكذلك تُسمى منطقة احتجاب الأمواج الزلزالية.

3- في ضوء معرفتك خصائص الأمواج الزلزالية، ماذا تتوقّع أن تكون خصائص النطاق الذي تُحتجب عنده الأمواج الثانوية؟

خصائص النطاق الذي تُحتجب عنده الأمواج الثانوية سيكون سائلا، لأن الأمواج الثانوية لا تنتشر في السوائل.

إجابات أسئلة النشاط التحليلي (5-2): نُطُق الأرض الرئيسة وسلوك الأمواج الزلزالية فيها / ص 148-149

1- ما متوسط سمك القشرة القارية؟

متوسط سمك القشرة القارية (35) كم.

2- قارن بين الغلاف الصخري والغلاف اللدن من حيث:السمك، والأجزاء الرئيسة التي يضمّها كل منها.

اسم الغلاف / وجه المقارنة	الغلاف الصخري	الغلاف اللدن
السمك	100 كم	من (100) كم إلى (660) كم
الأجزاء الرئيسة	القشرة الأرضية والجزء الأعلى من الستار العلوي	يقع أسفل الغلاف الصخري، ويمتد لعمق 660 كم، ويتضمن نطاق السرعة المنخفضة، والنطاق الانتقالي، والحد الفاصل بين الغلاف الصخري و الغلاف اللدن هو حد حراري اي عندما تبلغ درجة الحرارة 1280 درجة مئوية.

3- لاحظ سلوك الأمواج الزلزالية من العمق 100 كم إلى العمق 660 كم:

أ. هل تزداد سرعة الأمواج الزلزالية بصورة تدريجية مع العمق، أم تنخفض بصورة تدريجية؟ **السرعة متغيرة، تزداد أحيانًا وتنخفض أحيانًا أخرى.**

ب. هل يكون التغير في سرعة الأمواج الزلزالية عند الأعماق 100 كم و410 كم و660 كم تدريجيًا أم مفاجئًا؟

عند العمق 100 كم يحدث انخفاض طفيف مفاجئ في سرعة الأمواج الزلزالية، وعند العمق 410 كم يحدث زيادة طفيفة مفاجئة في سرعة الأمواج الزلزالية، وعند العمق 660 كم زيادة طفيفة مفاجئة.

4- سمّ الانقطاعات الرئيسة الواردة في الشكل، وما سبب تسميتها بالانقطاعات؟

انقطاع موهو، وانقطاع غوتنبيرغ، وانقطاع ليمان. وسُميت الانقطاعات بهذا الاسم؛ بسبب التغير المفاجئ والكبير في سرعة الأمواج الزلزالية عندها، نظرًا لانتقال الأمواج الزلزالية بين نطاقين رئيسين.

5- هل تتوقّع وجود علاقة بين سلوك الأمواج الزلزالية في اللب الداخلي واللب الخارجي والحالة الفيزيائية لكل منهما؟ لماذا؟

نعم، لأنه في اللب الخارجي تختفي الأمواج الزلزالية الثانوية، وتنخفض سرعة الأمواج الزلزالية الأولية بشكل كبير، وهذا يدل أن الحالة الفيزيائية لنطاق اللب الخارجي سائلة. وبناءً على حسابات فيزيائية قام بها العلماء استدلوا عن طريقها على أن الأمواج الثانوية لا بد وأن تظهر مرة أخرى في اللب الداخلي؛ لأنه نطاق صلب ذو كثافة كبيرة، وأن الأمواج الثانوية التي سوف تظهر مرة أخرى في اللب الداخلي ناتجة من تحوّل أو تفرّع في الأمواج الأولية.

اختبر معلوماتك/ ص153

أ- ماذا يُسمّى النطاق الممتد من العمق (100) كم إلى العمق (250) كم؟ وما سبب تسميته بهذا الاسم ؟

نطاق السرعة المنخفضة؛ نظرًا لانخفاض سرعة الأمواج الزلزالية فيه، ويتميّز هذا النطاق بأن درجة الحرارة فيه تجعل بعض صخوره في حالة الانصهار الجزئي، إذ لا يزيد مقدار الصخور المنصهرة جزئيًّا فيه عن 2% من حجم المنطقة كلها. وهو يشكل جزءًا رئيسًا من الغلاف اللدن.

ب- فسّر سبب الانصهار الجزئي للصخور عند هذا العمق.

وذلك لأن درجة الحرارة تجعل جزءًا بسيطًا من المعادن والصخور عند هذا العمق في حالة إنصهار جزئي، وبالتالي يشكّل هذا النطاق جزءًا مهمًّا من الغلاف اللدن، وله دور مهم في حركة الصفائح التكتونية.

أسئلة الفصل الأول- بنية الأرض الداخلية / صفحة 154-155

1- وضّح المقصود بكل من: انقطاع موهو، وانقطاع ليمان، ومنطقة احتجاب الأمواج الثانوية، والغلاف الصخري، والغلاف اللدن، ونطاق السرعة المنخفضة، والنطاق الانتقالي.

- انقطاع موهو: **حد يفصل بين نطاق القشرة الأرضية ونطاق الستار، حيث يحدث عنده زيادة مفاجئة وكبيرة في سرعة الأمواج الزلزالية.**
- انقطاع ليمان: **حد يفصل بين نطاق اللب الخارجي واللب الداخلي، ويحدث عنده زيادة مفاجئة في سرعة الأمواج الزلزالية.**
- منطقة احتجاب الأمواج الثانوية: **المنطقة التي تقع على بعد زاوي (103° - 180°) على جانبي المركز السطحي للزلزال والتي ينعدم فيها وجود الأمواج الزلزالية الثانوية (S-Waves Shadow Zone).**
- الغلاف الصخري: **هي المنطقة التي تشمل القشرة الأرضية والجزء الأعلى من الستار العلوي، ومتوسط سمكه (100) كم وهو غلاف صلب.**
- الغلاف اللدن: **غلاف يقع أسفل الغلاف الصخري ويمتد من العمق (100) كم حتى (660) كم، ويتصف بأنه غلاف لدن وأن جزء من مادته منصهرة جزئيًّا.**
- النطاق الانتقالي: **هو النطاق الممتد من العمق (410) كم إلى (660) كم، وفي هذا النطاق تُغير المعادن من بنيتها البلورية، ولكن لا تغيّر من تركيبها الكيميائي، وذلك استجابة لظروف الضغط ودرجة الحرارة.**

2- ادرس الشكل (5-5)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- حدّد نوع كل من الموجتين الزلزاليتين (س) و (ص). كيف تمكّنت من الاستدلال عليهما؟ **(س): أمواج أولية (ص): أمواج ثانوية.**

ويمكن الاستدلال على ذلك من:

- **أن الأمواج الأولية تكون أسرع من الأمواج الثانوية.**
- **الأمواج الأولية (س) تظهر في جميع النُطق بينما الأمواج الثانوية (ص) تختفي في النطاق (د) الذي يمثل اللب الخارجي السائل.**

ب- ما الحالة الفيزيائية للنطاق (د)؟ فسر إجابتك.

الحالة سائلة، بسبب اختفاء الأمواج الثانوية حين عبورها فيه.

جـ- ما سبب انخفاض سرعة الأمواج الزلزالية في المنطقة الممتدة من العمق (100) كم إلى العمق (250) كم؟

بسبب وجود مادة منصهرة جزئيًّا فيه؛ لا يزيد مقدارها عن (2%) من حجم المنطقة كلها.

د- كيف يكون التغيّر في سرعة الأمواج الزلزالية في المنطقة (جـ)؟

يحدث زيادة طفيفة مفاجئة في سرعة الأمواج الزلزالية سببه يعود إلى أن المعادن تُغير من بنيتها البلورية نتيجة لإزدياد الضغط في الستار السفلي، ثم تزداد سرعتها تدريجيًّا حتى حدود اللب الخارجي (انقطاع غوتنبيرغ).

هـ- ما أسماء المناطق التي تُشير اليها الرموز (أ، ب، جـ، د، هـ) والرقمين (1،2)؟

(أ): الستار العلوي **(ب): النطاق الإنتقالي**

(جـ): الستار السفلي **(د): اللب الخارجي**

(1): انقطاع غوتنبيرغ **(2): انقطاع ليمان**

3- قارن بين كل نطاقين من النُطُق الآتية من حيث: السمك، المكوّنات، وسلوك الأمواج الزلزالية فيها.

أ- اللب الخارجي واللب الداخلي.

وجه المقارنة/ النطاق	اللب الخارجي	اللب الداخلي
السمك (كم)	يمتد من العمق 2890 كم حتى العمق 5155 كم (السمك = 2265 كم)	يمتد من العمق 5155 كم حتى العمق 6371 كم (السمك = 1216كم)
المكوّنات	غالبيته من الحديد ونسب قليلة جدًّا من الكبريت والأكسجين والنيكل	غالبيته من الحديد ونسب قليلة جدًّا من النيكل
سلوك الأمواج الزلزالية	- اختفاء الأمواج الثانوية. - انخفاض كبير مفاجيء في سرعة الأمواج الأولية	- زيادة مفاجئة في سرعة الأمواج الأولية عند انتقالها من اللب الخارجي إلى اللب الداخلي. - عودة ظهور الأمواج الثانوية ناتجة من تحوّل أو تفرّع في الأمواج الأولية.

ب-الستار العلوي والستار السفلي.

وجه المقارنة/ النطاق	الستار العلوي	الستار السفلي
السمك (كم)	يمتد بدءًا من انقطاع موهو (35 كم) لغاية عمق 660 كم (السمك = 625 كم).	يمتد بدءًا من العمق 660 كم حتى العمق 2890 كم (السمك = 2230 كم).
المكوّنات	يتكون بشكل رئيس من صخور البيرودوتيت (معدني الاوليفين والبيروكسين).	يتكون من معادن غنيّة بسيلكات الحديد والمغنيسيوم وأكاسيد الحديد والمغنيسيوم.

وجه المقارنة/ النطاق	الستار العلوي	الستار السفلي
سلوك الأمواج الزلزالية	عند انقطاع موهو (العمق 35 كم) تزداد سرعة الأمواج الزلزالية زيادة مفاجئة معلنة عن نهاية القشرة الأرضية وبداية الستار. - زيادة تدريجية في سرعة الأمواج الزلزالية حتى العمق 100 كم. - عند العمق 100كم يحدث انخفاض طفيف مفاجىء في سرعة الأمواج الزلزالية ويستمر حتى عمق 250 كم. - تزداد سرعة الأمواج الزلزالية تدريجيًّا ابتداءً من نهاية نطاق السرعة المنخفضة عند العمق 250 كم حتى العمق 410 كم، وعند هذا العمق يحدث زيادة طفيفة مفاجئة في السرعة. - يلي ذلك زيادة تدريجية في السرعة حتى العمق 660 كم.	- زيادة طفيفة مفاجئة في سرعة الأمواج الزلزالية عند العمق 660 كم. - زيادة تدريجية في سرعة الأمواج الزلزالية حتى حدود اللب الخارجي (عند العمق 2890 كم).

4- فسّر ما يأتي تفسيرًا علميًا دقيقًا:

أ- وجود اللب الداخلي في حالة صُلبة واللب الخارجي في حالة سائلة، على الرغم من أن درجة الحرارة في اللب الداخلي أعلى منها في اللب الخارجي.

بسبب وجود العناصر الخفيفة (الكبريت والأكسجين) في اللب الخارجي التي تعمل على خفض درجة انصهاره؛ بحيث تصبح أقل من درجة الحرارة في النطاق، ما يؤدي إلى انصهاره كلياً ووجوده في الحالة السائلة. أما وجود اللب الداخلي في الحالة الصلبة، فيُعزى إلى الضغط الكبير الذي يجعله صلبا ويمنع انصهاره.

ب- اختفاء الأمواج الثانوية خلال مرورها في اللب الخارجي.

بسبب وجوده في الحالة السائلة.

جـ - يحدث زيادة مفاجئة طفيفة في سرعة الأمواج الزلزالية فجأة عند العمق (410) كم.

لأن المعادن المكوّنة للصخور تغيّر من بنيتها البلورية، ولا تغيّر من تركيبها الكيميائي وتصبح أكثر صلابة، استجابة لظروف الضغط ودرجة الحرارة عند هذا العمق.

5- عن طريق دراستك نُطُق الأرض الرئيسة وسلوك الأمواج الزلزالية فيها، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- تتبّع سلوك الأمواج الزلزالية بدءًا من سطح الأرض وحتى عمق 660 كم.

- تزداد سرعة الأمواج الزلزالية تدريجيًّا من سطح الأرض حتى نهاية القشرة الأرضية، وعند انقطاع موهو (العمق 35 كم) تزداد سرعة الأمواج الزلزالية زيادة مفاجئة معلنة عن نهاية القشرة الأرضية وبداية الستار.

- زيادة تدريجية في سرعة الأمواج الزلزالية حتى العمق 100 كم.

- عند العمق 100كم يحدث انخفاض طفيف مفاجىء في سرعة الأمواج الزلزالية ويستمر حتى عمق 250 كم.

- تزداد سرعة الأمواج الزلزالية تدريجيًّا ابتداءً من نهاية نطاق السرعة المنخفضة عند العمق 250 كم حتى العمق 410 كم، وعند هذا العمق يحدث زيادة طفيفة مفاجئة في السرعة.

- يلي ذلك زيادة تدريجية في السرعة حتى العمق 660 كم.

ب- ما الانقطاعات الرئيسة للأرض؟ وأين توجد؟

- انقطاع موهو: ويُوجد بين القشرة والستار

- انقطاع غوتنبيرغ: يوجد بين الستار واللب الخارجي

انقطاع ليمان: يوجد بين اللب الخارجي واللب الداخلي.

جـ- علامّ يدل التغّير المفاجئ في سرعة الأمواج الزلزالية عند الانقطاعات الرئيسة للأرض؟

يدل على انتقال الأمواج الزلزالية بين نطاقين رئيسين، مختلفين في التركيب المعدني ومعاملات المرونة والكثافة.

6- يُمثّل الشكل (5-6): ثلاثة مخطّطات زلزالية رُصدت لمناطق مختلفة على سطح الأرض، ادرسه جيّدًا ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

أ- حدّد نوع الموجة الزلزالية (س) والموجة الزلزالية (ص).

- (س): موجة أولية - (ص): موجة ثانوية.

ب- ما أسماء المناطق التي تم رُصدت فيها المخطّطات الزلزالية (1، 2، 3)؟

1- القشرة الأرضية والستار.

2- اللب الخارجي.

3- اللب الداخلي.

جـ - ما البُعد الزاوي الذي يمثله المخطّط (2)، ولماذا لم تُرصد أي من النوعين من الأمواج الزلزالية؟

(103° -143°)، بسبب وجود النطاق في الحالة السائلة.

د- ما رقم المخطّط الذي تكون سرعة الأمواج الزلزالية فيه أكبر ما يمكن؟ فسر إجابتك.

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

المخطط رقم (1)، لأنه يحوي الأمواج الزلزالية القادمة من اسفل الستار السفلي عند الحد الفاصل مع اللب الخارجي.

هـ - فسّر سبب رصد كلا النوعين من الأمواج الزلزالية في المخطط (1)؟

لأن الأمواج الزلزالية تعبر صخورًا صلبة، تزداد فيها سرعة الأمواج الزلزالية، بسبب ازدياد معاملات المرونة وصلابة الصخور مع العمق.

و – فسّر سبب ظهور الموجة الزلزالية (س) في المخطط الزلزالي (3).

بسبب دخول الموجات الأولية إلى نطاق صلب ذو كثافة عالية وهو اللب الداخلي.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الثاني: دينامية الأرض

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-9): التوزيع الجغرافي لأحفورة حيوان الميزوسورس الذي يزيد عمره عن (260) مليون سنة / ص 158.

- حدّد الموقع الجغرافي الذي تتوزّع فيه أحفورة الميزوسورس.

جنوب شرق أمريكا الجنوبية وجنوب غرب إفريقيا.

- في أي بيئة كان يعيش هذا الحيوان؟ وهل يستطيع السباحة عبر مياه المحيط الأطلسي الواسعة المالحة لينتقل من قارة إلى أخرى؟

كان يعيش في مياه عذبة في العصر البيرمي (قبل حوالي 260 مليون سنة)، وهو لا يستطيع السباحة عبر مياه المحيط الأطلسي المالح.

- كيف تُفسّر إذن، وجوده في القارتين معًا؟

يدل هذا أن القارتين كانتا قارة واحدة، وكان هذا الكائن يعيش فيها ثم انفصلت بعد ذلك إلى قارتين وانجرفتا بعيدا عن بعضهما.

إجابات اختبر معلوماتك/ ص159: ادرس الشكل (5-10)، الذي يوضّح أحفورة الغلوسوبترس، وهي أحفورة بذور سرخسيات عمرها أكبر من (200) مليون سنة منتشرة في المناطق الموضّحة في الشكل، وتمتاز هذه البذور بثقل وزنها بحيث لا تستطيع الرياح حملها عبر مياه المحيطات الواسعة المالحة، فكيف تفسر توزعها في هذه القارات اعتمادًا على فرضية انجراف القارات؟

يدل على أن هذه الأحفورة كانت تعيش في مناخ قطبي في قارة استراليا (انتشرت في الجزء الجنوبي منها) وأمريكا الجنوبية (انتشرت في الجزء الجنوبي منها) وجنوب الهند وجنوب إفريقيا والقارة المتجمدة الجنوبية، ثم انفصلت هذه القارات واحتفظت بأحافير هذه الكائنات؛ ويلاحظ من الشكل أن توزيع أحفورة الغلوسوبتسرس يأخذ نمط خطي ومستمر بين حدود القارات الخمس.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-11): الرسوبيات الجليدية وتوزّعها في القارات القديمة قبل 300 مليون سنة وفي وقتنا الحالي/ ص160.

- أين كانت تتوزّع الرسوبيات الجليدية قبل (300) مليون سنة؟ لماذا؟

كانت تتوزّع في جنوب قارة إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا والهند؛ اذ كانت هذه الاماكن قريبة جدا من القطب الجنوبي، وذلك لأن الرسوبيات الجليدية تتكوّن ضمن ظروف المناطق القطبية المتجمدة وشديدة البرودة.

- أين تتوزّع الرسوبيات الجليدية نفسها حاليًّا؟ وما المناخ السائد في الوقت الحالي في هذه المناطق حسب موقعها في الشكل؟ هل يمكن للجليديات أن تتشكل في هذه المواقع الآن؟

تتوزع في جنوب إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا والهند، علمًا بأن مناخ هذه المناطق حاليا حار نسبيًّا ولا يسمح بتكوّن الجليد واستدامته، وهذا المناخ غير ملائم لتكوّن الرسوبيات الجليدية.

- كيف تفسر توزّع الرسوبيات الجليدية في هذه المناطق حاليًّا حسب فرضية (فغنر)؟

يدل هذا أن هذه الرسوبيات تكوّنت عندما كانت القارات (إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا والهند) مجتمعة حول القارة المتجمدة الجنوبية ثم بدأت بالانجراف قبل نحو 200 مليون سنة حتى وصلت إلى مكانها في الوقت الحالي.

إجابات اختبر معلوماتك/ ص161: كيف تفسّر توزّع رسوبيات الفحم الحجري في قارتي أوروبا وأمريكا الشمالية، على الرغم من أنه يتكوّن في مناخ حارّ ورطب، وهذه الظروف لا تتوافر ضمن التوزيع الحالي لهاتين القارتين؟

فُسّر ذلك بناءً على فرضية انجراف القارات؛ إذ تكوّنت رسوبيات الفحم الحجري عندما كانت قارتي أوروبا وأمريكا الشمالية متجمّعة حول المناطق الاستوائية والمدارية، ضمن ظروف مناخية حارة ورطبة مناسبة لتكوّنها.

إجابات اختبر معلوماتك/ ص165 : ادرس الشكل (5-15)، الذي يوضّح التغير في أعمار صخور القشرة المحيطية على جانبي أظهر المحيط، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

1- صِفْ أعمار صخور القشرة المحيطية بالانتقال من المنطقة (أ) إلى المنطقة (هـ).

تزداد أعمار الصخور بالانتقال من المنطقة (أ) إلى المنطقة (هـ).

2- ما المظهر الجيولوجي الذي تقع عنده المنطقة (أ)، موضّحًا كيف توصلت لذلك؟

ظهر المحيط، لأن أعمار الصخور في هذه المنطقة هي الأحدث.

3- عند أي المناطق تكون قيمة التدفّق الحراري أعلى ما يمكن؟ لماذا؟

المنطقة (أ)، لأن هذه المنطقة تمتاز بنشاط ناري (تدفق مستمر للابة وتكوّن قشرة محيطية جديدة باستمرار عند تبريد اللابة).

4- أين تتوقع أن يكون الغلاف الصخري أبرد وأكثر سمكًا؟ لماذا؟

في الموقع (هـ)، حيث إنه الأبعد عن ظهر المحيط وبالتالي الأبرد والأكبر عمرًا، ويحوي أكبر سماكات للغلاف الصخري المحيطي.

5- في أيّ الموقعين؛ (أ) أم (ب) يكون سمك الرسوبيات أكبر؟ لماذا؟

في الموقع (ب) يكون سمك الرسوبيات أكثر، لأن سمك الرسوبيات يزداد كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط باتجاه الأخاديد.

6- اذكر ثلاث خصائص مشتركة بين المنطقتين (ب) و (ج).

تمتاز الرسوبيات بأن لها نفس العمر، والسماكة، وقيم التدفّق الحراري، والعرض.

إجابات اختبر معلوماتك / ص 169.

ادرس الجدول (5-1) جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الجدول (5-1): خصائص الحزم المغناطيسية على جانبي ظهر محيط ما.

الحزمة المغناطيسية	عرض الحزمة المغناطيسية (كم)	القطبية المغناطيسية	العمر (مليون سنة)	مدّة القطبية (مليون سنة)	معدّل التوسع (سم/سنة)
أ	400	+	17	10	4
ب	200	-	7	5	
ج	ص	+	2	2	4
د	200	-	7	5	4
هـ	400	+	17	10	

1- أي الحزم المغناطيسية تقع عند ظهر المحيط؟ **الحزمة (ج).**

2- احسب معدل توسع الحزمتين المغناطيسيتين؛ (ب) و (هـ).

الحل:

- معدّل توسع الحزمة المغناطيسية (ب) = عرض الحزمة المغناطيسية/ مدة القطبية

$= 200 \times 10^5$ (سم)/ 5×10^6 (سنة)

= 4 سم/سنة

- معدّل توسع الحزمة المغناطيسية (هـ) = عرض الحزمة المغناطيسية/ مدة القطبية

$= 400 \times 10^5 / 10 \times 10^6$

= 4 سم/سنة

3- كيف تتغيّر أعمار الصخور عند الانتقال من الحزمة (أ) إلى الحزمة (ج)، وعند الانتقال من الحزمة (ج) إلى الحزمة (هـ)؟ ماذا تستنتج؟

من الحزمة (أ) إلى الحزمة (ج) تقل أعمار الصخور، ومن الحزمة (ج) إلى الحزمة (هـ) تزداد أعمار الصخور. نستنتج أنه كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط تزداد أعمار الصخور والعكس صحيح.

4- لماذا تتماثل الحزمتين المغناطيسيتان (أ) و (هـ) في العرض والقطبية المغناطيسية والعمر ومدّة القطبية؟ فسّر ذلك.

قبل 17 مليون سنة كانت الحزمتان (أ) و (هـ) تتشكّلان فوق ظهر المحيط، ومن ثم كان لهما نفس القطبية، لأن المعادن المغناطيسية المحفوظة في الصخور المكونة لقاع المحيط على طول ظهر المحيط تأخذ اتجاه وشدة المجال المغناطيسي الأرضي السائد وقت تبلورها، ونظرًا لتكافؤ سرعة التدفق على جانبي ظهر المحيط؛ تتكوّن الحزم المغناطيسية على جانبيه بالقطبية المغناطيسية والعمر والعرض نفسه ضمن مدّة زمنية واحدة، وبإندفاع الماغما عند ظهر المحيط أخذتا بالتباعد الى أن وصلتا موقعهما الحالي.

<u>إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-19): الصفائح الأرضية الرئيسة الكبرى والمتوسطة والصغرى/ ص 170- 171 .</u>

- ما نوع الحركة بين كل من صفيحة أمريكا الجنوبية وصفيحة نازكا؟ وما نوع الحركة بين صفيحة إفريقيا وصفيحة أمريكا الجنوبية؟

- الحركة تقاربية بين صفيحة أمريكا الجنوبية وصفيحة نازكا.

- الحركة تباعدية بين صفيحة إفريقيا وأمريكا الجنوبية.

- هل توجد صفيحة مكوّنة من غلاف صخري قاري فقط؟ وهل توجد صفيحة مكوّنة من غلاف صخري محيطي فقط؟ فسّر ذلك.

لا، لا تُوجد صفيحة قارية دون وجود جزء محيطي فيها، وهذا يعني أن الحركة تكون على مستوى الصفيحة التي تشمل القارة وأجزاء من المحيط لا على مستوى القارة فقط. ولكن يُوجد صفيحة محيطية مكوّنة من غلاف صخري محيطي فقط، مثل الصفيحة أسفل المحيط الهادي (صفيحة الهادي).

<u>إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-20) نموذج يُفسّر القوى المحرّكة للصفائح الأرضية؛ تيارات الحمل وما ينتج منها من قوى الدفع عند ظهر المحيط وقوى السحب عند الأخاديد البحرية/ ص172.</u>

- هل تتساوى كثافة مادة الستار في المنطقتين (س) و (ص)؟ وهل لذلك علاقة بدرجة حرارة الستار؟

<u>لا، لا تتساوى كثافة مادة الستار في المنطقتين</u> نظرًا لعدم تساوي الحرارة في جميع أجزائه؛ فالكثافة في المنطقة (س) أقل. <u>نعم توجد علاقة</u>، حيث تقل الكثافة بارتفاع درجة حرارة الستار.

- ما نوع التيارات (صاعدة أم هابطة) التي تعمل على تباعد الصفائح وبناء قشرة محيطية جديدة عند أظهر المحيطات؟ وتلك التي تؤدّي إلى سحب القشرة المحيطية عند الأخاديد البحرية؟

تيارات الحمل الصاعدة تبني قشرة محيطية جديدة عندما تبرد عند ظهر المحيط. وحيث تتحرّك جانبيًّا، تحمل تيارات الحمل صخور ظهر وسط المحيط القديمة وتبرد في أثناء ابتعادها عن الظهر وتزداد سماكة وكثافة الغلاف الصخري المحيطي وتهبط مع تيارات الحمل الهابطة التي تعمل على سحب الغلاف الصخري المحيطي القديم واستهلاكه في الستار العلوي.

سؤال: لا تتوسّع المحيطات جميعها بالسرعة نفسها، ابحث في الأسباب المؤدية إلى ذلك. / ص 173

يعود ذلك إلى اختلاف معدل التدفق على أظهُر المحيطات، والذي يعتمد على عمر المحيط. فكلما كان العمر أكبر كانت قوى السحب وخاصة عند مناطق الطرح أكبر لأن الغلاف الصخري المحيطي أصبح أبرد وأكثف وهذا يجعل الصفيحة تتحرك بسرعة أكبر بفعل الجاذبية. وكذلك قوى الدفع عند ظهر المحيط تكون أكبر لأن تيارات الحمل قد نضجت اكثر مما عليه لو كان ظهر المحيط حديثا.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-21): مراحل تشكّل ظهر المحيط / ص174

- اذكر مراحل تشكّل كل من: الانهدام، والبحر الضيّق، والمحيط الواسع؛ متسلسلة.

1. الانهدام:

- اندفاع الماغما إلى الأعلى وحدوث تقوّس وتشقّق في الغلاف الصخري القاري.
- تولّد الماغما اجهادات شدّ تعمل على تقليل سماكة الغلاف الصخري القاري وتكوّن صدوع عادية تشكّل انهدامًا.

2. البحر الضيّق:

بعد تكوّن الانهدام ومع استمرار اجهادات الشد ونقصان سماكة الغلاف الصخري القاري، يتكوّن بحر ضيق نتيجة انسياب المياه من المحيطات المجاورة. أخيرًا ومع ازدياد اجهادات الشد تنجح الماغما في الاندفاع عبر أحد الصدوع العادية الذي يشكل ظهر المحيط، وحين تبريدها تتكوّن قشرة محيطية جديدة. ويبدأ البحر الضيق بالتوسّع ويتم بناء غلاف صخري محيطي جديد.

3. المحيط الواسع:

- باستمرار اندفاع الماغما عبر ظهر المحيط، يتوسّع قاع المحيط ويتطوّر البحر الضيق إلى محيط واسع بفعل استمرار بناء غلاف صخري محيطي جديد.

- ما المراحل التي يُبنى فيها غلاف صخري محيطي جديد؟ **في المرحلتين؛ (ج) + (د).**

إجابات الأسئلة المتعلقة بالنشاط التحليلي (5-3): أنواع حدود الغوص/ صفحة 175-176.

1- ما نوع الصفائح الأرضية المتقاربة في الشكلين (5-22/أ) و (5-22/ ب)؟
في الشكل (5-22/أ) تتقارب صفيحة قارية وصفيحة محيطية. وفي الشكل (5-22/ب) تتقارب صفيحة محيطية من صفيحة محيطية أخرى.
2- ما المظاهر الجيولوجية الناتجة في الشكلين (5-22/أ) و (5-22/ ب)؟
في الشكل (5-22/أ) يتكوّن أقواس بركانية أنديزيتية وأخدود بحري، وفي الشكل (5-22/ب) يتكوّن أقواس جزر بركانية بازلتية وأخدود بحري.
3- أين يتكوّن الأخدود البحري؟ وما علاقته بالأقواس البركانية وأقواس الجزر البركانية؟
يتكوّن الأخدود البحري عند تقارب صفيحة محيطية من صفيحة أخرى سواء كانت قارية أو محيطية، فإن الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة تغوص تحت الصفيحة الأخرى الأقل كثافة؛ أي أن الأخاديد البحرية تتكوّن عند مناطق الغوص. وتكون كل من الأقواس البركانية والجُزر البركانية موازية للأخاديد البحرية.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-23): حدود التصادم؛ والمظاهر الجيولوجية الناتجة منها / ص177.
- ما أنواع الصفائح التي تراها في الشكل؟
صفائح قارية.
- ما المظهر الجيولوجي الناتج من تصادم الصفيحتين القاريتين؟ أعطِ مثالًا عليه.
ينتج من تصادم الصفائح القارية سلاسل جبلية مثل سلسلة جبال الهيملايا

إجابات اختبر معلوماتك/ ص178.
1- لماذا لا تغوص أي من الصفيحتين القاريتين تحت بعضهما عند حدود التصادم؟
عند تقارب صفيحتين مقدمتهما قاريتين متساويتين في الكثافة، لا يحدث غوص لأي من الصفيحتين تحت الأخرى؛ بسبب السماكة العالية لكل منهما فتصطدمان معًا، ويحدث التصادم عند الجزء القاري من كلا الصفيحتين.
2- قارن بين الحدود المتباعدة والحدود المتقاربة من حيث: نوع الصدوع المكوّنة لكل منها، وأثرها في القشرة الأرضية.

وجه المقارنة/ نوع الحدود	الحدود المتباعدة	الحدود المتقاربة
نوع الصدوع المكوّنة لها	عادية	عكسية
أثرها في القشرة الأرضية	حدود بنّاءة (يتم فيها بناء قشرة محيطية جديدة عند أظهُر المحيطات وعندما تبرد ويزداد سمكها تعمل على بناء غلاف صخري محيطي جديد؛ الذي يتكوّن من القشرة المحيطية والجزء العلوي من الستار العلوي)	حدود هدّامة (تحدث عمليات طيّ وقصر وزيادة في السماكة للقشرة الأرضية، إذا كان الحدّان المتقاربان قاريّان، أما إذا كان الحدّان محيطيّين أو محيطي مع قاري فيتم استهلاك القشرة والغلاف المحيطي الأكثر كثافة في الستار عند نطاق الغوص)

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-25): طبيعة الحركة على امتداد صدع البحر الميت التحويلي ودوره في تحويل نوع الحركة بين الصفائح الأرضية/ ص179.

1- ما أسماء الصفائح التي تحيط بالصفيحة العربية؟

الصفيحة الإفريقية، الصفيحة الأوراسية، الصفيحة الهندية الأسترالية، صفيحة سيناء- فلسطين.

2- ما أنواع الحدود التي تحيط بالصفيحة العربية؟ حدّد موقع هذه الحدود.

حدود تباعدية في الغرب (موقعها وسط البحر الأحمر) وفي الجنوب (عند خليج عدن والمحيط الهندي)، حدود تقاربية من نوع تصادم في الشمال (موقعها عند سلسلة جبال طوروس وزاغروس)، وحدود الصدوع التحويلية في الشمال الغربي (عند صدع البحر الميت التحويلي).

3- حدّد اتجاه حركة الصفيحة العربية.

تكون الحركة باتجاه شمال شرق.

4- لاحظ أنواع الحدود التي يربط بينها صدع البحر الميت التحويلي. هل لذلك علاقة بسبب تسميته صدعًا تحويليًّا؟

نعم، لأنه يعمل على تحويل الحركة التباعدية في الجنوب في البحر الأحمر إلى حركة تصادم عند سلسلة جبال طوروس وزاغروس في الشمال. والذي يسهّل

إدارة المناهج والكتب المعتمدة

حركة الصفيحة العربية باتجاه شمال شرق لتصطدم بالصفيحة الأوراسية مكوّنة جبال زاغروس في غرب إيران وجبال طوروس شمال سوريا.

إجابات اختبر معلوماتك/ ص180.

1- تُوصف الحدود التحويلية بأنها حدود محافظة، فسّر ذلك.

لأنه لا يحدث عمليات هدم (استهلاك للغلاف الصخري) أو بناء (تكون غلاف جديد) للصفائح المتحركة على جانبي الصدع التحويلي.

2- مستعيناً بالشكل (5-25)، واعتمادًا على نظرية تكتونية الصفائح، ما التغيرات التي يُتوقع حدوثها مستقبلًا على المظاهر الجيولوجية الآتية: الخليج العربي، والمحيط الهندي، وخليج العقبة، والمسافة بين القدس ومكة؟

- **الخليج العربي: سيقلّ عرضه ويغلق.**
- **المحيط الهندي : سيزداد اتساعًا.**
- **خليج العقبة: سيتوسّع ويصبح بحرًا.**
- **المسافة بين القدس ومكة: ستزداد المسافة بينهما.**

- ما علاقة هذا الصدع بحدوث الزلازل في خليج العقبة والبحر الميت وغور الأردن؟

ينتج من الحركة الجانبية للصفائح على طول صدع البحر الميت التحويلي حدوث زلازل عادة ما تكون ضحلة وغير قوية في كل من خليج العقبة والبحر الميت والمنطقة المحيطة به.

إجابات الأسئلة المتعلقة بالشكل (5-28): توزّع البؤر الزلزالية عند نطاق الغوص (نطاق واداتي – بينيوف)/ ص 183-184.

- كيف تتوزّع البؤر الزلزالية في الشكل ؟

ضحلة ثم متوسطة ثم عميقة على طول نطاق الغوص.

- ماذا يحدث لعمق البؤر الزلزالية كلما ابتعدنا عن الأخاديد البحرية باتجاه أقواس الجُزُر البركانية؟

يزداد العمق.

- ما أقصى عمق يمكن أن تُرصد عنده البؤر الزلزالية؟

660 كم عند الحد الفاصل بين الستار العلوي والسفلي.

- كيف تُفسّر حدوث الزلازل على أعماق أكبر من سماكة الغلاف الصخري؟

عند غوص الصفيحة المحيطية الباردة، فإنها ترتطم بالصفيحة المقابلة وتحتكّ بها، فينشأ ضغط كبير وتكسّر للصخور تتحرّر منه الطاقة فتحدث الزلازل

الضحلة، وبزيادة عمق غوص الصفيحة؛ فإنها تتعرّض لضغوط أكبر تؤدي إلى تكسّر أجزاء منها داخل الغلاف اللدن تتحرّر منها طاقة تسبّب حدوث زلازل متوسطة وعميقة، إلى أن ترتفع درجة حرارتها وتصبح لدنة غير قابلة للكسر تحت عمق 660 كم.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

إجابات أسئلة الفصل الثاني- دينامية الأرض/ صفحة 185-187

1- كيف فسّر العالمان (فاين) و(ماثيوس) تماثل الحزم المغناطيسية على جانبي ظهر المحيط، من حيث القطبية المغناطيسية والعرض والعمر؟

فسّر العالمان فاين وماثيوس التماثل في القطبية المغناطيسية بأنه عند اندفاع الماغما على جانبي ظهر المحيط، وتكوّن اللابة وتبريدها فإن المعادن المغناطيسية المكوّنة لها على طول ظهر المحيط تأخذ اتجاه وشدة المجال المغناطيسي الأرضي السائد وقت تبلورها. ونظرًا لتكافؤ سرعة التدفق على جانبي ظهر المحيط؛ تتكوّن الحزم المغناطيسية على جانبيه بالقطبية المغناطيسية والعمر والعرض نفسها ضمن مدة زمنية واحدة.

2- قارن بين فرضية انجراف القارات ونظرية تكتونية الصفائح، من حيث القوى المحرّكة والأجزاء المتحرّكة.

	القوى المحركة	الأجزاء المتحرّكة
فرضية انجراف القارات	**قوة جذب القمر للأرض**	**القشرة القارية (القارات)**
نظرية تكتونية الصفائح	**قوى تيارات الحمل وقوى الدفع عند ظهر المحيط والسحب عند منطقة الغوص.**	**الغلاف الصخري كاملًا (الغلاف الصخري المحيطي أوالقاري)**

3- ادرس الشكل (5-29)، ثمّ اجب عن الأسئلة التي تليه:

أ- ماذا تُمثّل الرموز(أ، ب،جـ، هـ، و،ي)؟

- الرمز(أ): صفيحة محيطية **- الرمز(ب): صفيحة قارية**

- الرمز(جـ): قشرة قارية **- الرمز(د): قشرة محيطية**

- الرمز(هـ): أخدود بحري **- الرمز (و): أقواس بركانية**

- الرمز (ي): الستار العلوي

ب- ما نوع حركة الصفائح في هذا الشكل؟ وما نوع الحدود؟

نوع حركة الصفائح: تقاربية. **- نوع الحدود: غوص.**

جـ- وضّح آلية تشكل المظاهر الجيولوجية (و، هـ)، مع إعطاء أمثلة عليها.

عند تقارب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية، فإن الصفيحة المحيطية تغوص تحت الصفيحة القارية، لأن كثافتها أكبر؛ فينتج من انثنائها وغوصها تكوّن الأخاديد البحرية (المظهر الجيولوجي (هـ)) مثل أخدود (بيرو- تشيلي)، وفي أثناء غوص الصفيحة المحيطية في الستار العلوي فإنها تحمل معها رسوبيات

قاع المحيط (وهي رسوبيات تتكوّن من أنواع مختلفة من الصخور، تركيبها الكيميائي مشابه لتركيب صخور الغرانيت الحامضية)، وتنصهر هذه الرسوبيات والصفيحة المحيطية المكوّنة من صخور قاعدية في الغلاف اللدن لتعطي ماغما من نوع جديد تكون متوسطة التركيب الكيميائي؛ وهي الماغما الأنديزيتية، تندفع إلى الأعلى داخل الصفيحة القارية لتشكّل أقواسًا بركانية (المظهر الجيولوجي (و)) أو سلاسل جبلية بركانية مثل سلسلة جبال الأنديز .

4- ما نوع حدود الصفائح المسبّبة لتكوّن كل من الآتية:

أ- جبال زاغروس: **حدود تقاربية من نوع تصادم.**

ب- البحر الأحمر: **حدود تباعدية.**

جـ- صدع سان أندرياس: **مثال على صدوع الحدود التحويلية القارية.**

د- أقواس جُزُر الكوريل: **حدود تقاربية (غوص محيطي- محيطي) .**

هـ- ظهر وسط المحيط الأطلسي: **حدود تباعدية.**

و- أخدود بيرو- تشيلي: **حدود تقاربية (غوص محيطي – قاري).**

5- ادرس الجدول (5-2)، الذي يوضح متوسط أعمار ثلاث جُزُر بركانية ومتوسط بُعدها عن البقعة الساخنة، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه.

الجدول (5-2): السؤال (5).

الجزيرة البركانية	متوسط العمر (مليون سنة)	متوسط البعد عن البقعة الساخنة (كم)
أ	صفر	صفر
ب	1	50
ج	2	100

أ. أي الجُزُر البركانية الثلاث تقع فوق بقعة ساخنة في الوقت الحالي؟ **الجزيرة (أ).**

ب. أي الجُزُر البركانية أكثر استقرارًا من الناحية التكتونية؟ فسّر إجابتك.

الجزيرة (ج)، لأنها الأبعد عن البقعة الساخنة.

جـ كيف أثبتت دراسة الجُزُر المتكوّنة فوق عمود الستار، وجود حركة للغلاف الصخري؟

أعمار الجُزُر تزداد بالابتعاد عن البقعة الساخنة، وقد وجد العلماء عند دراستهم سلسلة جُزر هاواي التي تقع في داخل صفيحة الهادي، أن أعمار الجزر تزداد بالابتعاد شمال غرب عن جزيرة هاواي، وفسّر العلماء ذلك بتصاعد الماغما التي تسمّى عمود الستار وتكون البقعة الساخنة فوقه تمامًا؛ ويكون عمود الستار ثابتًا في مكانه بينما الصفيحة تتحرّك فوقه حاملة الجُزر القديمة بعيدًا عنه.

د- ما سرعة حركة الصفيحة الحاملة للجُزُر؟

متوسط سرعة الصفيحة (سم/سنة)= البعد عن البقعة الساخنة/ عمر الجزيرة البركانية

$= 100\times10^{5}/2\times10^{6}$

=5 سم/سنة وهو ثابت.

هـ - هل ستبقى الجزيرة (أ) في موقعها بعد (5) مليون سنة؟ فسّر إجابتك.

لا، لأن عمود الستار ثابت في مكانه، بينما الصفيحة هي التي تتحرّك مع الزمن فوقه حاملة الجزر القديمة وتتكوّن جزيرة جديدة فوقه.

و- ماذا سيحدث للجزيرة (ج) بعد مُضيّ مليون سنة أخرى؟

باستمرار معدل الحركة نفسة ستكون على بعد 150 كم عن البقعة الساخنة.

6- من المشاهدات التي اعتمدها (هس) أدلة داعمة لتوسُّع قاع المحيط أعمار صخور القشرة المحيطية:

أ. صِف أعمار صخور القشرة المحيطية على جانبي ظهر المحيط.

يزداد عمر صخور القشرة المحيطية كلما ابتعدنا عن ظهر المحيط باتجاه الأخاديد، إضافة إلى تماثل أعمار الصخور على جانبي ظهر المحيط، وأكبر عمر تبلغه صخور القشرة المحيطية هو 180 مليون سنة ويعود إلى حقب الحياة المتوسطة.

ب. فسّر عدم وجود أحافير تعود للعصر الكامبري (مثل أحفورة الترايلوبيت) في رسوبيات قاع المحيط.

لأن عمر أقدم قشرة محيطية لا يزيد عن 180 مليون سنة، ولأن رسوبيات قاع المحيط متجددة والقديم منها يغوص داخل الستار عند الأخاديد البحرية بتأثير قوى الدفع والسحب.

7- قارن بين الأقواس البركانية وأقواس الجُزُر البركانية من حيث؛ نوع الحدود والماغما المسؤولة عن تكوّن كل منهما.

وجه المقارنة/ المظهر الجيولوجي	الأقواس البركانية	أقواس الجزر البركانية
نوع الحدود	تقارب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية	تقارب صفيحتين محيطيتين
الماغما المسؤولة عن تكوّنه	أنديزيتية	بازلتية

8- ادرس الشكل (5-30)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.

أ- ما نوع قطبية كل من الحزم (ب، جـ، هـ)؟

ج ، هـ: قطبية عادية ، ب: قطبية مقلوبة .

ب- اذكر ثلاث خصائص مشتركة بين الحزمتين (ب) و (بَ).

متماثلة من حيث العمر، والقطبية المغناطيسية، والعرض .

جـ - رتّب الحزم المغناطيسية (أ، بَ، جَ، د) حسب العمر من الأقدم إلى الأحدث.

د، جَ ، بَ، أ.

د- إذا علمت أن معدّل التوسّع لهذا المحيط = (2 سم/ سنة)، وأن عمر أقدم الصخور فيه (4) مليون سنة، احسب عرض هذا المحيط بالكيلومترات.

الحل:

معدّل التوسّع أو سرعة التوسّع [ويُقاس بسرعة (سم/ سنة)] يتم بناؤه من القشرة المحيطية الجديدة سنويًّا بعيدًا عن منتصف ظهر المحيط باتجاه واحد. ولكن عند حساب عرض المحيط يُؤخذ التوسّع عن منتصف ظهر المحيط بالإتجاهين، وعليه؛ فإن:

عرض المحيط (سم) = معدّل التوسّع (سم/سنة)× العمر (سنة) × 2

$= 2 \times (10^6) \times 4) \times 2$

$= 16 \times 10^6$ سم

وبتحويل العرض الى (كم) بالقسمة على (10^5) = 160 كم

إذن عرض المحيط = 160 كم.

9- فسّر ما يأتي تفسيرًا علميًا دقيقًا:

أ- تُعدّ نظرية تكتونية الصفائح أهم النظريات التي فسّرت دينامية الأرض.

لأنها فسّرت آلية تشكّل معظم المظاهر الجيولوجية الكبرى، مثل السلاسل الجبلية الضخمة والمحيطات والأخاديد البحرية والقارات وتوزيع البراكين وأماكن حدوث الزلازل وغيرها وجميع هذه المظاهر ناتجة عن حركة الغلاف الصخري للأرض بنوعيه؛ القاري والمحيطي فوق الغلاف اللدن. وقد اعتمدت هذه النظرية في معطياتها، على الأدلة العلمية التي وفّرتها فرضية انجراف القارات وتوسع قاع المحيط.

ب- انتشار الرسوبيات الجليدية في إفريقيا وأمريكا الجنوبية على الرغم أن مناخيهما الحالي غير ملائمين لتشكّلها.

يدل هذا أن هذه الرسوبيات تكوّنت عندما كانت القارات (إفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا والهند) مجتمعة حول القارة المتجمدة الجنوبية ثم بدأت بالانجراف قبل نحو 200 مليون سنة حتى وصلت إلى مكانها في الوقت الحالي.

جـ - تعدّ أحفورة الميزوسورس دليلًا على انجراف القارات.

تنتشر أحافير الميزوسورس في جنوب غرب إفريقيا وجنوب شرق أمريكا الجنوبية، ومن المعروف أن هذا الكائن صغير الحجم كان يعيش في مياه عذبة في العصر البيرمي (قبل حوالي 260 مليون سنة)، وهو لا يستطيع السباحة عبر مياه المحيط الأطلسي المالح. ويدلّ هذا أن القارتين كانتا قارة واحدة، وكان هذا الكائن يعيش فيها ثم انفصلت بعد ذلك إلى قارتين.

إدارة المناهج والكتب المدرسية