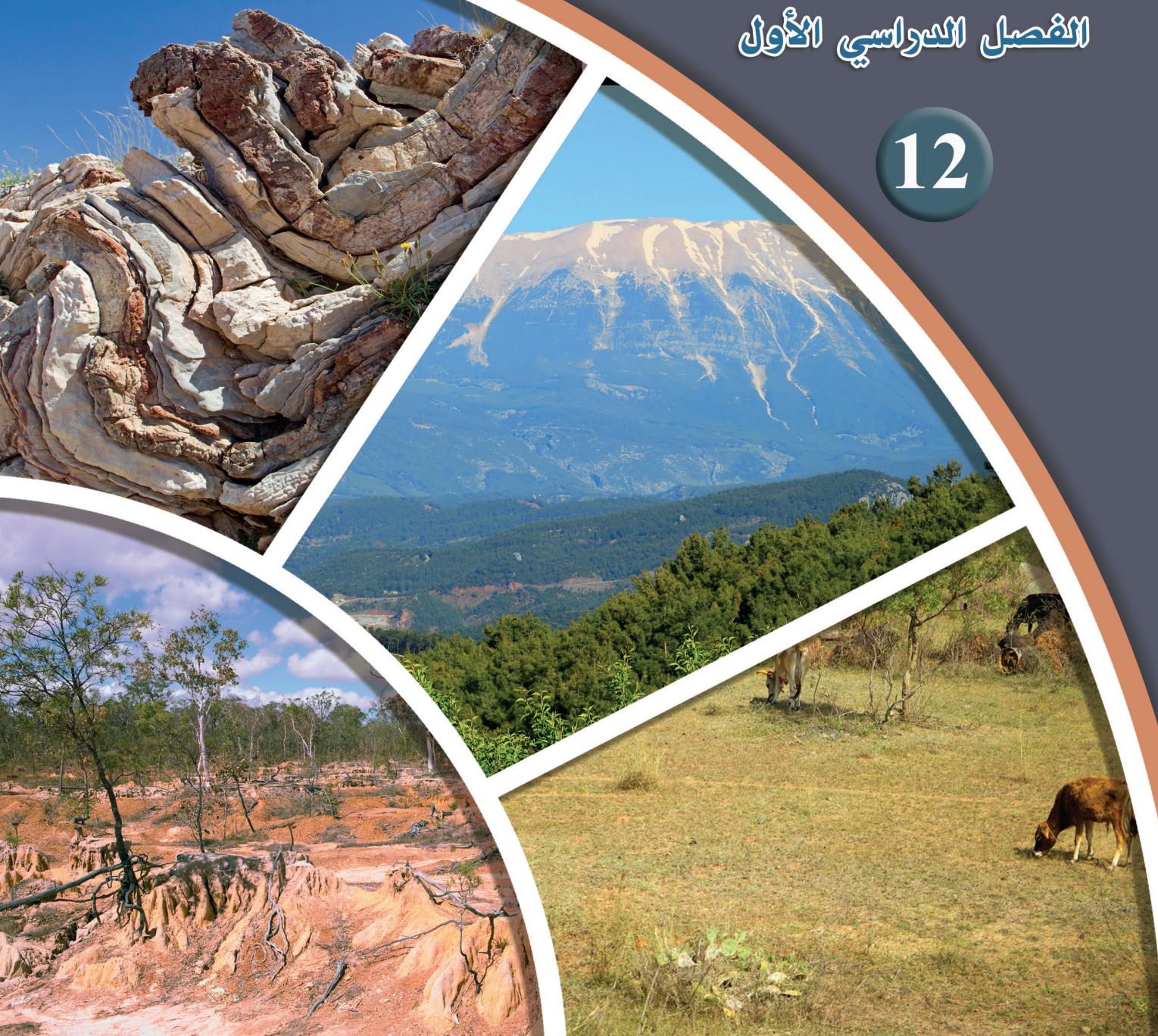


# علوم الأرض والبيئة

الصف الثاني عشر - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

12





# علوم الأرض والبيئة

الصف الثاني عشر علمي - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

12

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيساً)

د. محمود عبد اللطيف حبوش      د. مروة خميس عبد الفتاح      سكينة محي الدين جبر (منسقاً)

لؤي أحمد منصور

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسُرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العنوانين الآتية:

📞 06-5376262 / 237      📡 06-5376266      📧 P.O.Box: 2088 Amman 11941

🌐 @nccdjor      🎙 feedback@nccd.gov.jo      🌐 www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم (3) 2022/5/12 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (26) 2022/5/29 م، بدءاً من العام الدراسي 2022 / 2023 م.



© HarperCollins Publishers Limited 2021.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan  
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

**ISBN: 978 - 9923 - 41 - 476 - 7**

المملكة الأردنية الهاشمية  
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:  
(2023/5/2599)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

علوم الأرض والبيئة: الصف الثاني عشر: كتاب الطالب (الفصل الدراسي الأول) / المركز الوطني لتطوير المناهج. - عمان: المركز، 2023

ج ١ (٩٦) ص.

ر.إ.: 2023/5/2599

الوصفات: تطوير المناهج // المقررات الدراسية // مستويات التعليم // المناهج  
يتحمل المؤلف كامل المسئولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise , without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.

British Library Cataloguing -in- Publication Data  
A catalogue record for this publication is available from the Library.

م 2022 هـ / 1443

م 2023 هـ / 1444

الطبعة الأولى (التجريبية)

أعيدت طباعته

# قائمة المحتويات



5	المقدمة
7	<b>الوحدة الأولى: الإنسان والموارد البيئية</b>
10	الدرس 1: الانفجار السكاني
18	الدرس 2: استنزاف الموارد الطبيعية
26	الإثراء والتتوسيع: سوء توزيع الموارد المائية على سطح الأرض
27	مراجعة الوحدة
29	<b>الوحدة الثانية: التراكيب الجيولوجية</b>
32	الدرس 1: تشوه الصخور
39	الدرس 2: الصدوع
46	الدرس 3: الطيات
52	الإثراء والتتوسيع: الجيولوجيا الهندسية
53	مراجعة الوحدة
55	<b>الوحدة الثالثة: الصفائح التكتونية</b>
58	الدرس 1: انجراف القارات
64	الدرس 2: توسيع قاع المحيط
72	الدرس 3: حدود الصفائح
85	الإثراء والتتوسيع: قياس سرعة الصفائح التكتونية.
86	مراجعة الوحدة
89	مسرد المصطلحات
94	قائمة المراجع



## المقدمة



انطلاقاً من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها، لتكون معييناً للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة. يعدُ هذا الكتاب واحداً من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحل المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المتّبعة عالمياً؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات طلبنا والمعلّمين والمعلمات. جاء هذا الكتاب محققاً مضموناً بالإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعايرها، ومؤشرات أدائها المتمثّلة في إعداد جيل محظوظ بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقدر على مواجهة التحدّيات، ومتّز - في الوقت نفسه - بانتماهه الوطني. وتأسيساً على ذلك، فقد اعتمدت دورة التعلم الخمسية المنشقة من النظرية البنائية التي تمنّح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعليمية، وتوفّر لهم فرصاً عديدة للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يستعمل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يحتوي الفصل الدراسي الأول من هذا الكتاب على ثلات وحدات دراسية، هي: الإنسان والموارد البيئية، والترّاكيب الجيولوجية، والصفائح التكتونية، وتحتوي كل وحدة منها على تجربة استهلالية، وتجارب وأنشطة استقصائية متضمنة في الدروس، والموضوع الإثري في نهاية كل وحدة. يضاف إلى ذلك الأسئلة التقويمية، بدءاً بالتقدير التمهيدي المتمثّل في توجيه سؤال في بداية كل وحدة ضمن بند (أتَامَل الصورة)، وانتهاءً بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، فضلاً عن الأسئلة التقويمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمنّ أسئلة تثير التفكير. وقد ألحق بالكتاب كتاب الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب وأسئلة مثيرة للتفكير؛ لتساعد الطلبة على تنفيذها بسهولة. ونحن إذ نقدم هذه الطبعة من الكتاب فإننا نأمل أن يسهم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المتعلم / المتعلمة، وتنمية اتجاهات حبّ التعلم ومهارات التعلم المستمر، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بلاحظات المعلّمين والمعلمات.

والله ولـي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج



# الوحدة

## الإنسان والموارد البيئية

### Human and Environmental Resources

1



أتتأمل الصورة

تُعدُّ الزيادة السكَّانيةُ المُفْرِطة من أهم مُسبَّبات استنزاف الموارد الطبيعية، ما يؤدي إلى حدوث العديد من المشكلات البيئية. فما أثُرُ الزيادة السكَّانية في البيئة؟

## الفكرة العامة:

تؤدي الزيادة الكبيرة في عدد السكان (الانفجار السكاني)، إلى حدوث استنزاف الموارد الطبيعية، وحدوث مشكلات بيئية مختلفة.

### الدرس الأول: الانفجار السكاني

**الفكرة الرئيسية:** يزداد عدد السكان مع مرور الزمن، ما يؤدي إلى حدوث الانفجار السكاني.

### الدرس الثاني: استنزاف الموارد الطبيعية

**الفكرة الرئيسية:** تؤدي الزيادة الكبيرة في عدد السكان إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعية، مما يجعلها عرضة للاستنزاف.

# تجربة استهلاكية

AWA2EL  
LEARN 2 BE

## الانفجار السكاني واستنزاف الموارد الطبيعية

أُجريت العديد من الدراسات العلمية التي تُبيّن أثر زيادة عدد السكان الكبير في الموارد الطبيعية، والمشكلات البيئية التي تُسببها. فكيف تؤثّر زيادة عدد السكان في الموارد الطبيعية؟ وما المشكلات المتوقّع حدوثها؟

### خطوات العمل:

١ أقرأ العبارات الآتية التي تمثل ملخصاً لبعض الدراسات العلمية:

- "تشير تقديرات بعض الإحصاءات العالمية إلى أن أعداد السكان على سطح كوكب الأرض في ازدياد مستمر؛ إذ سيصل عدد سكان العالم بحلول منتصف عام 2050 م إلى 11 billion".
- "يتوّقع أن تصبح المياه أثمن الموارد الطبيعية في القرن القادم، إذ إن الزيادة المطرّدة في عدد سكان كوكب الأرض سوف تسبّب في تلوّث المياه السطحية والمياه الجوفية واستنزافها".
- "تسبب الزيادة السكانية في ازدياد معدل استهلاك الطاقة، وما يرافقها من انبعاثات غازية تنجّم عن احتراق الوقود الأحفوري".
- "تؤدي الزيادة السكانية في العالم إلى تزايد كمية النفايات الصلبة والسائلة والغازية، وصعوبة التخلّص منها".

٢ أتوزّع أنا وزملائي / زميلاتي إلى أربع مجموعات، حيث تختار كلّ مجموعة إحدى العبارات السابقة.

٣ أتناقش وأفراد مجموعتي في العبارة التي اخترّتها، وأحدّد تأثير ازدياد عدد السكان في البيئة.

٤ أعرض النتائج التي توصلت إليها أمام باقي المجموعات.

### التحليل والاستنتاج :

١. أوضّح: كيف يمكن أن تسهم زيادة عدد السكان في استنزاف الموارد الطبيعية، كال المياه السطحية والمياه الجوفية؟

٢. **أتوّقع** تأثير ازدياد معدل استهلاك الطاقة الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري في متوسّط درجة حرارة سطح الأرض.

٣. **استنتج** أثر تراكم النفايات الصلبة والسائلة والغازية في البيئة.

## الديموغرافيا (علم السكان)



تعود كلمة Demography إلى اللغة اليونانية، وهي كلمة تتكون من مقطعين: (Demo) ويعني بها السكان، و(graphy) وتعني وصفاً للشيء؛ وبذلك يكون معنى الكلمة بجملها وصف السكان. غير أنها أصبحت في ما بعد تعبر عن علم السكان؛ لذا فإن الديموغرافيا هي الدراسة العلمية للمجتمعات البشرية من حيث الحجم والنمو.

## نمو الجماعات السكانية

يعتمد علم السكان على البيانات الإحصائية المختلفة؛ ذلك لأنها تتناول دراسة أحوال السكان في مدة زمنية معينة بما في ذلك توزيعهم الجغرافي، كذلك تدرس حركة السكان الطبيعية مثل الانتقال من الريف إلى المدينة، وغير الطبيعية مثل الهجرات القسرية الناتجة عن الكوارث الطبيعية وغير الطبيعية، وما يتبع عنها من زيادة أو نقصان في حجم السكان. أنظر الشكل (1/أ، ب) الذي يمثل زيادة الزحف العمراني في مدينة عمان بسبب زيادة أعداد السكان.

الشكل (1): (أ): صورة لمدينة عمان قديماً.

الفكرة الرئيسية:

يزداد عدد السكان مع مرور الزمن، ما يؤدي إلى حدوث الانفجار السكاني.

نتائج التعلم:

- أوضح المقصود بكل من: الانفجار السكاني، والنمو السكاني.
- أناقش العوامل المؤثرة في النمو السكاني.
- أوضح العلاقة بين عدد سكان الأرض منذ بداية العصر الصناعي والزمن.
- أناقش بالأدلة أعداد السكان الذين يمكن أن تعيشهم الأرض.

المفاهيم والمصطلحات:

الجماعات السكانية البشرية  
Human Population Groups

النمو السكاني

Population Growth

السعة التحملية

الانفجار السكاني

Population Explosion



الشكل(1): (ب): ازدياد الرحم العمراني في مدينة عمان حديثاً.  
أصف التغير في حجم السكّان في مدينة عمان قديماً وحديثاً.

## الربط بالجغرافيا



يُجرى التّعدادُ العامُ للسّكّان عن طريق جَمْعِ البياناتِ المُتَعَلِّقةِ بالخصائص السكّانية، كالنَّمْوِ السكّاني، وعددِ المواليدِ والوفياتِ، وكذلكِ العواملِ الاقتصاديَّةِ، والاجتماعيَّةِ لجميعِ السكّانِ في دولةٍ معينةٍ، أو داخِلَ حدودِ منطقةٍ جغرافيةٍ محدَّدةٍ، بهدف تحديدِ الاحتياجاتِ العامَّةِ للسكّانِ. وَتُعدُّ دائرةُ الإحصاءاتِ العامةُ الجهةُ المسؤولةُ عن إجراءِ التّعدادِ العامِ للسّكّانِ في الأردنِ.

ويمكِّن تقسيمُ مصادرِ البياناتِ الإحصائيةِ التي تعتمدُ عليها دراسةُ أحوالِ السكّان إلى مجموعتينِ رئيسيَّتينِ، هما:

**أوَّلاً:** مصادرِ البياناتِ الثابتة؛ ويمثُّلُها التّعدادُ العامُ للسّكّانُ لدراسةِ الخصائصِ والمتغيّراتِ السكّانيةِ في مجتمعٍ ما داخِلَ منطقةً جغرافيةً محدَّدةً، وذلكُ في مدة زمِنِيةٍ مُعيَّنةٍ تمثِيلًا تفصيليًّا دقِيقًا.

**ثانيًا:** مصادرِ البياناتِ غيرِ الثابتة؛ ويمثُّلُها حركةُ السكّانِ في كلِ مجتمعِ من المجتمعاتِ، مثل السُّجَّلاتِ الحيوَيَّةِ التي تسجَّلُ فيها الأحداثُ عندِ وقوعِها، أو بعدِ وقوعِها بمدَّةٍ زمنِيَّةٍ قليلَةٍ، وتختصُ هذه السُّجَّلاتُ بوقائعِ الولادةِ، والوفاةِ، والزواجِ، والطلاقِ. وكذلك سُجَّلاتُ الهجرةِ التي تعكسُ رغبةِ الإنسانِ في مغادرةِ منطقةِ جغرافيةٍ محدَّدةٍ تصعبُ معيشُتهُ فيها إلى منطقةٍ أخرىٍ أكثرَ ملائمةً.

ويُطَلَّقُ على مجموعَةِ الأفرادِ الذين يُقيمُونَ في منطقةِ جغرافيةٍ محدَّدةٍ، أو يتشاركونَ في خصائصِ مماثِلَةٍ؛ وفي ما بينهمِ من علاقاتِ منها التزاوجُ والإنجابُ اسمُ **الجماعاتِ السكّانيةِ البشرية**.

Human Population Groups. ويعتمدُ نموُّها على محوريَّينِ اثنينِ، هما: معدَّلاتِ المواليدِ، ومعدَّلاتِ الوفياتِ. وهذا يعني أنَّه إذا كانَ معدَّلُ المواليدِ يفوقُ باستمرارَ معدَّلَ الوفياتِ، فإنَّ عددَ

سكّان العالم سيكون في تزايد مستمرٌ؛ فكلّما زاد الفرق بينهما ارداد النمو السكّاني. ويُعرف **النمو السكّاني Population Growth** بأنه اختلاف أعداد السكّان نتيجة الفرق بين معدل المواليد ومعدل الوفيات ومعدلات الهجرة خلال مدة زمنية معينة.

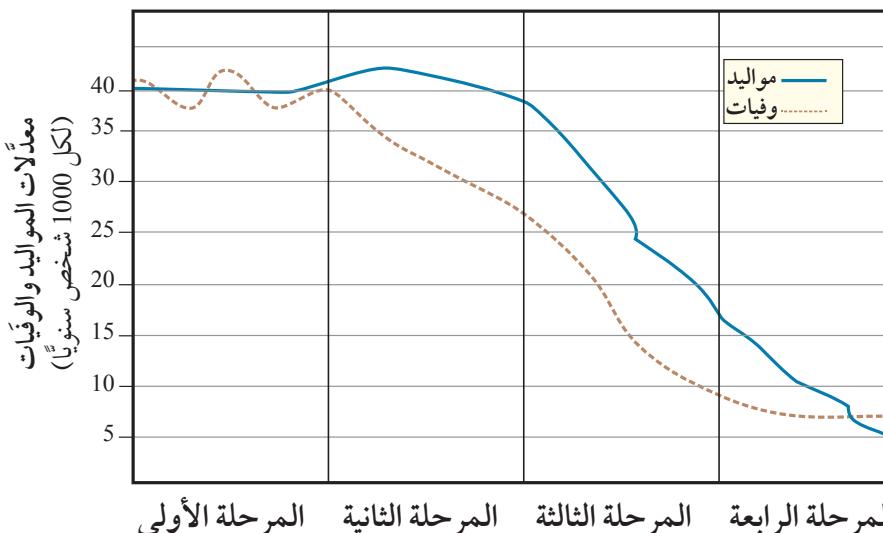
### مراحل التحول الديموغرافي Stages of Demographic Transition

تغير خصائص الجماعات السكّانية البشرية نتيجة للتغييرات التي طرأ على حالة السكّان من حيث المواليد والوفيات والهجرة، وما تعرّض له هذه الجماعات من ظروف أخرى. وتمرُّ هذه التغييرات بمراحل أربع. أنظر الشكل (2). ويمكن إيجاز التغييرات في خصائص الجماعات السكّانية البشرية، بالمراحل الأربع الآتية:

**المرحلة الأولى:** تميّزت بارتفاع معدّلات المواليد عند الاقتراب من نهايتها، رافقها تذبذب في معدّلات الوفيات؛ ما أدى إلى حدوث ثبات نسبيّ في عدد السكّان.

**المرحلة الثانية:** تميّزت بارتفاع معدّلات المواليد، رافقها انخفاض سريع في معدّلات الوفيات، خاصةً في الدول النامية.

**المرحلة الثالثة:** تميّزت بانخفاض سريع في معدّلات المواليد، رافقها انخفاض في معدّلات الوفيات، ما أدى إلى زيادة أعداد السكّان في فئات كبار السنّ.



الشكل (2): مراحل التحول الديموغرافي.  
أستنتج سبب التحول الديموغرافي بين كل مرحلة وأخرى.

**أَفْخَر**

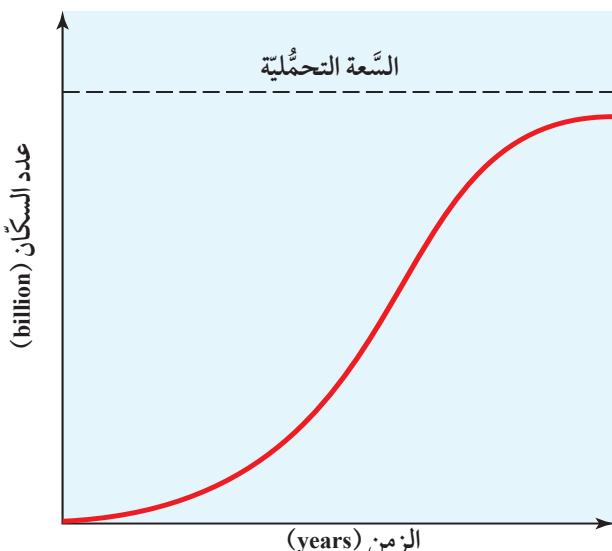
في ضوء معرفتي بمراحل التحول الديموغرافي الأربع. أستنتاج ميزات المرحلة الخامسة المستقبلية عند حدوثها، وأناقش ما توصلت إليه مع زملائي / زميلاتي في الصفّ.

المرحلة الرابعة: تميّزت بانخفاضِ معدّلاتِ المواليد، وثباتِ معدّلات الوفيات، حيث اقترب بعضُها من بعض، وأصبحت الريادة السكانيّة ضئيلةً جدًا، وفي نهاية هذه المرحلة أصبحت معدّلات الوفيات أكبر من معدّلات المواليد.

### السّعَةُ التَّحْمُلِيَّةُ لِلسَّكَانِ

لا يهتمُ العلماءُ بمقدار النمو السكاني فقط، بل يهتمّون أيضًا بمعرفة ما إذا بلغت الجماعات السكانيّة البشرية السّعَةُ التَّحْمُلِيَّةُ أم تجاوزَتها، إذ إن للجماعات الحيويّة جميعها، ومنها الجماعات السكانيّة البشرية سعة تحملية إذا تجاوزتها فإنها تؤثّر في النظام البيئي. وتُعرَفُ السّعَةُ التَّحْمُلِيَّةُ

**Carrying Capacity** بأنها عددُ الجماعات السكانيّة البشرية التي يمكن للنظام البيئي دعمُها وإعالتها. أنظر الشكل (3)، الذي يمثل منحنى نمو نسبيّ تقتربُ فيه الجماعات السكانيّة البشرية تدريجيًا من سعة التحمل للبيئة، إذ يبيّن أن النمو يبدأ بطريقًا، ثم يزداد إلى أن يصل حدًا أقصى، وبعد ذلك يقل تدريجيًا عندما تقترب الجماعات السكانيّة البشرية من الحد الأقصى لنموها. ولا يمكن لمعظم الجماعات السكانيّة البشرية الاستمرار في النمو متتجاوزةً مقدارًا معيناً؛ لأنها في نهاية الأمر تستهلك جميع الموارد المتوفّرة فيها، وعند نقطة محددة يتوقف مستوى الجماعة عن النمو والازدياد؛ ومن ثم تكون البيئة التي تعيش فيها الجماعات السكانيّة البشرية قد وصلت إلى سعتها التحملية.



الشكل (3): منحنى نمو نسبيّ تقتربُ فيه الجماعات السكانيّة البشرية تدريجيًا من السّعَةُ التَّحْمُلِيَّة للبيئة.

أصنِفُ أضرارًا تجاوز نموًّا الجماعات السكانيّة البشرية للسّعَةُ التَّحْمُلِيَّة للبيئة.

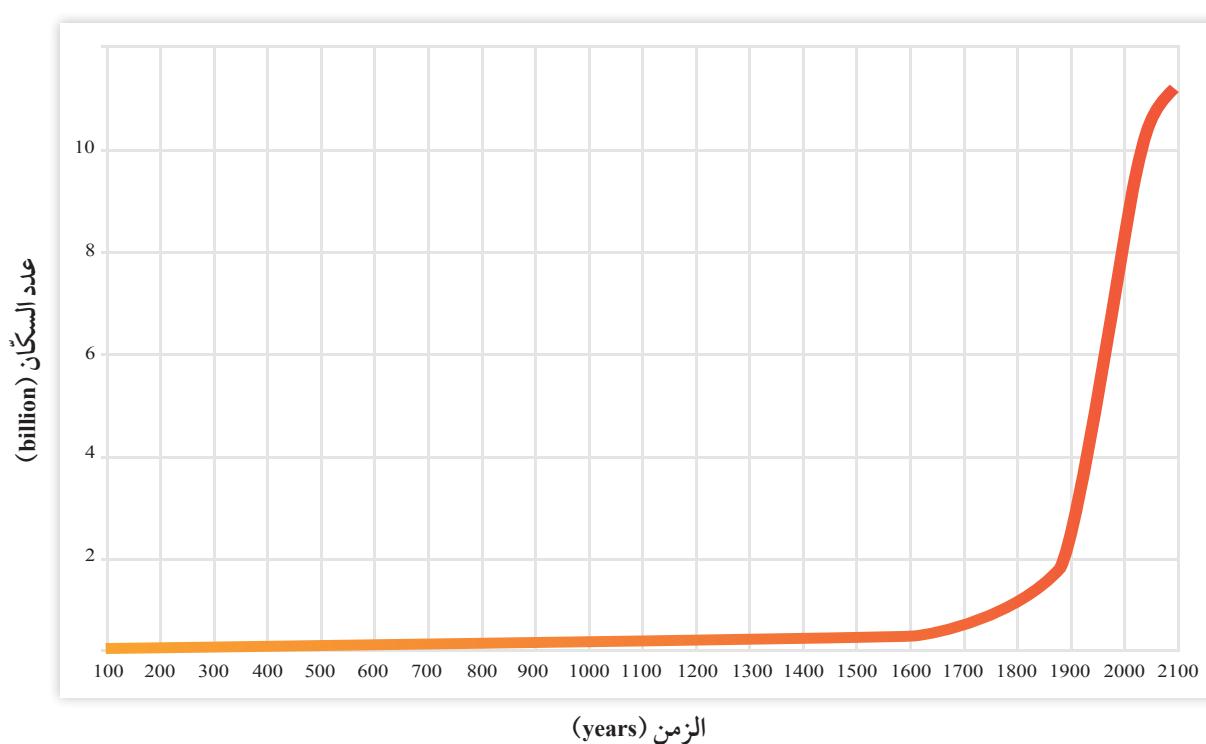
## الانفجار السكاني Population Explosion

يُعرف الانفجار السكاني Population Explosion بأنه زيادة

أعداد السكان بمعدلات كبيرة مع تقلص المدة الزمنية الازمة لتضاعفهم، ما يؤدي إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعية مع مرور الزمن. وتحدث هذه الزيادة نتيجة انخفاض نسبة الوفيات بسبب تطور أساليب الوقاية الصحية من الأمراض، مع بقاء معدلات المواليد مرتفعة في أكثر بلاد العالم، ما يتربّط عليه اتساع الفجوة بين عدد المواليد وعدد الوفيات. فما معدلات الزيادة السكانية؟ وما العوامل التي تؤثّر فيها؟

## النمو السكاني Population Growth

تشير البحوث إلى أن معدل الزيادة السكانية قد ارتفع منذ عام 1650 م في القرن السابع عشر، بدرجة لم يسبق لها مثيل في الفترة السابقة. انظر الشكل (4).



الشكل (4): العلاقة بين الزمن وعدد سكان العالم في الفترة ما بين (100-2100) م.  
أُصنِف التغيير في عدد السكان منذ عام 1650 م، ولغاية الآن.

**أَفْخَر**

في غضون عام 2050،  
أين أتوقع أن تكون  
معدلات المواليد أعلى:  
في المجتمعات الزراعية أم  
في المجتمعات الصناعية؟  
لماذا؟

### الرَّبْطُ بِالرِّياضِيَّاتِ

النَّمُوُّ الْأَسْيَّ لِلسَّكَانِ هُوَ تَعْبِيرٌ رِّيَاضِيٌّ يَحْدُثُ عِنْدَمَا تَضَعُفُ أَعْدَادُ السَّكَانِ بِمُعَدَّلاتٍ ثَابِتَةٍ فِي مَدَةٍ زَمِنِيَّةٍ مُحَدَّدةٍ، وَإِنْتَاجٌ أَفْرَادٍ جَدِيدَةٍ، حِيثُ يَكُونُ النَّمُوُّ السَّكَانِيُّ بَطِئًا فِي الْبَدِيَّةِ، ثُمَّ يَبْدُأُ بِالتَّسْارُعِ، وَفَقَّرَ المَتَالِيَّةَ الْآتِيَّةَ: (2,4,8,16).

**أَفْخَر**

ما تَأْثِيرُ التَّطَوُّرِ الْعِلْمِيِّ وَالْتَّكْنُولُوْجِيِّ فِي نُمُوِّ الْجَمَاعَاتِ السَّكَانِيَّةِ الْبَشَرِيَّةِ؟

**أَتَحْتَقَنُ:** أُوضِّحُ العواملَ التي تؤثِّرُ فِي النَّمُوِّ السَّكَانِيِّ.

وارتبطت هذه الزيادة الهائلة بعوامل عدّة؛ منها عوامل اقتصاديّة وأخرى اجتماعية، فقد أدّت الثورة الزراعية إلى تزايد قدرة الأرض على الإنتاج، واستيعاب أعداد أكبر من السكان، وتسارعت الزيادة في عدد سكان العالم بسبب عوامل عدّة، منها تطور أنظمة التجارة العالميّاً والاتصال بين الشعوب المختلفة. وفي القرن العشرين تطُورَتْ معدَّلاتُ الزيادة السكانيّة، إذ أصبحت ذات طبيعة أُسْيَّة، ويعزى ذلك إلى التطور في الأنشطة الصناعية والتجارية، إضافة إلى التقدّم العلمي.

### العوامل المؤثرة في النمو السكاني

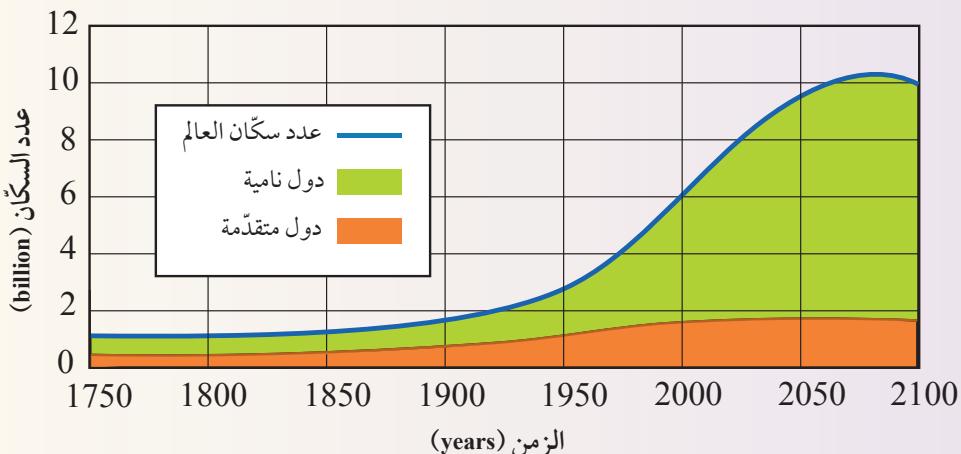
#### Factors Affecting Population Growth

يختلف النمو السكاني من مجتمع إلى آخر نتيجةً لعوامل عدّة منها: عوامل اقتصاديّة، وعوامل اجتماعية، وأخرى ثقافيّة. ومن العوامل الأخرى التي تؤثِّرُ فِي النَّمُوِّ السَّكَانِيِّ عامل الوفيات، إذ تختلف معدَّلات الوفيات من مجتمع إلى آخر، ومن مدة زمنية إلى أخرى في المجتمع نفسه، وتحدُث الوفيات نتيجةً شيعَ الأوَبَّةِ والجَوَائِحِ، والحرُوبِ والکوارث الطبيعية والبيئية، وحوادث السَّيِّرِ عَلَى الطُّرُقَاتِ، وغيرها من العوامل. وتتأثُّرُ أيضًا بالتغيُّراتِ الاقتصاديَّةِ والاجتماعيَّةِ التي تسود المجتمعات، فقد تزيد في المجتمعات النامية والدول الفقيرة بسبب افتقار النساء إلى خدمات الرعاية الصحيَّةِ في أثناء الحَمْلِ، وانخفاض مستوى الرعاية الطبيعية في الولادة، وبعدها مباشرةً، وتقلُّ في الدول المتقدمة الغنية.

تُعرَفُ خدمات الرعاية الصحيَّةِ بأنَّها مجموع الخدمات والمؤسسات التي توفرها الدولة للمواطنين بأشكالها كافَّةً، ومن أمثلتها: المستشفيات، والصيَّدلَياتُ، والموارد البشريَّةُ كالأطباء والممرضين. ويمتاز الأردن بجودة خدمات الرعاية الصحيَّةِ فيه.

## النّمُو السكَانِي العالمي

يمثّل الشكل الآتي، تقديرات عدد سكّان العالم في المدة الزمنية الواقعة ما بين (1750 - 2100) م في الدول النامية والدول المتقدّمة.



### التحليل والاستنتاج:

- أقارب** بين الدول النامية والدول المتقدّمة من حيث الزيادة في عدد السكّان في المدة الزمنية الواقعة ما بين (1900 - 2000) م.
- أتوقع**: كيف يمكن أن يكون شكل التغيير في المنحنى الذي يمثّل عدد سكّان العالم في غضون عام 2150 م؟
- استنتج** الأسباب التي أدّت إلى الزيادة الكبيرة في عدد سكّان العالم في المدة الزمنية الواقعة ما بين (1900 - 2000) م.
- أصف تأثير ازدياد عدد سكّان العالم في معدل استهلاك الموارد الطبيعية.

الاحظ من النشاط السابق أن عدد سكان العالم قد ازداد بدرجة كبيرة في الوقت الحاضر، وقد حذر العديد من العلماء من هذه الزيادة؛ لما لها من آثار سلبية في الموارد الطبيعية؛ إذ سيزداد الطلب على تلك الموارد الطبيعية، ما يؤدي إلى حدوث صراعات بين الدول للحصول عليها، وقد تؤدي أيضاً إلى حدوث استنزاف لتلك الموارد وحدوث مجاعات وانتشار الأمراض.

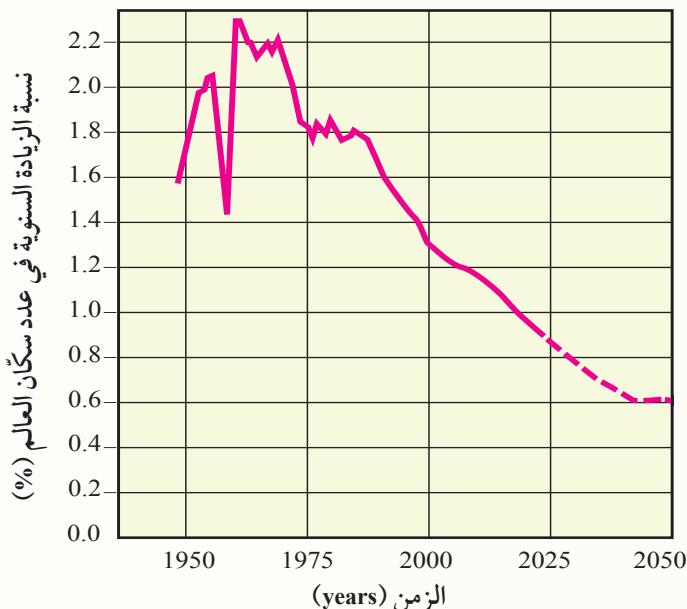
## مراجعة الدرس

**AWA2EL**  
LEARN 2 BE

1. الفكرة الرئيسية: أفسّر: لا يمكن لمعظم الجماعات السكّانية البشرية الاستمرار في النمو متجاوزةً مقداراً معيناً.

2. أوضح المقصود بكل مفهوم من المفاهيم الآتية: الجماعات السكّانية البشرية، والسّعة التحمليّة، والانفجار السكّاني.

3. أدرُّس المخطّط الآتي الذي يبيّن النسبة المئوية للزيادة السنويّة في عدد سكّان العالم منذ أوّل ربع القرن العشرين، والنسبة المئوية للزيادة المتوقّعة في عدد سكّان العالم حتّى عام 2050 م من القرن الحادى والعشرين، ثم أجيّب عن السؤالين بعده:



أ. أحّدّد النسبة المئوية المتوقّعة للزيادة السنويّة في عدد سكّان العالم في عام 2050 م.

ب. أصف كيف تغيّر النسبة المئوية للزيادة السكّانية من عاصي 1950 م حتّى عام 2000 م.

4. أذكّر عاملين من العوامل التي لها الأثر الأكبر في النمو السكّاني.

5. أستتبّع اعتماداً على الشكل (4) صفحّة 14 ، سببَ بدءِ الجماعات السكّانية بالنموّ منذ عاصي 1650 م.

6. أوضّح ميزات المرحلة الثانية من مراحل التحوّل الديموغرافي للجماعات السكّانية البشرية.

# استنـاف الموارد الطبيعـية

Depletion of Natural Resources

الدرس

2



## تأثير الإنسان في البيئة

### Human Impact on the Environment

منذ أن خلق الله تعالى الإنسان وأوجده على سطح الأرض، وهو مرتبط بيئته التي يعيش فيها، كما أن تقدّمه الحضاري ارتبط على مدى تاريخه الطويل بتفاعلاته مع مكوّناتها. ففي مرحلة مبكرة من تاريخه كان يعتمد على طعامه بما يحصل عليه من النباتات البرية، فكان تأثيره في بيئته لا يكاد يتجاوز تأثير الكائنات الحية الأخرى. ثم كانت المرحلة التالية، وهي مرحلة الزراعة وما تبعها من نشاط زراعيٍّ، واستثمارٍ للثروة الحيوانية؛ وبذا أخذ يُحدث تغييرات في البيئة من حوله. واستمرّ الإنسان في إحداث التغييرات في البيئة حتى وصل إلى مرحلة الثورة الصناعية، إذ أصبح يؤثّر تأثيراً كبيراً في البيئة، فظهرت العديد من المشكلات البيئية الحادة التي أثرت في صحة الإنسان والآثاران البيئيَّ، وسطح الأرض. فما هذه المشكلات؟ وما السُّبُلُ لتفاديها؟ أنظر الشكل (5) الذي يمثل إحدى هذه المشكلات.

الشكل (5): النُّقایات الصلبة التي يُلقِيَها الإنسان في البحر من المشكلات الخطيرة التي تهدّد حياة الكائنات البحرية.

أُنْوَعَ تأثير إلقاء النُّقایات البلاستيكية في البحر على السَّاحلَ البحريَّة.

#### الفكرة الرئيسية:

تؤدي الزيادة الكبيرة في عدد السُّكَّان إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعية ما يجعلها عُرضةً للاستنزاف.

#### نتائج التعلم:

- أشرح كيف يمكن لنمط الحياة الاستهلاكي أن يقلل من قدرة الأرض على إعالة البشر.
- أناقش دور الاقتصاد العالمي في سوء توزيع موارد الأرض الطبيعية.
- أوضح آثر سوء توزيع موارد الأرض في قدرة الأرض على الإعالة.
- أذكر أمثلة على دور الإنسان في تدمير بيئته الأرضية في البر والبحر والجو.

#### المفاهيم والمصطلحات:

##### استنـاف الموارد الطبيعـية

##### Depletion of Natural Resources

Soil Pollution	تلُّوث التَّربَة
Water Pollution	تلُّوث الماء
Eutrophication	الإثراة الغذائيَّ
Global Warming	الاحترار العالمي
Desertification	التَّصحر

الشكل (6): مساحة من الأرض في منطقة الغابات الاستوائية المطيرة تظهر فيها كمية الأشجار التي قُطعت منها بصورة جائرة، من أجل استخدامها في الصناعة.  
أتوقع الزمن اللازم لتعويض الأشجار التي قُطعت بصورة جائرة.



## استنزاف الموارد الطبيعية Depletion of Natural Resources

### الربط بالبيئة

تبذل كثير من الجهد على المستوى العالمي من أجل استدامة الموارد الطبيعية، وذلك عن طريق مجموعة من العمليات والإجراءات التي تسمح باستغلال الموارد الطبيعية بصورة حَذِرَة ومنظمة لتغطي حاجاتنا دون الإضرار بالأنظمة البيئية، أو الإضرار بإمكانية توافرها للأجيال القادمة.

### أَفْخَر

أتوقع ماذا يمكن أن يحدث للموارد الطبيعية لو أن سكان العالم جميعهم يعيشون في المستوى نفسه من الرفاهية.

تُعدُّ الأرض نظاماً بيئياً مغلقاً، ومواردها الطبيعية محدودة؛ لذلك فإن زيادة أعداد السكّان زيادة كبيرة مع محدوديّة موارد الأرض سوف يؤدي إلى **استنزاف الموارد الطبيعية**، الذي يُعرَف بأنه الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية بمرور الزمن، دون تعويض النقصان بالقدر الكافي. أنظر الشكل (6) الذي يمثل بعض مظاهر استنزاف الموارد الطبيعية. وسيؤثر هذا في قدرة الأرض على إعالة سكّانها على الرغم من أن الأرض لم تصل بَعْد إلى الحدّ الأقصى من السُّعة التحملية؛ لأن هناك موارد طبيعية جديدة ما زالت تُكتشف، ويجري العمل حالياً على الاستفادة من الموارد الطبيعية المتوفّرة، ولكنّ هذا لا ينفي أن قدرة الأرض على الإعالة محدودة، ولا يمكن أن تستمر إلى ما لا نهاية. ويمكن أن يتّجّ من استنزاف الموارد الطبيعية مجموعةً من المشكلات البيئية منها: تلوّث التّربة، وتلوّث الماء، وتلوّث الهواء، والتّصحر.

**أَتَحَقَّق:** أصف تأثير الزيادة السكّانية في توافر الموارد الطبيعية.

## تلويث التربة

تعد مشكلة تلوث التربة من المشكلات البيئية المهمة التي يجب دراستها بعناية، إذ يعتمدبقاء الكائنات الحية على سطح الأرض على مدى توافر التربة، إضافة إلى أنها من الموارد الطبيعية التي تتجدد ببطء. ويُعرف تلوث التربة بأنه أي تغيير في خصائص التربة الطبيعية، أو مكوناتها، يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها.

### ملوثات التربة

التربة عرضة للتلوث بصفتها مصدراً حيوياً لحياة الإنسان، ويعزى تلوث التربة إلى أسباب عده، منها:

١. استخدام المواد الكيميائية سواء المخصصة لحماية النباتات ووقايتها من الأمراض، مثل مبيدات الآفات التي تُسْتَعْمَل لمقاومة الآفات التي تفتّك بالمحاصيل الزراعية، بالرش أو إضافتها لمياه الرّي، أم المخصصة لتحسين خصائص التربة، مثل الأسمدة التي يستخدمها المزارعون لتعويض النقص في عناصر التربة الغذائية الضرورية لنمو النباتات. أنظر الشكل (٧).

وتعاني بعض المناطق في الأردن (مثل منطقة الغور) تلوث التربة الناجم عن استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية.

**أتحقق:** أوضح المقصود بتلوث التربة. 



أعمل فيلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح ملوثات التربة، وأحرِص على أن يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشاركه زملائي / زميلاتي في الصف.

الشكل (٧): استخدام مبيدات الآفات لمقاومة آفات المحاصيل.

أستنتج: ما الآثار التي يمكن أن تنتج من سوء استخدام المواد الكيميائية، سواءً كانت مبيداتٍ حشريةً، أم أسمدة كيميائيةً على خصائص التربة؟



تعد البكتيريا الإشريكية *Escherichia coli*، القولونية التي تُعرف أيضًا بجرثومة الأمعاء الغليظة مؤشرًا حيوانًا إلى تلوث مياه الشرب بمخلفات الكائنات الحية، وهي بكتيريا تتنفس إلى العائلة المعاوية وتسبب أمراض القناة الهضمية.

**أفخر**  
لماذا يؤدي رى المحاصيل بالمياه العادمة، أو مياه الأنهر التي تُطرح فيها الفضلات المنزلية والصناعية إلى تلوث التربة؟

**أتحقق:** أوضح المقصود بتلوث المياه.

الشكل (8): ظاهرة الإثراء الغذائي.

أتوقع: كيف يمكن منع حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي؟

2. وصول مخلفات المصانع، والمنازل، ووسائل النقل إلى التربة، ما يؤدي إلى تغيير خصائصها.

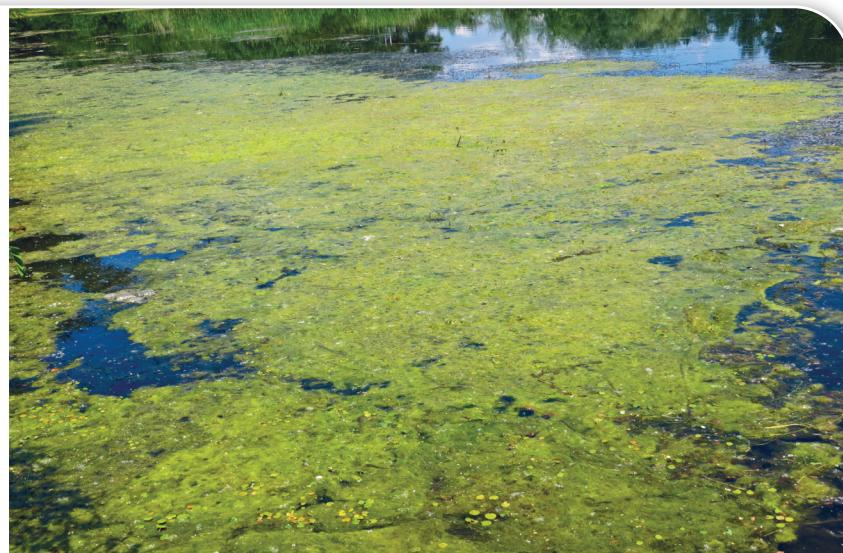
### تلويث المياه

يُعرف تلوث المياه Water Pollution بأنه مجمل التغيرات التي تحدث في خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية ما يجعلها غير صالحة للشرب والاستخدامات المنزلية والزراعية الصناعية.

#### مصادر تلوث المياه

تنوع مصادر تلوث المياه في الطبيعة ومنها: أنظمة الصرف الصحي، والحفر الامتصاصية، والتخلص غير الكاف من النفايات الخطيرة، ومكابب النفايات الصلبة، وتسرُب المواد الكيميائية والنفط، واستخدام المبيدات الحشرية والأسمدة في الزراعة، وأنشطة المناجم وغيرها.

ويعد الإفراط في استخدام الأسمدة الغنية بالترات والفسفور التي قد يصل الزائد منها بطيء إلى موارد المياه السطحية، السبب الذي يؤدي إلى زيادة نمو الطحالب التي تظهر على شكل غطاء أحضر رقيق على سطح الماء. وعند موتها تتحلل بفعل البكتيريا الهوائية فتستنزف الأكسجين المذاب في الماء ما يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية، وهذا ما يُعرف بظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication. انظر الشكل (8).





## تلويث الهواء Air Pollution

تعمل العديد من أنشطة الإنسان - وخاصة حرق الوقود الأحفوري المستخدم في وسائل النقل المختلفة والمصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية - على تلوث الهواء، ما يؤدي إلى تغيير خصائصه الفيزيائية والكيميائية فيصبح ضاراً بالكائنات الحية وخاصة الإنسان، ويترتب من تلوث الهواء العديد من الآثار السلبية، منها: الاحترار العالمي، مما يترتب عليه؟ وما الآثار الناتجة منه؟

### الاحترار العالمي Global Warming

درستُ سابقاً أن الاحترار العالمي Global Warming هو زيادة درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والبشرية. في معدل درجات الحرارة العالمي إلى تزايد تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الناتجة عن ارتفاع معدلات حرق الوقود الأحفوري، ويعود غاز ثاني أكسيد الكربون أهم هذه الغازات، ويوضح الشكل (٩) تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ أواخر الخمسينيات وحتى الوقت الحالي.

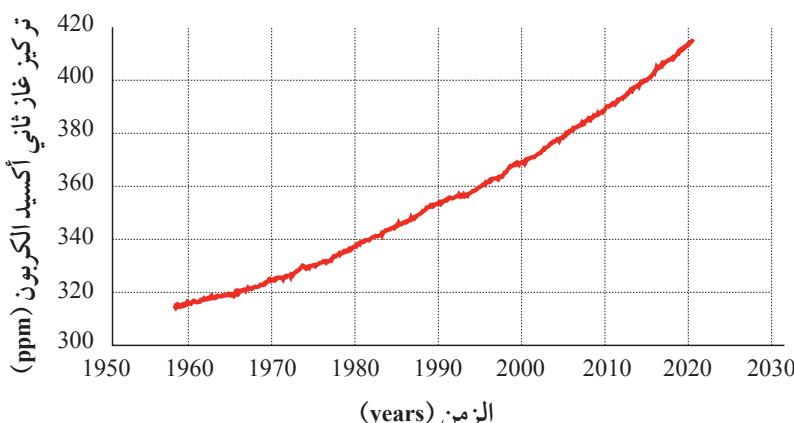
وتشير الدراسات إلى أن درجة حرارة الغلاف الجوي قد ارتفعت بمقدار  $^{\circ}\text{C}$  (1.5-2)، وقد أدى هذا إلى تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض، وتهديد حياة كثير من الكائنات الحية، وهذا سيؤدي إلى ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات بسبب انصهار الجليد في القارات القطبية، وارتفاع معدل الهطول المطري السنوي، ورطوبة التربة وتخزين المياه في مناطق، ونقص المياه في مناطق أخرى؛ لذلك لا بد منبذل جهود ملموسة

تُستخدم أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تسجيل التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض؛ ومن الأمثلة عليها أنظمة ساتلية لرصد الأرض تسمح بالحصول على معلومات عن تكوين الغلاف الجوي، مثل: تركيز ثاني أكسيد الكربون والأوزون، والمقاييس المتعلقة بدرجة حرارة المحيطات، ورطوبة الأرض والغطاء النباتي.

**أفخر**

أحدّ أهم الإجراءات الواجب اتخاذها للحدّ من ظاهرة الاحترار العالمي.

**أتحقق:** أوضح أثر مشكلة الاحترار العالمي في البيئة.



الشكل (٩): تزايد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي منذ أواخر الخمسينيات حتى الوقت الحالي.

أصف: ماذا حدث لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، منذ عام 1960م تقريباً وحتى الوقت الحالي؟

تهدف إلى خفض معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون عن مستوياتها الحالية عن طريق التحول إلى الموارد المتتجددّة وغير القابلة للنفاد مثل: الطاقة الشمسيّة، وطاقة الرياح، وطاقة المد والجزر والطاقة الحيويّة.

### ثاني أكسيد الكربون والاحترار العالمي

أدرس الجدول الآتي الذي يمثل تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مقيسًا بجزء من المليون (ppm) في المدة الزمنية الواقعة ما بين (2017-2021) م، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

الشهر / السنة	2021	2020	2019	2018	2017
كانون الثاني	415.20	413.29	410.72	407.82	406.05
آذار	416.10	413.19	410.64	408.06	406.06
أيار	415.67	413.85	411.41	407.98	406.38
تمّوز	416.62	414.27	411.63	408.59	407.00
أيلول	416.90	415.12	412.36	409.31	407.16
تشرين الثاني	417.07	415.18	412.54	410.24	407.34

#### التّحليل والاستنتاج:

- أصف تغيير تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في شهرٍ كانون الثاني وتمّوز في المدة الزمنية الواقعة ما بين (2017-2021) م.
- استنتج الأسباب التي أدت إلى زيادة تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في المدة الزمنية الواقعة ما بين (2017-2021) م.
- أتوقع الآثار البيئيّة التي نتجت من زيادة تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في المدة الزمنية الواقعة ما بين (2017-2021) م.
- اقترح حلولاً يمكن أن تُسهم في خفض معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

## التصحر Desertification

**يُعرَفُ التصحر** Desertification **بأنه تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة، وانخفاض قدرتها الإنتاجية، وتحولها إلى مناطق شبيهة بالصحراء (زحف الصحراء نحو الأراضي الزراعية)؛ بسبب استغلال الإنسان المفرط لمواردها وسوء أساليب الإدارة التي يطبقها، إضافة إلى التغيرات المناخية.**



### العوامل المؤدية إلى التصحر Causes of Desertification

يُتّجُ التصحر بفعل عوامل طبيعية، مثل: تناقص كمية الأمطار، وتذبذبها من عام إلى آخر في بعض المناطق، ما يؤدي إلى حدوث الجفاف وتدمير القدرة الحيوية للأراضي الزراعية، وعدم استقرار الأنظمة البيئية فيها. ويمكن أن تسهم في حدوث التصحر عوامل بشرية، مثل: الزيادة السكانية التي تؤدي إلى الزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية، والرعي الجائر الذي يؤدي إلى زوال الغطاء النباتي ومن ثم إلى تعرية التربة وانجرافها، وما يتبعه من نقص في إنتاجية الأراضي وتدحرجها. انظر الشكل (10).

✓ **أتحقق:** أوضح المقصود بالتصحر.

**أفخر** نتيجة لازدياد عدد السكان في المدن الكبيرة والمزدحمة يحدث توسيع عمراني لهذه المدن. أوضح أثر هذا التوسيع في فقدان التربة الزراعية، وحدوث التصحر.

**أفخر** كيف تؤدي الممارسات الزراعية غير الصحيحة إلى تملح التربة؟

الشكل (10): الرعي الجائر أحد أسباب التصحر.

أوضح: كيف يؤدي الرعي الجائر إلى التصحر؟



## مظاهر التصحر

### Manifestations of Desertification

للتتصحر مظاهر عدّة، منها: انجراف طبقة التربة السطحية. أنظر الشكل (11). وزحف الرمال الذي يؤثّر في الأراضي الرعاعيّة والرعويّة ما يُحيل المنطقة المتأثرة بحركة الرمال إلى حالة من التصحر الحاد، إضافة إلى تملّح التربة الزراعيّة بسبب الأساليب الزراعيّة غير الصحيحة.



الشكل (11): انجراف طبقة التربة السطحية.

أستنتاج: ما العوامل التي تؤدي إلى انجراف التربة؟

### الربط بالبيئة

تأسّست الجمعيّة الأردنيّة لمكافحة التصحر وتنمية الباذية في عام 1990 م، وتختص في مجال مكافحة التصحر. وتبذل الجمعيّة العديد من الجهود في هذا المجال منها: مشروعُ التعاون مع المدارس بمنطقة أمّ رمانة في محافظة الزرقاء؛ لزراعة الأشجار الحرّاجيّة، وأشجار الزيتون.

خطّط بعض الدول ذات المناخ الجاف، وشبه الجاف مثل الأردن خطواتٍ واسعةً في مقاومة التصحر عن طريق زراعة الأشجار لوقف زحف الرمال عن طريق مشروع تثبيت الكثبان الرملية، وعمل المصاطب في المناطق الجبليّة لمقاومة انجراف التربة وتدحرّها، إضافة إلى الاستفادة من المياه الجوفية والمياه السطحية، ومياه السدود في استصلاح الأراضي الزراعيّة. ويشارك الأردن دول العالم في مكافحة التصحر؛ ويتمثل ذلك في توقيع الأردن على الاتفاقية الدوليّة لمكافحة التصحر منذ عام 1996 م، ومن المناطق التي شهدت معدلات عالية من التصحر في الأردن: الجفر، ومعان، والصفاوي، والرويشد، والأزرق.

### مكافحة التصحر Combating Desertification

## مراجعة الدرس

- الفكرة الرئيسة: أتبّع أثر الزيادة السكانيّة الكبيرة في الموارد الطبيعيّة.
- أوّضّح المقصود بظاهرة الاحتراز العالميّ، وأبينّ أسبابها وأثارها في البيئة.
- أحدّد ملوّئيّن اثنين للترّبة، وأبين دورهما في إخلال اتزان النظام البيئيّ.
- أوّضّح العلاقة بين تلوّث المياه وظهور غطاء أخضر رقيق على سطحها.
- أصنف الجهود التي بذلتها بعض الدول في مقاومة التصحر.

## سوء توزيع الموارد المائية على سطح الأرض

Poor Distribution of Water Resources on Earth's Surface

تعد الموارد الطبيعية باختلاف أنواعها عنصراً بالغ الأهمية في أداء الاقتصاد العالمي ونموه. ومع زيادة النشاط الاقتصادي لدول العالم، زاد الطلب على المياه التي تعد من أهم موارد الأرض الطبيعية. وبحسب المنتدى الاقتصادي العالمي (WEF) فقد احتلت ندرة المياه المرتبة الأولى في المخاطر العالمية المُحدِّقة بالمجتمعات على مدار الأعوام العشرة التالية. وبحلول عام 2030م، يُتوقع أن يتجاوز عدد سكان العالم 9 billion مع نمو اقتصادي كبير. وبحلول ذلك الوقت، يُتوقع أن يعيش 4 billion شخص في مناطق ذات إجهاد مائي مرتفع (حينما يتجاوز الطلب المحلي على المياه كمية المياه العذبة في المنطقة).

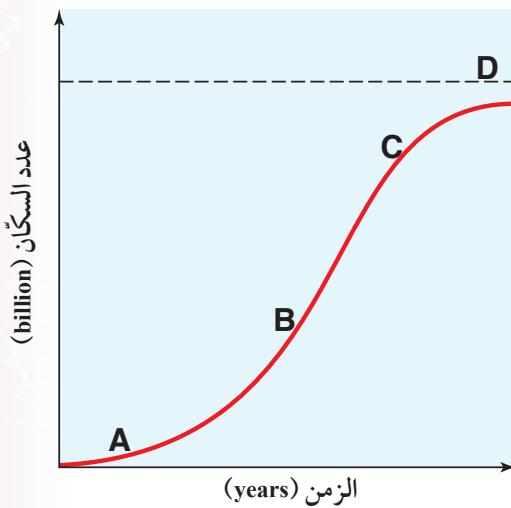
### الكتابة في الجيولوجيا

أنشئ مطوية ثنائية الأجزاء بطيءاً  
ورقة دفتر رأسياً، أو أفقياً عند  
المتصف؛ لتدوين معلوماتٍ عن  
سوء توزيع الموارد المائية على  
سطح الأرض.



# مراجعة الوحدة

4. أحدد أي أجزاء المخطط الآتي (A, B, C, D) تشير إلى السُّعَة التَّحْمُلِيَّة:



## السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ من المصطلحات:

أ - يُسمى مُجَمِّلُ التَّغْيِيرات التي تحدث في خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والحيوية، ما يجعلها غير صالحة للشرب، والاستخدامات المنزليَّة والزراعيَّة والصناعيَّة: .....

ب- الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية بمرور الزمن، دون تعويض النقصان بالقذر الكافي يسمى: .....

ج- زيادة أعداد السُّكَّان بمعدَّلات كبيرة؛ نتيجةً لارتفاع نسَبَ الزيادة الطبيعية لمعدَّل المواليد مع مرور الزمن ثُُرِفَ بـ: .....

**السؤال الأول: أضع دائرَة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

1. ينثُج التَّصُّر بفعل عمليات طبيعية، مثل:

أ) الزَّحف العَمَراني.

ب) الزيادة السُّكَّانية.

ج) الرَّاعي الجائر.

د) تناقص كمية الأمطار.

2. تشير العبارة الآتية: "زيادة تدريجية في معدل درجات الحرارة العالميّ ناجمة عن النشاطات الطبيعية والبشرية" إلى:

أ) الانفجار السُّكَّاني.

ب) السُّعَة التَّحْمُلِيَّة.

ج) الاحترار العالمي.

د) التَّصُّر.

3. تميزت المرحلة الأولى من مراحل التحوُّل الديموغرافي بـ:

أ) ارتفاع معدَّلات المواليد عند الاقراب من نهايتها، رافقها تذبذُّب في معدَّلات الوفيات.

ب) ارتفاع معدَّلات المواليد، رافقها انخفاض في معدَّلات الوفيات.

ج) انخفاض سريع في معدَّلات المواليد، رافقها انخفاض في معدَّلات الوفيات.

د) انخفاض في معدَّلات المواليد، ومعدَّلات الوفيات.

# مراجعة الوحدة

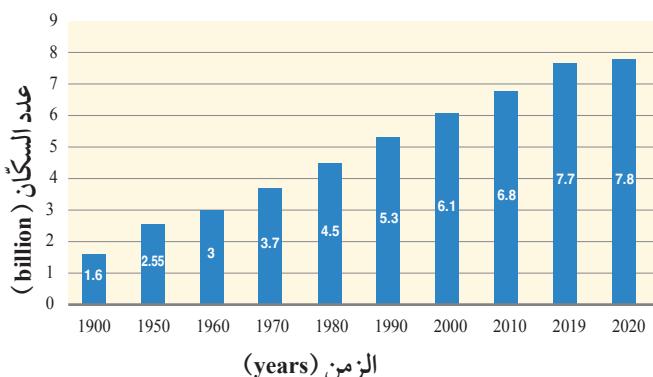
## السؤال السادس:

أوضح: لماذا يُعد التصحر نتاجاً للزيادة السكانية والتغيرات المناخية؟



## السؤال السابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يبيّن أعداد سكان العالم في المدة الزمنية الواقعة ما بين (1900 - 2020) م، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ - أحدد العام الذي كان فيه عدد سكان العالم أقلّ مما يمكن.

ب - أحسب: كم بلغت الزيادة في عدد سكان العالم خلال المدة الزمنية الواقعة ما بين (1900 - 2020) م؟

ج - أتوقع: ما أهمّ الأسباب التي أدّت إلى الزيادة الكبيرة في عدد سكان العالم في القرن العشرين؟

## السؤال الثامن:

أقوم صحة ما تشير إليه العبارة الآتية: "ستبقى الأرض قادرة على إعالة سكانها مدى الحياة".

## السؤال التاسع:

أشرح العلاقة بين التغيرات المناخية التي تحدث على سطح الأرض والتصحر.

د - عدّ الجماعات السكانية التي يمكن للنظام البيئي دعمها وإعالتها هو وصف لـ.....

ه - التغيير في خصائص التربة الطبيعية، أو مكوناتها بما يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها هو: .....

## السؤال الثالث:

أفسّر كلاً مما يأتي تفسيراً علمياً دقيقاً:

أ- يهتمّ العلماء بمعرفة ما إذا بلغت الجماعات السكانية البشرية السعة التحملية أم تجاوزتها.

ب- تُعدّ الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات الزراعية من أهمّ مصادر تلوث التربة.

## السؤال الرابع:

أوضح العلاقة بين كلّ مصطلحين مما يأتي:

أ- التصحر - الزحف العمراني.

ب- السعة التحملية - النمو السكاني.

## السؤال الخامس:

أفسّر: كيف يؤدي استخدام الأسمدة الغنية بالنترات والفسفور إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي؟



# الوحدة

2

## الترابيب الجيولوجية

### Geological Structures

قال تعالى:

﴿وَالْأَرْضُ ذَاتُ الصَّدْعٍ﴾

(سورة الطارق : الآية 12)

#### أتأمل الصورة

الأصل في الصخور الرسوبيّة أن تتوضع في الطبيعة على شكل طبقات أفقية، إلا أنها قد تتعرّض لقوى تشوّهها، ما يؤدي إلى ميلها أو طيّها أو كسرِها .

فما المقصود بتشوّه الصخور؟ وماذا نسمّي التشوّهات التي تحدث للصخور نتيجة تعرّضها لقوى معينة؟

## الفكرة العامة:

تُنتج التراكيب الجيولوجية عند تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى مختلفة. ومن الأمثلة على هذه التراكيب: الصُّدوع، والطِّيات.

### الدرس الأول: تشوّه الصخور

الفكرة الرئيسية: تعرّض صخور القشرة الأرضية إلى قوى قد تُغيّر من شكلها أو حجمها أو كليهما معاً، ويعتمد هذا التغيير على عوامل عدّة منها: نوع الإجهاد.

### الدرس الثاني: الصُّدوع

الفكرة الرئيسية: تظهر الصُّدوع في صخور القشرة الأرضية بأشكال مختلفة؛ اعتماداً على ميل مستوى الصُّدوع، والحركة النسبية بين الكتلتين الصُّخريتين على جانبي مستوى الصُّدوع.

### الدرس الثالث: الطِّيات

الفكرة الرئيسية: تُنتج الطِّيات من تعرّض الطبقات الصُّخريّة إلى إجهادات، منها إجهاد الضغط، فستقوس نحو الأعلى، أو نحو الأسفل، وتُصنّف الطِّيات اعتماداً على أسس عدّة منها: اتجاه التقوس، وزاوية ميل المستوى المحوري.

## تجربة استهلاكية

AWA2E! LEARN 2 BE



### كيف تؤثر القوى المختلفة في صخور القشرة الأرضية؟

تتخد الصخور في الطبيعة أشكالاً مختلفة، إلا أنها لا تبقى على حالها، إذ تغير بفعل القوى المختلفة التي تتعرض لها.

المواد والأدوات: عصا خشبية رقيقة، معجون أطفال (صلصال).

#### إرشادات السلامة:

- الحذر في أثناء كسر العصا عند تنفيذ خطوات التجربة.

#### خطوات العمل:

1 أمسك العصا الخشبية، ثم أثني طرفيها نحو الداخل قليلاً وبلطف، ثم أتركها، وأدوّن ملاحظاتي.

2 أمسك العصا الخشبية، ثم أثني طرفيها نحو الداخل بقوة وسرعة أكبر، وأدوّن ملاحظاتي.

3 أشكّل أسطوانة من قطعة المعجون بسمك العصا الخشبية الرقيقة وطولها.

4 أكرّر الخطوتين السابقتين (1، 2) باستخدام أسطوانة المعجون، ثم أدوّن ملاحظاتي.

#### التحليل والاستنتاج:

1. **أقارن** بين التغيير الذي حصل على شكل العصا الخشبية الرقيقة عند دفع طرفيها باتجاهين متواكسين نحو الداخل في الخطوتين (1، 2).

2. **استنتج** نوع القوة التي أثّرت بها في العصا الخشبية وأسطوانة المعجون.

3. **أفسّر** سبب اختلاف سلوك العصا الخشبية، وسلوك أسطوانة المعجون بالرغم من تشابه نوع القوة المؤثرة فيهما.

4. **أتوقع**: هل تسلّك صخور القشرة الأرضية المختلفة في الطبيعة سلوك العصا الخشبية الرقيقة، وسلوك أسطوانة المعجون عندما تتأثر بالقوى المختلفة؟

# تشوه الصخور

Deformation of Rocks

1

الدرس

## التراكيب الجيولوجية Geological Structures



تعلّمتُ في صفوف سابقة أن صخور القشرة الأرضية بأنواعها المختلفة تتوضّع بأشكال مختلفة معينة عند تكونها، إلا أنها مع مرور الزمن قد تعرّض لقوى خارجية، أو قوى داخلية تغيّر من شكلها أو حجمها أو الاثنين معاً، ويسّمى هذا التغيّر الذي يحدث على الصخور وهي في الحالة الصلبة **التشوه Deformation**، ويسّمى المظاهر أو التشوّهات التي تحدث في الصخور نتيجة تلك القوى **التراكيب الجيولوجية Geological Structures**. انظر الشكل (١) الذي يمثل أحد التراكيب الجيولوجية.

ولكن على ماذا يعتمد تشوه الصخور، وتكون التراكيب الجيولوجية المختلفة؟

الشكل (١): أحد التراكيب الجيولوجية الناتجة من تشوه الصخور الروسية غرب قرية دلاعة جنوب الأردن.

أصِف التركيب الجيولوجي في الصخور الروسية.

### الفكرة الرئيسية:

تتعرّض صخور القشرة الأرضية إلى قوى قد تغيّر من شكلها أو حجمها أو كليهما معاً، ويعتمد هذا التغيّر على عوامل عدّة منها نوع الإجهاد.

### نتائج التعلم:

- أوضح المقصود بتشوه الصخور، والتراكيب الجيولوجية.
- أصف العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة لمادة هشة وأخرى لدنة.
- أميّز بين أنواع الإجهادات الثلاثة.
- أربط بين نوع التركيب الجيولوجي ونوع الإجهاد الذي أثّر فيه.

### المفاهيم والمصطلحات:

التشوه	Deformation
التراكيب الجيولوجية	Geological Structures
الإجهاد	Stress
المطاوعة	Strain
التشوه الهش	Brittle Deformation
التشوه اللدن	Plastic Deformation

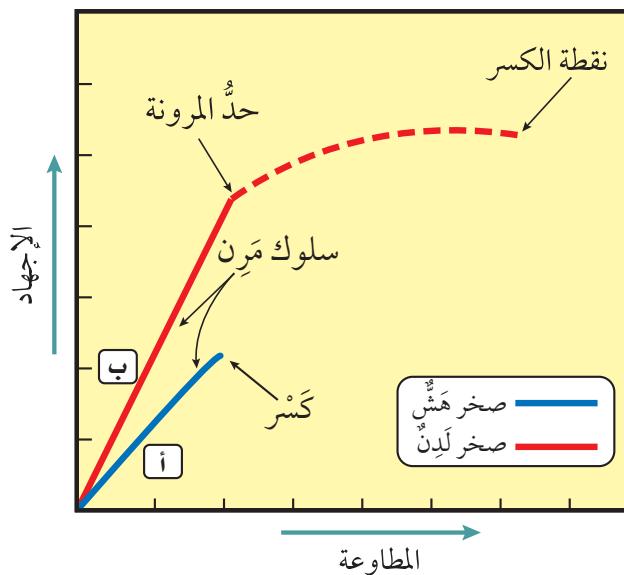


يُشار إلى وحدة قياس الإجهاد  
 $N/m^2$  بوحدة الباسكال.

## الإجهاد والمطاوَعة

تُسمى القوّة المؤثّرة في وحدة المساحة من الصّخور الإجهاد Stress، ويُقاس الإجهاد بوحدة ( $N/m^2$ )، وما يحدث للصّخور من استجابة له كالتغيّر في شكلها أو حجمها أو كليهما معًا تُسمى المطاوَعة Strain. وتعتمد مطاوَعة الصّخور على مقدار الإجهاد المؤثّر فيها وعلى نوعه، وتختلف مطاوَعة الصّخور في الطبيعة تبعًا إلى نوعها؛ إذ تسلّك الصّخور الهشّة والصّخور اللّينة عند تعرّضهما لـ الإجهاد أقلً من حدّ المرونة - وهو الحدّ الذي لا يمكن للصّخور بعده أن تعود إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه قبل تأثيرها بالإجهاد - سلوكًا مرنًا؛ أي تعود إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه عند زوال الإجهاد عنها. وعند زيادة الإجهاد على الصّخور الهشّة على حدّ المرونة، فإنها تنكسر. أما في الصّخور اللّينة، فإن زيادة الإجهاد المؤثّر فيها عن حدّ المرونة يؤدي إلى تغيير شكلها وحجمها من غير كسرٍ لها، وعند زيادة الإجهاد فيها حدًّا يتجاوز نقطة الكسر تنكسر. انظر الشكل (2) الذي يوضح سلوك الصّخور الهشّ والصّخور اللّينة. فالصّخر الهشّ (أ) والصّخر اللّين (ب) يسلكان سلوكًا مرنًا عند زيادة الإجهاد المؤثّر فيما قبل حدّ المرونة. أما بعد هذا الحدّ، فإن الصّخر (أ) ينكسر، والصّخر (ب) يتثنّى، ثم بزيادة الإجهاد عليه ينكسر.

الشكل (2): الإجهاد والمطاوَعة في الصّخور الهشّة واللّينة.  
أبيّن ماذا يحدث للصّخور اللّينة بعد استمرار تعرّضها للإجهاد الذي يزيد على حدّ المرونة.





(ب)



(أ)

### العوامل التي يعتمد عليها تشوه الصخور

#### Factors Affecting Deformation of Rocks

تؤثّر مجموعة من العوامل في استجابة الصخور للإجهادات المختلفة المؤثّرة فيها وتشوّهها، ما يؤدّي إلى اختلاف التراكيب الجيولوجية الناتجة منها، وهي: نوع الصخور، ونوع الإجهاد، ودرجة الحرارة، والزمن.

### أنواع الصخور Types of Rocks

عرفتُ سابقاً أن الصخور في الطبيعة تختلف في مطابعتها، فقد تكون صخوراً هشّة، أو صخوراً لينة، وأن الصخور الهشّة تنكسر عند زيادة الإجهاد المؤثّر فيها على حد المرونة، ويُسمى تشوه الصخور الهشّة عند كسرها **التشوه الهشّ** Brittle Deformation.

ومن الأمثلة عليها: صخور البازلت، وصخور الصوان. انظر الشكل (أ). أما الصخور اللينة، فتشهي عند زيادة الإجهاد المؤثّر فيها على حد المرونة، ويُسمى تشوه الصخور اللينة **التشوه اللين** Plastic Deformation. ومن الأمثلة عليها: الصخور الطينية، وصخور الغبار. انظر الشكل (ب).

الشكل (3):

(أ): صخور رسوبية يظهر فيها التشوه الهشّ؛ نتيجة زيادة الإجهاد المؤثّر فيها على حد المرونة.

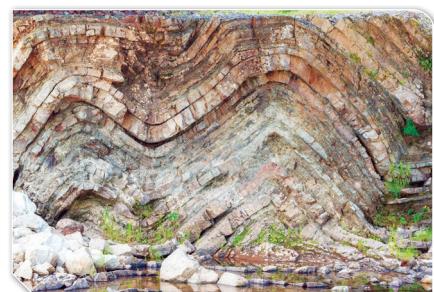
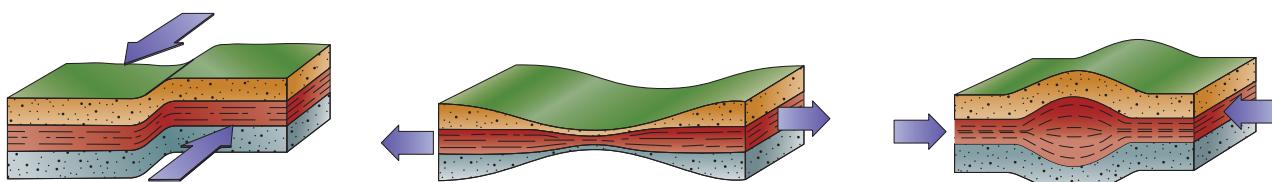
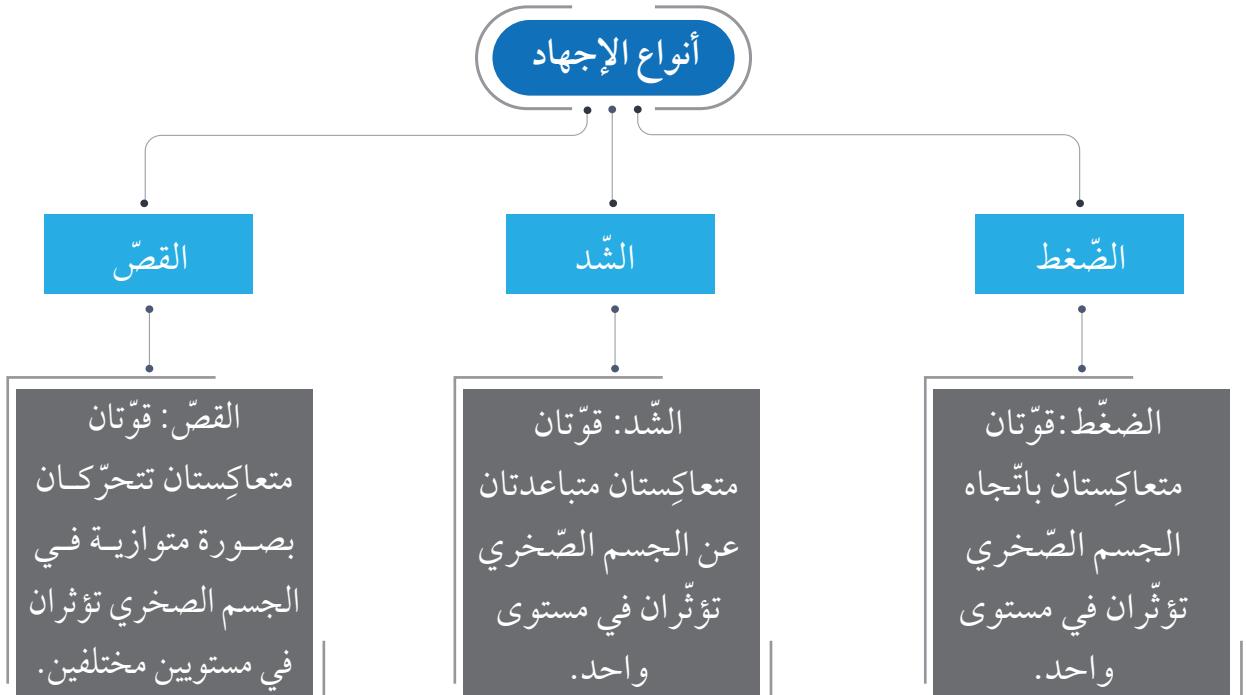
(ب): صخور رسوبية يظهر فيها التشوه اللين؛ نتيجة زيادة الإجهاد المؤثّر فيها على حد المرونة.

**أفكار**

متى يمكن أن تعود الصخور إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه بعد زوال الإجهاد المؤثّر فيها؟

## أنواع الإجهاد

تحتَّلُّفُ التراكيبِ الجيولوجية الناتجة من مطاوعة الصخور الهشة والصخور اللينة باختلاف نوع الإجهاد المؤثر فيها، إذ إن للإجهاد ثلاثة أنواع؛ اعتماداً على اتجاه القوة المؤثرة على الصخر وهي: الضغط، والشد، والقص. انظر المخطط المفاهيمي الوارد في الشكل (4). الذي يبيّن أنواعاً مختلفة من الإجهاد.



الشكل (4): أنواع الإجهاد.

أقارِن بين إجهاد الضغط، وإجهاد القص من حيث اتجاه القوة المؤثرة في الصخور.

ولتعرُّف أثر أنواع الإجهاد في الصخور الْهَشَّة، والصخور الْلَّدِنَة أَنْفَذ النشاط الآتي:



## نشاط

### أثر أنواع الإجهاد في الصخور المختلفة

يوضح الجدول الآتي أثر أنواع الإجهاد المختلفة في كُل من: الصخور الْهَشَّة، والصخور الْلَّدِنَة. أدرس الأشكال في كُل منها، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:

قص	شد	ضغط	نوع الإجهاد
 ع كسر بسبب القص	 ص كسر بسبب الشد	 س كسر بسبب الضغط	الصخور الْهَشَّة
 ن طي بسبب القص	 م اتساع وتقليل السُّمُك في الوسط وارتفاع الأطراف في الصخور	 ل طي بسبب الضغط	الصخور الْلَّدِنَة

### التّحليل والاستنتاج:

- أحدّد نوع الإجهاد المؤثّر في الصخور الْهَشَّة (س، ص).
- أوضح تأثير أنواع الإجهاد في الصخور الْهَشَّة.
- أصف أثر أنواع الإجهاد المختلفة في الصخور الْلَّدِنَة (ل، م، ن).
- أوضح تأثير إجهاد الشد في كُل من: الصخور الْهَشَّة، والصخور الْلَّدِنَة.
- أتوقع:** ماذا تسمى التراكيب الجيولوجية الناتجة من إجهاد الضغط في الصخور الْهَشَّة والصخور الْلَّدِنَة؟



أعمل فيلماً قصيراً  
باستخدام برنامج صانع  
الأفلام (movie maker)  
يوضح أثر الإجهادات المختلفة  
في الصخور الهشة واللدنّة،  
وأحرص على استخدام  
خاصية الرد الصوتي فيه لإضافة  
الشرح المناسب، ثم أشارِكُه  
زملايٍ/ زميلاتي في الصف.

**أتحقق:** أُبَيِّن أثر درجة الحرارة  
في سلوك الصخور الهشة.

توصلت من النشاط السابق إلى أن نوع الإجهاد يحدّد نوع التركيب الجيولوجي الناتج منه، فالصخور الهشة عندما تتعرّض للإجهادات تنكسر بحسب نوع الإجهاد المؤثّر فيها، وتسمّى التراكيب الناتجة من الإجهادات المختلفة المؤثرة في الصخور الهشة الصدوع. أما الصخور اللدنّة عندما تتعرّض للإجهادات، فإنها تتشقّق أو تنقل سماتها في الوسط بحسب نوع الإجهاد المؤثّر فيها، وتُسمّى التراكيب الجيولوجية الناتجة من إجهادي الضغط والقص المؤثّرين في الصخور اللدنّة الطيّات.

### درجة الحرارة Temperature

تسهم درجة الحرارة في تعديل سلوك الصخور الهشة؛ ليصبح سلوكاً لدِنَّا. فصخور القِشرة الأرضية التي توجد بالقرب من سطح الأرض يتغيّر سلوكُها فيصبح سلوكاً لدِنَّا إذا كانت في باطن الأرض؛ لارتفاع درجة الحرارة بزيادة العُمق بفعل الممَال الحراري الأرضي. انظر الشكل (5).

### الزَّمن Time

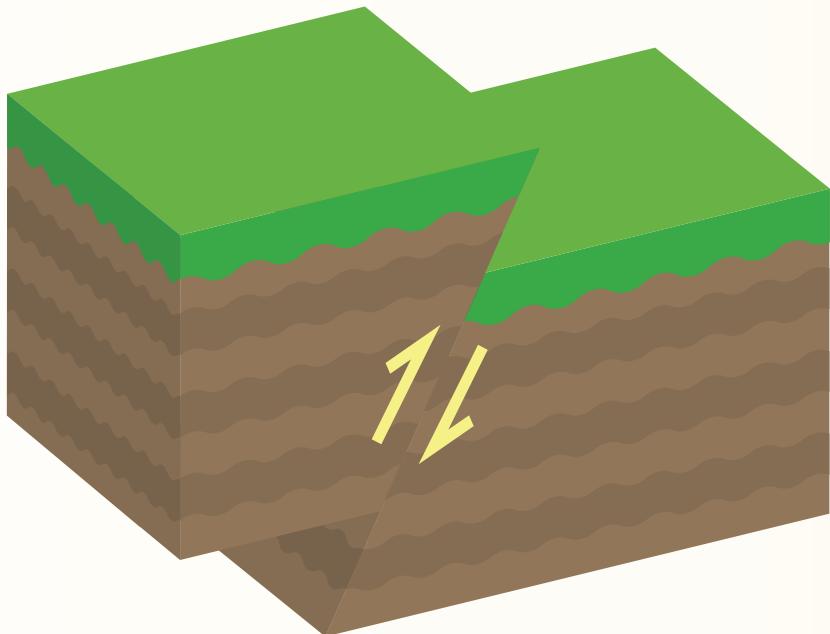
يعدّل الزَّمن سلوك الصخور الهشة؛ ليصبح سلوكاً لدِنَّا؛ بسبب بقاء الصخور مُدَدًا زمنيًّا طويلاً تحت تأثير الإجهاد، دون حد المرونة.

الشكل (5): تسلُكُ صخور الصوآن الهشة سلوكاً لدِنَّا؛ نتيجة تأثيرها بعامل درجة الحرارة.  
أحدّد نوع التركيب الجيولوجي في صخور الصوآن.



## مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسية: أحدد العوامل التي يعتمد عليها تشوّه الصّخور.
2. أوضح المقصود بكل من: الإجهاد، والمطاوعة، والتراكيب الجيولوجية.
3. أصف أثراً إجهاد الشد في الصّخور اللّبدنة.
4. أوضح تأثير درجة الحرارة في تعديل سلوك الصّخور الهشّة.
5. أدرس الشكل الآتي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



- أ. استنتج نوع الإجهاد الذي أثّر في الصّخور.
- ب. أحدد نوع التشوّه في الصّخور؛ نتيجة تأثّرها بالإجهاد الواقع عليها.
- ج. أحدد: ما نوع التراكيب الجيولوجي الناتج؟

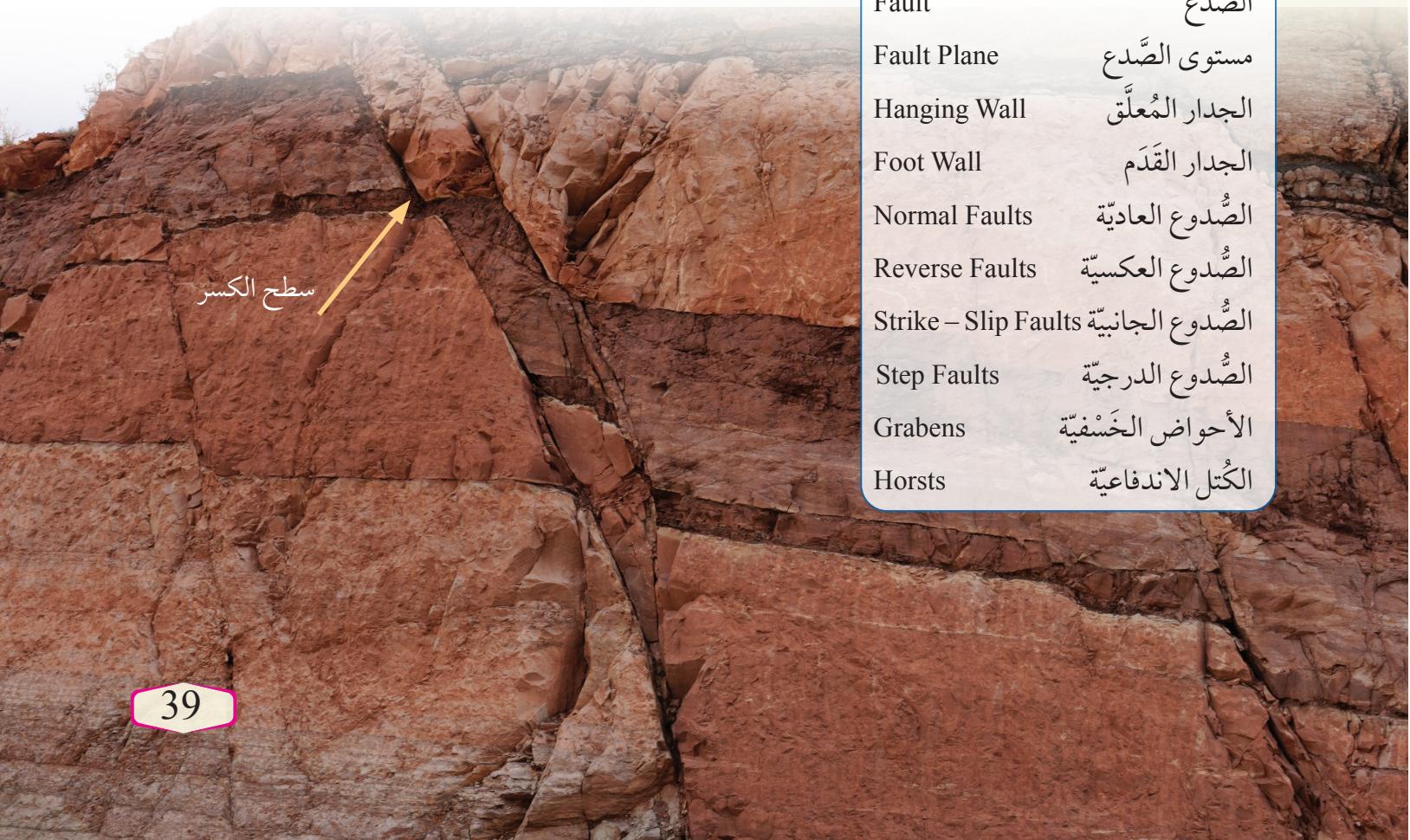


## مفهوم الصَّدْع Concept of Fault

تعلَّمْتُ سابقاً أن الطبقات الصَّخريَّة قد تتعرَّض إلى إجهادات مختلفة تسبِّب تشوُّهها، ويُتَجَزَّء من هذه الإجهادات تراكيُّب جيولوجيَّة مختلفة. وتُعدُّ الصَّدْوع أحد هذه التراكيُّب الجيولوجيَّة، فما المقصود بالصَّدْوع، وما أنواعُها؟

**يُعرف الصَّدْع Fault** بأنه كَسْرٌ يحدُث في صُخور القشرة الأرضيَّة، وينتُج منه كُتلتان صخريَّتان تتحرَّك одна بمنطقة موازية لسطح الكَسر. وقد تتحرَّك الكُتلتان في الصَّدْوع على جانبي الكَسر حرَكة رأسية أو أفقيَّة. وغالباً ما تُبْقى الكُتلتان متلاِمتَين. انظر الشكل (6).

الشكل (6): في الصَّدْوع تتحرَّك الكُتل الصَّخريَّة بصورة موازية لسطح الكَسر.



### الفكرة الرئيسة:

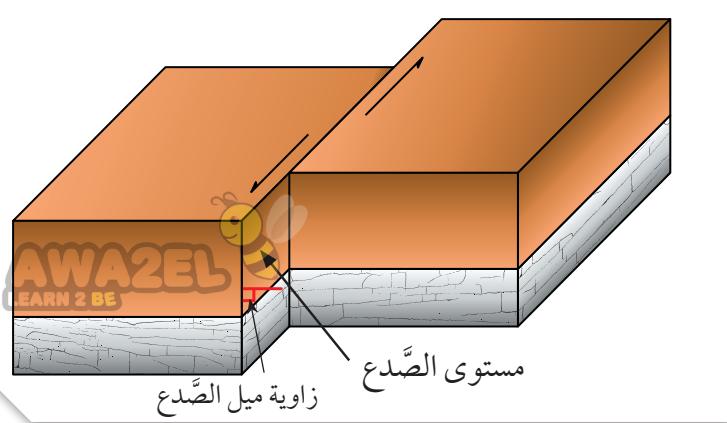
تظهر الصَّدْوع في صُخور القشرة الأرضيَّة بأشكال مختلفة؛ اعتماداً على: ميل مستوى الصَّدْوع، والحركة النَّسبيَّة بين الكُتلتين الصَّخريَّتين على جانبي مستوى الصَّدْوع.

### نتائج التعلم:

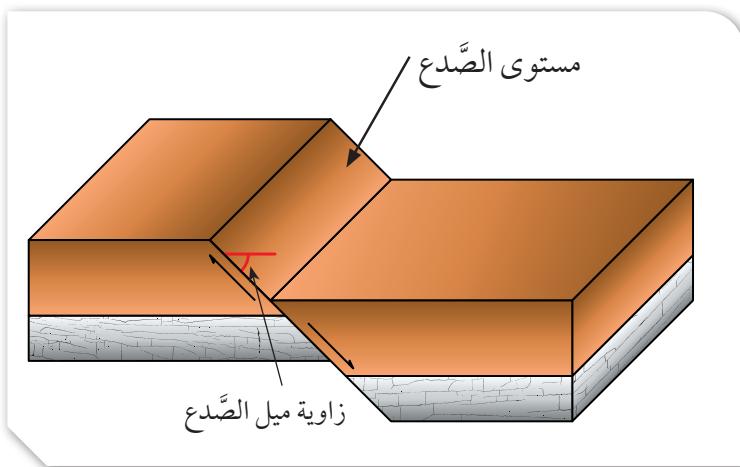
- أوضَّح المقصود بالصَّدْوع.
- أمِّيز أنواع الصَّدْوع المختلفة.
- أربط بين نوع الصَّدْوع ونوع الإجهاد المتسبِّب في نشأته.
- أوضَّح المقصود بأنظمة الصَّدْوع.

### المفاهيم والمصطلحات:

	الصَّدْع
Fault Plane	مستوى الصَّدْوع
Hanging Wall	الجدار المعلق
Foot Wall	الجدار القَدَم
Normal Faults	الصَّدْوع العاديَّة
Reverse Faults	الصَّدْوع العكسيَّة
Strike – Slip Faults	الصَّدْوع الجانبيَّة
Step Faults	الصَّدْوع الدرجَيَّة
Grabens	الأحواض الخَسْفَيَّة
Horsts	الكُتل الاندفعيَّة



(ب)



(أ)

لاحظ الجيولوجيون اختلاف الأشكال التي تظهر فيها الصدوع في صخور القشرة الأرضية. ولتسهيل دراسة الصدوع وتمييزها في الميدان عملوا على تحديد أجزاء لها.

### أجزاء الصدع Fault Parts

الشكل (7):

(أ): مستوى الصدع يصنع زاوية أقل من  $90^\circ$  مع المستوى الأفقي.

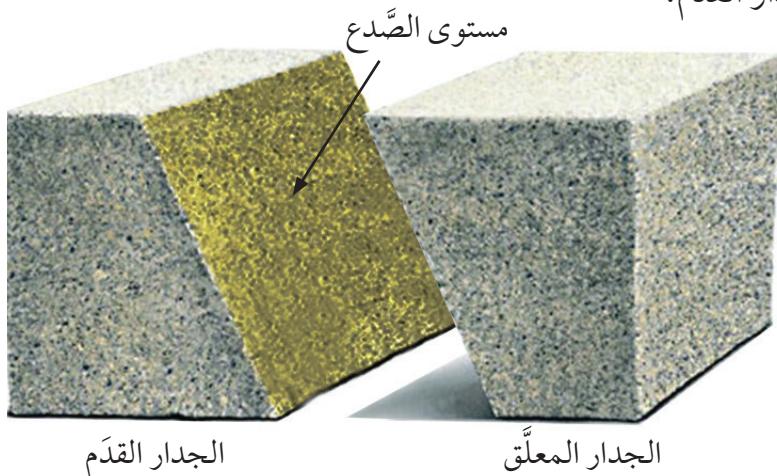
(ب): مستوى الصدع يصنع زاوية مقدارها  $90^\circ$  مع المستوى الأفقي.

- **مستوى الصدع Fault Plane** يُعرَفُ بأنه السطح الذي تتحرك عليه الكتل الصخرية. وقد يكون مستوى الصدع مائلًا عندما تكون زاوية الميل (ميل الصدع) التي يصنعها مع المستوى الأفقي أكبر من صفر، وأقل من  $90^\circ$ ، أو قد يكون مستوى الصدع رأسياً عندما تكون زاوية الميل التي يصنعها مع المستوى الأفقي تساوي  $90^\circ$ .  
أنظر الشكل (7/أ، ب).

- **الجدار المعلق Hanging Wall** وهو الكتلة الصخرية التي تقع فوق مستوى الصدع المائي.

- **الجدار القدم Foot Wall** وهو الكتلة الصخرية التي تقع أسفل مستوى الصدع المائي.

أنظر الشكل (8) الذي يوضح مستوى الصدع، والجدار المعلق، والجدار القدم.



الشكل (8): الجدار المعلق والجدار القدم.

أتوّقّع سبب تسمية كُلّ من: الجدار المعلق، والجدار القدم بهذا الاسم.

## Faults Classification

هل يمكن تمييز الجدار المعلق، والجدار القائم في الصدوع الرأسية؟ لماذا؟

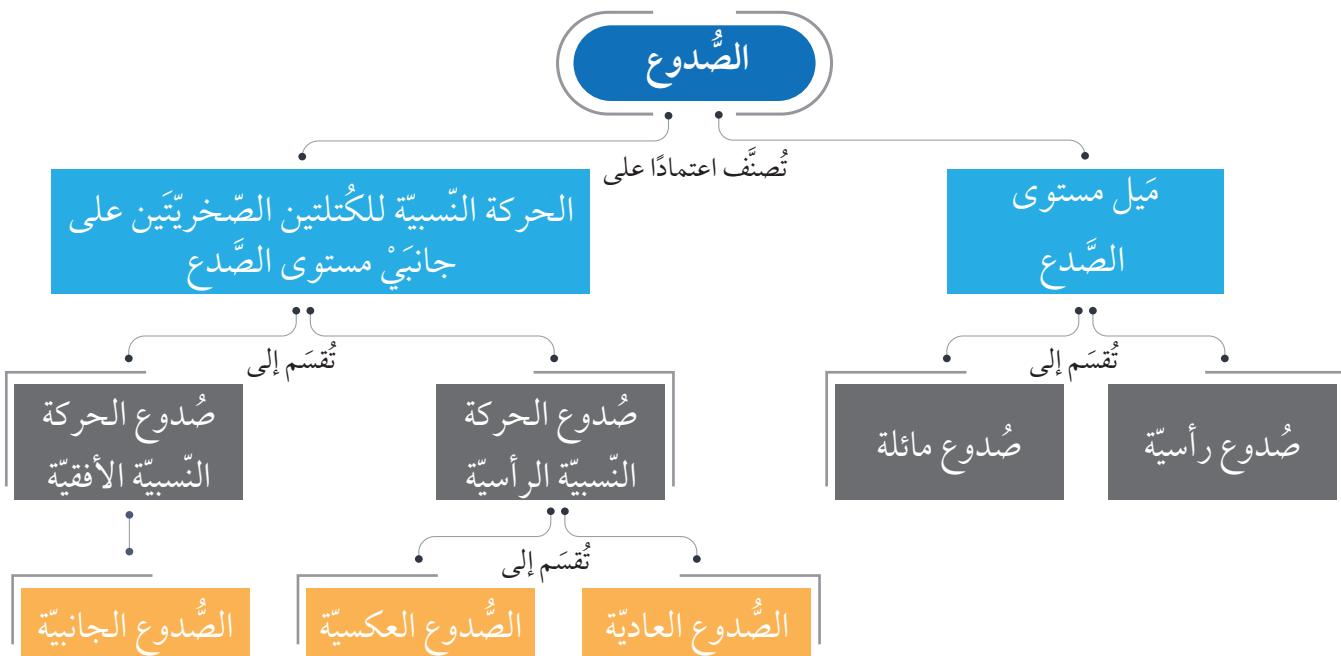
أَفْخَر

تصنّف الصدوع؛ اعتماداً على ميل مستوى الصدوع إلى صدوع رأسية يكون فيها مستوى الصدوع رأسياً، وصدوع مائلة يكون فيها مستوى الصدوع مائلاً.

وتصنّف الصدوع أيضاً؛ اعتماداً على الحركة النسبية للكتلتين الصخريتين على جانبي مستوى الصدوع إلى: صدوع الحركة النسبية الرأسية التي تتحرّك فيها الكتلتان الصخريتان حركة نسبية للأعلى، وللأسفل على مستوى الصدوع، وصدوع الحركة النسبية الأفقية التي تتحرّك فيها الكتلتان الصخريتان حركة نسبية جانبية أفقية على مستوى الصدوع.

تقسم صدوع الحركة النسبية الرأسية إلى نوعين: الصدوع العادي، والصدوع العكسي. أما صدوع الحركة النسبية الأفقية، فتسمى الصدوع الجانبية. انظر المخطط المفاهيمي الوارد في الشكل (9).

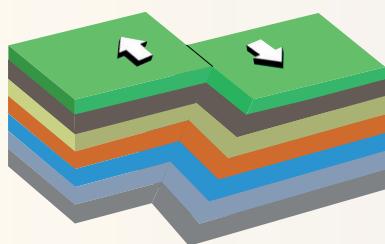
الشكل (9): تصنيف الصدوع؛ اعتماداً على ميل مستوى الصدوع، والحركة النسبية للكتلتين الصخريتين على جانبي مستوى الصدوع.



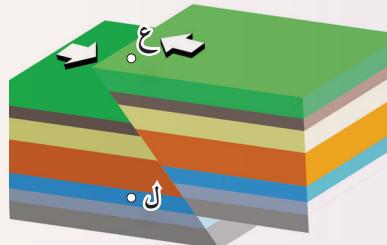
وللتعرّف الصُّدوع الناتجة من الحركة النّسبية للكُتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصَّدوع، أُنفَذَ النّشاط الآتي:

## صُدوع الحركة النّسبية للكُتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصَّدوع

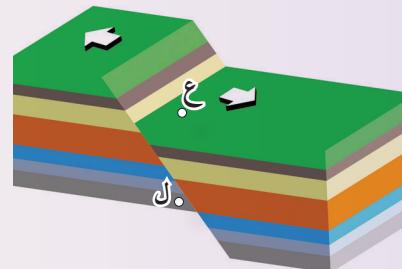
تتحرّك الكُتلتان الصّخريّتان على جانبي مستوى الصَّدوع إمّا حركة نسبية رأسية، أو حركة نسبية أفقيّة، وتختلف أنواع الصُّدوع تبعًا لاختلاف هاتين الحركتين. أدرس الأشكال الآتية التي تمثّل هذه الأنواع المختلفة من الصُّدوع، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



صَدْعٌ جانبيٌّ



صَدْعٌ عكسيٌّ



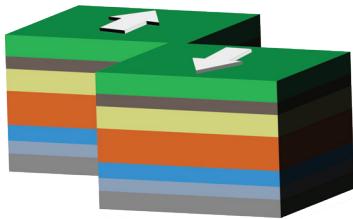
صَدْعٌ عاديٌّ

### التّحليل والاستنتاج:

- أيّن نوع الحركة النّسبية للكُتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصَّدوع في كل من:  
الصَّدوع العاديّ، والصَّدوع العكسيّ، والصَّدوع الجانبيّ.
- أصنِف الصَّدوع العاديّ والصَّدوع العكسيّ من حيث ميل مستوى الصَّدوع.
- أحدّد مستوى الصَّدوع، والجدار المعلق، والجدار القدم لكل من: الصَّدوع العاديّ، والصَّدوع العكسيّ.
- أقارن** بين الصَّدوع العاديّ والصَّدوع العكسيّ من حيث حركة الجدار المعلق نسبة إلى الجدار القدم.
- أحدّد نوع الإجهاد المؤثّر في الصّخور في الأنواع الثلاثة من الصُّدوع.
- اللّاحظ:** هل تتكرّر الطبقات التي يقطعها الخط الرأسى الذي أرسّمه من النقطة (ع) إلى النقطة (ل) في كل من الصَّدعين العاديّ والعكسيّ؟



الشكل (10): أحد الصُّدوع العكسيّة على طريق عُمان التنموي المعروف بشارع الـ 100.



الشكل (11): صَدْع جانبيٌّ، مستوى الصَّدْع فيه رأسيٌّ.

يتبيّن من النشاط السابق أن الصُّدوع العاديّة والصُّدوع العكسيّة Reverse Faults هي صُدوع ناتجة من الحركة الرأسية للكتلتين الصّخريّتين على جانبِي مستوى الصَّدْع، وتُعدُّ صُدوعاً مائلاً؛ لأن مستوى الصَّدْع فيها مائل، إذ يتحرّك الجدار المعلق إلى الأسفل نسبةً إلى الجدار القَدَم في الصُّدوع العاديّة، في حين يتحرّك الجدار المعلق إلى الأعلى نسبةً إلى الجدار القَدَم في الصُّدوع العكسيّة، انظر الشكل (10) الذي يبيّن صدعاً عكسيّاً. أما الصُّدوع

الجانبيّة Strike – Slip Faults، فتتّجُّ من الحركة الجانبيّة الأفقيّة للكتلتين الصّخريّتين على جانبِي مستوى الصَّدْع، ويكون مستوى الصَّدْع فيها رأسيّاً، وأحياناً قد يكون مائلاً. انظر الشكل (11). ولِتعرّف أوّلُه المقارنة بين أنواع الصُّدوع المختلفة انظر الجدول (1).

**أَتَحَقَّق:** أقارن بين الصَّدْع العاديّ والصَّدْع العكسيّ من حيث نوع الإجهاد المسبّب له.

الجدول (1): مقارنة بين الصُّدوع العاديّة والصُّدوع العكسيّة والصُّدوع الجانبيّة.

الصَّدْع الجانبيّ	الصَّدْع العكسيّ	الصَّدْع العاديّ	أوجه المقارنة
إجهاد قصّ.	إجهاد ضغط.	إجهاد شدّ.	نوع الإجهاد المسبّب.
أفقية.	رأسيّة.	رأسيّة.	نوع الحركة النسبيّة على جانبِي مستوى الصَّدْع.
يَمِيل بزاوية $90^{\circ}$ وقد يَمِيل بزاوية أكبر من صفر و أقل من $90^{\circ}$ .	يَمِيل بزاوية أكبر من صفر و أقل من $90^{\circ}$ .	يَمِيل بزاوية أكبر من صفر و أقل من $90^{\circ}$ .	يَمِيل مستوى الصَّدْع عن المستوى الأفقيّ.
تتحرّك الكتلتان الصّخريّتان بصورة أفقية نسبة إلى الجدار القَدَم.	يتحرّك الجدار المعلق إلى الأعلى نسبة إلى الجدار القَدَم.	يتحرّك الجدار المعلق إلى الأسفل نسبة إلى الجدار القَدَم.	اتّجاه حركة الكتلتين الصّخريّتين على جانبِي مستوى الصَّدْع.
لا يحدث تكرار للطبقات الصّخريّة فيه رأسيّاً مع العُمق.	تتكرّر الطبقات الصّخريّة فيه رأسيّاً مع العُمق.	لا يحدث تكرار للطبقات الصّخريّة فيه رأسيّاً مع العُمق.	تكرار الطبقات فيها مع العُمق.

## Faults Systems أنظمة الصُّدُوع



عندما تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى شدّ؛ نتيجة لحركة الصفائح التكتونية، تتشكل فيها مجموعة من الصُّدُوع العاديّة، وتكون ما يُسمى بأنظمة الصُّدُوع. وتعُد الصُّدُوع الدرجية، والأحواض الخَسْفِيَّة، والكتل الاندفاعيَّة أمثلةً عليها. فكيف يتَّسَكَّل كل منها؟

### الصُّدُوع الدرجية Step Faults

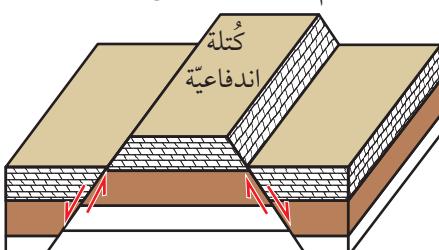
تشتَّتَ الصُّدُوع الدرجية Step Faults عندما تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى شدّ تؤدي إلى إحداث مجموعة من الصُّدُوع العاديّة المتوازية، وتأخذ الكتل الصخريَّة فيها شكل الدرج، أنظر الشكل (12). ويُزَجِّرُ الأردن بجموعة من الصُّدُوع العاديّة المتوازية في مناطق عدَّة، من أمثلتها: الصُّدُوع العاديّة المتوازية في وادي الموجب.

### الأحواض الخَسْفِيَّة Grabens

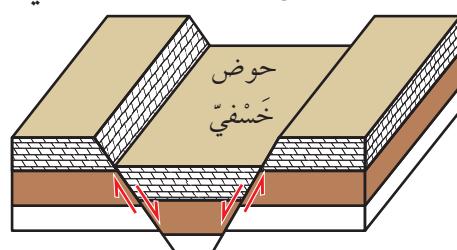
تشتَّتَ الأحواض الخَسْفِيَّة Grabens عندما تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى شدّ تؤدي إلى إحداث صدعين عاديَّين متقابلين، تهبط الكتل الصخريَّة بينهما للأسفل، بحيث يشتَركان في الجدار المعلق، أنظر الشكل (13/أ)، ويعُدُّ غور الأردن مثلاً على الأحواض الخَسْفِيَّة.

### الكتل الاندفاعية Horsts

تشتَّتَ الكتل الاندفاعية Horsts عندما تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى شدّ تؤدي إلى إحداث صدعين عاديَّين متقابلين، تبرز الكتل الصخريَّة بينهما للأسفل عندما تهبط الكتل الصخريَّة على جانبيها للأسفل، بحيث يشتَركان في الجدار القَدَم. أنظر الشكل (13/ب).



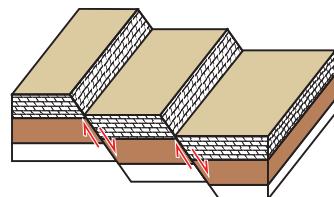
(ب)



(أ)



أعمل فيلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح أنواع الصُّدُوع المختلفة، وأحرِص على استخدام خاصَّة الرَّد الصوتي فيه؛ لإضافة الشَّروح المناسبة، ثم أشارِكَه زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (12) : الصُّدُوع الدرجية.

✓ **أتحقق:** أصف الصُّدُوع المكوَّنة لكل من الصُّدُوع الدرجية، والكتل الاندفاعية.

الشكل (13) :

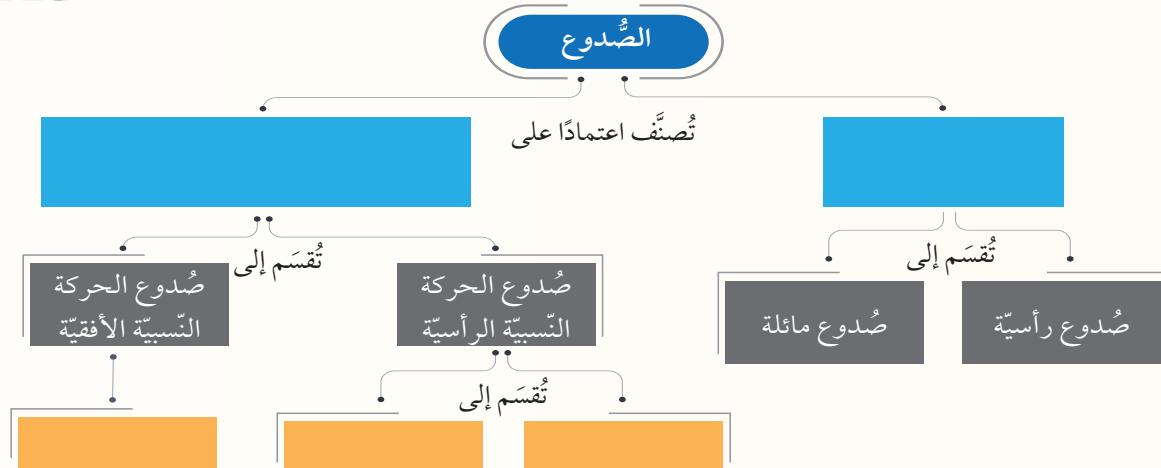
(أ) : حوض خَسْفِيٌّ.

(ب) : كُتلة اندفاعيَّة.

# مراجعة الدرس

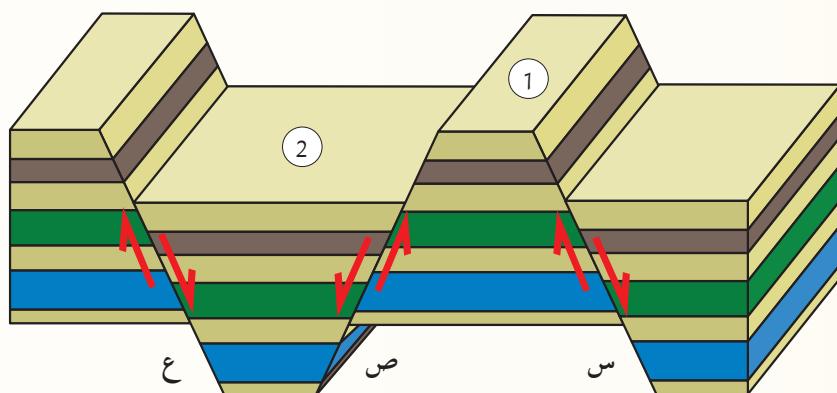


1. الفكرة الرئيسية: أكمل المخطط المفاهيمي الآتي بما يناسبه من كلمات:



2. أوضح المقصود بكل من: الصَّدع، والجَدار الْقَدَم، والصُّدُوع الْدَرْجِيَّة.

3. أدرُس الشكل الآتي الذي يوضِّح ثلاثة صُدُوع (س، ص، ع) والكتلتين الصَّخريَّتين (1، 2)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



أ. أحَدِّد على الشكل كلاً من: الجَدار الْمَعْلَق، والجَدار الْقَدَم، ومستوى الصَّدع للصَّدع (س).

ب. أستنتج نوع الصُّدُوع (س، ص، ع).

ج. أصف العلاقة بين الصَّدعيَّن (ص، ع).

د. أذْكُر: ماذا تُسمَّى الكتلتان الصَّخريَّتان (1، 2)؟

# الطيّات

Folds



## مفهوم الطيّة Concept of Fold

تُعرَفُ الطيّاتُ بأنها أحد التراكيب الجيولوجية التي تتشاءم الصخور اللدنة، أو في الصخور الهشة التي تعرّض لدرجات حرارة مرتفعة عند وجودها على أعماق كبيرة في باطن الأرض. إذ تتشكل الطبقات الصخرية مثل: الصخور الرسوبية، وبعض الصخور البركانية، وتتقوس دون أن تتكسر، وتميل باتجاهين متلاقيين نتيجة تعرّضها غالباً لإجهاد الضغط. انظر الشكل (14). وقد تكون الطيّات صغيرة الحجم يمكن مشاهدتها في الطبقات الصخرية، وتتبع أجزائها كاملة، وقد تكون ضخمة لا يمكن مشاهدتها وتتبع أجزائها كاملة. إذ نرى أجزاءً منها فقط. ولدراسة الطيّات في الصخور وتبعها لا بدّ من معرفة أجزائها.

فما أجزاء الطيّة، وكيف يصنّفها الجيولوجيون؟

الشكل (14): طبقات صخرية مقوسة نتيجة تعرّضها لإجهاد ضغط.  
أصنف اتجاه التقوس في الطبقات الصخرية.

3

الدرس

الفكرة الرئيسة:

تنتُجُ الطيّات من تعرّض الطبقات الصخرية لإجهاد الضغط، فتتقوس نحو الأعلى، أو نحو الأسفل، وتُصنّف الطيّات اعتماداً على أساس عدّة، منها: اتجاه التقوس، وزاوية ميل المستوى المحوري.

نتائج التعلم:

- أوضّح المقصود بالطية.
- أمّيز أنواع الطيّات المختلفة.

المفاهيم والمصطلحات:

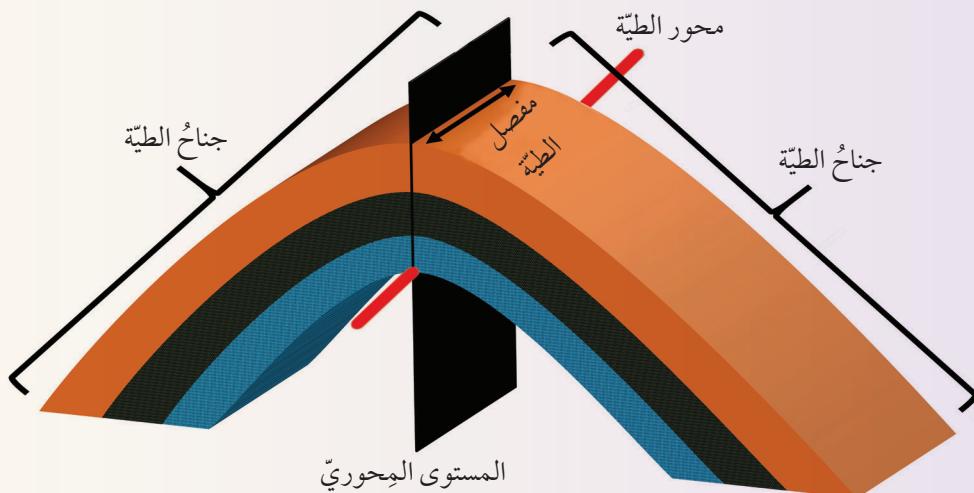
Anticlines	طيّات محدبة
Synclines	طيّات مقعرة
Symmetrical Fold	طيّة متماثلة
Asymmetrical Fold	طيّة غير متماثلة
Overturned Fold	طيّة مقلوبة
Recumbent Fold	طيّة مضطّجعة

ولتعرف أجزاء الطية أنفذ النشاط الآتي:

## نشاط

### أجزاء الطية

تختلف الطيات في أشكالها وحجومها، ولكن مهما تعددت هذه الأشكال والحجوم، فإنها تتشابه في أجزائها. أدرس الشكل الآتي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



### التّحليل والاستنتاج:

1. أحدد أجزاء الطية المبينة في الشكل.
2. أذكر: كم جناحاً للطية؟
3. أذكر: ماذا يسمى الخط الذي يصل بين النقاط التي تقع على أكبر تكور (انحناء) للطية؟
4. أصف: كيف يقسم المستوى المحوري الطية؟
5. أصف اتجاه تقوس الطية.
6. أرسم على الشكل سهماً يبيّن اتجاه ميل جناحِيِّ الطية.
7. **اقتراح** اسمًا للطية المبينة في الشكل اعتماداً على اتجاه تقوس الطبقات الصخرية.

## أجزاء الطية Fold Parts

أتحقق: أصف أجزاء الطية.

تتكون الطية من مجموعة من الأجزاء، أهمها:

- **جناح الطية Fold Limb**: أحد جانبي الطية، وللطيّة جناحان اثنان



مكوّنان من طبقات مائلة، يلتقيان عند محور الطية، وغالباً ما يميل جناحا الطية في اتجاهين مختلفين.

- **مفصل الطية Fold Hinge**: الخط الوهمي الذي يصل بين النقاط التي تقع على أقصى تكؤِ (انحناء) للطية.

- **المستوى المحوري Axial Plane**: مستوى وهمي يمر في محور الطية، ويقسم الطية إلى نصفين، وقد يكون مائلاً أو رأسياً أو أفقياً.

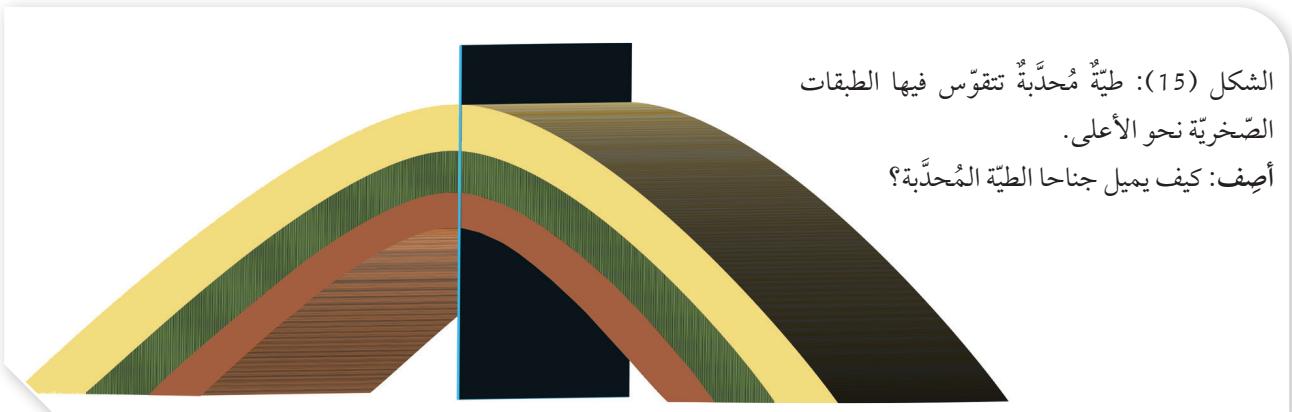
- **محور الطية Fold Axis**: يُعد محور الطية خطّاً من المستوى المحوري، وهو الخط الذي تحدُث عنده عملية الطيّ، ويحدُد أقصى تكؤِ لطبقة ما في الطية.

## تصنيف الطيات Classification of Folds

صنّف العلماء الطيات اعتماداً على مجموعة من الأسس، منها:  
اتّجاه تقوس الطبقات الصّخريّة، وزاوية ميل المستوى المحوري.

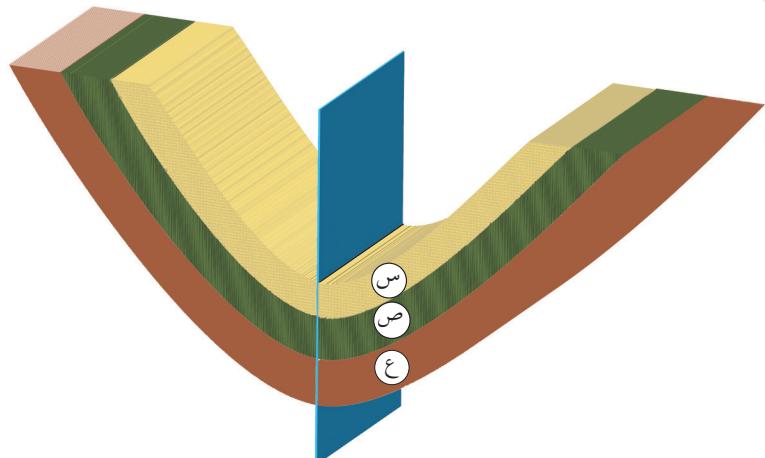
### اتّجاه التقوس Curvature Direction

تنقسم الطيات اعتماداً على اتجاه تقوس الطبقات الصّخريّة فيها إلى نوعين هما: **طيات محدبة Anticlines** تقوس فيها الطبقات الصّخريّة نحو الأعلى، ويميل جناحاها بعيداً عن المستوى المحوري، وتكون الطبقات الأقدم في وسطها. انظر الشكل (15).



الشكل (16): طيّة مُقعرَةٌ تقوس فيها الطبقات الصّخريّة نحو الأسفل.

أبْيَنْ على الشكل ترتيب الطبقات الصّخريّة (س، ص، ع) من الأقدم إلى الأحدث.



أعمل فيلماً قصيراً

باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح أنواعاً مختلفة من الطيّات، وأحرِص على استخدام خاصية الرد الصوقي فيه لإضافة الشرح المناسب عليها، ثم أشارِكَه زملائي / زميلاتي في الصف.

**طيّات مُقعرَةٌ Synclines** تقوس فيها الطبقات الصّخريّة نحو الأسفل، ويميل جناحاها نحو المستوى المحوريّ، وتكون الطبقات الصّخريّة الأحدثُ في وسطها. انظر الشكل (16).

### زاوية ميل المستوى المحوريّ Dip Angle of the Axial Plane

تُسمّى الطيّة التي يميل جناحاها بزاوية ميل متساوية على كلا الجانبين؛ سواءً كانت طيّةٌ مُحدّبةً، أم طيّةٌ مُقعرَةٌ طيّةٌ متماثلة Symmetrical Fold. ويكون فيها المستوى المحوريّ عمودياً على سطح الأرض. وتشكّل مثل هذه الطيّات عندما تتعرّض الطبقات الصّخريّة لضغطٍ متّسٍّ على كلا الجانبين. انظر الشكل (17/أ).

أمّا الطيّة التي يميل كل جناح من جناحيها بزاوية ميل مختلفة عن الأخرى سواءً كانت طيّةٌ مُحدّبةً، أم طيّةٌ مُقعرَةٌ فتُسمّى طيّةٌ غيرٌ متماثلٌ Asymmetrical Fold. ويكون فيها المستوى المحوريّ مائلًا بزاوية أقلَّ من  $90^{\circ}$ ، أي غيرٌ متعامِدٌ على سطح الأرض. وتشكّل هذه الطيّة عندما تتعرّض الطبقات الصّخريّة لضغطٍ غيرٍ متّسٍّ على كلا الجانبين. انظر الشكل (17/ب).

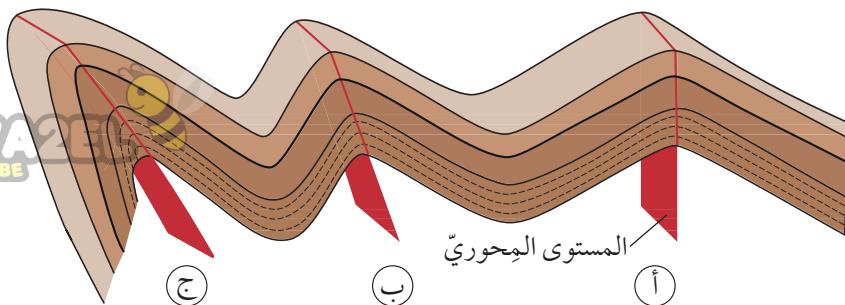
الشكل (17) : طيّات مختلفة في زاوية ميل مستواها

المحوريّ :

(أ) : طيّة متماشّة.

(ب) : طيّة غير متماشّة.

(ج) : طيّة مقلوبة.



### أمّا الطيّة المقلوبة Overturned Fold

فهي الطيّة التي يميل جناحها في الاتّجاه نفسه، إذ تزيد زاوية ميل أحد جناحيها على  $90^{\circ}$ ، وفي هذه الحالة يكون المستوى المحوري مائلًا عن المستوى العمودي (وهو مستوى يصنع زاوية  $90^{\circ}$  مع المستوى الأفقي) بدرجة كبيرة، وتكون الطبقات المكوّنة لأحد الجناحين مقلوبةً. انظر الشكل (17/ج).

وتسمى الطيّة التي يميل جناحها في الاتّجاه نفسه بصورة أفقية تقريبًا طيّة مُضطَّجعة Recumbent Fold ويكون المستوى المحوري لهذه الطيّة أفقياً. انظر الشكل (18).

✓ **أتحقق:** أوضّح المقصود بالطيّة المقلوبة.

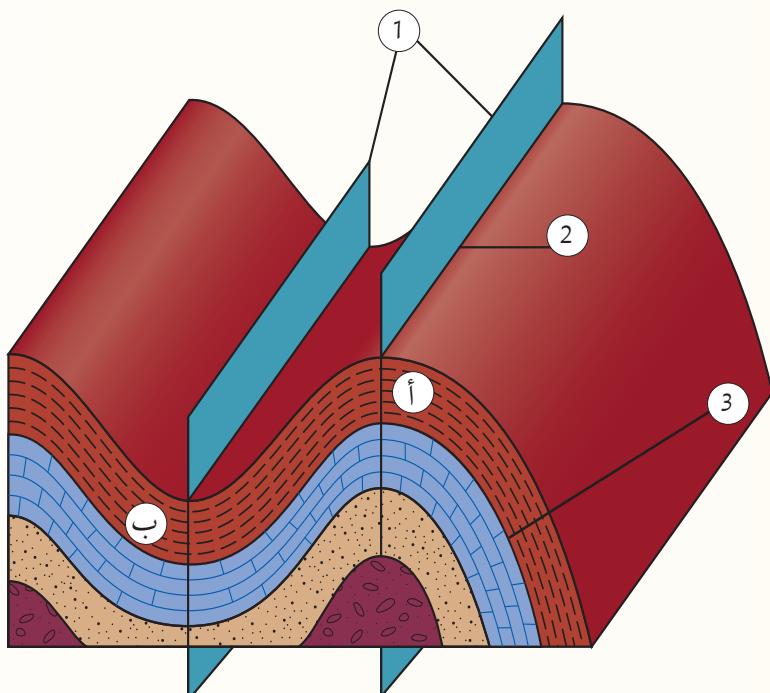
الشكل (18) : طيّة مُضطَّجعة.



# مراجعة الدرس



1. الفكرة الرئيسية: أصنف الطيات اعتماداً على اتجاه التقوس، وزاوية ميل المستوى المحوري.
2. أوضح المقصود بكل من: الطية، وجناح الطية، ومحور الطية.
3. أدرس الشكل الآتي جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



- أ. أحدد على الرسم الأجزاء المشار إليها بالأرقام (٣، ٢، ١).
- ب. أصنف الطيّتين (أ، ب) اعتماداً على اتجاه التقوس.
- ج. أستنتج: أين تقع الطبقات الأقدم والأحدث في كل من الطيّتين (أ، ب)؟
- د. أصف: كيف يميل جناحا الطية (ب) نسبة إلى المستوى المحوري.
- هـ. أحدد نوع الإجهاد الذي سبب تشكّل كل من الطيّتين (أ، ب).
- و. أنوّع الصدع المتكون في صخور القشرة الأرضية إذا رافق عملية طي الصخور صدعاً.

## الإثراء والتتوسيع

# الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology



تُعرَفُ الجيولوجيا الهندسيةُ بأنها تطبيق عمليٌّ لعلم الجيولوجيا في مجال الهندسة. وفيها تؤخذ العوامل الجيولوجية بعين الأهمية والتركيز عليها في الأعمال الهندسية المختلفة، إذ تؤثِّر هذه العوامل في: اختيار الموقع، وعملية تصميم البناء، ومرحلة البناء، وكيفية تشغيل المنشآت بعد بنائه.

تؤثِّر التراكيب الجيولوجية في المشاريع الهندسية المشيدة فوقها، وتحكم بصورة رئيسة في عملية اختيار موقع السدود، والمستودعات، والمطارات، والأنفاق وغيرها من المشاريع الهندسية الكبيرة. إذ إن وجود الطيات والصدوع في الطبقات الصخرية غير مرغوبٍ فيه من الناحية الهندسية؛ لأنَّه يضعف قابلية التحمل للطبقات الصخرية خصوصاً عند إقامة المشاريع الكبيرة مثل السدود التي تسلط أحمالاً كبيرة على الأساسات تحتها، ثم في النهاية، فإنَّها تعمل على تفتيت الصخور؛ وبذلك تؤثِّر في المنشآت المُقامَة فوقها.

### الكتابة في الجيولوجيا

أكتب فقرة حول أهمية دراسة التراكيب الجيولوجية في المشاريع الهندسية، ثم أشارك ما أكتبه مع زملائي / زميلاتي في الصف.

# مراجعة الوحدة

6. التركيب الجيولوجي الذي يمثله الشكل الآتي هو:



- أ) صَدْعٌ عاديٌ.  
ب) صَدْعٌ عكسيٌ.  
ج) طِيَّةٌ مُحَبَّبةٌ.  
د) طِيَّةٌ مُقَعَّرَةٌ.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ من المصطلحات:

1. تُسمى الطية التي يميل جناحها بزاوية ميل غير متساوية على كلا الجانبين سواءً أكانت طيةٌ مُحَبَّبةٌ أم طيةٌ مُقَعَّرةٌ: .....

2. الخط الوهمي الذي يصل بين النقاط التي تقع على أقصى تكور (انحناء) للطية هو: .....

3. تتكون الطية من مجموعة من الأجزاء، منها: ....., ....., .....

4. تُسمى الكتلة الصخريّة التي تقع أسفل مستوى الصدع: .....

5. أحد أنواع الصدوع الذي تتحرّك فيه الكتلتان الصخريّتان بصورة أفقية نسبة إلى بعضها بعضاً: .....

6. يعتمد تشوه الصخور على مجموعة من العوامل، منها: ....., .....

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. تُسمى الانشاءات الناتجة من تعرض الطبقات الصخريّة لاجهاد الضغط:

- أ) الصُّدوع العاديّة.  
ب) الطيّات.  
ج) الكُتل الاندفاعيّة.  
د) الأحواض الحَسْفيّة.

2. الصُّدوع الناتجة من حركة الجدار المعلق إلى الأعلى نسبة إلى الجدار القدم؛ هي صُدوع:

- أ) عاديّة.  
ب) عكسيّة.  
ج) درجية.  
د) حَسْفيّة.

3. تُسمى الطية التي يكون فيها المستوى المحوري أفقياً الطية:

- أ) المقلوبة.  
ب) المضطجعة.  
ج) المتماثلة.  
د) غير المتماثلة.

4. أحد التراكيب الجيولوجية الآتية ينتج بفعل إجهادات الشد:

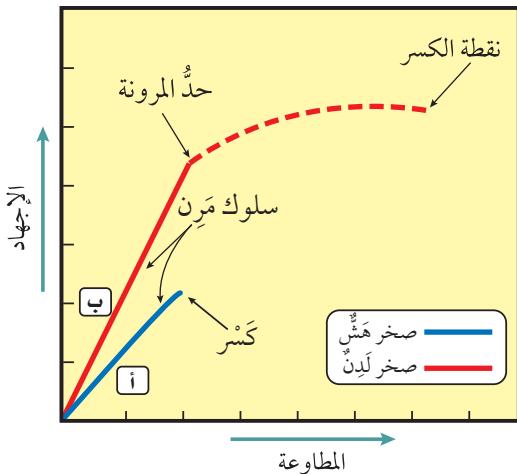
- أ) الطية المُحَبَّبة.  
ب) الطية المُقَعَّرة.  
ج) الصَّدَع العادي.  
د) الصَّدَع العكسي.

5. تُسمى الطية التي يميل جناحها بزاوية ميل متساوية على كلا الجانبين، سواءً أكانت طيةٌ مُحَبَّبةٌ أم طيةٌ مُقَعَّرةٌ، طية:

- أ) متماثلة.  
ب) غير متماثلة.  
ج) مضطجعة.

## السؤال السابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يبيّن العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة لصخورٍ هشّة، وأخرى لدنةٍ. ثم أجب عن ما يليه:



- أصف العلاقة بين الإجهاد والمطاوعة.
- أصف ما يحدث للصخر (أ) عند تأثير إجهاد عليه دون حد المرونة.
- أقارن بين سلوك الصخر (أ) وسلوك الصخر (ب) عندما يؤثر فيهما إجهاد يزيد على حد المرونة.
- أذكر مثلاً على نوع كل من: الصخر (أ)، والصخر (ب).

## السؤال الثامن:

أقارن بين موقع الجدار القائم، والجدار المعلق في كل من الصدعين: العادي، والعكسي.

## السؤال التاسع:

أتوقع: هل يمكن أن تتشكل الطيّات في الصخور الهشّة؟ لماذا؟

## السؤال العاشر:

أبيّن: متى توصّفُ الطيّاتُ بأنها متماثلة، ومتى توصّفُ بأنها غير متماثلة؟

## السؤال الثالث:

أصف: كيف يؤثّر إجهاد الشد في الصخور الهشّة؟

## السؤال الرابع:

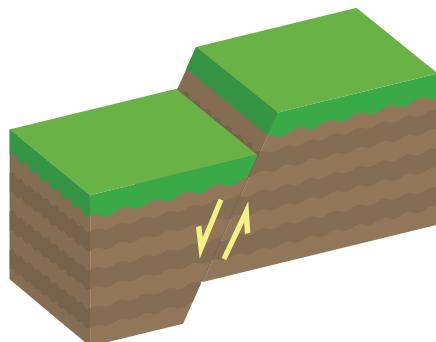
أناقش: كيف ت تكون الكتل الاندفاعية؟

## السؤال الخامس:

أقارن بين إجهاد الضغط والشد من حيث اتجاه القوّة المؤثرة في الصخر.

## السؤال السادس:

أدرس الشكل الآتي الذي يبيّن أحد أنواع الصدوع، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ) أحدد على الشكل أجزاء الصدوع.

ب) أبيّن نوع الإجهاد الذي أدى إلى تكوّن الصدوع.

ج) أستنتج نوع الصدوع.

د) أتوقع: هل يؤدي هذا النوع من الصدوع إلى تكرار بعض الطبقات الصخرية؟

# الوحدة

3

## الصّفائح التكتونية

AWAZEL  
LEARN 2 BE

Plate Tectonics

جبل طوروس جنوب تركيا

### أتَأْمِل الصُّورَة

تتحرّك الصّفيحة العربيّة نحو الشمال، والشمال الشرقي، وتصطدم بالصّفيحة الأوروسيّة، وينشأ عن حركة الصّفيحة العربيّة وبقى الصّفائح العديدة من المظاهر الجيولوجيّة، فما المظاهُر الجيولوجيّة التي تنتُج من حركة الصّفائح الأرضيّة؟

## الفكرة العامة:

تشكل العديد من المظاهر الجيولوجية ومنها: السلاسل الجبلية، والجبال البركانية، وظهور المحيطات، بفعل حركات الصفائح الأرضية المختلفة.

### الدرس الأول: انجراف القارات

**الفكرة الرئيسية:** كانت جميع القارات الحالية تشكل قارة واحدة تسمى بانجيا، ثم انقسمت وأخذت بالتباعد حتى وصلت إلى وضعها الحالي.

### الدرس الثاني: توسيع قاع المحيط

**الفكرة الرئيسية:** تتوسع قيعان المحيطات بصورة مستمرة عند ظهور المحيط، ومن ثم يؤدي ذلك إلى بناء قشرة محيطية جديدة فيها.

### الدرس الثالث: حدود الصفائح

**الفكرة الرئيسية:** تكون المظاهر الجيولوجية ومنها السلاسل الجبلية، والأخاديد البحريّة عند حدود الصفائح. وتُعدُّ تيارات الحمل في السّtar القوى الرئيسية المسؤولة عن حركة الصفائح الأرضية.

# تجربة استهلاكية



## صَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِيٌّ

يفصل صَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِيٌّ بين الصَّفِيحةِ الْعَرَبِيَّةِ في الشَّرْقِ، وصَفِيحةِ سِيناءَ في الغَربِ، ويبلغ طوله  $1000\text{ km}$  تقريباً، حيث يمتد من بداية خليج العقبة الجنوبي، وحتى جنوب تركيا. وتمثل النقطتان (A وB) على الخريطة صخوراً لها العمر نفسه، وكذلك التركيب الكيميائي والمعدني نفسه، وتقعان على جانبي صَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِيٌّ. وقد قدرت سرعة الحركة الأفقية لصَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِي بـ  $0.47 \pm 0.07\text{ cm/y}$ .

**المواد والأدوات:** مِسْطَرَة، أوراق حجم A4، خريطة جيولوجية.

### خطوات العمل:

1 أقيس المسافة بين النقطتين (A وB)؛ باستخدام المِسْطَرَة.

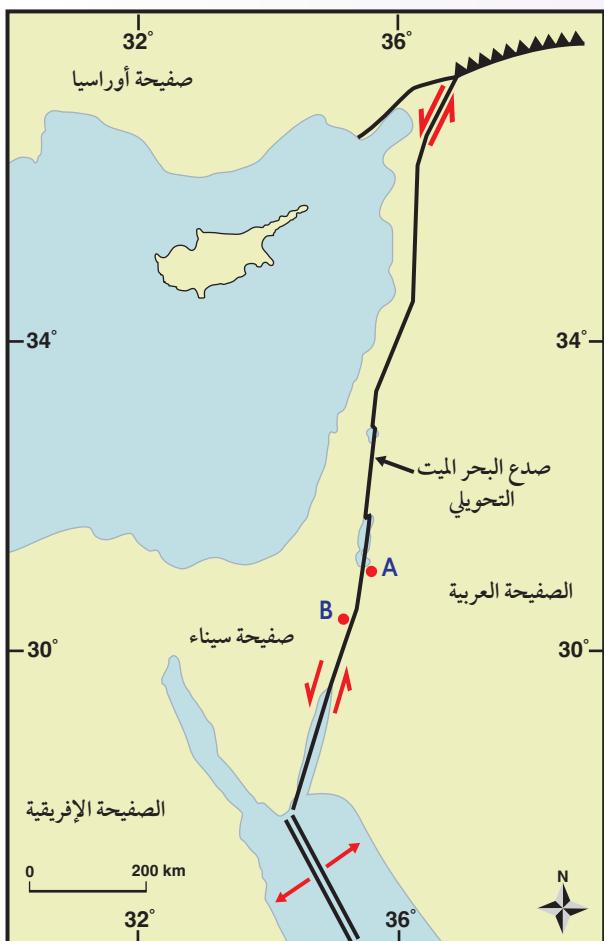
2 أحدّد المسافة الفعلية بين النقطتين؛ باستخدام مقياس رسم الخريطة.

### التحليل والاستنتاج:

1. **أحسب** المسافة بين النقطتين (A وB) بعد إذا علمت أن مُعَدَّلَ الحركة على جانبي صَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِي تساوي  $0.5\text{ cm/y}$  تقريباً.

2. **أحسب** المدة الزمنية اللازمة؛ لتصبح المسافة بين النقطتين (A وB)  $300\text{ km}$ .

3. **أتوقع**: ما القوى التي تسبّب الحركة على جانبي صَدْعُ الْبَحْرِ الْمَيِّتِ التَّحْوِيلِي؟



# انجراف القارات

Continental Drift

1

الدرس



## فرضية انجراف القارات Continental Drift Hypothesis

إذا نظرتُ إلى خريطة العالم، الاحظ أن حوافَ بعض القارات يمكن أن تتطابق معًا، مثلَ لعبة تركيب القطع (Jigsaw Puzzle). وقد لاحظ أيضًا رسّامو الخرائط الجغرافية منذ أكثر من 400 عام، أن هناك تطابقًا بين حوافِ القارات على جانبيِّ المحيط الأطلسيِّ.

### باتغيا Pangaea

لاحظ عالم الأرصاد الألمانيّ (ألفرد فنر) التطابق الكبير بين حوافِ القارات، ورأى أن هذا التطابق لا يمكن أن يكون مجردَ صدفة، فاقترح في عام 1912 م فرضيةً أسمها فرضية انجراف القارات **Continental Drift Hypothesis** التي تنصُّ على أن "جميع القارات الحاليّة كانت تشكّل في الماضي قارةً واحدة سمّاها بانغيا **Pangaea**، وتَعني كُلَّ اليابسةِ يحيط بها محيط يسمّى بانثالاسا، ويعني كُلَّ المحيط. وقد بدأت قارة بانغيا منذ 200 m.y تقريبًا بالانقسام إلى قارات أصغر، ثم أخذت القارات بالانجراف ببطءٍ حتى وصلت إلى مواقعها الحاليّة". انظر الشكل (1).



القارّات في وضعها الحالي



القارّات قبل 200 m.y تقريبًا

**الفكرة الرئيسة:**  
كانت جميع القارات الحاليّة تشكّل قارةً واحدة تُسمّى بانغيا، ثم انقسمت وأخذت بالتَّبَاعُد حتَّى وصلت إلى وضعها الحالي.

- نتائجَ التَّعلُّم:**
- أشرح السياق التاريخي لفرضية انجراف القارات للعالم أفرد فنر مع أدلةَها.
  - أنقض فرضية انجراف القارات بالأدلة.

**المفاهيم والمصطلحات:**  
فرضية انجراف القارات  
Continental Drift Hypothesis  
Pangaea  
بانغيا

الشكل (1): كانت القارات قبل 200 m.y تقريبًا تشكّل قارةً واحدة تُسمّى بانغيا.

# النَّدْرَةُ 1

## قارَّةٌ بانغيَا

AWAZED  
LEARN 2 BE

افترَض فغَنَر اعتماداً على تطابقِ حواَفِ القارَّات أنَّ القارَّات قبل 200 m.y كانت قارَّةً واحدةً سماَها بانغيَا. ولتمثيل ما توصل إليه فغَنَر، أطابقِ حواَفِ القارَّات كما تنوَّز في الوقت العَالَمِي، وأشَكَّل قارَّةً بانغيَا.

**المواد والأدوات:** خريطة العالم، صورة تمثِّل قارَّةَ بانغيَا، مِقصٌ، قطعة كرتون، لاصق.



**إرشادات السَّلامة:**

- الحذرُ عند استخدام المِقصِّ.

**خطُوطُ العمل:**

1 أحضر خريطة العالم، ثم أقصِّ القارَّات من حواَفِها؛ لأفصلها بعضَها عن بعض.

2 أشكَّل قارَّةَ بانغيَا بوساطة لصق صور القارَّات على قطعة الكرتون بدقة؛ بالاستعانة بالشكل المُرفَق الذي يمثِّل قارَّةَ بانغيَا.

3 أكتب أسماء القارَّات كما هي معروفة الآن.

**التَّحليل والاستنتاج :**

1. **الاحِظ:** أيُّ القارَّات تطابقت حواَفُها طابقاً كبيراً، وأيُّها تطابقت حواَفُها طابقاً أقل؟

2. **أفسِّر** سبب عدم وجود تطابقٍ تامٍ بين حواَفِ القارَّات.

3. **اقارِن** بين موقع قارَّةِ أمريكا الشَّماليَّةِ الآن، وموقعها في قارَّةَ بانغيَا.

4. **استتَرِج:** هل كان المُحيط الأطلسي متشكلاً قبل 200 m.y؟ لماذا؟

لماذا لا يوجد تشابهً أحفورٍ بين  
القارّات عند العُمر  $y 70$  m.

## أدلة على فرضية انجراف القارّات

### Evidences for Continental Drift Hypothesis

واجه فنّر معارضٌ كبيرة من العلماء منذ طرح فرضية انجراف القارّات أمامهم؛ لذلك، قدّم مجموعة متنوعة من الأدلة لدعم فرضيّته، منها: تطابق حوافي القارّات، وتشابه الأحافير، وتشابه أنواع الصّخور والتراكيب الجيولوجية، والمناخات القديمة.

#### تطابق حوافي القارّات Fit of the Continents Edges

يُعدُّ تطابقُ حوافي القارّات الدليلُ الأوّلُ الذي اعتمد عليه العالم الألماني فنّر لدعم صحة فرضيّته. فقد لاحظ التطابق بين حوافي القارّات على جانبي المحيط الأطلسيّ. إذ طابق بين الحافة الشرقيّة لقارّة أمريكا الجنوبيّة مع الحافة الغربيّة لقارّة إفريقيا، فوجدها تتطابق بصورة تقريبيّة. انظر الشكل (1). وهناك بعض القارّات يكون التطابق بين حوافيها أقلّ، مثل قارّتي أوروبا، وأمريكا الشماليّة، وسبب ذلك عمليّات الحّت والتعرّية التي تعرضت لها حوافي القارّات عبر الزمن.

#### تشابه الأحافير Matching Fossils

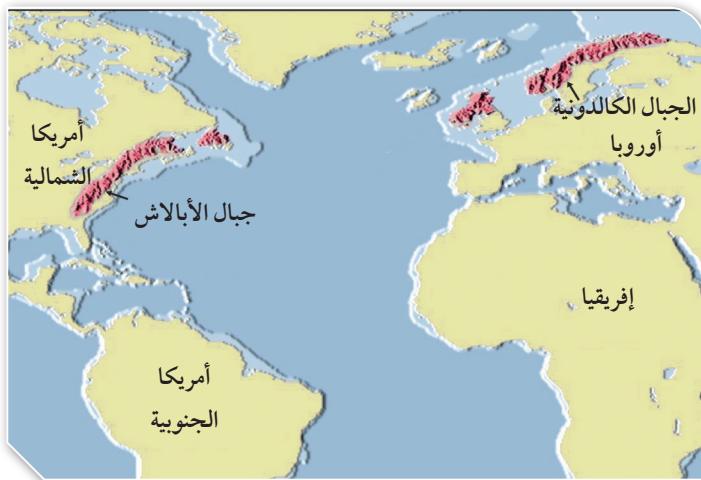
جمّع فنّر العديد من الأحافير التي تمثّل حيواناتٍ ونباتاتٍ عاشت على اليابسة قبل  $200$  m.y لدعم صحة فرضية انجراف القارّات. ومن هذه الأحافير أحفورة الميزوسورس *Mesosaurus*، وهو نوع من الزواحف. انظر الشكل (2). وقد عثر على بقايا أحفورة الميزوسورس في كُلِّ من جنوب شرق أمريكا الجنوبيّة، وجنوب غرب إفريقيا. ويرى العلماء أن الميزوسورس كان يعيش في بحيرات المياه العذبة، والخلجان الضّحلة، فهو بذلك لا يستطيع الانتقال بين القارّتين، والسباحة عبر مياه المحيط الأطلسيّ الماليحة. وهذا دليل على أن قارة إفريقيا وقارّة أمريكا الجنوبيّة كانتا قارة واحدة زمن حياة هذا الكائن الحي، ثم انفصلتا وانجرفتا.



الشكل (2): أحفورة الميزوسورس أحد أدلة فنّر على صحة فرضية انجراف القارّات.



(ب)



(أ)

الشكل (3):

تشابه أنواع الصخور والstrukture الجيولوجية في بعض السلاسل الجبلية.

(أ): تشابه أنواع صخور جبال الألب مع أنواع صخور الجبال الكالدونية.

(ب): عندما تطابق حواضن القارات تتصل السلاسل الجبلية مكونةً سلسلة واحدة تقريباً.

### تشابه أنواع الصخور والstrukture الجيولوجية

#### Rock Types and Structural Similarities

افتراض فغرن بحسب فرضية انجراف القارات، وجود تشابه بأنواع الصخور المكونة للسلاسل الجبلية وامتدادها في القارات المنفصلة عن بعضها البعض. فقد وجد أن صخور جبال الألب في قارة أمريكا الشمالية التي يزيد عمرها على 200 m.y تتشابه في أنواعها وأعمارها وstrukture الجيولوجية مع الصخور المكونة للجبال الكالدونية في قارة أوروبا، انظر الشكل (3/أ). وعند مطابقة حواضن القارات معاً فإن السلاسل الجبليتين تشکلان سلسلة واحدة مستمرة تقريباً، انظر الشكل (3/ب)، وهذا يدعم فرضيته التي تتمثل في أن القارات قبل 200 m.y كانت تشکل قارة واحدة تسمى بانجيا.

### Ancient Climates

دعَمَ فغرن صحة فرضيته عن طريق دراسة الصخور والأحافير لتحديد التغيرات المناخية التي سادت على سطح الأرض وقت تشكُّل قارة بانجيا. فقد وجد رسوبيات جليدية عمرها يتراوح ما بين 220-300 m.y في كل من جنوب إفريقيا، وجنوب شرق أمريكا الجنوبية، والهند وأستراليا التي تقع حالياً بين دائرة عرض  $30^{\circ}$ ، ودائرة الاستواء التي يسود فيها الآن مناخ شبه استوائي أو استوائي.



حيث من الصعب أن تتشكل فيها الرسوبيات الجليدية. وقد فسر فنر ذلك بأن تلك القارات كانت تقع سابقاً بالقرب من القطب الجنوبي. أنظر الشكل (4)؛ لذلك، كانت الظروف ملائمة لتشكل الرسوبيات الجليدية فيها.

**تحقق:** أفسّر: كيف يدعم وجود تشابه أنواع الصخور عند حواجز القارات صحة فرضية فنر؟

### رفض فرضية انجراف القارات

### Rejection of Continental Drift Hypothesis

واجه فنر العديد من الانتقادات على فرضيته، على الرغم من دعمها بالعديد من الأدلة. وقد تركزت انتقادات كثير من العلماء في عصره على نقطتين أساسيتين، هما: سبب حركة القارات وانجرافها، وآلية حركتها.

الشكل (4): يدل وجود رسوبيات جليدية في المناطق التي تقع الآن على دائرة الاستواء، أو بالقرب منها، على أنها كانت تقع سابقاً بالقرب من القطب الجنوبي.

**أذكر**

يوجَدُ الفحمُ الحجريُّ في كل من قارَتيْ أوروبا وأمريكا الشماليَّة اللَّتَيْنِ يسودُ فيهما مناخات باردة، فكيف أفسّر وجود الفحم الحجري الذي يتكونُ في المناخ الاستوائي فيهما؟



أعمل فيلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح مفهوم قارَةٍ بانجيا، والأدلة التي تدعم فرضية انجراف القارات، وأحرِصُ على أنْ يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشارِكُه زملائي / زميلاتي في الصفِ.

**أَتَحَقَّقَ:** أوضَحَ الْقُوَىُّ الْمُسَبِّبَةُ  
لِتَحْرِكِ الْقَارَاتِ بحسب افتراضات  
فَغَنِر.

## أسباب انجراف القارات Causes of the Continental Drift

اقترح فنر أن سبب حركة القارات وانجرافها يعود إلى قوة الطرد المركزي الناتجة من دوران الأرض حول نفسها، أو إلى قوة جذب القمر للأرض. ولكن العلماء رفضوا هذا التفسير؛ لأن كلتا القوتين أقلُّ من القوى التي يمكن أن تحرّك القارات.

## آلية انجراف القارات Mechanism of Continental Drift

اقترح فنر أيضًا أن القارات تتكون من مواد قليلة الكثافة تتحرّك فوق قاع المحيط الذي يتكون من مواد ذات كثافة عالية، فرض العلماء اقتراح فنر في أنه كيف يمكن للقارات أن تتحرّك فوق قاع المحيط الصلب ذي التضاريس بسهولة.

### مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسية: أذكر نص فرضية انجراف القارات.
2. أفسر: كيف استخدم فنر دليلاً مشابه الأحافير في إثبات صحة فرضيته؟
3. أستنتج: كيف كان مناخ جنوب قارة إفريقيا قبل 200 m.y ؟
4. أقوّم صحة العبارة الآتية: (موقع الأردن الجغرافي ثابت لم يتغيّر على مَرَّ السنين).
5. أوضح: لماذا تُعدُّ جبال الألب والجبال الكالدونية دليلاً على صحة فرضية انجراف القارات؟

# توسيع قاع المحيط

Seafloor Spreading

2

الدرس



## استكشاف قاع المحيط Exploring the Ocean Floor

في الخمسينيات من القرن الماضي أرسلت العديد من الدول بعثات استكشافية لدراسة تضاريس قيعان المحيطات، استخدموها فيها تقنية السُّبَر الصوتي بوساطة أجهزة السونار (Sonar) التي قيسَ عن طريقها عُمق المحيط، ثم تبعها رسمٌ خريطة لتضاريسِ قاع المحيط. انظر الشكل (5). وقد اكتشف العلماء وجود سلسلة جبلية ضخمة يتصل بعضها ببعض تمتد في جميع المحيطات تُسمى ظهر المحيط Ocean Ridge. يوجد في وسطها وادٍ عميق ضيق يُسمى الوادي المتصدع Rift Valley.

اكتشف العلماء أيضًا وجود دُيَانٍ عميق ضيق تتمتد طولياً في قيعان المحيطات تُسمى الأخداد البحرية Trenches، ومن أمثلتها أخدود ماريانا في المحيط الهادئ الذي يُعد أعمق الأخداد البحرية في العالم، حيث يبلغ عُمقه أكثر من (11 km). وقد قاد اكتشافُ ظهر المحيط والأخداد البحرية العلماء إلى التفكير في كيفية تشكيلهما وما القوى التي أدت إلى ذلك.



الشكل (5): استخدام العلماء أجهزة السونار لقياس أعماق المحيطات.

الفكرة الرئيسية:

توسيع قيعان المحيطات بصورة مستمرة عند ظهر المحيط ما يؤدي إلى بناء قشرة محيطية جديدة فيها.

نماذج التعلم:

- أناقِش فرضية توسيع قاع المحيط بدليلاً عن فرضية انجراف القارات.
- أحدد الأدلة الداعمة لفرضية توسيع قاع المحيط.

- أربط توسيع قاع المحيط بنشوء قشرة محيطية جديدة عند ظهور المحيطات، واستهلاك قشرة محيطية قديمة عند أطرافها.

- أناقِش سبب ثبات حجم الأرض وكتلتها على الرغم من توسيع قيعان المحيطات.

المفاهيم والمصطلحات:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| Ocean Ridge                            | ظهر المحيط      |
| Trenches                               | الأخداد البحرية |
| فرضية توسيع قاع المحيط                 |                 |
| Seafloor Spreading Hypothesis          |                 |
| المغناطيسيّة القديمة                   |                 |
| الانقلاب المغناطيسيّ Magnetic Reversal |                 |

يُسْتَعْمِل جهاز السونار (Sonar) لتحديد أعمق المحيطات، إذ يقاس الزمن الذي تستغرقه الموجات التي تُرسَّل نحو قاع المحيط حتى ارتدادها عن القاع واستقبالها في السفينة. ومن تحديد الزمن وسرعة الموجات الصوتية في الماء يستطيع العلماء تحديد أعمق المحيطات.

**أَنْتَ حَقٌّ:** أَحَدٌ: أين تَكُون الصخور الجديدة في قيعان المحيطات، وأين تُسْتَهَلَّ؟

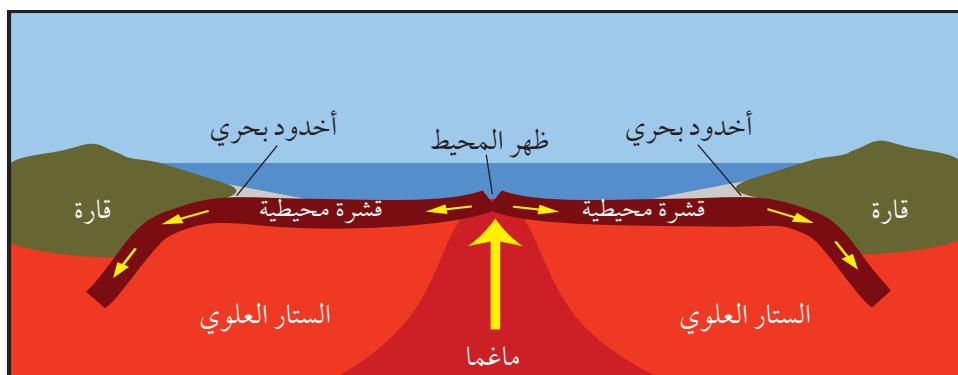
## فَرَضِيَّة توسيع قاع المحيط

وُضِعَ العالِم هاري هس (Harry Hess) في بداية الستينيات من القرن الماضي بناءً على بيانات تصارييس قياع المحيطات ومكوناته فَرَضِيَّة توسيع قاع المحيط Seafloor Spreading Hypothesis التي تنصّ على الآتي: "تُبْنِي القشرة المحيطية الجديدة عند ظهور المحيطات، وَتُسْتَهَلَّ القشرة المحيطية الأقدم عند الأخدودات البحرية". وتحدُث عملية توسيع قاع المحيط بحسب هس كالتالي: تندفع المagma الأقل كثافةً من منطقة الستار إلى الأعلى عبر وسط ظهر المحيط، وعند وصولها إلى السطح عَبَرَ القشرة الأرضية تتصلب مكونةً قشرة محيطية جديدة على طول ظهر المحيط، ثم تتحرّك هذه القشرة بعيداً عن منطقة ظهر المحيط ما يؤدي إلى اندفاع magma جديد في منطقة وسط ظهر المحيط وتصلبها؛ مكونةً قشرة محيطية جديدة أخرى. وباستمرار هذه العملية يحدث توسيع لقاع المحيط بشكل دائم ومتماضٍ على جانبي ظهر المحيط. وفي المقابل تنزلق الحافة البعيدة من القشرة المحيطية عن منطقة ظهر المحيط أسفل القشرة القارية مشكلةً أخدوداً بحرياً. ويؤدي انزلاق القشرة المحيطية إلى ارتفاع درجة حرارتها وانصهارها داخل الستار، وإنتاج magma تندفع نحو الأعلى وتصلب، وتصبح جزءاً من القشرة القارية. أنظر الشكل (6).

وتروج أهمية هذه الفرضية إلى أنها فسرت طريقة حركة القارات التي لم تتمكن فرضية انجراف القارات من تفسيرها؛ فبدلاً من افتراض أنّ القارات تتحرّك فوق قاع المحيط افترضت أن المحيطات توسيع في منطقة وسط ظهر المحيط. ونتيجة لذلك، تتحرّك القارات متعددة بعضها عن بعض.

الشكل (6): يتَوَسَّع قاع المحيط بصورة دائمة نتيجة خروج magma وتصبُّلها في منطقة وسط ظهر المحيط.

أقارِن بين الصخور المتشكلة على جانبي وسط ظهر المحيط من حيث العُمر.



## أدلة على توسيع قاع المحيط

### Evidences for Seafloor Spreading

واجهت فرضية توسيع قاع المحيط العديد من الاعتراضات من العلماء، وخاصةً أنهم لم يستطع توضيح سبب توسيع قاع المحيط. ولكنها مع ذلك حظيت باهتمام علماء آخرين؛ لأنها توضح طريقة تشكيل القشرة الأرضية واستهلاكها، وكيفية توسيع قيعان المحيطات. وقد رُبّطت هذه الفرضية بالعديد من الاكتشافات التي عُدّت أدلة ثبت صحتها وتدعيمها، منها: أعمار صخور قاع المحيط، والأشرطة المغناطيسية، وتركيب صخور قاع المحيط.

**أفخر**  
هل يتغيّر حجم الأرض  
وكتلتها نتيجة توسيع قاع  
المحيط؟ أناقش هذا  
السؤال مع زملائي / زميلاتي،  
وأسوّغ إجابتي.

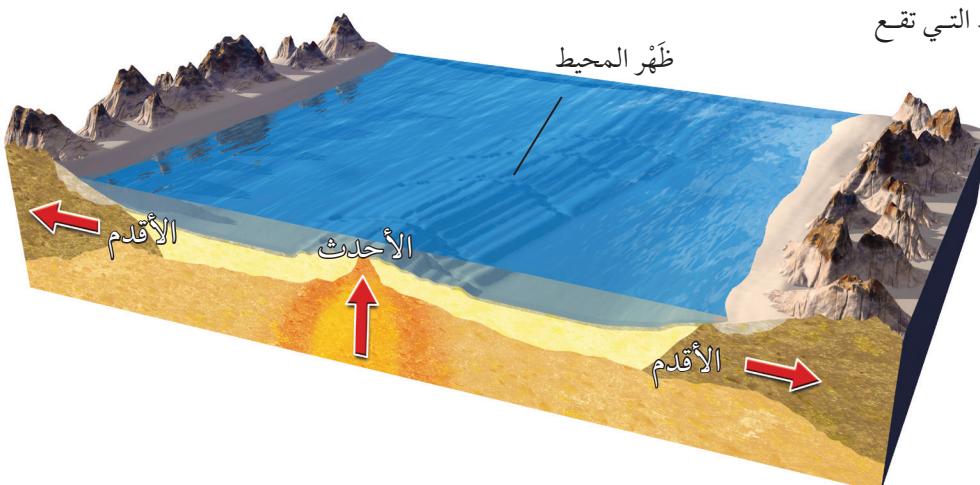
### عمر صخور قاع المحيط

#### The Age of the Ocean Floor Rocks

عدّ العلماء عمر صخور قاع المحيط من أفضل الأدلة التي دعمت فرضية توسيع قاع المحيط، فقد استخدمت سفينة (غلومار شالنجر) Glomar Challenger منذ عام 1968 لجمع عينات صخرية تمثل قاع المحيط، فالتحقق السفينة تلك العينات من صخور جانبي ظهر المحيط. وقد أكدت البيانات التي تم الحصول عليها بعد تحليل تلك العينات صحة فرضية توسيع قاع المحيط. إذ وجد العلماء أن العينات الصخرية التي أخذت من المناطق بعيدة عن ظهر المحيط هي الأقدم عمراً، في حين أن العينات الصخرية التي أخذت من وسط ظهر المحيط كانت الأحدث عمراً. انظر الشكل (٧).

الشكل (٧): تقع الصخور الأقدم بالقرب من حافات القارات، في حين تقع الصخور الأحدث في منطقة وسط المحيط.

استتبع العلاقة بين الصخور المتناظرة على جانبي ظهر المحيط التي تقع بالقرب من القارات.



أكّدت الدراسات أنَّ عمرَ صُخور قشرة قاع البحر الأبيض المتوسط تساوي 340 m.y، وبافيّ عمرَ صُخور قاع البحار والمحيطات لا تزيد على 180 m.y. ويفسّر العلماء سبب زيادة عمرِ صُخور قاع البحر الأبيض المتوسط مقارنةً بباقي البحار والمحيطات في أنَّ صُخوره تمثّل بقايا صُخور قاع محيط التیش القديم.

**أفخر**  
لماذا لا تزيد أعمار صُخور قاع المحيط على 180 m.y في حين يزيد عمرُ صُخور القشرة القارية على 4.4 b.y

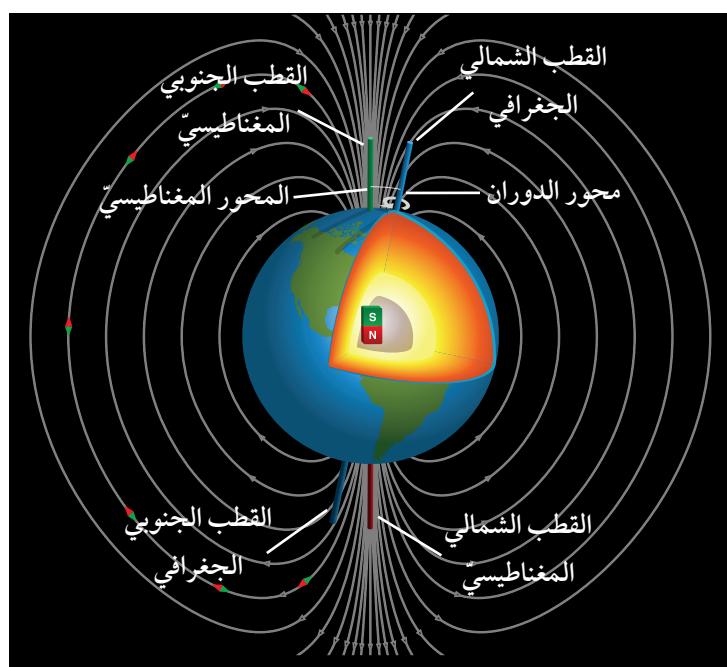
ما يعني أنَّ عمرَ الصُّخور يزداد كلّما ابتعدنا عن منطقة وسط ظَهُورِ المحيط باتجاه حوافي القارات أو مناطق الأخدودات البحرية وتماثل أممارها على جانبي ظَهُورِ المحيط. وقد أكّدت الدراسات أنَّ أقدمَ عمرٍ لصُخور قشرة محيطية لا يزيد على 180 m.y تقريرًا، في حين يزيد أقدمَ عمرٍ لصُخور قشرة قارّية على 4.4 b.y.

### الأشرطة المغناطيسية Magnetic Strips

يتكونُ لُبُ الأرض من عنصرَي الحديد والنيكل، وينقسم إلى جزأين: لُبُّ خارجيٌّ يوجد في الحالة السائلة، ولُبُّ داخليٌّ يوجد في الحالة الصلبة. وينشأ عن حركة صهير الحديد والنيكل في اللُّبِّ الخارجي تيارٌ كهربائيٌّ ينشأ عنه المجال المغناطيسي الأرضي. أنظر الشكل (8).

وقد دلّلت الدراسات أنَّ المعادن المغناطيسية مثل الماغنيتيت عندما تبلور من المagma المندفع عند ظَهُورِ المحيط، فإنَّها تتمغّنط وتترتبُ ذرّاتها باتجاه المجال المغناطيسي الأرضي نفسه، وعندما تتصلّبُ فإنَّها تحفظُ باتجاه المجال المغناطيسي الأرضي وقت تكوُّنها. وتُسمى هذه الظاهرة **المغناطيسية القديمة**

.Paleomagnetism

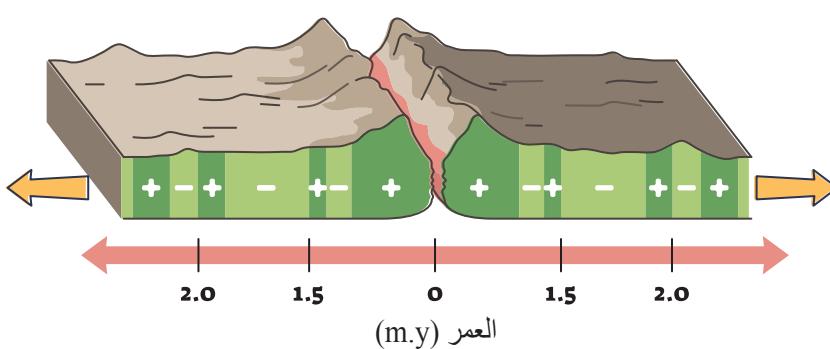


الشكل (8): يتوجّ من حركة صهير الحديد والنيكل مجال مغناطيسي له قطبان: شمالي، وجنوبي.

اكتشف العلماء أن المجال المغناطيسي الأرضي قد عكس اتجاهه في مُدد زمنية مختلفة عبر التاريخ الجيولوجي بسبب تغير اتجاه حركة صهير الحديد والنِّيكَل في اللبّ الخارجي. وقد اصطلاح العلماء على تسمية المجال المغناطيسي المحفوظ في الصخور التي تتوجه فيها المعادن المغناطيسية باتجاه المجال المغناطيسي الحالي نفسه قطبية عادية Normal Polarity، في حين يُسمى المجال المغناطيسي المحفوظ في الصخور التي تتوجه فيها المعادن المغناطيسية بعكس اتجاه المجال المغناطيسي الحالي القطبية المقلوبة Reverse Polarity. ويُسمى التغيير في قطبية المجال المغناطيسي للأرض من عادية إلى مقلوبة **الانقلاب المغناطيسي**

### Magnetic Reversal

أظهرت الدراسات التي قام بها العلماء باستخدام أجهزة قياس الشدّة المغناطيسية Magnetometers لصخور قاع المحيط أن هناك نمطاً معيناً يظهر في تعاقب الصخور على جانبي ظهر المحيط؛ إذ تكون على شكل أشرطة مغناطيسية ذات شدّة مغناطيسية عالية، وأشرطة مغناطيسية ذات شدّة مغناطيسية منخفضة بصورة متعاقبة وموازية لظهور المحيط، إذ إن كل شريطين متناقضين على جانبي ظهر المحيط لهما الشدّة المغناطيسية نفسها، والعرض والعرض أنفسهما. انظر الشكل (9). وقد فسر العلماء ذلك بأن صخور القشرة المحيطية المكونة لهذه الأشرطة عندما ت تكون في وسط ظهر المحيط تتم غنط معادنها المغناطيسية بحسب المجال المغناطيسي السائد في ذلك الوقت؛ ولذلك، فإن الأشرطة ذات الشدّة المغناطيسية العالية تشكلت عندما كان المجال المغناطيسي السائد ذا قطبية عادية، والأشرطة ذات الشدّة المغناطيسية المنخفضة تشكلت عندما كان المجال المغناطيسي السائد ذا قطبية مقلوبة. وتعد المغناطيسية القديمة للصخور المكونة لقاع المحيط والانقلاب المغناطيسي والشدّة المغناطيسية من الأدلة على صحة فرضية توسيع قاع المحيط.



الشكل (9): تُعد الأشرطة المغناطيسية المتعاقبة ذات الشدّة المغناطيسية العالية (+) والأشرطة المغناطيسية ذات الشدّة المغناطيسية المنخفضة (-) الموجودة على جانبي ظهر المحيط أحد الأدلة على فرضية توسيع قاع المحيط. أقارن بين الصخور التي عمرها 1.6 m.y على جانبي ظهر المحيط من حيث: العرض، والشدّة المغناطيسية، ونوع القطبية المغناطيسية.

ولِتَعْرُف طريقة تشكّل الانقلابات المغناطيسية في أثناء توسيع قاع المحيط، أُنفَذ التجربة الآتية:

## التجربة 2

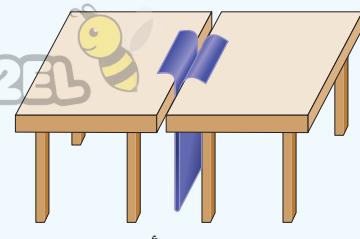
### الانقلابات المغناطيسية وتوسيع قاع المحيط

يُعدُّ الانقلابُ المغناطيسيُّ أحدَ الأدلة على فرضية توسيع قاع المحيط. فما الطريقة التي توسيع بها قيعان المُحيطات؟ وما علاقتها بالمغناطيسية الأرضية؟

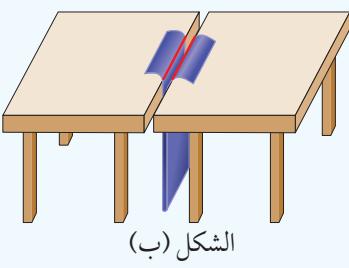
**المواد والأدوات:** قطعة من الكرتون أبعادها (30 cm × 100 cm)، مغناطيس، طاولتان لهما الارتفاع نفسه، مقصّ، قلم تلوين، بوصلة مغناطيسية.

**إرشادات السّلامة:** الحذرُ عندَ استخدام المقصّ.

#### خطوات العمل:



الشكل (أ)



الشكل (ب)

1 أضع الطاولتين بجانب بعضهما بعضاً، حيث يلتتصق طرافاهما تقريرياً.

2 أثني قطعة الكرتون من منتصف طولها.

3 أدخل قطعة الكرتون المثنية بين طرفيِّ الطاولتين من أسفل، حيث تظهر حافاتها من أعلى الطاولة كما في الشكل (أ).

4 أحدد اتجاه المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ باستخدام البوصلة. ثم أضع المغناطيس باتجاه المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ نفسه ليمثل المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ الحالي.

5 أرسم خطين على امتداد الشق على طرفيِّ قطعة الكرتون كما في الشكل (ب).

6 أكتب على كل طرف من أطراف الكرتون حرف (ع)؛ ليمثل قطبية عاديّة.

7 أقلب المغناطيس حيث يصبح بعكس اتجاه المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ الحالي، وأحدّد اتجاه المجال المغناطيسيِّ باستخدام البوصلة، ثم أسحب طرفيِّ قطعة الكرتون مبتعداً عن المنتصف، وأكرر الخطوة 5.

8 أكتب على كل طرف من أطراف الكرتون حرف (م)؛ ليمثل قطبية مقلوبة.

9 أكرر الخطوات من (4 - 8) عدّة مرات، وأحرص على أن يكون عرضُ قطعة الكرتون التي أسحبُها متساوياً في كلا الجانبيّن في كل مرّة.

#### التحليل والاستنتاج:

1. أحدد: ماذا يمثل الحد الفاصل بين طرفيِّ الطاولتين المتجاورتين؟

2. **اقارن**: بين كل شريطين متناظرين على جانبيِّ الشق من حيث: قطبية الشريط، وعرضه.

3. **أفسّر**: سبب وجود تعاقب أشرطة ذات قطبية عاديّة، وقطبية مقلوبة لصخور قاع المحيط.

4. **استنتاج**: العلاقة بين الأشرطة المغناطيسية المتناظرة على جانبيِّ ظهر المحيط.



## مكونات صخور قاع المحيط

### Composition of the Ocean Floor Rocks

استخدم العلماء في عام 1964 م الغواصة (ألفين) Alvin لدراسة قيعان المحيطات. حصل العلماء على عينات صخرية متنوعة تمثل قيعان المحيطات فوجدوا أنها جميعها مكونة من صخور نارية ذات تركيب بازلتي، تغطيها طبقات رسوبية يقل سُمكُها بشكل تدريجي كلما اتجهنا نحو وسط ظهر المحيط حتى تخفي عند مركزه. وقد اكتشف العلماء أن صخوراً بازلتية تظهر على شكل وسائد، وتوجد على امتداد ظهر المحيط تسمى لابةً وسائديّة Pillow Lava. انظر الشكل (10). وقد فسر العلماء أن مثل هذه الصخور يمكن أن تتكون فقط بسبب اندفاع المagma على امتداد وسط ظهر المحيط، إذ تصلب magma المندفع من الشقوق الموجودة في وسط ظهر المحيط بسرعة، بسبب ملامستها للماء. وقد أظهرت دراسات صخور قاع المحيط أن magma قد اندفعت اندفاعاً متكرراً من تلك الشقوق ما يدل على تشابه آلية تشكيل صخور قاع المحيط.

**أتحقق:** أذْكُر ثلاثة أدلة تدعم فرضية توسيع قاع المحيط.



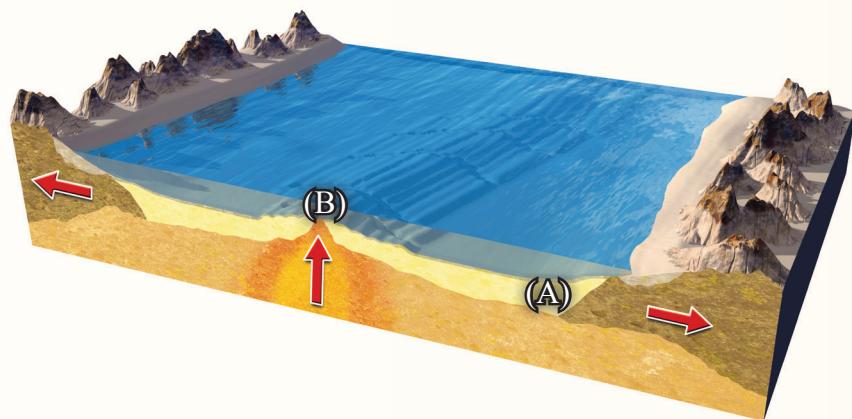
**سُميّت غواصه (ألفين)** Alvin بهذا الاسم تقديرًا للعالم الفيزيائي **آلن ألفين** (Allyn C. Vine) صاحب فكرة الغواصة، والمشرف على تطويرها. وغواصه ألفين غواصة صغيرة بُنيت لدراسة قيعان المحيطات، وقد بدأت رحلاتها الاستكشافية منذ عام 1964 م، وتستطيع حمل عدد من العلماء في داخلها، وتستطيع أيضًا تحمل ضغط الماء على عمق يصل إلى 4km. أجرت الغواصة أكثر من 4700 مهمة تحت الماء، منها: اكتشاف البراكين الحرمانية في قيعان المحيطات، ودراسة الكائنات الحية البحرية. وما زالت تعمل حتى الآن بصورة جيدة.

الشكل (10): تكتشفات من اللابة الوسائديّة موجودة على سطح الأرض.  
أفسّر: كيف تكون اللابة الوسائديّة؟

# مراجعة الدرس



1. الفكرة الرئيسية: أوضح كيف تتشكل القشرة المحيطية بحسب فرضية توسيع قاع المحيط.
2. أصف ظهور المحيط.
3. أقارن بين القطبية المغناطيسية العادلة، والقطبية المغناطيسية المقلوبة من حيث الشدة المغناطيسية.
4. أقارن: إذا حصلت على عيتيتين من صخور أحد قيعان المحيطات في المواقع (A) و (B) كما في الشكل الآتي، فما الأحدث عمرًا؟ لماذا؟



5. أناقش صحة ما أشارت إليه العبارة الآتية: "تعد الأشرطة المغناطيسية دليلاً يدعم فرضية توسيع قاع المحيط".
6. أستنتاج: لماذا تكون صخور قيعان المحيطات جميعها من النوع نفسه من الصخور وهو البازلت؟
7. أوضح كيف نشأ المجال المغناطيسي الأرضي.

# حدود الصّفائح

Plate Boundaries



3

الدرس

## بنية الأرض Earth's Structure

استطاع العلماء باستخدام الدراسات الجيوفизيائية تعرّف بنية الأرض الداخلية، فقد وجدوا أن الأرض تتكون من ثلاثة أُنطِقَة رئيسة هي:

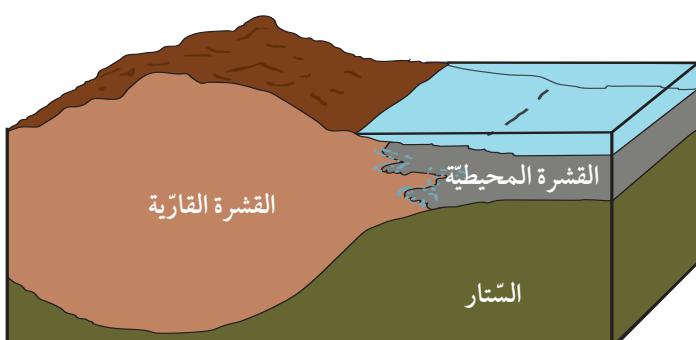
### القشرة الأرضية Earth Crust

تمثّل القشرة الأرضية النطاق الخارجي الصلب للأرض، وتقسّم إلى نوعين: قشرة محيطية تقع أسفل المحيطات تتكون من صخر البازلت ويبلغ متوسط سُمْكِها  $7\text{ km}$  تقريباً، ومتوسط كثافتها  $3\text{ g/cm}^3$  ، وقشرة قارّية تقع أسفل القارات تتكون بشكل رئيس من صخر الغرانيت، ويبلغ متوسط سُمْكِها  $35\text{ km}$  تقريباً، ومتوسط كثافتها  $2.7\text{ g/cm}^3$  ، انظر الشكل (11).

### الستار Mantle

يقع الستار أسفل القشرة الأرضية، ويمتد إلى عمق  $2885\text{ km}$ ، ويُقسّم الستار إلى أجزاء مختلفة بناءً على الخصائص الفيزيائية لمكوناته على النحو الآتي:

- **الستار العُلويّ Upper Mantle** وهو الجزء من الستار الذي يمتد من أسفل القشرة الأرضية حتى عمق  $700\text{ km}$ . يُقسّم الستار العُلوي إلى جزأين، الجزء العُلوي منه تشبه خصائصه خصائص القشرة الأرضية، وهو في الحالة الصلبة ويتكوّن من صخور البيريدوتيت، ويمتد إلى عمق  $100\text{ km}$ .



الشكل (11): تُقسّم القشرة الأرضية إلى نوعين: قشرة قارّية، وقشرة محيطية.

أقارن بين القشرة القارّية، والقشرة المحيطية من حيث: السُّمُكُ، والكتافة.

الفكرة الرئيسة:

تتكوّن المظاهر الجيولوجية ومنها السلاسل الجبلية والأخاديد البحرية عند حدود الصّفائح، وتُعدُّ تيارات الحمل في الستار المسؤولة الرئيسة عن حركة الصّفائح الأرضية.

نتائج التعلم:

- أتعلّم بنية الأرض الداخلية.
- أحدد أنواع حدود الصّفائح.
- أوضح العلاقة بين التراكيب الجيولوجية وحركة الصّفائح التكتونية.
- أربط بين حدوث الزلازل والبراكين وبين حدود الصّفائح الأرضية.

المفاهيم والمصطلحات:

نظريّة الصّفائح التكتونية

Plate Tectonic Theory

الصّفيحة Plate

الحدود المتّباعدة Divergent Boundaries

الحدود المتقاربة Convergent Boundaries

نطاق الطرح Subduction Zone

الأقواس البركانية Volcanic Arcs

أقواس الجُزر Island Arcs

الحدود التحويلية Transform Boundaries

تيارات الحمل Convection Currents

## الربط بعلم الزلازل

استخدم العلماء المعلومات

التي تم الحصول عليها من دراسة سلوك الموجات الزلالية في باطن الأرض في تعرّف بنية الأرض، وتحديد أنطقتها الرئيسية. وتوصّلوا إلى وجود انقطاعات بين هذه الأنطقة حيث تتغيّر سرعة الموجات تغيّراً مفاجئاً منها: نطاق موهو الذي يفصل القشرة الأرضية عن السّتار، ونطاق غوتينيرغ الذي يفصل السّتار عن اللّب.

**أتحقق:** أصف الحالة الفيزيائية لكل من: الغلاف الصخري، والغلاف المائي.

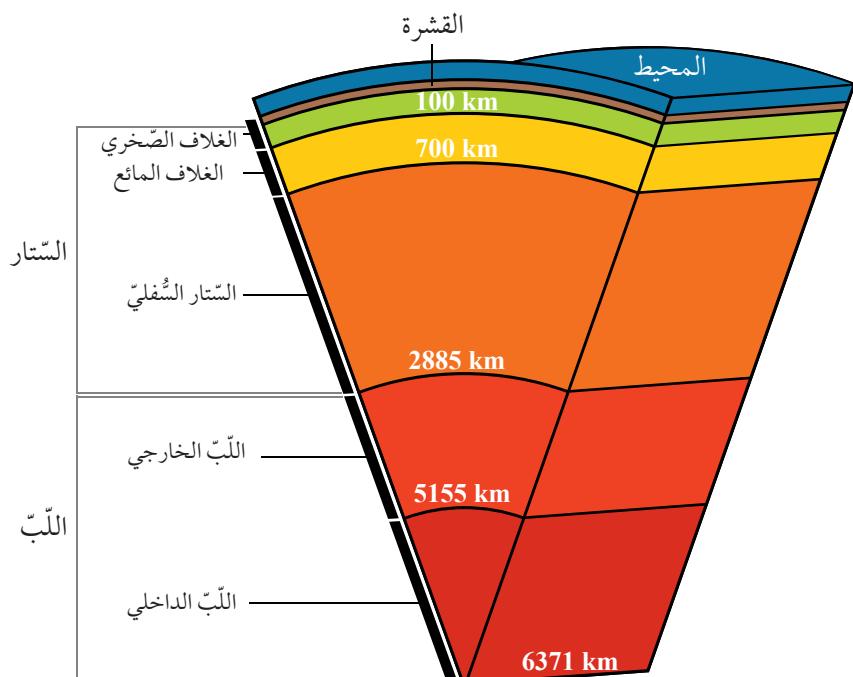
ويُطلق العلماء على الجزء الصلب من الأرض الذي يشمل القشرة الأرضية وأعلى السّتار الغلاف الصخري Lithosphere.

والجزء السُّفلي منه يُسمى الغلاف المائي Asthenosphere ويمتد من عمق 100 km حتى عمق 700 km، ويتكوّن من صخور في الحالة اللّبدنة.

- **السّتار السُّفلي Lower Mantle** يمتد السّتار السُّفلي من عمق 700 km حتى عمق 2885 km، وهو أكثر سخونة وكثافة وصلابة من السّتار العلوي.

## اللب Core

يمتد اللّب من عمق 2885 km وحتى مركز الأرض على عمق 6371 km، ويقسم اللّب إلى جزأين: اللّب الخارجي و هو في الحالة السائلة ويتكوّن بصورة أساسية من عنصري الحديد والنّikel، ومن عناصر أخرى مثل الكبريت والأكسجين والسيликون، واللّب الداخلي Inner Core وهو في الحالة الصلبة، ويتكوّن من عنصري الحديد والنّikel. أنظر الشكل (12) الذي يمثل بنية الأرض الداخلية.



الشكل (12): تتكون الأرض من ثلاثة أنطقة رئيسة هي: القشرة الأرضية، والستار، واللب.

أحد سُمك الغلاف المائي.

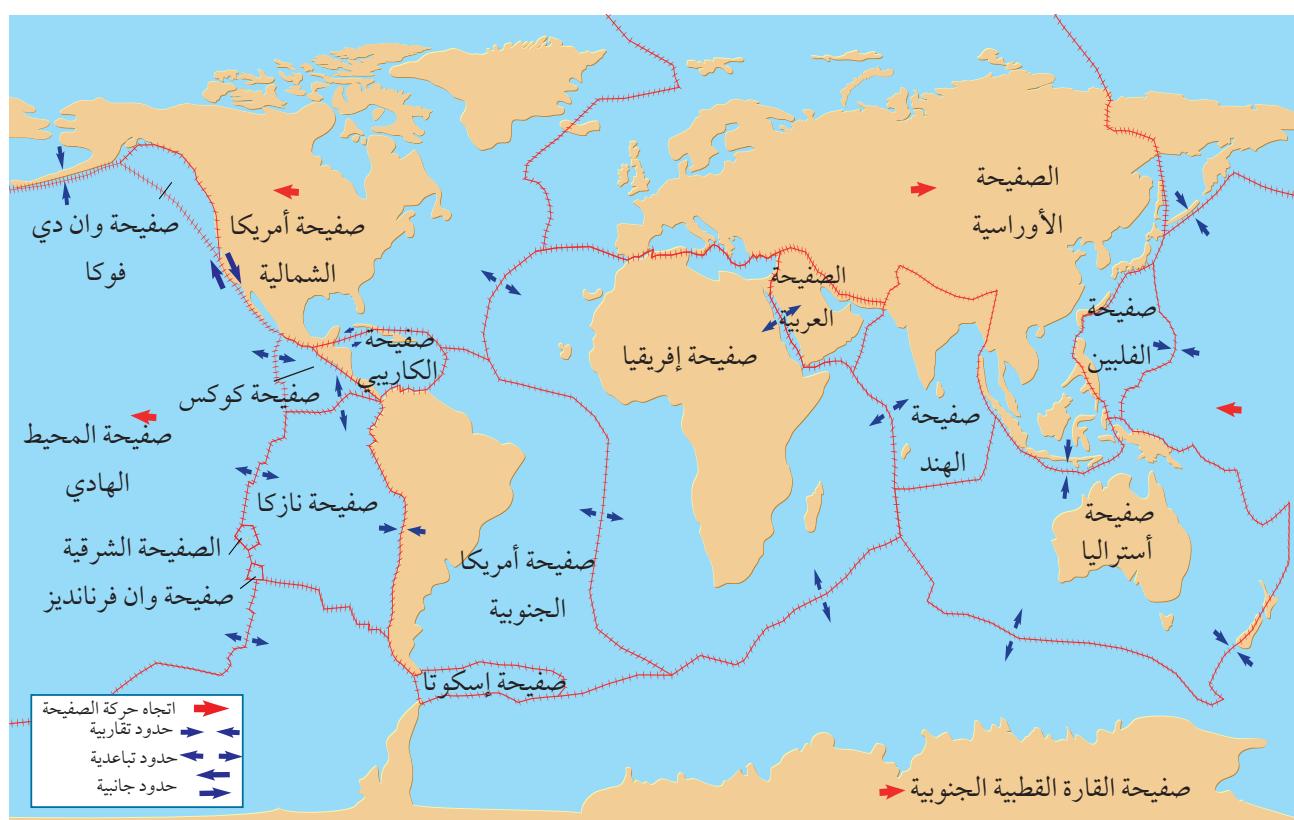
## نظريّة الصّفائح التكتونيّة Plate Tectonic Theory

فَسَّرَ الْعُلَمَاءُ مِنْ خَلَالِ فَرَضِيَّةٍ تَوْسُّعَ قَاعَ الْمَحِيطِ آلَيْهِ حَرْكَةِ الْقَارَّاتِ، وَكَيْفِيَّةِ تَشْكُّلِ الْمُحِيطَاتِ، وَلَكِنَّهُمْ مَعَ ذَلِكَ لَمْ يُسْتَطِعُوا تَفْسِيرَ الْعَدِيدِ مِنَ الظَّاهِرِ الْجِيُولُوْجِيَّةِ الْأُخْرَى مُثْلِّ تَشْكُّلِ الْبَرَاكِينِ وَالْزَّلَازِلِ وَالْجِبَالِ فِي أَحْزَمَةِ مَعِيَّنةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ. بِهِ وَقَدْ طَوَّرَ الْعَدِيدُ مِنَ الْعُلَمَاءِ نَظَرِيَّةً جَدِيدَةً اعْتَمَدَتْ عَلَى دِمْجِ أَدَلَّةٍ جَدِيدَةٍ مَعَ الْأَدَلَّةِ السَّابِقَةِ الَّتِي قَدَّمَهَا كُلُّ مِنَ الْعَالَمَيْنِ فَغَرَّ وَهَسَ فَسَّرَتْ جَمِيعَ الظَّاهِرِ الْجِيُولُوْجِيَّةِ سُمِّيَّتْ نَظَرِيَّةَ الصَّفَائِحِ التَّكْتُونِيَّةِ

## **.Plate Tectonic Theory**

تنص نظرية الصّفائح التكتونية على أن "الغلاف الصخري الصلب مُقسَّم إلى عدد من القطع يُسمى كل منها صفيحة Plate . تتحرّك كل صفيحة ببطء فوق الغلاف المائع حركة مستقلة نسبة إلى الصّفائح المجاورة لها، إما متقاربة معها، أو متبااعدة عنها، أو بمحاذاتها بحركة جانبية" انظر الشكل (13)، وتختلف الصّفائح في حجمها؛ فبعضها صفائح كبيرة الحجم مثل صفيحة أوراسيا، وبعضها صغيرة الحجم مثل صفيحة إسكتوتا. وتصنَّف الصّفائح الأرضية بحسب تركيبها إلى

الشكل (13): ينقسم الغلاف الصخري إلى صفائح مختلفة الأحجام تتحرّك كل منها بحركات مختلفة نسبة إلى بعضها البعض.



**تحقق:** أفارِن بين الصّفائح القارّية والصّفائح المحيطية من حيث نوع الصّخور المكوّنة لها.

نواعين: صفائح قارّية Continental Plates وهي الصّفائح التي تتضمن بداخلها القارات، وتتكوّن من صخر الغرانيت، وتحتوي في الغالب على جزء من القشرة المحيطية، وصفائح محيطية Oceanic Plates تقع أسفل المُحيطات، وتتكوّن من صخر البازلت.

## أنواع حدود الصّفائح Types of Plate Boundaries

تحدُث الحركة بين الصّفائح الأرضيّة على امتداد حدودها، ويُسمّى التقاء حواف الصّفائح مع بعضهما البعض حدود الصّفائح Plate Boundaries، وتُقسَم حدود الصّفائح إلى ثلاثة أنواع اعتماداً على طبيعة حركتها هي: الحدود المتّباعدة، والحدود المتقاربة، والحدود التحويليّة. وتتميز معظم الصّفائح بوجود أنواع مختلفة من الحدود على حوافيها.

### الحدود المتّباعدة Divergent Boundaries

تشكّل الحدود المتّباعدة Divergent Boundaries حينما تبتعد صفيحتان عن بعضهما البعض، وتوجّد معظم الحدود المتّباعدة في المُحيطات على امتداد وسط ظهُر المحيط في مناطق الوديان المتصدّعة Rift Valleys وهي مناطق منخفضة ضيّقة تقع على امتداد ظهُر المحيط تتكون نتيجة تباعد الصّفائح بعضها عن بعض. ويتوجّد من تباعد الصّفائح توسيع قاع المحيط ونشأة غلاف صخريٍّ محيطيٍّ في مناطق ظهُر المحيط؛ لذلك تُسمّى حدود التباعد بمراكم التوسيع، وقد تحدُث بعض مراكم التوسيع أيضاً في القارات، مثل الوادي المتصدّع الكبير الذي يتشكّل حالياً في شرق إفريقيا. انظر الشكل (14).

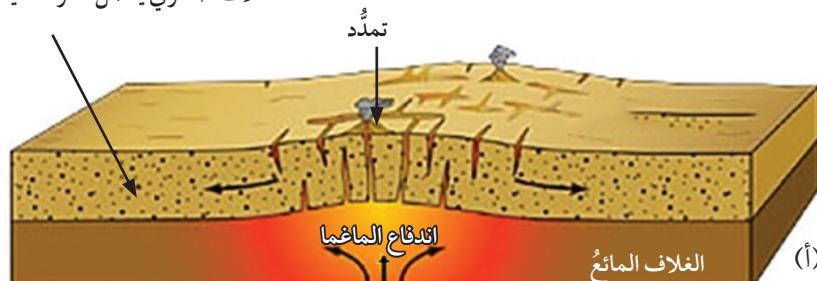
تُسمّى حدود الصّفائح المتّباعدة، الحدود البناءة؛ لأنّه يحدث فيها بناء غلاف صخريٍّ محيطيٍّ جديد. ولكن كيف ينشأ محيط جديد في وسط القارة؟

الشكل (14): الوادي المتصدّع الكبير شرق إفريقيا الذي يمثل مركز توسيعٍ في وسط القارة.

لماذا تميز مناطق ظَهُور  
المحيط بحدوث الزلازل  
والبراكين فيها؟

تبدأ عملية نشأة المحيط عندما ترتفع التيارات الصاعدة حاملةً معها المagma للأعلى؛ لتصل إلى أسفل الغلاف الصخري القاري، ونتيجةً للحرارة العالية يتمدد. ومع استمرار صعود magma تولّد قوى شدّ تعمل على تشقّق الغلاف الصخري القاري، وتكون الصدع العادي. ثم في النهاية يتشقّق الغلاف الصخري القاري وينقسم إلى صفيحتين بينهما وادٍ متصلٌ. ومع استمرار اندفاع magma أسفل الصفيحتين يزداد تباعد الصفيحتين، وتكون قشرة محيطية جديدة وينبئ غلافٌ صخريٌّ محيطيٌّ جديد، ويتشكل بحرٌ ضيق مثل البحر الأحمر. ومع استمرار اندفاع magma ت تكون قشرة محيطية جديدة، وينبئ غلافٌ صخريٌّ محيطيٌّ جديد، وبازدياد التباعد يتكون محيط مثل المحيط الأطلسي. انظر الشكل (15).

غلاف صخري يشمل قشرة محيطية



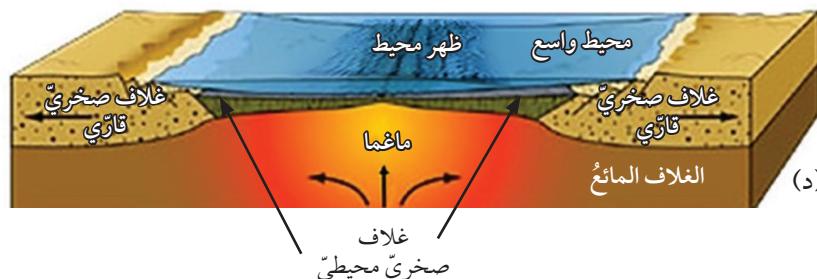
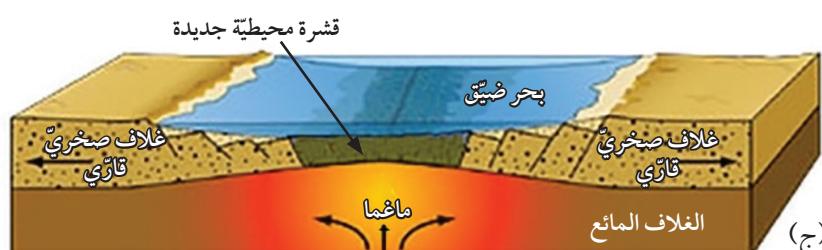
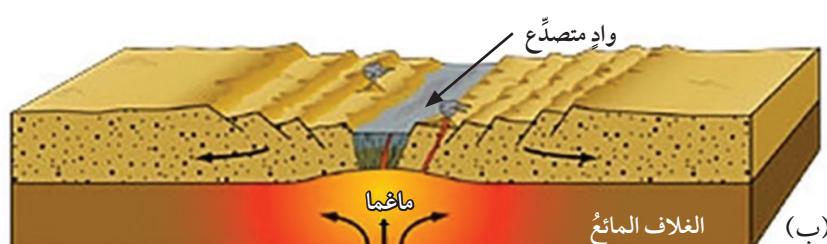
الشكل (15): مراحل تشكيل المحيط، إذ يبدأ باندفاع magma أسفل الصفيحة، وينتظر حتى يتشكل محيط جديد.

(أ): تتدفع magma إلى أعلى، ما يؤدي إلى تمدد الغلاف الصخري القاري ومن ثم تشقيقه.

(ب): ينقسم الغلاف الصخري القاري، ويكون وادٍ متصلٌ.

(ج): يتتشكل بحر ضيق.

(د): في النهاية يتتشكل محيط.



## الحدود المتقاربة Convergent Boundaries



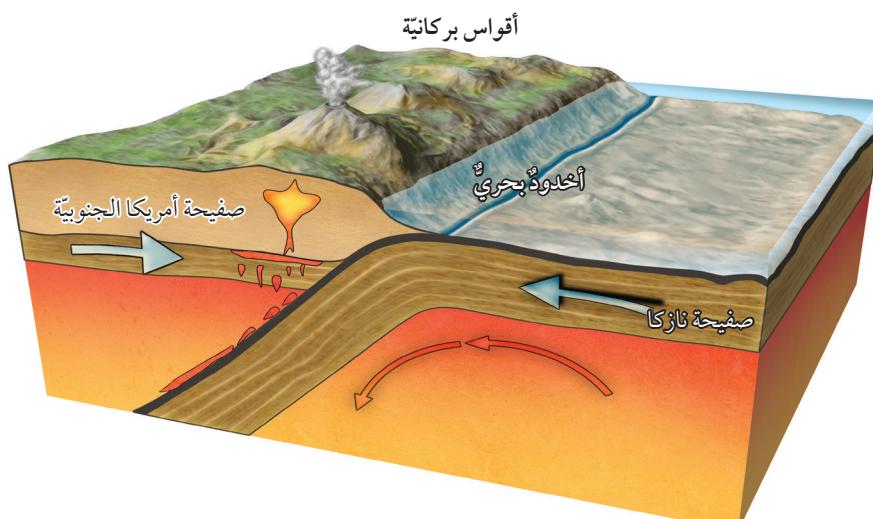
تتشكل الحدود المتقاربة **Convergent Boundaries** عند تقارب صفيحتين من بعضهما البعض، وتعتمد المظاهر الجيولوجية الناتجة على نوع الصّفائح المتقاربة، فقد تتشكل الحدود المتقاربة من تقارب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية، أو تقارب صفيحتين محيطيتين، أو تقارب صفيحتين قاريتين. وتُسمى الحدود المتقاربة الحدود الهدامة بسبب حدوث استهلاك للغلاف الصخري المحيطي على حدودها.

### تقاُب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية

#### Convergence of an Oceanic Plate with a Continental Plate

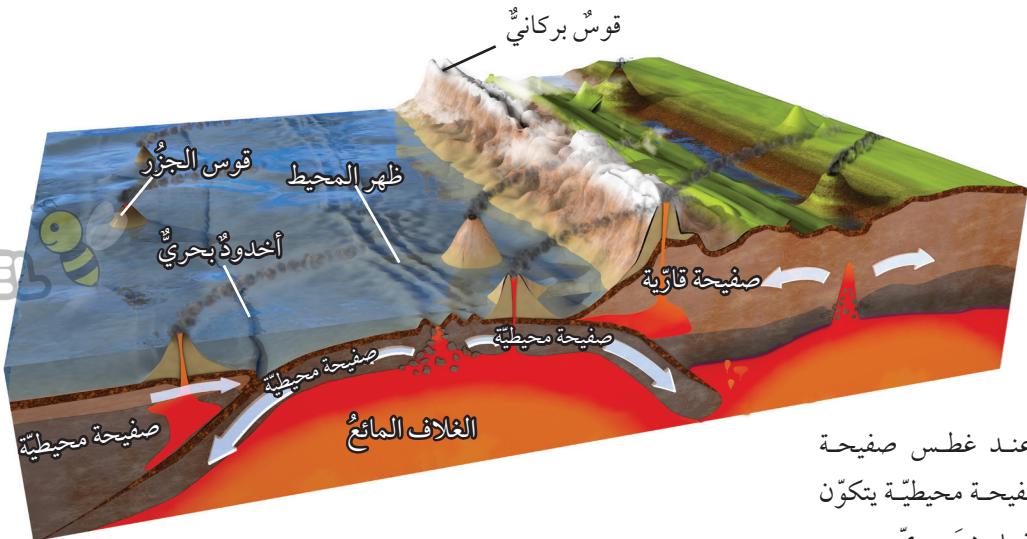
عند تقارب صفيحة قارية من صفيحة محيطية تطفو الصفيحة القارية فوق الصفيحة المحيطية؛ لأنها أقل كثافة منها، وتغطس الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة في الغلاف المائي. ولذلك، يُسمى هذا النوع من التقارب **نطاق الطرح Subduction Zone**. أنظر الشكل (16). ويُتُّج من نطاق الطرح أخدود بحري نتيجة غطس الصفيحة المحيطية أسفل الصفيحة القارية. ومن أمثلة أخدود بيرو - تشيلي الناتج من غطس صفيحة نازكا المحيطية أسفل صفيحة أمريكا الجنوبيّة القاريّة.

تحمل الصفيحة المحيطية الغاطسة معها رسوبيات محيطية، وعندما تصل إلى عمق يتراوح بين (100-150 km) تبدأ حواجزها وما تحمله من رسوبيات بالانهيار، وتنتج مagma جديدة أنديزيتية التركيب أقل كثافةً مما حولها، فترتفع إلى الأعلى حتى تصل في النهاية إلى سطح الأرض على شكل سلسلة من البراكين، تمتد على طول حافة



الشكل (16): يتُّج من غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة قارية نطاق طرح.

أفسّر سبب تكون أخدود بحريٍّ بين صفيحتي نازكا وأمريكا الجنوبيّة.



الشكل (17): عند غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة محيطية يتكون قوس الجزر وأخدود بحري.

الصفيحة القارية موازيةً للأخدود البحري على شكل قوسٍ يُسمى **القوس البركاني Volcanic Arc** مثل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبيّة.

**تقارب صفيحتين محيطيتين Convergence of two Oceanic Plates** عند تقارب صفيحتين محيطيتين من بعضهما البعض، تغطس الصفيحة الأبرد والأكثر كثافة تحت الأخرى. ما يؤدي إلى حدوث انصهار جزئي لحافتها الغاسطة، وتصعد المagma البازلتية الناتجة بسبب قلة كثافتها للأعلى حتى تصل إلى قاع المحيط؛ مشكّلةً براكين بحريّة يزداد ارتفاعها مع الزمن، وتحوّل إلى جزر بركانية. ومع استمرار حركة الصفيحة تتّبع سلسلة من الجزر على شكل قوس يوازي الأخدود البحريّة، يُسمى **قوس الجزر Island Arc**، مثل قوس جزر ماريانا غرب المحيط الهادئ الموازية للأخدود ماريانا، الذي نتج من غطس صفيحة المحيط الهادئ المحيطية أسفل صفيحة الفلبين المحيطية. أنظر الشكل (17).

### أفخر

عند غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة محيطية أخرى فإنها تنصهر. ما نوع الصخور المكوّنة لأقواس الجزر؟ لماذا؟

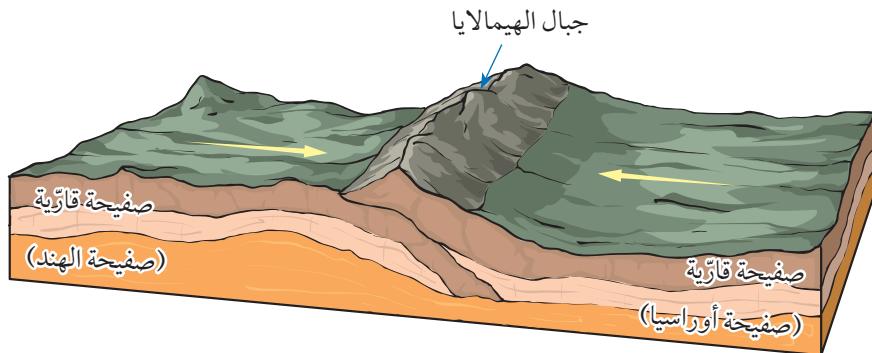
### تقارب صفيحتين قاريتين Convergence of two Continental Plates

تحتوي معظم الصّفائح القاريّة في نهايتها على جزء محيطي. لذلك، عند تقارب صفيحتين قاريتين من بعضهما البعض، يغطس الجزء المحيطي للصفيحة أسفل الصفيحة القاريّة الأخرى، ويتكوّن نطاق الطرّح. ومع استمرار الغطس يستهلك الجزء المحيطي ويلتقي الجزء القاري بالجزء القاري من الصفيحة الأخرى. وبسبب الكثافة المنخفضة للصفائح القاريّة نسبة إلى الصفائح المحيطية، وبسبب

الشكل (18): عند تقارب صفيحتين قاريّتين من بعضهما بعضاً، لا يحدث غطس لأيٍ منهما، ولكن يحدث تصادم للصفيحتين مع بعضهما بعضاً.



أفسر: لماذا لا تغطس إحدى الصفيحتين القاريّتين أسفل الأخرى عند التقاءهما؟



**أفکر**

لماذا تتشكل الصدوع العكسية في منطقة تصادم الصفيحتين القاريّتين؟

**أتحقق:** أذكر مظهرين جيولوجيين يتشاركان نتائج تصادم صفيحتين قاريّتين.

سماكاتها الكبيرة تصادمان مع بعضهما بعضاً، ويتيح من التصادم تشوّه للصخور، وتشكل الطيات والصدوع العكسية على امتداد حدود التصادم. ويتيح من التصادم أيضاً سلسلة جبال ضخمة جديدة تتكون من صخور رسوبية مشوّهة ومتحوّلة، وبقايا من القوس البركاني وأيضاً أجزاءً من القشرة المحيطية. ومن الأمثلة على تلك السلاسل الجبلية جبال الهيمالايا التي تشكّلت نتيجة تصادم صفيحة أوراسيا مع صفيحة الهند. انظر الشكل (18).

### الحدود التحويلية Transform Boundaries

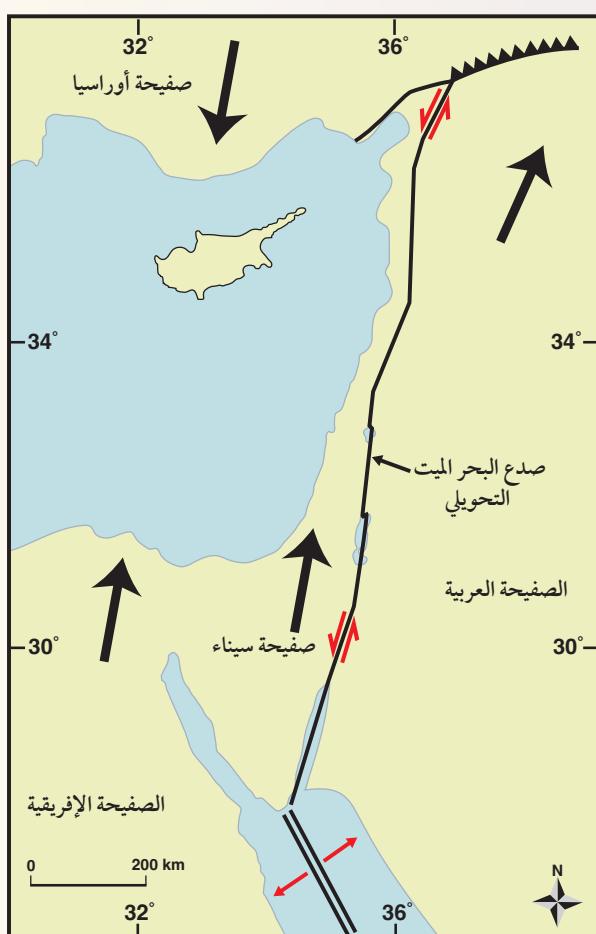
تُسمى الحدود التحويلية Transform Boundaries أيضاً الحدود الجانبية، إذ تحرّك الصّفائح فيها أفقياً بمحاذة بعضها بعضاً، وتحدث هذه الحدود على امتداد صدوع طويل يصل طول بعضها إلى مئات الكيلومترات، تُسمى صدوع التحويل Transform Faults لأن اتجاه الحركة النسبية للصفيحتين المجاورتين وسرعتهما يختلفان على امتداد الحد الفاصل بينهما. ولا يحدث استهلاك أو بناء للغلاف الصخري عند الحدود التحويلية؛ لذلك، توصف بأنها حدود محافظة Conservative Boundaries. وتوجد معظم صدوع التحويل بشكل متوازي على جانبي ظهر المحيط، ومن الأمثلة على صدوع التحويل: صدع البحر الميت التحويلي الذي يفصل بين الصفيحة العربية وصفيحة سيناء، وصدع سان أندریاس الذي يفصل صفيحة أمريكا الشمالية وصفيحة المحيط الهادئ. ولتعرف كيفية اختلاف اتجاه الحركة النسبية على امتداد صدوع التحويل أنفذ النشاط الآتي:

## ضدوع التحويل

يُعد صَدْع البحر الميّت التحويليّ أحد صُدوع التحويل الناتج من حركة صفيحة سيناء، والصفيحة العربيّة. وقد تعلّمت سابقاً في التجربة الاستهلالية أن هناك إزاحةً أفقيةً حدثت بين الصفيحتين. تمثّل الأسهُم ذات اللون الأسود اتجاه الحركة الحقيقية لصفيحة أوراسيا، والصفيحة العربيّة، وصفيحة سيناء والصفيحة الإفريقيّة، في حين تمثّل الأسهُم الحمراء الصغيرة (➡) الحركة النسبيّة لصَدْع البحر الميّت التحويليّ. أدرُّس الشكل الآتي، ثم

أجيب عن الأسئلة التي تليه:

### التحليل والاستنتاج:



1. أحَدَّ اتجاه الحركة الحقيقية لصفيحة العربيّة وصفيحة سيناء.

2. أحَدَّ اتجاه الحركة النسبيّة على جانبي صَدْع البحر الميّت التحويلي.

3. أقارِن بين الحركة الحقيقية والحركة النسبيّة لكل من الصفيحة العربيّة، وصفيحة سيناء من حيث الاتجاه.

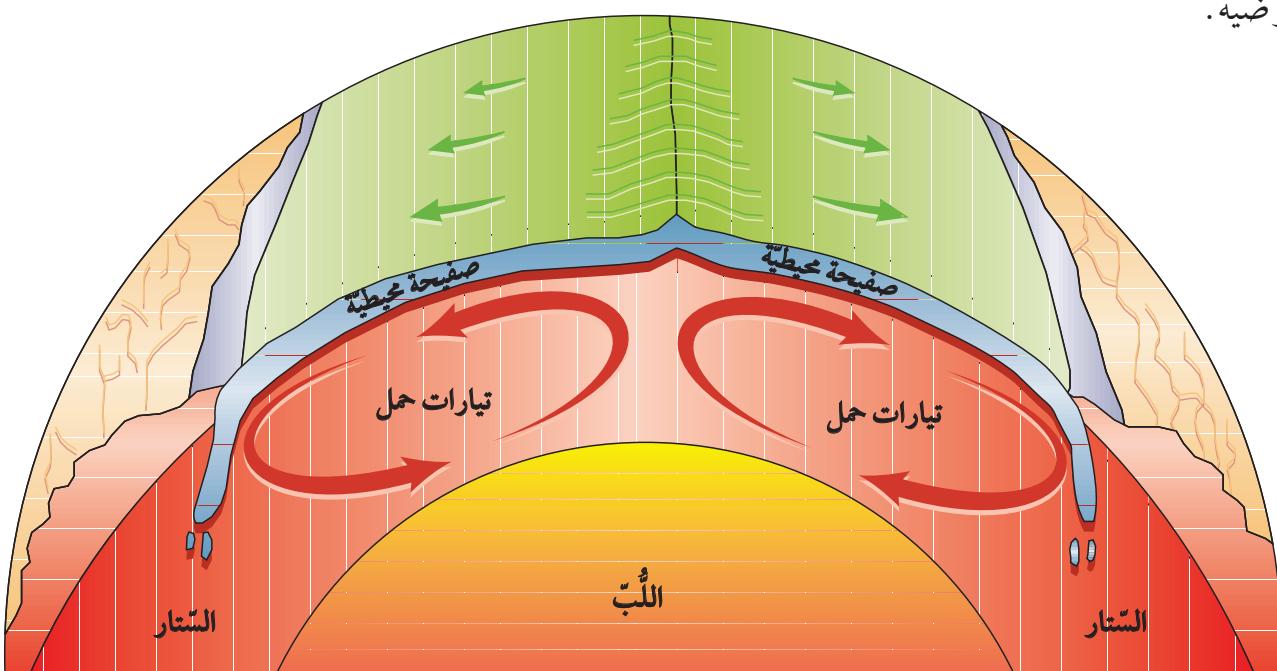
4. أتوّقّع سبب اختلاف اتجاه الحركة النسبيّة لصفيحة سيناء عن اتجاه حركتها الحقيقية.

## أسباب حركة الصفيحة

أتحقق: أوضح أهمية  
التيارات الهاابطة في  
حركة الصفائح ✓  
**AWA2EL**  
LEARN 2 BE

اكتشف العالم ولسون أن **تيارات الحمل** داخل السّtar هي القوّة المسؤولة عن حركة الصفائح الأرضية، حيث وضح آلية حركة تيارات الحمل على النحو الآتي:

يؤدي تحلُّل العناصر المشعّة المتركزة في السّtar إلى زيادة تسخين الماغما المحيطة فيها فتقلّ كثافتها، وترتفع إلى الأعلى مشكّلةً تياراتٍ صاعدةً ترتفع إلى الأعلى، حيث يخرج جزء قليل من الماغما من منطقة ظهُر المحيط مكوّنةً غالباً صخريًّا محيطيًّا جديداً، وتنتشر باقي الماغما جانبيًّا أسفل الصفيحة (الغلاف الصخري) مبتعدةً عن ظهُر المحيط، ساحبةً معها الصفيحتين على جانبيِّ ظهُر المحيط، وبالتالي تبرُّد هذه الماغما وتزداد كثافتها، فتبدأ بالغطس من جديد إلى أسفل؛ لتحلَّ محلَّ الماغما الصاعدة؛ مشكّلةً ما يُسمّى التيارات الهاابطة التي يمكن أن تسحب معها الصفيحة التي تعلوها، مكوّنةً مع الزمن أنطقةً الطّرح. انظر الشكل (19). وعلى الرغم من أن تيارات الحمل قد تمتد إلى آلاف الكيلومترات، إلا أنها تتدفق في وسط ظهُر المحيط بمعدل عدّة سنتيمترات في السنة، ويؤدي استمرار حركة التيارات الصاعدة والهاابطة إلى تحريك الصفائح الأرضية.



## البراكين والزلزال وحركة الصفائح

### Volcanoes, Earthquakes and Plate Tectonics

عند دراسة توزُّع البراكين والزلزال على سطح الأرض نجد أن معظم البراكين والزلزال تتمركز عند حدود الصَّفائح.

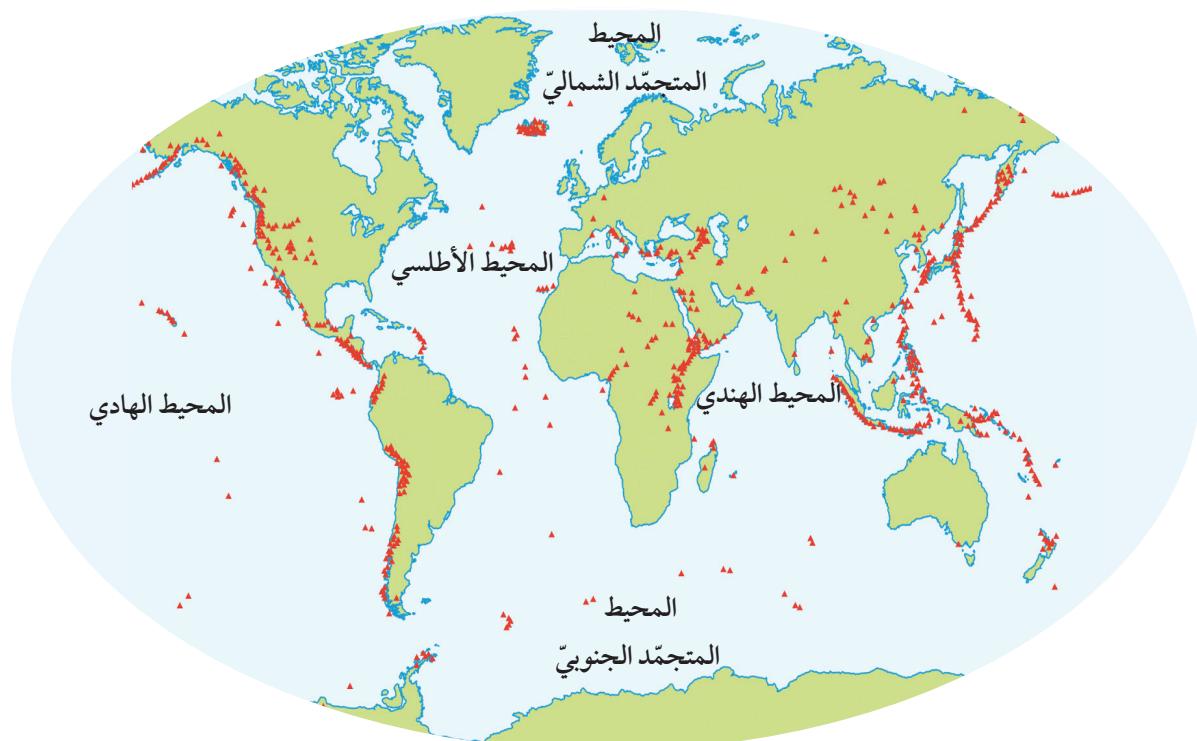


#### توزيع البراكين

عند دراسة توزُّع البراكين على سطح الأرض نلاحظ أن معظم البراكين تتكونُ عند حدود الصَّفائح المتباعدة، وحدود الصَّفائح المتقاربة. أنظر الشكل (20). فعندما تبتعد الصَّفائح الأرضية بعضها عن بعض في مناطق الوديان المُتصدِّعة، أو في مناطق ظهر المحيط، تخرج اللابة من الشقوق على امتداد حدود الصَّفائح، وتتصلَّب مكوِّنةً براكين بازلتية. أما الحدود المتقاربة التي تنشأ عن غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة قارِية أو أسفل صفيحة محيطية، فيتُوج من هذا التقارب براكين ذاتُ تركيب أنديزيتِيٌّ، أو ذاتُ تركيب بازلتِيٌّ على امتداد الأخداد البحرية على التوالي. وتتكوَّن البراكين المحيطة بالمحيط الهادئ بهذه الطريقة التي تنتُج من غطس صفيحة المحيط الهادئ، وصفيحة نازكًا أسفل الصَّفائح الأخرى المحيطة بها. ويُسمَّى الحزام الذي يحيط بالمحيط الهادئ حزام النار The Ring of Fire ويتمركز 75% من البراكين في العالم تقريبًا حوله.

الشكل (20): توزُّع البراكين على سطح الأرض.

أحدّ نوع حدود الصَّفائح التي أنتجت البراكين التي تقع على الحد الغربي لقارة أمريكا الجنوبيَّة.

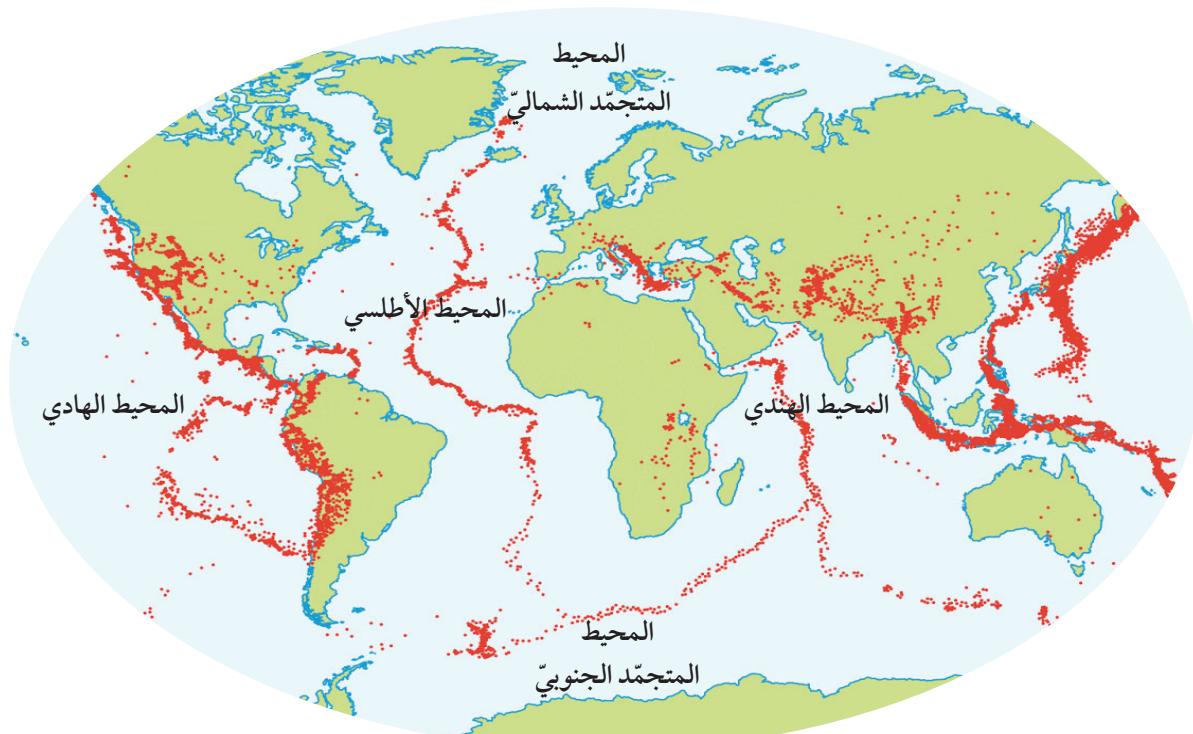


## توزيع الزلزال Distribution of Earthquakes

إذا نظرنا إلى خريطة تمثل توزُّع الزلزال في العالم، سوف نجد أن معظم الزلزال تتمركز عند حدود الصَّفَائِح الأرضية، وتُسمى أماكن تجمُّعها أحزمة الزلزال Earthquake Belts. ويتمركز 80% من الزلزال تقريباً حول حزام المحيط الهادئ الناريّ. انظر الشكل (21). تتشكل الزلزال نتيجة حركة الصَّفَائِح، حيث يؤدي التقاء الصَّفَائِح الأرضية إلى تكون إجهادات مختلفة، وعندما تتجاوز هذه الإجهادات حد المرونة تتكسر الصخور، وتنشأ زلزال على حوافي تلك الصَّفَائِح، وتصاحب الزلزال أنواع الحدود الثلاثة: المتباعدة، والمتقاربة، والتحويليّة.

✓ **اتحقّق:** أوضّح: ما المقصود بحزام المحيط الهادئ الناريّ؟

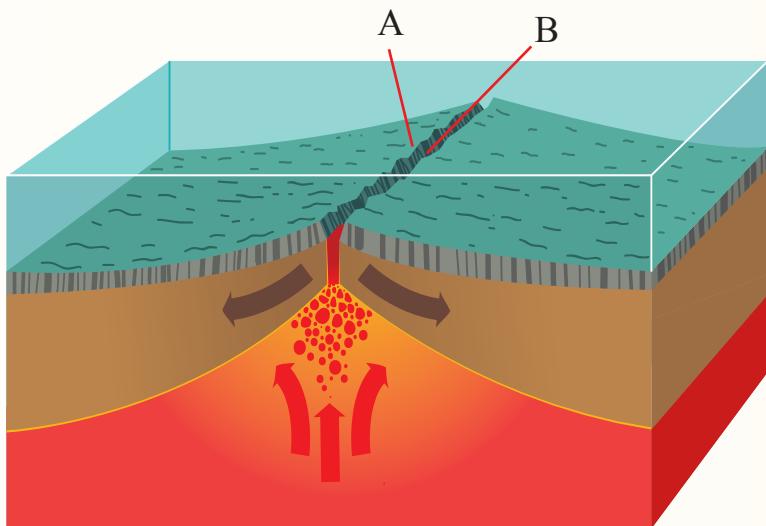
الشكل (21): توزُّع الزلزال عند حدود الصَّفَائِح الأرضية.



# مراجعة الدرس

**AWA2EL**  
LEARN 2 BE

- 1 . الفكرة الرئيسية: أحدد المظاهر الجيولوجية التي تتشكل عند حدود الصفائح المتقاتلة.
- 2 . أخص نص نظرية الصفائح التكتونية.
- 3 . أتبأ: كيف سيتغير الوادي المتصلع الكبير شرق إفريقيا بعد عدّة ملايين من السنين؟
- 4 . أستنتج العلاقة بين أماكن توزُّع البراكين على سطح الأرض، وأماكن توزُّع الزلازل ، وأبيّن الأسباب.
- 5 . أوضح ماذا يحدث عند تقارب صفيحتين قاريتين من بعضهما بعضاً.
- 6 . أقارن بين اللب الداخلي واللب الخارجي من حيث: الحالة الفيزيائية، والتركيب الكيميائي.
- 7 . أحسب المسافة بين النقطتين المجاورتين في منطقة ظهر المحيط (A, B) بعد  $y = 20000$  إذا كان متوسّط سرعة تباعد الصفيحتين على امتداد ظهر المحيط يساوي  $3 \text{ cm/y}$ .



- 8 . أحدد: أين تقع معظم صدوع التحويل على سطح الأرض؟

## الإثراء والتوسيع

### قياس سرعة الصّفائح التكتونية Measuring the Speed of Tectonic Plates

AWA2EL  
LEARN 2 BE

تتحرك الصّفائح التكتونية بصورة دائمة حركة بطيئة، وتدرجية، لدرجة أننا لا نستطيع الشعور بها، والتي لا تتجاوز حركتها عدّة سنتيمترات في السنة. ومع التقدّم العلمي واكتشاف نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، استخدم العلماء الأقمار الصناعية في هذا النظام لقياس مُعدّل حركة الصّفائح التكتونية، إذ توضع علامات على سطح الأرض، وتستخدم الأقمار الصناعية في مراقبة مواقعها مع الزمن، ثم تُجمع البيانات عن مواقعها. وقد لاحظ العلماء أن موقع تلك العلامات تتغيّر مع الزمن، فبعض العلامات تزداد المسافة بينها، وبعضها تقل، أو تظهر أن هناك حركة جانبيّة بينها. ومن قياس مقدار المسافة بين تلك النقاط يُحدّد مُعدّل سرعة تحرك تلك الصّفائح واتجاه حركتها.

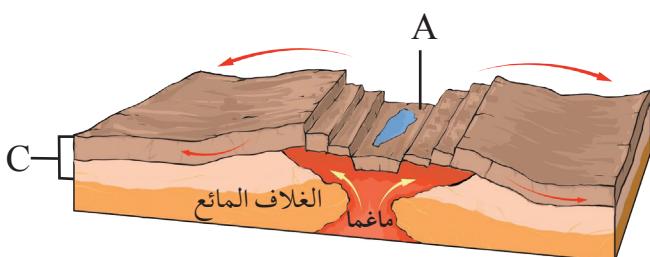
#### الكتابة في الجيولوجيا

أكتب فقرة حول كيفية قياس سرعة الصّفائح التكتونية، ثم أعرض ما كتبته على زميلي / زميلاتي في الصفّ.



6. من المظاهر الجيولوجية التي تتشكل نتيجة اصطدام تيارات الحمل الصاعدة بأسفل الصفيحة التكتونية القارية:

- ب) نطاق طرح
  - أ) وادٍ متصدع.
  - ج) الحدود التحويلية.
  - د) نطاق تصادم.
- أدرس الشكل الآتي الذي يمثل أحد حدود الصفائح، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



7. نوع حدود الصفائح في الشكل:

- أ) حدود جانبيّة.
- ب) حدود تقاريّة.
- ج) حدود تباعيّة.
- د) حدود تصادم.

8. المظهر الجيولوجي الذي يشير إليه الحرف (A):

- أ) أقواسُ الجُرُزِ.
- ب) وادٍ متصدع.
- ج) براكين قوسية.
- د) نطاقُ الطرح.

9. النطاق الذي يشير إليه الحرف (C):

- أ) القشرة الأرضية.
- ب) الستار العلوي.
- ج) أعلى الستار.
- د) الغلاف الصخري.

10. بدأت قارة بانغيا بالانقسام إلى أجزاء أصغر قبل:

- أ) 400 m.y.
- ب) 200 m.y.
- ج) 50 m.y.
- د) 100 m.y.

11. النطاق الذي يوجد في الحالة السائلة من الكره الأرضية هو:

- أ) الغلاف الصخري.
- ب) اللبُ الداخلي.
- ج) الغلاف المائي.
- د) اللبُ الخارجي.

**السؤال الأول: أضَع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

1. الجزء من الأرض الذي يتميز بأنه في الحالة الصلبة ويمتد من سطح الأرض حتى عمق 100 km هو:

- أ) الغلاف المائي.
- ب) الستار السفلي.
- ج) الغلاف الصخري.
- د) اللبُ الداخلي.

2. من الأدلة التي استخدمها فاغنر لتأكيد صحة فرضيته:

- أ) توسيع قاع المحيط.
- ب) تصادم الصفائح القارية.
- ج) تشابه الأحافير.
- د) تيارات الحمل.

3. من الأدلة على فرضية توسيع قاع المحيط:

- أ) تزداد أعمار الصخور كلما اتجهنا نحو ظهر المحيط.
- ب) أعمار معظم صخور قياع المحيطات لا يزيد على 180 m.y.
- ج) ينقلب المجال المغناطيسي دائمًا بصورة منتظمة.
- د) الأشرطة المغناطيسية المتتساوية في العمر متعاكسة في الاتجاه المغناطيسي.

4. تتكون الوديان المتصدعة عند:

- أ) حدود التصادم.
- ب) حدود الطرح.
- ج) الحدود التحويلية.
- د) الحدود المتباude.

5. من حدود الصفائح التي لا يصاحبها تكون براكين؟

- أ) المتقاربة (محيطية- محيطية).
- ب) المتقاربة (محيطية- قارية).
- ج) التحويلية.
- د) المتباude.

# مراجعة الوحدة

## السؤال الثالث:

أملاً الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ من المصطلحات:



أ - الفرضية التي تنصُّ على أن جميع القارات الحالية كانت تشكّل في الماضي قارةً واحدة تسمّى: .....

ب- التغيير في قطبية المجال المغناطيسي للأرض من عاديَّة إلى مقلوبة يُسمّى: .....

ج- الفرضية التي تنصُّ على أن القشرة المحيطية الجديدة تشكّل عند ظهور المحيطات، وتستهلك عند الأخدود البحريَّة هي: .....

د- السلسلة من الجُزر التي تشكّل على شكل قوس موازٍ للأخدود البحريَّة تسمّى: .....

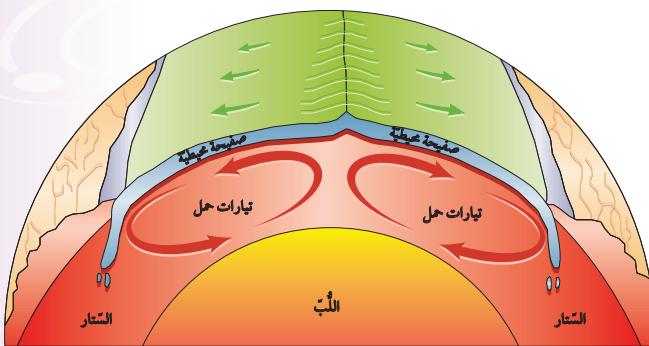
هـ- القوَّة المسؤولة عن حركة الصَّفائح الأرضية هي: .....

## السؤال الرابع:

أنتَ: هل يبقى شكل صفيحة المحيط الاهادي ثابتاً مع الزمن؟ أوضّح إجابتي.

## السؤال الخامس:

أفسِّر: كيف تعمل تيارات الحمل الموضّحة في الشكل الآتي على حركة الصَّفائح الأرضية؟



12 . تشكّلت جبال الهيمالايا بوساطة:

أ ) تباعد صفيحة إفريقيا، عن صفيحة أمريكا الجنوبيَّة.

ب ) تصادُم صفيحة الهند، مع صفيحة أوراسيا.

ج) تحرُّك الصُّدع التحويليَّ سان أندریاس.

د) تصادُم الصَّفحة العربيَّة مع صفيحة أوراسيا.

13 . القطعة الصَّخريَّة التي تتكون من القشرة الأرضية والجزء الأعلى من الستار بسمك 100 km تسمى:

أ ) الغلاف المائي.      ب) صفيحة أرضية.

ج) براكين قوسية.      د) ظهر المحيط.

14 . أيُّ من أنطِقَة الأرض تسالِك الصَّخور المكوَّنة له سلوكاً لدِنَا؟

أ ) الغلاف المائي.

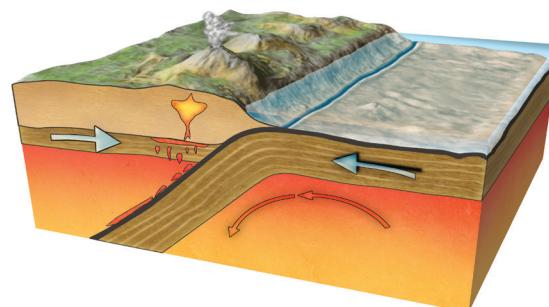
ب) الغلاف الصَّخري.

ج) القشرة الأرضية.

د ) اللُّبُّ الخارجي.

## السؤال الثاني:

يمثُّل الشكل الآتي أحد حدود الصَّفائح، أدرس الشكل ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1. أحْدَد نوع حدود الصَّفائح في الشكل.

2. أستنتج: ما المظاهر الجيولوجية الناتجة عن غطس الصَّفحة المحيطية أسفل الصَّفحة القاريَّة؟

# مراجعة الوحدة



## السؤال الثاني عشر:

أكُون فَرَضِيَّةً أوضَحْ منها مَا يُمْكِنُ أَنْ يَحْدُثْ إِذَا غَيَّرْتْ صَفِحَتَ اِفْرِيقِيَا وَأَمْرِيكَا الْجُنُوبِيَّةَ اِتِّجَاهَ حَرْكَتِيهِما؛ لِيَتَحرَّكَا بَعْكَسَ اِتِّجَاهِ حَرْكَتِيهِما الْحَالِيَّةَ.

## السؤال الثالث عشر:

أَحَسْبُ: أفترض أن جزيرة بركانية تشكلت في منطقة ظَهَرِ المحيط، قد انقسمت بفعل توسيع قاع المحيط إلى جزأين، حيث يتحرّك كل جزء جانبياً بعيداً عن ظَهَرِ المحيط بمُعَدَّل  $2 \text{ cm/y}$ . ما المسافة بين الجزأين بعد  $1 \text{ m.y}$ ؟

## السؤال الرابع عشر:

أَحَدَّدْ نوع حدود الصَّفَائِحِ المُسَبِّبَةَ لِكُلِّ مِنَ الظَّاهِرَاتِ الآتِيَّةِ:

1. البحر الأحمر.
2. البحر الميت.
3. جبال الهيمالايا.
4. جبال الأنديز.

## السؤال الخامس عشر:

أقارن بين أقواس الجُرُزِ والأقواس البركانية من حيث: نوع الحدود المكوّنة لكلٍّ منها، ونوع المagma المكوّنة لها.

## السؤال السادس عشر:

أفسِر سبب تسمية الصُّدُوع التي تتكون عند الحدود التحويلية صُدُوع التحويل.

## السؤال السادس:

أَتَبِأْ بِمَوَاقِعِ الْقَارَاتِ بَعْدَ  $100 \text{ m.y}$  عَلَى افتراض أَنَّ الصَّفَائِحَ الْأَرْضِيَّةَ تَتَحرَّكُ بِالسُّرْعَةِ نَفْسِهَا، وَالِّتِيَّاهِ نَفْسِهِ.

## السؤال السابع:

أقارن بَيْنَ الظَّاهِرَاتِ الْجِيُولُوْجِيَّةِ النَّاتِجَةِ مِنْ تَقَارُبِ صَفِحَيَّتِينَ مُحِيطِيَّتِينَ، وَبَيْنَ تَقَارُبِ صَفِحَيَّتِينَ قَارِيَّتِينَ.

## السؤال الثامن:

أَفْسِرُ: كَيْفَ تَنْشَأُ الْزَّلَازِلُ عَنْ تَقَارُبِ صَفِحَيَّتِينَ قَارِيَّتِينَ؟

## السؤال التاسع:

أَسْتَنْتَجُ: أَيْنَ تَقْعِدُ أَقْدُمُ الصَّخْورِ فِي صَفِحَةِ نَازِكَا؟

## السؤال العاشر:

أَسْتَنْتَجُ: كَيْفَ تُعَدُّ أَحْفَوْرَةُ الْمِيزُوسُورُسِ دَلِيلًا عَلَى صِحَّةِ فَرَضِيَّةِ اِنْجِرافِ الْقَارَاتِ.



## السؤال الحادي عشر:

أَقْوَمْ صِحَّةً مَا أَشَارَتْ إِلَيْهِ الْعَبَارَةُ الآتِيَّةُ: "يُعَدُّ تَوْزِيعُ الْزَّلَازِلِ فِي الْقَشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ دَلِيلًا عَلَى صِحَّةِ نَظَرِيَّةِ الصَّفَائِحِ التَّكْتُونِيَّةِ".



(أ)

**الإثراء الغذائيّ Eutrophication:** ظاهرة تنتج بسبب زيادة نمو الطحالب في المسطّحات المائية عند زيادة عناصر الفسفور والنترات في الماء، ومن ثم موتها بفعل تحللها بوساطة البكتيريا الهوائية، ما يؤدي إلى استنزاف الأكسجين المذاب في الماء، ومن ثم موت الكائنات الحية المائية التي تعيش فيها.

**الإجهاد Stress:** القوّة المؤثرة في وحدة المساحة من الصّخر، ويقاس بوحدة ( $N/m^2$ )، وله ثلاثة أنواع اعتماداً على اتجاه القوّة المؤثرة على الصّخر وهي: الضّغط، والشدّ، والقصّ.

**الأخاديد البحريّة Trenches:** وديانٌ عميقٌ ضيقٌ تمتد طولياً في قيعان المُحيطات، تصاحب أنطقة الطرح، وتوازي أقواس البراكين والجُزر البركانيّة.

**استنزاف الموارد الطبيعية Depletion of Natural Resources:** الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية بمرور الزمن، دون تعويض النّقصان بالقدر الكافي.

**أقواس الجُزر Island Arcs:** جُزرٌ بركانية تشكّل مع بعضها بعضًا شكل قوس يوازي الأخاديد البحريّة تتّسّج من غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة محيطية أخرى، ما يؤدي إلى انصهار طرف الصفيحة الغاطسة، وإنتاج مagma قليلة الكثافة، تصعد للأعلى حتى تصل إلى قاع المحيط؛ مشكّلةً براكين بحريّةً يزداد ارتفاعها مع الزمن، وتحوّل إلى جُزر بركانية.

**الاحترار العالميّ Global Warming:** زيادة تدريجيّة في مُعَدَّل درجات الحرارة العالميّ، ناجمة عن النشاطات الطبيعية والبشريّة.

**الأحواض الحَسْفِيَّة Grabens:** أحد أنظمة الصُّدوع التي تتشكّل عندما تعرّض صخور القشرة الأرضيّة لقوى شدّ تؤدي إلى إحداث صدوعين عاديّين متقابلين، حيث تهبط الكتل الصّخرية بينهما للأسفل، بحيث يشتهر كان في الجدار المعلّق.

**الانفجار السكانيّ Population Explosion:** زيادة أعداد السكّان بمعدّلات كبيرة مع تقلّص المدة الزمنية الازمة لتضاعفهم؛ ما يؤدي إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعية مع مرور الزمن.

**الانقلاب المغناطيسيّ Magnetic Reversal:** التغيير في قطبية المجال المغناطيسي للأرض من عاديّة إلى مقلوبة على امتداد عمر الأرض.

(ب)

**بانغيا Pangaea:** قارّة افتراحت وجودها فغرن، وتعني كل اليابسة يحيطها محيط باثلاسا. بدأت بالانقسام إلى قارّات أصغرً من  $200 \text{ m.y}$  تقريبًا، ثم أخذت القارّات بالانجراف ببطء حتى وصلت إلى موقعها الحاليّة.

(ت)

**التراكيب الجيولوجية Geological Structures**: المظاهر أو التشوّهات التي تحدث في الصخور نتيجة تعرضها لقوى مختلفة مع مرور الزمن.

**التشوّه Deformation**: تغيير في شكل الصخور أو حجمها، أو الاثنين معًا. وهي في الحالة الصلبة نتيجة تعرضها لقوى خارجية، أو قوى داخلية مع مرور الزمن.

**التشوّه اللّدين Plastic Deformation**: أحد أنواع التشوّه الذي يحدث في الصخور اللّidine؛ نتيجة تعرضها للإجهادات التي تزيد على حد المرونة لها، ويؤدي إلى ثنيها.

**التشوّه الهشّ Brittleness Deformation**: أحد أنواع التشوّه الذي يحدث في الصخور الهشّة؛ نتيجة تعرضها للإجهادات التي تزيد على حد المرونة لها، ويؤدي إلى كسرها.

**التصحر Desertification**: تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرّطبة، وانخفاض قدرتها الإنتاجية، وتحولها إلى مناطق شبيهة بالصحراء (زحف الصحراء نحو الأراضي الزراعية) بسبب الاستغلال المفرط لمواردها من قبل الإنسان، وسوء أساليب الإدارة التي يطبقها، إضافة إلى التغيرات المناخية.

**تللُّ التّربة Soil Pollution**: أيّ تغيير في خصائص التربة الطبيعية، أو مكوّناتها حيث يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها.

**تللُّ الماء Water Pollution**: أيّ تغيير في الخصائص الفيزيائية، أو الكيميائية، أو الحيوية للماء، إذ تصبح أقلّ صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، يمكن أن يؤثّر سلباً في الكائنات الحية، و يجعل استخدامها أمراً غير ملائم، وغير مستساغ.

**توسّع قاع المحيط Seafloor Spreading**: فرضية وضعها العالم هاري هس في بداية السبعينيات من القرن الماضي، تنصّ على أن "القشرة المحيطية الجديدة تُبني عند ظهور المحيطات، وتُستهلك عند الأخدودات البحريّة".

**تيارات الحمل Convection Currents**: تيارات اكتشفها العالم ولسون تتّبع داخل الستار نتيجة تحلّل العناصر المشعة المتمركزة فيه، ما يؤدي إلى زيادة تسخين المagma فتقلّ كثافتها، وترتفع إلى الأعلى مشكّلةً تياراً صاعداً ترتفع إلى الأعلى، وينتّج من حركتها حركة الصّفائح الأرضية.

(ج)

الجماعات السكّانية البشرية: **Human Population Groups**: مجموعة الأفراد الذين يُقيمون في منطقة جغرافية محدّدة، أو يتشاركون في خصائص مماثلة؛ وفي ما بينهم من علاقات منها التزاوج والإنجاب.

**الجدار القدم Foot Wall**: الكتلة الصّخرية التي تقع أسفل مستوى الصّدع.

**الجدار المعلق Hanging Wall**: الكتلة الصّخرية التي تقع فوق مستوى الصّدع.

(ح)

الحدود التحويلية: **Transform Boundaries**: حدود تُنتج من تحرك الصّفائح أفقياً بمحاذة بعضها بعضًا، وتحدث هذه الحدود على امتداد صُدوع التحويل الطويلة التي يصل طول بعضها إلى مئات الكيلومترات.

الحدود المتباعدة: **Divergent Boundaries**: حدود تمثل تباعد صفيحتين بعضهما عن بعض. ومن مظاهر وجودها امتداد ظهر المحيط في المحيطات والوديان المتصدعة في القارات.

الحدود المتقاربة: **Convergent Boundaries**: حدود تمثل تقارب صفيحتين بعضهما من بعض، وقد تكون بين صفيحتين قاريتين، أو بين صفيحتين محيطيتين، أو بين صفيحة قارية مع محيطية، ومن المظاهر الجيولوجية الناتجة منها: أنطقة الطرح، والأخاديد البحريّة، والسلالس الجبلية.

(س)

السّعة التحملية: **Carrying Capacity**: عدد الجماعات السكّانية التي يمكن للنظام البيئي دعمها وإعالتها.

(ص)

**الصّدع Fault**: كسر يحدث في صخور القشرة الأرضية، ويتيح منه كتلتان صخريّتان تتحرّكان بشكل موازٍ لسطح الكسر.

**الصّدوع الجانبيّة Strike – Slip Faults**: صدوع ناتجة من الحركة الأفقيّة للكتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصّدع، وقد يكون فيها مستوى الصّدع مائلًا أو رأسياً.

**الصّدوع العاديّة Normal Faults**: صدوع ناتجة من الحركة الرأسية للكتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصّدع. وتُعد صدوعاً مائلة، يتحرّك فيها الجدار المعلق إلى الأسفل بالنسبة إلى الجدار القدم.

**الصّدوع العكسيّة Reverse Faults**: صدوع ناتجة من الحركة الرأسية للكتلتين الصّخريّتين على جانبي مستوى الصّدع. وتُعد صدوعاً مائلة، يتحرّك فيها الجدار المعلق إلى الأعلى بالنسبة إلى الجدار القدم.

(ط)

**طية غير متماثلة Asymmetrical Fold:** طية يميل كل جناح من جناحيها بزاوية ميل مختلفة عن الأخرى، سواءً أكانت طية محدبة أم طية مقعرة، ويكون فيها المستوى المحوري مائلًا بزاوية أقل من  $90^{\circ}$ ، أي غير متعامد على سطح الأرض. وتشكل هذه الطية عندما تعرّض الطبقات الصخرية لضغط غير متساوٍ على كلا الجانبيين.

**طية متماثلة Symmetrical Fold:** طية يميل جناحاها بزاوية ميل متساوية على كلا الجانبيين سواءً أكانت طية محدبة أم طية مقعرة، ويكون فيها المستوى المحوري عمودياً على سطح الأرض. وتشكل مثل هذه الطيات عندما تعرّض الطبقات الصخرية لضغط متساوٍ من الجانبيين.

**طية محدبة Anticlines:** إحدى أنواع الطيات تتقوس فيها الطبقات نحو الأعلى، ويميل جناحاها بعيداً عن المستوى المحوري، وتحتوي على الطبقات الأقدم في وسطها.

**طية مضطجعة Recumbent Fold:** أحد أنواع الطيات يكون فيها المستوى المحوري أفقياً.

**طية مقعرة Synclines:** أحد أنواع الطيات تتقوس فيها الطبقات نحو الأسفل، ويميل جناحاها نحو المستوى المحوري، وتحتوي على الطبقات الأحدث في وسطها.

**طية مقلوبة Overturned Fold:** أحد أنواع الطيات التي يميل جناحاها في الاتّجاه نفسه، حيث تزيد زاوية ميل أحد جناحيها على  $90^{\circ}$ ، ويكون فيها المستوى المحوري مائلًا عن المستوى العمودي بدرجة كبيرة، وتكون الطبقات المكونة لأحد الجناحين مقلوبة.

(ظ)

**ظهر المحيط Ocean Ridge:** سلسلة جبلية ضخمة يتصل بعضها البعض، تمتد في جميع المحيطات. يوجد في وسطها وادٍ عميق ضيق يُسمى الوادي الخُسفِي، تُنتج من تباعد الصُفائح الأرضية.

(غ)

**الغلاف الصخري Lithosphere:** نطاقٌ من الأرض يشمل القشرة الأرضية وأعلى الستار، يوجد في الحالة الصلبة.

(ف)

**فرضية انجراف القارات Continental Drift Hypothesis:** فرضية اقترتها العالم فنر عام 1912م، تنص على أن "جميع القارات الحالية كانت تشکل في الماضي قارةً واحدة سمّاها بانغيما، يحيط بها محيط بانثالاسا. وقد بدأت بالانقسام منذ 200 m.y تقريباً إلى قارات أصغر، ثم أخذت القارات بالانجراف ببطء حتى وصلت إلى موقعها الحاليّ".

(ك)

**الكتل الاندفاعية Horsts:** أحد أنظمة الصُّدوع التي تتشكل عندما تعرّض صخور القشرة الأرضية لقوى شدّ تؤدي إلى إحداث صدعين عاديَّين متقابلين، إذ تبرز الكتل الصَّخريَّة بينهما للأعلى عندما تهبط الكتل الصَّخريَّة على جانبيها للأسفل، بحيث يشتراكان في الجدار القدَّم.

(م)

**مستوى الصَّدْع Fault Plane:** السطح الذي تتحرَّك عليه الكتل الصَّخريَّة عند كسرِها، وقد يكون مستوى الصَّدْع مائلًا، إذ إن زاوية الميل التي يصنعها مع المستوى الأفقي تراوح بين  $0^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  ، أو يكون مستوى الصَّدْع رأسياً، إذ إن زاوية الميل التي يصنعها مع المستوى الأفقي  $90^{\circ}$ .

**المطاوَعة Strain:** التغيير في شكل الصخور أو حجمها أو كليهما معًا، وتعتمد على مقدار الإجهاد المؤثِّر في الصخور وعلى نوعه، إذ كلما زاد مقدار الإجهاد زادت المطاوَعة في الصخور.

**المغناطيسيَّة القديمة Paleomagnetism:** ظاهرة تدلّ على ت מגنُط ذرات المعادن المغناطيسيَّة وترتبها عندما تبلور من الماغما باتجاه المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ السائد نفسه وقت تكونها. وعندما تتصلب فإنها تحفظ باتجاه ذلك المجال المغناطيسيِّ الأرضيِّ.

(ن)

**نطاق الطرح Subduction Zone:** نطاق ينبع من غطس صفيحة محيطية أسفل صفيحة قارِّية، أو صفيحة محيطية أخرى، وينتج من نطاق الطرح: أحاديد بحرية، وأقواس بُركانية، وأقواس الجُزر.

**نظريَّة الصَّفائح التكتونيَّة Plate Tectonic Theory:** نظرية طورها عدد من العلماء اعتمدَت على فرضيَّة انجراف القارَّات، وتوسُّع قاع المحيط، مع دمج أدلة جديدة عليهم. وتنصُّ على أن "الغلاف الصَّخريَّ الصلب مقسَّ إلى عدد من القطع يُسمَّى كل منها صفيحة، تتحرَّك نسبةً إلى بعضها بعضاً، وينتج منها العديد من المظاهر الجيولوجية".

**النمو السكاني Population Growth:** اختلاف أعداد السكان نتيجة الفرق بين معدل المواليد ومعدل الوفيات ومعدلات الهجرة خلال مدة زمنية معينة.

### أولاً - المراجع العربية



1. بول ج. هويت؛ جون أسوشكتوي؛ كيسلي هوبت؛ عدنان عثمان (2014): **مفاهيم العلوم الفيزيائية**، العبيكان، الرياض، السعودية.
2. الدليمي، خلف (2018): **الأشكال الأرضية- دراسة حقلية**، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
3. سفاريني، غازي (2012): **مبادئ الجيولوجيا البيئية**، (ط1)، دار الفكر، عمان، الأردن.
4. سفاريني، غازي وعابد، عبد القادر (2012): **أساسيات علم الأرض**، (ط1)، دار الفكر، عمان، الأردن.
5. الصديق، عمر الصديق (2012): **علم وتقانة البيئة**، (ط1)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان.
6. صوالحة، حكم (2019): **الجيولوجيا العامة**، (ط2)، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن.
7. القصاص، محمد (1999): **التصحر**. سلسلة عالم المعرفة، العدد 242. المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت.
8. المقرن، عبد المنعم مصطفى (2012): **الانفجار السكاني والاحتباس الحراري**. (العدد 391).
- المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت.
9. الناصر، وهيب عيسى (2004): **الإنسان والبيئة**، سلسلة عالم الفكر، المجلد 32، العدد 3، ص: 137 – 179 المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت.

## ثانيًا- المراجع الأجنبية

1. Berry, K., & Fronk R., (2007): **Earth Science**, Harcourt Education Company.
2. Brooks, B.,& Jenner J., (2009): **Earth Science**, Pearson Education, Lake Street New jersey.
3. Earle, S. (2019): **Physical Geology** , 2<sup>nd</sup> Edition. Victoria, B.C.: BCcampus. Retrieved from <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/>
4. Lutgens, K. & Tarbuck,E. (2014): **Foundations of Earth Science**, 7<sup>th</sup> ed.,Pearson Education Limited.
5. Pollard, D., & Fletcher, R., (2010): **Fundamentals of Structural Geology**, 4<sup>th</sup> ed., Cambridge University Press, United Kingdom.
6. Tarbuck, E.J. & Lutgens, F.K. (2017): **Earth. An Introduction to Physical geology**, 12<sup>th</sup> ed., Pearson Education Limited.

## ثالثاً: الروابط الإلكترونية

[https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/0B/11/T0B1100000A3301PDFA.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0B/11/T0B1100000A3301PDFA.pdf)

<https://www.ifac.org/knowledge-gateway/discussion/almkhatr-walfrs-alty-tfrdha-almyah-laymkn-tjahlha-mn-qbl-alamal-aw-alsnaat-aw-alamm>

[http://moenv.gov.jo/ebv4.0/root\\_storage/ar/eb\\_list\\_page/%D8%AA%D9%82%D8%B1%D9%8A%D8%B1%D8%AD%D8%A7%D9%84%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%8A%D8%A6%D8%A92016.pdf](http://moenv.gov.jo/ebv4.0/root_storage/ar/eb_list_page/%D8%AA%D9%82%D8%B1%D9%8A%D8%B1%D8%AD%D8%A7%D9%84%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%8A%D8%A6%D8%A92016.pdf)



