المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

علوم الأرض والبيئة

الصف الحادي عشر 11

الفصل الدراسي الأول

تأليف المعلم

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

دليل المُعلِّم

علوم الأرض والبيئة

الصف الحادي عشر

الفصل الدراسي الأول

11

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

سكينة محي الدين حسن جبر د محمود عبد اللطيف عبد الرازق حبوش د مروة خميس محمد عبد الفتاح

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الدليل عن طريق العناوين الآتية:

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

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم اسـتخدام هـذا الدليـل في مـدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعـلى للمركز الوطنـي لتطوير المناهـج في جلسـته رقـم (2023/4)، تاريـخ 2023/7/11 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2023/254)، تاريـخ 2023/8/9 م، بدءًا مـن العام الدراسي 2023 / 2024 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.
- 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 - 515 - 3

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2023/5/2659)

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

دليل المعلم: علوم الأرض والبيئة: الصف الحادي عشر الفصل الدراسي الأول/ المركز الوطني لتطوير المناهج.- عمان: المركز، 2023

(166) ص.

ر.إ.: 2023/5/2659

الواصفات: / علوم الأرض والبيئة/ / دليل المعلم/ / **التعليم الثانوي**/

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف 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 Lecensing 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.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1444 هـ – 2023 م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	5
نظرة عامة إلى كتاب الطالب	a
نظرة عامة إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية	e
نظرة عامة إلى دليل المُعلِّم	g
التقويم	i
المهارات	m
استراتيجيات التدريس والأساليب الداعمة لعملية التعلُّم	o
تمايز التدريس والتعلُّم	q
توظيف التكنولوجيا	s
الوحدة 1: الأرصاد الجوية	7
الدرس 1: الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي	10
الدرس 2: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس	21
الإثراء والتوسُّع	36
مراجعة الوحدة	37

الموضوع	الصفحةُ
الوحدة 2: الوقود الأحفوري	39
الدرس 1 : نشأة الوقود الأحفوري	42
الدرس 2 : أنواع الوقود الأحفوري	50
الدرس 3 : الوقود الأحفوري في الأردن	60
الإثراء والتوسُّع	74
مراجعة الوحدة	75
الوحدة 3: الوقود الأحفوري والبيئة	77
الدرس 1 : استخدامات الوقود الأحفوري	80
الدرس 2 : أثر احتراق الوقود الأحفوري	90
الإثراء والتوسُّع	98
مراجعة الوحدة	99
ملحق أوراق العمل	A1
ملحق إجابات أسئلة كتاب الأنشطة والتجارب العملية	A33
قائمة المراجع	A42

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

انطلاقًا 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، وإعداد أدلة للمُعلِّمين/ للمُعلِّمات تساعدهم على إيصال المعارف والمهارات المُتضمَّنة في كتاب الطالب باستعمال أفضل الاستراتيجيات والطرائق التربوية الحديثة.

يُعَدُّ دليل المُعلِّم لمادة علوم الأرض والبيئة واحدًا من سلسلة أدلة المباحث العلمية التي أشرف على تأليفها فريق وطني ذو خبرة في إعداد المواد الدراسية وَفق أحدث الطرائق بحيث تحاكي أدلة المُعلِّمين العالمية.

عرض دليل المُعلِّم لمحة عامة عن بنية كتاب الطالب، والعناصر المُتضمَّنة فيه، وكيفية تناول محتوياته، ولمحة عامة عن بنية كتاب الأنشطة والتجارب العملية، فضلًا عن عرضٍ لمحتويات دليل المُعلِّم، وبنوده، وآلية التقويم، والمهارات المستخدمة في كتب العلوم، ومنها كتاب علوم الأرض والبيئة، وعرضٍ للعديد من الاستراتيجيات وطرائق التدريس التي يُمكِن استخدامها في تدريس الطلبة.

اعتُمِد في دليل المُعلِّم دورة التعلُّم التي تتكوَّن من ثلاث مراحل، هي: تقديم الدرس، والتدريس، والتقويم. أمّا المرحلة الأولى فتشمل مناقشة الفكرة الرئيسة والربط بالمعرفة السابقة. وأمّا المرحلة الثانية فتعرض استراتيجيات التدريس وطرائقها والأساليب التربوية التي تساعد المُعلِّم/ المعلِّمة على عرض المادة العلمية بصورة سهلة ومنظمة، وتتضمَّن تطوير المفاهيم، والمناقشة، والتعزيز، والمعلومات الإضافية للمُعلِّم/ للمعلِّمة والطلبة، وتوضيح للصور والأشكال، والأنشطة السريعة، واستراتيجيات التدريس وطرائقه المتنوعة، وإجابات جميع أسئلة الأشكال وأسئلة بند (أتحقَّق). وأمّا المرحلة الثالثة فقد تضمَّنت عرضًا لإجابات جميع أسئلة مراجعة الدروس وأسئلة مراجعة الوحدة.

اشتملت كل وحدة على مشروع خاص بها يهدف إلى تنمية العمل الجماعي والمهارات العلمية، وعلى طرائق مقترحة لتوظيف التكنولوجيا، إلى جانب التركيز على القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية المرتبطة بالمفاهيم والمهارات الخاصة بكل درس.

ونحن إذ نُقدِّم الطبعة الأولى من هذا الدليل، فإنّا نأمل أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات المنشودة في توفير ما يَلزم المُعلِّم/ المعلِّمة لتدريس المحتوى بأفضل الطرائق، فضلًا عن تحسين الدليل؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، والأخذ بملاحظات المُعلِّمين والمعلِّمات، وإثراء أنشطته المتنوعة.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

بِنية كتاب الطالب: دورة التعلُّم الخماسية

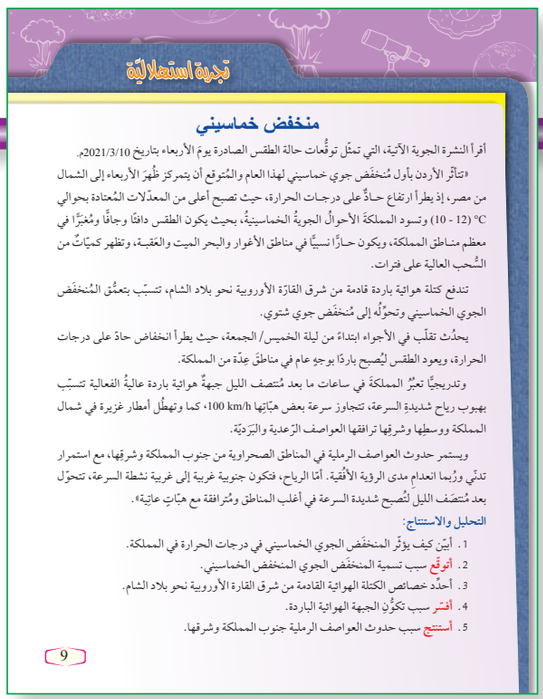
صُمِّمت وحدات كتاب الطالب وفق دورة التعلُّم الخماسية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدة للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا. تتضمَّن هذه الدورة ما يأتي:

1 التهيئة Engagement:

إثارة فضول الطلبة الطبيعي ودافعيتهم إلى البحث والاستكشاف، وتنشيط المعرفة السابقة بالموضوع.

2 الاستكشاف Exploration:

مشاركة الطلبة في الموضوع؛ ما يمنحهم فرصةً لبناء فهمهم الخاص. ويجمع الطلبة في هذه المرحلة بيانات مباشرة تتعلق بالمفهوم الذي يدرسونه عن طريق إجراء أنشطة عملية متنوعة وجاذبة، يعتمد بعضها المنحى التكاملي STEAM الذي يساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم.



تجربة استهلالية

منخفض خماسيني

أقرأ النشرة الجوية الآتية، التي تمثّل توقُّعات حالة الطقس الصادرة يومَ الأربعاء بتاريخ 2021/3/10م.

«تتأثر الأردن بأول مُنخفَض جوي خماسيني لهذا العام والمُتوقع أن يتمركز ظُهرَ الأربعاء إلى الشمال من مصر، إذ يطرأ ارتفاع حادٌّ على درجات الحرارة، حيث تصبح أعلى من المعدّلات المُعتادة بحوالي °C (12 - 10) وتسود المملكةَ الأحوالُ الجويةُ الخماسينيةُ، بحيث يكون الطقس دافئًا وجافًّا ومُغبرًّا في معظم مناطق المملكة، ويكون حارًّا نسبيًّا في مناطق الأغوار والبحر الميت والعَقبة، وتظهر كميّاتٌ من السُّحب العالية على فترات.

تندفع كتلة هوائية باردة قادمة من شرق القارّة الأوروبية نحو بلاد الشام، تتسبّب بتعمُّق المُنخفَض الجوي الخماسيني وتحوُّلِه إلى مُنخفَض جوي شتوي.

يحدُث تقلّب في الأجواء ابتداءً من ليلة الخميس/ الجمعة، حيث يطرأ انخفاض حادّ على درجات الحرارة، ويعود الطقس ليُصبح باردًا بوجهٍ عام في مناطقَ عِدّة من المملكة.

وتدريجيًّا تعبُرُ المملكةَ في ساعات ما بعد مُنتصف الليل جبهةٌ هوائية باردة عاليةُ الفعالية تتسبّب بهبوب رياح شديدةِ السرعة، تتجاوز سرعة بعض هبّاتِها 100 km/h، كما وتهطُل أمطار غزيرة في شمال المملكة ووسطِها وشرقِها ترافقها العواصف الرّعدية والبَرَدية.

ويستمر حدوث العواصف الرملية في المناطق الصحراوية من جنوب المملكة وشرقِها، مع استمرار تدنّي ورُبما انعدام مدى الرؤية الأُفقية. أمّا الرياح، فتكون جنوبية غربية إلى غربية نشطة السرعة، تتحوّل بعد مُنتصَف الليل لتُصبح شديدة السرعة في أغلب المناطق ومُترافقة مع هبّاتٍ عاتية».

التحليل والاستنتاج:

1. أبيّن كيف يؤثّر المنخفَض الجوي الخماسيني في درجات الحرارة في المملكة.
2. أتوقّع سبب تسمية المنخفَض الجوي المنخفض الخماسيني.
3. أحدّد خصائص الكتلة الهوائية القادمة من شرق القارة الأوروبية نحو بلاد الشام.
4. أفسّر سبب تكوُّنِ الجبهة الهوائية الباردة.
5. أستنتج سبب حدوث العواصف الرملية جنوب المملكة وشرقها.

9

أتأمل الصورة

يُعرَّفُ الطقسُ بأنه التغيّرات التي تحدُث في الغلاف الجوي مدة زمنية قصيرة، من حيث درجةُ الحرارة والرطوبة والضغط الجوي والرياح في منطقة جغرافية محدَّدة، فقد يكون الطقس حارًّا، وقد يكون باردًا، أو غائمًا، أو ماطرًا.

كيف تؤثّرُ الجبهات الهوائية، وأنظمة الضغط الجوي المختلفةُ في الطقس المحلي؟

5 التقويم Evaluation:

التحقُّق من تعلُّم الطلبة وفهمهم للموضوع، ومنحي فرصة لتعرُّف نقاط القوة والضعف لدى طلبتي.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. الجبهة الهوائية التي يُرمزُ إليها بخط على أحد جوانبه تبرُز مثلثات باللون الأزرق وفي الجانب الآخر تبرُز أقواس باللون الأحمر هي:
   أ. الجبهة الهوائية الباردة.
   ب. الجبهة الهوائية المستقرّة.
   ج. الجبهة الهوائية الدافئة.
   د. الجبهة الهوائية المغلقة.
2. من الأمثلة على المنخفضات الجوية الحرارية:
   أ. منخفض البحر الأحمر.
   ب. منخفض البحر الأبيض المتوسط.
   ج. المنخفض الأزوري.
   د. المنخفض السيبيري.
3. أحد الظروف الجوية الآتية يصفها نموذج المحطة المجاور:
   أ. السماء مغطّاة كاملًا بالغيوم.
   ب. سرعة الرياح 40 knot.
   ج. تساقط ثلجي.
   د. الرياح جنوبية شرقية.
4. ما اتّجاه الرياح الذي تشير إليه ريشة الرياح في الشكل الآتي؟

أ. رياح جنوبية شرقية. ب. رياح جنوبية.
ج. رياح شرقية. د. رياح جنوبية غربية.

5. يُعدُّ منخفض الهند الموسمي مثالًا على:
   أ. منخفض خماسيني.
   ب. منخفض جوي حراري.
   ج. منخفض جبهي.
   د. منخفض البحر الأبيض المتوسط.

السؤال الثاني:
أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ من المصطلحات:
1. خريطة جغرافية لمنطقة ما توضّح عناصر الطقس التي تم التنبؤ بها في وقت معيّن على مساحة معتدة محدّدة، لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية .....
2. بيانات الطقس التي تُعرَضُ في نموذج المحطة، تشمل عناصر الطقس الرئيسة، مثل: .....، ..... و .....
3. تُسمّى حركة الهواء الأفقية على سطح الأرض الناتجة من فرق الضغط على سطحها .....
4. يُستخدَمُ ..... في مقياس درجة الحرارة الصغري، ويُستخدَمُ ..... في مقياس درجة الحرارة العظمى.
5. تُسمّى الجبهة الهوائية المتشكّلة عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيتين باردتين، الأمامية باردة والخلفية باردة جدًا .....
6. كيمْ من القماش مخروطيّ الشكل مفتوح من طرفيه، يُستخدم في معرفة اتجاه الرياح يُسمّى .....

مراجعة الوحدة

السؤال الثالث:
أفسّرُ كلًّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:
1- يُصنَعُ كتلةُ الرصد الجوي من الخشب ويُطلى باللون الأبيض.
2- يُضعف مقياس درجة الحرارة العظمى بوجود انحناء في الأنبوب الزجاجي أسفل التدريج قريبًا من مستودع الزئبق.
3- يتكوّن جهاز الأنيمومتر من أنصاف كُرات فلزية مجوّفة.

السؤال الرابع :
أبيّن مبدأ عمل جهاز الثيرموغراف في قياس درجة الحرارة.

السؤال الخامس:
أصف بخطوات كيف يتشكّل المرتفع الجوي الدافئ.

السؤال السادس:
أقارن بين المنخفضين الجويين الحراري والخماسيني من حيث الآلية التي يتم بها تسخين الهواء.

السؤال السابع:
أرسم نموذج محطة يمثّل الظروف الجوية الآتية: درجة حرارة الهواء 10°C، والسماء مغطّاة بالغيوم، والرياح شمالية غربية وسرعتها 45 knot، والضغط الجوي 1013 mb.

السؤال الثامن:
في تجربة لقياس الرطوبة النسبية كانت قراءة درجة الحرارة في المقياس الجاف 16°C، والفرق بين قراءتي المقياسين الجاف والرطب 4°C.
- أبيّن الرطوبة النسبية للهواء التي تم قياسُها.
- أستنتج العلاقة بين الفرق في قراءتي مقياس درجة الحرارة الجاف والرطب، والرطوبة النسبية للهواء.

السؤال التاسع:
أتذكر: ما المعلومات التي يمكنُ الحصول عليها من رادار الطقس عن حالة الطقس المتوقّعة؟

3 الشرح والتفسير Explanation:

تقديم محتوى يتسم بالتنوع في أساليب العرض، ويضم العديد من الصور والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية المرتبطة بالموضوع؛ ما يمنح الطلبة فرصةً لبناء المفهوم.

الدرس 1

نشأة الوقود الأحفوري

The Formation of Fossil Fuels

الفكرة الرئيسة:
يتشكّل النفط والغاز الطبيعي في صخور المصدر ويهاجر منها ثم يُحزَّن في مصائد النفط إلى أن يُستخرَج.

نتاجات التعلم:
- أبيّن أصل الوقود الأحفوري من حيث الصخور المولِّدة له.
- أصف خطوات تشكّل أنواع الوقود الأحفوري.
- أناقش آلية حركة النفط والغاز الطبيعي وهجرتهما في الأحواض الرسوبية.
- أشرح كيفية اختزان النفط والغاز الطبيعي في الصخور.

المفاهيم والمصطلحات:

Fossil Fuels	الوقود الأحفوري
Coal	الفحم الحجري
Source Rock	صخر المصدر
Kerogen	الكيروجين
Reservoir Rocks	الصخور الخازنة
Trap	المصيدة

ما الوقود الأحفوري؟ What are Fossil Fuels?

يُعرَفُ **الوَقودُ الأحفوري** Fossil Fuels بأنه أحد أشكال الطاقة غير المتجدّدة تتشكّل من بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية. ويشمل الوقود الأحفوري أنواعًا مختلفة منها: الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي والصخر الزيتي، وقد قدّر العلماء أن 86% من الطاقة المستخدمة في العالم تأتي تقريبًا من احتراق الوقود الأحفوري. فكيف تشكّلت أنواع الوقود الأحفوري؟ وهل جميع أنواع الوقود الأحفوري تتشكّل بالآلية نفسها؟

تشكّل الفحم الحجري Formation of Coal

تشكّل **الفحمُ الحجري** Coal من بقايا الأشجار والشرخسيات والنباتات الأخرى التي عاشت في العصر الكربوني، منذ 358 my تقريبًا، حيث كان المناخ السائد في ذلك الوقت في مناطق نمو النبات أكثر دفئًا من الوقت الحاضر، وقد أدى هذا إلى زيادة نموّها. أنظر الشكل (1) الذي يمثّل مراحل تشكّل الفحم الحجري.

الشكل (1): يؤدي موت النباتات ودفنها تحت طبقات قشرة الأرض إلى تشكّل الفحم الحجري، ثم يتم استخراجه واستخدامه لإنتاج الطاقة.

42

غطت المستنقعات الفحلة مساحاتٍ واسعةً من سطح الأرض. وعند موت النباتات فيها تحلّلت جزئيًا بفعل البكتيريا في الماء، ثم دُفنت تحت طبقات من الرسوبيات، وقد أدى هذا إلى بقاء المواد المتحللة بعيدةً عن الأكسجين، ومع مرور الوقت وتراكُم الطبقات الرسوبية فوقها ازدادت درجة الحرارة والضغط المؤثر فيها، وبالتدريج تحوّلت إلى أنواع مختلفة من الفحم الحجري اعتمادًا على مقدار درجة الحرارة والضغط التي تعرّضت لهما. ومن أنواع الفحم الحجري الخُثّ، والفحم البيتومني. وسيتم في الدرس اللاحق الحديث عنها حديثًا مُفصّلًا.

تشكّل النفط والغاز الطبيعي

Formation of Oil and Natural Gas

توجدُ نظريتان رئيستان توضحان آلية تشكّل النفط والغاز الطبيعي من مادته الأم وهي: النظرية غير العضوية ذات الأصل غير العضوي، التي تفترض أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل في الستار، والنظرية العضوية ذات الأصل العضوي التي تفترض أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل من بقايا الكائنات الحية. ويوجدُ تباينٌ بين العلماء في وجهات النظر، ولكن معظمهم يتفقون على أن النفط والغاز الطبيعي هما من أصل عضوي.

نظرية الأصل غير العضوي Inorganic Origin Theory

يفترض العديد من العلماء أن المواد الهيدروكربونية المكوّنة للنفط والغاز الطبيعي تتولد في الستار، وليس من تحلّل المادة العضوية، فقد افترضوا أن الميثان والمواد الهيدروكربونية الأخرى تتكوّن نتيجة تفاعلات مختلفة تحدُث في الستار العلوي، ثم تهاجر تلك المواد خلال الصدوع العميقة إلى صخور القشرة الأرضية وهناك يتشكّل كلٌ من النفط والغاز الطبيعي في أنواع

التحقّق: أوضح كيف يتشكّل الفحم الحجري.

الربط بالكيمياء

يُطلَقُ مصطلح الهيدروكربون على أي مركّب كيميائي عضوي يتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط، تُصنَّفُ المواد الهيدروكربونية إلى: هيدروكربونات مُشبعة، وهي أبسط أنواع المواد الهيدروكربونية، وتتكون من روابط أحادية فقط، ومن أمثلتها الميثان، والهيدروكربونات غير المُشبعة وتشتمل على روابط ثنائية أو ثلاثية ومن أمثلتها الإيثيلين، وهيدروكربونات أروماتية تحتوي على حلقة سداسية من الكربون والهيدروجين (C_6H_6) ومن أمثلتها البنزين.

فكّر لماذا عدَّ العلماء وجود غاز الميثان في بعض كواكب المجموعة الشمسية دليلًا على أن النفط والغاز الطبيعي الموجود في الأرض أصله غير عضوي؟

43

4 الإثراء والتوسُّع Elaboration:

تزويد الطلبة بخبرات إضافية لإثارة مهارات الاستقصاء لديهم، عن طريق إشراكهم في تجارب وأنشطة جديدة تكون أشبه بتحدٍّ يفضي إلى التوسُّع في الموضوع، أو تعميق فهمه.

الإثراء والتوسّع

الصناعات البتروكيماوية

The Petrochemical Industries

لا تقتصر أهميّة الوقود الأحفوري على استخدامه كونه أحدَ أهمّ مصادر الطاقة في العالم، بل يتعداه إلى استخدام أنواعه في العديد من الصناعات التي تُسمّى الصناعاتِ البتروكيماوية، حيث يستخدَمُ النفط والغاز الطبيعي وحتى الفحـمُ الحـجري موادَّ خام. ويُعَدُّ الغازُ المصاحب (وهو أحد أشكال الغاز الطبيعي الموجود في صخور الخزان مصاحبًا للنفط ويستخرَج عند تكريره) من أهم المشتقات النفطية المستخدَمة في صناعة البتروكيماويات.

تُعَدُّ صناعةُ البتروكيماويات من أهم الصناعات في هذا العصر، فهي توفر منتجاتٍ مهمّةً، مثل: الإثيلين والميثانول والبولي إيثيلين التي تدخل في معظم المجالات، ويستخدمُها الناس يوميًّا؛ فهي تدخل في صناعة الأدوية والأسمدة والأثاث، والدّهانات ومستحضرات التجميل، والأجهزة المنزلية والإلكترونيات وألواح الطاقة الشمسية وغيرها الكثير، وقد أولتْ معظم الدول اهتمامًا كبيرًا بهذا القطاع لأهميته في الاقتصاد الوطني.

ومع كلّ الفوائد التي توفّرها المواد البتروكيماوية، إلا أن تراكم بعضها يُعَدُّ خطرًا كبيرًا على البيئة خصوصًا الموادَّ البلاستيكية؛ حيث إنّ العديد من الأدوات التي نستخدمها مصنوعةٌ بكاملها من البلاستيك أو تحتوي على مكوّنات بلاستيكية. ومن خصائص البلاستيك أنه لا يتحلل بسهولة لذلك يتراكم مع الزمن ويؤدي إلى تلوّث البيئة.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أستخدمُ مصادرَ البحث المختلفةَ للحصول على معلومات عن الصناعات البتروكيماوية، ثمّ أختار إحدى المواد وأحدّد أهميتها وكيفية صناعتها، ثمّ أكتبُ مقالة عن ذلك.

74

عناصر محتوى الدرس:

يشمل الدرس عناصر متنوعة، عُرِضَتْ بتسلسل بنائي واضح؛ ما يُسهِّل تعلُّم الطلبة المفاهيم والمعارف والأفكار الواردة في الدرس.

الفكرة الرئيسة:

تتضمَّن تلخيص المفاهيم والأفكار والمعارف التي سيتعلَّمها الطلبة في أثناء الحصة.

الفكرةُ الرئيسةُ:

تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ نتيجةَ تصخُّرِ الرسوبياتِ على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

شرح محتوى الدرس:

شرح محتوى الدرس بعبارات بسيطة تراعي الفئة العمرية وخصائص الطلبة النمائية، وتنظيم عملية الشرح بحيث تشتمل على عناوين رئيسة، يتفرَّع منها عناوين ثانوية، وتندرج أحيانًا عناوين فرعية من العناوين الثانوية، وتظهر بألوان مختلفة.

المرتفع الجوي High Pressure

يُعرَّفُ المرتفَعُ الجوي بأنه كتلة من الهواء فوق منطقة معينة من الأرض، تتميز بضغط أعلى من ضغط الهواء في المناطق المحيطة بها، حيث تكون أكبرَ قيمةً للضغط الجوي في المركز، وتقلُّ كلما ابتعدنا عن المركز.

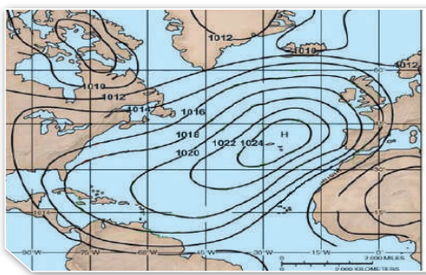
تُقسَمُ المرتفعاتُ الجوية بناءً على نوع الكتل الهوائية أربعة أقسام على النحو الآتي:

المرتفع الجوي الدافئ Warm High Pressure

عندما يتضاغط الهواء القادمُ من قمم الجبال التي تتشكّل فوقها المنخفضات الجوية، تزداد كثافته، أي يزداد ضغطُه، فيهبِط إلى الأسفل. ونتيجة لذلك، يسخُن الهواء الهابط ذاتيًّا، مشكِّلًا المرتفعَ الجوي الدافئ، وتعمل عملية التسخين الذاتي للهواء على تبخّر قطرات الماء إن وُجِدتْ في الهواء، وتلاشي الغيوم. ويرافق المرتفعاتِ الجويّةَ الدافئةَ ارتفاعٌ واضح في درجة الحرارة لكتلة الهواء قُرْبَ سطح الأرض، خصوصًا في فصل الصيف. وتسود هذه المرتفعاتِ في الأغلب أجواءٌ مستقرّة وصافية. وقد تُكوِّنُ الضباب إذا اكتملت شروط تشكُّلِه، ومن الأمثلة على المرتفع الجوي الدافئ المرتفعُ الجوي الأزوري .

المرتفع الجوي الأزوري High Pressure Azores

نظام ضغط جوي مرتفع شِبْه استوائيّ، يقع مركزه بالقرب من جُزُر الأزورِ البرتغالية في المحيط الأطلسي. ومن هنا أتت التسمية، ويتغير الضغط الجوي في مركزه بين فصلَي الصيف والشتاء تغيُّرًا طفيفًا، وغالبًا ما يقترب من mb (1024) ، أنظر الشكل (9).



الصور والأشكال:

صور واضحة ومتنوعة تُحقِّق الغرض العلمي.

الشكل (3): جبهة هوائية مقفلة بين ثلاث كتل هوائية: إحداها باردة جدًّا والأخرى باردة وكتلة هوائية دافئة محصورة بينهما، تتشكل بينها جبهة هوائية باردة تلحق بجبهة هوائية دافئة.
أرسم رمز الجبهة الهوائية المقفلة.

أسئلة الأشكال:

أسئلة إجاباتها من الصورة الواردة في الشكل التوضيحي؛ لتدريب الطلبة على التحليل.

بابه في اتجاه الشمال، منعًا لوصول أشعة الشمس لمقاييس درجة الحرارة عند فتحه لرصد القراءات المَقيسة. أنظر الشكل (11). يوجد داخله أدوات خاصة لقياس درجة حرارة الهواء ورطوبته، مثل: مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب، ومقياس درجة الحرارة العظمى، ومقياس درجة الحرارة الصغرى، وجهاز الثيرموغراف، وفي ما يأتي شَرْحٌ مُبسَّطٌ عنها.

مقياس درجة الحرارة الجاف Dry Bulb Thermometer هو مقياس حرارة زئبقي يتكوّن من أنبوب زجاجي ضيق، وتقاس فيه درجةُ حرارة الهواء بوحدة السلسيوس والفهرنهايت معًا. أنظر الشكل (12).

المفاهيم والمصطلحات:

تظهر مُظلَّلة، وبخط غامق؛ للتركيز عليها، وجذب انتباه الطلبة إليها.

النشاط:

خبرات عملية تُكسِب الطلبة مهارات ومعارف متنوعة، بعضها وفق المنحى التكاملي STEAM.

المهارات:

تحدّي قدرات الطلبة في مجال التفسير، والتحليل، ومعالجة المعلومات؛ لذا فهي تُنمّي قدراتهم على التأمُّل، والتفكير، والاستقصاء؛ لتحقيق مفهوم التعلُّم مدى الحياة.

الربط بـ:

تقديم معلومات بغرض التكامل مع المباحث الأُخرى، أو ربط تعلُّم الطلبة بمجالات الحياة؛ ليصبح تعلُّمهم ذا معنى.

الربط بالكيمياء

يُطلَقُ مصطلحُ الهيدروكربون على أي مركّب كيميائي عضوي يتكون من عنصرَي الكربون والهيدروجين فقط، تُصنَّفُ الموادُّ الهيدروكربونية إلى: هيدروكربونات مُشبَعة، وهي أبسط أنواع المواد الهيدروكربونية، وتتكون من روابط أحادية فقط، ومن أمثلتها الميثان، والهيدروكربونات غير المُشبعة وتشتمل على روابط ثنائية أو ثلاثية ومن أمثلتها الإيثيلين، وهيدروكربونات أروماتية تحتوي

أُفكِّر:

تنمية مهارات التفكير.

أفكّر لماذا عدَّ العلماء وجود غاز الميثان في بعض كواكب المجموعة الشمسية دليلًا على أن النفط والغاز الطبيعي الموجود في الأرض أصله غير عضوي؟

توظيف التكنولوجيا:

إسهام التكنولوجيا الفاعل في تعلُّم العلوم، والمساعدة على استكشاف المفاهيم الجديدة، وتحفيز أدوات التكنولوجيا الطلبة على التأمُّل، والتحليل، والتفكير.

أبحثُ:

ما المناطق التي اكتُشِف فيها النفط والغاز الطبيعي غيرُ العضويِّ في العالم؟
أبحث عن تلك المناطق، ثم أكتب تقريرًا قصيرًا عن إحداها، موضّحًا سبب وَصْف النفط المتشكّل ذا أصلٍ غيرِ عضويّ، وأعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أسئلة مراجعة الدرس:

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة، والمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أستنتج هل يُستخرَج النفط من صخور المصدر.
2. أوضّح مفهوم الوقود الأحفوري.
3. أُقارن بين المواد العضوية المكوِّنة للفحم الحجري والنفط من حيث نوع بقايا الكائنات الحية المكوِّنة لها.
4. أوضّح كيف تتشكّل المصائد الطبقية.
5. أستنتج: هل يتجمّع النفط في مِصيدة تركيبية على شكل طيّة محدَّبة، بحيث تكون الصخور الخازنة فيها صخورًا جيريّةً، وصخور الغطاء صخورًا رمليّةً؟

التقويم التكويني:

أسئلة تهدف إلى التحقُّق من مدى فهم الطلبة في أثناء عملية التعلُّم.

✓ **أتحقّق:** أفسّر: لماذا يتم بناء جدار تبريدي حول مناطق معالجة الصخر الزيتي في الموقع؟

نشاط

رسم خريطة طقس سطحية

تمثّل الأرقامُ الافتراضية على الشكل مواقعَ محطات رصد (1–5)، وقيَمًا للضغط الجوي المصحَّح بالنسبة إلى مستوى سطح البحر بوحدة الملليبار.

خطوات العمل:

1- أصِلُ بخطوطٍ منحنيةٍ بين الأرقام المتشابهة في قيم الضغط الجويّ (Isobars)، وأُراعي شروطَ رسمها.

2- أستخدم البيانات الافتراضية في الجدول الآتي في رسم نموذج المحطة لكلٍّ من المحطات: (1، 2، 3، 4، 5).

المحطة	المحطة1	المحطة2	المحطة3	المحطة4	المحطة5
الضغط الجوي (mb)	1010	1005	1002	1013	1008
اتجاه الرياح/ وسرعتها	شمالية غربية/ 50 knot	جنوبية شرقية/ 60 knot	شمالية/ 30 knot	جنوبية/ 10 knot	شرقية/ 5 knot
نوع الهطل	ثلج	ثلج	مطر وثلوج خفيفة	–	ضباب وسماء محجوبة
درجة الحرارة (°C)	-3	-1	2	25	22
نسبة الغيوم في السماء (%)	100	100	70	10	-

التحليل والاستنتاج:

1- أحدّد أنظمة الضغط الجوي على خريطة الطقس السطحية، بالرموز المخصَّصة لها.

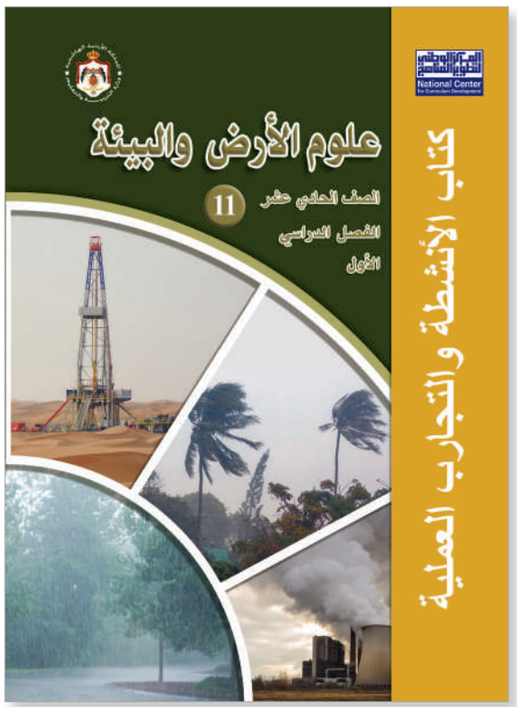
2- أرسُم على خريطة الطقس السطحية جبهة هوائية باردة عند الرمز (ج).

3- **أتنبّأ:** إذا تحركت الجبهة الهوائية السابقة في الفرع (2) بسرعة 5 km/h باتجاه شمال شرق، بعدَ كم ساعة يستغرق وصولها إلى النقطة (ب)، علمًا أنها تبعُد عنها 125 km؟

4- **أتنبّأ:** ما حالة الطقس المتوقّعة عند النقطة (ب) بعد تأثرها بالجبهة الهوائية الباردة؟

بِنيــة كتاب الأنشــطة والتجــارب العمليــة:

أُفـرِد كتـاب الأنشـطة والتجـارب العمليـة لتدويـن الملاحظـات ونتائـج الأنشـطة والتمارين التـي يُنفِّذهـا الطلبـة، ومـا يتعلَّمونـه بصـورة رئيسـة في الـدروس. وهـو يتضمَّـن توجيهـات للطلبـة بخصـوص مـا يجـب القيـام بـه، ويُسـهِم في تقديـم تغذيـة راجعـة مكتوبـة عـن تعلُّمهـم وأدائهـم.



أوراق عمل خاصة بالأنشطة الموجودة في كتاب الطالب:

تتضمَّن أوراق العمل المواد والأدوات اللازمة لإجراء النشاط، وإرشادات السلامة الواجب اتباعها في أثناء تنفيذ النشاط. وهي تشمل خطوات العمل، والأماكن المخصصة لتدوين الملاحظات، والنتائج التي توصَّل إليها الطلبة. وتتضمَّن بعض أوراق العمل صورًا توضيحية لبعض الإجراءات التي توجِب ذلك.

تجربة استهلاليّة

منخفض خماسيني

الخلفية العلمية:

يُعرفُ الطقسُ بأنه الحالة الجويّة النّاتجة من التقلُّبات التي تَحدُث في طبقة التّروبوسفير من حيث: (درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي، والرياح) في مدة زمنية محدّدة، وتستخدَم النشراتُ الجوية لمعرفة حالة الطقس المتوقَّعة في منطقة ما.

الهدف:

تحليل نشرة جوية، وتفسير بعض الظواهر الجوية المتشكّلة.

أقرأ النشرة الجوية الآتية، التي تمثل توقُّعات حالة الطقس الصادرة يومَ الأربعاء بتاريخ 10/ 3/ 2021م.

«تتأثر الأردن بأول منخفض جوي خماسيني لهذا العام، والمُتوقّع أن يتمركز ظُهرَ الأربعاء إلى الشمال من مصر، إذ يطرأ ارتفاع حادّ على درجات الحرارة حيث تُصبح أعلى من المُعدلات المُعتادة بحوالي °C (12 – 10)، وتسود المملكةَ الأحوالُ الجوية الخماسينيّة، بحيث يكون الطقس دافئًا وجافًّا ومغبرًّا في معظم مناطق المملكة، ويكون حارًّا نسبيًّا في مناطق الأغوار والبحر الميت والعَقبة، وتظهر كميّات من السُّحب العالية على فترات.

تندفع كتلةٌ هوائية باردة قادمة من شرق القارة الأوروبية نحو بلاد الشام، تتسبّب بتعمُّق المنخفض الجوي الخماسيني وتحوّله إلى منخفض جوي شتوي.

يحدُثُ تقلُّب في الأجواء ابتداءً من ليلة الخميس/ الجمعة، حيث يطرأ انخفاض حادّ على درجات الحرارة، ويعود الطقس ليُصبح باردًا بوجهٍ عام في مناطقَ عِدّة من المملكة.

وتدريجيًّا تعبُرُ المملكةَ في ساعات ما بعد مُنتصف الليل جبهةٌ هوائية باردة عاليةُ الفعالية، تتسبّب بهبوب رياح شديدة السرعة، تتجاوز سرعة بعض هبّاتها 100 km/h، كما وتهطُل أمطار غزيرة في شمال المملكة ووسطها و شرقها ترافق مع حدوث العواصف الرّعدية والبَرَدية.

ويستمر حدوث العواصف الرملية في المناطق الصحراوية من جنوب المملكة وشرقها، مع استمرار تدنّي وربّما انعدام مدى الرؤية الأفقية. أمّا الرياح، فتكون جنوبية غربية إلى غربية نشطة السرعة، تتحوّل بعد مُنتصف الليل لتُصبح شديدة السرعة في أغلب المناطق ومُترافقة مع هبّاتٍ عاتيةٍ.»

4 الوحدة 1: الأرصاد الجوية.

التّجربة 1

قياس الرطوبة النسبية للهواء

الخلفية العلمية:

تُعرَفُ الرطوبةُ النسبية للهواء بأنها النسبة المئوية بين كمية بخار الماء (المحتوى المائي) الفعلي لعينة من الهواء، وكمية بخار الماء اللازم لإشباع هذه العينة عند درجة حرارة معينة، وتُعَدُّ الرطوبةُ النسبية مؤشّرًا على قُرب أو بُعد الهواء عن الإشباع.

ويهتم علماء الأرصاد الجوية في قياس الرطوبة النسبية للهواء؛ لأنها تُعَدُّ مؤشّرًا على احتمال هطول الأمطار، أو تشكُّلِ الضباب في فصل الشتاء، كما تؤثّر رطوبة الهواء في درجات الحرارة الظاهرية للإنسان في فصل الصيف، إذ تقلّل من عملية إفراز الجسم للعَرق.

الهدف:

تعرُّفُ كيفيةِ قياس الرطوبة النسبية للهواء.

المواد والأدوات:

نموذج مقياس درجة الحرارة الجاف والرطب، أو مقياس درجة حرارة جافّ، ومقياس درجة حرارة رطْب، قطعة كرتون، لاصق شفاف.

إرشادات السلامة:

- توخي الحذر عند استخدام مقياسَي درجة الحرارة الجافّ والرطْب؛ خشيةَ سقوطهما، وكسرِ أحدهما أو كليهما.

خطوات العمل:

1. أستخدِمُ نموذجَ مقياس درجة الحرارة الجافّ والرطْب، أو أثبّت مقياسَي درجة الحرارة الجافّ والرطْب باللاصق على قطعة الكرتون.
2. أترُك مقياسَي درجة الحرارة الجافّ والرطْب في الغرفة الصفية، أو مختبر المدرسة 15 min.
3. أدوّن قراءة المقياسين: الجافّ والرطْب في الجدول الآتي.

قراءة مقياس درجة الحرارة الجافّ	
قراءة مقياس درجة الحرارة الرطْب	

8 الوحدة 1: الأرصاد الجوية.

تجربة إثرائيّة

نمذجة مقياس المطر

الخلفية العلمية:

مقياس المطر Rain Gauge، هو جهاز يُستخدم لقياس كمية المطر الذي يسقط في مكان معين خلال مدة محدّدة بوحدة المليمتر (mm)، وله عِدّةُ أنواع، أكثرها شيوعًا يكون على شكل أسطوانة ذاتِ غطاء متحرك، يوجد داخلها أنبوب دقيق، تقاس فيه كمية الأمطار. ويتصل الجزء الأعلى من هذا الأنبوب بقِمَعٍ، وعندما يسقط المطر فإنه يمرّ بالقِمَعِ ويصل إلى الأنبوب.

12 الوحدة 1 : الأرصاد الجوية.

تجربة إثرائيّة

المولد الكهرومائي

هدف:

عرِّفُ أهمية المولِّدِ الكهربائي في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

وادّ والأدوات:

حة صغيرة ذاتُ شفرات عديدة (توربين)، مولّد كهربائي صغير (دينمو ألعاب أطفال)، مِصباح كهربائي ير 1.5 V مع قاعدته، مصدَر مائي (صنبور ماء)، سِلكان نحاسيّان معزولان مع مشابكَ تمساحيّة بطول 10 cm.

ساءات السلامة:

وخي الحذر في التعامل مع المواد والأدوات.

طوات العمل:

أثبّتُ المِروحةَ في مِحور دوران المولِّد الكهربائي.

أربطُ طرفَي المولِّد مستخدِمًا السّلكين النحاسيّين بالمِصباح الكهربائي.

أضَعُ المِروحةَ أسفل ماء متدفق بقوة من صنبور ماء.

ألاحِظُ سرعة حركة شفرات المِروحة.

لاحظات:

أراقِبُ شِدّةَ ضوء المِصباح الكهربائي الصغير، والناتجة من حركة شفرات المِروحة.

لاحظات:

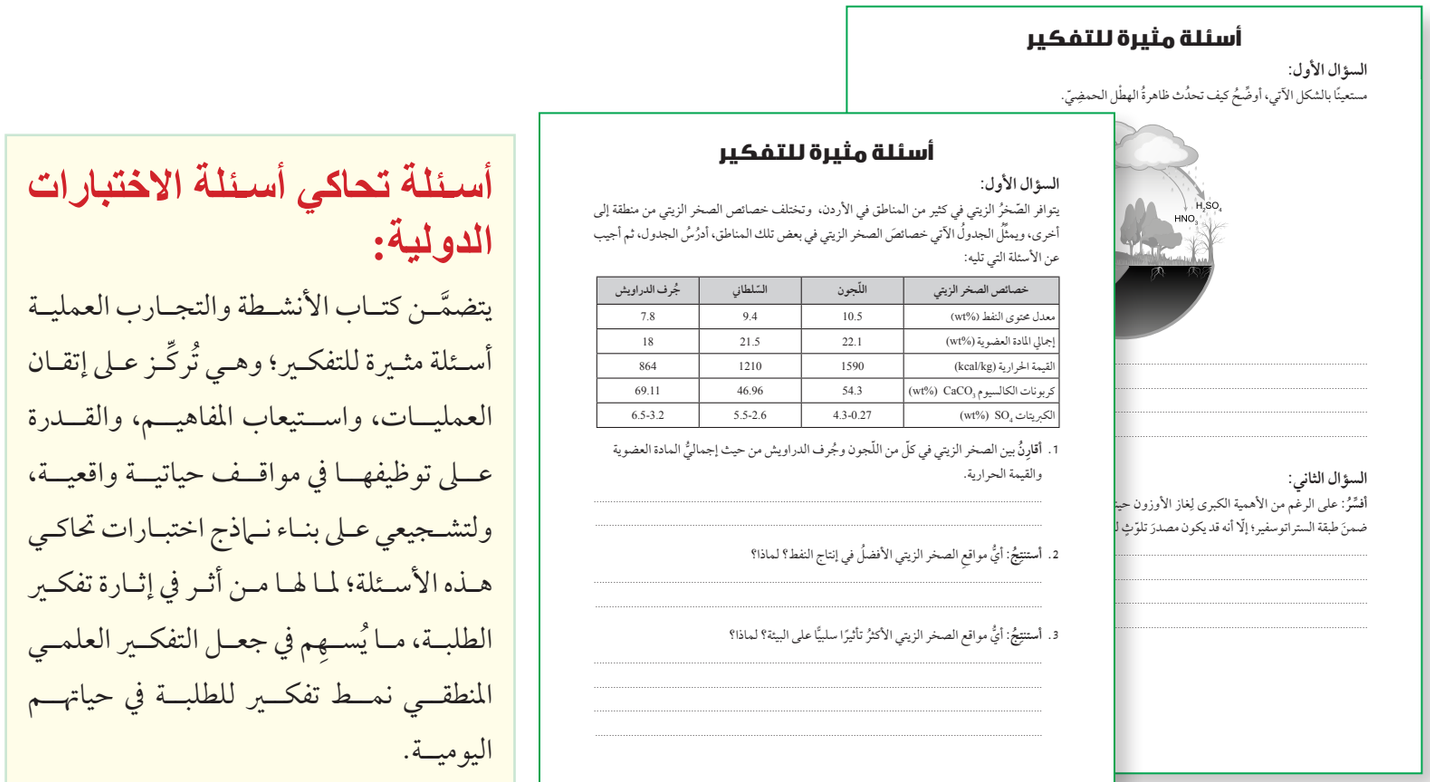
حليل والاستنتاج:

أفسِّرُ: علامَ تدلّ شِدّة إضاءة المِصباح الكهربائي الصغير؟

39 الوحدة 3 : الوقود الأحفوريّ والبيئة.

التجارب الإثرائية:

يشتمل كتاب الأنشطة والتجارب العملية على تجارب إثرائية، منها ما يُعمِّق فهم الطلبة لموضوع الدرس، ومنها ما يمنحهم فرصة التوسُّع في المعرفة المُتعلِّقة بموضوع ما.



أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

مستعينًا بالشكل الآتي، أوضِّحُ كيف تحدُث ظاهرةُ الهطْل الحمضِيّ.

السؤال الثاني:

أفسِّرُ: على الرغم من الأهمية الكبرى لِغازِ الأوزون حيـ
ضمنَ طبقة الستراتوسفير؛ إلّا أنه قد يكون مصدرَ تلوّثٍ لـ

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

يتوافر الصّخرُ الزيتي في كثير من المناطق في الأردن، وتختلف خصائص الصخر الزيتي من منطقة إلى أخرى، ويمثِّلُ الجدولُ الآتي خصائصَ الصخر الزيتي في بعض تلك المناطق، أدرُسُ الجدول، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

خصائص الصخر الزيتي	اللّجون	السّلطاني	جُرف الدراويش
معدل محتوى النفط (wt%)	10.5	9.4	7.8
إجمالي المادة العضوية (wt%)	22.1	21.5	18
القيمة الحرارية (kcal/kg)	1590	1210	864
كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (wt%)	54.3	46.96	69.11
الكبريتات SO_4 (wt%)	4.3-0.27	5.5-2.6	6.5-3.2

1. أقارِنُ بين الصخر الزيتي في كلّ من اللّجون وجُرف الدراويش من حيث إجماليُّ المادة العضوية والقيمة الحرارية.

2. أستنتِجُ: أيُّ مواقع الصخر الزيتي الأفضلُ في إنتاج النفط؟ لماذا؟

3. أستنتِجُ: أيُّ مواقع الصخر الزيتي الأكثرُ تأثيرًا سلبيًّا على البيئة؟ لماذا؟

24 الوحدة 2 : الوقود الأحفوري.

أسئلة تحاكي أسئلة الاختبارات الدولية:

يتضمَّن كتاب الأنشطة والتجارب العملية أسئلة مثيرة للتفكير؛ وهي تُركِّز على إتقان العمليات، واستيعاب المفاهيم، والقدرة على توظيفها في مواقف حياتية واقعية، ولتشجيعي على بناء نماذج اختبارات تحاكي هذه الأسئلة؛ لما لها من أثر في إثارة تفكير الطلبة، ما يُسهِم في جعل التفكير العلمي المنطقي نمط تفكير للطلبة في حياتهم اليومية.

دليل المُعلِّم:

يُقدِّم الدليل نظرة عامة عن كل وحدة في كتاب الطالب والدروس التي فيها. وفيه يُعرَض الدرس وفق نموذج تدريس من ثلاث مراحل، يُنفَّذ كلٌّ منها باستعمال عناصر مُحدَّدة. تبدأ كل وحدة بمصفوفة نتاجات تتضمَّن نتاجات الوحدة، والنتاجات السابقة، والنتاجات اللاحقة المرتبطة بها؛ لتعينني على الترابط الرأسي للمفاهيم والأفكار، وتساعدني على تصميم أنشطة التعلُّم والتعليم في الوحدة وتنفيذها.

مراحل نموذج التدريس:

1 تقديم الدرس

يشمل تقديم الدرس ما يأتي:

- **الفكرة الرئيسة:**

توضّح لي كيفية عرض فكرة الدرس الرئيسة.

- **الربط بالمعرفة السابقة:**

يُقصَد بذلك تنشيط التعلُّم السابق للطلبة، الذي يُعَدُّ أساسًا لتعرُّف تنظيم المعلومات، وطرائق ترابطها. ويُقدِّم الدليل مقترحات عِدَّةً لهذا الربط، وينتهج أساليب متنوعة تختلف باختلاف موضوع الدرس.

2 التدريس

التدريس يشمل ما يأتي:

- **المناقشة:**

يُقدِّم الدليل لي مقترحات لمناقشة الطلبة في موضوع الدرس، مثل الأسئلة التي تُمهِّد للحوار بيني وبين طلبتي، وإجاباتها المقترحة. تمنح المناقشة الطلبة فرصةً للتعبير عن آرائهم، وتُعلِّمهم تنظيم أفكارهم، وحسن الإصغاء، واحترام الرأي الآخر، وتزيد من ثقتهم بأنفسهم.

- **بناء المفهوم:**

تنوَّعت طرائق بناء المفهوم في الدليل، وذلك بحسب طبيعة المفهوم. يُقدِّم الدليل أفكارًا مقترحة لبناء المفاهيم الواردة في كتاب الطالب.

- **استخدام الصور والأشكال:**

تُنمّي الصور والأشكال الثقافة البصرية، وتُوضِّح المفاهيم الواردة في الدرس.

يُبيِّن الدليل لي كيفية توظيفه الصور والأشكال في عملية التدريس، ويُرشِدني إلى كيفية الإفادة منها في تحفيز الطلبة على التفكير.

- **إضاءة للمعلِّم/ للمعلِّمة:**

معلومة تُسهِم في إعطائي تفصيلات مُحدَّدة عن موضوع ما. وقد تُسهِم في تقديم إجابات لأسئلة الطلبة التي تكون غالبًا خارج نطاق المعلومة الواردة في الكتاب.

---

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

- أعرض أمام الطلبة صورة لتتابع طبقي من الصخور الجيرية أو الرملية (بحسب الصخور الشائعة في المنطقة)، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟ نشاهد في الصورة طبقات من الصخور.

الربط بالمعرفة السابقة

- أذكّر الطلبة بدورة الصخور التي تعرَّفوها في الدرس السابق، بطرح الأسئلة الآتية عليهم:

– ما الأنواع الثلاثة للصخور؟ الأنواع الثلاثة للصخور، هي: النارية، والرسوبية، والمُتحوِّلة.

مناقشة:

تصنيف الصخور الرسوبية:

- أناقش الطلبة في العلاقة بين التجوية وأنواع الصخور الرسوبية، بتوجيه الأسئلة الآتية عليهم:

– ما الخصائص التي تشترك فيها الصخور الرسوبية جميعها؟

الخصائص التي تشترك فيها الصخور الرسوبية جميعها: الترسُّب على شكل طبقات، واحتواؤها على أحافير.

بناء المفهوم:

التحوُّل الإقليمي:

- أقسّم الطلبة مجموعات غير متجانسة، ثم أعرض عليهم صورة أو مقطع فيديو يُمثِّل صفائح أرضية متقاربة عند نطاق الطرح، ثم أسألهم:

– أيُّ المناطق يُمكِن أنْ يحدث فيها تحوُّل؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد. إجابة مُحتمَلة:

من المناطق التي قد يحدث فيها تحوُّل: مناطق احتكاك طرف الصفيحة الغاطسة مع الصفيحة الأخرى، أو المناطق القريبة من انصهار الصفيحة الغاطسة.

استخدام الصور والأشكال:

تكوّن الصخور الرسوبية:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (13)، أسألهم:

– ما تأثير تراكم الرسوبيات بعضها فوق بعض في الأحواض الرسوبية؟

يؤدي تراكم الرسوبيات بعضها فوق بعض في الأحواض الرسوبية إلى حدوث تراصٍّ لها، وتقليل حجم الفراغات بين الحبيبات.

إضاءة للمعلِّم/ للمعلِّمة

الصخور الجيرية.

تُصنَّف الصخور الجيرية، بحسب آليَّة تكوُّنها، إلى نوعين:

- صخور رسوبية كيميائية تترسَّب بطرائق مختلفة؛ فمنها ما يترسَّب في مياه البحار الدارية الحارة نسبيًّا، ومنها ما يترسَّب بسبب خروج المياه الحارة من باطن الأرض، ومنها ما يترسَّب في الكهوف في صورة صواعد وهوابط.
- صخور رسوبية كيميائية حيوية تتكوَّن من تراكم أصداف الكائنات الحية الميتة في البحار، ثم ترتبط ببلّورات من كربونات الكالسيوم التي ترسَّبت في أثناء تراكم أصداف الكائنات الحية والتصخُّر.

أخطاء شائعة:

قد يكون البناء المعرفي لدى بعض الطلبة غير صحيح؛ فيُنبِّه الدليل إلى ذلك، مُبيِّنًا الخطأ والصواب.

أخطاء شائعة

قد يظن بعض الطلبة خطأً أن النفط يتشكل ويتجمع في المكان نفسه؛ لذا أوضح لهم أن النفط يتشكل في مكان ما عند توافر شروط تكونه، ثم يهاجر إلى مكان آخر ويتجمع.

طريقة أخرى للتدريس:

يُقدِّم الدليل مقترحات لتدريس المفهوم بأكثر من طريقة. ويُمكِن لي الاستفادة من تنوُّع الطرائق المُقدَّمة لتدريس مفهوم ما في خططي العلاجية؛ لمعالجة ضعف بعض الطلبة، إضافةً إلى إمكانية الإفادة منها في تقديم المفهوم بطرائق تنسجم مع خصائص الطلبة وذكاءاتهم المختلفة.

طريقة أخرى للتدريس — المحرك الداخلي

أستخدم استراتيجية «مثلث الاستماع» بتطبيق الخطوات الآتية:

- أقسّم الطلبة إلى ثلاث مجموعات، تتضمن كل مجموعة ثلاثة أفراد.
- يؤدي الفرد الأول في المجموعة دور المتحدث عن مفهوم المحرك الداخلي وأقسامه، ويؤدي الفرد الثاني دور المستمع الذي يوجّه الأسئلة إلى الفرد الأول، أما الفرد الثالث فيراقب سير الحديث بين الفردين الأول والثاني، ويقدم تغذية راجعة لهما كلما اقتضى الأمر.

نشاط سريع:

يُسهِم هذا النشاط في التنسيق بين الموقف التعليمي وأحد المواقف في الحياة العملية، واستثارة قدرات الطلبة، وتشويقهم.

نشاط سريع تشكل الجبهة الهوائية المتقفلة الباردة

- أطلب إلى أحد الطلبة توضيح آلية تشكل الجبهة الهوائية المتقفلة الباردة برسم تخطيطي على اللوح، وذلك باستخدام ألوان متنوعة، بحيث يدل اللون الأزرق على الكتل والجبهات الهوائية الباردة، واللون الأحمر على الكتل والجبهات الهوائية الدافئة.

معلومة إضافية:

تُسهِم المعلومة الإضافية في توسيع مدارك الطلبة.

معلومة إضافية

إنتاج النفط من رمال القار

- يعد إنتاج النفط من رمال القار ثم تكريره أكثر تكلفة بكثير وأكثر صعوبة من استخراج النفط السائل وتكريره. ويُنتج النفط من رمال القار بطريقتين، هما: المعالجة خارج الموقع عن طريق التعدين السطحي، والمعالجة في الموقع بتسخين رمال القار لصهر مادة الأسفلت واستخراجها. وتستخدم هاتان الطريقتان أيضًا في إنتاج النفط من الصخر الزيتي. وسيتعرف الطلبة هاتان الطريقتان في الصفحات القادمة من الدرس.

تعزيز:

معلومات تُعزِّز فهم موضوع الدرس، فضلًا عن اقتراح طرائق متنوعة لتعزيز المفهوم.

تعزيز: البحث عن النفط

- أسأل الطلبة: هل استُكشفت مناطق الأردن كافة للبحث عن النفط والغاز الطبيعي؟
- أناقش الطلبة وأستمع لإجاباتهم، وأتوصل معهم إلى أن مناطق الأردن لم تُدرس دراسة كافية، وأن هناك دراسات جيوفيزيائية وشواهد نفطية أدت إلى تركيز البحث والاستكشاف مجددًا عن النفط في الأردن.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية:

يُبيِّن الدليل لي القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية والموضوع المرتبط بها، وأهمية كل مفهوم في حياة الطلبة، وفي بناء شخصية متكاملة متوازنة لكلٍّ منهم.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*القضايا البيئية: التلوث

أوضّح للطلبة أن الضبخن شكل من أشكال تلوث الهواء يشكّل خطرًا كبيرًا على الصحة، وأحد أسباب إصابة الإنسان بالسكتات الدماغية، وأمراض القلب، وسرطان الرئة، وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة والحادة، بما فيها الرّبو. وأؤكّد لهم أهمية تكاتف الجهود العالمية من أجل التقليل من مخاطر تلوث الهواء.

3 التقويم

يشمل التقويم ما يأتي:

- إجابات أسئلة مراجعة الدرس.
- إجابات أسئلة مراجعة الوحدة.

التقويم في كتاب الطالب:

روعي التقويم في كتاب الطالب، وكتاب الأنشطة والتجارب العملية، ودليل المُعلِّم؛ للتحقُّق من فهم الطلبة، وتعزيز إنجازاتهم الفردية، ومنحهم فرصة التأمُّل في تعلُّمهم، ووضع أهداف لأنفسهم، وتقديم التغذية الراجعة والتحفيز والتشجيع لهم، فضلًا عن تضمينه استراتيجيات تلبي حاجاتهم المتنوعة، وفق ما يأتي:

أتحقَّق:

أسئلة لتقرير مدى فهم الطلبة في أثناء عملية التعلُّم.

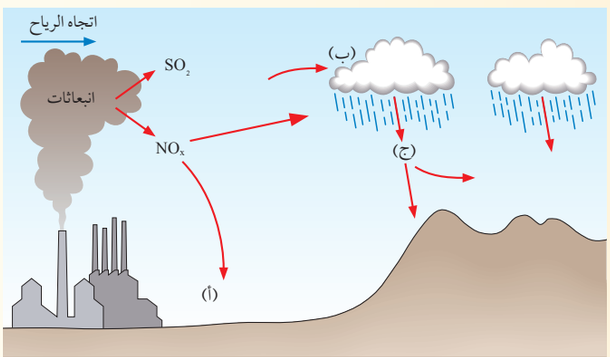
✓ **أتحقّق:** أوضّح كيف يتكوّن الهطل الحمضي.

مراجعة الدرس:

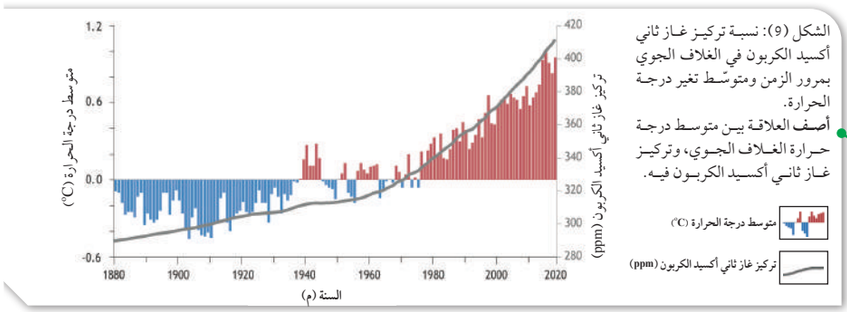
أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة للدرس، والمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات المتنوعة.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أذكر بعض الملوّثات الموجودةِ في الغلاف الجويّ التي تؤثّر سَلْبًا في صحّة الإنسان والنباتاتِ والحيوانات.
2. أفرّق بين الاحتباس الحراري والاحترار العالمي.
3. أبيّن في الشكل الآتي ما تدل عليه الأحرف (أ، ب، ج) في أثناء تكوّن الهطْل الحمضِيّ:



4. أتتبّع كيف يتكوّن الهطْلُ الحمضِيّ بفعل ثاني أكسيد الكبريت بكتابة ثلاث معادلات كيميائية.
5. **أفسّر** سبب اختلاف تركيز ثاني أكسيد الكربون فوق المناطق الصناعية والمدن عنه في المناطق الريفية.
6. أحدّد مصادر الغازات التي تكوّن الهطْلَ الحمضِيّ.
7. أوضّح المقصود بظاهرة الاحتباس الحراري.
8. **أربط** بين درجة حرارة الجوّ وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه.
9. **أقترح** بعض الطرائق التي تؤدي إلى التقليل من ظاهرة الاحترار العالمي.



الشكل (9): نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بمرور الزمن ومتوسّط تغير درجة الحرارة.

أصف العلاقة بين متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي، وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه.

أسئلة الأشكال:

أسئلة إجاباتها من الصورة الواردة في الشكل التوضيحي؛ لتدريب الطلبة على التحليل.

مراجعة الوحدة:

أسئلة متنوعة مرتبطة بالمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات، والأفكار العلمية الواردة في الوحدة.

مراجعة الوحدة

السؤال الأوّل:

أضعُ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. أيٌّ من أشواط الاحتراق الداخلي في محرّك سيارات البنزين هو الأكثرُ فاعليةً؟
   - أ - شَوط السّحب.
   - ب- شَوط الضّغط.
   - ج- شَوط القدرة.
   - د- شَوط العادم.
2. أكثرُ غازات الدفيئة التي تساعد على ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض هو:
   - أ - ثاني أكسيد الكربون.
   - ب- ثاني أكسيد الكبريت.
   - ج- بخار الماء.
   - د -الميثان.
3. أيُّ الغازات الآتية يسبّب تكوّنَ الهطْلِ الحمضيّ؟
   - أ- ثاني أكسيد النيتروجين.
   - ب- أوّل أكسيد الكربون.
   - ج- بُخار الماء.
   - د- الميثان.
4. **أفترض** عدم وجود ظاهرة الاحتباس الحراري على الأرض؛ فأي من العبارات الآتية صحيحة؟
   - أ- تكون درجة حرارة الأرض متساويةً.
   - ب- ترتفع درجة حرارة سطح الأرض.
   - ج- تنخفض درجة حرارة سطح الأرض.
   - د- ينصهر الغِطاء الجليديّ في القطبين.
5. تكمُن الفائدة الحقيقية لآلة الاحتراق الداخلي في السيارات بقُدرتها على تحويل الطاقة:
   - أ - الميكانيكية إلى كيميائية.
   - ب- الحرارية إلى ميكانيكية.
   - ج- الميكانيكية إلى حرارية.
   - د- الكيميائية إلى كهربائية.
6. يحوّل المولّدُ الكهربائيّ الطاقة الحركية إلى:
   - أ - طاقة كهربائية.
   - ب- طاقة ميكانيكية.
   - ج- طاقة حرارية.
   - د- طاقة كيميائية.
7. الشّوطُ الذي يتمّ به دفْعُ المِكبسِ إلى أسفلَ بقوّة شديدة من محرّك الاحتراق الداخلي في سيارات البنزين هو:
   - أ - شَوط السحب.
   - ب- شَوط الضغط.
   - ج- شَوط القدرة.
   - د- شَوط العادم.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - معظمُ الطاقة التي نستخدِمها تأتي من أشكال الوقود الأحفوريّ مثل: .....، .....، .....، .....

ب- توجد غازات متغيرة التركيز في الغلاف الجوي تُعرف بغازات.....

ج- تفاعُلٌ كيميائيٌّ يحدث فيه اتّحاد الأكسجين مع عناصر الكربون والهيدروجين هو .....

د- تُعرّفُ الزيادةُ التدريجيةُ في معدّلات درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والإنسانية بـ.....

التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية:

يشمل التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية ما يأتي:

أسئلة الاختبارات الدولية أو على نمطها

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

في تجربة أجراها أحدُ الطلبة في المختبر المدرسي لقياس الرطوبة النسبية، أظهرت النتائج أن درجة حرارة الهواء الجافّ في المختبر 20°C وأن الفرق بين قراءتَي المقياسين الجافّ والرطب 6°C، وقيمة الرطوبة النسبية 51% .

- **أتوقّعُ:** هل تتغير قيمةُ الرطوبة النسبية التي حصل عليها الطالب عند إشعال مدفأة في مكان إجراء التجربة؟ أعلّل إجابتي.

.....

.....

- **أفترِضُ** أنّ النتائج التي حصل عليها الطالب لم تُظهِر فرقًا بين قراءتَي المقياسين الجافّ والرطب. كيف يمكنني تفسير ذلك؟

.....

.....

السؤال الثاني:

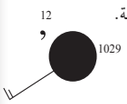
تُعرَفُ خريطةُ الطقس بأنها خريطةٌ لمنطقة معينة تحتوي على رموز مختلفة، لكل رمز معنًى محدَّد يبيّن توقعات حالة الطقس خلال مدة زمنية معيّنة لهذه المنطقة.

أفسِّرُ: لماذا يقارِنُ عالِمُ الأرصاد الجوية خريطة الطقس ليومٍ ما بخريطة أخرى أقدمَ منها 24 h؟

.....

السؤال الثالث:

أحلِّلُ نموذجَ المحطة المجاورَ، وأُبيّنُ حالة الطقس المتوقَّعة التي رصدَتها المحطة.



.....

.....

أسئلة التحليل والاستنتاج

التحليل والاستنتاج:

1. أحدِّدُ: أيُّ القطعِ الإسفَنجية تمثّل صخورًا منفّذة، وأيُّها تمثّل صخورًا غيرَ منفّذة؟

.....

.....

2. **أستنتِجُ:** أيُّ الطبقات يخزِّن فيها النفط والغاز الطبيعي بعد هِجرته من مكان تشكُّلِه؟

.....

.....

3. **أتنبّأ:** ما ترتيبُ كلٍّ من الماء والنفط والغاز الطبيعي عند اختزانه في الطبّة المُحدَّبة؟ لماذا؟

.....

.....

التقويم في دليل المُعلِّم:

الربط بالمعرفة السابقة.

استراتيجيات التقويم:

التقويم المعتمد على الأداء.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- التقديم: عرض مُنظَّم مُخطَّط يقوم به الطالب/ الطالبة.
- العرض التوضيحي: عرض شفوي أو عملي يقوم به الطالب/ الطالبة.
- الأداء العملي: أداء الطالب/ الطالبة مهام مُحدَّدة بصورة عملية.
- الحديث: تحدُّث الطالب/ الطالبة عن موضوع معين في مُدَّة مُحدَّدة.
- المعرض: عرض الطالب/ الطالبة الإنتاج الفكري والعملي الخاص.
- المحاكاة/ لعب الأدوار: تنفيذ الطالب/ الطالبة حوارًا بكل ما يرافقه من حركات.
- المناقشة/ المناظرة: لقاء بين فريقين من الطلبة لمناقشة قضية ما، بحيث يتبنّى كل فريق وجهة نظر مختلفة.

الورقة والقلم.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الاختبار: طريقة مُنظَّمة لتحديد مستوى تحصيل الطالب/ الطالبة معلومات ومهارات في مادة دراسية تمّ تعلّمها قبلًا.

التواصل.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- المؤتمر: لقاء مُخطَّط يُعقَد بين المُعلِّم والطالب/ المُعلِّمة والطالبة.
- المقابلة: لقاء بين المُعلِّم والطالب/ المُعلِّمة والطالبة.
- الأسئلة والأجوبة: أسئلة مباشرة من المُعلِّم إلى الطالب/ من المُعلِّمة إلى الطالبة.

1 تقديم الدرس

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

الوقود الأحفوري

- أكتب مصطلح الوقود الأحفوري على اللوح.
- أطلب إلى الطلبة كتابة جملة أو كلمة على اللوح تتعلق بمصطلح الوقود الأحفوري الذي كتبته.
- أناقشهم في هذه الكلمات والجمل للتوصل إلى معلوماتهم السابقة حول موضوع الدرس.

الملاحظة.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الملاحظة الـمُنظَّمة: ملاحظة يُخطَّط لها من قبل، ويُحدَّد فيها ظروف مضبوطة، مثل: الزمان، والمكان، والمعايير الخاصة بكلٍّ منهما.

مراجعة الذات.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- يوميات الطالب: كتابة الطالب/ الطالبة ما يُقرأ أو يشاهَد أو يسمَع.
- ملف الطالب: ملف يضم أفضل أعمال الطالب/ الطالبة.
- تقويم الذات: قدرة الطالب/ الطالبة على تقييم أدائه/ أدائها، والحكم عليه.

أدوات التقويم:

- قائمة الرصد.
- سُلَّم التقدير العددي.
- سُلَّم التقدير اللفظي.
- سجل وصف سير التعلُّم.
- السجل القصصي.

المهارات:

يشتمل كتاب الطالب على المهارات المتنوعة الآتية:

مهارات القرن الحادي والعشرين:

يشهد العالم تطوُّرات وتغيُّرات هائلة؛ ما يتطلَّب مستويات مُتقدِّمة من الأداء والمهارة، والتحوُّل من ثقافة المستوى الأدنى إلى ثقافة الجودة والإتقان، ومن ثقافة الاستهلاك إلى ثقافة الإنتاج. يُعَدُّ إكساب الطالب/ الطالبة مهارات القرن الحادي والعشرين ركيزة أساسية لتحقيق مفهوم التعلُّم مدى الحياة، وتتضمن مهارات القرن الحادي والعشرين المهارات الآتية:

- التعلُّم الذاتي.
- التفكير الابتكاري.
- العمل التعاوني.
- التفكير الناقد.
- التواصل.
- المعرفة المعلوماتية والتكنولوجية.
- المرونة.
- القيادة.
- المبادرة.
- الإنتاجية.

مهارات العلم:

العمليات التي يقوم بها الطلبة في أثناء التوصُّل إلى النتائج والحكم والتحقُّق من صدقها. تُسهِم ممارسة هذه المهارات في إثارة الاهتمامات العلمية للطلبة؛ ما يدفعهم إلى مزيد من البحث والاكتشاف، وتتضمن مهارات العلم المهارات الآتية:

- الأرقام والحسابات.
- استعمال المتغيرات.
- الاستنتاج.
- التجريب.
- تفسير البيانات.
- التواصل.
- التوقُّع.
- توجيه الأسئلة.
- القياس.
- الملاحظة.

مهارات القراءة:

تُعَدُّ القراءة عملية عقلية يمارس فيها الفرد عِدَّة مهارات. وبوجه عام، تهدف مهارات القراءة إلى تنمية البنى المعرفية وحصيلة المفردات العلمية والذكاءات المتعددة، وتعزيز الجوانب الوجدانية والثقة بالنفس والقدرة على التواصل الفاعل، وتنمية التفكير العلمي والإبداعي، وتتضمن مهارات القراءة المهارات الآتية:

- الاستنتاج.
- التسلسل والتتابع.
- التصنيف.
- التلخيص.
- التوقُّع.
- الحقيقة والرأي.
- السبب والنتيجة.
- الفكرة الرئيسة والتفاصيل.
- المشكلة والحل.
- المقارنة.

المهارات العلمية والهندسية:

تُنمّي هذه المهارات قدرات الطلبة على عرض أعمالهم وأفكارهم بدقة وموضوعية، وتبريرها والبرهنة على صدقها، وعرضها بطرائق وأشكال مختلفة، وتبادلها مع الآخرين، واحترام الرأي الآخر. وهي تُؤكِّد أهمية إحداث الترابط المرغوب فيه بين المواد الدراسية المختلفة، ومتطلَّبات التفكير الناقد والتفكير الإبداعي، وتتضمن المهارات العلمية والهندسية المهارات الآتية:

- استخدام الرياضيات.
- الاعتماد على الحجة والدليل العلمي.
- بناء التفسيرات العلمية، وتصميم الحلول الهندسية.
- تحليل البيانات وتفسيرها.
- التخطيط، وإجراء الاستقصاءات.
- تطوير النماذج واستخدامها.
- الحصول على المعلومات، وتقييمها، وإيصالها.
- توجيه الأسئلة، وتحديد المشكلات.

استراتيجيات التدريس والأساليب الداعمة لعملية التعلُّم:

يعتمد اختيار استراتيجية التدريس أو الأسلوب الداعم على عوامل عِدَّة، منها: النتاجات، وخصائص الطلبة النمائية والمعرفية، والإمكانات المتاحة، والزمن المتاح.

التعلُّم التعاوني Collaborative Learning:

عمل الطلبة ضمن مجموعات لمساعدة بعضهم بعضًا في التعلُّم؛ تحقيقًا لهدف مشترك أو واجب ما؛ على أنْ يبدي كلٌّ منهم مسؤولية في التعلُّم، ويتولّى العديد من الأدوار داخل المجموعة.

التفكير الناقد Critical Thinking:

نشاط ذهني عملي للحكم على صحة رأي أو اعتقاد عن طريق تحليل المعلومات، وفرزها، واختبارها بهدف التمييز بين الأفكار الإيجابية والأفكار السلبية.

حل المشكلات Problem Solving:

استراتيجية تقوم على تقديم قضايا ومسائل حقيقية واقعية للطلبة، ثم الطلب إليهم تمحيصها ومعالجتها بأسلوب مُنظَّم.

أكواب إشارة المرور Traffic Light Cups:

يُستخدَم هذا الأسلوب للتدريس والمتابعة باستعمال أكواب مُتعدِّدة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، بوصف ذلك إشارة لي في حال احتاج الطلبة إلى المساعدة. يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون توجيهه لي من دون أنْ يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

فكِّر، انتقِ زميلًا، شارِك Think- Pair- Share:

أسلوب يُستخدَم لعرض أفكار الطلبة، وفيه أوجّه للطلبة سؤالًا، ثم أمنحهم الوقت الكافي للتفكير في الإجابة وكتابة أفكارهم في ورقة، ثم أطلب إلى كل طالبين/ طالبتين مشاركة بعضهما بعضًا في الأفكار، ثم عرضها على أفراد المجموعات.

الطاولة المستديرة Round Table:

يمتاز هذا الأسلوب بسرعة تجميع أفكار الطلبة؛ إذ أكتب أنا أو أحد أفراد المجموعة سؤالًا في أعلى ورقة فارغة، ثم يُمرِّر أفراد المجموعة الورقة على الطاولة، بحيث يضيف كل طالب/ طالبة فقرة جديدة تُمثِّل إسهامًا في إجابة السؤال، ويستمر ذلك حتى أطلب إنهاء ذلك. بعدئذٍ، يُنظِّم أفراد المجموعة مناقشة للإجابات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها على بقية المجموعات.

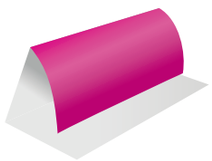
دراسة الحالة Case Study:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إثارة موضوع أو مفهوم ما للنقاش، ثم يعمل الطلبة في مجموعات على جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها للوصول إلى إيضاحٍ كافٍ للموضوع، أو تحديد أبعاد المشكلة، واقتراح حلول مناسبة لها.

بطاقة الخروج Exit Ticket:

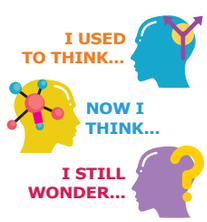
يُمثِّل هذا الأسلوب مهمة قصيرة يُنفِّذها الطلبة قبل خروجي من الصف. وفيها يجيبون عن أسئلة قصيرة مُحدَّدة مكتوبة في بطاقة صغيرة، ثم أجمع البطاقات لأقرأ الإجابات، ثم أعلّق في الحصة التالية على إجابات الطلبة التي تُمثِّل تغذية راجعة أستند إليها في الحصة اللاحقة.

اثنِ ومرِّر Fold and Pass:



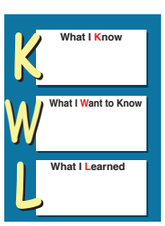
أسلوب يجيب فيه الطلبة أو أفراد المجموعات عن سؤال في ورقة؛ إذ تُمرَّر الورقة على طلبة الصف بعد ثنيها، وتستمر العملية حتى أُصدر لهم إشارة بالتوقُّف، ثم يقرأ أحد أفراد المجموعة ما كُتِب في الورقة بصوت مسموع. وبهذا يُمكِن لي جمع معلومات عن إجابات الطلبة، ويُمكِن للطلبة المشاركة بحرية أكبر، وتقديم التغذية الراجعة، وتقويم الآخرين عندما يقرؤون إجابات غيرهم.

كنت أعتقد، والآن أعرف I Used to Think, But Now I know:



أسلوب يقارن فيه الطلبة (لفظًا، أو كتابةً) أفكارهم في بداية الدرس بما توصَّلوا إليه عند نهايته، ومن الممكن استخدامه تقويمًا ذاتيًّا يتيح لي الاطِّلاع على مدى تحسُّن التعلُّم لدى الطلبة، وتصحيح المفاهيم البديلة لديهم، وتخطيط الدرس التالي، وتصميم خبرات جديدة تناسب تعلُّمهم بصورة أفضل.

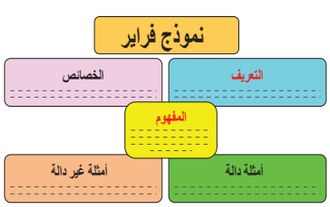
جدول التعلُّم (What I Know/ What I Want to Know/ What I Learned):



يعتمد هذا الجدول على ثلاثة محاور أساسية، هي:

- ماذا أعرف؟: هي خطوة مهمة لفهم الموضوع الجديد وإنجاز المهام؛ فالطلبة يحددون إمكاناتهم للاستفادة منها على أحسن وجه.
- ماذا أريد أنْ أعرف؟: هي مرحلة تحديد المهمة المُتوقَّع إنجازها، أو المشكلة التي ينبغي حلها.
- ماذا تعلَّمت؟: هي مرحلة تقويم لما تعلَّمه الطلبة من معارف ومهام وأنشطة.

نموذج فراير Frayer Model:



يتطلَّب هذا النموذج إكمال الطلبة (فرادى، أو ضمن مجموعات) المنظم التصويري المجاور.

الطلاقة اللفظية Word Fluency:

يُستخدَم هذا الأسلوب لتعزيز عمليتي المناقشة والتأمُّل. وفيه يتبادل أفراد المجموعة الأدوار بالتحدُّث عن الموضوع المطروح، والاستماع لبعضهم بعضًا مدَّة مُحدَّدة من الوقت.

التعلُّم بالتعاقد Contract Learning:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إشراك الطلبة إشراكًا فعليًّا في تحمُّل مسؤولية تعلُّمهم، بدءًا بتحديد ما سيتعلَّمونه في مدَّة زمنية مُحدَّدة. تتضمَّن هذه الاستراتيجية عقد اتفاق محدد بيني وبين طلبتي يشمل المصادر التعليمية التي سيستعين بها الطلبة في أثناء عملية بحثهم، وطبيعة الأنشطة التي سيجرونها، وأسلوب التقويم وتوقيته.

السقالات التعليمية Instructional Scaffolding:

يُقصَد بها تجزئة موضوع الدرس إلى أجزاء صغيرة؛ ما يساعد الطلبة على استيعابه، أو استخدام الوسائط السمعية والبصرية، أو الخرائط الذهنية، أو الخطوط العريضة، أو إيماءات الجسد، أو الروابط الإلكترونية، وغير ذلك من الوسائل التي تُعَدُّ بمنزلة السقالات التعليمية التي تهدف إلى مساعدة الطلبة على تحقيق التعلُّم المنشود.

التعلُّم المقلوب Flipped Learning:

استعمال التقنيات الحديثة وشبكة الإنترنت على نحوٍ يسمح لي بإعداد الدرس عن طريق مقاطع الفيديو، أو الملفات الصوتية، أو غير ذلك من الوسائط؛ ليطَّلِع عليها الطلبة في منازلهم (تظلُّ متاحة لهم على مدار الوقت)، باستعمال حواسيبهم، أو هواتفهم الذكية، أو أجهزتهم اللوحية قبل الحضور إلى غرفة الصف. في حين يُخصَّص وقت اللقاء الصفي في اليوم التالي لتطبيق المفاهيم والمحتوى العام الذي شاهدوه، وذلك في صورة سلسلة من أنشطة التعلُّم النشط، والأنشطة الاستقصائية، والتجريبية، والعمل بروح الفريق، وتقييم التقدُّم في سير العمل.

تمايُز التدريس والتعلُّم

Differentiation of Teaching and Learning:

يهدف التمايُز إلى الوفاء بحاجات الطلبة الفردية، ويكون في المحتوى، أو في بيئة التعلُّم، أو في العملية التعلُّمية التعليمية، ويُسهِم التقييم المستمر والتجميع المرن في نجاح هذا النهج من التعليم.

يكون التمايُز في أبسط مستوياته عندما ألجأُ إلى تغيير طريقة التدريس؛ بُغْيَةَ إيجاد فرص تعلُّم لطالب/ طالبة، أو مجموعة صغيرة من الطلبة.

يُمكِن لي تحقيق التمايُز عن طريق أربعة عناصر رئيسة، هي:

1. **المحتوى Content:** ما يحتاج الطلبة إلى تعلُّمه، وكيفية حصولهم على المعلومة.
2. **الأنشطة Activities:** الفعاليات التي يشارك فيها الطلبة؛ لفهم المحتوى، أو إتقان المهارة.
3. **المُنتَجات Products:** المشاريع التي يتعيَّن على الطلبة تنفيذها؛ للتدرُّب على ما تعلموه في الوحدة، وتوظيفه في حياتهم، والتوسُّع فيه.
4. **بيئة التعلُّم Learning Environment:** عناصر البيئة الصفية جميعها.

أمثلة على التمايُز في المحتوى:

- تقديم الأفكار باستعمال الوسائل السمعية والبصرية.
- الاجتماع مع مجموعات صغيرة من الطلبة الذين يعانون صعوبات؛ لإعادة تدريسهم فكرةً، أو تدريبهم على مهارة؛ أو توسيع دائرة التفكير ومستوياته لدى أقرانهم المُتقدِّمين Advanced Students.

أمثلة على التمايُز في الأنشطة:

- الإفادة من الأنشطة المُتدرِّجة التي يمارسها الطلبة كافةً، ولكنَّهم يُظهِرون فيها تقدُّمًا حتى مستويات معينة. وهذا النوع من الأنشطة يُسهِم في تحسُّن أداء الطلبة، ويتيح لهم الاستمرار في التقدُّم، مراعيًا الفروق الفردية بينهم؛ إذ تتباين درجة التعقيد في المستويات التي يصلها الطلبة في هذه الأنشطة.
- تطوير جداول الأعمال الشخصية (قوائم مهام أكتبها، وهي تتضمَّن المهام المشتركة التي يتعيَّن على الطلبة كافةً إنجازها، وتلك التي تفي بحاجات الطلبة الفردية).
- تقديم أشكال من الدعم العملي للطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة.
- منح الطلبة وقتًا إضافيًّا لإنجاز المهام؛ بُغْيَةَ دعم الطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة، وإفساح المجال أمام الطلبة المُتقدِّمين Advanced Studnets للخوض في الموضوع على نحوٍ أعمق.

أمثلة على التمايُز في الأعمال التي يؤديها الطلبة:

- السماح للطلبة بالعمل فرادى أو ضمن مجموعات صغيرة؛ لتنفيذ المهام المنوطة بهم، وتحفيزهم على ذلك.

أمثلة على التمايُز في بيئة التعلُّم:

- تطوير إجراءات تسمح للطلبة بالحصول على المساعدة عند انشغالي بطلبة آخرين، وعدم تمكّني من تقديم المساعدة المباشرة لهم.
- التحقُّق من وجود أماكن في غرفة الصف، يُمكِن للطلبة العمل فيها بهدوء، وكذلك أماكن أُخرى تُسهِّل العمل التعاوني بينهم.

ملحوظة: يعتمد التمايُز في التعليم على مدى استعداد الطلبة، ومناحي اهتماماتهم، وسجلّات تعلُّمهم.

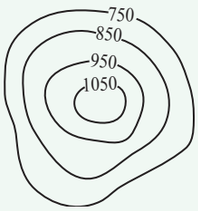
- طريقة أُخرى للتدريس.

طريقة أُخرى للتدريس — **تشكل الفحم الحجري**

- أستخدم **استراتيجية التلخيص** في تحديد آلية تشكل الفحم الحجري، فأطلب إلى الطلبة فرادى تلخيص آلية تشكل الفحم الحجري على شكل خطوات بلغتهم الخاصة، ثم أطلب إلى بعضهم عرض ما كتبوه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

- نشاط سريع.

نشاط سريع المرتفع الجوي



- أرسم على اللوح خريطة مبسطة للمرتفع الجوي كما في الشكل المجاور.
- أسأل الطلبة:
  - ما أكبر قيمة للضغط الجوي؟ 1050 mb
  - ما أقل قيمة للضغط الجوي؟ 750 mb
  - كيف تتغير قيم الضغط الجوي كلما اتجهنا من المركز نحو الخارج؟ تقل قيم الضغط الجوي كلما اتجهنا من المركز نحو الخارج.
- أناقش الطلبة في إجاباتهم وأتوصل معهم إلى مفهوم المرتفع الجوي.

- مشروع الوحدة.

مشروع الوحدة

نمذجة الجبهات الهوائية المختلفة

- أخبر الطلبة أن مشروع هذه الوحدة هو نمذجة الجبهات الهوائية المختلفة التي سيدرسونها في هذه الوحدة.
- أوزّع الطلبة إلى خمس مجموعات؛ بحيث تصمم كل مجموعة نموذجًا لأحد أنواع الجبهات الهوائية: الدافئة، والباردة، والثابتة، والمقفلة الباردة، والمقفلة الدافئة.
- أخبر الطلبة أنّه يمكنهم استعمال المواد والأدوات الآتية: قطعة من الكرتون المقوى، قطعة من الكرتون سوداء اللون لتغليف قطعة الكرتون المقوى، قطع من الفلين أو الإسفنج لتمثيل الكتل الهوائية المختلفة، قطن لتمثيل الغيوم المتكونة من التقاء الكتل الهوائية المختلفة، ألوان أكريلك، وأيّ مواد أخرى يرونها مناسبة للتصميم.
- أوجّه الطلبة بعد الانتهاء من تصميم النموذج إلى كتابة بطاقة تعريفية تبين وصفًا له، والاحتفاظ به في المختبر المدرسي، أو تصويره وعرضه على لوحات الحائط في المدرسة مع بعض الشروح الداعمة.

توظيف التكنولوجيا:

في ظل التسارع الملحوظ الذي يشهده العالم في مجال التكنولوجيا، والتوجُّهات العالمية لمواكبة مختلف القطاعات والمجالات، بما في ذلك قطاع التعليم، فقد تضمَّن كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتجارب العملية دروسًا تعتمد على التعلُّم المتمازج (Blended Learning) الذي يربط بين التكنولوجيا وطرائق التعلُّم المختلفة، وأنشطةً وفق المنحى التكاملي STEAM تُعَدُّ التكنولوجيا المحور الرئيس فيها.

عند توظيفي للتكنولوجيا، يتعيَّن عليّ مراعاة ما يأتي:

- التحقُّق من موثوقية المواقع الإلكترونية التي أقترحها على الطلبة؛ إذ يوجد العديد من المواقع التي تحوي معلومات علمية غير دقيقة.
- زيارة الموقع الإلكتروني قبل وضعه ضمن قائمة المواقع الإلكترونية المقترحة؛ إذ تتعرَّض بعض المواقع الإلكترونية أحيانًا إلى القرصنة الإلكترونية واستبدال الموضوعات المعروضة.
- إرشاد الطلبة إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة التي تنتهي عادة بأحد الاختصارات الآتية:(.org .edu .gov).

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع مرئية (فيديوهات) تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن إحدى المناطق الاستكشافية في الأردن، علمًا بأنّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أستخدم أيّة وسيلة تكنولوجية مناسبة لمشاركة الطلبة وذويهم.

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية Meteorology.

التجربة الاستهلالية: منخفض خماسيني			
الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي.	• بيان الاتجاه المحتمل لحركة الكتل الهوائية في أنواع الجبهات الهوائية المختلفة. • تعرّف الجبهات الهوائية وأنواع المرتفعات والمنخفضات الجوية والرموز المستخدمة في وصف حالة الطقس.	○ نشاط: منخفض جوي.	7
الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس.	• توضيح المقصود بخرائط الطقس وخطوط تساوي الضغط الجوي. • رسم خريطة لخطوط تساوي الضغط الجوي. • التنبؤ بحالة طقس مبسّطة لمنطقة ما.	○ تجربة: قياس الرطوبة النسبية للهواء. ○ نشاط: رسم خريطة طقس سطحية.	7

نتاجات التعلم للصفوف السابقة	الصف	نتاجات التعلم للصفوف اللاحقة	الصف
• تعداد عناصر الطقس، مثل: درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي. • دراسة كيفية قياس بعض عناصر الطقس. • دراسة تأثير عناصر الطقس في حركة الهواء والغيوم. • التنبؤ بحالة طقس بسيطة.	**الخامس**	○ تعرّف مظاهر طقس قاسية (خطرة). ○ توضيح مفهوم كل من: الأعاصير القمعية (التورنادو)، والأعاصير المدارية (الهوريكان). ○ المقارنة بين الأعاصير القمعية والأعاصير المدارية من حيث: كيفية نشأتها، ومكان نشأتها.	الثاني عشر
• توضيح العوامل المؤثرة في تغير درجة حرارة الكتل الهوائية ورطوبتها. • تعرّف مفهوم الكتل الهوائية وخصائصها. • استنتاج مفهوم الكتل الهوائية وبعض صفاتها. • تفسير سبب تحرك الكتل الهوائية من مكان إلى آخر على سطح الأرض. • استنتاج علاقة الكتل الهوائية بتغير الطقس.	**الثامن**	.....	.....
• بيان أنواع كل من: الكتل الهوائية، والجبهات الهوائية. • المقارنة بين أنواع الكتل الهوائيّة المختلفة. • تفسير كيفية تكوّن الجبهات الهوائية. • توضيح بعض صفات المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية من حيث: درجة الحرارة، والضغط الجوي. • إعطاء أمثلة على المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية في شرقي البحر المتوسط.	**العاشر**	.....	.....

الوحدة 1

الأرصاد الجوية
Meteorology

قالَ تعالى:

﴿وَمِنْ ءَايَـٰتِهِۦ يُرِيكُمُ ٱلْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنَزِّلُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَيُحْىِۦ بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَآ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَـَٔايَـٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ﴾

(الروم، الآية 24)

أتأمّل الصّورة

يُعرَفُ الطقسُ بأنه التغيّرات التي تحدُث في الغلاف الجوي مدة زمنية قصيرة، من حيث درجةُ الحرارة والرطوبة والضغط الجوي والرياح في منطقة جغرافية محدَّدة، فقد يكون الطقس حارًّا، وقد يكون باردًا، أو غائمًا، أو ماطرًا.

كيف تؤثّرُ الجبهات الهوائية، وأنظمة الضغط الجوي المختلفةُ في الطقس المحلي؟

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

تحدّد أشكال هطول الأمطار وفقًا لمعدل هطولها لكل وحدة زمنية، وتصنّف بحسب الفئات العامة الآتية لهطول الأمطار:

أمطار خفيفة: يقل معدل هطول الأمطار عن (0.5 mm/h).

أمطار معتدلة: يتراوح معدل هطول الأمطار بين (0.5 mm/h – 4 mm/h).

أمطار غزيرة: يتراوح معدل هطول الأمطار بين (4 mm/h – 8 mm/h).

زخات المطر الشديدة جدًّا: يزيد معدل هطولها على (50 mm/h).

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمل**

أوضح للطلبة أهمية التأمل، وأبين لهم أنه يرتبط بالتفكير العميق الشامل، وأنه يسبق تنفيذ أي عمل أو محاولة لحل مشكلة ما.

أتأمّل الصورة

الطقس:

- أوجّه الطلبة إلى تأمّل الصورة الواردة في مقدمة الوحدة، والإجابة عن السؤال الآتي الوارد في بند (أتأمّل الصورة):

– كيف تؤثّر الجبهات الهوائية، وأنظمة الضغط الجوي المختلفة في الطقس المحلي؟

أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها؛ لاستنتاج أن أنظمة الضغط الجوي المختلفة على سطح الأرض تسهم في حركة الكتل الهوائية، ما يسمح بالتقائها لتشكيل ما يعرف بالجبهات الهوائية التي تسبب تغيير حالة الطقس، مثل: تشكل الغيوم، والهطل بأنواعه المختلفة.

- أوجّه للطلبة السؤال الآتي:

– أختار مما يأتي الوصف المناسب لشكل هطول المطر في الصورة: (مطر خفيف، مطر معتدل، مطر غزير).

أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها، وأتوصل معهم إلى أن المطر يختلف في معدل هطوله، ما يعني اختلاف أشكال هطول المطر ووصفها، وأن الشكل يمثل تساقطًا غزيرًا للأمطار، وأنهم سيتعرفون تصنيف أشكال هطول المطر في الصف الثاني عشر.

◄ المناقشة:

المطر:

- أطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة الواردة في بداية الوحدة، ثم أناقشهم في ما أشارت إليه حول دلائل سقوط المطر من برقٍ ورعد.
- أخبرهم أن هذه الآية الكريمة تدل على قدرة الله تعالى في ظاهرة البرق، وأننا نخاف مما يحدث بعده من صواعق، وما يمكن أن يرافقها من هطل ونعيم.
- أطلب إلى الطلبة التفكر في آيات من القران الكريم توضح دور الغيوم والأمطار والرياح في حياة الإنسان.
- أستمع لإجابات الطلبة ثم أعرض لهم بعض الآيات القرآنية الأخرى للتفكر بها مثل:

﴿وَهُوَ ٱلَّذِى يُرْسِلُ ٱلرِّيَـٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَىْ رَحْمَتِهِۦ ۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَـٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٥٧﴾﴾ (الاعراف/ 57)

﴿وَٱللَّهُ ٱلَّذِىٓ أَرْسَلَ ٱلرِّيَـٰحَ فَتُثِيرُ سَحَابًا فَسُقْنَـٰهُ إِلَىٰ بَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَحْيَيْنَا بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ۚ كَذَٰلِكَ ٱلنُّشُورُ ﴿٩﴾﴾ (فاطر/ 9)

الفكرة العامـة:

حالة الطقس المتوقعة

- أكتب الفكرة العامة على اللوح، ثم أوجّه الطلبة إلى وضع خطوط عريضة للوحدة، وصياغة أسئلة عامة منها، مثل:

– كيف تؤثر الجبهات الهوائية في حالة الطقس المتوقعة في منطقة ما؟

إجابة محتملة: قد تتسبب الجبهات الهوائية في هبوب الرياح، وهطول أمطار ترافقها عواصف رعدية.

– ما الوسائل التي يستخدمها علماء الأرصاد الجوية لقياس عناصر الطقس المختلفة في منطقة ما؟

ستتنوع إجابات الطلبة ومنها: ريشة الرياح، مخروط الرياح، مقاييس درجات الحرارة المختلفة، أجهزة البارومتر.

- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون في هذه الوحدة: الأنواع المختلفة من الجبهات الهوائية، وكيفية تأثيرها في حالة الطقس، وأنظمة الضغط الجوي (المرتفع الجوي، والمنخفض الجوي)، وسيتعرفون أيضًا الوسائل التي يستخدمها علماء الأرصاد الجوية في التنبؤات الجوية.

مشروع الوحدة

نمذجة الجبهات الهوائية المختلفة

- أخبر الطلبة أن مشروع هذه الوحدة هو نمذجة الجبهات الهوائية المختلفة التي سيدرسونها في هذه الوحدة.
- أوزّع الطلبة إلى خمس مجموعات؛ بحيث تصمم كل مجموعة نموذجًا لأحد أنواع الجبهات الهوائية: الدافئة، والباردة، والثابتة، والمقفلة الباردة، والمقفلة الدافئة.
- أخبر الطلبة أنّه يمكنهم استعمال المواد والأدوات الآتية: قطعة من الكرتون المقوى، قطعة من الكرتون سوداء اللون لتغليف قطعة الكرتون المقوى، قطع من الفلين أو الإسفنج لتمثيل الكتل الهوائية المختلفة، قطن لتمثيل الغيوم المتكونة من التقاء الكتل الهوائية المختلفة، ألوان أكريلك، وأيّ مواد أخرى يرونها مناسبة للتصميم.

الفكرة العامّة:

تؤثّرُ الجبهات الهوائيـة في حالة الطـقس، ويتنبّأ علماء الأرصاد الجوية بحالة الطقس المتوقَّعـة باستخـدام مجموعة من الوسائل المختلفة.

الدرس الأول: الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي

الفكرة الرئيسة: تتنوّعُ الجبهـات الهوائيـة بحسب نـوع الكُتلِ الهوائية المتسبِّبة في تشكُّلها واتجاه حركتها نِسبة لبعضها، وتتمايز أنظمة الضغط الجوي لمرتفَع جويّ ومنخفَض جويّ.

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

الفكرة الرئيسة: تُقاسُ عناصر الطقس المختلفة باستخدام أدوات عديدة، ويُعبَّرُ عنهـا برمـوز خـاصة على خـريطة الطقس لتسهُلَ عملية التنبؤ الجويّ.

- أوجّه الطلبة بعد الانتهاء من تصميم النموذج إلى كتابة بطاقة تعريفية تبيّن وصفًا له، والاحتفاظ به في المختبر المدرسي، أو تصويره وعرضه على لوحات الحائط في المدرسة مع بعض الشروح الداعمة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا ذات العلاقة بالعمل: إدارة المشاريع**

أخبر الطلبة أن إدارة المشاريع بكفاية تؤدي إلى نجاح المشروع، وأنّ تضافر جهود المشاركين كافةً أثناء العمل في أيّ مشروع يسهم في نجاحه واستدامته.

تجربة استهلالية

منخفض خماسيني

أقرأ النشرة الجوية الآتية، التي تمثّل توقُّعات حالة الطقس الصادرة يومَ الأربعاء بتاريخ 2021/3/10م.

«تتأثّر الأردن بأول مُنخفَض جوي خماسيني لهذا العام والمُتوقع أن يتمركز ظُهرَ الأربعاء إلى الشمال من مصر، إذ يطرأ ارتفاع حادٌّ على درجات الحرارة، حيث تصبح أعلى من المعدّلات المُعتادة بحوالي (12 - 10) °C وتسود المملكةَ الأحوالُ الجويةُ الخماسينيةُ، بحيث يكون الطقس دافئًا وجافًّا ومُغبرًّا في معظم مناطق المملكة، ويكون حارًّا نسبيًّا في مناطق الأغوار والبحر الميت والعَقبة، وتظهر كميّاتٌ من السُّحب العالية على فترات.

تندفع كتلة هوائية باردة قادمة من شرق القارّة الأوروبية نحو بلاد الشام، تتسبّب بتعمُّق المُنخفَض الجوي الخماسيني وتحوُّلُه إلى مُنخفَض جوي شتوي.

يحدُث تقلّب في الأجواء ابتداءً من ليلة الخميس/ الجمعة، حيث يطرأ انخفاض حادّ على درجات الحرارة، ويعود الطقس ليُصبح باردًا بوجهٍ عام في مناطقَ عِدّة من المملكة.

وتدريجيًّا تعبُرُ المملكةَ في ساعات ما بعد مُنتصف الليل جبهةٌ هوائية باردة عاليةُ الفعالية تتسبّب بهبوب رياح شديدةِ السرعة، تتجاوز سرعة بعض هبّاتِها 100 km/h، كما وتهطُل أمطار غزيرة في شمال المملكة ووسطِها وشرقِها ترافقها العواصف الرّعدية والبَرَديّة.

ويستمر حدوث العواصف الرملية في المناطق الصحراوية من جنوب المملكة وشرقِها، مع استمرار تدنّي ورُبما انعدامِ مدى الرؤية الأُفقية. أمّا الرياح، فتكون جنوبية غربية إلى غربية نشطة السرعة، تتحوّل بعد مُنتصَف الليل لتُصبح شديدة السرعة في أغلب المناطق ومُترافقة مع هبّاتٍ عاتية».

التحليل والاستنتاج:

1. أبيّن كيف يؤثّر المنخفَض الجوي الخماسيني في درجات الحرارة في المملكة.
2. أتوقّع سبب تسمية المنخفَض الجوي المنخفض الخماسيني.
3. أحدِّد خصائص الكتلة الهوائية القادمة من شرق القارة الأوروبية نحو بلاد الشام.
4. أفسّر سبب تكوُّنِ الجبهة الهوائية الباردة.
5. أستنتج سبب حدوث العواصف الرملية جنوب المملكة وشرقها.

5. سبب حدوث العواصف الرملية في جنوب المملكة وشرقها هو هبوب الرياح السريعة فوق المناطق الصحراوية في كلتا المنطقتين، ما يؤدي إلى تحرك الرمال والأتربة منها ورفعها في طبقة التروبوسفير في الغلاف الجوي.

استراتيجية التقويم: مراجعة الذات **أداة التقويم:** النقطة الأكثر أهمية

النقطة الأكثر أهمية	السبب

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية: المشاركة.**

ألفت نظر الطلبة إلى أن مشاركة زملائهم/ زميلاتهن في تنفيذ الأنشطة تساعد على بناء الشخصية، وتسرّع عملية الإنتاج، وتحسّن النتائج.

تجربة استهلالية

زمن التنفيذ: 15 min.

الهدف: تحليل نشرة جوية، وتفسير بعض الظواهر الجوية المتشكّلة.

المهارات العلمية: الملاحظة، والتواصل، والتفسير، والتوقع، والاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- أستخدم **استراتيجية التعلّم التعاوني**، فأوزع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ النشاط؛ على أن يُظهِر كل فرد في المجموعة مسؤوليته في التعلّم.
- أوجّه طلبة المجموعات إلى دراسة النشرة الجوية، ثم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بها.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور**، وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، وأصفر، وأخضر)؛ بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون توجيهه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم، أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.
- أناقش الطلبة في الإجابات، وأصوّب غير الصحيحة منها، وأتأكد من وصول المفاهيم المطلوبة للجميع.

النتائج المتوقعة: سيتوصل الطلبة إلى أن المنخفضات الجوية تعمل على تغيير حالة الطقس في المناطق المختلفة.

التحليل والاستنتاج:

1. يتسبب المنخفض الخماسيني في ارتفاع درجات الحرارة ارتفاعًا حادًّا، ويكون الطقس دافئًا، وجافًّا ومغبرًّا في معظم مناطق المملكة، وحارًّا نسبيًّا في مناطق الأغوار والبحر الميت والعقبة، وتظهر السحب العالية على فترات.
2. تسمى المنخفضات الخماسينية بهذا الاسم؛ لأنها تقع في الفترة الزمنية الممتدة من 21 آذار من كل عام حتى 10 أيار من كل عام، والتي تبلغ خمسين يومًا.
3. كتلة هوائية باردة.
4. تتكون الجبهة الهوائية الباردة عندما تتحرك كتلة هوائية باردة باتجاه كتلة هوائية دافئة، وسبب تشكل الجبهة الهوائية الباردة هو تحرك الكتلة الهوائية الباردة القادمة من شرق القارة الأوروبية نحو بلاد الشام التي تسيطر عليها الأجواء الخماسينية؛ أي التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة فيها (كتلة هوائية دافئة).

الدرس 1

الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي
Air Fronts and Pressure Systems

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي

- أوجّه الطلبة إلى تأمّل فكرة الدرس الرئيسة؛ لتعرّف أسباب اختلاف الجبهات الهوائية، وأنظمة الضغط الجوي، وذلك بتوجيه بعض الأسئلة، مثل:

– ما أنواع الجبهات الهوائية؟ جبهة هوائية دافئة، وجبهة هوائية باردة، وجبهة هوائية ثابتة، وجبهة هوائية مقفلة.

– ما الأسباب التي تؤدي إلى اختلاف أنواع الجبهات الهوائية؟ اختلاف خصائص الكتل الهوائية المتسببة في تشكلها، وكيفية تحرّكها نسبة إلى بعضها بعضًا.

– ما أنظمة الضغط الجوي؟ مرتفع جوي، ومنخفض جوي.

الربط بالمعرفة السابقة:

الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي

- أستخدم استراتيجية جدول التعلم (KWL)؛ للكشف عن معرفة الطلبة السابقة حول الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي، وما يرغب الطلبة في تعلّمه، فأطلب إليهم ملء العمودين: الأول، والثاني من الجدول الآتي، والاحتفاظ به حتى نهاية الدرس لملء العمود الثالث:

ماذا أعرف؟	ماذا أريد أن أعرف؟	ماذا تعلمت؟

2 التدريس

المناقشة:

الجبهات الهوائية

- أناقش الطلبة في مفهوم الجبهات الهوائية، وأن تشكّلها يعتمد على خصائص الكتل الهوائية، وكيفية تحرّكها نسبة إلى بعضها بعضًا.
- أطرح السؤالين الآتيين على الطلبة:

– ما أنواع الكتل الهوائية؟ تقسم الكتل الهوائية بشكل عام إلى: كتل هوائية دافئة، وكتل هوائية باردة.

– ما سبب تشكُّل الجبهات الهوائية؟ تتشكل الجبهات الهوائية بسبب التقاء كتل هوائية مختلفة في خصائصها فلا تختلط ببعضها بعضًا.

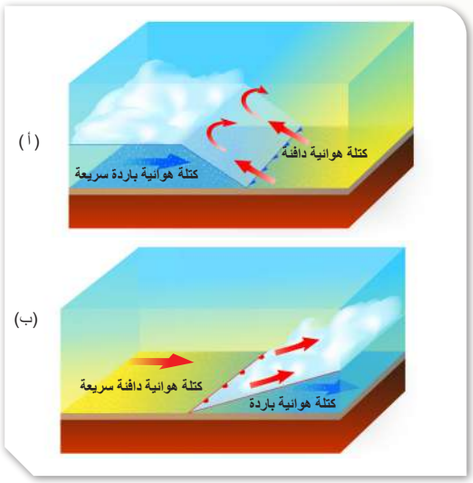
الفكرة الرئيسة:
تتنوّعُ الجبهات الهوائية بحسب نوع الكُتَلِ الهوائية المتسبِّبة في تشكُّلها واتجاه حركتها نسبة لبعضها، وتتمايز أنظمة الضغط الجوي لمرتفَع جويّ ومنخفَض جويّ.

نتاجات التعلّم:
- أبيّن الاتجاه المحتمَل لحركة الكتل الهوائية في أنواع الجبهات الهوائية المختلفة.
- أتعرَّف الجبهاتِ الهوائيةَ وأنواعَ المرتفعات والمنخفضات الجوية والرموزَ المستخدمة في وصف حالة الطقس.

المفاهيم والمصطلحات:
الجبهة الهوائية الثابتة
Stationary Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة
Occluded Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة
Cold Occluded Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة الدافئة
Warm Occluded Air Front
المنخفَض الجوي الجبهي
Frontal Depression
المنخفَض الجوي غير الجبهي
Non -Frontal Depression

الجبهات الهوائية Air Fronts

تعلمت في صفوف سابقة أن الكُتل الهوائية تختلف في خصائصها من حيثُ درجةُ الحرارة والرطوبة، وتُقسَم الكتَلُ الهوائية بشكل عام إلى كتل هوائية دافئة Warm Air Masses، وكتل هوائية باردة Cold Air Masses، وتتحرك الكتل الهوائية على سطح الأرض اعتمادًا على سرعة الرياح وأنظمة الضغط الجوي، ويؤدي التقاؤها فوق اليابسة أو المحيطات إلى تكوين منطقة فاصلة بينها، تُسمّى الجبهةَ الهوائيةَ Air Front، إذ إن اختلاف خصائص الكتل الهوائية يَحولُ دون اختلاطها ببعض، ويعتمِد نوع الجبهة الهوائية على خصائص الكتل الهوائية المتسبِّبة في تشكُّلها، وكيفية تحرُّكها نسبة لبعضها. ومن أهم أنواع الجبهات الهوائية: الجبهة الهوائية الدافئة، والجبهة الهوائية الباردة. أنظر الشكل (1)، لكن، ما الأنواع الأخرى للجبهات الهوائية؟ وكيف تتشكل كلّ منها؟



الشكل (1):
أ- جبهة هوائية باردة.
ب- جبهة هوائية دافئة.
أقارن بين كيفية تشكُّل الجبهة الهوائية الباردة والجبهة الهوائية الدافئة.

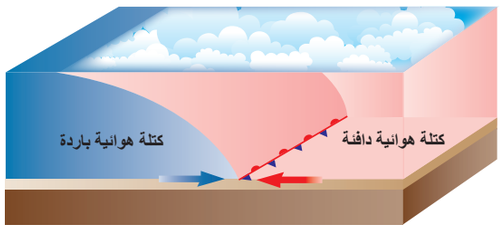
استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1) الذي يبين آلية تشكّل الجبهة الهوائية الباردة، والجبهة الهوائية الدافئة.
- أناقش الطلبة في آلية تشكل الجبهتين الهوائيتين: الباردة، والدافئة.

حل سؤال الشكل (1):

تتشكّل الجبهة الهوائية الباردة عندما تتحرك كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ تحركًا سريعًا نحو كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ تتحرك ببطءٍ، ولأنّها أكثر كثافةً منها تغوص أسفلها، فترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى وتبرد.

تتشكّل الجبهة الهوائية الدافئة عندما تتحرك كتلةٌ هوائيةٌ دافئةٌ تحركًا سريعًا نحو كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ تتحرك ببطءٍ، ولأنّ الكتلة الهوائية الدافئة ذات كثافةٍ أقلّ من الكتلة الهوائية الباردة فإنّها ترتفع إلى الأعلى فوقها وتبرد.



الشكل (2): جبهة هوائية ثابتة متشكّلة بين كتلتين هوائيّتين إحداهُما باردة، والأخرى دافئة لا تتحرك إحداهُما باتجاه الأخرى.
أرسم رمز الجبهة الهوائية الثابتة.

الجبهات الهوائية الثابتة Stationary Air Fronts

تتشكّل **الجبهة الهوائية الثابتة (المستقِرّة)** Stationary Air Front بين كتلتَين هوائيّتين مختلِفتين في الخصائص، لكن لا تتحرك أيٌّ منهما نحو الأخرى، ومثالٌ على ذلك، ظهورُ مثلِ هذه الجبهات أحيانًا بين الكتل الهوائية القُطبية القاريّة والكتل الهوائية القُطبية البحريّة.

وفي هذا النوع من الجبهات الهوائية تتشكّلُ الغيوم، ويكون الطقس رَطْبًا أيامًا عدة بسبب بُطء حركة الجبهة. وترسُم الجبهة الهوائية المستقرّة على خريطة الطقس خطًّا منحنيًا على أحد جوانبه تَبرزُ مثلثات باللون الأزرق، وفي الجانب الآخر تَبرزُ أقواس باللون الأحمر. أنظر الشكل (2).

أفكّر متى تتحوّل الجبهة الهوائية الثابتة إلى جبهة هوائية باردة ، أو جبهة هوائية دافئة؟

الجبهات الهوائية المقفَلة Occluded Air Fronts

تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفَلة (المندمِجة)** Occluded Air Front في حال وجود ثلاث كتل هوائية متباينة الخصائص متتالية، إحداها كتلة هوائية باردة، والأخرى كتلة هوائية باردة جدًّا، مع وجود كتلةٍ هوائية دافئة محصورة بينهما. أنظر الشكل (3)، وترسُم الجبهة الهوائية المقفَلة

الشكل (3): جبهة هوائية مقفلة بين ثلاث كتل هوائية: إحداها باردة جدًّا والأخرى باردة وكتلة هوائية دافئة محصورة بينهما، تتشكل بينها جبهة هوائية باردة تلحق بجبهة هوائية دافئة.
أرسم رمز الجبهة الهوائية المقفلة.

كتلة هوائية باردة، تليها كتلة هوائية دافئة، تليها كتلة هوائية باردة جدًّا.

- هل لتغيّر ترتيب الكتل الهوائية أثر في نوع الجبهة الهوائية المقفلة؟ أتقبل إجابات الطلبة كافة، ومنها: يمكن أن يتسبب تغير ترتيب الكتل الهوائية في نوع الجبهة الهوائية المقفلة المتشكلة.

- أبين للطلبة أن الجبهة الهوائية المقفلة تتشكّل عند تلاقي ثلاث كتل هوائية متتالية مختلفة في خصائصها، وأن اختلاف ترتيب هذه الكتل الهوائية نسبة إلى بعضها بعضًا يغيّر نوع الجبهة الهوائية المقفلة.

حل سؤال الشكل (3):

أفكّر عندما يتغير اتجاه الرياح وسرعتها تتحرك إحدى الكتلتين الهوائيتين (الباردة، والدافئة) باتجاه الأخرى؛ فإذا تحركت الكتلة الهوائية الباردة باتجاه الكتلة الهوائية الدافئة تتشكل الجبهة الهوائية الباردة، وفي المقابل، إذا تحركت الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة تتشكل الجبهة الهوائية الدافئة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الجبهة الهوائية الثابتة

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2) الذي يوضح آلية تشكُّل الجبهة الهوائية الثابتة (المستقرة).
- أسأل الطلبة:

– كيف تتشكّل الجبهة الهوائية الثابتة؟
تتشكّل بين كتلتين هوائيّتين مختلفتين في الخصائص، لكن لا تتحرك أيٌّ منهما نحو الأخرى.

– ما رمز الجبهة الهوائية الثابتة على خريطة الطقس؟
يُرمَز إلى الجبهة الهوائية الثابتة على خريطة الطقس بخطّ مُنحَنٍ على أحد جوانبه تبرز مثلثات باللون الأزرق، وفي الجانب الآخر تبرز أقواس باللون الأحمر.

◄ المناقشة:

- أبيّن للطلبة أن الجبهة الهوائية الثابتة تتحرك تحركًا بطيئًا، وبذلك يمتد تأثيرها فوق المناطق التي تمكث فوقها مدة زمنية أطول من الجبهات الأخرى.
- أوضح للطلبة أن الجبهات الهوائية الثابتة تسبب تشكّل الغيوم، ويكون الطقس رطبًا لعدة أيام بسبب بطء حركتها.

حل سؤال الشكل (2):

◄ بناء المفهوم:

الجبهة الهوائية المقفلة

- أرسم على اللوح مخططًا يوضح الجبهة الهوائية المقفلة كما في الشكل الآتي:

- أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكل المرسوم على اللوح، ثم أسألهم:

– ما عدد الكتل الهوائية المكوّنة للجبهة الهوائية المقفلة؟
ثلاث كتل هوائية.

– ما نوع الكتل الهوائية المكوّنة للجبهة الهوائية المقفلة؟
كتلة هوائية باردة، وكتلة هوائية دافئة، وكتلة هوائية باردة جدًّا.

– ما ترتيب الكتل الهوائية في الجبهة الهوائية المقفلة كما يظهر في الشكل؟ كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيتين؛ إحداهما كتلة هوائية باردة، والأخرى كتلة هوائية باردة جدًّا مرتبة كالآتي:

◄استخدام الصور والأشكال:

الجبهة الهوائية المقفلة الباردة

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، لتعرّف كيفية تشكُّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة.
- أسأل الطلبة:

– كيف تترتب الكتل الهوائية في الجبهة الهوائية المقفلة الباردة؟

تتشكّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، إذ تكون الكتلة الهوائية الأمامية باردة، والكتلة الهوائية الخلفية باردة جدًّا.

– أتتبّع في منظم تخطيطي كيفية تشكُّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة.

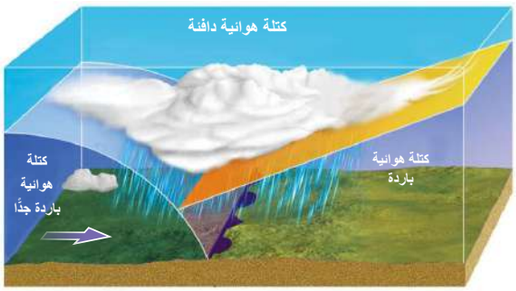
تتحرّك الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة مشكّلةً معها **جبهة هوائية دافئة.** ← تتحرّك الكتلة الهوائية الباردة جدًّا بسرعة وراء الكتلة الهوائية الدافئة، مشكّلة معها **جبهة هوائية باردة.** ← تنزلق **الجبهة الهوائية الباردة** أسفل الكتلة الهوائية الدافئة. ← ترتفع **الجبهة الهوائية الباردة** مع **الجبهة الهوائية الدافئة** فوق سطح الأرض تدريجيًّا. ← تندسّ **الجبهة الهوائية الباردة** تحت الكتلة الهوائية الباردة مشكّلةً جبهة جديدة باردة هي **الجبهة الهوائية المقفلة الباردة.**

على خريطة الطقس خطًّا منحنيًا تَبرزُ على أحد جوانبه مثلثات وأقواسٌ متتالية ذاتُ لَون بنفسجي، وفي هذا النوع من الجبهات الهوائية تنخفض درجات الحرارة وتتساقط الأمطار والثلوج. ويمكِنُ تمييزُ نوعين من الجبهات الهوائية المقفَلة:

الجبهات الهوائية المقفَلة الباردة Cold Occluded Air Fronts

تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة Cold Occluded Air Front** عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، حيث تكون الكتلة الهوائية الأمامية باردة، والكتلة الهوائية الخلفية باردة جدًّا. تتحرّك الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة مشكّلةً معها جبهة دافئة، وعندما تتحرّك الكتلة الهوائية الباردة جدًّا بسرعة وراء الكتلة الهوائية الدافئةِ وتشكُّل جبهة هوائية باردة تنزلِقُ أسفلَها فترفعها مع الجبهة الدافئة فوق سطح الأرض تدريجيًّا، وتَندَسُّ تحت الكتلة الهوائية الباردة مشكّلةً جبهةً جديدة باردة هي الجبهةُ الهوائية المقفَلة الباردة. وبذلك تظهر الكتلة الهوائية الدافئة عائمةً فوق كلّ من الكتلتين الهوائيّتين الباردتين مشترِكةً معهما في تشكيل جبهة هوائية دافئة مع الكتلة الهوائية الباردة في الأمام، وجبهة هوائية باردة مع الكتلة الهوائية الباردة جدًّا في الخلف. أنظر الشكل (4) الذي يوضح كيفية تشكُّل الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة.

أصمّمُ باستخدام برنامج السكراتش (Scratch) عَرْضًا يبيِّنُ كيفيّة تشكّلِ الجبهات الهوائية المقفَلة الباردة، ثمّ أشاركُه زملائي/ زميلاتي في الصفّ.



الشكل (4): جبهة هوائية مقفَلة باردة ناتجة من وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين: الأماميةُ منهما أقلُّ برودةً من الخلفية.

أوجّه الطلبة إلى تصميم عرض يبيّن كيفية تشكل الجبهات الهوائية المقفلة الباردة، باستخدام برنامج السكراتش (Scratch) وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

- أتأكد قبل البدء بالنشاط من معرفة الطلبة كيفية استخدام برنامج السكراتش (Scratch)، ويمكنني الاستعانة بمعلم/ معلمة الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

نشاط سريع **تشكُّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة**

- أطلب إلى أحد الطلبة توضيح آلية تشكُّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة برسم تخطيطي على اللوح، وذلك باستخدام ألوان متنوعة، بحيث يدل اللون الأزرق على الكتل والجبهات الهوائية الباردة، واللون الأحمر على الكتل والجبهات الهوائية الدافئة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** المهارات الحياتية: الاتصال**

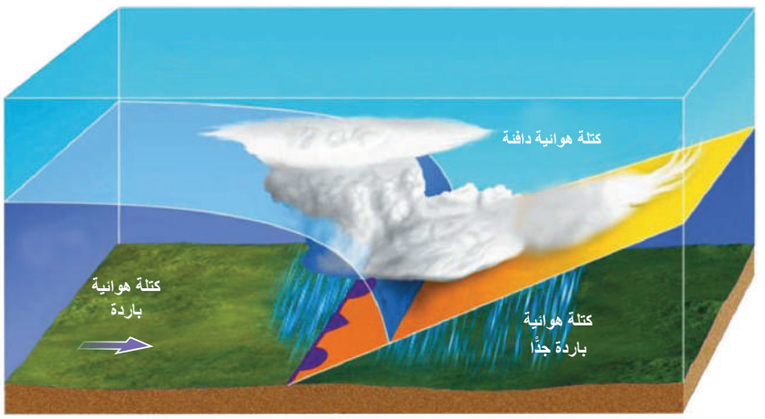
أخبر الطلبة أن مهارة الاتصال تتمثل في مناقشتي ومناقشة زملائهم / زميلاتهن في النتائج التي يتم التوصل إليها؛ إذ تتضمن تبادل الآراء والأفكار للتوصل إلى فهم مشترك للمفهوم، أو القضية المراد دراستها.

الجبهات الهوائية المقفَلة الدافئة Warm Occluded Air Fronts

تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفَلة الدافئة Warm Occluded Air Front** كما هو الحال في الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة، لكن بوجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلة هوائية باردة جدًّا في الأمام، وكتلة هوائية باردة في الخلف. أنظر الشكل (5). تتحرّك الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة جدًّا مشكِّلةً معها جبهةً هوائية دافئة. وعندما تتحرّك الكتلة الهوائية الباردة اتجاه الكتلة الهوائية الدافئة تشكّلُ معها جبهةً هوائية باردة، لكنها ما تلْبَثُ أن تنزلقَ أسفلَها فترفعها مع الجبهة الدافئة المتشكّلة مع كتلة الهواء الباردة جدًّا، وترتفع معها فوق الكتلة الهوائية الباردة جدًّا، مشكّلةً عند سطح الأرض بينها وبين الكتلة الباردة جدًّا جبهةً دافئة نسبيًّا هي الجبهةُ الهوائية المقفَلةُ الدافئة. ويُعَدُّ هذا النّوعُ من الجبهات الهوائية غيرَ شائع في الأردن.

أصمّمُ باستخدام برنامج السكراتش (Scratch) عَرْضًا يبيِّنُ كيفيّة تشكّلِ الجبهات الهوائية المقفَلة الدافئة، ثمّ أشاركُه زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

✓ **أتحقّق**: أبيّنُ كيف تتشكّل الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة.



الشكل (5): جبهة هوائية مقفَلة دافئة ناتجة من وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين: الأمامية منهما أكثرُ برودةً من الخلفية.

✓ **أتحقَّق**: تتشكّل الجبهة الهوائية المقفلة الباردة عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، بحيث تكون الكتلة الهوائية الأمامية باردة، والكتلة الهوائية الخلفية باردة جدًّا، فتتحرّك الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة مشكلة معها جبهة دافئة، وعندما تتحرك الكتلة الهوائية الباردة جدًّا اتجاه الكتلة الهوائية الدافئة، تتشكّل جبهة هوائية باردة تنزلق أسفلها فترفعها مع الجبهة الدافئة فوق سطح الأرض تدريجيًا وتندسّ تحت الكتلة الهوائية الباردة مشكلة الجبهة الهوائية المقفلة الباردة.

◄استخدام الصور والأشكال:

الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة

- أوجّـه الطلبـة إلى الاطلاع على الشكل (5)؛ لتعرّف كيفية تشكّل الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة.
- أسأل الطلبة:

– كيف تترتب الكتل الهوائية في الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة.

تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة** عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، إذ تكون الكتلة الهوائية الأمامية باردة جدًّا، والكتلة الهوائية الخلفية باردة.

– أتتبّع في رسم تخطيطي كيفية تشكل الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة.

تتحرّك الكتلة الهوائية الدافئة باتجاه الكتلة الهوائية الباردة جدًّا مشكّلةً معها **جبهة هوائية دافئة**. ◄

تتحرّك الكتلة الهوائية الباردة اتجاه الكتلة الهوائية الدافئة، مشكّلة معها **جبهة هوائية باردة**. ◄

تنزلق **الجبهة الهوائية الباردة** أسفل الكتلة الهوائية الدافئة. ◄ ترتفع **الجبهة الهوائية الباردة** مع **الجبهة الهوائية الدافئة** فوق الكتلة الهوائية الباردة جدًّا مشكّلة **جبهـة هوائيـة مقفلـة دافـئة** عند سطح الأرض.

- أوجّه الطلبة إلى تصميم عرض يبيّن كيفية تشكّل الجبهات الهوائية المقفلة الدافئة، باستخدام برنامج السكراتش (Scratch) وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من معرفة الطلبة كيفية استخدام برنامج السكراتش (Scratch)، ويمكنني الاستعانة بمعلم/ معلمة الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

◄ المناقشة:

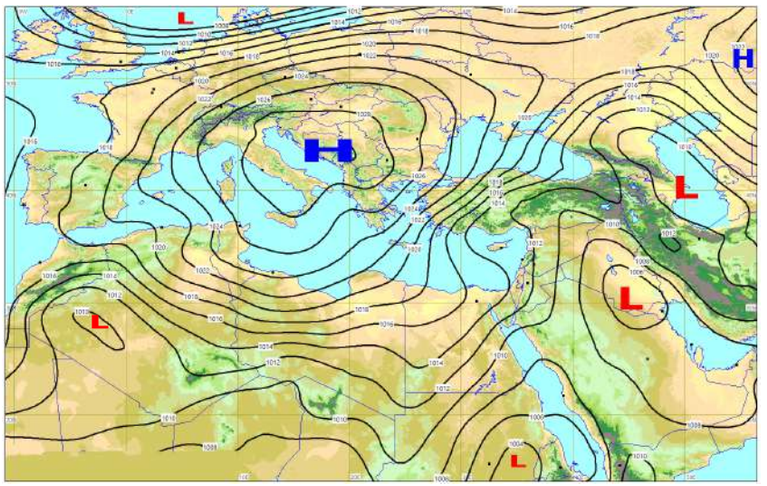
- أستخدم استراتيجية جدول التعلم (KWL)؛ للكشف عن معرفة الطلبة السابقة حول أنظمة الضغط الجوي (المنخفض الجوي والمرتفع الجوي) ومفهوم كل منها، وما يرغب الطلبة في تعلّمه، فأطلب إليهم ملء العمودين: الأول، والثاني من الجدول الآتي، والاحتفاظ به حتى نهاية الدرس لملء العمود الثالث:

ماذا أعرف؟	ماذا أريد أن أعرف؟	ماذا تعلمت؟

◄ استخدام الصور والأشكال:

تحليل خريطة طقس سطحية لأنظمة الضغط الجوي:

- أستخدم استراتيجية التعلم التعاوني، فأوزع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إلى أفراد كل مجموعة دراسة الشكل (6)، الذي يمثل خريطة طقس سطحية لأنظمة الضغط الجوي.
- أوزع على الطلبة ورقة العمل (1) الموجودة في الملحق.
- أطلب إلى الطلبة العمل فرادى في المجموعة وكتابة أفكارهم في ورقة تحت عنوان (أنا أفكر)، وأمنحهم الوقت الكافي لذلك.
- أطلب إلى طلبة المجموعة الواحدة مشاركة أفكارهم، ومناقشتها، وكتابة الأفكار التي يُتّفَق عليها في ورقة تحت عنوان (نحن نفكر).
- أختار أحد الطلبة من إحدى المجموعات، وأطلب إليه انتقاء زميل/ زميلة في مجموعة أخرى لمشاركة أفكارهم، وهكذا حتى تتناقش المجموعات كافة في ما توصلت إليه.
- أؤيد الأفكار الصحيحة، وأكتبها على اللوح.
- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون أنواع المنخفضات الجوية والمرتفعات الجوية خلال هذا الدرس.



الشكل (6): خريطة طقس سطحيةٌ تبيّنُ أنظمة الضغط الجوي.

أبـيّنُ عـددَ المنخفضات الجويـة والمرتفعات الجوية الظاهرة في خريطة الطقس السطحية، مُحدِّدًا قيمة الضغط الجوي في مراكزها.

المنخفض الجوي Low Pressure

تعلمت سابقًا أن أنظمة الضغط الجوي تتشكّل نتيجةَ اختلاف قِيمِ الضغط الجوي على سطح الأرض، وتُقسَمُ أنظمة الضغط الجوي اعتمادًا على قِيمِ الضغط الجوي في مركز الكتلة الهوائية قسمين: المنخفض الجوي، والمرتفع الجوي. أنظر الشكل (6). وتسبِّب أنظمة الضغط الجوي المختلفة نشأة الرياح، وحركةَ الكتل الهوائية، وتشكّل الجبهات الهوائية بينها.

ويعرَّفُ المنخفَضُ الجوي بأنه كتلة من الهواء فوق منطقة معينة من الأرض، تتميز بضغط أقلَّ من ضغط الهواء في المناطق المحيطة بها، حيث تكون أقلَّ قيمةً للضغط الجوي في المركز، وتزداد كلما ابتعدنا عن المركز.

وتصنف المنخفضات الجوية بشكل عام اعتمادًا على آلية التشكّل إلى منخفضات جوية غير جبهية Non-Frontal Depressions، ومنخفضات جوية جبهية Frontal Depressions .

حل سؤال الشكل (6):

المنخفضات الجوية: 5

الضغط الجوي في مركزها :(1004)/(1006)/(1008)/(1010)/(1010).

المرتفعات الجوية: 2

الضغط الجوي في مركزها: (1022)/(1028).

المنخفضات الجوية غير الجبهية Non- Frontal Depressions

توجَدُ أنواعٌ مختلفة للمنخفضات الجوية غير الجبهية منها المنخفض الجوي الحراري والمنخفض الخماسيني.

المنخفض الجوي الحراري Thermal Low Depression

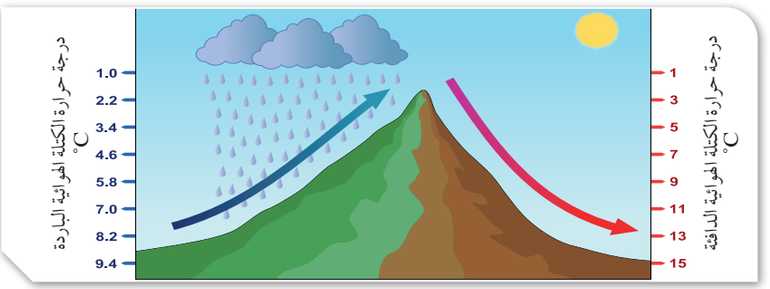
ينشأ هذا النّوعُ من المنخفضات فوق المناطق التي تتميز بارتفاع درجة حرارتها مقارَنةً بالمناطق المحيطة بها، ويعود السبب وراء تشكّلِ مثلِ هذه المنخفضات إلى استمرار التسخين للهواء الذي يلامس سطحَ الأرض، وصعودِهِ إلى الأعلى عن طريق تيارات الحَمْلِ، ما يعمل على هبوط في الضغط الجوي فوق المنطقة التي صعِدَ منها الهواء الساخن إلى الأعلى. ومن الأمثلة على هذه المنخفضات منخفضا البحر الأحمر والهند الموسمي.

المنخفض الخماسيني Khamasin Depression

تنشأ المنخفضات الخماسينية فوق سفوح جبال أطلس الجنوبية، غالبًا في فصل الربيع، خصوصًا في الأيام الخمسين التي تَعقُبُ الاعتدال الربيعي، حيث تسخُنُ الكتلة الهوائية القادمة من غرب أوروبا والمنحدرة جنوبًا باتجاه جبال أطلسَ نتيجة ظاهرة الفوهن (Foehn). أنظر الشكل (7). فعند اصطدام الكتلة الهوائية الباردة القادمة من غرب أوروبا بجبال أطلسَ ترتفع للأعلى، وتقِلّ درجة حرارتها كلما ارتفعت نحو القِمّة، فيحدث التكاثف وتتساقط الأمطار، وعند بلوغ الكتلة الهوائية قِمّة الجبل، تبدأ بالهبوط نحو الأسفل على الجهة الأخرى منه، فترتفع درجة حرارتها وينخفض ضغطها مشكِّلةً منخفضًا خماسينيًّا يتحرك شرقًا أو شمال شرق إلى البحر الأبيض المتوسط.

الربط بالجغرافيا

جبال الأطلسِ هي سلسلة جبال تمتد 2500 km تقريبًا عبْرَ الشمال الغربي لقارة إفريقيا في كلٍّ من المغرب والجزائر وتونسَ. تبلغ أعلى قمّة لها 4167 m هي قمّة طوبقالَ جنوب غرب المغرب، تُعَدُّ سلسلةَ جبال الأطلس كلٍّ من البحر الأبيض المتوسط شمالًا، والمحيط الأطلسي غربًا، والصحراء الكبرى جنوبًا.



الشكل (7): رسم تخطيطي يصف كيفية تشكّلِ ظاهرة (Foehn) عندما تصطدم كتلة هوائية بجبل.
أصف: ماذا يحدث لدرجة حرارة الكتلة الهوائية عندما تصطدم بالجبال؟

الربط بالجغرافيا

أبيّن للطلبة أن جبال أطلس سلسلة جبال تمتد 2500 km تقريبًا عبر الشمال الغربي لقارة إفريقيا في كلٍّ من المغرب والجزائر وتونس، وأنه يحدّها من الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الغرب المحيط الأطلسي، ومن الجنوب الصحراء الكبرى.

حل سؤال الشكل (7):

عندما تصطدم الكتلة الهوائية بالجبال ترتفع للأعلى، وتقل درجة حرارتها كلما ارتفعت نحو القمة.

طريقة أخرى للتدريس — **المنخفضات الجوية غير الجبهية**

- أستخدم **استراتيجة لعب الأدوار** لتوضيح الفرق بين المنخفض الجوي الحراري، والمنخفض الخماسيني.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعتين، وأطلب إلى المجموعة الأولى لعب دور المنخفض الجوي الحراري، وأطلب إلى المجموعة الثانية لعب دور المنخفض الجوي الخماسيني.

◄ المناقشة:

المنخفضات الجوية

- أبيّن للطلبة أن المنخفضات الجوية بشكل عام تصنَّف اعتمادًا على آلية تشكّلها إلى: منخفضات جوية غير جبهية، ومنخفضات جوية جبهية.
- أسأل الطلبة:

– ما أنواع المنخفضات الجوية غير الجبهية؟

المنخفض الجوي الحراري، والمنخفض الجوي الخماسيني.

– ما سبب تشكُّل المنخفض الجوي الحراري؟

يتسبب استمرار تسخين الهواء الذي يلامس سطح الأرض، وصعوده إلى الأعلى عن طريق تيارات الحمل، إلى هبوط الضغط الجوي فوق المنطقة التي صعد منها الهواء الساخن إلى الأعلى مشكّلًا المنخفض الجوي الحراري.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المنخفض الخماسيني:

- أرسم على اللوح رسمًا تخطيطيًّا يصف تشكل ظاهرة الفوهن كما تظهر في الشكل (7).
- أبيّن للطلبة أن اصطدام الكتل الهوائية الباردة بسفوح المرتفعات الجبلية يرفعها للأعلى، ما يتسبب في خفض درجة حرارتها كلما ارتفعت نحو القمة، فيحدث التكاثف وتتساقط الأمطار.
- أسأل الطلبة السؤال الآتي:

– هل تستمر الكتلة الهوائية التي اصطدمت بسفوح المرتفعات الجبلية بالصعود إلى الأعلى؟

أبيّن للطلبة أن الكتلة الهوائية عند بلوغها قمّة الجبل، تبدأ بالهبوط نحو الأسفل على الجهة الأخرى منه، فترتفع درجة حرارتها وينخفض ضغطها.

- أوضح للطلبة أن ما تم وصفه لمسار الكتلة الهوائية السابقة عند اصطدامها بسفوح المرتفعات الجبلية يسمى **ظاهرة الفوهن**.
- ألفت انتباه الطلبة إلى أن سفوح الجبال التي تتساقط فوقها الأمطار تمتاز بوفرة الغطاء النباتي، بعكس السفوح الأخرى المقابلة لها.
- أوضح للطلبة أن المنخفضات الخماسينية تتشكّل بفعل ظاهرة الفوهن، إذ ترتفع الكتلة الهوائية القادمة من غرب أوروبا فوق سفوح جبال أطلس الجنوبية، مسببة تساقطًا للأمطار، وعند بلوغها قمة الجبل تبدأ بالهبوط على الجهة الأخرى منه، ما يتسبب في ارتفاع درجة حرارتها وانخفاض ضغطها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المنخفضات الجوية الجبهية

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، لتعرّف كيفية تشكُّل المنخفضات الجوية الجبهية.
- أسأل الطلبة:

– ما عدد الكتل الهوائية التي شكّلت المنخفض الجوي الجبهي؟ (3) كتل هوائية.

– صِف/ صِفي درجة حرارة الكتل الهوائية التي شكّلت المنخفض الجوي الجبهي؟ كتلة هوائية باردة، وكتلة هوائية دافئة، وكتلة هوائية باردة جدًّا.

◄ بناء المفهوم:

آلية تشكُّل المنخفض الجوي الجبهي

- أرسم على اللوح مخططًا يوضح آلية تشكّل المنخفض الجبهي.

- ألفت انتباه الطلبة إلى أن الكتلة الهوائية الدافئة محصورة بين جبهتين هوائيتين، وأن الكتل الهوائية التي تحيط بها أبرد منها؛ أي أن كثافتها أكبر.
- أبيّن للطلبة أن وجود الكتلة الهوائية الدافئة بين جبهتين هوائيتين فوق منطقة ما يسبّب رفعها للأعلى وتشكّل المنخفض الجوي فوقها، ويسمى هذا المنخفض: المنخفض الجوي الجبهي.

◄ المناقشة:

منخفضات البحر الأبيض المتوسط

- أسأل الطلبة:

– أي مناطق البحر الأبيض المتوسط أفضل في تشكُّل المنخفضات الجوية الجبهية فوقها؟

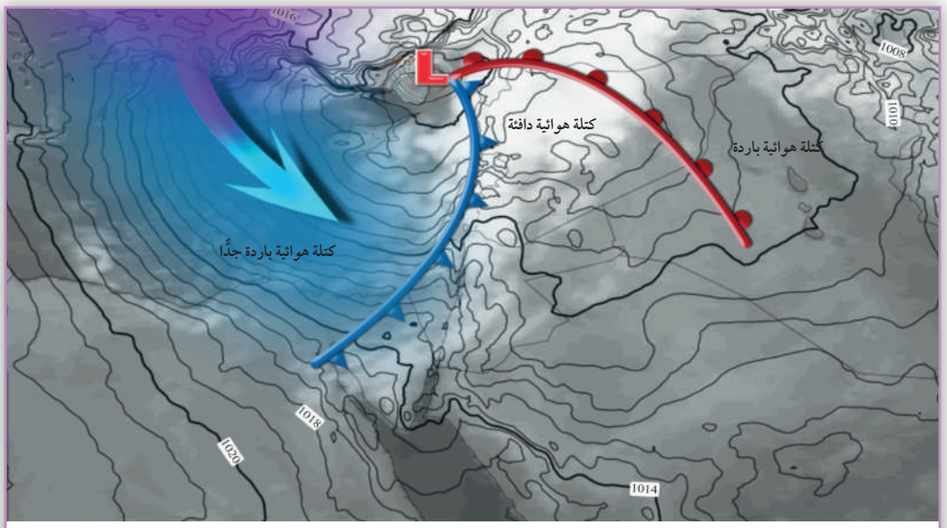
خليج جنوة، وشمال البحر الأيوني، وجنوبي بحر إيجة، وجزيرة قبرص.

– أقارن بين المنخفضات التي تنشأ فوق جزيرة قبرص والمنخفضات الجوية التي تنشأ فوق خليج جنوة.

تنشأ المنخفضات القبرصية في أواخر فصل الخريف، وتتميز بقلّة تكرارها خلال السنة مقارنةً بالمنخفضات الجوية التي تنشأ فوق خليج جنوة.

حل سؤال الشكل (8):

ستتشكّل جبهة هوائية مقفلة باردة.



الشكل (8): منخفض جوي جبهي. أحدّد نوع الجبهة الهوائية التي ستتشكّل بين الكتل الهوائية الثلاثِ؛ اعتمادًا على خصائصها.

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحثُ عن أنواع المنخفضات الجوية التي تؤثر في المملكة، مُحدِّدًا الأوقات التي تحدث فيها من السنة، وأعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

المنخفضات الجوية الجبهية Frontal Depressions

يتشكّل المنخفض الجبهي عند وجود كتلتين هوائيّتين، واحدةٌ منهما باردة والأخرى دافئة. ويكون الفرق واضحًا في خصائص هذه الكتل التي تلتقي مع بعضها بسبب حركتها المتعاكسة. أنظر الشكل (8). ومن الأمثلة عليها منخفضاتُ البحر الأبيض المتوسط.

منخفضات البحر الأبيض المتوسط Mediterranean Depressions

تنشأ العديدُ من المنخفضات فوق البحر الأبيض المتوسط، ويُعَدُّ خليجُ جَنَوَةَ، وشمالُ البحر الأيوني، وجنوبي بحر إيجَةَ، وجزيرةُ قبرص أفضلَ مناطق البحر الأبيض المتوسط لنشوء المنخفضات الجوية الجبهية.

وتُسمّى المنخفَضاتُ الجوية المتشكِّلةُ فوق جزيرة قبرص بالمنخفضات القبرُصية، وهي في الغالب تنشأ أواخر فصل الخريف، وتتميز هذه المنخفضات بقلّةِ تكرارها خلال السنة مقارَنةً بمنخفضات البحر الأبيض المتوسط التي تنشأ فوق خليج جَنَوَةَ.

✓ **أتحقّق:** أتتبّع بمخطط سهمي كيف يتشكّل المنخفض الجوي الحراري.

✓ **أتحقّق:** يسخن الهواء الملامس لسطح الأرض ← يصعد الهواء الساخن للأعلى عن طريق تيارات الحمل ← ينخفض الضغط الجوي في المنطقة التي صعد منها الهواء الساخن إلى الأعلى.

أبحث:

أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أنواع المنخفضات الجوية التي تؤثر في المملكة، ثمّ أطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنها، وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف. يمكن أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

منخفضات البحر الأبيض المتوسط: منخفضات جوية تنشط في فصلي الشتاء والربيع، وغالبا ما تكون مصحوبة بهطل غزير للأمطار.

منخفض الهند الموسمي: منخفض جوي ينشط في فصل الصيف، يتسبب في رفع درجات الحرارة إلى معدلات قياسية.

نشاط

منخفض جوي

زمن التنفيذ: 20 min.

الهدف: تعرّف المنخفض الجوي الجبهي.

المهارات العلمية: التحليل، والتوقّع، والاستنتاج، والتواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (منخفض جوي) في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة لدراسة الشكل الذي يمثل خريطة طقس سطحية، توضح خطوط تساوي الضغط الجوي وثلاث كتل هوائية مختلفة في خصائصها، ثم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بها.
- أختار أحد الطلبة عشوائيًّا باستخدام **استراتيجية الرؤوس المرقمة** من كل مجموعة، وأطلب إليهم تلخيص ما توصلت إليه مجموعاتهم بعد مناقشتها النشاط.
- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها.

النتائج المتوقعة:

توصُّل الطلبة إلى مفهوم المنخفض الجوي الجبهي.

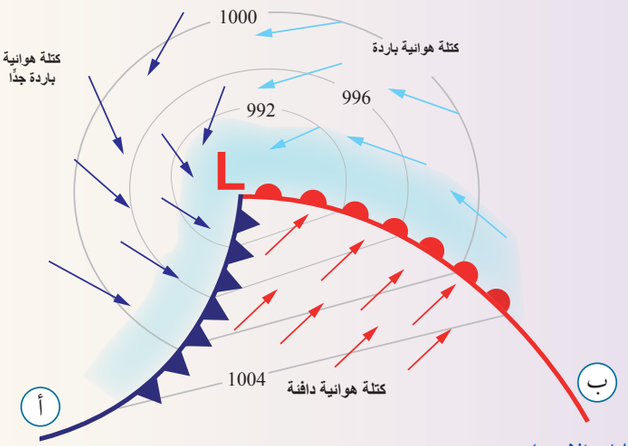
التحليل والاستنتاج:

1. أقل من 922 mb
2. تزداد قيمة الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن المركز.
3. أ: جبهة هوائية باردة.
   ب: جبهة هوائية دافئة.
4. منخفض جوي جبهي.
5. انخفاض ملموس في درجات الحرارة العظمى، وهطول غزير ومتواصل للأمطار، وتساقط الثلوج.
6. جبهة هوائية مقفلة باردة ناتجة من وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين: الأمامية منهما أقلّ برودةً من الخلفية.

نشاط

ملخفض جوي

يمثّل الشّكلُ خريطة طقس توضّح خطوط تَساوي الضغط الجوي، وثلاثَ كُتلٍ هوائية مختلفة في خصائصها، واتجاه كلّ منها نسبة لبعضها. أدرس الشكل ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1- أحدّد قيمة الضغط الجوي بوحدة المليبار (mb) في مركز المنخفض الجوي.

2- أصِف: كيف تتغير قيمة الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن المركز؟

3- أبيّن نوعَي الجبهة الهوائية في كلّ من (أ، ب).

4- أوضّح نوع المنخفض الجوي في الشكل.

5- **أتوقّع** حالة الطقس المُرافِقةَ للمنخفض الجوي.

6- **أتوقّع** نوع الجبهة الهوائية التي ستتشكّل بين الكتل الهوائية الثلاثِ في الشكل، وأُعلِّلُ ذلك.

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: سلم التقدير العددي.

الاسم	المهام		
	3	2	1

المهام:

1: بيان أنواع الجبهات الهوائية المختلفة ورموزها.

2: توضيح المقصود بالمنخفض الجوي الجبهي.

3: **توقُّع** حالة الطقس المرافقة للمنخفض الجوي الجبهي.

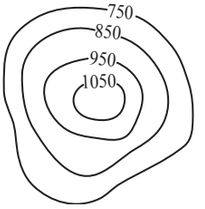
العلامات:

3: تنفيذ ثلاث مهام تنفيذًا صحيحًا.

2: تنفيذ مهمتين تنفيذًا صحيحًا.

1: تنفيذ مهمة واحدة تنفيذًا صحيحًا.

نشاط سريع المرتفع الجوي



- أرسم على اللوح خريطة مبسَّطة للمرتفع الجوي كما في الشكل المجاور.
- أسأل الطلبة:
  - ما أكبر قيمة للضغط الجوي؟ 1050 mb
  - ما أقل قيمة للضغط الجوي؟ 750 mb
  - كيف تتغير قيم الضغط الجوي كلما اتجهنا من المركز نحو الخارج؟ تقل.
- أناقش الطلبة في إجاباتهم وأتوصل معهم إلى مفهوم المرتفع الجوي.

◄ بناء المفهوم:

تشكُّل المرتفع الجوي الدافئ:

- أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني واستراتيجية الرؤوس المرقمة.**
- أقسم الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أطلب إلى الطلبة قراءة النص الوارد في الكتاب، الذي يوضح كيفية تشكُّل المرتفع الجوي الدافئ فرادى، ثم تلخيصه في نقاط.
- أوجّه الطلبة في المجموعة إلى مناقشة ما توصلوا إليه، ثم تدوين النقاط الأكثر أهمية التي تبين آلية تشكُّل المرتفع الجوي الدافئ على ورقة.
- أنتقي أحد طلبة المجموعة باستخدام استراتيجية الرؤوس المرقمة لعرض ما توصلت إليه مجموعته.
- أسأل المجموعات الأخرى أيها تضيف نقطة مهمة أخرى لما توصلت إليه المجموعة.
- أبيّن للطلبة أنه عندما يتضاغط الهواء القادم من قمم الجبال التي تتشكّل فوقها المنخفضات الجوية فإن كثافته تزداد؛ أي يزداد ضغطه، فيهبط إلى الأسفل، ونتيجة لذلك يسخن الهواء الهابط ذاتيًّا؛ فيتشكل المرتفع الجوي الدافئ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المرتفع الجوي الأزوري

- أستخدم **استراتيجية فكر – انتق زميلًا – شارك** لتعريف الطلبة بالمرتفع الجوي الأزوري.
- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9) في كتاب الطالب والإجابة عن الأسئلة الآتية:

أبحث:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحثُ عن عملية التسخين الذاتي للهواء Adiabatic Heating، وأعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصف.

المرتفع الجوي High Pressure

يُعرَفُ المرتفَعُ الجوي بأنه كتلة من الهواء فوق منطقة معينة من الأرض، تتميز بضغط أعلى من ضغط الهواء في المناطق المحيطة بها، حيث تكون أكبرَ قيمةً للضغط الجوي في المركز، وتقلُّ كلما ابتعدنا عن المركز.

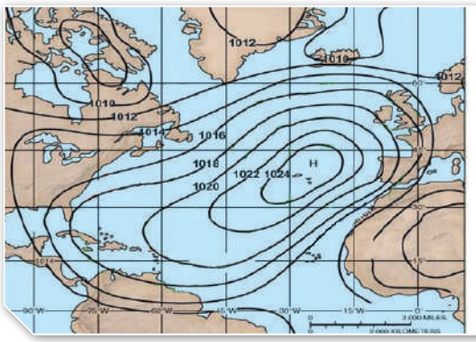
تُقسَمُ المرتفعاتُ الجوية بناءً على نوع الكتل الهوائية أربعة أقسام على النحو الآتي:

المرتفع الجوي الدافئ Warm High Pressure

عندما يتضاغط الهواء القادمُ من قمم الجبال التي تتشكّل فوقها المنخفضات الجوية، تزداد كثافته، أي يزداد ضغطُه، فيهبِط إلى الأسفل. ونتيجة لذلك، يسخُن الهواء الهابط ذاتيًّا، مشكِّلًا المرتفعَ الجوي الدافئ، وتعمل عملية التسخين الذاتي للهواء على تبخّر قطرات الماء إن وُجِدتْ في الهواء، وتلاشي الغيوم. ويرافق المرتفعاتِ الجويّةَ الدافئةَ ارتفاعٌ واضح في درجة الحرارة لكتلة الهواء قُرْبَ سطح الأرض، خصوصًا في فصل الصيف. وتسود هذه المرتفعاتِ في الأغلب أجواءٌ مستقرّة وصافية. وقد تُكوِّنُ الضباب إذا اكتملت شروط تشكُّلِه، ومن الأمثلة على المرتفع الجوي الدافئ المرتفعُ الجوي الأزوري .

المرتفع الجوي الأزوري High Pressure Azores

نظام ضغط جوي مرتفع شِبْه استوائيّ، يقع مركزه بالقرب من جُزُر الأزورِ البرتغالية في المحيط الأطلسي. ومن هنا أتت التسمية، ويتغير الضغط الجوي في مركزه بين فصلَي الصيف والشتاء تغيُّرًا طفيفًا، وغالبًا ما يقترب من mb (1024) ، أنظر الشكل (9).



الشكل (9): مرتفع أزوري يتمركز فوق المحيط الأطلسي بالقرب من جُزُر الأزورِ البرتغالية الضغط الجوي في مركزه mb (1024).

- لماذا سمي المرتفع الجوي الأزوري بهذا الاسم؟ لأنه يتمركز فوق المحيط الأطلسي بالقرب من جُزُر الأزور البرتغالية.
- ما قيمة الضغط الجوي في مركز المرتفع الجوي الأزوري؟ غالبًا ما تقترب من mb (1024).
- ما المناطق التي يؤثر فيها المرتفع الجوي الأزوري؟ أوروبا، وشمال إفريقيا، ويصل تأثيره إلى حوض البحر الأبيض المتوسط وبلاد الشام.
- أطلب إلى أحد الطلبة انتقاء مَن يشاركه إجابات الأسئلة.

أبحث:

أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن مفهوم التسخين الذاتي للهواء، ثمّ أطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنه وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف. يمكن أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

التسخين الذاتي للهواء عملية ديناميكية لا علاقة لها بأشعة الشمس؛ أي أن أشعة الشمس ليست المسبب في تسخين الهواء، بل ترتفع درجة حرارته نتيجة انضغاط جزيئاته، ويحدث هذا التسخين عادة عندما يهبط الهواء بقوّة على جوانب الجبال نحو السهول أو الوديان المجاورة.

ويؤثّر المرتفع الأوزوري في طقس ومناخ مناطقَ واسعةٍ تشمل أوروبا وشمال إفريقيا، ويصل تأثيرُه إلى حوض البحر الأبيض المتوسط وبلاد الشام مُسبِّبًا الجفاف وارتفاع درجات الحرارة.

المرتفع الجوي البارد Cold High Pressure

يَنشأ هذا النوع من المرتفعات بطريقة نشوء المرتفع الجوي الدافئ نفْسِه، ولكن عملية التسخين الذاتي للهواء لا تكون بالقدر الكافي لرفع درجة حرارة الهواء الهابط فيبقى باردًا، أو يَنشأ فوق منطقة باردة تؤدي إلى زيادة كثافة الهواء بفِعل ملامسته سطحَ تلك المنطقة، وزيادة ضغطِه. ويأخذ الهواء المتمركِزُ فوق المنطقة الباردة خصائص هذه المنطقة من حيث درجةُ الحرارة، ومن الأمثلة عليه المرتفعُ السيبيريّ.

المرتفع الجوي السيبيري Siberian High Pressure

نظام ضغط جوي مرتفع شبه دائم، يتمركز في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية عند خط عرض (45°) فوق شمال شرق سيبيريا، وأواسط آسيا ويُعَدُّ أحدَ أهم مراكز الضغط الجوي خلال فصل الشتاء في النصف الشمالي للكُرة الأرضية. ويسجِّل المرتفع السيبيري أعلى قِيمٍ للضغط الجوي على الإطلاق بين جميع أنظمة الضغط الجوي. ويؤدي انخفاضُ درجة حرارة اليابسة خلال فصل الشتاء إلى زيادة قوّة المرتفع الجوي السيبيري، وامتداد هذا المرتفع جنوبًا بحيث يصل إلى شمال الجزيرة العربية وبلادَ الشام. ويرافق هذا المرتفعَ رياحٌ شرقية أو شمالية شرقية جافّة وشديدة البرودة تؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة. تخفض الكتلة الهوائية المرافقةُ للمنخفض السيبيري أحيانًا درجة الحرارة إلى ما دون الصفر في منطقة معيّنة، مُشكِّلة الصقيع في تلك المنطقة.

✓ **أتحقّق:** أوضح المقصود بالمرتفع الجوي السيبيري.

أبحثُ:
مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحثُ عن ظاهرة الضباب وشروط تشكّله، وأعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أبحثُ:
مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحثُ عن أحدث المرتفعات الجوية السيبيرية التي تعرضت لها المملكة، مُوضِّحًا أثرها في حالة الطقس، ثم أعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أبحث:
أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أحدث المرتفعات الجوية السيبيرية التي تعرضت لها المملكة خلال الأعوام الماضية، ثمّ أطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنها وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف. يمكن أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

تأثرت المملكة بمرتفع جوي سيبيري بتاريخ 2021/2/19م، فشهدت المنطقة تساقطًا كثيفًا للثلوج، تبعه حالة انجماد بسبب انخفاض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي. كما تأثرت المملكة بمرتفع جوي سيبيري بتاريخ 2020/12/22م، فطرأ انخفاض على درجات الحرارة المسجلة والملموسة نهارًا، وساد طقس بارد على نحو لافت في عموم مناطق المملكة، وتشكّل الصقيع في مناطق واسعة منها، وكانت القراءات الأولية لدرجات الحرارة في تلك المناطق تقارب الصفر.

✓ **أتحقّق:** المرتفع الجوي السيبيري: نظام ضغط جوي مرتفع شبه دائم، يتمركز في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية عند خط عرض (45°) فوق شمال سيبيريا وأواسط آسيا، ويعدّ أهم مراكز الضغط الجوي خلال فصل الشتاء في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

◄ **المناقشة:**

المرتفع الجوي البارد:

- أذكّر الطلبة بآلية تشكل المرتفع الجوي الدافئ، وأبيّن لهم أن المرتفع الجوي البارد يتكون بالآلية نفسها.
- أُثير تفكير الطلبة بتوجيه مجموعة الأسئلة الآتية، مثل:

– ما الفرق بين المرتفع الجوي الدافئ، والمرتفع الجوي البارد؟

إجابة محتملة: يكون الهواء في المرتفع الجوي الدافئ ساخنًا، أما الهواء في المرتفع الجوي البارد فيكون باردًا.

– ما السبب الذي يبقي الهواء في المرتفع الجوي باردًا ويحول دون تسخينه؟

أبيّن للطلبة أن سبب تسخين الهواء في المرتفع الجوي الدافئ يعود لعملية التسخين الذاتي، إلا أنها في المرتفع الجوي البارد لا تكون كافية لرفع درجة حرارة الهواء الهابط فيبقى باردًا، أو قد ينشأ فوق منطقة باردة تؤدي إلى زيادة كثافة الهواء بفعل ملامسته سطح تلك المنطقة، وزيادة ضغطه.

- أبيّن للطلبة أن المرتفع الجوي السيبيري هو أحد الأمثلة على المرتفعات الجوية الباردة، وأنه يؤثر في منطقة بلاد الشام مسببًا انخفاضًا كبيرًا في درجة الحرارة تصل إلى ما دون الصفر، ويتسبب في تشكل الصقيع.
- أوجّه الطلبة إلى العودة إلى جدول التعلم (KWL) في بداية الدرس وإكماله بملء العمود الثالث.

أبحث:
أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن ظاهرة الضباب وشروط تشكّله، ثمّ أطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنها، وعرضه أمام طلبة زملائهم/ زميلاتهن في الصف. يمكن أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

يعرّف الضباب على أنه سحابة مقتربة وملامسة لسطح الأرض، ويحدث نتيجة تكاثف بخار الماء غير المرئيّ في الهواء، إذ تتّحد جزيئات الماء التي تكون في حالتها الغازية أثناء هذه العملية لتشكّل قطرات ماء سائلة، وتبقى هذه القطرات الصغيرة عالقة في الهواء. وقد يكون الضباب خفيفًا يسمح بالرؤية من خلاله، أو كثيفًا لدرجةٍ يصعب عندها رؤية عدة أشياء، كالسيارات والمباني وغيرها.

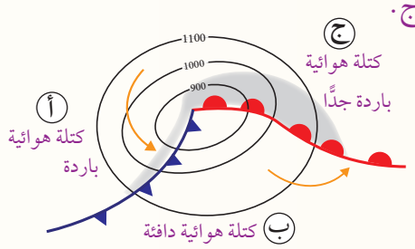
يتأثر تشكل الضباب بمجموعة من العوامل التي تساعد على تكوينه، منها: درجة الحرارة، الرطوبة، المسطحات المائية، وعوامل أخرى: مثل توافر المرتفعات الجبلية، والمنخفضات الجوية، ودرجة التلوث.

مراجعة الدرس

1 **الفكرة الرئيسة:** الجبهة الهوائية الثابتة (المستقرة).

2 تنخفض درجات الحرارة، وتتساقط الأمطار والثلوج.

3



4 تنشأ المنخفضات الخماسينية فوق سفوح جبال أطلس الجنوبية غالبًا في فصل الربيع، وخاصّة في الخمسين يومًا التي تعقب الاعتدال الربيعي، إذ تسخن الكتلة الهوائية القادمة من غرب أوروبا والمنحدرة جنوبًا باتجاه جبال أطلس نتيجة ظاهرة الفوهن (Foehn).

5

نوع الجبهة الهوائية	الكتلة الهوائية الأمامية نسبة إلى الكتلة الهوائية الدافئة	الكتلة الهوائية الخلفية نسبة إلى الكتلة الهوائية الدافئة
الجبهة الهوائية المقفلة الباردة	باردة	باردة جدًّا
الجبهة الهوائية المقفلة الدافئة	باردة جدًّا	باردة

6 **المرتفع الجوي الدافئ:** ينشأ هذا النوع من المرتفعات عندما يتضاغط الهواء القادم من قمم المنخفضات الجوية، فتزداد كثافته؛ أي يزداد ضغطه، فيهبط إلى الأسفل. ونتيجة لذلك، يسخن الهواء الهابط ذاتيًّا؛ مشكّلًا المرتفع الجوي الدافئ، وتعمل عملية التسخين الذاتي على تبخّر قطرات الماء -إن وجدت- وتلاشي الغيوم.

المرتفع الجوي البارد: ينشأ هذا النوع من المرتفعات بطريقة نشوء المرتفع الجوي الدافئ نفسها، ولكن عملية التسخين الذاتي للهواء لا تكون بالقدر الكافي لرفع درجة حرارة الهواء الهابط فيبقى باردًا، أو ينشأ فوق منطقة باردة تؤدي إلى زيادة كثافة الهواء بفعل ملامسته سطح تلك المنطقة، وزيادة ضغطه. ويأخذ الهواء المتمركز فوق المنطقة الباردة خصائص هذه المنطقة من حيث درجة الحرارة.

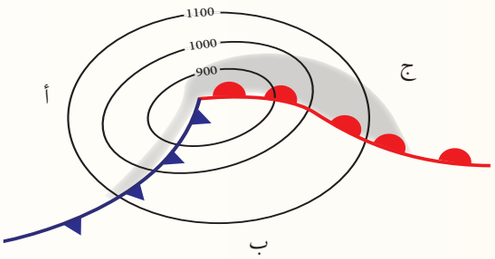
7 أ. مرتفع جوي دافئ: المرتفع الأزوري.

ب. منخفض جوي جبهي: منخفضات البحر الأبيض المتوسط.

ج. منخفض جوي غير جبهي: المنخفض الخماسيني.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أحدّد نوعَ الجبهة الهوائية المتشكِّلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص، لا تتحرّكان باتجاه بعضهما.
2. أبيّن كيف تؤثّر الجبهة الهوائية المقفَلة في حالة الطقس.
3. **أرسم** اتجاه حركة الكتل الهوائية نسبة إلى بعضها في الجبهة الهوائية المقفَلة الدافئة، محدّدًا أنواع الكتل الهوائية (أ، ب، ج).



4. أصِف كيف يتشكّل المنخفض الخماسيني.
5. **أقارن** الجبهات الهوائية المقفَلة الباردة بالجبهات الهوائية المقفَلة الدافئة، من حيث موقعُ الكتلِ الهوائية نسبةً إلى بعضها.
6. **أقارن** بين المرتفعين الجويين البارد والدافئ.
7. أذكر مثالًا واحدًا على كل مما يأتي:

أ. مرتفع جويّ دافئ.

ب. منخفض جويّ جبهيّ.

ج. منخفض جويّ غير جبهيّ.

20

الدرس 2
التنبؤات الجوية وخرائط الطقس
Weather Predictions and Weather Maps

الفكرة الرئيسة:
تـقاسُ عناصـرُ الطقس المختلفةُ بأدوات عديدة، ويعبَّرُ عنها برموز خاصة على خريطة الطقس؛ لتسهُلَ عملية التنبؤ الجويّ.

نتاجات التعلّم:
- أوضّح المقصود بخرائط الطقس وخطوط تَساوي الضغط الجوي.
- أرسم خريطة لخطوط تساوي الضغط الجوي.
- أتنبّأ بحالة طقس مبسَّطة لمنطقة ما.

المفاهيم والمصطلحات:

التنبؤ الجوي	Weather Prediction
كشك الرصد الجوي	Stevenson Screen
مقياس درجة الحرارة الجاف	Dry Bulb Thermometer
مقياس درجة الحرارة الرطب	Wet Bulb Thermometer
مقياس درجة الحرارة العظمى	Maximum Thermometer
مقياس درجة الحرارة الصغرى	Minimum Thermometer
الثيرموغراف	Thermograph
الأنيمومتر	Anemometer
ريشة الرياح	Wind Vane
مخروط الرياح	Wind Cone
البارومتر الزئبقي	Mercury Barometer
البارومتر الفلزي	Metal Barometer
بالونات الطقس	Weather Balloons
نموذج المحطة	Station Model

التنبؤات الجوية Weather Predictions

نهتم بالأحوال الجوية ومعرفة حالة الطقس؛ لأنها تؤثّر في أنشطتنا المختلفة وأعمالنا التي ننفذها يوميًّا، كما تساعدنا معرفة حالة الطقس على الاستعداد لظروف الطقس القاسية، كموجات الحَرّ أو نَوبات البرد، أو تشكّلِ السيول، وتوخي إجراءات السلامة اللازمة حفاظًا على صحتنا.

التنبؤ بحالة الطقس ليست عمليةً جديدة، فقد تنبّأ الإنسان قديمًا بحالــة الطقس بالملاحظة، كملاحظة ارتفاع الغيوم ولونِها. ومع تطوّرِ علم الأرصاد الجوية وكذلك التطور العلمي والتكنولوجي أصبح الحصول على معلومات عن حالة الطقس المتوقّعَة وظروفه لأيام عدة أكثرَ دِقّةً. ويُعرفُ **التنبؤ الجويُّ** **Weather Prediction** بأنه معرفة حالة الطقس المتوقّعَة لمنطقة معيّنة لأيام عدة عَبْر جمع البيانات وتحليلها، باستخدام التقنيات التكنولوجية والعلمية الحديثة، وللتوصل إلى تنبـؤات تفصيليـة دقيقـة عن حالـة الطقس، يدرُس علماءُ الأرصـاد الجويـة مجموعـةً من عناصـر الطقس كدرجـة الحرارة، والرطوبة، واتجاه الرياح وسرعتها، والضغط الجوي، قُربَ سطح الأرض وعلى ارتفاعات عالية من سطح الأرض؛ لأن الطقس يتأثر في جميع الهواء الموجود بطبقة التروبوسفير التي تحدث فيها تقلبـات الطقس. أنظر الشكل (10). فما شروط التنبـؤ الجـوي؟ وكيف تُجمَعُ البياناتُ عن حالة الطقس؟

الشكل (10): عَددٌ من أدوات الرصد الجوي على سطح الأرض.

- أتناقش مع الطلبة وأبيّن لهم أننا نهتم بمعرفة حالة الطقس؛ لأنه يؤثّر في أنشطتنا المختلفة وأعمالنا التي ننفذها يوميًّا، وتساعدنا معرفة حالة الطقس على الاستعداد لظروف الطقس القاسية الحارة منها والباردة، كما أن الإنسان قديمًا كان يتنبأ بحالة الطقس عن طريق التغيرات التي تحدث في لون الغيوم وشكلها، وأن التنبؤ الجوي هو معرفة حالة الطقس، ويمكن أن يكون قصير المدى أو متوسط المدى أو طويل المدى عن طريق جمع البيانات باستخدام مجموعة من الأدوات والتقنيات الحديثة وتحليلها.

استخدام الصور والأشكال:

عناصر الطقس

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10) الذي يبين كشك الرصد الجوي والذي يُستخدم في تعرُّف حالة الطقس، إذ يحتوي على مجموعة من الأدوات، مثل: مقاييس درجات الحرارة المختلفة.
- أوضح للطلبة باستخدام لوحة أو صورة تمثل طبقات الغلاف الجوي، أن علماء الأرصاد الجوية يدرسون عناصر الطقس بالقرب من سطح الأرض في طبقة التروبوسفير التي تمتد حتى ارتفاع 10 km تقريبًا والتي تحدث فيها الظواهر الجوية.

الدرس 2
التنبؤات الجوية وخرائط الطقس
Weather Predictions and Weather Maps

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

عناصر الطقس

- أوجّه الطلبة إلى فكرة الدرس الرئيسة وأطرح الأسئلة الآتية:
  - ما عناصر الطقس؟ درجة الحرارة، والضغط الجوي، والرطوبة، والرياح.
  - هل يمكن قياس عناصر الطقس؟ نعم، تقاس عناصر الطقس المختلفة بأدوات وتقنيات عديدة.
  - كيف يعبَّر عن عناصر الطقس المقيسة؟ برموز خاصة تُعرَض على خريطة الطقس.
- أبيّن للطلبة أنه يمكن قياس عناصر الطقس المختلفة بأدوات سيتعرفونها في هذا الدرس، وأنها تعرض على خريطة الطقس برموز خاصة؛ لتسهل عملية التنبؤ الجويّ ومعرفة حالة الطقس في منطقة ما.

الربط بالمعرفة السابقة:

عناصر الطقس

- أستخدم **استراتيجية جدول التعلم (KWL)**؛ للكشف عن معرفة الطلبة السابقة عن عناصر الطقس المختلفة وكيفية قياسها، وما يرغب الطلبة في تعلّمه، فأطلب إليهم ملء العمودين: الأول، والثاني من الجدول الآتي، والاحتفاظ به حتى نهاية الدرس لملء العمود الثالث:

ماذا أعرف؟	ماذا أريد أن أعرف؟	ماذا تعلمت؟

2 التدريس

المناقشة:

التنبؤات الجوية

- أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني**، فأوزع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أسأل الطلبة الأسئلة الآتية:
  - لماذا نهتم بمعرفة حالة الطقس؟
  - كيف تنبأ الإنسان قديمًا بحالة الطقس؟
  - من يقترح تعريفًا مناسبًا للتنبؤ الجوي؟

◄ المناقشة:

شروط الظاهرة الجوية المراد التنبؤ بها

- أبيّن للطلبة أهمية اتّسام الظاهرة الجوية التي يُتنبَّأ بها بالتكرار والثبوت.
- أستخدم **استراتيجية العصف الذهني**، فأسأل الطلبة:
  - ما المقصود بتَكرار الظاهرة الجوية وثبوتها؟
- أستمع لإجابات الطلبة جميعها، وأناقشهم فيها؛ للتوصل إلى أن المقصود بتكرار الظاهرة الجوية أنها حدثت مرات عديدة في الماضي، وأنها ستتكرر في المستقبل، أما ثبوتها فيعني أنها تحدث بالكيفية نفسها، وأنها تُظهر في كل مرة النتائج نفسها.

أفكّرُ أستخدم **استراتيجية الطلاقة اللفظية**، فأوزع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أطلب إلى فردَي كل مجموعة تبادل الأدوار في ما بينهما عند الإجابة عن سؤال أفكر، بحيث يستمع كل منهما للآخر لمدة دقيقة واحدة:

- **إجابة محتملة**: تتراجع دقة التنبؤات الجوية مع طول المدة الزمنية التي يتنبأ بها؛ لأن عناصر الطقس سريعة التغير، كما أن المتغيرات في الغلاف الجوي عديدة، مثل: درجة الحرارة، والرطوبة.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

تقسم محطات الأرصاد الجوية الأردنية إلى:

1. محطات الرصد الأساسية: وهي: محطة أرصاد رأس منيف، ومحطة أرصاد معان، ومحطة أرصاد الرويشد، ومحطة أرصاد صويلح، ومحطة أرصاد الزرقاء، ومحطة أرصاد وادي موسى.
2. مكاتب التنبؤات الفرعية: وهي: مكتب تنبؤات المفرق، ومكتب تنبؤات الجفر، ومكتب تنبؤات الأزرق، ومكتب تنبؤات الصفاوي، ومكتب تنبؤات الغباوي.
3. محطات الرصد الجوي الأوتوماتيكية لدى دائرة الأرصاد الجوية الأردنية: وهي محطة أوتوماتيكية ترسل قراءاتها للحالة الجوية إلى مديرية الرصد الجوية كل 5 min، ما يسهم في زيادة دقة المتابعة اليومية لحالة الطقس العامة، وهي موزعة كما يأتي: تسع محطات في عمّان، وثلاث محطات في السلط، ومحطتان في كل من: مأدبا، والزرقاء، والطفيلة، ومحطة واحدة في كل من: إربد، والبترا، والشوبك، والعقبة، والكرك، وجرش، وسحاب، وعجلون.

تتوافر مجموعة من الشروط في الظاهرة الجوية المرادِ التنبؤُ بها، حيث إنها يجب أن تخضع للقوانين العلمية والنظُم الكونية وقابليتها للتكرار؛ أي أنها حدثت مرات عديدةً في الماضي، وستتكرر في المستقبل، ولا يمكن التنبؤ بظاهرة نتائجها مختلفةً كُلَّ مرة؛ لذلك يجب أن تتميز الظاهرة الجوية المرادُ التنبؤُ بها بثبوتها أيضًا.

وتُقسَمُ التنبّؤاتُ الجوية اعتمادًا على المدة الزمنية المتنبَّأ بها ثلاثة أقسام رئيسة: تنبؤات قصيرة المدى تهتم بتوقع حالة الجوّ المستقبلية من ساعة إلى ثلاثة أيام، وتنبؤات متوسطة المدى، تهتم بتوقع الأحوال الجوية المستقبلية مدة تصل إلى أسبوع، وتنبؤات طويلة المدى تهتم بتوقع الأحوال الجوية المستقبلية مدة زمنية طويلة تمتد شهرًا، أو أشهرًا، أو سنة.

أبحثُ: مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن كيفيّة تنبّؤ الإنسان قديمًا بحالة الطقس، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أتحقّق: أبيّن الشروط التي يجب توافرها في الظاهرة الجوية المرادِ قياسُها والتنبؤ بها.

قياس عناصر الطقس Measuring Elements of Weather

تعرفت سابقًا أنه لا بد من دراسة عناصر الطقس المختلفة كدرجة الحرارة، والرطوبة، واتجاه الرياح وسرعتها، والضغط الجوي، قُربَ سطح الأرض، وعلى ارتفاعات عالية منه في طبقة التروبوسفير؛ للحصول على تنبؤات جوية دقيقة.

تُقاسُ عناصرُ الطقس المختلفةُ بأدوات عديدة تتوافر في محطات الأرصاد الأرضية (حديقة الرصد الجوي)، فضلًا عن بالونات الطقس، والرادار، وصوَر الأقمار الصناعية.

أفكّرُ تعتمد دِقّةُ التنبؤ بالأحوال الجوية على المدة الزمنية المتنبّأ بها، أفكر كيف تؤثر المدة الزمنية لتوقع حالة الطقس في دقة التنبؤات الجوية.

محطات الأرصاد الأرضية Meteorological Ground Stations

تُقاس في محطات الأرصاد الأرضية عناصر الطقس المختلفة في أوقات محدّدة لأغراض الرصد الجوي والتنبؤ بحالة الطقس، وقد تكون هذه المحطات بريّة أو بحريّة، وسأتعرف محطات الأرصاد الأرضية البرية، فممّ تتكوّن هذه المحطات؟

أبحث:

أوجّه الطلبة للاستعانة بمصادر المعرفة المتوافرة، والبحث في كيفية تنبؤ الإنسان قديمًا بحالة الطقس. ويمكن أن يتوصل الطلبة إلى المعلومات الآتية:

كان الإنسان قديمًا يتوقع حالة الطقس على أساس الدورات السنوية، وكذلك بالنظر في تشكيلات السحب والغيوم في السماء، كما استخدم علم الفلك والنجوم، وتوقع هطول الأمطار من ملاحظة المراحل القمرية ودلالات حركته. واعتمد أيضًا على لون السماء، فعندما يكون لون السماء وقت الغروب أحمر، فإن اليوم التالي غالبًا ما يكون صحوًا ومشمسًا، وتتشكّل قطرات الندى صباحًا، ويظهر قوس المطر في السماء.

أتحقّق:

1. يجب أن تخضع الظاهرة الجوية للقوانين العلمية والنظم الكونية.
2. يجب أن تتميز الظاهرة الجوية بقابليتها للتكرار؛ أي أنها حدثت مرات عديدة في الماضي ونتنبأ بحدوثها في الحاضر، وستتكرر في المستقبل.
3. يجب أن تتميز الظاهرة الجوية المراد التنبؤ بها بثبوتها.

كُشك الرصد الجوي Stevenson Screen

يُعرَفُ **كُشكُ الرصد الجوي** **Stevenson Screen** بصندوق ستيفنسن، وهو صندوق خشبي لونه أبيض، يحوي فتحاتٍ جانبيةً مائلة، ويوضع على ارتفاع m (2 - 1.25) تقريبًا عن سطح الأرض، بعيدًا عن الأبنية والمنشآت العمرانية، في اتجاه الرياح، ويوضع في حديقة الرصد الجوي بحيث يكون بابه في اتجاه الشمال، منعًا لوصول أشعة الشمس لمقاييس درجة الحرارة عند فتحه لرصد القراءات المَقيسة. أنظر الشكل (11). يوجد داخله أدوات خاصة لقياس درجة حرارة الهواء ورطوبته، مثل: مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب، ومقياس درجة الحرارة العظمى، ومقياس درجة الحرارة الصغرى، وجهاز الثيرموغراف، وفي ما يأتي شَرْحٌ مُبسَّطٌ عنها.

مقياس درجة الحرارة الجاف Dry Bulb Thermometer هو مقياس حرارة زئبقي يتكوّن من أنبوب زجاجي ضيق، وتقاس فيه درجةُ حرارة الهواء بوحدة السلسيوس والفهرنهايت معًا. أنظر الشكل (12).

الشكل (11): كُشك الرصد الجوي.
أتنبّأ: ما سبب وجود فتحات جانبية مائلة في كُشك الرصد الجوي؟

الشكل (12): مقياس درجة الحرارة الجاف.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مقياس درجة الحرارة الجاف

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكل (12) الذي يمثل مقياس درجة الحرارة الجاف، وأبيّن لهم أنه أحد المقاييس التي توجد في كشك الرصد الجوي، وأنه مقياس حرارة زئبقي.
- أسأل الطلبة:

– ما مكونات مقياس درجة الحرارة الجاف؟

يتكون مقياس درجة الحرارة الجاف من أنبوب زجاجي ضيق مدرّج، ينتهي بمستودع كروي أو أسطواني الشكل، يحتوي في داخله على سائل الزئبق.

– ما وحدة قياس درجة الحرارة في مقياس درجة الحرارة الجاف؟

من الشكل نلاحظ أنه يوجد تدريجان لدرجة الحرارة، هما: السلسيوس، والفهرنهايت.

– ما درجة الحرارة التي يقرؤها مقياس درجة الحرارة الجاف في الشكل؟

يقرأ مقياس درجة الحرارة الجاف درجة حرارة مقدارها (74 °F) يقابلها (23 °C).

◄ استخدام الصور والأشكال:

كشك الرصد الجوي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11) الذي يمثل كشك الرصد الجوي.
- أسأل الطلبة:

– أين يوضع كشك الرصد الجوي؟

في حديقة الرصد الجوي بعيدًا عن الأبنية.

– ما لون كشك الرصد الجوي؟ أبيض.

– هل للون كشك الرصد الجوي علاقة بدقة قراءة مقاييس درجة الحرارة داخله؟

نعم، إذ يعكس اللون الأبيض جميع الأطوال الموجية المرئية، وبذلك لا تتأثر درجة حرارة الهواء داخله؛ ما يحافظ على دقة قراءة مقاييس درجة الحرارة.

– ما المادة التي يصنع منها كشك الرصد الجوي؟ ولماذا تستخدم؟

مادة رديئة التوصيل الحراري؛ حتى تحافظ على درجة حرارة الهواء داخله.

– لماذا يوضع كشك الرصد الجوي على بعد 2 m من سطح الأرض؟

حتى لا يتأثر بدرجة حرارة سطح الأرض، إذ إن سطح الأرض يسخن بفعل أشعة الشمس الساقطة عليه.

– ما الأجهزة التي يمكن أن يحتويها كشك الرصد الجوي للتنبؤ بحالة الطقس؟

أدوات خاصة لقياس درجة حرارة الهواء ورطوبته، مثل: مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب، ومقياس درجة الحرارة العظمى، ومقياس درجة الحرارة الصغرى، وجهاز الثيرموغراف،

- أبين للطلبة أنهم سيتعرفون هذه الأجهزة خلال هذا الدرس.

حل سؤال الشكل (11):

تسمح الفتحات الجانبية بتبادل الهواء داخل الصندوق وخارجه، ما يعطي دقة أكبر في قياس درجة حرارة الهواء ورطوبته، إذ إنه في حال عدم وجودها ستكون القراءات التي تعطيها الأجهزة هي للهواء داخل الصندوق.

◄ المناقشة:

مقياس درجة الحرارة الجاف

- أسأل الطلبة:

– ما مبدأ عمل مقياس درجة الحرارة الجاف؟

عند ارتفاع درجة حرارة الهواء، يتمدّد الزئبق في المستودع ويرتفع في الأنبوب الزجاجي نحو الأعلى، وعند انخفاض درجة حرارة الهواء يتقلّص الزئبق في الأنبوب الزجاجي ويتحرّك نحو الأسفل، وتُقرأ درجة الحرارة أمام أعلى مستوًى للنقطة التي يصل إليها الزئبق.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مقياسا درجة الحرارة الجاف والرطب

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكل (13) الذي يوضح مقياس درجة الحرارة الجاف والرطب، ثم أبيّن لهم أنه أحد المقاييس التي توضع في كشك الرصد الجوي.
- أسأل الطلبة:

– ما وصف مقياس درجة الحرارة الرطب؟

مقياس حرارة جافٌّ مستودعه المملوء بالزئبق مغطى بإحكام بقطعة قماش مبلّلة يُغمَس طرفها في الماء دائمًا.

– ما قراءة كل من المقياسين الجاف والرطب في الشكل؟

مقياس درجة الحرارة الجاف: 32 °C

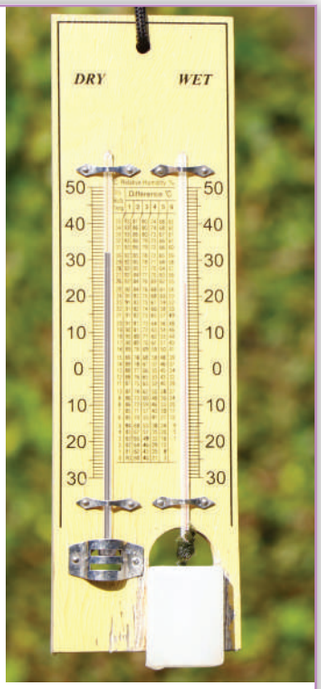
مقياس درجة الحرارة الرطب: 23.5 °C

– كم فرق الدرجات بين قراءة المقياسين الجاف والرطب في الشكل؟ 32 – 23.5 = 8.5 °C

- أبيّن للطلبة أن فرق قراءة المقياسين يستخدم لمعرفة الرطوبة النسبية للهواء، وأنهم سيتعرفون إلى ذلك خلال هذا الدرس.

طريقة أخرى للتدريس مقياسا درجة الحرارة الجاف والرطب

- أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني**، فأوزع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أوزع **ورقة العمل (2)** الموجودة في الملحق على الطلبة، وأطلب إليهم ملء الجدول بعد مناقشة الفرق بين المقياسين في ما بينهم.
- أختار أحد الطلبة عشوائيًّا باستخدام **استراتيجية الرؤوس المرقمة**، وأطلب إليه ذكر فرق واحد بين المقياسين توصل إليه والمجموعة، ثم أختار أحد الطلبة من مجموعة أخرى، وهكذا.
- أناقش الطلبة في أهم الفروق بين المقياسين.



الشكل (13): نموذج مقياس درجة الحرارة الجاف و الرطب.

أبين الفرق بين مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب.

أفكّر لماذا تكون قيمة درجة الحرارة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الرطب غالبًا أقلَّ من قيمة درجة الحرارة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الجافّ؟ ومتى يمكن أن تتساوى درجة الحرارة المسجَّلة في كليهما؟

ينتهي الأنبوب الزجاجي في المِقياس بمستودع (خزان) مليء بالزئبق ذي شكل كُروي أو أسطواني، وعند ارتفاع درجة حرارة الهواء، يتمدّد الزئبق فيه ويرتفع في الأنبوب الزجاجي نحو الأعلى، وعند انخفاض درجة حرارة الهواء يتقلّص الزئبق في الأنبوب الزجاجي ويتحرّك نحو الأسفل، وتُقرأ درجةُ الحرارة أمام أعلى مستوًى للنقطة التي وصل إليها الزئبق.

مقياس درجة الحرارة الرطب Wet Bulb Thermometer هو مقياس حرارة جافٌّ غُطِّيَ مُستَودَعُه المملوء بالزئبق بإحكام بقطعة من القماش المُبلَّلة، بحيث يكون طرَفُها مغموسًا دائمًا بوعاء صغير مملوءًا بالماء. أنظر الشكل (13). تكون غالبًا قيمة درجة الحرارة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الرّطب أقلَّ من القيمة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الجافّ، ويُستخدَمُ الفرقُ بين درجتَي حرارة مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب في معرفة الرطوبة النسبية للهواء التي تبيّن مدى قُرب الهواء أو بُعدِه عن الإشباع.

مقياس درجة الحرارة العظمى Maximum Thermometer هو مقياس حرارة زئبقي، يوضع أفقيًّا في كشك الرصد الجوي، يتصف بوجود اختناق في الأنبوب الزجاجي – أسفل التدريج قريبًا من مستودَع الزئبق، حيث يسمح هذا الاختناق بعبور الزئبق إلى الأنبوب الشَّعري عندما ترتفع درجة الحرارة، لكنه لا يسمح له بالعودة تلقائيًّا إلى المستودع عند انخفاض درجة الحرارة؛ حيث يبقى في الأنبوب في وضعه الذي وصله في أثناء ارتفاع درجة الحرارة – مُشيرًا بذلك إلى أعلى درجة حرارة في اليوم، ويعاد الزئبق إلى المستودع بجعل مقياس درجة الحرارة العظمى إلى الأسفل –قلبه وهو في وضع رأسي– وهزّه باليد مرات عدة.

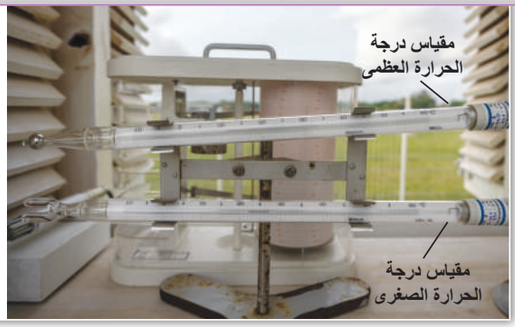
مقياس درجة الحرارة الصغرى Minimum Thermometer هو مقياس كحوليّ يُستخدَمُ فيه الكحول الإيثيلي بدلًا من الزئبق، يشبه مقياس درجةِ الحرارة الزئبقي الجافّ، إلا أن أنبوبه أكثرُ اتساعًا، وداخله مؤشر زجاجي يتحرّك حركة حُرّة باتجاه مستودع المقياس، يوضَعُ المقياس

أفكّر تكون درجة الحرارة في مقياس درجة الحرارة الرطب أقل منها في مقياس درجة الحرارة الجاف؛ بسبب وجود قطعة القماش التي تغطي مستودع الزئبق والتي يؤدي تبخر الماء منها إلى خفض درجة الحرارة فيه.

تتساوى درجة الحرارة في كلا المقياسين عندما يكون الهواء مشبعًا ببخار الماء، فلا يتبخر الماء من قطعة القماش الموجودة حول مقياس درجة الحرارة الرطب.

حل سؤال الشكل (13):

مقياس درجة الحرارة الرطب هو مقياس درجة حارة جاف، إلا أن مستودعه المملوء بالزئبق يغطى بإحكام بقطعة من القماش مغموس طرفها بوعاء صغير مملوء بالماء.

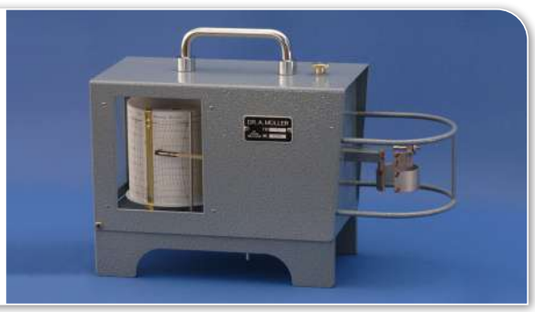


الشكل (14): مقياسا درجة الحرارة العظمى والصغرى.
أتوقّع السبب في وضع مقياسَي درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى أفقيًّا في كُشك الرصد الجوي.

أفقيًّا، وعند انخفاض درجةِ حرارة الهواء، يتقلص الكحول باتجاه المستودَع ساحبًا معه المؤشّرَ الزجاجي إلى الأسفل باتجاه المستودع، وتُقرأ درجةُ الحرارة الصغرى عند طرف المؤشر الأبعد عن المستودع. أنظر الشكل (14).

جهاز الثيرموغراف Thermograph يتكوّن جهاز الثيرموغراف من قطعة معدنية مُثبّتًا في نهايتها ذراعٌ معدنية تنتهي بقلم، وأسطوانة دوّارة (تكمل دورتها كل 24 h) ومُثبّتًا عليها ورقة رسم بياني. أنظر الشكل (15).

تؤثّر درجة حرارة الهواء في القطعة المعدنية، فعندما تسخن القطعة المعدنية وتتمدّد تدفع الذراع المعدنية إلى الأعلى فيرسم القلم رسمًا بيانيًّا يشير إلى قيمة درجة حرارة الهواء، وعند انخفاض درجة حرارة الهواء تتقلّص القطعة المعدنية ساحبةً الذراعَ المعدنية، فيرسم القلم رسمًا بيانيًّا يشير إلى قيمة درجة الحرارة، وهكذا مما يعطينا تصوّرًا عن التغير في درجة الحرارة اليومية.



الشكل(15): جهاز الثيرموغراف.

حل سؤال الشكل (14):

لكي لا يتأثر كلاهما بالجاذبية الأرضية التي تعيق حركة السائل فيهما، فيؤثر ذلك في دقة القياس.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **مهارة التفكير: الإبداع**

أبيّن للطلبة أن الإبداع هو أحد مهارات التفكير التي يُقدَّم عن طريقها كل ما هو جديد، والتعامل مع الأشياء المألوفة بطريقة غير مألوفة، وأبيّن لهم الإبداع في تصميم جهاز الثيرموغراف الذي يعتمد على ظاهرتي التمدد والتقلص، ثم أشجعهم على تصميم نماذج لجهاز الثيرموغراف بطريقة ابتكارية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مقياسا درجة الحرارة العظمى والصغرى

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (14) الذي يوضح مقياسَي درجة الحرارة: العظمى، والصغرى.
- أبيّن للطلبة أن كلا المقياسين يوضعان بشكل أفقي في كشك الرصد الجوي.
- أسأل الطلبة:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟

مقياسَي درجة الحرارة: العظمى، والصغرى.

– ما الاختلاف بين المقياسين الظاهرين في الصورة؟

يختلف المقياسان في شكل مستودعيهما، ونوع السائل في كل مستودع.

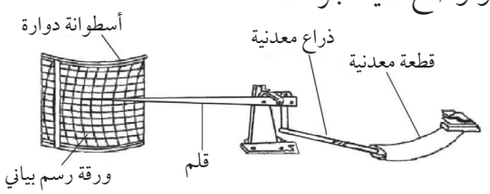
– ما فائدة الاختناق في الأنبوب الزجاجي في مقياس درجة الحرارة العظمى؟

يسمح بعبور الزئبق إلى الأنبوب الشعري عندما ترتفع درجة الحرارة، لكنه لا يسمح له بالعودة تلقائيًّا إلى المستودع.

◄ المناقشة:

جهاز الثيرموغراف

- أبيّن للطلبة أن جهاز الثيرموغراف هو أحد الأجهزة التي توجد داخل كشك الرصد الجوي.
- أرسم على اللوح رسمًا تخطيطيًّا لجهاز الثيرموغراف، وأوضح عليه أجزاءه.



- أشرح للطلبة مبدأ عمل جهاز الثيرموغراف الذي يعتمد على تمدّد القطعة المعدنية وتقلصها نتيجة تأثرها بدرجات حرارة الهواء، ما يؤثر في القلم فيرسم رسمًا بيانيًّا يشير إلى أعلى قيمة لدرجة الحرارة وأقل قيمة لها.
- أسأل الطلبة:

– بماذا يختلف جهاز الثيرموغراف عن مقاييس درجات الحرارة المذكورة سابقًا؟

يقيس جهاز الثيرموغراف درجات الحرارة على مدار اليوم من دون توقف، فعند النظر إليه يعطينا قراءات عديدة لدرجات الحرارة، بعكس مقاييس درجة الحرارة السابقة التي تعطي قراءة واحدة فقط عند النظر إليها.

التجربة 1

زمن التنفيذ: 20 min.

الهدف: تعرّف كيفية قياس الرطوبة النسبية للهواء.

المهارات العلمية: الملاحظة، والمقارنة، والاستنتاج، والتفسير.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند استخدام مقياسَي درجة الحرارة: الجاف، والرطب؛ خشية سقوطهما وكسر أحدهما أو كليهما.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى كتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم تنفيذ التجربة بدقة للحصول على النتائج المطلوبة.
- أؤكد لهم ضرورة تثبيت مقياسَي درجة الحرارة: الجاف، والرطب جيدًا على قطعة الكرتون؛ خشية سقوطهما إذا لم يتوافر نموذج مقياس درجة الحرارة: الجاف، والرطب.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.

النتائج المتوقّعة: تسجيل مقياس درجة الحرارة الجاف قراءة أكبر من قراءة مقياس درجة الحرارة الرطب، وقد تكون قراءتهما متساوية.

التحليل والاستنتاج:

1. سيعطي مقياس درجة الحرارة الجاف درجة حرارة أكبر، وفي حال كانت الغرفة مشبّعة ببخار الماء ستكون قراءة المقياسين متساوية.
2. يمكن حساب الفرق بين القراءتين باستخدام العلاقة الآتية: الفرق بين قراءة المقياسين= قراءة مقياس درجة الحرارة الجاف – قراءة مقياس درجة الحرارة الرطب
3. رطوبة الهواء المحيط بالمقياسين.
4. تؤخذ قيمة درجة الحرارة في المقياسين: الجاف، والرطب، ويُحسَب الفرق بين القراءتين، ثم تحدَّد قيمة درجة حرارة مقياس درجة الحرارة الجاف والفرق بين قراءة المقياسين الجاف والرطب على الجدول، وتؤخذ القيمة التي تتقاطع عندها كلا القراءتين والتي تمثل الرطوبة النسبية للهواء، فمثلًا: إذا كانت قراءة مقياس درجة الحرارة الجاف (18 °C)، والفرق بين قراءتي المقياسين الجاف والرطب (5 °C) فإن الرطوبة النسبية 57%، كما في الشكل المجاور.
5. تُحسَب الرطوبة النسبية للهواء اعتمادًا على العلاقة الآتية المستنتَجة من المقدمة في بداية التجربة:

الرطوبة النسبية = (المحتوى المائي الفعلي للعينة ÷ المحتوى المائي اللازم للإشباع) × 100% ومنه:

(11.07 ÷ 27.69) × 100% = 39.9%

بيانات الرطوبة النسبية اعتمادًا على درجة حرارة مقياس الحرارة الجاف، والفرق بين قراءتي المقياسين: الجافّ والرطب

درجة حرارة مقياس الحرارة الجافّ (°C)	الفرق بين قراءتي المقياسين: الجافّ والرطب (°C)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
10	88	77	66	55	44	34	24	15
12	89	78	68	58	48	39	29	21
14	90	79	70	60	51	42	34	26
16	90	81	71	63	54	46	38	30
18	91	82	73	65	57	49	41	34
20	91	83	74	66	59	51	44	37
22	92	83	76	68	61	54	47	40
24	92	84	77	69	62	56	49	43
26	92	85	78	71	64	58	51	46
28	93	85	78	72	65	59	53	48
30	93	86	79	73	67	61	55	50

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	تطبيق إرشادات السلامة أثناء تنفيذ التجربة.				
2	قياس درجات الحرارة باستخدام المقياسين بصورة صحيحة.				
3	استنتاج قيمة الرطوبة النسبية باستخدام الجدول.				
4	حساب الرطوبة النسبية باستخدام القانون.				

التجربة 1

قياس الرطوبة النسبية للهواء

تُعرَفُ الرطوبةُ النسبية للهواء بأنها النسبة المئوية بين كمية بخار الماء (المحتوى المائي) الفعلي لعينة من الهواء، وكمية بخار الماء اللازم لإشباع هذه العينة عند درجة حرارة معينة، وتُعَدُّ الرطوبةُ النسبية مؤشرًا على قُربِ أو بُعدِ الهواء عن الإشباع.

الموادّ والأدوات:

نموذج مقياس درجة الحرارة الجافّ والرطب، أو مقياس درجة حرارة جافّ ومقياس درجة حرارة رطب، قطعة كرتون، لاصق شفاف.

إرشادات السلامة:

توخي الحذَر عند استخدام مقياسَي درجة الحرارة الجاف والرطب؛ خشيةَ سقوطهما وكسر أحدهما أو كليهما.

خطوات العمل:

1. أستخدم نموذج مقياس درجة الحرارة الجافّ والرطب، أو أثبت مقياسَي درجة الحرارة الجاف والرطب باللاصق على قطعة الكرتون.
2. أترُك مقياسَي درجة الحرارة الجافّ والرطب في الغرفة الصفية، أو مختبر المدرسة 15 min.
3. أدوّن قراءة المقياسين: الجاف والرطب في جدول.

التحليل والاستنتاج:

1. **ألاحظ:** أيّ المقياسين الجاف أم الرطب سجّل قيمة أعلى لدرجة الحرارة؟
2. **أحسُب** الفرق بين قراءة المقياسين.
3. **أستنتج** العوامل التي يمكن أن تؤثر في قراءة مقياسَي درجة الحرارة الجاف والرطب.
4. أحدّد درجة حرارة المقياس الجاف، والفرق بين قراءتَي المقياسين الجاف والرطب في الجدول الآتي، وأُبيّنُ الرطوبة النسبية الناتجة من تقاطعهما.

بيانات الرطوبة النسبية اعتمادًا على درجة حرارة مقياس الحرارة الجاف، والفرق بين قراءتي المقياسين: الجافّ والرطب.

درجة حرارة مقياس الحرارة الجافّ (°C)	الفرق بين قراءتي المقياسين: الجافّ والرطب (°C)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
10	88	77	66	55	44	34	24	15
12	89	78	68	58	48	39	29	21
14	90	79	70	60	51	42	34	26
16	90	81	71	63	54	46	38	30
18	91	82	73	65	57	49	41	34
20	91	83	74	66	59	51	44	37
22	92	83	76	68	61	54	47	40
24	92	84	77	69	62	56	49	43
26	92	85	78	71	64	58	51	46
28	93	85	78	72	65	59	53	48
30	93	86	79	73	67	61	55	50

5. **أحسُب** الرطوبة النسبية لعينة من الهواء عند درجة حرارة 22 °C إذا كان المحتوى المائي لها 11.07 g/kg والمحتوى المائي اللازم للإشباع عند تلك الدرجة 27.69 g/kg.

أجهزة قياس اتجاه الرياح وسرعتها

Wind Direction and Speed Measuring Instruments

تُعرَفُ الرياحُ بأنها حركة الهواء الأفقية على سطح الأرض الناتجةُ من فرق الضغط على سطحها، وتوصف الرياح بسرعتها واتجاهها، وفي محطات الرصد الأرضية توجد مجموعة من الأجهزة والأدوات المتخصّصة في قياس سرعة الرياح واتجاهها كجهاز الأنيمومتر، وريشة الرياح ومخروط الرياح.

تقاسُ سرعةُ الرياح بجهاز **الأنيمومتر Anemometer**، الذي يتكوّن من ثلاثة أو أربعة أنصاف كُرات فلزية مجوَّفة، مثبتة على قضيب فلزي ينتهي بعداد. أنظر الشكل (16). تحرِّك الرياح أنصاف الكرات الفلزية، وتتناسب سرعة حركة أنصاف الكرات الفلزية تناسبًا طرديًّا مع سرعة الرياح، فكلما زادت سرعة الرياح زادت طاقة حركتها، وتُولِّدُ هذه الحركة تيارًا كهربائيًّا يجري قِياسُه في العداد يبين سرعة الرياح بوحدة العقدة Knot التي تساوي (1.853 km/h).

أما اتجاه الرياح، فيقاس **بريشة الرياح Wind Vane** أو ما يسمى سهم الرياح الدوار، أنظر الشكل (17). يتكوّن سهم الرياح الدوار من عمود فلزي مُثبَّتًا عليه ذراعٌ فلزية أفقيًّا أحد طرفيها سَهمٌ يشير إلى الاتجاه الذي هبّت منه الرياح، إذ يُنسَبُ اتّجاهُ الرياح إلى الجهة التي تهبّ منها، وفي الطرف الآخر صفيحة فلزية. ويُستخدَم **مخروطُ الرياح Wind Cone** أيضًا في تحديد اتجاه الرياح، وهو كيس من القماش مخروطيُّ الشكل مفتوحٌ من طرفيه. أنظر الشكل (18). حيث تدخل الرياح عبر الفتحة الواسعة وتخرج من الفتحة الضيقة، تشير الفتحة الواسعة فيه إلى الاتجاه الذي هبّت منه الرياح.

الشكل (16): جهاز الأنيمومتر.

الشكل (17): ريشة الرياح.
أبين اتجاه الرياح الذي تشير له ريشة الرياح.

الشكل (18): مخروط الرياح.

حل سؤال الشكل (17):

تشير ريشة الرياح إلى أن الرياح غربية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكلين (17) ، (18) اللذين يوضحان أدوات معرفة اتجاه الرياح.
- أسأل الطلبة:

– ما اسم الأداة التي تستخدم لمعرفة اتجاه الرياح؟ ريشة الرياح، ومخروط الرياح.

– مِمّ تتكون ريشة الرياح؟ من عمود فلزي مثبّت عليه ذراع فلزية أفقيًّا أحد طرفيها يشير إلى الاتجاه الذي تهبّ منه الرياح، وفي الطرف الآخر صفيحة فلزية.

– ما شكل مخروط الرياح؟ كيس من القماش مخروطي الشكل مفتوح من طرفيه.

– كيف يعمل مخروط الرياح؟ تدخل الرياح عبر الفتحة الواسعة وتخرج من الفتحة الضيقة، وتشير الفتحة الواسعة فيه إلى الاتجاه الذي هبّت منه الرياح.

◄ المناقشة:

الرياح

- أسأل الطلبة:

– ما المقصود بالرياح؟

حركة الهواء الأفقية على سطح الأرض الناتجة من فرق الضغط على سطحها.

– كيف توصف الرياح؟

بناء على سرعتها واتجاهها.

– ما الأدوات التي تستخدم لقياس سرعة الرياح وتحديد اتجاهها؟

جهاز الأنيمومتر، وريشة الرياح، ومخروط الرياح.

◄ استخدام الصور والأشكال:

جهاز الأنيمومتر:

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكل (16) الذي يوضح جهاز الأنيمومتر الذي يستخدم في قياس سرعة الرياح.
- أسأل الطلبة:

– مِمّ يتكون جهاز الأنيمومتر؟

أنصاف كرات فلزية مجوّفة، وقضيب فلزي، وعدّاد.

– كيف تقاس سرعة الرياح باستخدام جهاز الأنيمومتر؟

تحرك الرياح أنصاف الكرات الفلزية المجوّفة، فيتولّد عن حركتها تيار كهربائي يقاس في العداد يمثل سرعة الرياح، وكلما زادت سرعة الرياح زادت طاقتها الحركية.

◄ عمل نموذج: جهاز الأنيمومتر

- أطلب إلى الطلبة عمل نموذج يمثل جهاز الأنيمومتر.
- أخبرهم أنه يمكن استخدام أية مواد وأدوات يرونها مناسبة، ويمكنني التعاون معهم في توفير المواد والأدوات التي يحتاجونها.
- أناقشهم في أفكارهم والمواد التي سيختارونها قبل البدء بعمل النموذج، ومدى إمكانية تنفيذها.

نشاط سريع ريشة الرياح

- أرسم على اللوح مجموعة من المخططات تمثل ريشة الرياح باتجاهات مختلفة، ويمكنني الاستعانة بشبكة الإنترنت والأشكال في كتاب الطالب.
- أختار أحد الطلبة لتحديد اتجاه الرياح الذي تشير إليه.
- أختار طالبًا آخر/ طالبة أخرى لرسم ريشة الرياح اتجاه الرياح فيها: غربي، شمالي شرقي.

◄ المناقشة:

الضغط الجوي

- أذكّر الطلبة بمفهوم الضغط الجوي ووحدة قياسه بتوجيه الأسئلة الآتية:

– ما المقصود بالضغط الجوي؟

وزن عمود الهواء الممتد من سطح الأرض إلى نهاية الغلاف الجوي.

– ما وحدة قياس الضغط الجوي؟

وحدة المليبار، أو وحدة الهكتوباسكال.

– ما العوامل التي تؤثر في الضغط الجوي؟

يتأثر الضغط الجوي بدرجة الحرارة والرطوبة، فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفض الضغط الجوي، وكلما ارتفعت نسبة الرطوبة ارتفعت قيمة الضغط الجوي.

- أستخدم **استراتيجية التعلّم التعاوني، واستراتيجية الرؤوس المرقمة**؛ فأوزّع الطلبة إلى مجموعات خماسية، ثم أعطي كل فرد في المجموعة رقمًا من 1 إلى 5.
- أوزع **ورقة العمل (3)** الموجودة في الملحق على الطلبة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة مناقشة ما ورد في ورقة العمل في 10 min.
- أعيد تشكيل المجموعات، بحيث يجلس الطلبة الذين يحملون الرقم نفسه في مجموعة واحدة.
- أطلب إلى الطلبة مناقشة ورقة العمل في 5 min وتبادل الإجابات.
- أطلب إلى كل فرد العودة إلى مجموعته الأصلية ومناقشة المعلومات الجديدة التي اكتسبها من المجموعات الأخرى.
- أتناقش مع الطلبة في إجابات الأسئلة في ورقة العمل، وأوضح لهم مبدأ عمل كلا الجهازين.

◄ تعزيز:

- أنظم زيارة إلى إحدى محطات الأرصاد الجوية القريبة من سكني.
- أوجّه الطلبة في نهاية الزيارة لكتابة تقرير مدعّم بالصور يصفون فيه ما تعلموه.

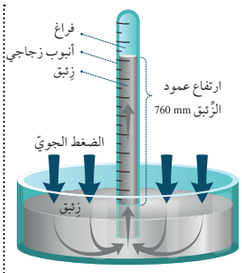
أجهزة قياس الضغط الجوي Air Pressure Measuring Instruments

تعرّفت سابقًا أن الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء الممتد من سطح الأرض إلى نهاية الغلاف الجوي، ويتأثر الضغط الجوي بدرجة الحرارة والرطوبة، وقد اهتم عِلم الأرصاد الجوية بمعرفة الضغط الجوي لمعرفة مواقع أنظمة الضغط الجوي (المرتفع الجوي، المنخفض الجوي) التي تؤثر في حالة الطقس.

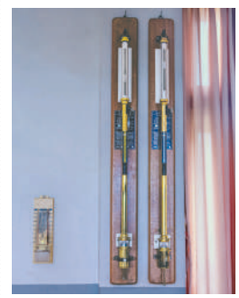
يقاسُ الضغطُ الجوي بوحدة المليبار أو الهكتوباسكال وتستخدم في قياسه مجموعةٌ من الأجهزة يُطلَقُ عليها أجهزةُ البارومتر، مثل البارومتر الزئبقي، والبارومتر الفلزي.

يعمل **البارومتر الزئبقي Mercury Barometer** بمبدأ عمل بارومتر تورشيلي. أنظر الشكل (19/ أ). وهو أنبوب زجاجيّ مغلَقٌ من أحد طرفيه، مُفرَغٌ من الهواء طوله متر تقريبًا، يقلَب في مستودعٍ فيه زئبقٌ. يرفع ضغط الهواء الزئبق داخل الأنبوب الزجاجي، ويكون ارتفاع الزئبق هو قيمةَ الضغط الجوي الأوليّة؛ حيث تجري تعديلات عدة على قراءة البارومتر الزئبقي. أنظر الشكل (19/ ب).

يتكوّن **البارومتر الفلزي Metal Barometer** من أسطوانة فلزية مفرغة من الهواء مرنة الجدران، تتأثر جدرانها بتغيرات الضغط الجوي؛ فعند زيادة الضغط الجوي تنكمش، وكلما قل الضغط الجوي قل انكماشها، ويرتبط هذا التأثر ميكانيكيًّا بمؤشر يدل على قيمة الضغط الجوي والتغيرات فيه. أنظر الشكل(20).



الشكل (19/ أ): بارومتر تورشيلي لقياس الضغط الجوي.
أستنتج مبدأ عمل بارومتر تورشيلي في قياس الضغط الجوي.



الشكل (19/ ب): البارومتر الزئبقي.

أبحثُ:
مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أتحرّى سبب استخدام الزئبق في أجهزة قياس الضغط الجوي، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الشكل (20): بارومتر فلزي، يقيس الضغط الجوي بوحدة الهكتوباسكال (hPa).

أبحث:
أذكّر الطلبة أن الزئبق يُستخدَم في صنع أجهزة البارومتر الخاصة بقياس الضغط، وأوجّههم للبحث في شبكة الإنترنت عن سبب ذلك.

يُستخدَم الزئبق في صنع أجهزة البارومتر الزئبقي؛ لأنه يتميز بـ:
- كثافة ودرجة حرارة عاليتين، فيصعب تبخره أثناء العمل.
- لونه الفضي الذي يساعد على رؤيته بسهولة خلال أنبوب الزجاج.
- قوة التماسك العالية بين جزيئاته، وقوة التلاصق الضعيفة مع الزجاج، فتكون دقة القياس كبيرة، واحتمالية الخطأ فيه غير واردة.

حل سؤال الشكل (19/أ):

يعتمد مبدأ عمل جهاز تورشللي (المكون من أنبوب زجاجي مغلق من أحد طرفيه، مفرغ من الهواء طوله متر تقريبًا، مقلوب في مستودع فيه زئبق) على رفع الزئبق داخل الأنبوب الزجاجي بفعل ضغط الهواء، ما يسهم في قياس الضغط الجوي.

بالونات الطقس Weather Balloons

ترتفع **بالونات الطقس Weather Balloons** 30 km تقريبًا عن سطح الأرض، حاملةً معها مجموعةً من المعدّات الإلكترونية لقياس عناصر الطقس المختلفة كدرجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي، ويرتبط بها جهازُ إرسال لاسلكي يبثّ المعلومات المتعلقة بعناصر الطقس إلى محطات الأرصاد الجوية، وعَبْر تتبّع سرعة البالونات واتجاهِها، يستطيع علماء الأرصاد الجوية معرفة سرعة الرياح واتجاهها. أنظر الشكل(21).

الشكل (21): أحد بالونات الطقس في الطبقات العليا من الغلاف الجوي.
أتنبّأ: ما المواد التي تُصنَعُ منها بالوناتُ الطقس؟

رادار الطقس Weather Radar

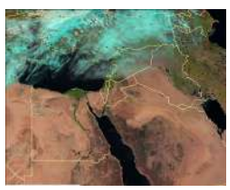
سُمِّيَ رادارُ الطقس Weather Radar هذا الاسم؛ لأنه يعتمد في عمله على موجات الراديو، حيث يُرسِل الرادار حزمةً من موجات الراديو طويلة الموجة نحو الغيمة، ثم يستقبل الموجات المنعكسة عن قطرات المطر الموجودة فيها، ثم تظهر المعلومات المتعلقة بالغيمة على شاشة الرادار تتضمن موقع هطول الأمطار وغزارته ونوعه، ومعلومات عن كيفية انتقال الهطول والغيوم الممطِرة من مكان إلى آخر. وكلما زاد حجم قطرات المطر وكثافتها، زادت كمية الموجات التي تعود إلى الرادار. أنظر الشكل (22).

الشكل (22): رادار الطقس.

صُوَر الأقمار الصناعية Satellites Images

تُعَدُّ صُوَرُ الأقمار الصناعية من الوسائل الحديثة في التنبؤ الجوي، فالمعلومات المجمَّعةُ من صوَر الأقمار الصناعية تسدّ النقص في المعلومات الأرضية بالنسبة إلى المناطق التي لا يمكن الوصول إليها، مثل المناطق النائية، والمحيطات.

تبيّن صوَر الأقمار الصناعية عناصر الطقس المختلفة مثل درجة الحرارة، والرطوبة، وسرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة، وتتابع تطور تشكُّل الغيوم وشكلها، كما تستخدَم في تحديد الكتل الهوائية والجبهات الهوائية. أنظر الشكل(23).



الشكل (23): غيوم مرصودة بالأقمار الصناعية.

✓ **أتحقّق:** أذكر أدوات قياس عناصر الطقس المختلفة في كُشك الرصد الجوي.

حل سؤال الشكل (21):

تُصنَع بالونات الطقس من مواد جلدية مرنة قوية تساعدها على التمدد أثناء ارتفاعها في الغلاف الجوي.

تعزيز: قياس عناصر الطقس

- أستخدم **استراتيجية المخططات المفاهيمية** لرسم مخطط مفاهيمي خاص بقياس عناصر الطقس.
- أوزع **ورقة العمل (5)** الموجودة في الملحق على الطلبة.
- أطلب إلى الطلبة رسم مخطط مفاهيمي يشمل المفاهيم السابقة، وأدعهم يختارون شكل المخطط بأنفسهم.
- أطلب إلى الطلبة مشاركة المخطط الذي توصلوا إليه مع زملائهم/ زميلاتهن، ومناقشتهم/ هن فيه.

✓ **أتحقّق:** مقياسا درجة الحرارة الجاف والرطب، مقياس درجة الحرارة الصغرى، مقياس درجة الحرارة العظمى، جهاز الثيرموغراف.

المناقشة:

بالونات الطقس

- أسأل الطلبة:

– ما الارتفاع الذي توضع عليها بالونات الطقس؟

30 km

– ما البيانات التي تقدمها بالونات الطقس عن حالة الطقس؟

بيانات عن درجة حرارة الهواء، والرطوبة النسبية، والضغط الجوي، وسرعة الرياح واتجاهها.

– كيف تقيس بالونات الطقس عناصر الطقس؟

باستخدام معدّات إلكترونية خاصة تسمى (مسبارًا لاسلكيًّا) يبثّ البيانات الخاصة بعناصر الطقس إلى محطات الأرصاد الجوية، وعبر تتبّع سرعة البالونات واتجاهها يستطيع علماء الأرصاد الجوية معرفة سرعة الرياح واتجاهها.

بناء المفهوم:

رادار الطقس

- أستخدم **استراتيجية فكر – انتق زميلًا – شارك**.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطي كل مجموعة **ورقة العمل (4)** الموجودة في الملحق.
- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الإجابة عن السؤالين بمفردهم، ثم أطلب إليهم اختيار زميل/ زميلة ومشاركة الإجابات.
- أوجّه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجابتهم في ما بينهم.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأخرى، ثم مناقشتهم فيها.

المناقشة:

صور الأقمار الصناعية

- أسأل الطلبة:

– ما أهمية صور الأقمار الصناعية في التنبؤ الجوي؟

تسد النقص في المعلومات الأرضية عن أحوال الطقس في المناطق التي لا يمكن الوصول إليها، مثل: المناطق النائية، والمحيطات.

– ما البيانات التي يمكن أن نحصل عليها من صور الأقمار الصناعية؟

قيم درجات الحرارة، والرطوبة، وسرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة، وشكل الغيوم، وتحديد مناطق تشكُّل الكتل الهوائية والجبهات الهوائية.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها.

- أوزع الطلبة إلى مجموعات، وأوضّح لهم المطلوب من النشاط، وأوجّههم للبحث عبر شبكة الإنترنت ومصادر المعرفة المتاحة عن صور تتعلق بالأدوات التي تستعمل في قياس عناصر الطقس المختلفة، لتصميم فيلم قصير يوضحها مع استخدام خاصية الرد الصوتي لإضافة الشروحات المناسبة على الصور، ثم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من معرفة الطلبة حول كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker)، ويمكنني الاستعانة بمعلم/ معلمة الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

بناء المفهوم:

نموذج المحطة

- أسأل الطلبة:

– هل توجد محطات رصد في الأردن؟ نعم.

– ما الجهة الرسمية المسؤولة عن جمع بيانات الطقس في الأردن؟ دائرة الأرصاد الجوية الأردنية.

- أبيّن للطلبة أن محطات الأرصاد الجوية تتوزع في جميع أنحاء العالم، وأن الدولة الواحدة تتوزع فيها مجموعة من محطات الأرصاد الجوية في مناطق محددة منها.
- أبيّن للطلبة أن البيانات التي تحصل عليها كل محطة من محطات الرصد الجوي في الدولة تجمعها جهة رسمية واحدة؛ للتوصل إلى حالة الطقس في مناطق الدولة كافة، وتتبادل هذه البيانات مع الدول المجاورة؛ لتعرُّف حالة الطقس المتوقعة القادمة بصورة موسّعة.
- أسأل الطلبة:

– هل تتوقعون أن كل محطة ترصد حالة الطقس رصدًا عشوائيًّا أم ضمن أسس محددة؟

ضمن أسس محددة متفق عليها محليًّا (في الدولة) وعالميًّا.

– كيف يمكن تسهيل عملية جمع المعلومات من المحطة الواحدة؟

بعملية تنظيمها، وترتيبها بطريقة معينة متفق عليها.

- أبيّن للطلبة أن البيانات التي تُجمع في محطات الرصد الجوي تكون على شكل رموز تسمى نموذج المحطة، وتوضع على خريطة طقس واحدة وتعرض في النشرة الجوية.

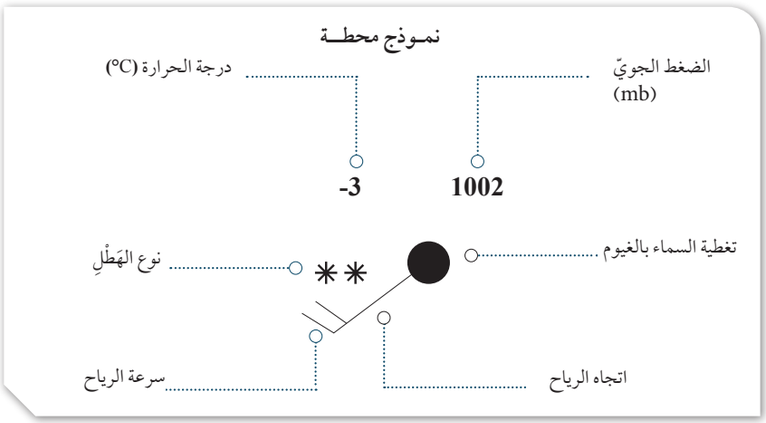
أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضّحُ الأدوات التي تقاسُ بها عناصر الطقس المختلفة، مُستخدِمًا خاصية الردّ الصوتيّ فيه لإضافة الشروحات المناسبة لصورِ هذه الأدوات، ثم أشاركه زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

نموذج المحطة Station Model

تتوزّع محطات الرصد الجوي في جميع أنحاء العالم، وتتوزّع في الدولة الواحدة على مناطقَ مختلفةٍ منها، وقد وُضعت رموز متّفَق عليها لجميع المحطات؛ لتبادل المعلومات التي تُجمع بوسائل التنبؤ الجوي المختلفة، وتتبنّى جهة رسمية في الدولة جمعَ هذه المعلومات من محطاتها ومن محطات المناطق المجاورة لها. تُسمّى مجموعة الرموز التي تمثّل حالة الطقس المتوقَّعة التي جُمعت في محطة رصد معينة **نموذجَ المحطة Station Model**.

توضَعُ نماذجُ المحطات المختلفة على خريطة طقس واحدة تُعرَض في النشرة الجوية.

إن بيانات الطقس التي تُعرضُ في نموذج المحطة، تشمل عناصر الطقس الرئيسة، مثل: الغيوم، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، ونوع الهطْل، وسرعة الرياح واتجاهها، وتترتب بطريقة متّفَق عليها عالميًّا. أنظر الشكل (24) الذي يبيّن نموذج محطة مبسَّطًا لمحطة ما، وفي ما يأتي شرح مفصّل لبعض هذه الرموز.



الشكل (24): نموذج محطة مُبَسَّطٌ لمحطةٍ ما، يبيّن كيفية ترتيب عناصر الطقس المتفق عليها عالميًّا.

- أسأل الطلبة:

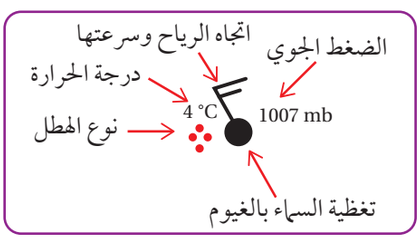
– ما البيانات التي يمكن الحصول عليها من نموذج المحطة؟

الغيوم، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، ونوع الهطل، وسرعة الرياح واتجاهها.

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكل (24) الذي يمثل نموذج المحطة، وأناقشهم في المقصود بكل رمز منها، وألفت انتباه الطلبة إلى أنهم سيتعرفون رموزًا عدة في هذا الدرس.

نشاط سريع عناصر الطقس في نموذج المحطة

- أرسم على اللوح نموذج المحطة الآتي، وأطلب إلى الطلبة تحديد ما يشير إليه كل رمز منها بشكل عام دون أي نوع من التفصيل.



◄ قراءة الجداول:

تغطية السماء بالغيوم

- أذكّر الطلبة أن الدائرة في نموذج المحطة تمثل تغطية السماء بالغيوم.
- أوجّه الطلبة لدراسة الجدول (1) الذي يبين بعض الرموز المستخدمة في وصف تغطية السماء بالغيوم.
- أسأل الطلبة:

– كيف يعبَّر عن تغطية السماء بالغيوم؟

تظلَّل الدائرة التي تمثل تغطية السماء بالغيوم اعتمادًا على النسبة المئوية لها في السماء، ويمكن الإشارة إلى كمية الغيوم في السماء بالأرقام (9–1).

– أرسم الرموز الآتية على اللوح، ثم أسأل الطلبة عن مدلولاتها:

: 0% أو 0 (عدم وجود غيوم)

: 100% أو 8 (تغطية كاملة بالغيوم)

: – أو 9 (سماء محجوبة)

: (70–80)% أو 6

- أوجّه الطلبة للاطلاع على الجدول (2) الذي يبيّن بعض الرموز التي تُستخدَم في وصف نوع الهطل في نموذج المحطة.

نوع الهَطْلِ	ضباب	ضباب وسماء غير محجوبة	ضباب وسماء محجوبة	رذاذ خفيف (غير متجمّد) متقطع	رذاذ خفيف (غير متجمّد) مستمر	مطر خفيف متقطع	مطر غزير مستمر	تساقط ثلجي	مطر أو رذاذ وثلوج خفيفة
الرمز									

الجدول (2): بعض الرموز المستخدَمة في وصف نوع الهطل في نموذج المحطة.

الرمز	النسبة المئوية لتغطية السماء بالغيوم (%)	تغطية السماء بالغيوم (9–0)
	0	0
	10	1
	20-30	2
	40	3
	50	4
	60	5
	70-80	6
	90	7
	100	8
	-	9

الجدول (1): بعض الرموز المستخدمة في وصف تغطية السماء بالغيوم.

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحثُ عن رموز أخرى مستخدمة في نموذج المحطة تصف نوع الهطل، وأعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

تمثّل الدائرة الصغيرة في المنتصف موقعَ محطة الطقس التي جُمعت البيانات فيها، وتظلَّل اعتمادًا على النسبة المئوية لتغطية السماء بالغيوم التي رُصدت في المحطة، كما يمكن أن يشار إلى تغطية السماء بالغيوم بالأرقام من(0) إلى (9)، فيشير الرّقْمُ (0) إلى عدم وجود الغيوم في السماء، ويشير الرّقْمُ (8) إلى التغطية الكاملة بالغيوم، ويشير الرّقْمُ (9) إلى سماء محجوبة بالضباب أو الدخان أو غير ذلك. أنظر الجدول (1). وتوزَّع البيانات التي جُمعت عن حالة الطقس حولها، حيث تُكتَبُ قيمتا درجة الحرارة بوحدة الفهرنهايت أو السلسيوس، والضغط الجوي بوحدة المليبار، أمّا نوع الهطل، فيُرمَزُ إليه برموز عديدة تصف الضباب، والمطر، والثلج. أنظر الجدول (2) الذي يبيّن بعضًا منها.

نشاط سريع نوع الهطل

- أوزع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أطلب إلى الطلبة تأمّل الرموز التي تمثل نوع الهطل مدة دقيقة.
- أختار أحد الطلبة عشوائيًّا من كل مجموعة، وأطلب إلى كل منهم رسم ما يتذكرون من رموز تمثل وصفًا للهطل.
- أعزز المجموعة التي حصدت أكبر عدد من الرموز بشكل صحيح، وأطلب إليهم عرضها على زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

أبحث:

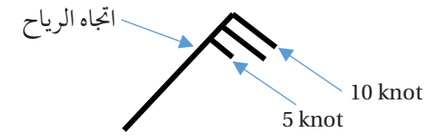
أذكّر الطلبة بالرموز التي تُستخدَم في نموذج المحطة لوصف نوع الهطل، وأوجّههم للبحث في شبكة الإنترنت عن رموز أخرى تستخدم لوصف نوع الهطل.

نوع الهطل	الرمز في نموذج المحطة
عاصفة رعدية	
عاصفة رعدية شديدة	
عاصفة ترابية	
دخان	
مطر متجمد	
عاصفة رعدية مصحوبة بالبرد	
إعصار	
عاصفة رعدية مع ثلج	

◄ المناقشة:

سرعة الرياح واتجاهها

- أذكّر الطلبة بنموذج المحطة الذي عُرض سابقًا، وتحديدًا الرمز الذي يشير إلى سرعة الرياح واتجاهها.
- أرسم على اللوح رمزًا يشير إلى سرعة الرياح واتجاهها كما في الشكل الآتي:



- أبيّن للطلبة أن الخط الطويل المائل يشير إلى اتجاه الرياح، وأن الخطوط القصيرة عليه تشير إلى سرعة الرياح.
- ألفت انتباه الطلبة إلى أن الخطوط القصيرة تتفاوت في أطوالها، فالخط القصير منها يمثل 5 knot، والخط الأطول يمثل 10 knot.
- أسأل الطلبة:

– أستنتج سرعة الرياح واتجاهها في الرمز السابق.

سرعة الرياح: 25 knot.

اتجاه الرياح: شمالية شرقية.

- أبيّن للطلبة أن سرعة الرياح التي تقدّر بـ 50 knot يُرمز إليها بمثلث مظلل ▲.
- أوجّه الطلبة لدراسة الجدول (3) الذي يوضح بعض رموز وصف سرعة الرياح واتجاهها في نموذج المحطة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

تحليل نموذج المحطة:

- أطلب إلى الطلبة الرجوع إلى الشكل (24) الذي يمثل نموذج المحطة في صفحة (30) في كتاب الطالب، بعدما تعرفوا وصف الرموز التي يتضمنها.
- أسأل الطلبة:

– ما سرعة الرياح واتجاهها؟ 20 knot جنوبية غربية.

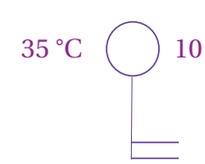
– بم يوصف نوع الهطل؟ تساقط ثلجي.

– ما قيمة كل من: الضغط الجوي، ودرجة الحرارة؟

الحرارة 3– °C، الضغط الجوي: 1002 mb

– ما نسبة تغطية السماء بالغيوم المئوية؟ 100%.

✓ **أتحقّق:**



أمّا سرعةُ الرياح واتجاهها، فيُعبَّرُ عنها برمز يُرسَم فيه خطٌّ طويل يمثّل اتجاه الرياح مرسومٌ عليه خطوط متفاوتة في أطوالها (قصير، طويل) أو مثلثات مظللة تشير إلى سرعة الرياح بالعقدة، إذ يشير الخط القصير إلى أن سرعة الرياح تساوي 5 knot، والخط الأطول يشير إلى أن سرعة الرياح تساوي 10 knot، والمثلث المظلّل يشير إلى أنّ سرعة الرياح تساوي 50 knot. أنظر الجدول (3).

الجدول (3): بعض الرموز المستخدَمة لوصف سرعة الرياح واتجاهها في نموذج المحطة.

الرمز	سرعة الرياح بالعُقدة
	5
	10
	15
	20
	25
	30
	35
	40
	45
	50
	55
	60

✓ **أتحقّق:** أرسم نموذج محطة يمثّل الظروف الجوية الآتية: درجة حرارة الهواء 35°C، والسماء خالية من الغيوم، والرياح جنوبية وسرعتها 20 knot، والضغط الجوي 1015 mb.

نشاط سريع الكرسي الساخن

- أطلب إلى أحد الطلبة الجلوس على كرسي أمام الطلبة.
- أطلب إلى الطلبة رسم رموز تصف سرعة الرياح واتجاهها على بطاقة رسمًا واضحًا.
- أختار أحد الطلبة، وأطلب إليه رفع بطاقته أمام زميله الجالس/ زميلتها الجالسة على الكرسي الساخن، لوصف سرعة الرياح واتجاهها فيها.
- أختار طالبًا آخر/ طالبة أخرى لرفع البطاقة، وهكذا. يمكن استبدال الجالس/ الجالسة على الكرسي الساخن، بزميل آخر/ زميلة أخرى.

◄ تعزيز: نموذج المحطة

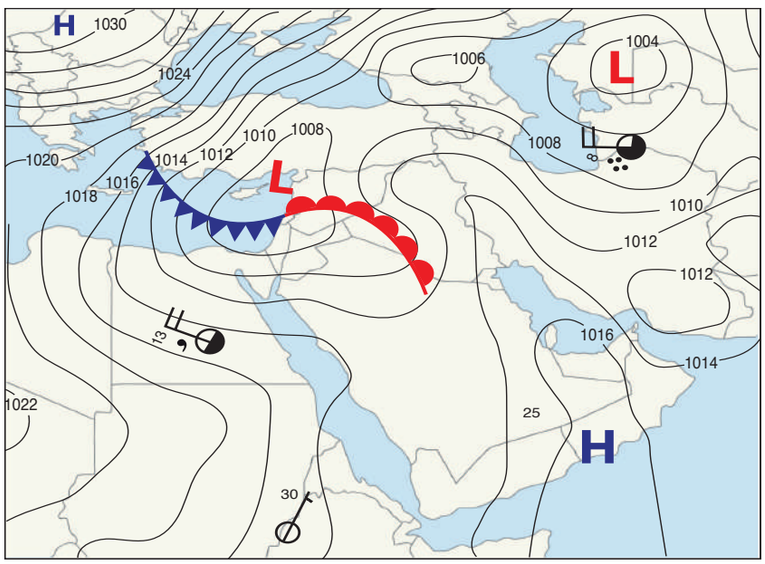
- أوزع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوزع عليهم **ورقة العمل (6)** الموجودة في الملحق.
- أطلب إلى الطلبة تحليل نماذج المحطات في ورقة العمل، ووصف حالة الطقس التي يمثلها كل نموذج.
- أتابع الطلبة في أثناء الحل، ثم أطلب إليهم عرض ما توصلوا إليه أمام زملائهم/ زميلاتهن، وأصوّب الأخطاء إن وجدت.

خرائط الطقس Weather Maps

يستخدِمُ علماء الأرصاد الجوية خرائط الطقس السطحيّةَ في عرض البيانات التي جُمعت بالتنبؤ الجوي من محطات الرصد المتمثّلة في نموذج المحطة، إذ توضَعُ نماذج المحطات المختلفة على الخريطة الجغرافية للدولة مرسومًا عليها خُطوطُ تَساوي الضغط الجوي المصحَّح بالنسبة إلى سطح البحر، التي تمثّل قيمَ الضغط الجوي المقيسة، وتُرسَمُ الجبهات الهوائية المتوقّع تشكُّلُها فوق المناطق.

وتُعرَفُ خريطةُ الطقس السطحية Surface Weather Map بأنها خريطة جغرافية لمنطقة ما، توضح عناصر الطقس التي تم التنبؤ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدّة محدّدة؛ لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية، فهي تبيّن درجة الحرارة، والغيوم، ونوعَ الهطل، والرياح، والضغط الجوي المصحَّح بالنسبة لمستوى سطح البحر، والجبهات الهوائية. أنظر الشكل (25).

✓ **أتحقّق:** أوضح المقصود بخريطة الطقس.



الشكل (25): خريطة طقس سطحية، توضح كيفية تمثيل عناصر الطقس التي يتم التنبؤ بها على خريطة جغرافية.

◄ تعزيز: وصف حالة الطقس

- أرسم نماذج المحطة الموجودة في خريطة الطقس السطحية في الشكل (25) على اللوح، ثم أطلب إلى الطلبة وصف حالة الطقس في كل منها.

: تغطية السماء بالغيوم: %(80–70)/ الرياح غربية وسرعتها 20/ knot نوع الهطل: مطر غزير مستمر/ درجة الحرارة 8 °C/ الضغط الجوي 1006 mb تقريبًا.

: تغطية السماء بالغيوم: %(50)/ الرياح شمالية غربية وسرعتها 20/ knot نوع الهطل: رذاذ خفيف متقطع/ درجة الحرارة 13 °C/ الضغط الجوي 1015 mb تقريبًا.

: تغطية السماء بالغيوم: %10/ الرياح شمالية شرقية وسرعتها 5/ knot نوع الهطل: لا يوجد هطل/ درجة الحرارة 30 °C/ الضغط الجوي 1015 mb تقريبًا.

◄ المناقشة:

خرائط الطقس

- أسأل الطلبة:

– كيف تُعرض البيانات التي تجمعها محطات الرصد الجوي (نماذج المحطات) عن حالة الطقس؟

يستخدم علماء الأرصاد الجوية خرائط الطقس السطحيّة في عرض البيانات التي جمعت بالتنبؤ الجوي من محطات الرصد الممثلة في نموذج المحطة.

– ما المقصود بخريطة الطقس السطحية؟

خريطة جغرافية لمنطقة ما، توضح عناصر الطقس التي تم التنبؤ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدّة محدّدة؛ لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية، فهي تبيّن درجة الحرارة، والغيوم، ونوع الهطل، والرياح، والضغط الجوي المصحّح بالنسبة لمستوى سطح البحر، والجبهات الهوائية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

خريطة الطقس السطحية

- أوجّه الطلبة لدراسة الشكل (25) الذي يوضح خريطة طقس سطحية.
- أسأل الطلبة:

– أحدّد بعض المناطق الجغرافية على خريطة الطقس السطحية. ستتنوع إجابات الطلبة، وتتعدد مثل: الأردن، وفلسطين، وسوريا، والسعودية، ولبنان، والبحر الأحمر، ومصر، والوطن العربي.

– ما عدد المنخفضات والمرتفعات الجوية؟

منخفضان جوّيّان، ومرتفعان جوّيّان.

– ما قيمة الضغط الجوي في مركز المنخفض الجوي الذي يتمركز في منطقة بلاد الشام؟ وما نوعه؟ أقل من 1008 mb، نوعه: منخفض جوي جبهي.

– ما نوع الجبهة الهوائية؟ جبهة هوائية مقفلة.

✓ **أتحقّق:** خريطة الطقس: خريطة جغرافية لمنطقة ما، توضح عناصر الطقس التي تم التنبؤ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدّة محدّدة؛ لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية، فهي تبيّن درجة الحرارة، والغيوم، ونوع الهطل، والرياح، والضغط الجوي المصحّح بالنسبة لمستوى سطح البحر، والجبهات الهوائية.

نشاط

رسم خريطة طقس سطحية

زمن التنفيذ: 25 min.

الهدف: رسم خريطة طقس سطحية من أرقام افتراضية للضغط الجوي المصحح بالنسبة إلى مستوى سطح البحر.

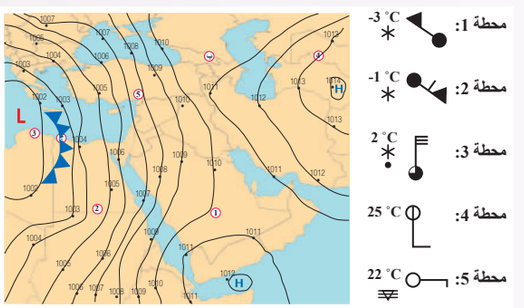
المهارات العلمية: الملاحظة، والمقارنة، والاستنتاج، والتفسير، والتنبؤ.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى رسم خريطة الطقس السطحية وكتابة نتائجهم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم تنفيذ النشاط بدقة للحصول على النتائج المطلوبة.
- أذكّر الطلبة بشروط رسم خطوط تساوي الضغط الجوي.
- ألفت انتباه الطلبة إلى قيم الضغط الجوي لكل محطة من (5–1)، بحيث يمكن استعمالها كنقطة مرجعية أثناء رسم خطوط تساوي الضغط الجوي.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.

النتائج المتوقّعة:

- رسم خريطة طقس سطحية مثبّت عليها مجموعة من نماذج المحطة تصف حالة الطقس لمحطات مختلفة كما في الشكل الآتي:



التحليل والاستنتاج:

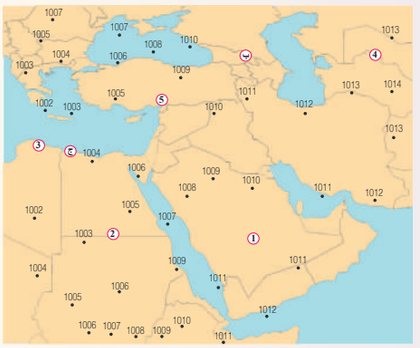
1. تحديد أنظمة الضغط الجوي على خريط الطقس السطحية.
2. رسم جبهة هوائية باردة عند الرمز (ج) على خريطة الطقس السطحية.
3. السرعة = المسافة / الزمن ← $25 = \frac{125}{5}$ ← 25 h =

ولتعرُّف كيفية رسم خريطة طقس سطحية أنفّذ النشاط الآتي:

نشاط

رسم خريطة طقس سطحية

تمثّلُ الأرقـامُ الافتراضية على الشكل مواقعَ محطـات رصد (1–5)، وقيَـمًا للضغط الجـوي المصـحَّح بالنـسبة إلى مستوى سطح البحر بوحدة المليبار.



خطوات العمل:

1- أصِلُ بخطوطٍ منحنيةٍ بين الأرقام المتشابهـة في قيـمِ الضغط الجويّ (Isobars)، وأُراعي شروطَ رسمها.

2- أستخدِم البيانات الافتراضيةَ في الجدول الآتي في رسم نموذج المحطة لكلٍّ من المحطات: (1، 2، 3، 4، 5).

المحطة	المحطة 1	المحطة 2	المحطة 3	المحطة 4	المحطة 5
الضغط الجوي (mb)	1010	1005	1002	1013	1008
اتجاه الرياح/ وسرعتها	شمالية غربية/ 50 knot	جنوبية شرقية/ 60 knot	شمالية/ 30 knot	جنوبية/ 10 knot	شرقية/ 5 knot
نوع الهطل	ثلج	ثلج	مطر وثلوج خفيفة	–	ضباب وسماء محجوبة
درجة الحرارة (°C)	-3	-1	2	25	22
نسبة الغيوم في السماء (%)	100	100	70	10	-

التحليل والاستنتاج:

1- أحدّد أنظمة الضغط الجوي على خريطة الطقس السطحية، بالرموز المخصَّصة لها.

2- أرسُم على خريطة الطقس السطحية جبهة هوائية باردة عند الرمز (ج).

3- **أتنبّأ:** إذا تحركت الجبهة الهوائية السابقة في الفرع (2) بسرعة 5 km/h باتجاه شمال شرق، بعدَ كم ساعة يستغرق وصولها إلى النقطة (ب)، علمًا أنها تبعُد عنها 125 km؟

4- **أتنبّأ:** ما حالة الطقس المتوقّعَة عند النقطة (ب) بعد تأثرها بالجبهة الهوائية الباردة؟

4. تتساقط الأمطار والثلوج، وتعتمد شدتها على كمية بخار الماء في الكتلة الهوائية في المنطقة (ب)، وسوف تتشكّل غيوم المزن الركامية التي تتطور لتصبح عواصف رعديةً.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	وصل الأرقام المتشابهة في قيم الضغط الجويّ بخطوطٍ منحنيةٍ ومراعاة شروط رسمها.				
2	تحديد أنظمة الضغط الجوي على خريطة الطقس السطحية.				
3	تقدير زمن وصول جبهة هوائية لمنطقة ما بمعرفة سرعتها وبُعدها.				
4	رسم نموذج المحطة بدقة.				

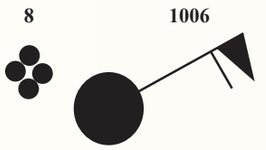
القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** التفكير: التنبؤ**

ألفت نظر الطلبة إلى أن التنبؤ من أهم مهارات التفكير، وأنه يُستخدَم لتوظيف الخبرات والمعارف والمعلومات السابقة؛ لتوقّع نتيجة معينة أو حل لمشكلة ما أو قضية معينة.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أدرُس الشكل الآتيَ الذي يبيّن نموذج محطة لإحدى المحطات، مُوضِّحًا البيانات التي جُمعت عن حالة الطقس المتوقعة.



2. أبيّن خطوات قياس جهاز الأنيمومتر سرعة الرياح.
3. **أقارن** مقياس درجة الحرارة الجاف بمقياس درجة الحرارة العظمى من حيث درجة الحرارة التي يقيسها كل منهما.
4. أصِف كُشك الرصد الجوي.
5. **أصنف** التنبؤات الجوية بحسب المدة الزمنية المستقبلية التي تهتم بها.
6. أوضِّح ممّ يتكون كشك الرصد الجوي.
7. أوضح مبدأ عمل البارومتر الفلزي.

مراجعة الدرس

1 الضغط الجوي: 1006 mb
اتجاه الرياح: شمالية شرقية، سرعتها 60 knot
نسبة الغيوم: 100%
درجة الحرارة: 8 °C
الهطل: مطر غزير مستمر

2 تحرك الرياح أنصاف الكرات الفلزية المجوفة، وتعتمد سرعتها على شدة الرياح وقوتها، وتولّد هذه الحركة تيارًا كهربائيًّا يُقاس في العداد، أما اتجاه الرياح فتشير إليه ريشة الرياح (السهم) التي يدل اتجاهها على الجهة التي تهبّ منها الرياح.

3 مقياس درجة الحرارة الجاف: هو مقياس حرارة زئبقي تقاس به درجات الحرارة المختلفة خلال اليوم، أما مقياس درجة الحرارة العظمى فهو مقياس حرارة زئبقي تقاس به أعلى درجة حرارة خلال اليوم.

4 صندوق خشبي لونه أبيض، يحوي فتحات جانبية مائلة، ويوضع على ارتفاع يتراوح ما بين (1.25 m – 2 m) تقريبًا عن سطح الأرض، بعيدًا عن الأبنية والمنشآت العمرانية، في اتجاه الرياح، ويوضع في حديقة الرصد الجوي بحيث يكون بابه في اتجاه الشمال.

5 تنبؤات قصيرة المدى تهتم بتوقع حالة الجو المستقبلية خلال مدة زمنية تتراوح ما بين ساعة إلى ثلاثة أيام، وتنبؤات متوسطة المدى تهتم بتوقع الأحوال الجوية المستقبلية لمدة زمنية تصل إلى أسبوع، وتنبؤات طويلة المدى تهتم بتوقع الأحوال الجوية المستقبلية لمدة زمنية طويلة تمتد إلى شهر أو فصل أو سنة.

6 يتكون من صندوق خشبي توجد في داخله مجموعة من أدوات خاصة بقياس درجة الحرارة والرطوبة، مثل: مقياس درجة الحرارة العظمى، ومقياس درجة الحرارة الصغرى، وجهاز الثيرموغراف.

7 يتكوّن البارومتر الفلزي من أسطوانة فلزية مفرغة من الهواء مرنة الجدران، تتأثر جدرانها بتغيرات الضغط الجوي؛ فعند زيادة الضغط الجوي تنكمش، وكلما انخفض الضغط الجوي قلّ انكماشها، ويرتبط هذا التأثر ميكانيكيًّا بمؤشر يدلّ على قيمة الضغط الجوي والتغيرات فيه.

العواصف الرملية Sandstorms

الهدف:

تعرُّف مفهوم العاصفة الرملية وآثارها في صحة الإنسان والبيئة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزع الطلبة إلى مجموعات للبحث عن مفهوم العواصف وأنواعها قبل شرح بند الإثراء والتوسع: «العواصف الرملية».
- أطلب إلى المجموعات قراءة موضوع الإثراء والتوسع، ثم تحديد النقاط التي تم التوصل إليها بعملية البحث ولم تُذكَر في النص، وعرضها على المجموعات الأخرى.
- أناقش الطلبة في مفهوم كل من: العاصفة، والعاصفة الرملية، وأوضح لهم مصدر العواصف الرملية في الأردن وأثرها في صحة الإنسان والبيئة.

إضاءة للمعلِّم/للمعلِّمة

تؤثر العواصف الرملية في الطقس، وكذلك في المناخ العالمي والإقليمي. فتعمل الرمال والأتربة بوصفها نويّات تكاثف لتكوين السحب بأنواعها المختلفة. ويعتمد ذلك على حجم الرمال والأتربة وشكلها وتكوينها، وتغيير آلية تكوّن السحب يغير قدرتها على امتصاص الأشعة الشمسية، وهو ما يؤثر بشكل غير مباشر في الطاقة التي تصل إلى سطح الأرض. وتؤثر الجزيئات الترابية أيضًا في حجم قطرات المطر التي تتساقط من السحب أو البلورات الجليدية، ما يؤثر في كميات الهطل وأماكنها.

وتمتص الرمال والأتربة العالقة في الغلاف الجوي أشعة الشمس الداخلة إلى الغلاف الجوي الأرضي وتشتتها، وتقلل من الكمية التي تصل إلى سطح الأرض، وتمتص أيضًا الإشعاع الطويل الموجة المرتد من السطح، وتعيد بثّه في الاتجاهات كافة.

العواصف الرملية Sandstorms

تُعرفُ العاصفة بأنها ظاهرة جويّة ترتبط بحركة سريعة للرياح التي تحمل معها غالبًا المطر، أو الثلوج، أو الرمال، وتتفاوت العواصف في حجمها وفي مدة استمرارها. فأقلُّ العواصف، تصل إلى $25\ km^2$ تقريبًا تستمر بضع ساعات. وقد تؤثر أكبرُ العواصف، كالعواصف المدارية، والزوابع في قارات بأكملها، وتدوم أسابيع.

تهُبُّ العواصف الرملية والترابية عندما ترفع الرياحُ القوية كمياتٍ كبيرةً من الرمال والأتربة من الأراضي الجرداء والقاحلة إلى الغلاف الجوي، ولا ترتفع معظمُ الرمال إلى أعلى من 50 cm ولكن بعض حبيبات الرمل الأصغر حجمًا تصعد إلى ارتفاع مترين.

والعواصف الرملية في الأردن إما عواصف رملية محلية مصدرها المناطق الصحراوية كالبادية الشرقية، وإما عواصفُ رمليةٌ غيرُ محلية مرافقة للمنخفضات الخماسينية كتلك القادمةِ من شمال إفريقيا، وصحراء سيناء. ويصل امتداد هذه العواصف الرملية مناطق المملكة جميعها.

أدركَ عُلماء الأرصاد الجوية آثارَ هذه العواصف في صحة الإنسان والبيئة، إذ تزيد من انتشار الأمراض في العالم؛ لأنها تنشر الفيروسات الموجودة، وتسبِّب حساسية وضيقَ تنفّس نتيجة استنشاق الغبار بكميات كبيرة، خصوصًا الأشخاص الذين يعانون مرض الربو، كما تؤثر العواصف الرملية في الاقتصاد، إذ تقلل من الإنتاجية الزراعية بسبب فُقدان التربة من الأراضي الجافة، وتزيل المواد العضوية والجزيئات الأخفَّ وزْنًا الغنية بالمغذيات.

الكتابة في الجيولوجيا

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن كيفية تأثير العواصف الرملية في المناخ، ثمّ أكتب مقالةً عن ذلك.

الكتابة في الجيولوجيا

أوجّه الطلبة للبحث في مصادر البحث المختلفة عن أثر العواصف الرملية في المناخ وصحة الإنسان، وكتابة مقالة عن ذلك، ثم أناقشهم في ما يتوصلون إليه.

معلومة إضافية

يؤدي مرور الجبهات الهوائية الباردة فوق المناطق الصحراوية، أو بالقرب منها، إلى هبوب رياح نشطة وقوية أحيانًا، تتسبب بتطاير جسيمات الغبار ذات الحجوم المختلفة، ومن ثم حدوث العواصف الرملية. وتسهم المنخفضات الخماسينية بهبوب رياح نشطة تعمل على نشوب عواصف رملية تتحرك معها من بلدٍ إلى آخر.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: إدارة الكوارث الطبيعية**

يُقصَد بإدارة الكوارث منع المخاطر وتجنبها والتقليل من أثرها، ويمكن مجابهة العواصف الرملية ومنع حدوثها محليًّا، أو تقليل شدتها باستغلال الأراضي عن طريق عمليات التشجير وزيادة الغطاء النباتي، لاسيما في محيط المدن والمناطق الحدودية.

السـؤال الأول: أضـع دائـرة حـول رمـز الإجابـة الصحيحـة فـي مـا يأتـي:

1. الجبهة الهوائية التي يُرمزُ إليها بخط على أحد جوانبه تبرُز مثلثات باللون الأزرق وفي الجانب الآخر تبرُز أقواس باللون الأحمر هي:
   أ . الجبهة الهوائية الباردة.
   ب. الجبهة الهوائية المستقرّة.
   ج. الجبهة الهوائية الدافئة.
   د. الجبهة الهوائية المقفَلة.
2. من الأمثلة على المنخفَضات الجوية الحرارية:
   أ . منخفَض البحر الأحمر.
   ب. منخفَض البحر الأبيض المتوسط.
   ج. المنخفَض الأزوري.
   د. المنخفَض السيبيريّ.
3. أحد الظروف الجوية الآتية يصفها نموذج المحطة المجاور:

   أ . السماء مغطّاة كاملًا بالغيوم.
   ب. سرعة الرياح 40 knot.
   ج. تساقط ثلجيّ.
   د. الرياح جنوبية شرقية.
4. ما اتّجاهُ الرياح الذي تشير إليه ريشة الرياح في الشكل الآتي؟

   أ. رياح جنوبية شرقية. ب. رياح جنوبية.
   ج. رياح شرقية. د. رياح جنوبية غربية.
5. يُعَدُّ منخفَض الهند الموسمي مثالًا على:
   أ . منخفَض خماسيني.
   ب. منخفَض جوي حراري.
   ج. منخفَض جبهي.
   د. منخفَض البحر الأبيض المتوسط.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

1. خريطة جغرافية لمنطقة ما توضّح عناصر الطقس التي تم التنبؤ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدة محدّدة، لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية .....
2. بيانات الطقس التي تعْرَضُ في نموذج المحطة، تشمل عناصر الطقس الرئيسة، مثل: .....، ..... ،.....
3. تُسمّى حركة الهواء الأفقية على سطح الأرض الناتجة من فرق الضغط على سطحها.....
4. يُستخدَمُ ..... في مقياس درجة الحرارة الصغرى، ويُستخدَمُ ..... في مقياس درجة الحرارة العظمى.
5. تُسمّى الجبهة الهوائية المتشكّلة عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، الأمامية باردة والخلفية باردة جدًّا .....
6. كيسٌ من القماش مخروطيّ الشكل مفتوح من طرفيه، يُستخدم في معرفة اتجاه الرياح يُسمّى .....

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

1. ب. الجبهة الهوائية المستقرّة.
2. أ . منخفض البحرالأحمر.
3. ب. سرعة الرياح 40 kont.
4. ب. رياح جنوبية.
5. ب. منخفض جوي حراري.

السؤال الثاني:

1. خريطة الطقس السطحية.
2. الضغط الجوي، درجة الحرارة، نوع الهطل.
3. الرياح.
4. الكحول/ الزئبق.
5. الجبهة الهوائية المقفلة الباردة.
6. مخروط الرياح.

السؤال الثالث:

1- يُعدّ الخشب من المواد رديئة التوصيل للحرارة، وبذلك نضمن أن مقاييس درجة الحرارة الموجودة في داخل الصندوق ستقرأ درجة حرارة الهواء المحيط بها التي تتشابه مع درجة حرارة الهواء خارج الصندوق، فتكون القراءات أكثر دقة، واللون الأبيض لا يمتص الحرارة، بل يعكسها، ومن ثم لن تتأثر قراءة مقاييس درجة الحرارة في داخل الصندوق بدرجة الحرارة خارجه.

2- حتى لا يسمح للزئبق بالعودة تلقائيًّا إلى المستودع عند انخفاض درجة الحرارة؛ إذ يبقى الزئبق في الأنبوب على وضعه الذي وصل إليه أثناء ارتفاع درجة الحرارة، مشيرًا بذلك إلى أعلى درجة حرارة في اليوم.

3- الكرات المجوفة تسمح للرياح بالحركة خلالها، وتمثل حركة الكرات الفلزية المجوفة سرعة الرياح.

السؤال الرابع:

يتكون جهاز الثيرموغراف من قطعة معدنية مثبت في نهايتها ذراع معدنية تنتهي بقلم، وأسطوانة دوارة (تكمل دورتها كل 24 h) مثبت عليها ورقة رسم بياني، تؤثر درجة حرارة الهواء في القطعة المعدنية، فعندما تسخن القطعة المعدنية وتتمدد، تدفع الذراع المعدنية للأعلى، فيرسم القلم رسمًا بيانيًّا يشير إلى قيمة درجة حرارة الهواء، وعند انخفاض درجة حرارة الهواء تتقلص القطعة المعدنية ساحبة الذراع المعدنية، فيرسم القلم رسمًا بيانيًّا يشير إلى قيمة درجة الحرارة، وهذا ما يعطينا تصورًا عن التغير في درجة الحرارة اليومية.

السؤال الخامس:

1. يتضاغط الهواء القادم من قمم المنخفضات الجوية.
2. تزداد كثافته؛ أي يزداد ضغطه.
3. يهبط إلى الأسفل.
4. يسخن الهواء الهابط ذاتيًّا مشكّلًا المرتفع الجوي الدافئ، وتعمل عملية التسخين الذاتي على تبخر قطرات الماء في الهواء -إن وجدت- وتتلاشى الغيوم.

السؤال السادس:

في المنخفض الجوي الحراري يسخن الهواء من ملامسته لسطح الأرض.

في المنخفض الجوي الخماسيني يسخن الهواء بفعل ظاهرة الفوهن عند هبوط الهواء من قمم الجبال للأسفل.

السؤال الثالث:

أفسّرُ كلًّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

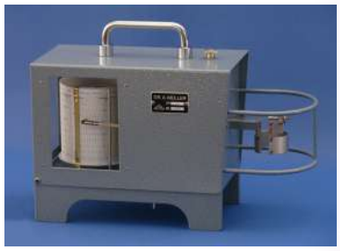
1- يُصنَعُ كشكُ الرصد الجوي من الخشب ويُطلى باللون الأبيض.

2- يتّصف مقياس درجة الحرارة العظمى بوجود اختناق في الأنبوب الزجاجي أسفل التدريج قريبًا من مستودَع الزئبق.

3- يتكوّن جهاز الأنيمومتر من أنصاف كُرات فلزية مجوّفة.

السؤال الرابع :

أبيّن مبدأ عمل جهاز الثيرموغراف في قياس درجة الحرارة.



السؤال الخامس:

أصف بخطوات كيف يتشكّل المرتفع الجوي الدافئ.

السؤال السادس:

أقارن بين المنخفضين الجويين الحراري والخماسينيّ من حيث الآلية التي يتم بها تسخين الهواء.

السؤال السابع:

أرسُم نموذج محطة يمثّل الظروف الجوية الآتية:

درجة حرارة الهواء 10 °C، والسماء مغطّاة بالغيوم، والرياح شمالية غربية وسرعتها 45 knot، والضغط الجوي 1013 mb.

السؤال الثامن:

في تجربةٍ لقياس الرطوبة النسبية كانت قراءةُ درجة الحرارة في المقياس الجاف 16 °C، والفرق بين قراءتَي المقياسين الجاف والرطب 4 °C.

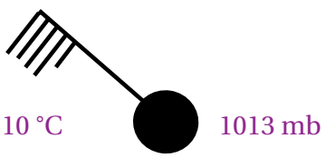
- أبيّن الرطوبة النسبية للهواء التي تم قياسُها.

- **أستنتج** العلاقة بين الفرق في قراءتَي مقياس درجة الحرارة الجاف والرطب، والرطوبة النسبية للهواء.

السؤال التاسع:

أذكر: ما المعلومات التي يمكِنُ الحصول عليها من رادار الطقس عن حالة الطقس المتوقّعة؟

السؤال السابع:



السؤال الثامن:

- من الجدول صفحة 26 يكون تقاطع درجة الحرارة للمقياس الجاف والفرق بين قراءتي المقياسين الجاف والرطب هو قيمة الرطوبة النسبية، وتساوي 63% .
- كلما قلّ الفرق بين قراءتي المقياسين الجاف والرطب زادت الرطوبة النسبية.

السؤال التاسع:

1. موقع هطول الأمطار.
2. غزارة الهطول.
3. نوع الهطول.
4. بيانات عن كيفية انتقال الهطول والغيوم الممطرة من مكان لآخر.

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري Fossil Fuels.

تجربة استهلالية: أهميّة الطيّات المحدّبة.			
الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: نشأة الوقود الأحفوري.	• بيان أصل الوقود الأحفوري من حيث الصخور المولّدة له. • وصف خطوات تشكّل أنواع الوقود الأحفوري. • مناقشة آلية حركة النفط والغاز الطبيعي وهجرتهما في الأحواض الرسوبية. • شرح كيفية اختزان النفط والغاز الطبيعي في الصخور.	○ التجربة 1: نمذجة هجرة النفط الثانوية.	5
الثاني: أنواع الوقود الأحفوري.	• توضيح مفهوم المماثل الحراري الأرضي. • تحديد علاقة المماثل الحراري الأرضي بتشكّل النفط والغاز الطبيعي والصخر الزيتي. • التفريق بين أنواع الوقود الأحفوري.	○ التجربة 2: أنواع الوقود الأحفوري.	5
الثالث: الوقود الأحفوري في الأردن.	• تعرّف أنواع الوقود الأحفوري في الأردن. • مناقشة طرائق استخلاص النفط من الصخر الزيتي. • تقويم الفائدة من استخدام الصخر الزيتي كما يُستخدم الفحم الحجري في إنتاج الطاقة. • بيان أهمية استثمار مصادر الطاقة الأحفورية في الاقتصاد المحلي.	○ نشاط: احتياطات الصخر الزيتي في الأردن.	5

نتاجات التعلم للصفوف السابقة	الصف	نتاجات التعلم للصفوف اللاحقة	الصف
• بيان كيفية تشكّل النفط بصورة مبسطة. • تعداد بعض أماكن حرق النفط. • شرح الآثار المترتبة من حرق النفط في تغيير مكونات الغلاف الجوي. • بيان بعض الأضرار الناجمة عن حرق النفط مثل: تلوث الهواء، والتغير المناخي. • اقتراح أساليب للتقليل من استهلاك الطاقة وعلاقتها بالتكنولوجيا. • تقديم حلول ممكنة لحل تحديات استخدام الوقود الأحفوري بأشكاله المختلفة. • تطبيق التفكير الناقد والإبداعي في تقديم حلول لمشكلة التلوث. • مناقشة قضية اعتماد الأفراد في المجتمع على التكنولوجيا الحديثة وأثرها الإيجابي أو السلبي في مشكلة التلوث البيئي.	**الخامس**	○ بيان بعض استخدامات الوقود الأحفوري، ومنها: استخدامه في وسائط النقل، والصناعة. ○ توضيح عملية الحرق في السيارات والآلات الصناعية عبر نموذج مبسّط. ○ التعبير عن تزايد كميات الوقود الأحفوري المستهلك في السنوات العشر الماضية بالرسم البياني. ○ استقصاء دور الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري في التأثير السلبي في الصحة والمناخ ومياه المحيطات. ○ تعداد الغازات الناتجة من عملية احتراق الوقود الأحفوري. ○ تفسير كيفية تشكّل الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري، ودعم ذلك بالمعادلات الكيميائية. ○ ذكر أمثلة على تأثير الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري والمضرّة بالإنسان والغلاف الجويّ ومياه المحيطات.	الحادي عشر
• تعداد بعض مصادر الطاقة ذات التأثير في البيئة، مثل: الوقود الأحفوري (الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي). • تحليل أثر الطاقة في تلوث الهواء والمياه، والأضرار التي تلحق بالصحة العامة والحياة البرية، وفقدان السوائل واستخدام المياه، واستخدام الأراضي والاحترار العالمي. • اقتراح حلول ممكنة للحد من التحديات الناتجة من استخدام أشكال الوقود الأحفوري ومنها: التلوث.	**السادس**	.....	.....

الوحدة 2

الوقود الأحفوري
Fossil Fuels

أتأمّل الصّورة

تحتوي صخورُ القشرة الأرضية على كميّات ضخمة من الوقود الأحفوري، حيث يتم استخراجُه واستخدامه مصدرًا رئيسًا غيرَ متجدِّدٍ للطاقة. فما أنواع الوقود الأحفوري؟ وكيف يتكوّن كل نوع منها؟

39

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

استخدام الوقود الأحفوري:

يعد الوقود الأحفوري، مثل النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري، من أهم الموارد الطبيعية غير المتجددة التي نستخدمها كل يوم. وتتكون أنواع الوقود الأحفوري كافة من مركبات هيدروكربونية تُحرَق لإنتاج الطاقة. ويتشكل الوقود الأحفوري من بقايا كائنات حية نباتية أو حيوانية ماتت ودُفنت قبل ملايين السنين في باطن الأرض، وتختلف أنواعه اعتمادًا على تلك البقايا، وعلى كمية الحرارة والضغط التي أثرت فيها.

أتأمَّل الصورة

الوقود الأحفوري:

- أوجّه الطلبة إلى تأمّل الصورة في مقدمة الوحدة، وأسألهم:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟ أحد أبراج الحفر التي تستخدم لحفر آبار النفط أو الغاز الطبيعي.

- أوجّه الطلبة إلى إجابة السؤالين الآتيين الواردين في بند (أتأمّل الصورة):

– ما أنواع الوقود الأحفوري؟ النفط، والغاز الطبيعي، والفحم الحجري، والصخر الزيتي، والأسفلت، ورمال القار.

– مِمّ تتكون أنواع الوقود الأحفوري؟ تتكون جميعها من تراكم المواد العضوية في باطن الأرض، وهي تختلف في خصائصها.

- أخبر الطلبة أنهم سوف يتعرفون في هذه الوحدة: أنواع الوقود الأحفوري، وخصائص كل نوع، وآلية تكوُّن كل منها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا ذات العلاقة بالزمن: التخطيط الاستشرافي.**

أوضّح للطلبة مفهوم التخطيط الاستشرافي عند الحديث عن موضوع الوقود الأحفوري ومجالات استخدامه والتلوث الناتج منه. أوضح لهم أن التخطيط الاستشرافي يتمثل في التنبؤ بالتحديات والعوائق المستقبلية لأي مشروع، وبناء عليه توضع الحلول والبدائل الممكنة لها، ويتميز التخطيط الاستشرافي بأنه يخطط ويتنبأ بالمشكلات التي قد تحدث في مدة زمنية طويلة نسبيًّا.

الفكرة العامة:

الوقود الأحفوري:

- أعرض أمام الطلبة صورة تمثل إحدى محطات الطاقة الكهربائية (أو شارع مزدحم بالسيارات)، ثم أسألهم:

– ماذا يستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية؟
ستتنوع اجابات الطلبة، منها: أحد أنواع الوقود الأحفوري، مثل: الفحم الحجري.

– أين يتشكل الوقود الأحفوري؟ في صخور القشرة الأرضية.

– برأيك، ما نوع الوقود الأحفوري الذي يُستخدَم في الأردن لإنتاج الطاقة الكهربائية؟ النفط، والغاز الطبيعي.

– ما هو الصخر الزيتي؟ أحد أنواع الوقود الأحفوري.

– هل يستخدم الصخر الزيتي في إنتاج الطاقة الكهربائية؟ **إجابة محتملة:** نعم.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها، وأخبرهم أنهم سوف يتعرفون أنواع الوقود الأحفوري وكيفية تشكّل كل نوع منها في هذه الوحدة.

مشروع الوحدة

الوقود الأحفوري في الأردن:

- أوزع الطلبة إلى مجموعات، وأوجّههم إلى إعداد عرض تقديمي تفاعلي يمثل الوقود الأحفوري في الأردن، بحيث تحتوي الشاشة الرئيسة على أنواع الوقود الموجودة في الأردن.
- أطلب إلى الطلبة عمل ارتباطات تشعّبية، بحيث تظهر شاشة جديدة عند النقر على أي نوع من أنواع الوقود الأحفوري تحتوي على: خريطة المملكة الأردنية الهاشمية يظهر فيها مكان وجود هذا النوع من الوقود الأحفوري، وصور تمثّله، ومعلومات حول كيفية تشكُّله، واستخداماته.
- أطلب إلى كل مجموعة بعد الانتهاء من إعداد العرض التقديمي عرض أعمالهم أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

الفكرة العامّة

يتشكّل الوقود الأحفوريّ في صخور القشرة الأرضية، وعند استخراجه يُستخدَم في إنتاج الطاقة، ويُعدُّ الصخرُ الزيتي أحدَ المصادر الواعدة في إنتاج الطاقة في الأردن.

الدرس الأول: نشأة الوقود الأحفوري

الفكرة الرئيسة: يتشكّل النفط والغاز الطبيعي في صخور المصدر، ويهاجِر منها ثم يُخزَّنُ في مصائد النفط إلى أن يُستخرَج.

الدرس الثاني: أنواع الوقود الأحفوري

الفكرة الرئيسة: للوقود الأحفوري أنواع مختلفة، ويعتمِد تشكُّلُ كلٍّ منها على نوع المواد العضوية المكوِّنة له، وكمية الضغط والحرارة التي يتعرّض لها، والمدة الزمنية اللازمة لتشكُّلِه.

الدرس الثالث: الوقود الأحفوري في الأردن

الفكرة الرئيسة: توجد العديدُ من الشواهد على وجود النفط والغاز الطبيعي في الأردن، كما يحتوي على كميات ضخمة من الصخر الزيتي الذي يمكِنُ استخلاصُ النفط منه بطرائق مختلفة.

طريقة أخرى للتدريس — **الوقود الأحفوري**

- أستخدم **جدول التعلم** في التمهيد لوحدة الوقود الأحفوري ولمعرفة الخبرات السابقة. أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأوزع عليهم جدول التعلم، وأطلب إليهم كتابة ما يعرفونه عن الوقود الأحفوري وأنواعه وكيفية تشكُّله، وكذلك أنواع الوقود الأحفوري في الأردن في العمود الأول من جدول التعلم، ثم أطلب إليهم كتابة ما يرغبون في معرفته حول الوقود الأحفوري وأنواعه وكيفية تشكُّله، وأنواع الوقود الأحفوري في الأردن في العمود الثاني منه. أستعرض معهم خبراتهم السابقة وأناقشهم فيها. أستلم منهم جداول التعلم، وأوزعها عليهم في نهاية تدريس الوحدة؛ ليكملوا تعبئة العمود الثالث فرادى، ويمكن أن أستخدمه بوصفه تقييمًا لما تعلموه.

أهميّة الطيّات المحدّبة

تتشكّلُ في صخور القشرة الأرضية العديدُ من التراكيب الجيولوجية نتيجةَ الإجهادات التي تتعرّض لها، ومن هذه التراكيب الجيولوجية الطيّاتُ المحدَّبة. فكيف تتشكّل الطيّات المحدَّبة؟ وما أهمية هذه الطيّاتِ للنفط والغاز الطبيعي؟

الموادّ والأدوات: 3 قطع إسفَنجية مختلفة الألوان، سُمكُها لا يقل عن (5 cm)، نايلون شفاف، مِقصّ أو مِشرَط، مِسطَرة مِتريّة، لاصِق.

إرشادات السلامة:

– توخي الحذَر عند استخدام المِقص أو المِشرط في قصّ القطع الإسفَنجية.

خطوات العمل:

1. أقصُّ ثلاث قطع من الإسفَنج بأبعاد تساوي (80 cm × 30 cm) التي ستمثّل أنواعًا مختلفة من الطبقات الصخرية.
2. أغلّف إحدى قطع الإسفَنج بالنايلون من جميع الجهات بإحكام، ثم أثبّت النايلون باللاصق.
3. أكرّر الخطوة 2 باستخدام قطعة أخرى من الإسفَنج.
4. أرتّب القطع الإسفَنجية فوق بعضها، بحيث أضع القطعة غير المغلّفة بالنايلون في الوسط، ثم أثبّت أطراف القطع الثلاث مع بعضها باللاصق.
5. أرقّم القطع الإسفَنجية من الأعلى.
6. أثني القطع الإسفَنجية مُشكِّلًا طيّة محدَّبة يكون اتجاه التقوس فيها للأعلى.

التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد: أيُّ القطع الإسفَنجية التي تمثّل صخورًا منفّذة، وأيُّها تمثّل صخورًا غيرَ منفّذة؟
2. **أستنتج:** أيُّ الطبقات يُخزَّنُ فيها النفط والغاز الطبيعيّ بعد هِجرته من مكان تشكُّلِه؟
3. **أتنبّأ:** ما ترتيب كلٍّ من الماء والنفط والغاز الطبيعيّ عند اختزانه في الطيّة المحدَّبة؟ لماذا؟

41

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير عددي.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	التعاون مع الزملاء/ الزميلات بفاعلية.				
2	تمييز أماكن الطبقات المنفذة والطبقات غير المنفذة في الطيّة المحدبة المحتوية على النفط.				
3	استنتاج الطبقات التي يخزّن فيها النفط والغاز الطبيعي بعد هجرته من مكان تشكُّله.				
4	ترتيب أماكن كل من: الماء، والنفط، والغاز الطبيعي، في الطية المحدبة التي تحتوي على النفط.				

زمن التنفيذ: 25 min.

الهدف: استنتاج أهمية الطيّات المحدبة في خزن النفط والغاز الطبيعي.

المهارات العلمية: الملاحظة، والاستنتاج، والتنبؤ.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند استخدام المقص أو المشرط في قص القطع الإسفنجية.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إليهم استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية أثناء تنفيذ التجربة.
- أتابع الطلبة أثناء تنفيذهم التجربة، خاصة عند قص القطع الإسفنجية وتغليف القطع بالنايلون.
- أتحقق من وضع الطلبة القطعة الإسفنجية غير المغلفة بالنايلون في الوسط بين القطعتين الأخريين في أثناء نمذجة الطية المحدبة.

النتائج المتوقعة:

توصُّل الطلبة إلى مواقع الطبقة الخازنة والطبقات الكتيمة في مصيدة النفط (الطية المحدبة)، وإلى ترتيب المخزون فيها من الأسفل: الماء، ثم النفط، ثم الغاز الطبيعي.

التحليل والاستنتاج:

1. تمثل القطعتان (1 و 3) الإسفنجيتان المغلفتان بالنايلون صخورًا غير منفذة، وتمثل القطعة (2) الإسفنجية غير المغلفة بالنايلون صخورًا منفذة.
2. في الطبقة رقم 2.
3. يكون الترتيب من أسفل إلى الأعلى كالآتي: الماء، ثم النفط، ثم الغاز الطبيعي. وتترتب هذه المواد بحسب الكثافة؛ فالماء الأكثر كثافة في الأسفل، والغاز الطبيعي الأقل كثافة في الأعلى.

الدرس 1

نشأة الوقود الأحفوري
The Formation of Fossil Fuels

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

تشكّل النفط

- أعرض على الطلبة صورة تمثّل مصيدة نفط، ثم أسألهم:
  - ماذا تمثّل هذه الصورة؟ مصيدة للنفط.
  - هل يتشكّل النفط ويتجمع في المكان نفسه في المصيدة؟ لا.
  - كيف وصل النفط من مكان تشكُّله؟ هاجر حتى وصل إلى المصيدة وتجمع فيها.
- أخبر الطلبة أنهم سوف يتعرفون في هذه الوحدة مفهوم الوقود الأحفوري وكيفية تشكُّله.

أخطاء شائعة

قد يظن بعض الطلبة خطأً أن النفط يتشكّل ويتجمع في المكان نفسه؛ لذا أوضح لهم أن النفط يتشكّل في مكان ما عند توافر شروط تكونه، ثم يهاجر إلى مكان آخر ويتجمع.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

الوقود الأحفوري

- أكتب مصطلح الوقود الأحفوري على اللوح.
- أطلب إلى الطلبة كتابة جملة أو كلمة على اللوح تتعلق بمصطلح الوقود الأحفوري الذي كتبته.
- أناقشهم في هذه الكلمات والجمل للتوصل إلى معلوماتهم السابقة حول موضوع الدرس.

2 التدريس

◄ بناء المفهوم:

الفحم الحجري

- أستخدم **استراتيجية الخرائط المفاهيمية** لتوضيح مفهوم الفحم الحجري وعلاقته بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى.
- أكتب على اللوح المفاهيم الآتية: الوقود الأحفوري، النفط، الغاز الطبيعي، الفحم الحجري، الصخر الزيتي، نباتات، كائنات حية دقيقة.
- أطلب إلى الطلبة أن يرسموا على اللوح خريطة مفاهيمية توضح العلاقة بين هذه المفاهيم بحسب المواد التي تكوّن كلًّا منها، على أن يحدّد النبات بوصفه أصل الفحم الحجري، وتحدّد الكائنات الحية الدقيقة بوصفها أصل النفط والغاز الطبيعي والصخر الزيتي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

تشكُّل الفحم الحجري

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أسألهم: ممّ يتشكّل الفحم الحجري؟ من بقايا الأشجار والسرخسيات والنباتات الأخرى التي عاشت في العصر الكربوني.
  - ما المرحلة الأولى من مراحل تشكُّل الفحم الحجري؟ موت الأشجار والسرخسيات، ودفنها تحت الطبقات الرسوبية.
  - ما الظروف التي أدت إلى دفن بقايا النباتات بسرعة بعد موتها، ومنع تحللها تحللًا كاملًا؟ أنها كانت تعيش في بيئة المستنقعات، إذ أدى هذا إلى دفنها بسرعة بالرسوبيات.
  - ماذا حدث لبقايا النباتات عند دفنها تحت طبقات عديدة من الرسوبيات؟ تعرضت لدرجات حرارة وضغط عاليين، وبالتدريج تحوّلت إلى خث.
  - ماذا حدث للخث عند زيادة سماكة الطبقات الرسوبية مع الزمن؟ تحول إلى نوع آخر من الفحم الحجري أكثر نضجًا؛ بسبب زيادة درجة الحرارة والضغط.
- أخبر الطلبة أنهم سوف يتعرفون أنواع الفحم الحجري في الدرس التالي.

◄ الفكرة الرئيسة:
يتشكّل النفط والغاز الطبيعي في صخور المصدر ويهاجر منها ثم يُخزَّن في مصائد النفط إلى أن يُستخرَج.

◄ نتاجات التعلّم:
- أبيّن أصْلَ الوقود الأحفوري من حيث الصخور المولِّدة له.
- أصِف خطوات تشكّل أنواع الوقود الأحفوري.
- أناقش آلية حركة النفط والغاز الطبيعي وهجرتهما في الأحواض الرسوبية.
- أشرح كيفية اختزان النفط والغاز الطبيعي في الصخور.

◄ المفاهيم والمصطلحات:

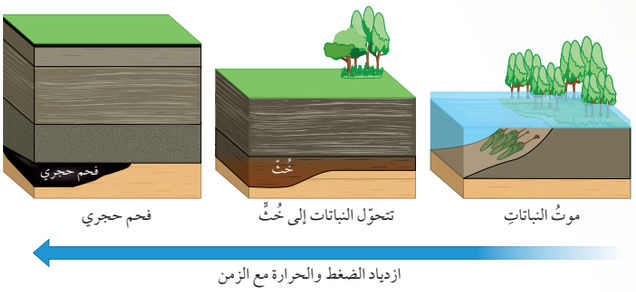
الوقود الأحفوري	Fossil Fuels
الفحم الحجري	Coal
صخر المصدر	Source Rock
الكيروجين	Kerogen
الصخور الخازنة	Reservoir Rocks
المِصيدة	Trap

ما الوقود الأحفوري؟ What are Fossil Fuels?

يُعرَفُ **الوَقودُ الأحفوري Fossil Fuels** بأنه أحد أشكال الطاقة غيرِ المتجدّدة تشكّل من بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية. ويشمل الوقود الأحفوري أنواعًا مختلفة منها: الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي والصخر الزيتي، وقد قدّر العلماء أن 86% من الطاقة المستخدمة في العالم تأتي تقريبًا من احتراق الوقود الأحفوري. فكيف تشكّلت أنواع الوقود الأحفوري؟ وهل جميع أنواع الوقود الأحفوري تتشكّل بالآليّة نفسِها؟

تشكُّل الفحمِ الحجري Formation of Coal

تشكّل **الفحمُ الحجري Coal** من بقايا الأشجار والسّرخسيات والنباتات الأخرى التي عاشت في العصر الكربوني، منذ 358 m.y تقريبًا، حيث كان المناخ السائد في ذلك الوقت في مناطق نمو النبات أكثر دفئًا من الوقت الحاضر، وقد أدى هذا إلى زيادة نموّها. أنظر الشكل (1) الذي يمثّل مراحل تشكُّلَ الفحم الحجري.



موتُ النباتاتِ — تتحوّل النباتات إلى خُثّ — فحم حجري

ازدياد الضغط والحرارة مع الزمن

الشكلُ (1): يؤدي موت النباتات ودفنها تحت طبقات قشرة الأرض إلى تشكّلِ الفحم الحجري، ثم يتم استخراجه واستخدامه لإنتاج الطاقة.

غطت المستنقعات الضحلة مساحاتٍ واسعةً من سطح الأرض. وعند موت النباتات فيها تحلّلت جزئيًّا بفعل البكتيريا في الماء، ثم دُفِنت تحت طبقات من الرسوبيات، وقد أدى هذا إلى بقاء المواد المتحللة بعيدةً عن الأكسجين، ومع مرور الوقت وتراكُم الطبقات الرسوبية فوقها ازدادت درجة الحرارة والضغط المؤثر فيها، وبالتدريج تحوّلت إلى أنواع مختلفة من الفحم الحجري اعتمادًا على مقدار درجة الحرارة والضغط التي تعرّضت لهما. ومن أنواع الفحم الحجري الخُثُّ، والفحم البتيوميني. وسيتم في الدرس اللاحق الحديث عنها حديثًا مُفصَّلًا.

تشكُّل النفط والغاز الطبيعي

Formation of Oil and Natural Gas

توجَدُ نظريتان رئيستان توضحان آلية تشكُّل النفط والغاز الطبيعي من مادته الأم وهي: النظرية غير العضوية ذات الأصل غير العضوي، التي تفترِض أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل في الستار، والنظرية العضوية ذات الأصل العضوي التي تفترض أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل من بقايا الكائنات الحية. ويوجَدُ تباينٌ بين العلماء في وجهات النظر، ولكن معظمهم يتفقون على أن النفط والغاز الطبيعي هما من أصل عضوي.

نظرية الأصل غير العضوي Inorganic Origin Theory

يفترِض العديد من العلماء أن المواد الهيدروكربونية المكوِّنة للنفط والغاز الطبيعي تتولد في الستار، وليس من تحلّل المادة العضوية، فقد افترضوا أن الميثان والمواد الهيدروكربونية الأخرى تتكوّن نتيجة تفاعلات مختلفة تحدُث في الستار العلوي، ثم تهاجِر تلك المواد خلال الصدوع العميقة إلى صخور القشرة الأرضية وهناك يتشكّل كلّ من النفط والغاز الطبيعي في أنواع

✓ **أتحقّق:** أوضح كيف يتشكّل الفحم الحجري.

الربط بالكيمياء

يُطلَقُ مصطلحُ الهيدروكربون على أي مركّب كيميائي عضوي يتكون من عنصرَي الكربون والهيدروجين فقط، تُصنَّفُ المواداُّ الهيدروكربونية إلى: هيدروكربونات مُشبَعة، وهي أبسط أنواع المواد الهيدروكربونية، وتتكون من روابط أحادية فقط، ومن أمثلتها الميثان، والهيدروكربونات غير المُشبعة وتشتمل على روابط ثنائية أو ثلاثية ومن أمثلتها الإيثيلين، وهيدروكربونات أروماتية تحتوي على حلقة سداسية من الكربون والهيدروجين (C_6H_6) ومن أمثلتها البنزين.

أفكّر لماذا عدَّ العلماء وجود غاز الميثان في بعض كواكب المجموعة الشمسية دليلًا على أن النفط والغاز الطبيعي الموجود في الأرض أصله غير عضوي؟

◄ المناقشة:

نظريتا الأصل العضوي والأصل غير العضوي:

- لتحديد الفرق الرئيس بين نظرية الأصل العضوي ونظرية الأصل غير العضوي اللتين افتُرضتا لتوضيح كيفية تشكُّل المواد الهيدروكربونية، أرسم على اللوح جدولًا مكوّنًا من عمودين، أعنون أحدهما «نظرية الأصل العضوي» والآخر «نظرية الأصل غير العضوي». ثم أسأل الطلبة أسئلة متعددة، منها:

- لماذا افترض العلماء نظريتي الأصل العضوي والأصل غير العضوي؟ لتوضيح آلية تشكُّل النفط والغاز الطبيعي من مادته الأم.

- أين تتشكّل المواد الهيدروكربونية بحسب نظريتي الأصل العضوي والأصل غير العضوي؟ تفترض نظرية الأصل العضوي أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل من بقايا الكائنات الحية، أما نظرية الأصل غير العضوي فتفترض أن المواد الهيدروكربونية تتشكّل في الستار.

طريقة أخرى للتدريس — **تشكل الفحم الحجري**

- أستخدم **استراتيجية التلخيص** في تحديد آلية تشكُّل الفحم الحجري، فأطلب إلى الطلبة فرادى تلخيص آلية تشكُّل الفحم الحجري على شكل خطوات بلغتهم الخاصة، ثم أطلب إلى بعضهم عرض ما كتبوه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

✓ **أتحقّق:** عند موت النباتات في المناطق التي تغطيها المستنقعات الضحلة فإنها تتحلل جزئيًّا بفعل البكتيريا، ثم تُدفن تحت طبقات من الرسوبيات، ومع الزمن تزداد سماكة الطبقات الرسوبية التي تغطيها، ما يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة والضغط المؤثر في تلك النباتات، وبالتدريج تتحول إلى أنواع مختلفة من الفحم الحجري اعتمادًا على مقدار درجة الحرارة والضغط التي تتعرض لها.

الربط بالكيمياء

- أطلب إلى الطلبة قراءة فقرة الربط بالكيمياء فرادى، ثم أسألهم أسئلة حول سبب تسمية تلك المواد بالمواد الهيدروكربونية، وتصنيفها وعلاقتها بالوقود الأحفوري.
- أركّز على أن الوقود الأحفوري هو أحد المواد الهيدروكربونية التي تشكّلت عن طريق تفكّك المواد العضوية بعد دفنها، ونتيجة تعرضها إلى ضغط وحرارة عاليين تحولت إلى مواد أبسط.

أفكّر

- أسأل الطلبة السؤال الوارد في بند (أفكر)، وأناقشهم في إجابته للتوصل إلى الآتي: يعد الميثان من المواد الهيدروكربونية المكونة للنفط والغاز الطبيعي، وقد وُجد الميثان في بعض الكواكب (مثل كوكبي: المريخ، وزحل) التي لا توجد فيها أية أدلة على وجود كائنات حية عاشت فيها، وهذا يدل على أن الميثان الموجود فيها لم يتشكّل بطريقة الأصل العضوي، وبما أن كواكب المجموعة الشمسية بحسب النظرية السديمية تشكّلت بالكيفية نفسها، فهذا يشير إلى أن وجود الميثان في باطن الأرض يمكن أن يكون قد تشكّل أيضًا بطريقة غير عضوية بحسب نظرية الأصل غير العضوي.

ورقة العمل (1)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

أبحث:

سيتوصل الطلبة إلى الآتي:

اكتُشف النفط غير العضوي وغاز الميثان في كل من روسيا وأوكرانيا. ويقترح العلماء أن الميثان الموجود في تلك المناطق قد تشكّل في أعماق كبيرة في الستار، ثم هاجر نحو السطح من خلال الشقوق والصدوع، إذ وُجد غاز الميثان في صخور القاعدة المتبلورة في أعماق الأحواض النفطية المكتشفة. وقد طُوّر أكثر من 80 حقلًا للنفط والغاز في تلك المنطقة وفي مناطق أذربيجان وسيبيريا، وجميع تلك المناطق يوجد النفط فيها في صخور القاعدة المتبلورة. وتفترض هذه النظرية أيضًا أن النفط لن ينفد؛ بسبب تشكُّله الدائم المستمر.

◄ استخدام الصور والأشكال:

نظرية الأصل العضوي

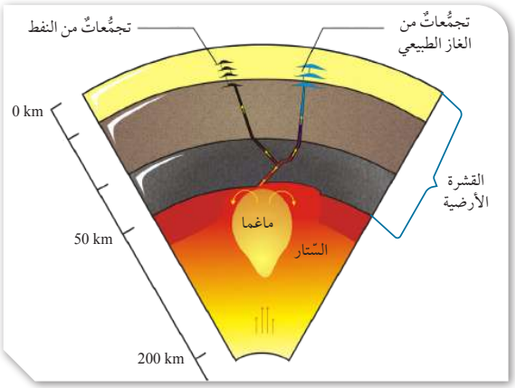
- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3) في الصفحة 45، ثم أسألهم:

– ما أصل النفط والغاز الطبيعي؟ أصلها بقايا كائنات حية مجهرية، مثل: العوالق النباتية والحيوانية.

– ما البيئة التي عاشت فيها تلك العوالق؟ بيئة بحرية.

– لماذا لم تتحلل الكائنات الحية المجهرية بعد موتها تحللًا كاملًا؟ لأنها سقطت بعد موتها في قاع البحر ودُفنت تحت طبقات مختلفة من الصخور الرسوبية (مثل الصخور الطينية) مباشرة.

– كيف تحولت بقايا الكائنات الحية إلى نفط؟ بسبب تراكم بقايا الكائنات الحية في الطبقات الرسوبية أصبحت هذه الطبقات غنيّة بالمواد العضوية، ومع



الشكل (2): تفترض النظرية غير العضوية أن النفط والغاز الطبيعي يتكوّنان من تفاعلات تحدث في الستار العلوي.

أبحثُ:

ما المناطق التي اكتُشِف فيها النفط والغاز الطبيعي غيرُ العضويِّ في العالم؟

أبحث عن تلك المناطق، ثم أكتب تقريرًا قصيرًا عن إحداها، موضّحًا سبب وَصْف النفط المتشكّل ذا أصلٍ غيرِ عضويّ، وأعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الصخور المختلفة (النارية أو الرسوبية أو المتحولة). وأثبتوا صحة فرضيتهم من انبعاث غاز الميثان من البراكين. أنظر الشكل (2).

ويرفُض معظم العلماء هذه النظرية مبررين ذلك أن الميثان الذي يتشكّل في ستار الأرض يكون مُشتّتًا ولا يُنتَج بكميات ذات قيمة اقتصادية. وفسروا أنّ سبب تكوّن النفط غير العضوي في بعض المناطق مثل روسيا بكميات كبيرة اقتصادية، ناتجٌ من اندفاع الماغما إلى صخور رسوبية غنية بالمواد الهيدروكربونية، مثل صخر الغَضار.

نظرية الأصل العضوي Organic Origin Theory تفترض هذه النظرية أن النفط والغاز الطبيعي قد تشكّلا من بقايا كائنات حية مِجهرية مثل العوالق النباتية والحيوانية، التي عاشت في المحيطات أو البحار، إذ سقطت تلك الكائنات الحية بعد موتها في قاع البحر ودُفِنت تحت طبقات مختلفة من الصخور الرسوبية مثل الصخور الطينية. وبسبب نقصِ الأكسجين فإنها لم تتحلل تحلُّلًا كاملًا، وتراكمت في الطبقات الرسوبية التي أصبحت غنيّة بالمواد العضوية. ومع مرور الوقت، ازداد الضغط ودرجة الحرارة ما أدى إلى نضوج المادة العضوية، وبلوغِها مرحلة النفط أو الغاز الطبيعي. ويوجد النفط والغاز الطبيعي غالبًا معًا في الصخور الرسوبية.

مرور الوقت ازداد الضغط ودرجة الحرارة، ما أدى إلى نضوج المادة العضوية وبلوغها مرحلة النفط أو الغاز الطبيعي.

طريقة أُخرى للتدريس — نظريتا الأصل العضوي والأصل غير العضوي

- أستخدم **استراتيجية المناظرة** بعد الانتهاء من شرح نظريتي الأصل العضوي والأصل غير العضوي للطلبة؛ لتأكيد المفاهيم التي تضمنتها تلك النظريتين، أو أستخدم هذه الاستراتيجية بشكل مباشر لشرح النظريتين.
- أطلب إلى الطلبة قراءة النظريتين بتمعن من الكتاب المدرسي. ثم أسألهم:

– من يؤيد نظرية الأصل العضوي؟

– من يؤيد نظرية الأصل غير العضوي؟

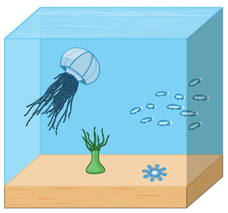
- أقسمهم بناءً على إجاباتهم إلى مجموعتين، ثم أطلب إلى كل مجموعة عرض نظريتها حول تشكُّل النفط والأدلة التي تدعم تلك النظرية، ثم أناقشهم في نظرياتهم، وأتوصل معهم إلى النقاط الرئيسة في النظريتين.

تُسمّى الصخورُ التي تحتوي على كميات كافية من المواد العضوية، التي يمكن أن يتولّد ويتحرّر منها ما يكفي من المواد الهيدروكربونية لتكوين تراكم اقتصادي من النفط أو الغاز الطبيعي **صخورَ المصدر Source Rocks** ومن أمثلتها صخورُ الغَضار والصخور الطينية.

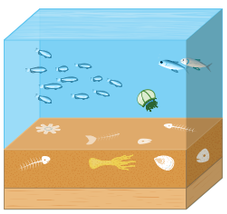
وتُسمّى المادّةُ العضوية الصُّلبة التي تتراكم في صخور المصدر **الكيروجين Kerogen**، يتكوّن الكيروجين من الكربون والهيدروجين والأكسجين، مع كميات قليلة من النيتروجين والكبريت، ويُعَدُّ الكيروجينُ مادّةً غيرَ قابلة للذّوبان في المذيبات العضوية العادية والمنتشرة في الرسوبيات مثل ثاني كبريتيد الكربون (CS_2)، ويَعتمِدُ تحوُّلُ الكيروجين إلى نفط أو غاز طبيعي على مقدار كلٍّ من درجة الحرارة والضغط والمدة الزمنية اللازمة لتشكُّلِه. ويُصَنَّفُ الكيروجين بحسْبِ أصلِه، أو درجة نُضجه إلى أنواع مختلفة سيتم شرحُها عند الحديث عن أنواع الوقود الأحفوري. أنظر الشكل (3) الذي يمثّل آلية تشكّل النفط والغاز الطبيعي.

هجرة النفط والغاز الطبيعي
Migration of Oil and Natural Gas

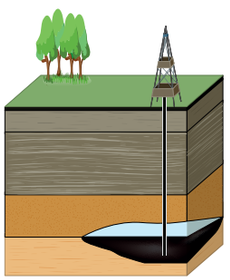
يهاجر النفط والغاز الطبيعي من مكان تشكّلِهما في صخور المصدر أفقيًّا ورأسيًّا إلى صخورٍ ذاتِ نفاذية عالية تُسمّى **الصخورَ الخازنةَ Reservoir Rocks** ومن الأمثلة على الصخور الخازنة الصخور الجيرية والصخور الرملية. وقد يستغرق النفط والغاز الطبيعي ملايين السنين ليُهاجِرا على بُعدِ عدة كيلومترات نحو الأعلى، وتُقسَم هجرةُ النفط والغاز الطبيعي إلى نوعين: هجرة أولية Primary Migration وهجرة ثانوية Secondary Migration؛ تمثّل الهجرةُ الأولية هجرةَ النفط والغاز الطبيعي من صخر المصدر إلى الصخور الخازنة بسبب الضغوط الواقعة عليه. وتمثّل الهجرة الثانوية الحركات التي تحدُث للنفط والغاز الطبيعي في الصخور الخازنة لهما بسبب اختلاف الكثافة بين مكوّنات الصخور الخازنة. وتُعَدُّ قوّةُ الطّفوِ القوّةَ الدافعة الرئيسة لهجرة النفط، حيث يطفو النفط



سقوط بقايا العوالق المجهرية بعد موتها في قاع المحيط.



اندثار بقايا العوالق المجهرية، ثم تحوُّلها إلى نفط أو غاز طبيعي.



استخراج النفط والغاز الطبيعي.

الشكل (3): تشكُّل النفط والغاز الطبيعي من دَفْنِ بقايا العوالق المجهرية وتحوُّلِها إلى موادَّ هيدروكربونيةٍ سائلة أو غازية. أتتبّع مراحل تشكُّل النفط واستخراجه.

◄ تعزيز:

صخور المصدر والصخور الخازنة

- أستخدم استراتيجية (فكر – زاوج – ناقش) في المقارنة بين خصائص صخور المصدر والصخور الخازنة.
- أسأل الطلبة:

– ما خصائص كل من: صخور المصدر، والصخور الخازنة؟

- أطلب إلى الطلبة الإجابة عن السؤال فرادى، ثم أطلب إلى كل طالب/ طالبة مشاركة زميله/ زميلتها الإجابة.
- أناقش الطلبة جماعيًّا في إجابة السؤال، للتوصل معهم إلى الآتي: تمتاز صخور المصدر بنفاذية منخفضة، ومن أمثلتها: صخور الغضار، والصخور الطينية. أما الصخور الخازنة فتمتاز بمسامية ونفاذية عاليتين، ومن أمثلتها: الصخر الرملي، والصخر الجيري.

◄ بناء المفهوم:

صخور المصدر والكيروجين

- أستخدم استراتيجية (اقرأ–شارك–ناقش) لتوضيح مفهومي: صخور المصدر، والكيروجين.
- أقسم الطلبة إلى مجموعات ثنائية بحيث يقرأ كل فرد منهما المكتوب عن أحد المفهومين من كتاب الطالب.
- أطلب إلى كل فرد في المجموعة مشاركة ما قرأه مع الفرد الآخر ومناقشته فيه. ثم مناقشة المفهومين مع زملائهم/ زميلاتهن في المجموعات الأخرى، وتحديد العلاقة بينهما. تسمى الصخور التي تحتوي على كمية كافية من المواد العضوية صخور المصدر، وتسمى المادة العضوية الصُّلبة التي توجد في صخور المصدر الكيروجين. ويتكوّن الكيروجين بصورة رئيسة من: الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، مع كميات قليلة من النيتروجين والكبريت.

◄ المناقشة:

هجرة النفط

- أسأل الطلبة:

– هل يبقى النفط والغاز الطبيعي بعد تكوّنهما في صخور المصدر؟ لا، بل تحدث لهما هجرة إلى صخور أخرى.

– ماذا تسمى الصخور التي يهاجر إليها النفط والغاز الطبيعي؟ الصخور الخازنة.

– ماذا تسمى هجرة النفط والغاز الطبيعي من صخور المصدر إلى الصخور الخازنة؟ الهجرة الأولية.

– ما سبب الهجرة الأولية؟ الضغوط الواقعة على النفط والغاز الطبيعي.

– متى تحدث الهجرة الثانوية؟ عندما ينتقل النفط والغاز الطبيعي في داخل الصخور الخازنة.

– ما سبب حدوث الهجرة الثانوية؟ اختلاف الكثافة بين مكونات الصخور الخازنة.

حل سؤال الشكل (3):

تترسب بقايا العوالق المجهرية بعد موتها في قاع المحيط وتدفن تحت طبقات من الرسوبيات، ثم تزداد درجات الحرارة والضغط المؤثرة فيها فتتحوّل المواد العضوية إلى نفط. ثم يهاجر النفط إلى الأعلى أو بشكل جانبي، حتى يُحتَرَن في مصيدة ويبقى مختزنًا فيها حتى يُستخرَج.

أوزع الطلبة إلى مجموعات، وأوضح لهم المطلوب من النشاط، وأن عليهم الحصول على صور أو مقاطع يوتيوب تتعلق بكيفية الهجرة الأولية للنفط والغاز الطبيعي، وتصميم فيلم قصير منها يوضح هذه الهجرة، ثم أطلب إليهم بعد الانتهاء من صنع الفيديو عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن.

أتأكد قبل البدء بالنشاط من أن الطلبة يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker)، ويمكنني الاستعانة بمعلم الحاسوب/ معلمة الحاسوب للمساعدة على توضيح آلية عمل البرنامج.

✓ **أتحقّق:** لأن الميثان الذي يتشكّل في ستار الأرض يكون مشتّتًا ولا ينتج بكميات ذات قيمة اقتصادية. وأنّ سبب تكوّن النفط غير العضوي في بعض المناطق، مثل روسيا، بكميات كبيرة اقتصادية ناتجٌ من اندفاع الماغما إلى صخور رسوبية غنية بالمواد الهيدروكربونية، مثل صخر الغضار.

التجربة 1

نمذجة هجرة النفط الثانوية

زمن التنفيذ: 20 min.

الهدف: نمذجة الهجرة الثانوية للنفط والغاز الطبيعي داخل المصيدة.

المهارات العلمية: الملاحظة، والقياس، والاستنتاج، والتفسير.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند وضع المكوّنات داخل المخبار المدرّج، والحذر من كسر المخبار المدرج، وأطلب إليهم غسل اليدين جيّدا بالماء والصابون بعد إجراء التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أطلب إلى الطلبة الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، وأوفّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة قبل البدء بتنفيذ التجربة.
- أتابع الطلبة أثناء تنفيذ التجربة، وألفت انتباههم إلى توخي الدقة في أثناء تحديد كميات المواد المضافة، وملاحظة حركة الزيت والماء بعد سكب الماء في المخبار.

النتائج المتوقعة: ملء الماء والزيت الفراغات والمسامات الموجودة بين حبيبات الرمل والحصى، وبما أن كثافة الزيت أقل من كثافة الماء سوف يتحرك الزيت إلى الأعلى ويستقر فوق الماء.

التحليل والاستنتاج:

1. عند إضافة الرمل إلى الزيت، فإن الرمل يحل محل الزيت، فيرتفع الزيت ليملأ الفراغات بين حبيبات الرمل. وعند إضافة الحصى يملأ الزيت الفراغات بين حبيبات الحصى. أما عند إضافة الماء فإن الماء ينزل للأسفل، ويتحرك الزيت للأعلى ليستقر فوق الماء.
2. يمثل الزيت (النفط الخام)، أما الرمل والحصى فيمثلان (الطبقات الخازنة).
3. يتحرك الزيت للأعلى؛ لأن كثافته أقل من كثافة الماء.
4. يتحرك النفط والغاز الطبيعي للأعلى في المصيدة؛ بسبب قلة كثافتيهما، ويستقر الغاز الطبيعي فوق النفط في المصيدة؛ لأن كثافته أقل من النفط.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سلّم تقدير.

الرقم	المعيار	4	3	2	1
1	تنفيذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبالدقة المطلوبة.				
2	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء إجراء التجربة.				
3	تفسير سلوك كل من الزيت والماء عند إضافتهما إلى المخبار المدرّج.				
4	استنتاج سلوك النفط والغاز الطبيعي في المصيدة.				

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضّحُ كيفيةَ الهجرةِ الأوليةِ للنفطِ والغازِ الطبيعي واختزانِهما في المِصيدة، وأحرصُ على أن يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

فوق الماء الموجود في مسامات الصخر، ولا يذوب فيه؛ لأن كثافة النفط أقلُّ من كثافة الماء، لذلك عندما يتحرك الماء يدفع معه النفط الذي يطفو على سطحه، ولا ينتقل النفط قطراتٍ صغيرةً منفصلة، ولكنه يتحرك سلسلة متصلة من النفط، حيث تمتلئ معظم المسامات بالنفط بدلًا من الماء، أما الغاز الطبيعي مثلُ الميثان، فإنه يهاجر مُذابًا في الماء. وينتُجُ الماء الموجود في مسامات صخور المصدر من عدة مصادر منها: تحلُّلُ المادة العضوية وارتِشاحُ الماء من سطح الأرض. ويستمر النفط والغاز الطبيعي في الهجرة حتى يصلا إلى المِصيدة. فما المِصيدة؟ وما أنواعها؟

✓ **أتحقّق:** أوضح مبررات رفض معظم العلماء تشكُّل النفط والغاز الطبيعي بحسب نظرية الأصل غير العضوي.

التجربة 1

نمذجة هجرة النفط الثانوية

يُستَخرَجُ النفطُ من أماكنَ تختلف عن تلك التي تَشكَّل فيها. فكيف يهاجر النفط من خلال مسامات الصخور الرسوبية؟ وكيف يتجمّع في المِصيدة؟

المواد والأدوات:

زيت، مِخبار مدرَّج سعة 150 mL، رمل، حصًى صغيرة، ماء.

إرشادات السلامة:

- غَسْلُ اليدَيْنِ جيّدًا بالماء والصابون بعد إجراء التجربة.
- توخي الحذر عند وضع المكوّنات داخل المخبار المدرَّج.

خطوات العمل:

1. أسكبُ 25 mL من الزيت في المِخبار المدرَّج.
2. أضيف بالتدريج كمية من الرمل فوق الزيت في المِخبار المدرَّج حتى ارتفاع 60 mL.
3. أصنعُ طبقة مكوَّنة من الحصى فوق الرمل بإضافة حصًى صغيرةٍ حتى ارتفاعٍ يصل إلى 90 mL.
4. أسكبُ الماء في المِخبار المدرَّج إلى ارتفاع 120 mL.
5. أراقِبُ المِخبار المدرَّج مدة 5 min، وأدوّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

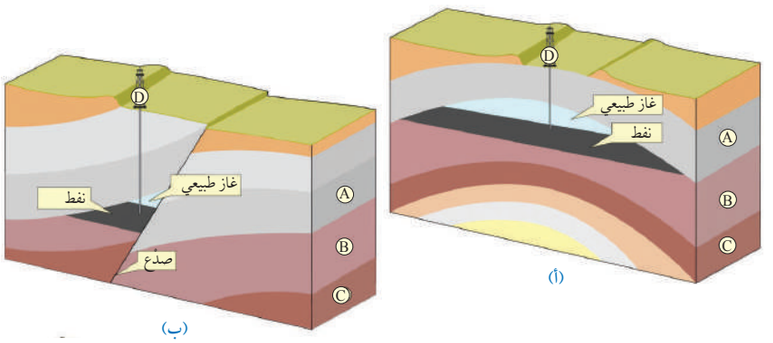
1. أتتبّع: ماذا حصل للزيت والماء في المِخبار المدرَّج؟
2. أحدّد: ماذا يمثّل كلٌّ من الزيت والرمل والحصى؟
3. **أفسّر** سلوك الزيت عند إضافة الماء في المِخبار المدرَّج.
4. **أستنتج** سلوك النفط والغاز الطبيعي في المِصيدة.

مصائد النفط والغاز الطبيعي

Oil and Natural Gas Traps

يتحرّكُ النفط والغـاز الطبيـعي في أثنـاء الهـجرة عبر مسامات الصخور حتى يصلا إلى الصخور الخازنة، ويمكِنُ أن يصلا إلى سطح الأرض، إلا أن بعض الصخور غيرِ المنفِّذة أو قليلةِ النفاذية مثل صخر الأردواز أو الغَضار تمنع تلك المواد من الاستمرار في حركتها. وتُسمّى تلك الصخورُ صخر الغطاء Cap Rock، ويُسمّى التركيبُ الجيولوجيّ الـذي يتكوّن مـن الصخور الخازنـة وصخر الغطاء التي يُحتَجَزُ النفطُ والغاز الطبيعي فيها ويُمنَعُ من الهجرة **المِصيدةَ Trap**. وتُصنَّفُ المصائدُ الحاوية على النفط والغاز الطبيعي بحسب آلية تشكُّلِها إلى:

المصائد التركيبية Structural Traps تُعَدُّ المصائدُ التركيبية من أكثر المصائد النفطية انتشارًا، حيث تتشكّل من التراكيب الجيولوجية الناتجةِ من العمليات التكتونية التي تؤدي إلى تشـوُّه الصخور، ومن هذه التراكيب الطيّاتُ والصّدوعُ التي يؤدي تشكُّلُهما إلى احتجاز النفط والغاز الطبيعي فيها. أنظر الشكل (4).



الشكـل (4): تشكّل المصـائد التركيبية نتيجةَ العمليات التكتونية التي يتعرّض لها الصخر، ومن أمثلتها:
أ - الطيات المحدَّبةُ.
ب- الصدوع.

Ⓐ صخر غطاء غير منفذ Ⓑ صخر خازن Ⓒ صخر المصدر Ⓓ بئر نفط

◄ استخدام الصور والأشكال:

المصائد التركيبية

- أوضح للطلبة قبل دراسة الشكل (4): مفهوم التراكيب الجيولوجية، والفرق بين الصدع والطية.
- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، وأخبرهم أنه يمثل إحدى مصائد النفط والغاز الطبيعي التي تتشكّل بفعل التراكيب الجيولوجية، ثم أسأل:

- ما أنواع الصخور التي تتكوّن منها المصيدة؟ صخور الغطاء، والصخور الخازنة.
- ما نوع التركيب الجيولوجي الذي يظهر في الشكل (أ)، وفي الشكل (ب)؟ في الشكل (أ): طية محدبة. وفي الشكل (ب): صدع عكسي.
- لماذا لم يستمر النفط والغاز الطبيعي بالهجرة من صخور المصدر في الأسفل إلى سطح الأرض؟ لوجود صخور كتيمة وهي صخور الغطاء.
- لماذا يقع الغاز الطبيعي فوق النفط في الشكلين (أ) و (ب)؟ لأن كثافة الغاز الطبيعي أقل من كثافة النفط.

◄ بناء المفهوم:

مصائد النفط والغاز الطبيعي

- لتوضيح مفهوم المصيدة أسأل الطلبة:

- أين يهاجر النفط والغاز الطبيعي؟ إلى الصخور الخازنة.
- ما خصائص الصخور الخازنة؟ صخور ذات مسامية ونفاذية عاليتين.
- لماذا لا يستمر النفط والغاز الطبيعي بالهجرة من تلك الصخور؟ لوجود صخور تقع فوقها صخور ذات نفاذية قليلة تمنع استمرار هجرة النفط والغاز الطبيعي.

- أخبرهم أن تلك الصخور تسمى صخور الغطاء ثم أسأل:

- ما المصطلح الذي يطلق على التركيب الجيولوجي الذي يتكون من الصخور الخازنة وصخور الغطاء؟

- أستمع لإجاباتهم، ثم أتوصل معهم إلى أنها تسمى المصيدة. ثم أخبرهم أن المصائد التي تحتوي على النفط والغاز الطبيعي تصنف بحسب آلية تشكّلها إلى: المصائد التركيبية، والمصائد الاختراقية، والمصائد الطبقية، والمصائد المركبة.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

التراكيب الجيولوجية: يسمّى التغير الذي يحدث للصخور وهي في الحالة الصلبة بسبب الإجهادات **التشوّهَ** Deformation. ويطلق على التشوهات والمظاهر التي تحدث في تلك الصخور نتيجة القوى المختلفة (الإجهادات) **التراكيب الجيولوجية** Geological Structures. ومن التراكيب الجيولوجية: الصدوع، والطيات.

تختلف الصدوع عن الطيات بأن الصدع كسرٌ يحدث في الصخور ينتج منه كتلتان صخريتان تتحركان بصورة موازية لسطح الكسر (مستوى الصدع)، وتنتج الصدوع في الصخور الهشة. ومن أنواع الصدوع التي تنتج بسبب الحركة الرأسية للكتل الصخرية: الصدوع العادية، والصدوع العكسية، أما الصدوع الجانبية فتنتج عندما تتحرك الكتلتان الصخريتان أفقيًّا على جانبي مستوى الصدع.

أما الطية فهي انثناء في الصخور نتيجة تعرضها لإجهادات مختلفة، منها: الضغط. وتنتج الطيّات في الصخور اللدنة، أو في الصخور الهشة عندما تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة نتيجة وجودها في أعماق كبيرة في باطن الأرض. ومن أنواعها: الطيات المحدبة التي يكون اتجاه التقوس فيها للأعلى، والطيات المقعرة التي يكون اتجاه التقوس فيها للأسفل.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المصائد الاختراقية

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (5)، وأسألهم:

– كيف تتشكّل المصائد الاختراقية؟ نتيجة تحرك رسوبيات إلى الأعلى بسبب قلة كثافتها نسبة إلى الصخور التي تعلوها مثل القبة الملحية.

– أوضح آلية تشكُّل القباب الملحية. عندما يصل الملح الصخري إلى أعماق كبيرة تزيد درجة الحرارة فيها على 300 °C تصبح كثافته قليلة جدًّا نسبة إلى الرسوبيات التي تعلوه، ويسلك عندها سلوكًا لدنًا؛ فيندفع إلى الأعلى مشكلًا شكل القبة.

– كيف تعد القباب الملحية مصيدة للنفط والغاز الطبيعي؟ القبة الملحية غير منفذة؛ لذا تحجز النفط والغاز الطبيعي، وتمنع حركتهما.

عمل نموذج

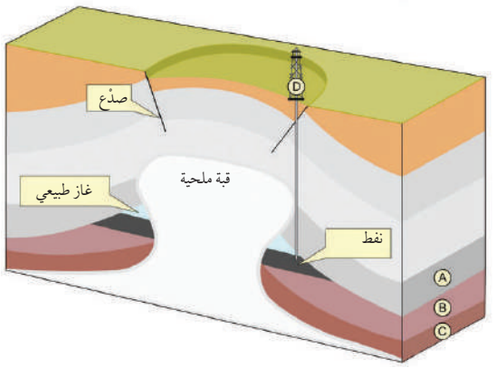
مصائد النفط والغاز الطبيعي

- أطلب إلى الطلبة عمل نموذج يمثل أحد أنواع مصائد النفط والغاز الطبيعي.
- أخبرهم أنه يمكن استخدام أية مواد وأدوات يرونها مناسبة، ويمكنني التعاون مع الطلبة في توفير المواد والأدوات التي يحتاجونها. يمكن أن يقترح الطلبة استخدام الإسفنج أو الصلصال أو الخشب في ذلك.
- أناقشهم في أفكارهم قبل تنفيذها ومدى إمكانية تنفيذها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التحليل.**

ألفت انتباه الطلبة – في أثناء دراسة الأشكال التي تتعلق بأنواع مصائد النفط والغاز الطبيعي– إلى أهمية تحليل الأشكال قبل الحكم على نوع المصيدة، وأن مهارة التحليل إحدى مهارات التفكير، وأنه يتعين عليهم في أثناء تحليل أي شكل تفحّص المعلومات، وتفكيكها إلى أجزائها الرئيسة، ثم تحديد أوجه التشابه والاختلاف بينها؛ للتوصّل إلى استنتاجات منطقية صحيحة.



الشكل (5): إحدى المصائد الاختراقية التي تتشكّل نتيجة اندفاع الكتل الملحية داخل الرسوبيات التي تعلوها بسبب قلة كثافتها نسبة إلى كثافة تلك الرسوبيات.

Ⓐ صخر غطاء غير منفذ
Ⓑ صخر خازن
Ⓒ صخر المصدر
Ⓓ بئر نفط

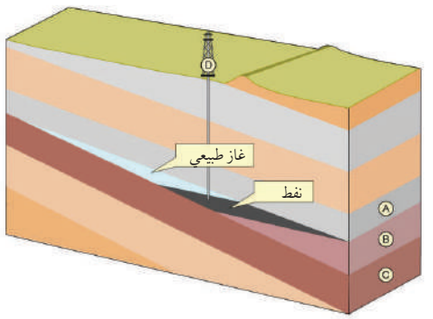
المصائد الاختراقية Diapiric Traps وهي مصائدُ تتشكّلُ نتيجة تحرّكِ رسوبيات إلى الأعلى بسبب قلة كثافتها نسبةً إلى الصخور التي تعلوها، ومن الأمثلة عليها القِبابُ الملحيّةُ، ويتميز الملح الصخري بنقصان كثافته بزيادة العمق، لذلك تتشكّل القِباب الملحية عندما يصل الملح الصخري إلى أعماق تزيد فيها درجة الحرارة على 300 °C حيث تصبح كثافته قليلة نسبة إلى الرسوبيات التي تعلوه ويسلك عند هذه الدرجة سلوكَ الموائع؛ فتندفع الكتلُ الملحية إلى الأعلى مشكِّلَةً شكلَ القبّة. وتعمل القِباب الملحية على احتجاز النفط والغاز الطبيعي ومنع حركتهما بشكلٍ مشابهٍ للمصائد التركيبية وذلك لأن الطبقة الملحية غير منفذة. أنظر الشكل (5).

المصائد الطبقية Stratigraphic Traps تتشكّلُ المصائدُ الطبقية بسبب الاختلاف في خصائص الصخور، ويمكن أن ينتُجَ الاختلافُ في خصائص الصخور في أثناء الترسيب أو بعد عملية الترسيب. فمثلًا يمكن أن تنشأ المصائد الطبقية بسبب تضاؤل سماكة طبقة من صخورٍ ذاتِ مسامية ونفاذية كبيرة مثل الصخر الرملي من أحد الجوانب، بحيث تُدمَجُ مثلًا في طبقة صخر الغَضار غير المنفِّذة.

طريقة أُخرى للتدريس

مصائد النفط والغاز الطبيعي

- أستخدم **استراتيجية الخرائط الذهنية** في عمل تلخيص للمعلومات التي تعلمها الطلبة حول مفهوم مصيدة النفط والغاز الطبيعي. فأسأل الطلبة أسئلة متنوعة حول أنواع مصائد النفط والغاز الطبيعي ومكوناتها وبعض الخصائص التي تتعلق بكل نوع، ثم أصمم خريطة ذهنية على اللوح بمساعدة الطلبة موضّحًا عليها ما تم التوصل إليه.



الشكل (6): تتشكّل المصائد الطبقية بسبب الاختلاف في خصائص الصخور.

Ⓐ صخر غطاء غير منفذ
Ⓑ صخر خازن
Ⓒ صخر المصدر
Ⓓ بئر نفط

أنظر الشكل (6). ثم يختزن النفط والغاز الطبيعي في الطبقة المسامية ذاتِ النفاذية الكبيرة داخلَ المِصيدة.

المصائد المركّبة Combination Traps العديد من مصائد النفط والغاز الطبيعي لا توجَدُ منفردة، ولكنها تتكوّن من نوعين أو أكثر من المصائد معًا ومعظم المصائد المركبة تتكوّن من المصائد التركيبية والمصائد الطبقية.

✓ **أتحقّق:** أذكر خصيصَتين تتميز بهما معظم مصائد النفط والغاز الطبيعي.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة: أستنتج** هل يُستخرَج النفط من صخور المصدر.
2. أوضّح مفهوم الوقود الأحفوري.
3. **أُقارن** بين المواد العضوية المكوِّنة للفحم الحجري والنفط من حيث نوع بقايا الكائنات الحية المكوِّنة لها.
4. أوضّح كيف تتشكّل المصائد الطبقية.
5. **أستنتج:** هل يتجمّع النفط في مِصيدة تركيبية على شكل طيّة محدَّبة، بحيث تكون الصخور الخازنة فيها صخورًا جيريّةً، وصخور الغطاء صخورًا رمليّةً؟
6. **أقارن** بين الهجرة الأولية والهجرة الثانوية للنفط وللغاز الطبيعي من حيث آليّةُ الهجرة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المصائد الطبقية

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، وأسألهم:

– ما سبب تشكّل المصائد الطبقية؟ اختلاف خصائص الصخور في أثناء الترسيب أو بعد عملية الترسيب.

– كيف تشكّل النفط في المصيدة الطبقية الظاهرة في الشكل (6)؟ بسبب تضاؤل سماكة الطبقة المنفذة (الخازنة) في الجهة اليسرى وتغطيتها بصخور غير منفذة (كتيمة)، تجمع النفط والغاز الطبيعي المتشكّل والمهاجر من صخور المصدر فيها، ولم يستطع الاستمرار في الهجرة.

◄ المناقشة:

المصائد المركبة:

- أسأل الطلبة الأسئلة الآتية:

– هل توجد المصائد بصورة منفردة فقط؟ لا، يمكن أن يندمج نوعان أو أكثر من المصائد مع بعضها.

– ماذا تسمى المصائد التي تتكوّن من نوعين أو أكثر من المصائد معًا؟ المصائد المركبة.

– ما أكثر المصائد التي يمكن أن تندمج لتشكّل مصائد مركبة؟ المصائد التركيبية، والمصائد الطبقية.

✓ **أتحقَّق:** تتميز معظم مصائد النفط والغاز الطبيعي بوجود صخور غير منفذة في الأعلى تمنع النفط والغاز الطبيعي من الحركة للأعلى، ووجود صخور منفذة وذات مسامية يتجمع فيها النفط والغاز الطبيعي.

3 التقويم

مراجعة الدرس

1. لا، لأن النفط بعد تشكُّله في صخور المصدر وبسبب الضغط الواقع عليه يهاجر إلى الأعلى أو بشكل جانبي نحو مناطق تتعرض لضغوط أقل، ويتجمع في الصخور الخازنة التي تحافظ عليه حتى يستخرج منها.

2. الوقود الأحفوري هو أحد أشكال الطاقة غير المتجدّدة التي تتشكّل من بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية. ويشمل الوقود الأحفوري أنواعًا مختلفة منها: الفحم الحجري، والنفط، والغاز الطبيعي، والصخر الزيتي.

3. يتكون الفحم الحجري من بقايا نباتات، مثل الأشجار والسرخسيات التي عاشت في الماضي، أما النفط فيتكون من بقايا كائنات حية مجهرية، مثل العوالق النباتية والحيوانية التي عاشت في المحيطات أو البحار قديمًا.

4. تتشكّل المصائد النفطية الطبقية بسبب الاختلاف في خصائص الصخور، والذي قد ينتج في أثناء الترسيب أو بعد عملية الترسيب. فمثلًا يمكن أن يتسبب تضاؤل سماكة طبقة من صخورٍ ذات مسامية ونفاذية كبيرة (مثل الصخر الرملي) من أحد الجوانب تشكل مصيدة إذا دمجت بطبقة غير منفذة من أعلى.

5. لا، لن يتجمع؛ لأن المصيدة تحتاج إلى صخور غطاء غير منفذة حتى لا يهاجر النفط من خلالها، وحتى يتجمع أسفل منها، وبما أن طبقة الغطاء مكونة من صخور رملية –وهي صخور منفذة– فسوف يهاجر النفط خلالها ولن يتجمع.

6. في الهجرة الأولية يهاجر النفط والغاز الطبيعي من صخور المصدر رأسيًّا أو جانبيًّا نحو الصخور الخازنة الموجودة في المصيدة؛ بسبب الضغط الواقع عليه، أما النفط والغاز الطبيعي والماء في الهجرة الثانوية فتهاجر جميعها في الصخور الخازنة نفسها؛ بسبب اختلاف الكثافة بينها.

الدرس 2

أنواع الوقود الأحفوري

Types of Fossil Fuels

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

أنواع الوقود الأحفوري

- أعرض على الطلبة عينات للوقود الأحفوري أو صورًا تمثل كلًّا من: النفط، والصخر الزيتي، والفحم الحجري، ورمال القار. ثم أسأل:

– ماذا تمثل هذه الصور؟ أنواعًا مختلفة من الوقود الأحفوري.

– ممّ يتكون الوقود الأحفوري؟ من تجمّع مواد عضوية.

– هل جميع أنواع الوقود الأحفوري تتكون من النوع نفسه من المواد العضوية؟ لا.

– برأيك، لماذا تختلف أنواع الوقود الأحفوري في خصائصها وإن كانت من النوع نفسه من المادة العضوية؟ بسبب تباين مقدار الضغط والحرارة اللتين يتعرض لهما.

- أوضح للطلبة أنهم سوف يتعرفون في هذا الدرس الأنواع المختلفة من الوقود الأحفوري وأسباب الاختلاف في خصائص كل منها.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

صخور المصدر

- أراجع الطلبة في مفهوم صخور المصدر وعلاقتها بمادة الكيروجين بتوجيه أسئلة متنوعة، مثل:

– ماذا نعني بصخر المصدر؟ صخر يحتوي على كمية كافية من المواد العضوية التي يمكن أن يتولّد ويتحرّر منها ما يكفي من المواد الهيدروكربونية لتكوين تراكم اقتصادي من النفط أو الغاز الطبيعي.

– ماذا تسمى المادة العضوية الموجودة في صخر المصدر؟ الكيروجين.

2 التدريس

◄ المناقشة: الكيروجين

- أراجع الطلبة بمفهوم الكيروجين، ثم أسأل:

– هل جميع المادة العضوية (الكيروجين) تتكون من النوع نفسه من المادة العضوية؟ لا، توجد أنواع مختلفة.

– ما أنواع المواد العضوية التي يمكن أن يتكوّن منها الكيروجين؟ بقايا الطحالب المائية، وبقايا العوالق النباتية والحيوانية، وبقايا النباتات.

◄ الفكرة الرئيسة:

للوقود الأحفوري أنواعٌ مختلفة، ويعتمد تشكُّلُ كلٍّ منها على نوع المواد العضوية المكوِّنة له، وكميةِ الضغط والحرارة التي يتعرّض لها، والمدة الزمنية اللازمة لتشكُّلِه.

◄ نتاجات التعلّم:

- أوضح مفهوم المَمال الحراريّ الأرضيّ.
- أحدّد علاقة الممال الحراري الأرضي بتشكّل النفط والغاز الطبيعي والصخر الزيتي.
- أفرّق بين أنواع الوقود الأحفوري.

◄ المفاهيم والمصطلحات:

الممال الحراري	Geothermal Gradient
النفط	Oil
الغاز الطبيعي	Natural Gas
الأسفلت	Asphalt
رمال القار	Tar Sands
الصخر الزيتي	Oil Shale

أنواع الكيروجين Types of Kerogen

درَستُ سابقًا أن الوقود الأحفوري يتشكّل من بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية، وأنه يشمل أنواعًا مختلفة منها: الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي. وأن المواد العضوية المكوِّنة للوقود الأحفوري تتحوّل إلى موادَّ عضويةٍ أكثرَ تعقيدًا بعد تعرُّضِها للضغط والحرارة تُسمّى الكيروجين. وتوجَدُ ثلاثةُ أنواع رئيسة من الكيروجين استنادًا إلى أصلها الذي تكوّنت منه وهي:

– الكيروجين I: يتكوّن من بقايا الطحالب المائية في بيئة بحيرية.

– الكيروجين II: يتكوّن من بقايا العوالق النباتية والحيوانية والطحالب في بيئة بحرية.

– الكيروجين III: يتكوّن من بقايا نباتات تنمو على اليابسة في بيئة قاريّة.

ويضيف بعض العلماء نوعًا رابعًا من الكيروجين هو كيروجين IV ولكنه نوع نادر وغير قادر على إنتاج النفط أو الغاز الطبيعي.

نُضْجُ الكيروجين وتشكُّل النفط

Maturation of Kerogen and Oil Formation

يمُرُّ الكيروجين بمراحلَ متتاليةٍ حتى يتحوّل إلى نفط أو غاز طبيعي، ففي البداية وعند درجات الحرارة المنخفضة التي لا تتجاوز 50°C تكون البكتيريا اللاهوائيةُ هي المسؤولةَ عن تحلل مادة الكيروجين، فتقل نِسَبُ الأكسجين والنيتروجين والكبريت فيه، وهذا يؤدي إلى زيادة تركيز المركَّبات الهيدروكربونية. ولا تُعَدُّ مادةُ الكيروجين في هذه المرحلة مادّةً ناضجة، ويقدِّرُ العلماء أنّ عُمقَ الرسوبيات الحاوية على الكيروجين في هذه المرحلة تتراوح بين (1 – 4.5) km.

– أي البيئات يمكن أن تتكوّن فيها مادة الكيروجين؟ البيئة البحرية، والبيئة البحيرية، والبيئة القارية.

- أطلب إلى الطلبة العمل ضمن مجموعات ثنائية لإعداد خريطة مفاهيمية حول أنواع الكيروجين تشتمل على: نوع الكيروجين، والمادة العضوية المتكونة منها، والبيئة المتشكّلة فيها.
- أطلب إلى بعض المجموعات عشوائيًّا عرض ما أُنجز.

◄ بناء المفهوم: تشكّل النفط

- أسأل الطلبة الأسئلة الآتية: ماذا يحدث للكيروجين في بداية تراكمه في صخور المصدر؟ يبدأ بالتحلل بوساطة البكتيريا الهوائية.

– ماذا يحدث لتركيب الكيروجين نتيجة تحلله بوساطة البكتيريا الهوائية؟ تقل نسب الأكسجين والنيتروجين والكبريت فيه، ويزداد تركيز الكربون والهيدروجين.

– ما مقدار عمق الرسوبيات الحاوية على الكيروجين ودرجة الحرارة التي يتعرض لها في بداية تشكُّل النفط والغاز الطبيعي؟ يتراوح العمق بين (1 – 4.5 km) ودرجة حرارة لا تتجاوز 50 °C تقريبًا.

– هل يعد الكيروجين ناضجًا عند درجة الحرارة 50 °C؟ لا.

الشكلُ (7): يحتوي الصخر الزيتي على مادة الكيروجين وهي مواد عضوية غيرُ ناضجة بسبب انخفاض درجة الحرارة التي تعرّضتْ لها.

ويُعَدُّ الصّخرُ الزيتي صخرًا يحتوي على مادة الكيروجين غيرِ الناضجة. أنظر الشكل (7) الذي يمثّل عِينَةَ صخرٍ زيتي تحتوي على مادة الكيروجين.

بعد هذا العُمق، تُصبِح درجة الحرارة هي المسؤولةَ عن نُضج الكيروجين اعتمادًا على **المَمال الحراريّ Geothermal Gradient** وهو مُعدَّلُ التغيّر في درجة الحرارة بزيادة العُمق، ويقدِّرُها العلماء بين °C/km (25–30)، وهي متغيّرة من منطقة إلى أخرى اعتمادًا على الظروف الجيولوجية والطبوغرافية. ويُصبح الكيروجين ناضجًا عندما ترتفع درجة الحرارة بالحدّ الكافي الذي يسمح بتولّدِ النفط ومن ثم الغاز الطبيعي. وتُسمّى عمليةُ تحوّل مادة الكيروجين المدفونة تحت الطبقات الرسوبية إلى نفط أو غاز طبيعي النضج Maturation. واعتمادًا على نُضج مادة الكيروجين العضوية وخصائص كلّ نوع، فإن الوقودَ الأحفوري يُصَنَّفُ إلى أنواع مختلفة منها: النفط.

المهن في علوم الأرض

مهندس البترول
Petroleum Geologist

يستخدِم مهندس البترول المبادئَ الجيولوجية في استكشاف مصائد النفط والغاز الطبيعي في باطن الأرض، والصخور الحاملة له، ويدرس كيفية إنتاج أكبر كميات من النفط والغاز الطبيعي، كذلك يستخدِم مهندسو البترول برامج حاسوبية للخزانات النفطية، تُحدَّد بها كميات الإنتاج المتوقَّعةِ، وأماكنِ حفر الآبار، وغيرها من الأمور المتعلقة بها.

✓ **أتحقّق:** أقارن بين نوع مادة الكيروجين I والكيروجين II من حيث نوعُ بقايا الكائنات الحية التي تكوّنت منها.

51

المهن في علوم الأرض

- أطلب إلى الطلبة قراءة فقرة (المهن في علوم الأرض) حول مهنة مهندس البترول.
- أناقشهم في محتوياتها، وأتوصل معهم إلى أهمية مهنة مهندس البترول والأعمال التي يقوم بها.
- أطلب إلى الطلبة كتابة فقرة قصيرة حول هذه المهنة، أو إحضار صور تمثلها، ثم أعرضها على لوحة الصف.

◄ تعزيز:

المَمال الحراري

- أستخدم **استراتيجية التعلّم المقلوب** لتدريس مفهوم المَمال الحراري (Geothermal Gradient).
- أزوّد الطلبة قبل الحضور إلى الصف بملف يحتوي على شرح مدعّم بالصور والأشكال التوضيحية حول مفهوم المَمال الحراري، وأطلب إليهم الاطلاع عليه وقراءته بتمعن.
- أناقش الطلبة في مفهوم المَمال الحراري بداية الحصة قبل البدء بموضوع نضج الكيروجين.

◄ المناقشة:

نضج الكيروجين

- أستخدم **استراتيجية العصف الذهني** لتدريس مفهوم نضج الكيروجين. فأسأل الطلبة:
  - ما المسؤول عن نضج مادة الكيروجين؟
  - متى يصبح الكيروجين ناضجًا؟
- أستمع لإجابات الطلبة، وأسجلها على اللوح.
- أناقش الطلبة في إجاباتهم للتوصل إلى أن: درجة الحرارة هي المسؤولة عن نضج الكيروجين، ويعد الكيروجين ناضجًا عندما ترتفع درجة الحرارة إلى الحدّ الكافي لتولّد النفط ثم الغاز الطبيعي.
- ألفت نظر الطلبة إلى الشكل (7) الذي يمثل عينة من الصخر الزيتي، وأخبرهم أن الصخر الزيتي يحتوي على الكيروجين غير الناضج؛ بسبب انخفاض درجة الحرارة التي تعرض لها الصخر الزيتي.

✓ **أتحقّق:** يتكوّن (الكيروجين I) من بقايا الطحالب المائية في بيئة بحيرية، أما (الكيروجين II) فيتكوّن من بقايا العوالق النباتية والحيوانية والطحالب في بيئة بحرية.

◄ قراءة الجداول:

مكونات النفط

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم أسألهم:

– ما أكثر العناصر وفرة في تركيب النفط؟ الكربون.

– ما النسبة المئوية للهيدروجين في النفط؟ تتراوح ما بين %(14–10).

– ما نسبة المواد الهيدروكربونية المكوّنة للنفط؟ تتراوح ما بين %(99–93).

– ما الفلزات التي يمكن أن توجد في النفط؟ النحاس، والنيكل، والفانيديوم، والحديد.

– لماذا تختلف نسب كل عنصر من العناصر المكونة للنفط؟ بسبب اختلاف أنواع النفط.

◄ بناء المفهوم:

البترول

- أستخدم **استراتيجية الطاولة المستديرة** في تدريس مفهوم البترول، فأوزع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّه السؤال الآتي إلى كل مجموعة:

– أكتب معلومة أعرفها عن البترول.

- أطلب إلى الطلبة تمرير السؤال في ما بينهم، وتكرار ذلك حتى أشير إليهم بالتوقف.
- أطلب إلى المجموعات مناقشة ما توصلوا إليه ضمن المجموعة، ثم عرض ما يتوصلون إليه أمام باقي المجموعات. يجب أن يتوصل الطلبة إلى أن: البترول خليط معقّدٌ من المواد الهيدروكربونية يتشكّل في الطبيعة، وهو يشمل: النفط، والغاز الطبيعي، ورمال القار، والأسفلت.

أخطاء شائعة

قد يظن بعض الطلبة خطأً أن البترول هو فقط الحالة السائلة من الوقود الأحفوري؛ لذا أوضح لهم أن البترول يشمل المواد الهيدروكربونية في الحالات الثلاث: السائلة، والغازية، والصلبة. ولكن الشائع أنه يطلق على الحالة السائلة (النفط).

الجدول (1): العناصر المكوّنة للنفط بحسبِ نِسَبِها المئوية.

العنصر	النسبة (%)
الكربون	83 - 85
الهيدروجين	10 - 14
النيتروجين	0.1 - 2
الأكسجين	0.05 - 1.5
الكبريت	0.05 - 6.0
عناصر فلزية	< 0.1

البترول Petroleum

البترول خليط معَقَّدٌ من المواد الهيدروكربونية يتشكّل في الطبيعة، يوجَدُ البترولُ بالحالة السائلة أو الغازية أو الصُّلبة، ولكنه يُطلَقُ غالبًا على الحالة السائلة من المواد الهيدروكربونية، ويتكوّن البترول من النفط والغاز الطبيعي والقار والأسفَلت.

النفط Oil

النفط Oil هــو الحــالة السائلة من البترول، ويتباين لونُه بحسب تركيبه من اللون الأسود إلى الأسود البنّي أو الأسود المُصْفَرّ، ويُسمّى أيضًا النفطَ الخام Crude Oil. أنظر الشكل (8). يمثّل الجـدول (1) التركيب الكيميائي للنفط، حيث يتشكّل من المواد الهيدروكربونيـة وتختـلف نسبها بحسب نـوع النفط. كذلك يحتـوي على نسبـة من النيتروجين والأكســجين والكبريت. ويمكن أن يحتـوي على نسبة قليلة من عناصر فلزيةٍ مثل النحاس والنيكل والفانيديوم والحديد.

الشكل (8): عينة من النفط الخام مستخرجة من أحد آبار النفط.

◄ استخدام الصور والأشكال:

النفط

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم أسألهم الأسئلة الآتية:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟ نفط.

– ما النفط؟ الحالة السائلة من البترول.

– هل يوجد النفط باللون الأسود فقط؟ لا، يمكن أن يوجد باللون الأسود البنّي أو الأسود المصفرّ.

– لماذا يوجد النفط بألوان مختلفة؟ بسبب اختلاف نسب المواد المكوّنة له.

- أخبر الطلبة أن النفط يسمى أيضًا النفط الخام.

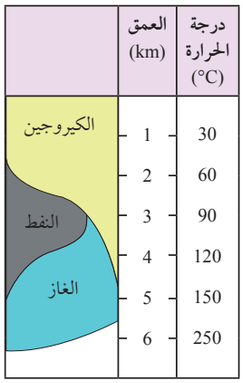
يتولّد النفط من الكيروجين عند دفنِه في أعماق كبيرة نتيجة ارتفاع درجة الحرارة، وقد توصّل العلماء عن طريق الدراسات التجريبية إلى أنّ تولُّدَ النفط من الكيروجين يحدُثُ عند درجات حرارة تتراوح بين 60–120) °C). أنظر الشكل (9).

الغاز الطبيعي Natural Gas

الغاز الطبيعي Natural Gas هو الحالة الغازية من البترول، يُسمّى أيضًا الغازَ الأحفوريَّ. وهو غاز عديم اللون والرائحة يتكون بشكل أساسي من الميثان (CH_4)، وكميات أقلّ من الإيثان (C_2H_6) والبروبان (C_3H_8)، وقد يحتوي على نِسَبٍ قليلة من ثاني أكسيد الكربون، والأكسجين أو النيتروجين، أو كبريتيد الهيدروجين. ويمثّل الجدول (2) التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي ونِسَبَ مكوّناته الرئيسة.

يتوافر الغاز الطبيعي مصاحبًا للنفط في مِصيدة النفط، أو منفردًا، وقد توصّل العلماء إلى أن الغاز الطبيعي يتولّد من الكيروجين عند درجات حرارة تتراوح تقريبًا بين 225 – 120) °C). أنظر الشكل (9). وفي الغالب، فإن النفط والغاز الطبيعي يتولدان من الكيروجين II. أنظر الشكل (10) الذي يمثّل أحدَ آبار الغاز الطبيعي.

الشكل (9): درجات الحرارة والعمق الذي يتولّد فيهما النفط والغاز الطبيعي.



العمق (km)	درجة الحرارة (°C)
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150
6	250

الجدول (2): التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي

العنصر	النسبة (%)
الميثان CH_4	70 – 90
الإيثان C_2H_6	0 -20
البروبان C_3H_8	
البيوتان C_4H_{10}	
ثاني أكسيد الكربون CO_2	0 -8
الأكسجين O_2	0 - 0.2
النيتروجين N_2	0 - 5
كبريتيد الهيدروجين H_2S	0 - 5
غازات أخرى He, Ne	0 - 2

الشكل (10): إحدى آبار الغاز الطبيعي بعد استكمال استكشافه وتجهيزه للإنتاج.

أخطاء شائعة

قد يظن بعض الطلبة خطأً أن الغاز الطبيعي هو نفسه غاز المنازل؛ لذا أوضح لهم أن الغاز الطبيعي يتكوّن معظمه من غاز الميثان (CH_4)، أما غاز المنازل فيتكوّن من غازي: البروبان (C_3H_8)، والبيوتان (C_4H_{10}).

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا البيئية: التوازن البيئي**

أخبر الطلبة أثناء مناقشة مفهوم الغاز الطبيعي أن حرق الوقود الأحفوري بجميع أنواعه يسبب تلوث البيئة، ولكن تختلف نسب الملوثات بحسب نوع الوقود الأحفوري، وأن استخدام الغاز الطبيعي بدل النفط أو الفحم الحجري في محطات توليد الطاقة الكهربائية يعد الأفضل من حيث كميات الملوثات الناتجة من حرقه ومدى الضرر الذي قد يلحقه بالبيئة؛ لذا فإن استخدام الغاز الطبيعي عوضًا عن أنواع الوقود الأحفوري الأخرى هو الأفضل للمحافظة على التوازن البيئي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

النفط والغاز الطبيعي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9)، ثم أسألهم الأسئلة الآتية:

– ماذا يمثل الشكل؟ درجات الحرارة والعمق الذي يتولّد فيهما كل من النفط والغاز الطبيعي.

– ما العلاقة بين درجة الحرارة والعمق؟ علاقة طردية.

– أيهما يحتاج إلى درجة حرارة وعمق أكبر ليتولد، النفط أم الغاز الطبيعي؟ الغاز الطبيعي.

– ما المادة العضوية التي يتولد منها النفط والغاز الطبيعي؟ الكيروجين.

– ما الأعماق التي يتولد عندها النفط؟ تتراوح ما بين (2–4.5) km تقريبًا.

– ما درجات الحرارة التي يتولد عندها الغاز الطبيعي؟ تتراوح ما بين (90–250) °C تقريبًا.

◄ قراءة الجداول:

التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (2) الذي يمثل التركيب الكيميائي للغاز الطبيعي، ثم أسألهم:

– ما أكثر المواد وفرة في تركيب الغاز الطبيعي؟ غاز الميثان.

– ما الغازات الهيدروكربونية الأخرى المكوّنة للغاز الطبيعي؟ الإيثان، البروبان، البيوتان.

– ما الغازات الأخرى التي يتكوّن منها الغاز الطبيعي؟ ثاني أكسيد الكربون، والأكسجين، والنيتروجين، وكبريتيد الهيدروجين.

– ما تأثير اختلاف نسب المواد المكوّنة للنفط؟ تؤدي إلى اختلاف أنواع الغاز الطبيعي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الغاز الطبيعي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10)، ثم أسألهم الأسئلة الآتية:

– ماذا يمثل الشكل؟ إحدى آبار الغاز الطبيعي.

– أي من مراحل استكشاف الغاز الطبيعي يمثل هذا الشكل؟ يمثل المرحلة النهائية بعد استكمال استكشاف الغاز الطبيعي، حيث تُجهَّز البئر للإنتاج.

◄ بناء المفهوم:

الأسفلت

- أستخدم **استراتيجية التعلم المقلوب** لتوضيح مفهوم الأسفلت.
- أزوّد الطلبة بملخص يمثل معلومات وصورًا عن مادة الأسفلت (البتيومين) قبل تنفيذ الدرس.
- أناقشهم في مفهوم الأسفلت بتوجيه أسئلة عدة، منها:
  - ما الأسفلت؟ أحد أنواع الوقود الأحفوري غير التقليدية، يتكوّن من بقايا موادّ هيدروكربونيةٍ عالية اللزوجة.
  - ما الحالة الفيزيائية للأسفلت؟ الحالة شبه السائلة إلى الحالة الصّلبة.
  - ما لون الأسفلت؟ ما بين اللون البني والأسود.

◄ تعزيز: تشكّل الأسفلت

- أمهد للموضوع بتذكير الطلبة بأن الوقود الأحفوري بأنواعه المختلفة يتشكل من مادة الكيروجين، وأن النفط والغاز الطبيعي قد تشكّلا نتيجة رفع درجة الحرارة المؤثرة في الكيروجين، ما أدى إلى زيادة تركيز المواد الهيدروكربونية.
- أسأل الطلبة:
  - لماذا يتشكّل الأسفلت بدلًا من تشكُّل النفط أو الغاز الطبيعي؟
  - كيف يتشكّل الأسفلت؟
- أطلب إلى الطلبة ضمن مجموعات التفكير في الإجابة عن السؤالين، وأمنحهم عدة دقائق للإجابة.
- أناقش الطلبة في ما توصلوا إليه باستخدام منظم تخطيطي يمثل كيفية تشكُّل الأسفلت.

يجب أن يشير المنظم التخطيطي إلى أن الأسفلت يمكن أن يتشكّل إما في صخور المصدر أو في الصخور الخازنة، وأنه إذا تشكّل في صخور المصدر فإنه قد يتشكّل قبل تولد النفط؛ بسبب التحلل الحيوي (البيولوجي) بوساطة البكتيريا لمادة الكيروجين، أو بعد تشكُّل النفط عندما يصل النفط إلى الشقوق؛ بسبب تحرر المواد المتطايرة من النفط. أما في الصخور الخازنة فإنه يتشكّل عندما يتسرب النفط بالقرب من سطح الأرض وتتبخّر المواد الهيدروكربونية الخفيفة منه، أو بسبب زيادة نشاط البكتيريا المحللة للمواد الهيدروكربونية المكوّنة له وزيادة تركيز المواد الهيدروكربونية الصّلبة.

الأسفَلت Asphalt

الأسفَلت Asphalt ويُسمّى أيضًا البتيومين Bitumen. ويُعَدُّ أحدَ أنواع الوقود الأحفوري غيرِ التقليدية، وهو بقايا موادَّ هيدروكربونيةٍ عالية اللزوجة، تكون في الحالة شِبْهِ السائلة إلى الحالة الصُّلبة، ولونُه بين البني والأسود. أنظر الشكل (11). قد يتشكّل الأسفَلت في صخور المصدر أو في الصخور الخازنة بعد هجرة النفط. ففي صخور المصدر قد يتشكّل الأسفَلت قبل تولّد النفط في أثناء مراحل تطور المادة العضوية التي تحدُث بعد عملية دفنها، بسبب التحلل البيولوجي بوساطة البكتيريا لمادة الكيروجين، ويمكن أن ينتجَ الأسفَلتُ أيضًا بعد تولد النفط عند وجود شقوق أو صدوع، حيث يتحرك النفط نحو سطح الأرض خلالها؛ فتتحرر المواد المتطايرة، وتتبخر المواد الغازية وتتركز مادة الأسفَلت، وكلّما زادت عمليات التحلل، يصبح الأسفَلتُ أكثرَ صلابةً. أما تكوُّن الأسفَلت في الصخور الخازنة، فينتُج من تسرُّب النفط نحو الأعلى وتبخّر المواد الهيدروكربونية الخفيفة منه أو بسبب زيادة نشاط البكتيريا المحلّلة للمواد الهيدروكربونية المكوّنة له وزيادة تركيز المواد الهيدروكربونية الصّلبة.

أبحثُ:
يوجَدُ الأسفَلت إما طبيعيًّا في بعض صخور القشرة الأرضية، وإما صناعيًّا نتيجة عمليات تكرير النفط، وتُنتج مِصفاة البترول عَبْر وحدة متخصّصة 100 ton يوميًّا من الأسفَلت تقريبًا. يستخدَمُ الأسفَلت الطبيعي والصناعي في رصْف الطرق بالخَلطَة الأسفَلتية. أبحث عن استخداماتٍ أخرى للأسفَلت، وأنشئ عرضًا تقديميًّا يوضح تلك الاستخدامات مُدَعَّمًا بالصّوَر.

الشكل (11): عينة تمثّل أسفَلتًا متكشّفًا أعلى سطح الأرض.
أحدد: ما الحالة الفيزيائية للأسفَلت؟

حل سؤال الشكل (11):

يوجد الأسفلت في الحالة شبه السائلة إلى الحالة الصّلبة.

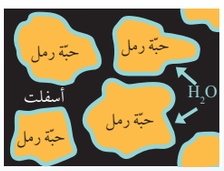
أبحث:
أتابع الطلبة في أثناء إعداد العرض التقديمي، وأطلب إلى بعضهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن. ومن الاستخدامات التي قد يتطرق إليها الطلبة في عروضهم التقديمية: يستخدم الأسفلت في مجالات عدة، منها: استخدام الأسفلت شبه الصلب في الخلطات الأسفلتية التي يُستخدَم في تعبيد الطرق، واستخدام الأسفلت السائل في ربط الطبقات الأسفلتية مع بعضها البعض، كما يستخدم كمادة عازلة في السطوح والجدران، ويُستخدَم أيضًا في الصناعات مثل بطاريات شحن السيارات والهواتف.

رمال القار Tar Sands

تتكـوّن رمـال القـار Tar Sands التـي تُسـمّى أيضًـا الرمـال النفطية مـن صخـور رمليـة تحتـوي داخلهـا علـى مـوادَّ هيدروكربونيـةٍ ثقيلـة (الأسـفَلت). أنظر الشـكل (12) الـذي يمثّل أحدَ تكشُّـفات رمال القار. وتكـون الحُبَيبـات المعدنيـة المكونـة لرمـال القـار محاطةً بغشـاء رقيق مـن المـاء، وتوجَـدُ بينهـا مـادةُ الأسـفَلت. أنظـر الشـكل (13). وتقـدَّرُ نسـبة مـادة الأسـفَلت فـي رمـال القـار بحوالـي 10% مـن كتلـة الصّخـر الرملـي. ويفسِّـرُ العلمـاء تشـكُّلَ رمـال القـار نتيجـة هجـرة النفـط إلـى خزانـات مكوَّنـة مـن الصخـر الرملـي توجـدُ علـى أعمـاق ضَحْلـة أقـلَّ مـن 2 km ودرجـات حـرارة أقلَّ من 80 °C بحيـث أصبح النفـط عُرضةً للتحلـل الحيـوي (البيولوجـي) بوسـاطة البكتيريـا الهوائيـة مـا أدى إلى مزيـد مـن تحلّـل المـواد الهيدروكربونية الخفيفـة والمتوسـطة وتطايرها وترسـيب المـواد الهيدركربونيـة الثقيلـة بيـن حُبَيبـات الرمل.

الشـكل (13): تتوافـر مـادة الأسـفَلت فـي رمـال القـار بيـن حُبَيبـات الرمـل.

أسـتنتِجُ فائـدة طبقـة المـاء الرقيقـة حـول حُبيبـات الرمـل فـي عمليـة استخلاص البتـرول من رمـال القـار.



الشـكل (12): تتكشّـف رمـال القـار بالقـرب مـن سـطح الأرض.

✓ **أتحقّق:** ما مكونات البترول؟

حل سؤال الشكل (13):

وجود طبقة الماء الرقيقة حول الحبيبات يسهل عملية استخلاص النفط من رمال القار، إذ يقلل من تلاصق النفط بالحبيبات.

✓ **أتحقّق:** يتكوّن البترول من مواد هيدروكربونية بأشكال عدة هي: النفط، والغاز الطبيعي، والقار، والأسفلت.

◄ استخدام الصور والأشكال:

رمال القار

- أطلب إلى الطلبة دراسة الشكل (12)، ثم أسألهم:

– ماذا يظهر في الصورة؟ تكشفات لرمال القار على سطح الأرض.

– ما لون رمال القار؟ أسود.

– لماذا سُمّيَت رمـال القار بهذا الاسـم؟ لأنها تتكوّن من صخور رملية يوجد بين حبيباتها أسفلت.

تركيب رمال القار

- أطلب إلى الطلبة دراسة الشكل (13)، وأخبرهم أن الشكل يمثل عينة من صخور رمال القار، ثم أسأل:

– مِمّ تتكوّن رمال القار الظاهرة في الصورة؟ من حبيبات رملية يحيـط بها غشاء رقيق من الماء، وتوجـد مـادة الأسفلت بين حبيبات الرمل.

– لماذا توجد مادة الأسفلت بين حبيبات الرمل وليس النفط؟ بسبب قـرب الصخـور الرمليـة من سطـح الأرض، ما يؤدي إلى تطايـر المـواد الهيدروكربونية الخفيفة وبقاء المواد الهيدروكربونية الثقيلة التي تمثل الأسفلت.

◄ المناقشة:

تشكُّل رمال القار

- أسأل الطلبة:

– كيف تتشكّل رمـال القـار؟ عندمـا يهاجر النفط إلى خزانات مكوّنة من الصخر الرملي توجد على أعماق ضحلة أقلّ من 2 km ودرجات حرارة أقلّ من 80 °C فإنه يصبـح عرضةً للتحلل الحيـوي (البيولوجي) بوساطة البكتيريا الهوائيـة، فيتحلل وتتطايـر المـواد الهيدروكربونية الخفيفة والمتوسطة، وتترسب المواد الهيدروكربونية الثقيلة بين حبيبات الرمل.

◄ بناء المفهوم:

الصخر الزيتي

- أستخدم **استراتيجية ثنائي – مربع** في توضيح مفهوم الصخر الزيتي، فأوزّع على الطلبة **ورقة العمل (2)** الموجودة في الملحق.
- أطلب إلى الطلبة حل أسئلة ورقة العمل (2) فرادى، ثم مناقشة الإجابات مع أحد زملائهم/ إحدى زميلاتهم في الصف.
- أطلب إلى المجموعة الثنائية مناقشة إجاباتها مع مجموعة ثنائية أخرى مشكّلين ثنائيًّا مربعًا من مجموعتين ثنائيتين.
- أناقش المجموعات كافة بإجابات الأسئلة؛ للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

- أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأوضح لهم المطلوب من النشاط، وأبيّن أن عليهم الحصول على صور وأشكال توضيحية أو مقاطع يوتيوب تتعلق بأنواع الوقود الأحفوري، ومميزات كل نوع، وكيفية تشكُّله، وتصميم فيلم قصير منها يوضح هذه الأنواع، وبعد الانتهاء من صنع الفيلم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهم في الصف.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker)، ويمكنني الاستعانة بمعلم/ معلمة الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

✓ **أتحقّق:** يتشكّل الصخر الزيتي في بيئات مختلفة: بحرية، أو قاريّة، أو بحيرية.

الصّخر الزيتيّ Oil Shale

الصّخر الزيتيّ Oil Shale هو أحدُ صخور المصدر التي لم تُدفَنْ بعُمْقٍ كافٍ لتنضُجَ، وتتكوّن غالبًا من صخر الغَضار الذي يحتوي على كمية كبيرة من الكيروجينَ. وعلى الرغم من أن تلك الصخورَ قد تحتوي على المواد الهيدروكربونية، إلا أنه يجب تسخينُها على درجات حرارة تصل ما بين 400 – 500 °C ليحدُثَ لها انحلالٌ حراريّ ليتمّ توليدُ النفط والغاز الطبيعي من الكيروجين الموجود فيها. أنظر الشكل (14)، الذي يمثّل عمليات استخراج الصخر الزيتي من أماكن وجوده.

يتشكّلُ الصّخر الزيتيّ في بيئات مختلفة بحْرية أو قاريّة أو بُحيرية، ولا يوجد تركيب كيميائي محدَّد لمادة الكيروجين المكوِّنة له؛ وذلك لأن بقايا الكائنات الحية التي تكونت منها بعضُها نباتات نمت على اليابسة، وبعضُها كائنات بحرية مِجهرية نباتية أو حيوانية، ومع ذلك فإن جميع أنواع الكيروجين تتكوّن بشكل رئيسي من المواد الهيدروكربونية.

وغالبًا ما يتم تصنيفُ الصخر الزيتي بحسبِ المحتوى المعدني إلى ثلاثة أنواع رئيسة: الصخر الزيتي الغني بالكربونات، والصخر الزيتي الغني بالمواد السيليكاتية، والصخر الزيتي الشّمعي ذو الأصل القاري الغني بالمواد العضوية النباتية.

✓ **أتحقّق:** أحدد البيئات التي يمكن أن يتشكّل فيها الصخر الزيتي.

أبحثُ:
مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أحدد الاختلاف بين خصائص الصخر الزيتي ورمال القار، ثم أكتب تقريرًا وأعرض نتائجه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلام (movie maker) يوضّحُ أنواعَ الوقود الأحفوري، ومميّزات كل نوع، وكيفية تشكُّله. وأحرصُ على أنْ يشمل الفيلمُ صورًا توضيحية، ثمّ أشاركُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الشكل (14): يُستخرَجُ الصخرُ الزيتيُّ من أماكن وجوده بطرائق مختلفة، ثم يتم الاستفادة منه.

أبحث:
أتابع الطلبة في أثناء إعداد العرض التقديمي، وأطلب إلى بعضهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهم. سوف يتوصل الطلبة إلى الآتي: يختلف الصخر الزيتي عن رمال القار، إذ إن الصخر الزيتي صخر رسوبي يحتوي على مواد عضوية (الكيروجين)، ويُستخرَج النفط الصخري منه بالتسخين، أما رمال القار فهي صخور رملية تحتوي على مادة الأسفلت في مساماتها، وتحتاج أيضًا إلى التسخين لاستخراج النفط منها.

التجربة 2

أنواع الوَقود الأحفوري

تختلف أنواع الوقود الأحفوري اعتمادًا على مصدرها، ومقدار درجات الحرارة التي تعرّضت لها في أثناء تشكُّلها. فما خصائصُ بعض أنواع الوقود الأحفوري؟

المواد والأدوات:

عينات لأنواع مختلفة من الوقود الأحفوري تشمل: (نفطًا خامًا، وصخرًا زيتيًا، وأسفلتًا، ورمال القار)، ولهب بنسن.

إرشادات السلامة:

- غسلُ اليدَيْن جيّدًا بالماء والصابون بعد إجراء التجربة.
- توخي الحذر عند وضع المكوّناتِ داخلَ الكؤوس الزجاجية.

خطوات العمل:

1- أتفحّص العينات التي تمثّل الوقود الأحفوري، وأُحَدِّدُ خصائص كلّ نوع من حيث: اللّون، والحالة الفيزيائية، والرائحة.

2- **ألاحِظ** المادة العُضويّة السوداء اللّون في عينة رمال القار.

3- **ألاحظ** احتراقَ عينة الصخر الزيتي عند تقريب طرَف العينة من لهب بنسن المشتعل بإشراف معلّمي/معلّمتي.

4- أتفحّص لزوجة كلّ من النفط الخام والأسفلت.

التحليل والاستنتاج:

1- **أصنّف** العينات من حيثُ الحالةُ الفيزيائية.

2- أصِفُ: ماذا حصل لعينة الصخر الزيتي عند حرقِها؟

3- **أقارن** بين لُزوجَة النفط الخام والأسفلت.

الفحم الحجريّ Coal

درست سابقًا أن الفحم الحجريّ يتشكّل من تحلّلِ بقايا نباتات دُفِنت بعد موتِها تحت طبقات مختلفة من الصخور الرسوبية بعيدةٍ عن الأكسجين، وأنه اعتمادًا على مقدار درجة الحرارة والضغط التي تتعرض لها تلك البقايا تتشكّلُ أنواعٌ مختلفة من الفحم الحجري. فما مراحلُ تشكُّلِ الفحم الحجري؟ وما خصائص كلِّ نوع منها؟

يُقسَمُ الفحمُ الحجريّ أربعة أقسام:

الخُثُّ Peat

يتكوّن الخُثُّ في المرحلة الأولى من مراحل تشكُّلِ الفحم الحجري عند درجات حرارة وضغط منخفضة نسبيًّا، ويتكوّن الخُثّ من بقايا نباتات متحلّلة جزئيًّا حيث تظهر فيه بقايا الجذور والأفرع. أنظر الشكل (15).

الشكل (15): يمثّل فحمُ الخُثِّ المرحلة الأولى من مراحل تشكُّلِ الفحم الحجريّ.

◄ بناء المفهوم: أنواع الفحم الحجري

- أستخدم صورًا أو مقطعًا مرئيًّا (فيديو) يمثل كيفية تشكُّل الفحم الحجري، أو أستخدم الشكل (1) لتذكير الطلبة بكيفية تشكُّل الفحم الحجري.ثم أسأل الطلبة:

– كيف يتشكّل الفحم الحجري؟ عندما تموت النباتات (مثل الأشجار في المستنقعات) وتدفن، فإنها تتحلل بعيدًا عن الأكسجين، فيتشكّل الفحم الحجري.

– ما العوامل المؤثرة في تشكُّل الأنواع المختلفة من الفحم الحجري؟ التغير في درجة الحرارة والضغط المؤثر في بقايا النباتات المدفونة في باطن الأرض.

– ما أنواع الفحم الحجري؟ الخث، واللغنيت، والفحم البتيوميني، والأنثراسيت.

◄ استخدام الصور والأشكال: الخث

- أطلب إلى الطلبة تأمل الشكل (15) الذي يمثل الخُث، ثم أسأل:

– ما نوع الفحم الحجري الذي يظهر في الصورة؟ الخُث.

– ما خصائص الخُث؟ يتميز باحتوائه على بقايا نباتات متحللة جزئيًّا، وميلان لونه إلى اللون البني.

– في أي مرحلة من مراحل تشكُّل الفحم الحجري يتشكل الخُث؟ في المرحلة الأولى.

التجربة 1

أنواع الوقود الأحفوري

زمن التنفيذ: 20 min.

الهدف: تمييز أنواع الوقود الأحفوريّ من خصائص كل نوع.

المهارات العلمية: الملاحظة، والتصنيف، والمقارنة.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند وضع المكوّنات داخل الكؤوس الزجاجية، وأطلب إليهم غسل اليدين جيّدًا بالماء والصابون بعد إجراء التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أطلب إلى الطلبة استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية لكتابة إجاباتهم.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات لتنفيذ التجربة، وأوفّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة قبل البدء بالتجربة.

النتائج المتوقعة: توصُّل الطلبة إلى أن أنواع الوقود الأحفوري مختلفة في خصائصها؛ فالصخر الزيتي ورمال القار في الحالة الصلبة، والأسفلت يمكن أن يكون في الحالة الصلبة وشبه السائلة، أما النفط ففي الحالة السائلة، وأنها جميعها تحتوي على مواد هيدروكربونية.

التحليل والاستنتاج:

1. الصخر الزيتي ورمال القار في الحالة الصلبة، النفط في الحالة السائلة، والأسفلت قد يوجد في الحالة الصلبة أو شبه السائلة.
2. عند حرق عينة من الصخر الزيتي سوف تشتعل أطراف العينة، وينتج دخان من الحرق؛ بسبب احتوائها على مادة الكيروجين.
3. النفط الخام أقل لزوجة من الأسفلت، وقد يكون الأسفلت في الحالة شبه السائلة.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.
أداة التقويم: سلّم تقدير عددي.

الرقم	المعيار	4	3	2	1
1	تنفيذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبالدقة المطلوبة.				
2	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء إجراء التجربة.				
3	وصف أنواع الوقود الأحفوري من حيث الحالة الفيزيائية.				
4	استنتاج أن الصخر الزيتي يحتوي على مواد هيدروكربونية قابلة للاشتعال.				

◄ استخدام الصور والأشكال:

اللغنيت

- أطلب إلى الطلبة تأمل الشكل (16) الذي يمثل اللغنيت، ثم أسأل:

- ما نوع الفحم الحجري الذي يظهر في الصورة؟ اللغنيت، ويسمى أيضًا الفحم البني.
- بماذا يختلف اللغنيت عن الخُث؟ يحتوي على نسبة أعلى من الكربون، وكمية أقل من بقايا النباتات، ولونه بنيّ غامق يميل إلى اللون الأسود.
- أيهما أكثر صلابة؛ الخُث أم اللغنيت؟ اللغنيت.
- أقارن بين اللغنيت والخُث من حيث تأثير درجة الحرارة والضغط في أثناء تشكُّلهما والصلابة. اللغنيت يتعرض إلى درجة حرارة وضغط أكبر مما يتعرض له الخُث، وهو أكثر صلابة منه.

◄ المناقشة:

الفحم البتيومين والأنثراسيت

- أسأل الطلبة الأسئلة الآتية:

- أي نوعي الفحم الحجري يتشكّل في المرحلة الأخيرة؛ الفحم البتيومين أم الأنثراسيت؟ الأنثراسيت.
- أيّها يحتوي نسبة كربون أكبر؛ الفحم البتيومين أم الأنثراسيت؟ الأنثراسيت.
- يمتاز الأنثراسيت بصلابة أكبر من الفحم البتيومين، كيف يمكن تفسير ذلك؟ لأن الأنثراسيت يتعرض إلى حرارة وضغط أكبر من الفحم البتيومين، وتكون نسبة الكربون فيه أكبر؛ لذلك يكون أكثر صلابة.
- ماذا يستفاد من الفحم البتيومين؟ يصنع منه فحم الكوك الذي يستخدم في صناعة الحديد الصّلب.

ورقة العمل (3)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (3) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

الشكل (16): عينة تمثل فحم اللغنيت (الفحم البني).

اللّغنيت Lignite

بزيادة الضغط والحرارة يتحوّل الخُثُّ إلى نوع آخرَ من الفحم الحجري يُسمّى اللّغنيتَ، ويُسمّى أيضًا الفحمَ البُنيَّ. يحتوي اللغنيت على نِسبة كربون أعلى من الخُثّ، ويكون أكثر صلابة منه، ولكنه لا يزال يحتوي على نِسبة كبيرة من بقايا النباتات المتحلّلة جزئيًّا. ويشكّل فحم اللّغنيت النسبة الأعلى من الاحتياطي العالمي من الفحم الحجري. أنظر الشكل (16).

الفحم البتيومين Bituminous Coal

مع زيادة درجة الحرارة والضغط، وبمرور الزمن يتكوّن الفحم البتيومين، يحتوي هذا النوعُ من الفحم على نِسبة من الكربون تصِل إلى 86%، ويتمّ حرقُ الفحم البتيومين في مراجلَ صناعيةٍ لصنع فحم الكوك Coke وهو فحم معالَجٌ يُستَخدَمُ في صناعة الحديد الصُّلب. أنظر الشكل (17 / أ).

الأنثراسيت Anthracite

يُعَدُّ فحمُ الأنثراسيت المرحلةَ الأخيرة من مراحل تشكُّلِ الفحم الحجري؛ لذلك يستغرِق تشكُّلُه مدة زمنية طويلة نِسبة إلى الأنواع الأخرى من الفحم الحجري. ويحتاج الأنثراسيت إلى درجات حرارة وضغط عاليَين. ونتيجة لذلك فهو يُعَدُّ أقسى أنواع الفحم الحجري، ويتكوّن معظمُه من الكربون. وعند حرق فحم الأنثراسيت يُنتِجُ كميّةً كبيرة من الحرارة. أنظر الشكل (17/ ب).

✓ **أتحقّق:** أفسّر سبب صلابةِ الأنثراسيت نِسبة إلى باقي أنواع الفحم الحجري.

الشكل (17) أنواعٌ من الفحم الحجري.

أ- الفحم البتيومين

ب- فحم الأنثراسيت

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

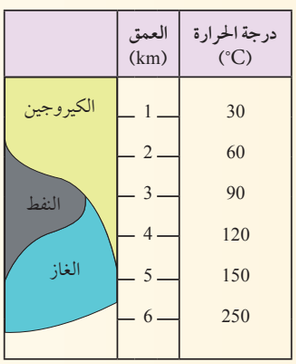
فحم الكوك:

- يُنتَج فحم الكوك عن طريق تسخين الفحم البتيومين في أفران خاصة معزولة عن الهواء بدرجات حرارة تصل إلى 1100 °C مدة طويلة تصل إلى يوم كامل. عند تسخين الفحم البتيومين يتم تركيز الكربون والتخلص من العناصر الطيارة الموجودة فيه، مثل الهيدروجين والأمونيا، في عملية تسمى الانحلال الحراري.
- ويتميز فحم الكوك بأنه أقل تلويثًا للبيئة من الفحم الحجري، وأقل صلابة منه. وعندما يُحرق فإنه يُنتج حرارة عالية أكبر من الحرارة الناتجة من حرق أنواع الفحم الحجري الأخرى، وتستخدم في صهر خامات الحديد.

✓ **أتحقّق:** يعد الأنثراسيت أكثر صلابة من باقي أنواع الفحم الحجري؛ لأنه يحتاج إلى حرارة وضغط عاليين لتشكُّله.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أذكر العوامل التي يعتمد عليها تشكُّل أنواع الوقود الأحفوري المختلفة.
2. أحدّد: متى تُصبح مادة الكيروجين ناضجة؟
3. **أفسّر:** يتكوّن الغاز الطبيعي بعد تشكُّل النفط.
4. **أقارن** بينَ آلية تشكُّل الصخر الزيتي والأسفَلت.
5. أوضّح: كيف تتكوّن رمال القار في الطبيعة؟
6. **أقارن** بين فحم الخُثِّ والفحم البتيوميني من حيث نِسبةُ الكربون المكوِّن لهما.
7. **أصنِّف** الصّخر الزيتيّ بحسبِ المحتوى المعدِني.
8. أدرس الشكل الآتيَ ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



العمق (km)	درجة الحرارة (°C)
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150
6	250

أ. أحدّد: ما العلاقة بين العمق ودرجة الحرارة؟

ب. أحدّد العُمق الذي يتشكل عنده النفط.

ج. **أستنتج:** لماذا يحتاج الغاز الطبيعي إلى أعماق أكبر من النفط حتى يتشكّل؟

59

6 نسبة الكربون في فحم الخُث أقل منه في الفحم البتيوميني، إذ إن نسبة الكربون في فحم الخث أقل من 60% أما في الفحم البتيوميني فتصل إلى 86%.

7 يصنَّف الصخر الزيتي حسب المحتوى المعدني إلى: الصخر الزيتي الغني بالكربونات، والصخر الزيتي الغني بالمواد السيليكاتية، والصخر الزيتي الشمعي.

8 أ- علاقة طردية، فكلما زاد العمق زادت درجة الحرارة.

ب- حوالي km (2–4.5).

ج- لأنه يحتاج إلى درجة حرارة أعلى حتى تتحول المادة العضوية إلى الحالة الغازية، وهذا يتطلب عمقًا أكبر.

مراجعة الدرس

1 يعتمد تشكُّل كل نوع من أنواع الوقود الأحفوري على نوع المواد العضوية المكوّنة له، وكمية الضغط والحرارة التي يتعرّض لها، والمدة الزمنية اللازمة لتشكّله.

2 تصبح مادة الكيروجين ناضجة عندما ترتفع درجة الحرارة إلى الحدّ الكافي لتولّد النفط ثم الغاز الطبيعي فيه.

3 يتكوّن الغاز الطبيعي بعد تشكُّل النفط؛ لأنه يحتاج إلى درجات حرارة أكبر من درجات الحرارة التي يتشكّل فيها النفط.

4 الصخر الزيتي هو أحد صخور المصدر التي تحتوي على مادة الكيروجين العضوية غير الناضجة. ويتشكّل الصخر الزيتي بسبب عدم دفن المادة العضوية بعمق كافٍ لتوليد النفط منها، في حين يتشكّل الأسفلت إما في صخور المصدر بسبب التحلل الحيوي (البيولوجي) للمادة العضوية أو نتيجة تحرر المواد الهيدروكربونية المتطايرة والغازات من المادة العضوية عندما تصبح قريبة من سطح الأرض، وقد يتشكّل الأسفلت في الصخور الخازنة أيضًا عند تسرب النفط منها، ما يؤدي إلى تطاير المواد الهيدروكربونية الخفيفة وبقاء مادة الأسفلت الصلبة أو شبه السائلة.

5 تتكوّن رمال القار نتيجة هجرة النفط إلى خزانات مكوّنة من الصخر الرملي توجد على أعماق ضحلة أقلّ من 2 km ودرجات حرارة أقلّ من 80 °C إذ يتحلل النفط بوساطة البكتيريا الهوائية، فتتحلل المواد الهيدروكربونية الخفيفة والمتوسطة، وتتطاير المواد الهيدروكربونية الثقيلة وتترسب بين حبيبات الرمل.

الدرس 3

الوقود الأحفوري في الأردن

Fossil Fuels in Jordan

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

الوقود الأحفوري في الأردن

- أعرض على الطلبة صورة تمثل غاز الريشة أو خريطة ممثلًا عليها موقع غاز الريشة في الأردن، ثم أسأل:
  - أين يقع حقل الريشة؟ شمال شرق الأردن.
  - ماذا يستفاد من غاز الريشة؟ يستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية.
  - ما أنواع الوقود الأحفوري الموجودة في الأردن؟ الصخر الزيتي، والنفط، والغاز الطبيعي.
  - برأيك، هل توجد أنواع من الوقود الأحفوري في الأردن تتوافر بكميات تجارية؟ سوف تتنوع الإجابات، منها: نعم، الصخر الزيتي.
- أستمع لإجابات الطلبة، وأخبرهم أنهم سوف يتعرفون في هذا الدرس أنواع الوقود الأحفوري في الأردن، وأسباب الاختلاف في خصائص كل منها.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

أنواع الوقود الأحفوري

- أراجع الطلبة بأنواع الوقود الأحفوري وكيفية تكوُّن كل منها باستخدام **استراتيجية كرة الثلج**.
- أطلب إلى الطلبة كتابة معلومة يعرفونها حول أنواع الوقود الأحفوري وكيفية تكوّنها.
- أختار أحد الطلبة وأطلب إليه ذكر المعلومة التي كتبها، ثم أطلب إليه تكويرها على شكل كرة ورميها إلى أحد زملائه/ إحدى زميلاتها، لذكر معلومة أخرى ثم إضافة ورقته/ ورقتها فوق ورقة زميله/ زميلتها لتكوين كرة أكبر، وهكذا مع باقي الطلبة.

2 التدريس

◄ المناقشة:

اكتشاف الوقود الأحفوري في الأردن:

- أستخدم **استراتيجية التعلم المقلوب** في تدريس الطلبة تاريخ التنقيب عن البترول والغاز الطبيعي في الأردن واكتشافه.

◄ الفكرة الرئيسة:

توجد العديدُ من الشواهد على وجود النفط والغاز الطبيعي في الأردن، كما يحتوي على كميات ضخمة من الصخر الزيتي الذي يمكِنُ استخلاصُ النفط منه بطرائق مختلفة.

◄ نتاجات التعلّم:

- أتعرّف أنواعَ الوقود الأحفوري في الأردن.
- أناقش طرائق استخلاص النفط من الصخر الزيتي.
- أقوّم فائدة استخدام الصخر الزيتي كما يستخدم الفحم الحجري في إنتاج الطاقة.
- أبيّن أهمية استثمار مصادر الطاقة الأحفورية في الاقتصاد المحلي.

◄ المفاهيم والمصطلحات:

النفط الصخريّ Shale Oil

النفط والغاز الطبيعي في الأردن

Oil and Natural Gas in Jordan

بدأتِ المملكةُ بالتنقيب عن النفط والغاز الطبيعي منذ عام 1947 م، وبلغت ذروتُه بين عامي (1986 م - 1978 م) بعد تبنّي الحكومة الاستراتيجية الوطنية لمشروع التنقيب عن البترول، وبكوادرَ وطنيةٍ من أجل تأمين حاجات المملكة من الطاقة، وحُفر خلال تلك المدة 85 بئرًا، وكانت أبرزُ نتائجِ هذا المشروع اكتشافَ النفط في حقل حمزةَ عام 1984 م، واكتشافَ الغاز الطبيعي في حقل الرِّيشَة عام 1987 م. أنظر الشكل (18)، والشكل (19)، وكذلك الحصولَ على معلومات جيولوجية وجيوفيزيائية عن معظم مناطقِ المملكة التي ساعدت كونُها عاملَ جذبٍ لشركات النفط العالمية للاستثمار في الأردن.

الشكلُ (18): إحدى الآبار التي حُفرت لإنتاج النفط بالقُرب من الأزرق، شرقَ الأردنّ.

- أطلب إلى الطلبة البحث قبل إعطاء الدرس باستخدام مصادر المعرفة المختلفة عن مراحل التنقيب عن البترول والغاز الطبيعي في الأردن.
- أناقش الطلبة في الحصة الصفية في المعلومات التي حصلوا عليها بتوجيه أسئلة عدة، منها:
  - متى بدأ التنقيب عن النفط في الأردن؟ منذ عام 1947م.
  - متى اكتشف النفط في الأردن؟ عام1984م.
  - هل يوجد النفط المكتشف بكميات تجارية في الأردن؟ لا، بكميات قليلة.
  - متى اكتُشِف الغاز الطبيعي في الأردن؟ عام 1987م.
  - هل استُكشفت مناطق الأردن للحصول على النفط والغاز الطبيعي؟ نعم، استُكشفت معظم مناطق الأردن.
- أعمل تلخيصًا للمعلومات التي تم التوصل إليها على اللوح.

ومع ذلك، فإن الكميات التي اكتُشفت سابقًا كانت متواضعةً وغيرَ تجاريةٍ، ويرجِع العديدُ من الجيولوجيين سببَ ذلك إلى مجموعة من الأسباب منها: معظمُ الترسّبات في الأردن كانت قاريّةً وليست بحريّةً، ما أدى إلى قلّة المواد العضوية فيها، وكذلك فإن المناطق التي تحتوي على ترسّبات بحريّة لم تُدفَن بعُمقٍ كافٍ، ما أدى إلى انخفاض درجة الحرارة اللازمة لإنضاج المادة العضوية في صخور المصدر وتحويلِ مادة الكيروجين إلى نفط وغاز طبيعيّ، كذلك فإن كثرة الأنشطة التكتونية التي تعرّضت لها المنطقة أدت إلى تبخُّرِ وتسرُّبِ المواد الهيدروكربونية. ومع ذلك فإن صخور الأردن لم يتمَّ دراستُها بشكل كافٍ، وأنّ العديدَ من المناطق لم تُستكشَف بعد. لذلك وبناءً على دراسات جيوفيزيائية قامت بها إحدى الشركات الدولية المتخصصة، واكتشافِ شواهدَ نفطيةٍ في العديد من مناطق المملكة، فقد تمّ تقسيمُ المملكة في عام 2017م اثنتي عشرة منطقة استكشافيةً، منها: منطقةُ الأزرق ومنطقة البحر الميت، ومنطقة السّرحان التطويرية، ويتم العمل على تسويق تلك المناطق باستمرار بالتفاوض المباشِر مع شركات التنقيب عن النفط.

الربطُ بالفيزياءِ

يُسمّى العِلمُ الذي يَستخدمُ التباينَ والاختلافَ في الخصائص الفيزيائية لمكوّنات الأرض بِعِلْمِ فيزياء الأرض أو الجيوفيزياء. ومن هذه الخصائص: المغناطيسيةُ والكهربائية والموجاتُ الزلزالية والجاذبيةُ. وتُسمّى الطرائق التي تعتمِدُ على هذه الخصائص الطرائق الجيوفيزيائية. وقد استُخدمت الطرائق الجيوفيزيائية في تحديد طبقات الأرض الرئيسة، وهي القشرةُ والسّتار واللّبّ، كذلك تُستخدَمُ هذه الطرائق في عمليات التنقيب عن الخامات المعدنية ومصائد النفط والغاز الطبيعيّ والأحواض المائية.

الشكل (19): محطّة معالجة الغاز الناتج من حقل الريشة.

61

الربطُ بالفيزياءِ

- أستخدم **استراتيجية «فكر- انتق زميلًا- شارك»** في مناقشة طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي وأنواعها المتضمنة في بند (الربط بالفيزياء) قبل إعطاء بند التعزيز، وذلك بتوزيع **ورقة العمل (4)** الموجودة في الملحق على الطلبة.
- أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إليهم الإجابة عن أسئلة ورقة العمل (4) فرادى، ثم مشاركة أحد زملائهم/ إحدى زميلاتهن في المجموعة بالإجابات.
- أناقش الإجابات بمشاركة المجموعات كافة.

تعزيز: البحث عن النفط

- أسأل الطلبة: هل استُكشفت مناطق الأردن كافة للبحث عن النفط والغاز الطبيعي؟
- أناقش الطلبة وأستمع لإجاباتهم، وأتوصل معهم إلى أن مناطق الأردن لم تُدرس دراسة كافية، وأن هناك دراسات جيوفيزيائية وشواهد نفطية أدت إلى تركيز البحث والاستكشاف مجددًا عن النفط في الأردن.

المناقشة:

النفط في الأردن

- أناقش الطلبة في أسباب عدم وجود نفط بكميات تجارية في الأردن بتوجيه الأسئلة الآتية:
  - هل الترسبات الموجودة في الأردن قارية أم بحرية؟ معظمها قارية.
  - ما أهمية أن تكون الترسبات التي يتشكّل منها النفط ترسبات بحرية؟ يؤدي الترسيب في البيئة البحرية إلى ترسيب كميات كبيرة من المواد العضوية ودفنها بسرعة قبل أن تتحلل، ما يؤدي إلى تشكُّل طبقات رسوبية فوقها ذات سماكة كافية توفر الحرارة والضغط اللازمين لنضج المادة العضوية فيها. في حين تكون المواد العضوية في البيئة القارية قليلة ويتحلل معظمها قبل دفنها.
  - هل العمق الذي تُدفَن فيه المواد العضوية ذو أهمية لتشكُّل النفط؟ نعم؛ لأنه بزيادة العمق تزداد درجة الحرارة، ويحتاج النفط حتى يتشكّل إلى درجة حرارة معينة لإنضاج المادة العضوية في صخور المصدر وتحويل مادة الكيروجين إلى نفط.
  - هل تعرض الأردن إلى نشاط تكتوني؟ نعم. تعرض إلى أنشطة تكتونية مختلفة.
  - ما تأثير النشاط التكتوني في وجود النفط؟ وجود نشاط تكتوني يؤدي إلى زيادة الصدوع والشقوق في القشرة الأرضية، ما يسهّل تبخر المواد الهيدروكربونية وتسربها.
- ألخص بمساعدة الطلبة الأسباب الرئيسة لعدم وجود النفط في الأردن بكميات تجارية.

طريقة أُخرى للتدريس

النفط في الأردن

- أكتب السؤال الآتي على اللوح: لماذا لا يوجد نفط بكميات تجارية في الأردن؟ وأستخدم **استراتيجية العصف الذهني** في الإجابة عن السؤال، وأستمع لإجابات الطلبة وأكتبها على اللوح، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أن عدم وجود نفط في الأردن بكميات تجارية يرجع إلى الأسباب الآتية: معظم الترسّبات في الأردن كانت قاريّةً وليست بحريّةً، وأن الترسّبات البحرية لم تُدفن على عمقٍ كافٍ لتوليد النفط، إضافة إلى تعرّض المنطقة إلى عدة أنشطة تكتونية ما أدى إلى تبخر المواد الهيدروكربونية وتسربها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المناطق الاستكشافية

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (20)، وأخبرهم أن المملكة قُسمت إلى مناطق استكشافية للتنقيب عن النفط والغاز الطبيعي، ثم أسألهم:

- ما عدد المناطق الاستكشافية للتنقيب عن النفط الموجودة في المملكة؟ 12 منطقة.
- لماذا قُسمت المملكة إلى مناطق استكشافية؟ لتسويق تلك المناطق للشركات الدولية؛ للاستثمار فيها.
- ما المناطق التي دُرست قديمًا وأعيد تطويرها والاستكشاف فيها؟ الريشة، وحقل حمزة التطويري، وطُورت آبار عدة في منطقة السرحان التطويرية.
- لماذا تعد مدينة العقبة منطقة حظر لا يُستكشَف النفط والغاز الطبيعي فيها؟ لأنها منطقة اقتصادية خاصة للجذب السياحي والاستثماري ولها قانون خاص، ولأنها تتكوّن في معظمها من صخور نارية ومتحولة لا تحتوي على النفط والغاز الطبيعي.
- أذكر بعض المناطق التي حُفرت آبار فيها للبحث عن النفط والغاز الطبيعي؟ الجفر، والبحر الميت، والسرحان، والأزرق، والمرتفعات الشمالية.

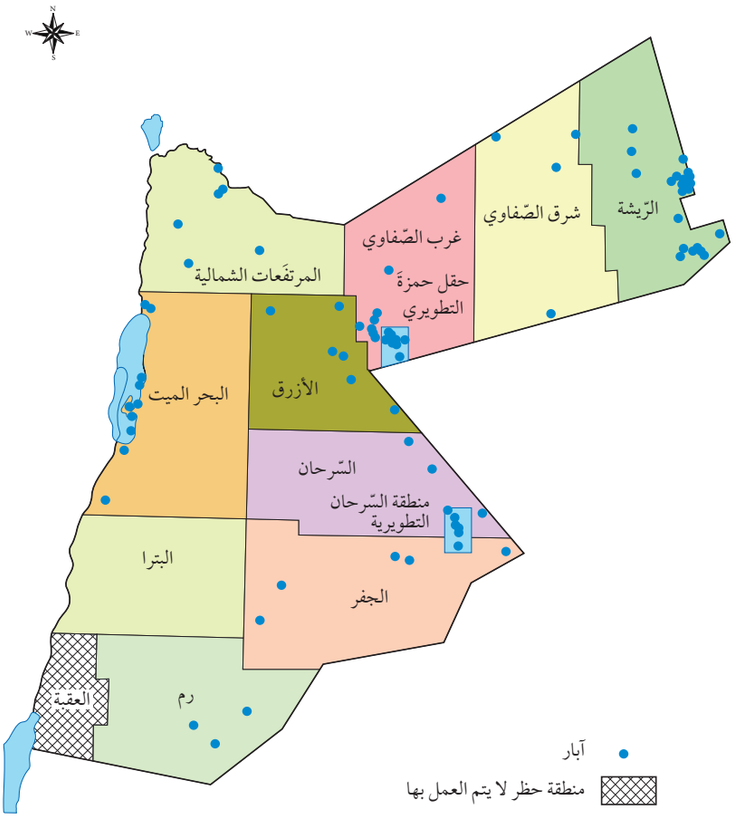
- أتوصل مع الطلبة إلى أن وزارة الطاقة والثروة المعدنية قد قسمت الأردن إلى مناطق استكشافية؛ لجلب مستثمرين مختلفين، وليسهل الاستثمار في تلك المناطق.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع مرئية (فيديوهات) تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن إحدى المناطق الاستكشافية في الأردن، علمًا بأنّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أستخدم أيّة وسيلة تكنولوجية مناسبة لمشاركة الطلبة وذويهم.

وسيتمّ الحديثُ عن منطقتَيْ حقلِ الرّيشة، وحقلِ حمزةَ التطويريّ بشيء من التفصيل. أنظر الشكل (20) الذي يمثّل تلك المناطق.



الشكل (20): تمّ تقسيمُ المملكة إلى مناطقَ استكشافيةٍ للتنقيب فيها عن النفط والغاز الطبيعيّ التي يتم تسويقُها للشركات الدولية من أجل الاستثمار فيها.

أحدِّدُ المناطق الاستكشافية التي تم اكتشاف نفط أو غاز طبيعي فيها.

حل سؤال الشكل (20):

منطقة حقل الريشة ومنطقة حقل حمزة التطويري.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ القضايا البيئية: سلامة البيئة

أخبر الطلبة – في أثناء الحديث عن المناطق الاستكشافية– عن أهمية المحافظة على البيئة في أثناء التنقيب، وأوضح لهم أن سلامة البيئة تعني الحفاظ على البيئة في أغلفة الأرض جميعها: الغلاف الجوي، والغلاف المائي، والغلاف الصخري، والغلاف الحيوي؛ وذلك لتحقيق التوازن، والحفاظ على موارد الأرض الطبيعية؛ لتلبي حاجات الحاضر والمستقبل.

منطقةُ حقلِ حمزةَ التطويريّة Hamza Development Area

يقعُ حقلُ حمزةَ شرقيَّ الأردن في صخور خازنة مكوَّنةٍ من الصخر الجيريّ تعود إلى العصر الكريتاسي الأعلى. أنظر الشكل (21). وتقدَّرُ مِساحتُه حوالي $363\ km^2$ وقد حُفر 19 بئرًا فيه، منها 4 آبارٍ منتجةٍ، وبلغ مجموع ما أُنتج منها مليون برميل نفطي تقريبًا. وقد كُلِّفت شركة البترول الوطنية بتجديد الحقل وتطويره، وذلك عبر تنفيذ أعمال تحسين البنية التحتية، وصيانة مرافق الحقل الإنتاجية كلها، كونها أصبحت مستهلَكة، ثم إجراءِ عملياتٍ تزيدُ من طاقته الإنتاجية.

أبحثُ:
مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها شبكة الإنترنت، أبحث عن الأسباب التي أدت إلى اعتبار منطقة العقبة منطقة حظر لا يتم العمل بها. ثم أكتب تقريرًا وأعرض نتائجه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الشكل (21): مواقعُ حقل الرّيشة للغاز وحقلِ حمزةَ النفطي وبئرِ السّرحان.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

حقل حمزة النفطي:

يقع حقل حمزة على بعد 100 km جنوب شرق عمان، بالقرب من الحدود السعودية، ويغطي مساحة تقدر بنحو $363\ km^2$، وتوجد فيه 19 بئرًا منها 4 آبار منتجة، وينتج النفط من عدة تكوينات جيولوجية هي: شعيب، والحمر، التابعين للعصر الكريتاسي. وقد بلغ مقدار إنتاجه منذ بداية حفره عام 1983م مليون برميل. وقد دُرست المنطقة بطرق المسح الزلزالي التي تم بها تحديد عدة مؤشرات جيولوجية وحالات شذوذ جيوفيزيائي تعيد الأمل في إمكانية إعادة الإنتاج النفطي منه.

◄ استخدام الصور والأشكال:

حقل حمزة النفطي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (21)، الذي يمثل خريطة الأردن وموقع حقل حمزة النفطي، ثم أسألهم:
  - أين يقع حقل حمزة النفطي؟ في شرق الأردن.
  - ما نوع الصخور المكوِّنة للصخور الخازنة في حقل حمزة النفطي؟ الصخور الجيرية.
  - ما عمر الصخور الخازنة المكونة لحقل حمزة النفطي؟ العصر الكريتاسي الأعلى.
  - بم يوصف إنتاج الآبار المحفورة في حقل حمزة النفطي؟ بأنها كميات قليلة غير تجارية.
  - كيف يمكن زيادة إنتاج تلك الآبار؟ بإجراء اختبارات وعمليات تأهيل لتلك الآبار القائمة.
- أتوصل مع الطلبة إلى أن حقل حمزة النفطي منطقة واعدة تحتاج إلى دراسات إضافية لرفع إنتاجية الحقل.

أبحث:

- أطلب إلى الطلبة البحث عن أسباب عدّ منطقة العقبة منطقة حظر للاستكشاف الجيوفيزيائي عن النفط.
- أتابع التقارير التي سوف ينجزونها، وأطلب إلى بعضهم عرض تقاريرهم أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف. سوف يتوصل الطلبة إلى أن منطقة العقبة هي منطقة تنموية خاصة ذات تشريعات خاصة بها، تشجع الاستثمارات المختلفة التي تتعلق بمجالات متعددة، منها: السياحة، والصناعة؛ لذا لم تُعتمَد من المناطق المفتوحة للتنقيب عن أنواع الوقود الأحفوري. إضافة إلى أن معظم صخور منطقة العقبة تتكون من الصخور النارية والمتحولة التي لا تحتوي على مواد عضوية ليتكوّن النفط فيها.

◄ المناقشة:

منطقة الريشة

- أستخدم الشكل (21) في أثناء مناقشتي الطلبة حول منطقة الريشة، وأسأل:

– أين تقع منطقة الريشة؟ في أقصى شمال شرق الأردن.

– ما نوع الوقود الأحفوري المتوافر فيها؟ الغاز الطبيعي.

– ما نوع الصخور الخازنة التي تحتوي على الغاز الطبيعي في الريشة؟ الصخر الرملي.

– ما عمر الصخور الخازنة في منطقة الريشة؟ العصر الأوردوفيشي.

- أخبر الطلبة أن شركة البترول الوطنية تستثمر في الوقت الحالي غاز الريشة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

رمال القار في الأردن

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (22)، ثم أسأل:

– ماذا نشاهد في الصورة؟ قطعة من الصخر الرملي.

– ما لون الصخر الرملي الظاهر في الصورة؟ بنيّ وأسود.

– ما سبب اللون الأسود في عينة الصخر؟ وجود مواد موادّ هيدروكربونيةٍ ثقيلة (الأسفلت) بين حبيبات الصخر.

– ماذا يسمى وجود الأسفلت بين حبيبات الصخر الرملي؟ رمال القار.

– هل توجد رمال القار في الأردن؟ نعم.

– أين تتكشف رمال القار في الأردن؟ على امتداد صدعٍ يقطع منطقة شمال البحر الميت باتجاه شمال شرقٍ في ثلاثة وديان هي: وادي عسّال، ووادي أحيمر، ووادي الذراع.

- أخبرهم أن رمال القار في الأردن توجد على امتداد صدعٍ رئيسٍ يقطع منطقة شمال البحر الميت، وقد تكون مؤشرًا على وجود خزان نفطي في الطبقات السفلى.

✓ **أتحقّق:** اكتُشف النفط في حقل حمزة في شرقيّ الأردن بالقرب من الأزرق، واكتُشف الغاز الطبيعي في منطقة الريشة في أقصى شمال شرق الأردن.

منطقة الرَيشة Risha Area

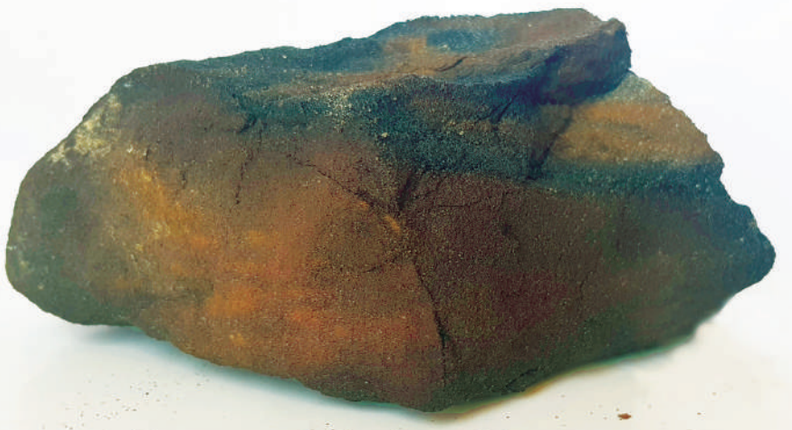
توجد منطقةُ الريشة في أقصى شمال شرقِ الأردن، وتقدَّرُ مِساحتُها بحوالي 8367 km^2، وقد مُنِحت اتفاقية امتياز التنقيب لشركة البترول الوطنية منذ عام 1996م مدة 50 عاماً. ويقع غاز الريشةِ في صخور خازنة مكوّنةٍ من الصّخر الرملي تعود إلى العصر الأوردوفيشي، أنظر الشكل (21).

✓ **أتحقّق:** أحدّد المناطقَ التي اكتُشف النفط والغاز الطبيعي فيها في الأردن.

رمال القار في الأردن Tar Sands in Jordan

تتكشَّفُ رمالُ القار في الأردن على امتداد صَدْعٍ رئيسٍ يقطع منطقة شمال البحر الميت باتجاه شمال شرق في الوديان الموجودة شمال البحر الميت في ثلاث مناطقَ رئيسةٍ، هي وادي عسّال ووادي أحَيمِر ووادي الذراع. وينحصر وجود رمال القار في الصخور الرملية التابعة للعصر الكامبري، وصخور رمل الكرنب التابعة للكريتاسي الأسفل، أنظر الشكل (22).

الشكل (22): رمالُ القار في منطقة وادي عسّال بالقرب من البحر الميت.



إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

حقل الريشة:

يقع حقل الريشة الغازي في شمال شرق الأردن بمحاذاة الحدود العراقية، ويتكوّن من الغاز الطبيعي، وقد اكتشف عام 1986م، وبدأ الإنتاج منه منذ عام 1989م، وحُفِرت فيه 53 بئرًا بلغت قدرتها الإنتاجية من الغاز عام 2020م حوالي 27 million square feet/day (1ft = 0.3048 m) ويستخدم الغاز المستخرج من حقل الريشة في إنتاج الكهرباء في محطة كهرباء الريشة. وقد أعدت وزارة الطاقة والثروة المعدنية خطة لحفر مزيد من الآبار لزيادة الإنتاج في حقل الريشة، عن طريق منح امتياز لشركة البترول الوطنية التي تأسست لهذه الغاية، وهي شركة مساهمة عامة مملوكة بنسبة 99.92% لحكومة المملكة الأردنية الهاشمية.

تشيرُ الدراساتُ الجيولوجية إلى أن سببَ تشكُّلِ رمال القار في البحر الميت هو وجود خزّان نفطيّ أسفلَ البحر الميت، ونتيجةَ تكوّنِ حفرة الانهدام تشكّلتِ العديدُ من الصّدوع التي ساعدت على تسرّب النفط إلى سطح الأرض وتركيزِه على امتداد تلك الصدوع. وقد أدى ذلك إلى تبخُّر المكوّنات الخفيفة منه أو تحلّلِها بفعل البكتيريا الهوائية، وبقاءِ المواد الثقيلة مثل الأسفَلت شِبهِ الصُّلب في الصخور الرملية مشكّلًا رمالَ القار.

تتكوّن الصخور الرملية المكوِّنة لرمال القار في البحر الميت بشكل رئيس من معدن الكوارتز، وقد دلّتِ الدراسات أن كلّ كيلوغرام من رمال القار في وادي عسّال تُعطي ما معدّلُه 1190 kcal، وتبلُغ نسبة الكربون العضويّ فيه 10.5% والكبريت 1.3% .

ويستدِلّ العلماء الجيولوجيونَ من وجود رمال القار على وجود النفط في منطقة البحر الميت، ولكن يوجد احتمالانِ لوجوده: الأول أن رمال القار تمثّل بقايا نفط كان يوجد أسفلَ البحر الميت، وأن معظمَ النفط قد هاجرَ نتيجة تكوّن الوادي المتصدِّع عبر الصّدوع التي تشكّلت. والثاني أن هناك خزانًا نفطيًّا في الأسفل، وأن هناك كمياتٍ من النفط قد هاجرت للأعلى ما أدى إلى إغلاق المسامات نتيجة هجرة المكوِّنات الخفيفة وبقي الأسفلتُ في الرمال على شكل رمال قار، وأن النفط لا يزال مخزّنًا في الأسفل ويوجد بكميات تجارية.

الصخر الزيتيّ في الأردن Oil Shale in Jordan

بسبب النقص الكبير في موارد الطاقة التقليدية الموجودة في الأردن، فقد اتّجهتِ الأنظارُ إلى مصادر الطاقة غيرِ التقليدية، ومنها الصّخرُ الزيتي. يوجد الصخر الزيتي في الأردن في الصخور الجيرية المارلية الغنية بمادة الكيروجين. وتشير الدراساتُ إلى أن أصلَ الكيروجين هو بقايا نباتات وعوالقُ بحريّة ضحلةٌ وبحيرية ترسبت خلال العصر الكريتاسي الأعلى، ثم دُفِنتْ وتحوّلتِ المادة العضوية بسبب زيادة درجة الحرارة والضغط إلى كيروجين.

الرّبط بالتكنولوجيا

الاستشعار عن بُعدٍ:

تُستخدَمُ طرائق الاستشعار عن بُعد في استكشاف وجود الخامات المعدِنية، أو النفط والغاز الطبيعي، ويستخدَمُ في ذلك أجهزةٌ مختلفة، ومنها الأقمارُ الصناعيةُ للحصول على صوَرٍ فضائية يتم من دراستها استخلاصُ معلوماتٍ أو بيانات عن تلك الخامات. أبحث عن مفهوم الاستشعار عن بُعدٍ، وآلية عمله وأهميته في استكشاف النفط والغاز الطبيعي، ثم أكتب تقريرًا مُدَعَّمًا بالصّوَر، وأعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

✓ **أتحقّق:** أحدّد العصور الجيولوجية التي تتكشّف رمالُ القار في الصّخور التابعة لها.

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلام (movie maker) يوضّحُ كيفيّةَ توزُّعِ أنواعِ الوقودِ الأحفوريّ في الأردن، وأحرصُ على أن يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحية، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

معلومة إضافية

إنتاج النفط من رمال القار

- يعد إنتاج النفط من رمال القار ثم تكريره أكثر تكلفة بكثير وأكثر صعوبة من استخراج النفط السائل وتكريره. ويُنتَج النفط من رمال القار بطريقتين، هما: المعالجة خارج الموقع عن طريق التعدين السطحي، والمعالجة في الموقع بتسخين رمال القار لصهر مادة الأسفلت واستخراجها. وتستخدم هاتان الطريقتان أيضًا في إنتاج النفط من الصخر الزيتي. وسيتعرف الطلبة هاتين الطريقتين في الصفحات القادمة من الدرس.

✓ **أتحقّق:** تتكشف رمال القار في الصخور الرملية التابعة للعصر الكامبري، وصخور رمل الكرنب التابعة للكريتاسي الأسفل.

ورقة العمل (5)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (5) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

الرّبط بالتكنولوجيا

الاستشعار عن بعد

- أناقش الطلبة في التقارير التي كتبوها والتي تحتوي على المعلومات الآتية:

يعرف الاستشعار عن بُعد بأنه العلم الذي يعتمد على جمع المعلومات عن سطح الأرض والظواهر المتعلقة به من مسافات بعيدة دون حدوث اتصال مباشر مع الهدف المراد دراسته. وتُستخدم فيه خواصّ الموجات الكهرمغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض، بالتقاطها بأجهزة محددة، إذ تُستخدَم مستشعرات تُركَّب على منصات أرضية أو جوية أو أقمار صناعية تلتقط صورًا مختلفة يصل دارسوها إلى معلومات متنوعة في مجالات عدة، منها: الطقس، والبحار، والمحيطات، والاتصالات، والبحث عن الخامات المعدنية، والنفط والغاز الطبيعي، والمشكلات البيئية كالاحترار العالمي والتصحر.

- أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأوضح لهم المطلوب من النشاط، وأبيّن لهم أن عليهم الحصول على صور أو مقاطع يوتيوب تتعلق بكيفيّة توزّع أنواع الوقود الأحفوريّ في الأردن، وتصميم فيديو قصير منها يوضح هذه الحركة، وبعد الانتهاء من صنع الفيديو أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker)، ويمكنني الاستعانة بمعلم/ معلمة الحاسوب للمساعدة على توضيح آلية عمل البرنامج.

◄ المناقشة:

الصخر الزيتي في الأردن.

- أناقش الطلبة في وجود الصخر الزيتي في الأردن بسؤالهم:

– من يذكر لنا بعض مصادر الطاقة غير التقليدية؟ الصخر الزيتي، ورمال القار، والأسفلت.

– ما أنواع الصخور التي يوجد فيها الصخر الزيتي في الأردن؟ الصخور الجيرية المارلية الغنية بمادة الكيروجين.

– مِمّ تشكلت مادة الكيروجين المكوِّنة للصخر الزيتي في الأردن؟ من بقايا نباتات وعوالق بحريّة ضحلةٌ وبحيرية.

– متى ترسبت تلك البقايا النباتية والعوالق؟ في العصر الكريتاسي الأعلى.

- أتوصل مع الطلبة إلى أن الصخر الزيتي قد تكوّن من صخور جيرية مارلية في بيئة بحرية بحيرية تشكّلت في العصر الكريتاسي الأعلى.

◄ استخدام الصور والأشكال:

توزع الصخر الزيتي في الأردن.

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (24)، ثم أسأل:

– ما عدد المواقع التي تحتوي على الصخر الزيتي في الأردن؟ 16 موقعًا.

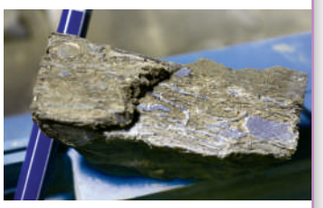
– أين تتوزع رواسب الصخر الزيتي في الأردن؟ في أنحاء المملكة كافة.

– هل تتكشف صخور الصخر الزيتي على سطح الأرض أم توجد أسفل سطح الأرض؟ يتكشف الصخر الزيتي على سطح الأرض في عدة مواقع، وكذلك يوجد تحت سطح الأرض في مواقع أخرى.

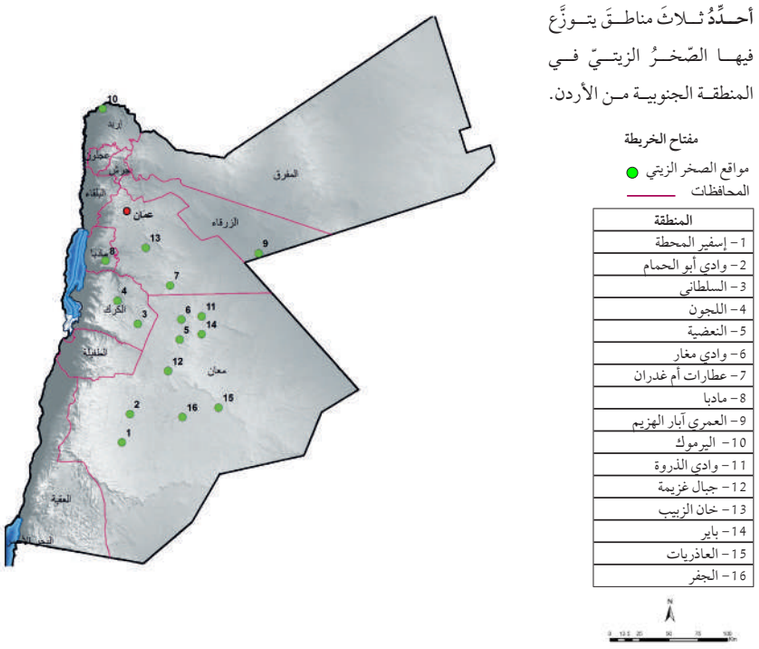
– أذكر ثلاثة مواقع يوجد الصخر الزيتي فيها: أحدها في الشمال (اليرموك)، وآخر في الوسط (خان الزبيب)، وثالثها في الجنوب (وادي أبو الحمام).

- أتتبع مع الطلبة أماكن توزع الصخر الزيتي في الأردن.

الشكل (23): عينةٌ من الصّخر الزيتيّ أخِذت من أحد مواقع استخراجِه في وسط الأردن.



الشكل (24): مواقع توزُّعِ الصخر الزيتي في الأردن. أحدِّدُ ثلاثَ مناطقَ يتوزَّع فيها الصّخرُ الزيتيّ في المنطقة الجنوبية من الأردن.



ويحتوي الأردنّ على احتياطات ضخمةٍ من الصخر الزيتي تقدَّرُ بحوالي 70 B.ton تكفي لسَدّ حاجة الأردن من الطاقة مددًا طويلة من الزمن، أنظر الشكل (23) الذي يمثّل أحدَ عينات الصخر الزيتي. ويقدِّرُ الجيولوجيونَ أن رواسبَ الصخر الزيتي موجودة تحت أكثرَ من 60% من أراضي الأردن. وتتوزّع على 16 موقعًا تقريبًا في جميع أنحاء المملكة، ولكن توجدُ أهمُّ تكشُّفاته ومواقعِه في وسط المملكة، منها اللّجون، وأم غُدران، والسّلطاني، ووادي مغار. أنظر الشكل (24).

✓ **أتحقّق:** أحدِّد نوع الصخور التي يوجد فيها الصخر الزيتي في الأردن.

حل سؤال الشكل (24):

وادي أبو الحمام، الجفر، إسفير المحطة.

✓ **أتحقّق:** يوجد الصخر الزيتي في الأردن في صخور جيرية مارلية غنية بمادة الكيروجين.

نشاط

احتياطات الصخر الزيتي في الأردن

يمثّل الجدولُ الآتي مِساحاتِ وسماكات واحتياطات طبقات الصخر الزيتي في خمسِ مناطقَ في الأردن.

المنطقة	اللجون	السلطاني	جرف الدراويش	عطارات أم الغدران	وادي المغار
المساحة (km^2)	25	19.23	114.5	340	625
سماكةُ طبقة الصخر الزيتي (m)	1-87	2-65	18-157	21-104	13-108
سماكةُ طبقة الردم العُلويّة (m)	7-78	34-90	33-58	36-150	33-70
الاحتياطيّ الجيولوجي (M.ton)	1200	1180	8000	2400	13600

التحليل والاستنتاج:

1- **أقارن** بين سماكةِ الصخر الزيتي في منطقتَيِ اللجون وعطارات أم الغدران.

2- **أقارن** بين سماكات طبقة الرّدم العُلويّة في مناطق الصخر الزيتي المختلفة.

3- **أستنتج** تأثيرَ سماكة طبقة الرّدم العُلويّة في استخراج الصخر الزيتي.

4- أحدّد مجموع الاحتياطي الجيولوجي في المناطق الخمس بالمليون طنّ (M.ton).

5- **أستنتج** أفضل المناطق لاستخراج الصخر الزيتي.

4. $1200 + 1180 + 8000 + 2400 + 13600 = 26380$ M tons

5. المناطق جميعها جيدة لاستخراج الصخر الزيتي، ولكن يمكن أن يكون وادي المغار الأفضل لوجود احتياطي جيولوجي كبير فيه، وطبقة الردم مشابهة لباقي المناطق.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سلّم تقدير عددي.

الرقم	المعيار	4	3	2	1
1	التعاون مع الزملاء/ الزميلات بفاعلية.				
2	**المقارنة** بين خصائص الصخر الزيتي في مناطق الصخر الزيتي المختلفة.				
3	تحديد مجموع الاحتياطي الجيولوجي للصخر الزيتي في المناطق الخمس.				
4	**استنتاج** المناطق المثلى لاستخراج الصخر الزيتي.				

نشاط

احتياطات الصخر الزيتي في الأردن

زمن التنفيذ: 20 min.

الهدف: مقارنة احتياطي الصّخر الزيتي في بعض المواقع في وسط الأردن.

المهارات العلمية: التحليل، والمقارنة، والاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- قبل البدء بتنفيذ النشاط، أناقش مكوّنات الجدول والمناطق المدروسة.
- أتأكد أن الطلبة يدركون معاني الكلمات الموجودة في معايير أوجه المقارنة بين المناطق، مثل: مفهوم طبقة الردم العلوية. أوضح لهم أن منطقة الردم العلوية تمثل الطبقات التي تقع فوق طبقة الصخر الزيتي.
- أسأل الطلبة: ما المقصود بالاحتياطي الجيولوجي؟ أتوصل معهم إلى أنه يمثل كمية الصخر الزيتي التي يستفاد منها، وأن الجيولوجيين يأخذون في الحسبان عند حساب الاحتياطي الجيولوجي: سمك الطبقة، وامتدادها، وكمية الخام الفعلي فيها.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط، وأساعدهم على العمل.

النتائج المتوقعة: التوصل إلى أن مناطق وجود الصخر الزيتي تختلف في خصائصها، وفي الاحتياطي الجيولوجي.

التحليل والاستنتاج:

1. تقدر سماكة الصخر الزيتي في منطقة اللجون بنحو 1–87 m، وتقدر سماكته في عطارات أم الغدران بنحو 21–104 m.

2. تختلف سماكات منطقة الردم في المنطقة الواحدة، وقد تتساوى مع السماكة في المناطق الأخرى، ولكن سماكة منطقة الردم العلوية في عطارات أم غدران هي الأعلى، فقد تصل في بعض الأماكن إلى 150 m، وتوجد أقل سماكة لمنطقة الردم في منطقة اللجون وتقدر بنحو 7 m.

3. تؤدي زيادة منطقة الردم العلوية إلى زيادة تكلفة استخراج الصخر الزيتي وزيادة التأثير السلبي في البيئة؛ نتيجة التخلص من تلك الصخور بعد استخراج الصخر الزيتي الذي يقع أسفل منها.

المناقشة:

استثمار الصخر الزيتي

- أناقش الطلبة في أهمية الاستثمار في الصخر الزيتي الموجود في الأردن وإنتاج النفط منه، بتوجيه الأسئلة الآتية:
  - هل كلفة إنتاج النفط من الصخر الزيتي تساوي كلفة إنتاج النفط واستخراجه من الصخور الخازنة؟
    لا، كلفة إنتاج النفط من الصخر الزيتي أكثر.
  - ما الآثار السلبية لاستغلال الصخر الزيتي في إنتاج النفط؟
    صعوبة التخلص من طبقات الردم العليا، وتلوث الهواء والمياه في المناطق المحيطة بعمليات الاستخراج.
  - متى يمكن استغلال الصخر الزيتي في إنتاج النفط؟
    عندما تصبح كلفة إنتاج النفط من الصخر الزيتي أقل من استيراده.
  - ما استخدامات الصخر الزيتي الأخرى؟ يمكن حرق الصخر الزيتي مباشرة لإنتاج الكهرباء.
- أوضح للطلبة أن تقنيات إنتاج النفط من الصخر الزيتي تتطور باستمرار، ما يؤدي إلى تقليل التكلفة والآثار البيئية الناجمة عن عمليات إنتاجه.

طريقة أخرى للتدريس — استثمار الصخر الزيتي

- أستخدم **استراتيجية المناظرة** في توضيح كيفية استثمار الصخر الزيتي في الأردن، أكتب السؤال الآتي على اللوح: برأيك، هل إنتاج النفط من الصخر الزيتي في الأردن مُجدٍ؟ ولماذا؟. أقسم الطلبة إلى فريقين بحسب إجابتهم عن السؤال، ثم أدير نقاشًا بين الفريقين بحيث يقدم كل فريق الأدلة على وجهة نظره. وفي النهاية أدوّن الآراء وأتوصل معهم إلى الآتي: إن إنتاج النفط من الصخر الزيتي له إيجابيات وسلبيات، فمن سلبياته: أن له آثارًا سلبية في البيئة، ويعد مكلفًا بالمقارنة باستثمار النفط، ولكن من إيجابيات استثماره أنه يمكن إنتاج النفط منه عندما ترتفع أسعار النفط عالميًّا فيصبح مجديًا اقتصاديًّا، وكذلك سوف ترفد عملية إنتاجه وبيعه خزينة الدولة بالعملة الصعبة.

بناء المفهوم:

إنتاج النفط من الصخر الزيتي.

- لتوضيح مفهوم النفط الصخري وكيفية إنتاجه وتعرّف طرق استخراجه من الصخر الزيتي أسأل الطلبة الأسئلة الآتية:

الربط بالكيمياء

الانحلال الحراري Pyrolysis هو تحلُّل المواد العضويّة كيميائيًّا عند درجات حرارة مرتفعة في غياب الأكسجين، وينتُج من التحلّل الكيميائي تغيّرٌ كيميائي وفيزيائي للمادة العضوية، ما يؤدي إلى إنتاج موادَّ غنيّةٍ بالكربون مثلِ الفحم.

استثمار الصخر الزيتي Exploitation of Oil Shale

بسبب الطلب الكبير على مصادر الطاقة التقليدية المتمثِّلة في النفط والغاز الطبيعي، والتناقصِ في احتياطاتهما، فقد بدأت الدّول في البحث عن مصادرَ جديدةٍ تعوّضُ هذا النقصَ، ومن هذه المصادر استثمار الصخر الزيتي، وقد قامتِ العديدُ من الشركات العالمية بتطوير تقنيات مختلفة لإنتاج النفط والغاز من الصخر الزيتي، ويُستخدَم الصّخرُ الزيتيّ في الوقت الحاضر في إنتاج النفط، أو في إنتاج الكهرباء بالحرق المباشر.

إنتاج النفط من الصخر الزيتي Producing Oil from Oil Shale

يُسمّى النفطُ الذي يُستخرَجُ من الصخر الزيتي بطرائق غير تقليدية بالنفط الصناعيّ أو **النفط الصخري Shale Oil** فتُحوَّل مادة الكيروجين الموجودةِ في الصخر الزيتي بالانحلال الحراري Pyrolysis إلى نفط بشكل مباشر عن طريق تسخين الصخر الزيتي ثم تكريرِه، وفي بعض الحالات قد يحتاج النفط إلى معالَجة بإضافة بعض العناصر ومنها الهيدروجينُ وإزالة الكبريت والنيتروجين ليُصبِح بخصائصِ النفط التقليدي نفْسِه. وقد دلّتِ الدراسات التي أجريت على عينات من الصخر الزيتي أن كلّ 1 ton من الصخر الزيتي يمكِن أن تُنتِج 125 kg من النفط الصخري بما نسبته 12.5%. ويُستخرَج النفط الصخري بطريقتين هما:

المعالَجة في الموقع In Situ Processing و المعالَجة خارجَ الموقع Ex Situ Processing.

- ماذا يسمى النفط الذي ينتج من الصخر الزيتي؟ النفط الصخري.
- كيف ينتج النفط الصخري؟ عن طريق تسخين الصخر الزيتي بشكل مباشر، ما يؤدي إلى تحول مادة الكيروجين بالانحلال الحراري إلى نفط. ويمكن عمل معالجات إضافية للتخلص من الكبريت وبعض العناصر الأخرى.
- ما طرق استخراج النفط الصخري؟ المعالجة في الموقع، والمعالجة خارج الموقع.

- أتوصل مع الطلبة إلى أن إنتاج 125 kg من النفط الصخري يحتاج إلى 1 ton تقريبًا من الصخر الزيتي بما نسبته 12.5%.

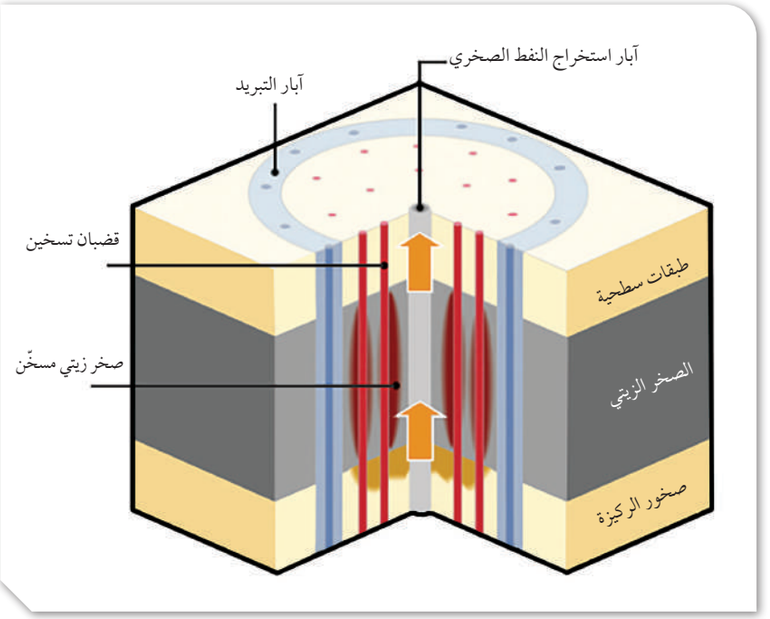
الربط بالكيمياء

- عند مناقشة الطلبة في كيفية إنتاج النفط الصخري وكيفية تحول مادة الكيروجين بالانحلال الحراري إلى نفط، أسأل الطلبة:
  - ماذا نعني بالانحلال الحراري؟
- أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها.
- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة بند (الربط بالكيمياء)، وأناقشهم في المعلومات المتضمنة فيه.

المعالجة في الموقع In Situ Processing وتُسمّى أيضًا المعالجةَ في باطن الأرض، تعتمِد هذه التقنيةُ على تسخين الصخر الزيتي في باطن الأرض بطرائق عدة، منها: إدخال أعمدةٍ معدنية داخلَ الصخر الزيتي وتوصيلُها بالكهرباء، أو حقنُ سوائلَ ساخنةٍ في طبقات الصخر الزيتي، حيث توفر هذه الطرائق حرارة للصخر الزيتي تصل إلى 340 °C تقريبًا تعمل على الانحلال الحراري للكيروجين، ومن ثَمّ، إنتاج النفط الصخري. أنظر الشكل (25).

ويتم في هذه الطريقة أيضًا حفرُ آبار عمودية لاستخراج النفط الصخري الناتج. ولحماية المياه الجوفية من التلوث يتم إنشاءُ جدار يُسمّى الجدارَ التبريديَّ حول مكان معالجة الصخر الزيتي، يتم فيه إدخال مياه إلى باطن الأرض وتجميدُها، وقد تستغرِق هذه الطريقة عدة أشهر من التسخين.

الشكل (25): يُستخرَجُ النفطُ الصخريّ في طريقة المعالَجة في الموقع من آبار يتم حفرُها لتجميع نواتج الانحلال الحراري للصخر الزيتي في باطن الأرض.



◄ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة في الموقع

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (25)، ثم أسأل:

– ماذا يحصل للصخر الزيتي القريب من قضبان التسخين؟ يسخن، ويحدث انحلال حراري للكيروجين.

– ماذا يوجد في وسط المنطقة التي زرعت فيها قضبان التسخين؟ آبار لاستخراج النفط الصخري المتشكّل.

– ما آبار التبريد الموجودة حول قضبان التسخين؟ آبار تُضَخّ فيها مياه مجمَّدة باستخدام الطاقة الكهربائية تحيط بمنطقة معالجة النفط الصخري وإنتاجه.

– ما فائدة آبار التبريد؟ تمنع خروج النفط الصخري من منطقة الإنتاج إلى الخارج، وفي الوقت نفسه تمنع دخول المياه الجوفية إلى منطقة معالجة الصخر الزيتي.

– ماذا يحصل للنفط الصخري الذي يتم إنتاجه؟ يُنقَل إلى أماكن أخرى لتكريره.

◄ بناء المفهوم:

المعالجة في الموقع

- أراجع الطلبة بطرق استخراج الصخر الزيتي، وأن هناك طريقتين وهما: المعالجة في الموقع، والمعالجة خارج الموقع، ثم أسأل:

– ماذا نعني بطريقة المعالجة في الموقع؟ استخراج النفط الصخري من موقع الصخر الزيتي نفسه من دون حدوث نقل للصخر الزيتي إلى أماكن أخرى.

– ماذا نحتاج من أجل إنتاج النفط الصخري؟ نحتاج إلى معالجة مادة الكيروجين الموجودة في الصخر الزيتي بالتسخين.

– أين تُسخَّن مادة الكيروجين الموجودة في الصخر الزيتي؟ في موقع تشكّلها نفسه.

– كيف تُسخَّن مادة الكيروجين؟ بطرائق عدة، منها: إدخال أعمدةٍ معدنية داخل الصخر الزيتي وتوصيلها بالكهرباء، أو حقن سوائل ساخنةٍ في طبقات الصخر الزيتي.

– ما درجة الحرارة اللازمة لإنتاج النفط الصخري من مادة الكيروجين بطريقة الانحلال الحراري؟ 340 °C.

– كم تستغرق عملية تسخين الصخر الزيتي؟ عدة أشهر.

- أطلب إلى أحد الطلبة تلخيص المعلومات المتعلقة بطريقة المعالجة في الموقع.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: التنمية المستدامة.**

أخبر الطلبة أنّ مفهوم التنمية المستدامة يعني استغلال الموارد الطبيعية (مثل: الصخر الزيتي، والنفط والغاز الطبيعي)، بحيث تلبّي حاجات الحاضر؛ شرط عدم المساس بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء بحاجاتها.

◄ المناقشة:

المعالجة خارج الموقع:

- أناقش الطلبة في طريقة المعالجة خارج الموقع لإنتاج النفط الصخري، بتوجيه الأسئلة الآتية:

- ماذا نعني بطريقة المعالجة خارج الموقع؟ استخراج الصخر الزيتي من موقعه، ثم معالجة القطع الصخرية واستخراج النفط الصخري في مكان آخر.
- ما خطوات إنتاج النفط الصخري بطريقة المعالجة خارج الموقع؟ استخراج الصخر الزيتي من موقعه، ثم إعداد المادة الأولية عن طريق تكسير الصخر الزيتي إلى قطع صغيرة، ثم المعالجة الحرارية للمادة الأولية في أجهزة تقطيرٍ خاصّة عمودية أو أفقيةٍ.

- لتدريس الطلبة الخطوة الثالثة من خطوات إنتاج النفط الصخري، أستخدم بند استخدام الصور والأشكال للشكل (27) في الصفحة 93 من هذا الدليل.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة خارج الموقع

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (26) الذي يبيّن آلية استخراج الصخر الزيتي بطريقة المعالجة خارج الموقع (الخطوة الأولى)، ثم أسأل:

- ماذا نشاهد في الصورة؟ موقع يُستخرَج الصخر الزيتي منه.
- ما طريقة استخراج النفط الصخري من الصخر الزيتي الظاهرة في الصورة؟ المعالجة خارج الموقع.
- ماذا تسمى الطريقة المستخدمة في استخراج الصخور؟ طريقة التعدين السطحي.
- متى تستخدم طريقة التعدين السطحي؟ عندما تكون الصخور المراد استخراجها موجودة على السطح أو قريبة من السطح.
- هل يعالَج الصخر الزيتي في الموقع نفسه؟ لا، بل يعالَج خارج الموقع.

المعالجة خارج الموقع Ex Situ Processing تتكوّن هذه الطريقة من ثلاث خُطوات رئيسة هي: استخراجُ الصخر الزيتي من موقعه أو ما يعرَفُ بالتعدين. أنظر الشكل (26)، ثم إعدادُ المادة الأولية من خلال تكسير الصخر الزيتي إلى قطَع صغيرة ، ثم المعالجَةُ الحرارية للمادة الأولية في أجهزة تقطيرٍ خاصّة عمودية أو أفقيةٍ تُسخَّن فيها المادة الأولية وحدوثُ الانحلال الحراري لها، حيث يتعرّض الصخر الزيتي فيها إلى درجات حرارة تتراوح ما بين °C (520–480) فتتحلّل مادة الكيروجين وينتُج النفط الصخري على شكل غازات يتم تجميعه ثم تبريدُه وتكثيفه. وينتج من معالجَة الصخر الزيتي بقايا صُلبة تمثّل بعض المعادن وبقايا كربونية على شكل فحم، وتُستخدَم البقايا الصّلبة في صناعة الأسمنت أو الطوب، ويمكن أيضًا إنتاج موادَّ إضافية منها الكبريتُ والأمونيا.

الشكل (26): يُستخرَج الصخر الزيتي في طريقة المعالَجة خارجَ الموقع من خلال عمليات التعدين السطحية ومن ثم تتم معالجته في أماكنَ أخرى.

70

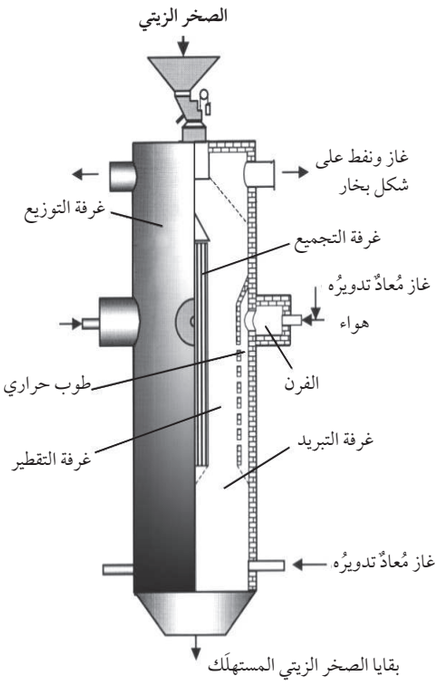
معلومة إضافية

التعدين السطحي

- يُعرَّف التعدين السطحي بأنه شكل من أشكال التعدين تُزال فيه طبقات التربة والصخور التي تغطي الخام المراد استثماره. وتُستخدَم هذه الطريقة عندما تكون الخامات المعدنية على السطح أو على أعماق ضحلة، حيث تُستخدَم الآلات الثقيلة في الحفر ومن ثم تُنقَل القطع الصخرية المستخرجة لمعالجتها خارج الموقع.
- ويمكن تعرّف منجم التعدين السطحي بشكله المميز، إذ يظهر على شكل حفرة كبيرة تحيط بها مصاطب تستخدم لتسهيل حركة الشاحنات فوقها في أثناء نقل الخامات. ومن الخامات التي تستخدم طريقة التعدين السطحي في إنتاجها: الفوسفات، وخامات الحديد، والفحم الحجري.

أنظر الشكل (27) الذي يمثّل أحدَ أجهزة التقطير المستخدَمة في إنتاج النفط الصخري.

وتتميز طريقة المعالجة في الموقع مقارَنةً بتقنيات المعالجة التقليدية خارجَ الموقع بما يأتي: قدرتُها على استخراج مزيد من النفط الصخري؛ لأن الآبارَ قد تصل إلى أعماق أكبرَ، وحدوث عملية الانحلال الحراري للكيروجين في درجات حرارة أقلّ، وإمكانية استخلاص النفط الصخري من الرواسب منخفضة الجودة التي لا تستطيع تقنيات التعدين التقليدية استخلاصها. ولا تزال تقنيةُ المعالجة في الموقع في مرحلة التطوير والتحديث.



الشكل (27): تُستخدَم أجهزةُ تقطير خاصّة يتم فيها الانحلال الحراريّ للصخر الزيتي وتحويلُه إلى نفط صخري.

أفسّر: لماذا يبطّن جهاز التقطير من الداخل بالطوب الحراري؟

أبحثُ:

يُستخدَم اختبارُ فيشرَ Fischer Assay وهو مقياس طوّره العالِمُ الألماني فرانز فيشر لتقويم كفاية عمليات استخراج الصخر الزيتي، وذلك عبر تحديد قُدرة الصخر الزيتي على إنتاج النفط، أبحث عن هذا المقياس مُبيِّنًا كيفية تحديد قدرة الصخر الزيتي في إنتاج النفط.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث عن اختبار فيشر، وأتابع التقارير التي سوف ينجزونها، ثم أطلب إلى بعضهم عرض التقارير المنجزة أمام زملائهم/ زميلاتهن. ستتضمن التقارير الآتي: يُستخدَم اختبار فيشر لتحديد قدرة الصخر الزيتي على إنتاج النفط بحسب جودته، وتقاس جودة الصخر الزيتي كنسبة مئوية من كتلة الصخر التي تحددها قيمة فيشر، وعندما تتراوح النتيجة بين 94.6 L/ton و 189.3 L/ton تُعدّ العينات غنية بالنفط مع احتمالية مرتفعة للاستثمار التجاري.

ويتطلب الفحص وفق اختبار فيشر سحق عينة كتلتها 100 g من الصخر الزيتي، ثم تسخينها على درجة حرارة تصل إلى 500 °C؛ لفصل مادة الكيروجين العضوية عن المادة المعدنية الصلبة. ثم تقارَن النتيجة بقيم معيارية لاختبار فيشر. وتنتج من فحص اختبار فيشر بعض القيم المهمة مثل: كتلة النفط، وكتلة الماء، وكتلة المخلفات، وكتلة الغاز، والكثافة النوعية للنفط المستخلص.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة الحرارية

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (27) الذي يمثل أحد أجهزة التقطير العمودية المستخدمة في استخراج النفط الصخري، وأطلب إليهم تحديد أجزائه، ثم أسألهم:

- ماذا نشاهد في الصورة؟ جهاز تقطير عموديًّا يُستخدَم في إنتاج النفط الصخري.
- في أي خطوة من خطوات المعالجة خارج الموقع تُستخدَم أجهزة التقطير؟ في الخطوة الثالثة.
- لماذا يُكسَّر الصخر الزيتي إلى قطع صغيرة قبل وضعه في أجهزة التقطير؟ وكيف يوضع فيها؟ ليسهل حرقها وزيادة المساحة المعرضة للحرق، وتُدخَل إلى جهاز التقطير من فتحة في أعلى الجهاز.
- ما درجات الحرارة اللازمة لحدوث عملية الانحلال الحراري لمادة الكيروجين في أجهزة التقطير؟ درجات حرارة تتراوح ما بين °C (520 – 480).
- ما الحالة الفيزيائية التي ينتج بها النفط الصخري بعد عملية الانحلال الحراري؟ وماذا يحدث له؟ ينتج على شكل غازات، ويتم إخراجه من فتحة خاصة لتبريده وتكثيفه.
- بماذا تستخدم بقايا الصخر الزيتي الناتجة من الحرق بعد استخلاص النفط الصخري منها؟ تستخدم في صناعة الأسمنت أو الطوب، ويمكن أيضًا إنتاج موادّ إضافية منها، مثل: الكبريت، والأمونيا.

حل سؤال الشكل (27):

لأن الطوب الحراري مقاوم للحرارة ويتحمل درجات الحرارة العالية الناتجة من عمليات التقطير، وأيضًا يقاوم التأثيرات الكيميائية، ويعدّ عازلًا للحرارة.

◄ المناقشة: إنتاج الكهرباء بطريقة الحرق المباشر:

- أستخدم استراتيجية «كنت أعتقد، والآن أعرف»، بتوجيه السؤال الآتي للطلبة:

– هل يستخدم الصخر الزيتي في إنتاج الطاقة الكهربائية بالحرق المباشر؟

- أطلب إلى الطلبة كتابة ما يعتقدونه في ورقة (كنت أعتقد، والآن أعرف).
- أتوصل مع الطلبة إلى أن الصخر الزيتي يُستخدَم في توليد الكهرباء بالحرق المباشر بصورة مشابهة للفحم الحجري، وأن كل 1 ton من الصخر الزيتي يمكن أن تنتج 850 kWh من الكهرباء.
- أطلب إلى الطلبة بعد الانتهاء من المناقشة أن يكتبوا في عمود (الآن أعرف) ما يعرفونه عن استخدام الصخر الزيتي في إنتاج الطاقة الكهربائية بطريقة الحرق المباشر.

◄ قراءة الجداول: الفحم الحجري والصخر الزيتي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (3). أوضح لهم أنه يمثل المقارنة بين الصخر الزيتي والفحم الحجري من حيث قدرة كلٍّ منهما على إنتاج الطاقة الحرارية بطريقة الحرق المباشر.
- أسأل الطلبة:

– أيّ منهما يحتوي على كمية أكبر من المواد غير العضوية؟ الصخر الزيتي.

– لماذا يُحرَق الفحم الحجري أسرع من الصخر الزيتي؟ لأنه يحتوي على كمية أكبر من المادة العضوية، ولاختلاف تركيب مادة الكيروجين بحسب بيئة التكوين.

– أيهما ينتج من احتراقه كمية حرارة أكبر؛ الصخر الزيتي أم الفحم الحجري؟ ولماذا؟ الفحم الحجري؛ لأن درجة حرارة احتراقه أكبر.

– أيهما له قيمة حرارية أكبر؛ الصخر الزيتي أم الفحم الحجري؟ الفحم الحجري.

– من تأملك تلك القيم، هل يُعدّ استخدام الصخر الزيتي وقودًا في إنتاج الطاقة الكهربائية بطريقة الحرق المباشر مجديًا؟ نعم، إذ يُستخدَم في عدد من الدول، منها أستونيا.

حل سؤال الجدول (3):

تكون كمية الحرارة الناتجة من حرق الفحم الحجري أكبر من كمية الحرارة الناتجة من حرق الصخر الزيتي بمقدار الضعف تقريبًا؛ لأن كمية الحرارة الناتجة من حرق الفحم الحجري أكبر.

إنتاج الكهرباء بطريقة الحَرْق المباشر

Electricity Production by Direct Burning

يُستخدَمُ الصّخرُ الزيتيّ في إنتاج الطاقة الكهربائية بالحرق المباشِر بشكل يشابه استخدامَ الفحم الحجري، حيث يُستخرَج الصخر الزيتي بطرائق التعدين السطحية، ومن ثَمّ يتم تكسيره إلى قطَع صغيرة أو طحنُه، ثم يوضع الفتات الناتج في أفران خاصّة وحرقُها، وتستخدَمُ الحرارة الناتجة في تسخين المياه وإنتاج بُخارٍ يعمل على تحريك توربيناتٍ خاصّة لإنتاج الكهرباء. وقد دلّتِ الدراسات على بعض عينات من الصخر الزيتي أنّ كل 1 ton من الصخر الزيتي يمكن أن تنتج 850 kWh من الكهرباء.

ويمثّل الجدول (3) مقارَنة بين الصخر الزيتي والفحم الحجري توضّح قدرة كلٍّ منهما على إنتاج الطاقة الحرارية بطريقة الحرق المباشر. يلاحَظُ أن كمية الطاقة التي نحصل عليها من حرق الفحم الحجري أكبرُ من الصخر الزيتي، ومع ذلك يُعَدُّ استخدامُ الصخر الزيتي وقودًا في إنتاج الطاقة الكهربائية بالحرق المباشر من الطرائق المستخدمة في العديد من الدول في العالم ومنها إستونيا.

أحقّق: أفسّر: لماذا يتم بناء جدار تبريدي حول مناطق معالجة الصخر الزيتي في الموقع؟

أمعِن: أيهما أقل تأثيرًا سلبيًّا على البيئة: استخدام الحرق المباشر للصخر الزيتي في توليد الكهرباء، أم استخدام النفط الصخري الناتج من معالجة الصخر الزيتي في توليد الكهرباء؟

الجدول (3): مقارنة بين الصخر الزيتي والفحم الحجري من حيث القدرة على إنتاج الطاقة الحرارية بالحرق المباشر.

الخاصية	الصخر الزيتي	الفحم الحجري
كمية المواد غير العضوية التي يحتويها	أكبر	أقل
زمن الاحتراق الكامل	أبطأ	أسرع
أعلى درجة حرارة تنتُج من الاحتراق	1080 K	2260 K
القيمة الحرارية (Heating Value)	7000 kJ/kg	29000 kJ/kg

أقارن بين كميات الحرارة التي تنتُج من الاحتراق المباشِر لكل من الصخر الزيتي والفحم الحجري.

أحقّق: لحماية المياه الجوفية التي توجد حول منطقة إنتاج النفط الصخري من التلوث نتيجة تسخين الصخر الزيتي في الموقع.

أمعِن

- أستخدم استراتيجية (فكر –انتق زميلًا – شارك) في مناقشة بند (أفكر).
- أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إليهم الإجابة عن سؤال بند (أفكر) فرادى، ثم مشاركة الإجابة أحد زملائهم/ زميلاتهن في المجموعة، ثم مناقشة إجابات المجموعات كافة. تعد كلا الطريقتين ذات تأثير كبير في البيئة، فالحرق المباشر ينتج غازات ضارة (مثل: ثاني أكسيد الكربون، ورماد) وعناصر ثقيلة (مثل الرصاص) يصعب التخلص منها. واستخلاص النفط من الصخر الزيتي ثم استخدامه في توليد الكهرباء يُنتِج غازات ضارة أيضًا وتأثيرات في المياه الجوفية، ولكن استخدام تقنيات حديثة يمكن أن يقلل التأثير السلبي لكلا الطريقتين وإنتاج مواد مفيدة منهما.

أهمية استثمار الوقود الأحفوري
The Importance of Fossil Fuels Exploitation

يحقِّق تنفيذ مشاريع استكشاف الوقود الأحفوري واستثماره، خصوصًا استثمار الصخر الزيتي العديدَ من الفوائد منها: تقليلُ استيراد الوقود من الخارج، وتوفيرُ آلاف فرَص العمل للشباب في مجالات عدة تتعلق باستكشاف الوقود الأحفوري واستثماره وتكريره، وإقامة صناعات تتعلق بالمنتَجات البترولية، أو المواد المصاحِبة، ومنها الكبريت والأمونيا، وإقامة صناعات تتعلق بالتخلص من التأثيرات البيئية المتعلقة بعمليات الاستخراج والاستثمار.

✓ **أتحقّق:** أذكر فائدتين لاستثمار الوقود الأحفوري.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أحدّد ثلاث مناطقَ يوجد فيها الصخر الزيتي في الأردن.
2. **أقترح** سببين لعدم تشكّل النفط بكميات تجارية في صخور الأردن.
3. أوضّح كيفيّة تشكّل رمال القار في الأردن.
4. **أستنتج** أهمية تطوير حقل حمزة النفطي.
5. أذكر طرائق إنتاج النفط الصخري من الصخر الزيتي.
6. **أستنتج:** لماذا يتم تكسير الصخر الزيتي عند استخدامه لإنتاج النفط الصخري؟

◄ المناقشة:

أهمية استثمار الوقود الأحفوري

- أستخدم **استراتيجية الطاولة المستديرة** في مناقشة الطلبة حول أهمية استكشاف الوقود الأحفوري واستثماره.
- أوزع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّه لهم السؤال الآتي:

– ما أهمية استكشاف الوقود الأحفوري واستثماره وخاصة الصخر الزيتي؟

- أطلب إلى الطلبة تمرير الورقة على جميع زملائهم/ زميلاتهن في المجموعة بحيث يكتب كل طالب/ طالبة أهمية واحدة.
- أطلب إلى المجموعات مناقشة ما توصلوا إليه ضمن المجموعة، ثم عرض ما يتوصلون إليه أمام باقي المجموعات.

✓ **أتحقَّق:** من فوائد استثمار الصخر الزيتي: تقليل استيراد الوقود من الخارج، وتوفير آلاف فرص العمل للشباب في مجالات عدة تتعلق باستكشاف الوقود الأحفوري واستثماره.

3 التقويم

مراجعة الدرس

1. يوجد الصخر الزيتي في مناطق عدة في الأردن، منها: اللجون، وعطارات أم الغدران، والسلطاني.
2. من أسباب عدم تشكّل النفط بكميات تجارية في الأردن: أن معظم الترسّبات في الأردن كانت قاريّةً وليست بحريّةً، ما أدى إلى قلّة المواد العضوية فيها، كذلك لم تنضج المادة العضوية في صخور المصدر لإنتاج النفط؛ بسبب عدم دفن الترسّبات البحريّة بعمقٍ كافٍ، ما أدى إلى انخفاض درجة الحرارة اللازمة لإنضاج المادة العضوية.
3. تشكّلت رمال القار في الأردن نتيجة تسرب النفط من خزان نفطي يوجد أسفل البحر الميت إلى الأعلى، حيث وصل إلى الصخور الرملية، ما أدى إلى تبخر المواد الهيدروكربونية الخفيفة وتحللها بفعل البكتيريا الهوائية، وبقيت البقايا الكثيفة (الأسفلت) في مسامات الصخر الرملي على شكل رمال القار.
4. أدى تطوير حقل حمزة النفطي إلى زيادة الطاقة الإنتاجية للحقل، وأدت صيانة البنية التحتية للحقل وتحسينها إلى زيادة قدرته إلى 2000 برميل يوميًّا.
5. يُنتَج النفط من الصخر الزيتي بطريقتين: المعالجة خارج الموقع، أو المعالجة داخل الموقع.
6. يُكسَّر الصخر الزيتي لزيادة مساحة السطح المعرض للتسخين، ما يؤدي إلى استخلاص كميات أكبر من النفط الصخري.

الإثراء والتوسع

الصناعات البتروكيماوية
The Petrochemical Industries

الهدف:

تعرُّف أهمية استخدام الوقود الأحفوري في الصناعات البتروكيماوية.

الإجراءات والتوجيهات:

- أسأل الطلبة: ما البتروكيماويات؟ وأناقشهم في الإجابة للتوصل إلى أنها مواد كيميائية تصنع من الوقود الأحفوري.
- أوجّه الطلبة إلى دراسة الصورة، وأناقشهم في أن المواد البلاستيكية المختلفة هي مواد بتروكيماوية تصنع من الوقود الأحفوري.
- أصمم مع الطلبة خريطة ذهنية في أثناء المناقشة، بحيث نرسم دائرة في وسط اللوح ونكتب فيها الصناعات البتروكيميائية، ثم نمدّ منها ثلاثة خطوط تمثل: الأول: المواد المستخدمة في صنع الصناعات البتروكيماوية. والثاني: المجالات والمنتجات التي تصنع منها الصناعات البتروكيماوية. والثالث: الآثار السلبية التي تنتج من الصناعات البتروكيماوية.

الكتابة في الجيولوجيا

أوزّع الطلبة إلى مجموعات، وأوجّههم إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة عن الصناعات البتروكيماوية، ثم اختيار إحداها وتحديد أهميتها وكيفية صناعتها، وكتابة مقالة موثقة بالمعلومات والصور، ثم عرضها في لوحة الصف.

الصناعات البتروكيماوية
The Petrochemical Industries

لا تقتصِر أهميّة الوقود الأحفوري على استخدامه كونه أحدَ أهمِّ مصادر الطاقة في العالم، بل يتعداه إلى استخدام أنواعه في العديد من الصناعات التي تُسمّى الصناعاتِ البتروكيماويةَ، حيث يستخدَمُ النفط والغاز الطبيعي وحتى الفحـمُ الحـجري موادَّ خامٍ. ويُعَدُّ الغازُ المصاحب (وهو أحد أشكال الغاز الطبيعي الموجود في صخور الخزان مصاحبًا للنفط ويستخرَج عند تكريره) من أهم المشتقات النفطية المستخدَمة في صناعة البتروكيماويات.

تُعَدُّ صناعةُ البتروكيماويات من أهم الصناعات في هذا العصر، فهي توفر منتجاتٍ مهمّةً، مثل: الإثيلين والميثانول والبولي إيثيلين التي تدخل في معظم المجالات، ويستخدمُها الناس يوميًّا؛ فهي تدخل في صناعة الأدوية والأسمدة والأثاث، والدّهانات ومستحضرات التجميل، والأجهزة المنزلية والإلكترونيات وألواح الطاقة الشمسية وغيرها الكثير، وقد أولتْ معظم الدول اهتمامًا كبيرًا بهذا القطاع لأهميته في الاقتصاد الوطني.

ومع كلّ الفوائد التي توفّرها المواد البتروكيماوية، إلا أن تراكم بعضها يُعَدُّ خطرًا كبيرًا على البيئة خصوصًا الموادَّ البلاستيكية؛ حيث إنّ العديد من الأدوات التي نستخدمها مصنوعةٌ بكاملها من البلاستيك أو تحتوي على مكوّنات بلاستيكية. ومن خصائص البلاستيك أنه لا يتحلل بسهولة لذلك يتراكم مع الزمن ويؤدي إلى تلوّث البيئة.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أستخدمُ مصادرَ البحث المختلفةَ للحصول على معلومات عن الصناعات البتروكيماوية، ثمّ أختار إحدى المواد وأحدّد أهميتها وكيفية صناعتها، ثمَّ أكتبُ مقالة عن ذلك.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية: إدارة الوقت.**

ألفت انتباه الطلبة أثناء تنفيذ نشاط الكتابة في الجيولوجيا إلى أهمية إدارة الوقت والإفادة منه على أفضل وجه، وأنه لتحقيق النتائج المرجوة من أي تجربة أو أي خبرة حياتية، يجب تحديد الوقت اللازم لتحقيقه بدقة.

السؤال الأوّل:

أضعُ دائرةً حولَ رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. أي الصخور الآتيةِ مثالٌ على الصخور الخازنة؟
   أ - الغَضار.
   ب- الصخر الرملي.
   ج- الصخر الطيني.
   د - الغرانيت.
2. من خصائص مادة الكيروجين أنها:
   أ - توجد في الصخور الخازنة.
   ب- تذوب في المذيبات العضوية.
   ج- تتكوّن في صخور المصدر.
   د - تكوّنُ صخور الغِطاء.
3. أي العصور الجيولوجية الآتية تتبعُ لها الصخور الخازنة التي تحتوي على غاز الرّيشة؟
   أ - الأوردوفيشي. ب- الثلاثي.
   ج- الكريتاسي. د- البيرمي.
4. أي درجات الحرارة الآتية يمكن أن يتشكّل عندها النفط؟
   أ - 34 °C. ب- 210 °C.
   ج- 80 °C. د- 45 °C.
5. أي أنواع الوقود الأحفوري غير التقليدية يتكوّن من موادَّ هيدروكربونية عالية اللزوجة، ويكون في الحالة شِبهِ السائلة هو:
   أ - النفط. ب- الغاز الطبيعي.
   ج- الأسفَلت. د- الصخر الزيتي.
6. أي الغازات الآتيةِ هو المكوّنُ الأساسي للغاز الطبيعي؟
   أ - الميثان. ب- الإيثان.
   ج- البروبان. د- البيوتان.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغ في ما يأتي بما هوَ مناسب من المصطلحات:

أ - ..... صخور تحتوي على كمية كافية من المواد العضوية، يمكن أن يتولّد منها ما يكفي من المواد الهيدروكربونية لتكوين تراكُم اقتصاديّ من النفط أو الغاز الطبيعي.

ب- ..... هو النفط الذي يُستخرَج من الصخر الزيتي بطرائق غير تقليدية.

ج- ..... صخور ذاتُ نفاذية عالية يهاجِر إليها النفط الخام والغاز الطبيعي من مكان تشكّلِهما ويتجمّع فيها.

د- ..... معدّلُ التغير في درجة الحرارة بزيادة العُمق ويقدّرها العلماء بين (25-30) °C/km.

السؤال الثالث:

أُفسّرُ كلًّا ممّا يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ - يدُلُّ وجودُ رمالِ القار في وادي عسّال على أن هناك حقلًا نفطيًّا أسفلَ البحر الميت.

ب- تكوُّنُ الصخر الزيتي في الأردن بكميات كبيرة بدلًا من تكوُّن النفط.

ج- تتكوّن جميعُ أنواع الكيروجين من المواد الهيدروكربونية، ومع ذلك يوجد اختلافٌ في تركيبه الكيميائي.

السؤال الرابع:

أبين سببَ تشكُّلِ أنواعٍ مختلفة من الفحم الحجري.

السؤال الأول:

1. ب- الصخر الرملي.
2. ج- تتكوّن في صخور المصدر.
3. أ - الأوردوفيشي.
4. ج- 80 °C.
5. ج- الأسفلت.
6. أ - الميثان.

السؤال الثاني:

أ - صخور المصدر.

ب- النفط الصخري.

ج- الصخور الخازنة.

د- المال الحراري.

السؤال الثالث:

أ - وجود رمال القار في وادي عسال واحتواؤها على مادة الأسفلت يدل على أن هذا الأسفلت قد تشكّل نتيجة هجرة النفط وتسرّبه من خزان نفطي أسفل منطقة البحر الميت، وعند وصوله بالقرب من سطح الأرض تطايرت المكوّنات النفطية الخفيفة وبقي الأسفلت في مسامات الرمل.

ب- تكوّن الصخر الزيتي بكميات كبيرة في الأردن بدلًا من تكوّن النفط؛ لأن الصخر الزيتي يمثل صخور مصدر تحتوي على مادة الكيروجين العضوية، وبما أن هذه الصخور لم تدفن على أعماق كافية لرفع درجة حرارة مكوّناتها إلى الدرجة اللازمة لنضج الكيروجين وتوليد النفط، فقد تكوّن نتيجة لذلك الصخر الزيتي.

ج- لا يوجد تركيب كيميائي محدد لمادة الكيروجين؛ لأن بقايا الكائنات الحية التي تكونت منها مختلفة؛ فبعضها نباتات نمت على اليابسة، وبعضها كائنات بحرية مجهرية نباتية أو حيوانية.

السؤال الرابع:

يعتمد تشكُّل أنواع مختلفة من الفحم الحجري على مقدار درجة الحرارة والضغط التي تعرضت لها بقايا الأشجار والسرخسيات والنباتات الأخرى التي يتشكّل منها.

مراجعة الوحدة

السؤال الخامس:

في طريقة المعالجة داخل الموقع تكون التأثيرات البيئية ودرجات الحرارة اللازمة لاستخراج النفط الصخري أقل من طريقة المعالجة خارج الموقع.

السؤال السادس:

تحتوي المصيدة على صخور الغطاء غير المنفذة؛ لمنع النفط أو الغاز الطبيعي في الصخور الخازنة من الاستمرار في الهجرة للأعلى، بل يُخزَّن في المصيدة.

السؤال السابع:

تكون درجات الحرارة المؤثرة في مادة الكيروجين حتى يتولد منها النفط أقل من درجات الحرارة المؤثرة في الكيروجين اللازمة لتوليد الغاز الطبيعي.

السؤال الثامن:

لأن درجة الحرارة الأقل من 50 °C لا تكون كافية لإنتاج النفط، لذلك تُعدّ مادة الكيروجين عندها غير ناضجة.

السؤال التاسع:

تتكوّن المصائد الاختراقية نتيجة تحرّك بعض الرسوبيات قليلة النفاذية (مثل الملح الصخري) للأعلى؛ بسبب قلة كثافتها نسبةً للصخور التي تعلوها، فتنتج القباب الملحيّة التي تحجز النفط أو الغاز الطبيعي وتمنعه من الهجرة.

السؤال العاشر:

يصنف الفحم الحجري اعتمادًا على درجة الحرارة من الأقل إلى الأعلى: الخُث، اللغنيت، الفحم البتيوميني، الأنثراسيت.

السؤال الحادي عشر:

الفحم الحجري أفضل من الصخر الزيتي في توليد الكهرباء؛ لأن درجة الحرارة التي تنتج من الاحتراق والقيمة الحرارية تكون أكبر.

السؤال الثاني عشر:

فحم اللغنيت أقل صلابة، ويحتوي على كمية كربون أقل من فحم الإنثراسيت.

السؤال الثالث عشر:

من الأدلة التي افترضها مؤيدو النظرية غير العضوية في تشكُّل النفط والغاز الطبيعي: انبعاث غاز الميثان من البراكين، واكتشاف غاز الميثان في بعض كواكب المجموعة الشمسية الأخرى، مثل كوكبي: المشتري، وزحل.

السؤال الرابع عشر:

إقامة صناعات تتعلق بالمنتجات البترولية المستخلصة من الصخر الزيتي مثل الكبريت، وإقامة صناعات تتعلق بالتخلص من الآثار البيئية المرتبطة بعمليات استخراج الصخر الزيتي واستثماره.

السؤال الخامس عشر:

توجد أسباب عدة منها مثلًا: ارتفاع أثمان أنواع الوقود الأحفوري وخاصة النفط، وزيادة الطلب زيادة كبيرة على الوقود الأحفوري نتيجة التطور الصناعي، وحدوث بعض المشكلات التي تتعلق بشراء النفط واستيراده في بعض الأوقات نتيجة الحروب.

السؤال السادس عشر:

لو استمر الترسيب ملايين السنين فوق الطبقات المكونة للصخر الزيتي لزادت كمية الرسوبيات المتراكمة فوق المواد العضوية، ما يؤدي إلى زيادة درجات الحرارة والضغط التي تتعرض لها مادة الكيروجين العضوية، فمن الممكن أن تكون تلك الدرجات كافية لتوليد النفط أو الغاز الطبيعي، وعند وجود مصائد نفط مناسبة في الأعلى أو بالقرب من صخور المصدر، يمكن أن يتجمع ويخزن النفط والغاز الطبيعي فيها.

السؤال السابع عشر:

للوقود الأحفوري أهمية كبيرة للبشرية، ومن دون استخدامه تتوقف العديد من الأنشطة، وعند مقارنته بباقي مصادر الطاقة نجد أنه أكثر سهولة في الاستخدام؛ لذا من الصعب التوقف عن استخدامه في الوقت الحاضر، ويمكن التخلص من المشكلات البيئية بتطوير الأجهزة التي تستخدم الوقود الأحفوري، بحيث تقلل من الانبعاثات الضارة على البيئة، وكذلك تطوير بدائل جديدة للطاقة.

السؤال الخامس:

أقارن بين إنتاج النفط الصخري بطريقة المعالجة خارجَ الموقع، والمعالجة داخلَ الموقع من حيث التأثيرات البيئية، ودرجةُ الحرارة اللازمة للمعالجة.

السؤال السادس:

أفسّر: لماذا يجب أن تحتوي المِصيدةُ على صخور الغطاء؟

السؤال السابع:

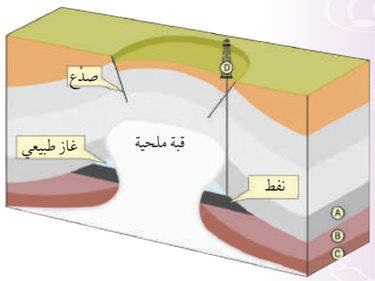
أقارن بين النفط والغاز الطبيعي من حيثُ درجةُ الحرارة المؤثّرة في مادة الكيروجين المكوّنة له.

السؤال الثامن:

أستنتج: لماذا يعَدُّ الكيروجين غيرَ ناضجٍ عند درجات حرارة لا تتعدى 50 °C؟

السؤال التاسع:

أوضّح كيف تتكوّن المصائد الاختراقية.



السؤال العاشر:

أصنّفُ أنواع الفحم الحجري بناءً على درجة الحرارة.

السؤال الحادي عشرَ:

أستنتج: أيّهما أفضل، استخدامُ الصخر الزيتي أم الفحم الحجري في توليد الكهرباء؟

السؤال الثاني عشرَ:

أقارن بين فحم اللغنيت والأنثراسيت من حيث الصلابةُ وكميّة الكربون الذي يحتويه.

السؤال الثالثَ عشرَ:

أحدّدُ الأدلّة التي افترضَها مؤيّدو النظرية غير العضوية في تشكُّل النفط والغاز الطبيعي.

السؤال الرابعَ عشرَ:

أذكُر فائدتين إضافيّتين لمعالجة الصخر الزيتي ما عدا استخلاص النفطِ الصخري.

السؤال الخامسَ عشرَ:

أناقِش: لماذا تتّجِهُ الدّوَل إلى إنتاج النفط من الصخر الزيتي على الرغم من الصعوبات التي تواجه ذلك؟

السؤال السادسَ عشرَ:

أتنبّأ: ماذا كان سيحصل للصخر الزيتي في الأردن إذا استمر الترسيب فوق الطبقات المكوّنة له ملايينَ أخرى من السنين؟

السؤال السابعَ عشرَ:

أُقوّمُ العبارة الآتية:

« يجب وقفُ استثمار الوقود الأحفوري واستخدامِه بسبب الآثار السّلبية على البيئة».

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة

Fossil Fules and the Environment

تجربة استهلالية: غاز ثاني أكسيد الكربون والاحتباس الحراري.

الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: استخدامات الوقود الأحفوري.	• بيان استخدامات الوقود الأحفوري في وسائل النقل والصناعة وكيفية حدوث الحرق. • توضيح عملية الحرق في السيارات والآلات الصناعية عن طريق نموذج مبسط. • إنشاء رسم بياني يوضح تزايد كميات الوقود الأحفوري المستهلك في السنوات العشر الماضية.	○ تجربة 1: مبدأ تحول الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية. ○ نشاط: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية. ○ نشاط: الاستهلاك العالمي للوقود الأحفوري.	3
الثاني: أثر احتراق الوقود الأحفوري.	• استقصاء دور الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري وبعض آثارها الضارة على الصحة والمناخ ومياه المحيطات. • تعداد الغازات الناتجة من عملية احتراق الوقود الأحفوري. • تفسير تشكّل الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري مع معادلاتها الكيميائية. • ذكر أمثلة على تأثير الغازات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري والضارة بالإنسان والغلاف الجوي والمحيطات.	○ تجربة 2: أهمية الاحتباس الحراري. تجربة 3: محاكاة المطل الحمضي.	3

نتاجات التعلم للصفوف السابقة	الصف	نتاجات التعلم للصفوف اللاحقة	الصف
• قراءة رسم بياني يوضح تغير درجة حرارة جوّ الأرض من عصر الثورة الصناعية حتى الوقت الحالي. • تفسير سبب ارتفاع درجة حرارة جوّ الأرض. • الربط بين ارتفاع درجة حرارة الجوّ ومناخ الأرض. • مناقشة مسؤولية البشر عن الاحترار العالمي. • وضع أفكار تسهم في تخفيف سرعة وتيرة الاحترار العالمي.	**السادس**	• ذكر أمثلة على دور الإنسان في تدمير بيئته الأرضية في البر والبحر والجوّ.	الثاني عشر العلمي
• بيان أن الغلاف الجوي سقف حافظ للحياة.	**التاسع**	.....	.....

الوحدة 3

الوقود الأحفوريّ والبيئة

Fossil Fuels and the Environment

أتأمّل الصّورة

تعَدُّ الغازاتُ الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري المنتشرة في الغلاف الجوي عاملًا رئيسًا في تلوّث الهواء، ومنها أكاسيدُ الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت. فما الآثارُ البيئيّة الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوريّ؟

77

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

آثار تلوث الهواء في الصحة

يؤثر تلوث الهواء في صحة الإنسان الجسدية والعقلية؛ لأنه يؤدي إلى أمراض حادة ومزمنة قد تقلل من جودة الحياة. وتقدر منظمة الصحة العالمية أن نحو 7 ملايين شخص يموتون سنويًّا بسبب تعرضهم للجسيمات الدقيقة في الهواء الملوث، فتخترق هذه الجسيمات الرئتين والقلب والأوعية الدموية، مسببةً أمراضًا، مثل: السكتة الدماغية، وأمراض القلب، وسرطان الرئة، وأمراض انسداد الشعب الهوائية المزمنة، والتهابات الجهاز التنفسي بما فيها الالتهاب الرئوي. ومن ناحية أخرى، تترتب تكاليف اقتصادية عالية جراء الآثار الصحية لتلوث الهواء، وذلك من ناحية كلفة العلاج وإدارة الظروف الصحية، والتغيب عن العمل.

أتأمَّل الصورة

تلوث الهواء

- أوجّه الطلبة إلى تأمّل الصورة في مقدمة الوحدة، والإجابة عن السؤال الآتي الوارد في بند (أتأمّل الصورة):

– ما الآثار البيئية الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري؟

- أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن الغازات المنبعثة من احتراق الوقود الأحفوري إلى الغلاف الجوي (مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت) تعدّ عاملًا رئيسًا في تلوث الهواء، وظهور كثير من المشكلات البيئية، مثل: الاحترار العالمي، والهطل الحمضي، والضباب الدخاني، واستنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الوعي الصحي**

أخبر الطلبة بأهمية الوعي الصحي، وأنه يعد عنصرًا أساسيًّا لنجاح أي سياسة صحية فاعلة. وأن الوعي الصحي يسهم في زيادة شعور الفرد بالمسؤولية تجاه صحته وصحة من حوله.

الفكرة العامة:

آثار احتراق الوقود الأحفوري

- أعرض على الطلبة مقطعًا مرئيًّا (فيديو) يوضح منطقة صناعية في إحدى المدن، وأوجّههم لملاحظة الغازات المنبعثة من مداخن المصانع، ثم أسألهم:

– ما الغازات المنبعثة من مداخن المصانع؟ **إجابة محتملة:** أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت.

– ما مصدر هذه الغازات؟ مصدرها حرق الوقود الأحفوري في المصانع.

– ما تأثير هذه الغازات في الغلاف الجوي؟ تلوّث الغلاف الجوي، وتؤثر في تركيبه وصفاته.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها لاستنتاج أن عمليات حرق الوقود الأحفوري تنتج غازات ضارة تنبعث إلى الغلاف الجوي وتلوّثه، ومن هذه الغازات: أكاسيد الكربون والكبريت والأوزون.
- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون في هذه الوحدة الغازات الضارة الناتجة من حرق الوقود الأحفوري، وتأثير هذه الغازات في البيئة.

مشروع الوحدة

تلوث الهواء

- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، وأوجّههم إلى عمل نموذج يبين أوجه الاختلاف بين المناطق الصناعية والمناطق الصديقة للبيئة مستخدمين فيه منحى STEAM في التدريس، بربط العلوم بالتكنولوجيا والهندسة والفن والرياضيات، وفق الخطوات الآتية:
- أوجّه الطلبة إلى استخدام مواد من البيئة المحلية لتصميم نموذج يمثّل مناطق تحتوي على مصادر للملوثات ومناطق أخرى تحتوي على مصادر صديقة للبيئة، ويتكون النموذج من طبقين من الكرتون؛ طبق يُدهَن باللون البني الغامق ليمثّل الأرض التي تقام عليها المصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الوقود الأحفوري، ويُلصَق إلى جانبه طبق يغطى بقطعة سجاد خضراء ليمثّل الأرض البعيدة عن تلوث الهواء، والتي تحتوي على محطات توليد الطاقة بفعل الرياح والطاقة الشمسية.
- أوجّه الطلبة إلى صنع مجسمات هندسية أسطوانية ومستطيلة للمصانع، ومداخنها. يمكن تمثيل الدخان بالقطن بعد تلوينه بلون أسود أو رمادي. واستخدام نموذج مروحة لتوليد الكهرباء وتحريكها عن طريق دارة كهربائية بسيطة، ووضعها في المنطقة البعيدة عن التلوث.
- أوجّه الطلبة للاستعانة بشبكة الإنترنت، للاطلاع على نماذج سابقة؛ للاستفادة من بعض الأفكار، مثل نمذجة ألواح شمسية باستخدام أطباق كرتونية، ووضعها في المنطقة البعيدة عن التلوث.
- بعد الانتهاء من عمل النموذج، أطلب إلى كل مجموعة عرض نموذجها في معرض مصغّر، على صفحة المدرسة الإلكترونية.

الفكرة العامّة

ينتج عن احتراق الوقود الأحفوريّ كمياتٍ هائلة من الغازات الضارّة، تؤثّر في تركيب الغلاف الجوي وصفاته، فيمنعه من امتصاصها أو تشتيتها.

الدرس الأول: استخدامات الوقود الأحفوري

الفكرة الرئيسة: يستخدم الوقود الأحفوري في مناحي الحياة المختلفة ويزداد استخدامه مع الزمن، فتتراكم العديد من الغازات الضارة في البيئة.

الدرس الثاني: أثر احتراق الوقود الأحفوري

الفكرة الرئيسة: هنالك العديدُ من الملوّثات الموجودةِ في الغلاف الجويّ الناتجةِ من بعض العمليات الطبيعية، والنشاطات البشريّةِ تؤثّر سَلْبًا في صحّة الإنسان والنباتاتِ والحيوانات.

78

تجربة استهلالية

غاز ثاني أكسيد الكربون والاحتباس الحراري

يسهم غاز ثاني أكسيد الكربون في ظاهرة الاحتباس الحراري. فما أثره في الحياة على الأرض؟

الموادّ والأدوات: حوضا سَمَك زجاجيان بعمق 30 cm، طبقان زجاجيان، كأسٌ زجاجية سعتها 300 mL، بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$، خَلٌّ CH_3COOH (حمض الإيثانويك)، كميّتان متساويتان من التُّربة، مقياسا درجة حرارة، مصدرا طاقة ضوئيان، ساعةُ توقيت، شريط لاصِق شفاف، قلم تخطيط، قلم رصاصٍ مِسطرة، ورقُ رسم بيانيّ أو برمجية إكسل Excel.

إرشادات السلامة: توخي الحذر عند تثبيت مقياس درجة الحرارة داخلَ الحوض الزجاجي خشيةَ كسرِه.

خطوات العمل:

1. أكتب على أحدِ الأحواض الحرف (A) وعلى الحوض الآخر الحرف (B).
2. أثبّت مقياس درجة الحرارة في كلّ حوض زجاجيّ على أحدِ جُدرانه من الداخل بالشريط اللاصق الشفاف، بحيث يكون على ارتفاع 3 cm تقريبًا من قاع الحوض.
3. أضَع في قاع كلّ حوض كميّة متساوية من التّربة بحيث تشكّل طبقةً رقيقة، ثم أضع الطبق الزجاجيّ فوق التربة في وسط الحوض.
4. أثبّت مصدرَ الطاقة الضوئيَّ الذي يمثّل الشمس على أحدِ جوانب كلّ حوض على المسافة والزاوية نفسيهما، وأسلّطه على التّربة.
5. أسكُب 300 mL من الخلّ في الطبق الزجاجيّ في الحوض (A)، سيمثّل هذا الحوضُ عنصرًا ضابطًا لمقارنة درجة الحرارة في الحوضين.
6. أضَع 60 g من بيكربونات الصوديوم في الطبق الزجاجيّ في الحوض (B)، سيمثّل هذا الحوضُ نموذجًا للاحتباس الحراري على الأرض.
7. أدوِّنُ في جدولٍ عند بداية التجربة قراءةَ درجة الحرارة الأوليّة في الحوضين (A) و (B)، ثم أكرّر القراءة كلّ (1 min) ولمدة (6 min).
8. أسكُب بِبُطءٍ 300 mL من الخلّ فوق بيكربونات الصوديوم في الطبق الزجاجي في الحوض (B).
9. أواصِلُ تدوينَ قراءة درجات الحرارة في الحوضين (A) و (B)، بعد الانتهاء من سكْبِ الخلّ في الحوض (B) كلّ (1 min) ولمدة (6 min) أخرى.
10. أُنشِئُ رسْمًا بيانيًّا يمثل العلاقةَ بين الزمن، ودرجة الحرارة مستخدمًا برمجيةَ إكسل.

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر:** أيُّ الحوضين (A) أم (B) سجّلَ أعلى درجة حرارة بعد سَكْب الخَلّ؟ لماذا؟
2. أكتُب معادَلةَ تفاعُلِ الخلِّ مع بيكربونات الصوديوم.
3. أصِف العلاقة بين غاز ثاني أكسيد الكربون والاحتباس الحراري.

79

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا البيئية: المسؤولية البيئية**

أوضّح للطلبة أهمية أن يحافظ الإنسان على الوسط الذي يعيش فيه من التلوّث والضرر، عن طريق الاتزان في استهلاك الموارد الطبيعية، واستخدام التكنولوجيا الحديثة التي تقلّل من مخاطر حرق الوقود الأحفوري، والتسبّب بمشكلات بيئية كالاحترار العالمي.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	مراعاة إجراءات السلامة أثناء تنفيذ التجربة.				
2	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				
3	كتابة معادلة تفاعل الخلّ مع بيكربونات الصوديوم كتابة صحيحة.				
4	**تفسير** سبب ارتفاع درجة الحرارة في الصندوق (B).				
5	وصف العلاقة بين تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون وظاهرة الاحتباس الحراري.				

تجربة استهلالية

زمن التنفيذ: 25 min.

الهدف: تعرّف دور غاز ثاني أكسيد الكربون في ظاهرة الاحتباس الحراري.

المهارات العلمية: القياس، والملاحظة، والتفسير، والتواصل.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخّي الحذر عند تثبيت مقياس درجة الحرارة داخل الحوض الزجاجي؛ خشية كسره.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأوفّر لها المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أستخدم **استراتيجية «جدول التعلم** KWL»، فأطلب إلى الطلبة أن يرسموا في ورقة العمل: (جدول التعلم)، ويدوّنوا في العمود الأول «ماذا أعرف؟» ما يعرفونه عن ظاهرة الاحتباس الحراري، وما الغاز الرئيس المسؤول عن حدوث هذه الظاهرة. ثم أطلب إليهم أن يدوّنوا ما يريدون معرفته عن هذه الظاهرة في العمود الثاني «ماذا أريد أن أعرف»، وأحرص على توجيههم لاستخدام أدوات الاستفهام مثل: (من؟، أين؟، متى؟، لماذا؟، كيف؟). وفي نهاية النشاط أطلب إليهم أن يدونوا ما تعلموه من معلومات جديدة عن ظاهرة الاحتباس الحراري في العمود الثالث «ماذا تعلّمت؟».
- أشجّع الطلبة وأتابعهم في أثناء تنفيذ التجربة باستخدام **استراتيجية «أكواب إشارة المرور»**.

النتائج المتوقعة: اختلاف القراءات المسجلة بعض الشيء بين المجموعات المتعددة، وإظهار الرسم البياني ارتفاع درجة الحرارة مع الزمن في الحوض (B)، وبقاءها ثابتة تقريبًا في الحوض (A). وتمكن الطلبة من ربط ذلك بتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون في ظاهرة الاحتباس الحراري.

التحليل والاستنتاج:

1. حوض (B) سجّل أعلى درجة حرارة؛ بسبب إسهام بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون الناتجين من تفاعل الخلّ مع بيكربونات الصوديوم في منع خروج الطاقة الحرارية؛ ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء داخل الحوض.
2. $NaHCO_{3(s)} + CH_3COOH_{(l)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$
3. ظاهرة الاحتباس الحراري تضم أهم غازين حابسين للحرارة ضمن معدلاتها الطبيعية هما: غاز ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء؛ لتعزيز الحياة على كوكب الأرض، فهما غطاء جزئي لها، وفي الوقت نفسه لا ترتفع درجة حرارة الأرض، لكن تزايد مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون قد يسبّب استمرارًا في ارتفاع معدل درجات الحرارة؛ ما يؤدي إلى الاحترار العالمي.

الدرس 1

استخدامات الوقود الأحفوري

Fossil Fuels Uses

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

احتراق الوقود الأحفوري

- أوجّه السؤال الآتي للطلبة: أثناء سيركم في الشارع العام، هل شعرتم بالضيق يومًا أو الاختناق جرّاء استنشاق الدخان الأسود المنبعث من عوادم بعض السيارات؟
- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أوجّه لهم الأسئلة الآتية:

– ما اسم الغازات المنبعثة من عوادم السيارات؟ أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين.

– ما أثر هذه الغازات في البيئة؟ تلوّث الهواء، وتؤثر في صحة الكائنات الحية، وتسبّب مشكلات بيئية عديدة، كالاحترار العالمي.

الربط بالمعرفة السابقة:

الوقود الأحفوري

- أذكّر الطلبة بمفهوم الوقود الأحفوري وأنواعه المختلفة الذي تعرّفوه في الوحدة السابقة قبل البدء بشرح احتراق الوقود الأحفوري، بتوجيه أسئلة عدة لهم، مثل:

– ما أنواع الوقود الأحفوري؟ تتعدّد أنواع الوقود الأحفوري، ومنها: الفحم الحجري، والنفط، والغاز الطبيعي، والصخر الزيتي.

– ما التركيب الكيميائي للوقود الأحفوري؟ الهيدروكربونات التي نتجت من أصل عضوي.

2 التدريس

بناء المفهوم:

المحركات الحرارية

- أوجّه للطلبة الأسئلة الآتية:

– أين تتم عملية الاحتراق في السيارة؟ في محرك السيارة، الذي يسمّى المحرك الحراري.

– ما المحرك الحراري؟ آلة تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة، مثل الوقود الكيميائي أو النووي أو الطاقة الشمسية، أو غير ذلك، إلى طاقة ميكانيكية على نحو مفيد.

الفكرة الرئيسة

يستخدم الوقود الأحفوري في مناحي الحياة المختلفة ويزداد استخدامه مع الزمن فتتراكم العديد من الغازات الضارة في البيئة.

نتاجات التعلّم

- أبيّن بعض استخدامات الوقود الأحفوري ومنها استخدامه في وسائط النقل والصناعة.
- أوضّح عَبْر نموذج مبسّط عمليةَ الحرق في السيارات والآلات الصناعية.
- أرسُم بيانيًّا تزايُدَ كميات الوقود الأحفوري المستهلَك في السنوات العشر الماضية.

المفاهيم والمصطلحات

المحرّك الحراري	Heat Engine
شَوط السّحب	Intake Stroke
شَوط الضغط	Compression Stroke
شَوط القدرة	Power Stroke
شَوط العادم	Exhaust Stroke
التوربين	Turbine
المولّدُ الكهربائي	Generator

احتراق الوقود الأحفوري Fossil Fuels Burning

يُستخدَمُ الوقودُ الأحفوريُّ في العالم على نطاق واسع؛ لأنه يطلِق عند احتراقه الطاقة المختزَنة فيه بيُسر وسهولة. ومعظم الطاقة التي نستخدمها تأتي من حرق الوقود الأحفوريّ بأشكاله المختلفة مثل: الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي. والاحتراق هو تفاعلٌ كيميائي يحدُث فيه اتحاد الأكسجين مع عناصر الكربون والهيدروجين. وتتم عمليات الاحتراق في محرّكاتٍ تسمّى المحرّكاتِ الحراريةَ، فما المحرّكات الحرارية؟ وكيف تعمل؟

المحرّكات الحرارية Thermal Motors

يُعرفُ المحرّك الحراري Heat Engine بأنه آلة تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة، مثل الوقود الأحفوري أو النووي أو الطاقة الشمسية، أو غير ذلك إلى طاقة ميكانيكية على نحوٍ مفيد. وتقسَمُ المحرّكات الحرارية إلى محرّكات احتراق داخلي ومحرّكات احتراق خارجي، وتُستخدَمُ محرّكات الاحتراق الداخلي في العديد من المركبات والآليات ومنها السيارات والشاحنات والطائرات والقوارب والدرّاجات النارية وغيرها. وتوجدُ محرّكات الاحتراق الخارجي في محطّات توليد الطاقة الكهربائية.

تتكوّن محرّكات السيارات من محرّكات احتراقٍ داخليّ، ويتكوّن معظمُها من أربع حُجرات احتراق أو أكثر، وتسمّى الحجرة أسطوانةً؛ لأنها أسطوانية الشكل.

– ما أنواع المحركات الحرارية؟ محركات الاحتراق الداخلي: وتستخدم في السيارات والشاحنات والطائرات وغيرها. ومحركات الاحتراق الخارجي: وتوجد في محطات توليد الطاقة الكهربائية.

– ما مكوّنات محرك الاحتراق الداخلي في السيارة؟ تتكوّن في معظمها من أربع حجرات احتراق أو أكثر، وتسمى الحجرة أسطوانة؛ لأنها أسطوانية الشكل.

- أخبر الطلبة أنهم سيتعرّفون آلية عمل المحرك الداخلي في السيارة خلال دراسة (الربط بالكيمياء).

طريقة أُخرى للتدريس — **المحرك الداخلي**

أستخدم **استراتيجية «مثلث الاستماع»** بتطبيق الخطوات الآتية:

- أقسّم الطلبة إلى ثلاث مجموعات، ، تتضمن كل مجموعة ثلاثة أفراد.
- يؤدي الفرد الأول في المجموعة دور المتحدث عن مفهوم المحرك الداخلي وأقسامه، ويؤدي الفرد الثاني دور المستمع الذي يوجّه الأسئلة إلى الفرد الأول، أما الفرد الثالث فيراقب سير الحديث بين الفردين الأول والثاني، ويقدم تغذية راجعة لهما كلما اقتضى الأمر.

وكلما زاد عدد حُجرات الاحتراق في محرك الاحتراق الداخلي زادت قدرتُه، ومعظم السيارات الحديثة مزوّدةٌ بمحرك احتراق داخلي رُباعيّ الأشواط. أنظر الشكل (1) الذي يوضّح أجزاء محرّك الاحتراق الداخلي.

الرّبط بالكيمياء

ينتُج غازُ ثاني أكسيد الكربون وبخارُ الماء في محرّك الاحتراق الداخلي للسيارات التي تعمل بالبنزين C_6H_6 وذلك في الظروف المثالية ويُعبَّر عنها بالمعادلة الآتية:

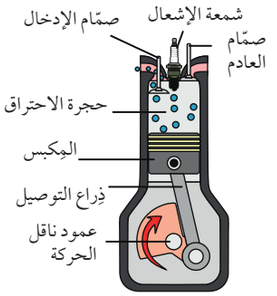
$$2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة حرارية}$$

يحوّل محرّك الاحتراق الداخلي في السيارات الطاقة الكيميائية المخزونةَ في الوقود الأحفوري -البنزين- إلى طاقة حرارية في أثناء عملية الاحتراق، التي تُنتِجُ لاحقًا طاقة ميكانيكية تزيد من سرعة السيارة وطاقتها الحركية عبر دورة رُباعيّة الأشواط، وهي: السّحب، والضّغط، والقدرة، والعادم على النحو الآتي:

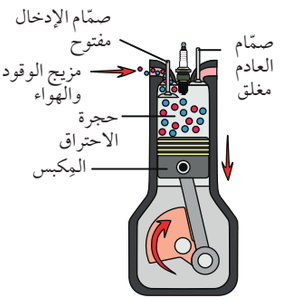
شوطُ السّحب Intake Stroke يبدأ شوطُ السّحب عندما يكون صمام العادم مغلقًا حيث يتحرّك المِكبس إلى أسفلَ فيفتَح صمّام الإدخال لسحب مزيج الوقود والهواء إلى داخل حجرةِ الاحتراق، ثم يغلق صمام الإدخال. أنظر الشكل (2).

شوطُ الضغط Compression Stroke يكون صمّام العادم وصمّام الإدخال مغلقَين في هذا الشوط، حيث يبدأ المِكبس في الحركة للأعلى ليضغَط جُسَيماتِ الوقود والهواء مع بعضها، مكوّنةً مزيجًا منها قابلًا للاشتعال. أنظر الشكل (3).

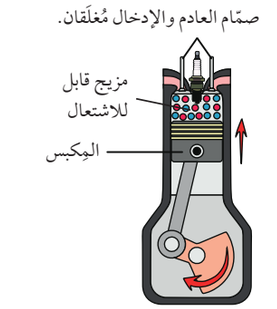
أفكّر هـل تـؤثّر محـرّكات السيارات الهجينة (المحركات التي تعمل بالوقود الأحفوري والكهرباء) في البيئة تأثير المحـرّكات التقليـدية نفسِها التي تعمل بالوقود الأحفوري فقط؟



الشكل(1): أجزاء محـرّك الاحـتراق الـداخلي.



الشكل(2): شوطُ السّحب.



الشكل(3): شوطُ الضغط.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المحرك الداخلي

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أسألهم:

– ما أجزاء المحرك الداخلي؟ صمام العادم، وصمام الإدخال، وشمعة الاشتعال، وحجرة الاحتراق، والمكبس، وذراع التوصيل، وعمود ناقل الحركة.

– ماذا يمكن أن تكون وظيفة صمام الإدخال وصمام العادم عندما يكونان مفتوحين؟ صمام الإدخال يسحب مزيج الوقود والهواء إلى داخل حجرة الاحتراق، أما صمام العادم فيسمح باندفاع الغازات الناتجة من الاحتراق إلى الخارج.

شوطا السحب والضغط

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (2) و (3)، ثم أسألهم:

– ما الفرق بين وضعية صمام الإدخال وصمام العادم في الشكلين؟ في الشكل (2) الذي يبين شوط السحب يكون صمام الإدخال مفتوحًا، أما في الشكل (3) الذي يبين شوط الضغط فيكون الصمام مغلقًا. أما صمام العادم فهو مغلق في الشكلين.

– ما العلاقة بين حركة المكبس وحجم غرفة الاحتراق في الشكلين؟ يتحرّك المكبس إلى الأسفل في شوط السحب الموضح في الشكل (2)، ما يزيد من حجم حجرة الاحتراق، أما في الشكل (3) فيتحرّك المكبس إلى الأعلى، ما يقلل من حجم حجرة الاحتراق.

الرّبط بالكيمياء

- أستخدم استراتيجية «**فكر – انتق زميلًا – شارك**» لتوضيح دورة محرك السيارة الداخلي رباعية الأشواط.
- أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّه إليهم السؤال الآتي:

– ما آلية عمل شوطي السحب والضغط في محرك السيارة الداخلي؟

- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الإجابة عن السؤال وحده، وكتابة الجواب على ورقة، ثم مناقشة الإجابة مع أحد زملائه/ إحدى زميلاتها في المجموعة، ثم مشاركة الإجابة ومناقشتها مع المجموعة كاملة.
- أطلب إلى المجموعات عرض الإجابات، وأناقشهم فيها، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة. في شوط السحب يتحرك المكبس إلى أسفل، فيفتح صمام الإدخال لسحب مزيج الوقود والهواء إلى داخل حجرة الاحتراق، في حين يكون صمام العادم مغلقًا. أما في شوط الضغط، فيكون صمام العادم وصمام الإدخال مغلقين في هذا الشوط، فيبدأ المكبس في الحركة للأعلى ليضغط جسيمات الوقود والهواء مع بعضها بعضًا، مكوّنةً مزيجًا قابلًا للاشتعال.

أفكّر

- أوجّه الطلبة للاستعانة بمصادر المعرفة المتاحة من أجل التوصل إلى أن محركات السيارات الهجينة التي تعمل بالوقود والكهرباء لا تؤثر في البيئة بتأثير المحركات التقليدية نفسه؛ لأن هذه المحركات تسهم في خفض معدلات استهلاك الوقود الأحفوري، ومن ثم خفض معدلات انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعد المسبّب الأول لما يعرف بالاحترار العالمي، وتلوث البيئة.

◄ المناقشة:

شوطا القدرة والعادم

- أوجّه السؤال الآتي إلى الطلبة:

– ما آلية عمل شوطي القدرة والعادم في محرك السيارة الداخلي؟

- أطلب إلى المجموعات عرض الإجابات، وأناقشهم فيها، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة. حينما يصل المكبس إلى أعلى ارتفاع له في شوط القدرة، يكون صمام العادم وصمام الإدخال مغلقين، فتحدث شرارة من شمعة الاشتعال، فيحترق المزيج المتكوّن في شوط الضغط، وينتج من ذلك تمدّد الغازات المحترقة وانتشارها سريعًا، فيندفع المكبس إلى الأسفل بقوة شديدة نتيجة لارتفاع الضغط، ودرجة حرارة الغازات الناتجة من الاحتراق. أما في شوط العادم، فيفتح صمام العادم عندما يصل المكبس في حركته إلى الأسفل، في حين يبقى صمام العادم مغلقًا، فتندفع الغازات الناتجة من الاحتراق إلى الخارج. وبينما يتحرك المكبس إلى أعلى نتيجة دوران عمود ناقل الحركة يطرد الغازات المتبقية داخل حجرة الاحتراق.

◄ استخدام الصور والأشكال:

شوطا القدرة والعادم

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (4) و(5)، ثم أسألهم:

– ما الفرق بين وضعية صمام الإدخال وصمام العادم في الشكلين؟ في الشكل (4) الذي يوضح شوط القدرة يكون صمام الإدخال وصمام العادم مغلقين، أما في الشكل (5) الذي يوضح شوط العادم فإن صمام العادم يكون مفتوحًا، في حين يكون صمام الإدخال مغلقًا.

– ما أهمية أن يتحرك المكبس إلى الأعلى في أثناء فتح صمام العادم؟ يسهم في طرد الغازات المتبقية داخل حجرة الاحتراق.

أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّههم إلى جمع صور ومقاطع مرئية (فيديوهات) من الإنترنت عن آلية عمل المحرك الداخلي رباعي الأشواط، وتصميم فيلم قصير منها يوضّح حركة المكبس، ثم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

الصمامات مغلقة

شرارة من شمعة الإشعال

المِكبس

الشكل (4): شوطُ القدرة.

صمّام العادم مفتوح

صمّام الإدخال مغلق

خروج نواتج الاحتراق

المِكبس

الشكل (5): شوطُ العادِم.

شوطُ القدرة Power Stroke حينما يصل المِكبس إلى أعلى ارتفاعٍ له، يكون صمّامُ العادِم وصمّام الإدخال مُغلَقين، فتحدُث شرارةٌ من شمعة الإشعال، فيحترق المزيجُ المتكوّن في شوط الضغط، وينتُج من ذلك تمدّدُ الغازات المحترقة وانتشارُها سريعًا، فيندفع المِكبس إلى الأسفل بقوّة شديدة نتيجةً لارتفاع الضغط، ودرجة حرارة الغازات الناتجة عن الاحتراق؛ لذلك يعرف شوط القدرة بشوط الاحتراق. أنظر الشكل (4).

أما في محرّكات السيارات التي تعمل بالديزل، فإنّ الوقودَ يشتعل ذاتيًّا تحت ضغط عالٍ دون شرارة. ومما تقدّم نستنتج أن هذا الشوطَ هو أكثرُ الأشواط فعاليةً في هذه الدورة.

شوطُ العادِم Exhaust Stroke يفتح صمّام العادم عندما يصل المِكبس في حركته إلى الأسفل، في حينِ يبقى صمّام الإدخال مغلقًا، فتندفع الغازات الناتجة من الاحتراق إلى الخارج عبر صمام العادم. وبينما يتحرّك المِكبس إلى الأعلى نتيجة لدوران عمود ناقل الحركة يطرُد الغازات المتبقية داخل حجرة الاحتراق؛ لذلك يعرف شوط العادم بشوط الطرد. أنظر الشكل (5). وبذلك يكون المِكبس مُستعِدًّا لعمل دورة رباعيّة أخرى جديدة بتتابع منتظَم وهكذا.

✓ **أتحقّق:** أوضّحُ خطوات عمل محرّكات الاحتراق الداخلي رباعية الأشواط.

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلام (movie maker) يوضحُ حركة المكبس داخل أسطوانة محرّك الاحتراق الداخلي في سيارات البنزين ذات الأشواط الأربعة، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أبحثُ:

مستعينًا بمصادرِ المعرفة المتوافرةِ لديَّ ومنها شبكة الانترنت، أبحثُ عن أنواع أخرى من المحرّكات وأقارن مبدأ عملِها مع مبدأ عمل محرّكات السيارات ذاتِ الأشواط الأربعة؛ وأصمّمُ عرْضًا تقديميًا وأعرضهُ على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أبحث:

أوجّه الطلبة إلى أن العرض التقديمي يمكن أن يتضمن المعلومات الآتية:

تختلف المحركات الدوارة (فانكل) اختلافًا جوهريًّا عن المحركات التقليدية؛ حيث إنها لا تستخدم مكبسًا ترديديًّا وذراع توصيل لإدارة عامود المرفق، بدلًا من ذلك يستخدم محرك فانكل عضوًا دوّارًا لإدارة عمود المرفق، ويدور العضو الدوار داخل مبيت ويتصل بعمود المرفق.

✓ **أتحقّق:** يبدأ شوط السحب بفتح صمام الإدخال عندما يتحرك المكبس إلى الأسفل، ليسحب مزيجًا من الوقود والهواء إلى حجرة الاحتراق، ثم إلى شوط الضغط الذي ينغلق فيه صمام الإدخال وصمام العادم عندما يتحرك المكبس إلى الأعلى، ليضغط مزيج الوقود والهواء، يتبع ذلك شوط القدرة وفيه تشعل شمعة الإشعال مزيج الوقود والهواء، وأثناء احتراق المزيج تتمدد الغازات الساخنة وتدفع المكبس إلى الأسفل، وصولًا إلى شوط العادم، بينما يتحرك المكبس إلى الأعلى ينفتح صمام العادم، وتدفع الغازات الساخنة الناتجة من الاحتراق إلى خارج حجرة الاحتراق.

التجربة 1

مبدأ تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية

زمن التنفيذ: 15 min.

الهدف: تطبيق مبدأ تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية.

المهارات العلمية: التفسير، والاستنتاج، والمقارنة، والتوقع.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة ارتداء النظارة الواقية أثناء تنفيذ التجربة، وتوخّي الحذر في أثناء التعامل مع مصدر الحرارة، والابتعاد مسافة كافية عن اتجاه حركة سدادة الفلين.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأوفّر لها المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أخبر الطلبة أن وضع عيدان الثقاب منكّسة على رؤوسها في قاع أنبوب الاختبار يسهم في إبطاء اشتعال أعواد الثقاب.
- أساعد الطلبة في حال لم تشتعل أعواد الثقاب في قاع الأنبوب.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام **استراتيجية «قبض الأصابع الخمس»**.

النتائج المتوقعة: الربط بين حركة سدادة الفلين خارج الأنبوب الزجاجي، وبين ما يحدث في شوط القدرة.

التحليل والاستنتاج:

1. تتمدّد الغازات نتيجة الحرارة، فتسبّب ضغطًا على جدران أنبوب الاختبار الداخلية، وكذلك على سطح الفلين.
2. بشكل رأسي للأعلى خارج أنبوب الاختبار.
3. في شوط القدرة حينما يصل المكبس إلى أعلى ارتفاعٍ له، يكون صمّام العادم وصمّام الإدخال مغلقين، فتحدث شرارةٌ من شمعة الإشعال، فيحترق المزيج المتكوّن في شوط الضغط، وينتج من ذلك تمدّد الغازات المحترقة وانتشارها سريعًا، فيندفع المكبس إلى الأسفل بقوّة شديدة نتيجةً لارتفاع الضغط، ودرجة حرارة الغازات الناتجة من الاحتراق. بينما يمثّل أنبوب الاختبار حجرة احتراق مغلقة؛ فإذا احترق الوقود داخل أنبوب الاختبار، فإن الطاقة الحرارية الناتجة تتسبّب في ازدياد ضغط الغازات داخل أنبوب الاختبار؛ فتنتج قوة ضاغطة على جدران الأنبوب الداخلية، وكذلك على سطح الفلين، ما يؤدي إلى تمدّد الغازات المحترقة وانتشارها سريعًا، ومن ثم دفع سدادة الفلين إلى خارج الأنبوب.

التّجربة 1

مبدأ تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية

يُعدُّ مبدأ تحوّل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية أحدَ المبادئ التي يعمل بموجَبها محرّك الاحتراق الداخلي في السيارات، حينما تحترق المادة القابلةُ للاشتعال، فينتج منها كميةٌ من الحرارة وبعضُ الغازات.

الموادّ والأدوات:

عيدان ثقابٍ جديدةٌ عدد (5)، أنبوبُ اختبار، سدّادة من الفلّين، حاملُ أنابيب اختبار، فتيلة قطن، مَوقِد بِنْسن.

إرشادات السلامة:

- ارتداءُ النظارة الواقية.
- توخي الحذر في أثناء التعامل مع مصدر الحرارة.
- الابتعاد عن اتّجاه حركة سدّادة الفلين.

خطوات العمل:

1. أُسقِطُ عيدان الثقاب مُنكَّسةً على رؤوسها في قاع أنبوب الاختبار.
2. أشعِلُ فتيلة القطن، ثم أسقِطها في قاع أنبوب الاختبار.
3. أُغلِقُ بلطف فوّهةَ أنبوب الاختبار بسدّادة الفلين.
4. أستخدِم حامل الأنابيب في حمْل أنبوب الاختبار.
5. أعرِضُ قاع أنبوب الاختبار لِلَهَبِ المَوقِد بحيث يكون مسلطًا على رؤوس أعواد الثقاب في الأنبوب حتى تشتعل.
6. أراقِب ما يحدث داخلَ أنبوب الاختبار.

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر** حركة الغازات داخل أنبوب الاختبار.
2. **أتوقّع** اتّجاه حركة سدّادة الفلين.
3. **أقارن** بين مبدأ عمل محرّك الاحتراق الداخلي في شَوط القدرة وما حدث في أنبوب الاختبار.

محطات الطاقة الحرارية Thermal Power Stations

تُعَدُّ محطّاتُ الطاقة الحرارية مصدرًا لإنتاج الطاقة الكهربائية إذ تستخدِمُ الوقود الأحفوري لتحويل الطاقة الحرارية الناتجة من الاحتراق إلى طاقة ميكانيكية، تُشغِّل المولّدات الكهربائية كمحرّك احتراقٍ خارجي، حيث يكون المحرّك الرئيسُ فيها هو البخارَ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: فن التعامل**

أخبر الطلبة أن طريقة استخدام المواد والأدوات المخبرية هي من المهارات الحياتية المكتسبة التي تسهم في الحفاظ على ممتلكات المختبر، وتحسن من فاعليته.

استراتيجية التقويم: الملاحظة. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	المعيار	التقدير	
		نعم	لا
1	مراعاة إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.		
2	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.		
3	**تفسير** سبب حركة الغازات داخل الأنبوب الزجاجي بدقة.		
4	الربط بين مبدأ عمل المحرك الداخلي في شوط السحب وما حدث في الأنبوب.		

◄ المناقشة:

محطات الطاقة الحرارية

- أوجّه للطلبة الأسئلة الآتية:

– ما الهدف من إنشاء محطات الطاقة الحرارية؟

إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الوقود الأحفوري.

– ما أنواع الوقود الأحفوري التي تعمل بها محطات الطاقة الحرارية؟

تعمل المحطات بالغاز الطبيعي، أو الفحم الحجري، أو مشتقات النفط الأخرى، أو الصخر الزيتي.

– ما العملية التي يجب أن تسبق حرق الفحم الحجري في فرن التسخين؟

تفتيت الفحم الحجري إلى قطع صغيرة، أو طحنه.

– كيف يستفاد من الطاقة الحرارية الناتجة من حرق الفحم الحجري؟

تُستخدَم الطاقة الحرارية في تسخين الماء البارد الذي يضخ داخل الأنابيب الفولاذية المارة خلال جدران فرن التسخين وتحويله إلى بخار ماء.

– كيف تُحوَّل طاقة بخار الماء الحركية إلى طاقة كهربائية؟

يدفع الضغط المرتفع والتدفق العالي لبخار الماء شفرات مراوح التوربين المتصل مع مولد كهربائي عبر عمود لنقل الحركة، ما يجعله يدور بسرعة البخار نفسها ليحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

– يدّعي البعض بأن عملية توليد الكهرباء في محطات الطاقة تستهلك كميات كبيرة من المياه وبشكل مستمر. ما مدى صحة هذا الادعاء؟

ادعاء غير صحيح؛ لأن بخار الماء بعد خروجه من التوربين ينتقل إلى المكثف، فتنخفض درجة حرارته، ليتحول مرة أخرى إلى ماء، فيُضَخّ إلى فرن التسخين ويعاد استخدامه من جديد.

الرّبط بالكيمياء

أشكال الطاقة

- أطلب إلى الطلبة فرك كفّي يديهم بعضها ببعض فركًا سريعًا، ثم أسألهم عن شعورهم بالإحساس بالحرارة في الكفّين.
- أوضّح لهم أن طاقة الكفّين الحركية تحوّلت إلى طاقة حرارية، وهذا سبّب الشعور بحرارة الكفّين.

الرّبط بالكيمياء

للطاقة أشكالٌ مختلفة، منها الطاقةُ الكهربائية والحرارية والكيميائية. وتتحوّل الطاقة باستمرار من شكل إلى آخر، فمحرّكُ السيارة الذي يعمل بالوقود الأحفوري يحوّل طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة حرارية التي تتحوّل إلى طاقة حركية، فضلًا عن أن جزءًا من الطاقة الكيميائية يتحوّل إلى طاقة حرارية تؤدي إلى سخونة المحرّك.

أبحثُ:

مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ ومنها شبكة الانترنت، أبحثُ عن مبدأ عمل المحرّكات في السيارة صديقة البيئة التي تسير بالطاقة الشمسية؛ وأصممُ عرضًا تقديميًّا وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

تستخدَمُ أنواعُ الوقود الأحفوري المختلفة في توليد الطاقة الكهربائية ومنها الغاز الطبيعي، أو الفحم الحجري، أو مشتقات النفط، أو الصخر الزيتي.

استخدام الفحم الحجري في إنتاج الكهرباء

Using Coal to Generate Electricity

يستخدم الفحم الحجري في إنتاج الكهرباء على النحو الآتي: يتم نقل الفحم الحجري من أماكن وجوده عبر حزام ناقل إلى محطّة الطاقة، ومن ثمّ يُمرَّر على مِطحنة لطَحنه إلى قِطَع صغيرة قبل حرقِه، بعد ذلك يُرسَلُ الفحمُ المطحون إلى فرن التسخين ويُحرق ليُنتج كميّة هائلة من الطاقة الحرارية التي تُستخدَم في تسخين الماء البارد الذي يُضَخ داخل الأنابيب الفولاذية المارّة خلال جدران فُرن التسخين إلى درجة الغلَيان وتحويله إلى بُخار. ثم يُنقل هذا البخار تحت الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة بوساطة الأنابيب إلى **التوربين Turbine** الذي يحوي مجموعةً من شفرات المراوح صُمِّمت بشكل انسيابي يُسمَحُ لها بالحركة دائريًّا حول محورها عند اصطدام البُخار بها، وبوساطة هذا التدفّق والضغط العالي من البخار تُدفَع شفرات المراوح ما يجعلها تدور فتُدير المحركَ التوربيني، وغالبًا ما تكون توربينات البخار ذاتَ محور أفقيٍّ وموصولة **بالمولِّد الكهربائي Generator** عبر عمود لنقلِ الحركة ما يجعله يدور بنفس سرعة البخار ليحوِّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية. ثم تنقل الطاقة الكهربائية من المولِّد إلى المحوِّل عبر خطوط نقل التيار الكهربائي إلى مناطق الاستهلاك مثل المنازل والمصانع.

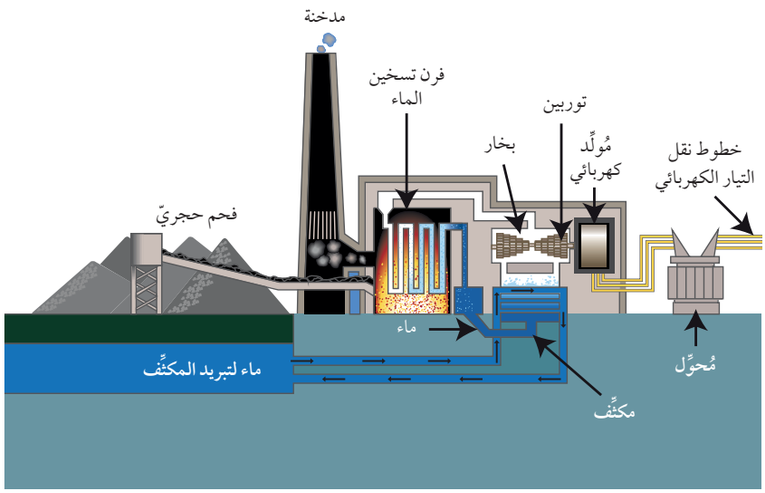
في النهاية بعد أن يخرجَ البخار من التوربين ينتقل إلى المكثِّف حيث تُخفَض درجة حرارته؛ ليتحوّل مرة أخرى إلى ماء، فيُضَخُّ من جديد إلى داخل فرن التسخين ويعادُ استخدامُه من جديد. أنظر الشكل (6) الذي يوضّح محطة حرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الفحم الحجري.

- أناقش الطلبة في أشكال الطاقة المختلفة، وأشجّعهم على إعطاء أمثلة على تحولات الطاقة من شكل إلى آخر.

أبحث:

أوجّه الطلبة إلى الإفادة من مصادر المعرفة المناسبة في البحث عن مبدأ عمل المحركات في السيارة صديقة البيئة التي تسير بالطاقة الشمسية. وأحرص على تقويم عرضهم التقديمي، ثم أطلب إليهم عرض ما توصلوا إليه أمام زملائهم/ زميلاتهن، على أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

سيارات كهربائية تستخدم الخلايا الضوئية لتحويل الطاقة من أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية. يمكن لهذه السيارات تخزين بعض الطاقة الشمسية في البطاريات عند غياب أشعة الشمس المباشرة، إضافة إلى أنه لا ينتج منها تلوث بيئي أو ضوضائي.



الشكل (6): محطة حرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الفحم الحجري.
أتتبع: تحولات الطاقة في المحطة.

أفكّر تعد الطاقة الحرارية الأرضية طاقة متجددة، كما أنها لا تسبّب تلوثًا للبيئة؛ ما أهم التحديات التي تواجه استثمار هذه الطاقة؟

الغازات الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري

Gases Produced from Burning Fossil Fuels

تُعَدُّ الغازاتُ الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري والمنبعثةُ إلى الجوّ، من عوادم السيارات والمصانع، ومولّدات الطاقة وغيرها من فعاليات الأنشطة الصناعية من أخطر الملوثات التي تلوّث الهواء، ومنها أكاسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين و أكاسيد الكبريت وغيرها من الغازات التي أخذت تتراكم في الجوّ بنسب عالية جدًّا. وفي ما يلي وصفٌ لهذه الملوّثات وأثرها على البيئة:

- **أكاسيد الكربون**: للكربون أكسيدان هما أوّلُ أكسيد الكربون CO؛ الذي يوجد بكميات قليلة في الهواء، وهو سامّ ويمكن أن يسبّب الوفاة بسبب تفاعله مع هيموجلوبين الدّم، أما الأكسيد الآخر هو ثاني أكسيد الكربون CO_2 الأكثر شيوعًا وهو غير سام وتتسبّب تراكماتُه إلى حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري.

◄ المناقشة: الغازات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري

أستخدم **استراتيجية «قف، ارفع يدك، شارك»** باتباع الخطوات الآتية:

- أنبّه الطلبة أنه عندما أقول لهم: «أجيبوا عن الأسئلة»، فإنهم سيقفون ويرفعون اليد اليمنى، ثم البحث عن أقرب زميل له/ زميلة لها، وبعد التقاء كل طالب بزميله/ طالبة بزميلتها عليهما التصفيق بيديهما (تلامس فقط) ثم إنزال يديهما، ويبدأ الطالبان/ الطالبتان بالتشارك والنقاش للإجابة عن الأسئلة.
- أوجّه السؤالين الآتيين للطلبة:

– ما أوجه المقارنة بين غازي: أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون، من حيث: السمّية، والانتشار، والآثار المترتبة على كل منهما.

الغاز	السمية	الانتشار	الآثار
أول أكسيد الكربون	سامّ	أقل انتشارًا	يسبب الوفاة؛ بسبب تفاعله مع هيموجلوبين الدم.
ثاني أكسيد الكربون	غير سامّ	أكثر انتشارًا	يسبب تراكمه ظاهرة الاحتباس الحراري.

– ما دور كل من: أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، في تلوث الهواء؟ تسهم أكاسيد الكبريت في تكوين الهطل الحمضي، أما أكاسيد النيتروجين فتسهم في تكوين الضباب الدخاني.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

محطة حرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية

- أستخدم **استراتيجية «أعواد المثلجات»** في تفعيل دور الطلبة، فأكتب أسماء الطلبة على أعواد المثلجات، وأضعها في علبة مرئية للطلبة، ثم أسحب عشوائيًّا أحد الأعواد، ومَن يكون اسمه مكتوبًا على العود يجيب عن السؤال.
- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، ثم أسألهم:

– كيف تُنقَل الطاقة الكهربائية إلى المنازل؟

تُنقَل الطاقة الكهربائية من المحوّلات إلى المنازل عبر خطوط نقل التيار الكهربائي.

– ما أول مرحلة من مراحل توليد الكهرباء في المحطة؟

تفتيت الفحم الحجري أو طحنه.

– كيف تؤثر الغازات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري والمنبعثة من مدخنة المحطة في البيئة؟

تطلق المدخنة غازات سامة، مثل: أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وهي أكاسيد تسهم في تلوث الهواء.

ورقة العمل (1)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

حل سؤال الشكل (6):

طاقة كيميائية في الوقود الأحفوري، طاقة حرارية في الماء، طاقة حركية في البخار، طاقة حركية في التوربين، طاقة كهربائية خارجة من المولد.

أفكّر

- أوجّه الطلبة للبحث عبر الإنترنت عن الطاقة الحرارية الأرضية، للتوصل إلى أنها لا تتوافر في المناطق كافة، إذ يعتمد وجودها على طبيعة الصخور في المنطقة، إضافة إلى ذلك، تعدّ تكلفة إنشاء المحطات التي تعمل بهذه الطاقة باهظة.

✓ **أتحقّق:** طحن الفحم الحجري، ثم حرقه لتسخين الماء البارد في الأنابيب الفولاذية المارة خلال فرن التسخين، وتحويله إلى بخار، ثم توجيه بخار الماء الناتج إلى توربين يحوي مجموعة من شفرات المراوح، التي تدور عند اصطدام البخار بها، فتدير المحرك التوربيني، وعندها تُنقل الحركة إلى المولد الكهربائي الذي يحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.

نشاط

محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

زمن التنفيذ: 25 min.

الهدف: تحديد مميزات محطات مختلفة تستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية.

المهارات العلمية: التفسير، والاستنتاج، والتواصل، والتوقع.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر والدقة عند التعامل مع مصادر المعرفة المتنوعة.

الإجراءات والتوجيهات:

- يمكنني توجيه الطلبة إلى البحث عن محطات إنتاج الطاقة الكهربائية عبر مصادر المعرفة المتوافرة لديهم/ لديهن قبل البدء بتنفيذ النشاط في الحصة الصفية.
- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أستخدم استراتيجية «**كنت أعتقد، والآن أعرف**»، فأطلب إلى الطلبة أن يرسموا على ورقة جدولًا بعمودين، العمود الأول عنوانه (كنت أعتقد) يكتبون فيه ما يعتقدونه عن مميزات بعض المحطات التي تستخدم في إنتاج الكهرباء، والعمود الثاني عنوانه (الآن أعرف) يعود إليه الطالب/ الطالبة بعد انتهاء النشاط لكتابة ما عرفه/ عرفته عن مميزات المحطات.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأحرص على التجوال بين المجموعات في أثناء تنفيذ المهام الموكلة إليهم.

النتائج المتوقعة: تعرّف مميزات محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، والتفريق بينها.

التحليل والاستنتاج:

1. توفير الطاقة الكهربائية اللازمة للاستخدامات المختلفة في المصانع والمنازل وغيرها.
2. عن طريق استخدام التقنيات الحديثة في تشغيل المحطة وبما يضمن تقليل نسبة ملوثات البيئة الناتجة من المحطة.
3. طاقة النفط: في المناطق كافة.

✓ **أتحقّق:** أحدّد مراحل إنتاج الطاقة الكهربائية في المحطات الحرارية من الفحم الحجري.

- **أكاسيدُ النيتروجين:** تلعب هذه الأكاسيد مِثلُ أول أكسيد النيتروجين NO وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وأكسيد النيتروز N_2O دورًا رئيسًا في التفاعلات الكيميائية التي تقود إلى تكوين الضباب الدخاني.
- **أكاسيدُ الكبريت:** تنتُجُ هذه الأكاسيدُ من المحطات الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ومحطات تكرير البترول ومصانع الورق، ومن أهمّ أكاسيد الكبريت غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وغاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 التي تسهِم في تكوين الهطل الحمضي.

نشاط

محطات إنتاج الطاقة الكهربائية

ما مميّزات وتكلفة إنشاء محطّات إنتاج الطاقة الكهربائية التي تستخدِمُ (طاقة النفط، وطاقة الماء، وطاقة الرياح، وطاقة الصخر الزيتي)؟

الموادّ والأدوات: مصادر المعرفة المتوافرة مثل: الكتب، المجلات، محركات البحث عبر شبكة الانترنت.

إرشادات السلامة: توخّي الحذر والدقة في التعامل مع مصادر المعرفة المتنوعة.

خطوات العمل:

1. أتوزع أنا وزملائي/ زميلاتي إلى أربع مجموعات بحيث تختار كلّ مجموعة محطةً من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي يستخدم فيها (النفط، والماء، والرياح، والصخر الزيتي) لإنتاج الطاقة الكهربائية.
2. أبحَث باستخدام مصادر المعرفة عن مزايا كل محطة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وتكلفة إنشائها.
3. أعرض النتائج التي توصلت إليها عن المحطات على بقية المجموعات.
4. أقارن بين مزايا وتكلفة إنشاء كل محطة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

التحليل والاستنتاج:

1. أفسّر أهمية إنشاء هذه المحطات في الأردن.
2. أتوقّع: كيف يمكن تحسينُ مزايا كلّ محطة من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية وتقليل تكلفة إنشائها؟
3. أستنتج: في أيّ المناطق من الأردن يمكن إنشاء كل محطة من هذه المحطات؟

طاقة الماء: في المناطق الشاطئية ومناطق الشلالات.

طاقة الرياح: في المناطق المفتوحة، والمناطق المرتفعة (شمال الأردن، ووسطه، وجنوبه) مثل: منطقة جرف الدراويش، وبالقرب من بلدة الطيبة في الشمال.

طاقة الصخر الزيتي: في وسط الأردن وجنوبه (اللجون، والسلطاني، وجرف الدراويش، وعطارات أم الغدران، ووادي المغار، وسواقة، وخان الزبيب، وغيرها من المناطق).

استراتيجية التقويم: الملاحظة. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	المعيار	التقدير	
		نعم	لا
1	تفسير أهمية إنشاء محطات لإنتاج الطاقة الكهربائية في الأردن.		
2	تحديد ميزات محطات إنتاج الكهرباء التي تستخدم الطاقات المختلفة.		
3	المقارنة بين المحطات التي تستخدم طاقة النفط وطاقة الرياح وطاقة المياه وطاقة الصخر الزيتي من حيث تكلفة الإنتاج.		
4	اقتراح طرق حديثة لتحسين مميزات كل محطة وتقليل كلفة إنتاجها.		

استهلاك الوقود الأحفوري Fossil Fuels Consumption

تستخـدِمُ معظمُ دول العـالم الطاقةَ الناتجةَ من احتراق الوقـود الأحفوري على نطـاق واسـع بسبب سهولة تخزينه، ونقله من مكان إلى آخر، وسهولة تحويله من حالة إلى أخرى، إضافة إلى أنه يمكن الحصول على الطاقة المختزَنة فيه بيُسْرٍ وسهولة عند حرقِه، ما يؤدي دورًا رئيسًا في الاقتصاد العالمي.

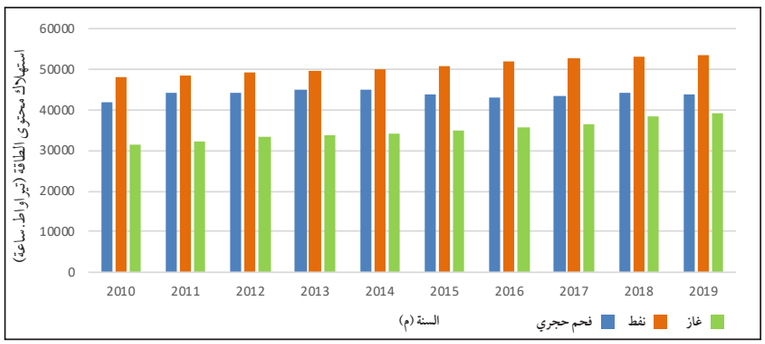
يُعَدُّ الوقودُ الأحفوري أحدَ مصادر الطاقة غير المتجدّدة، لأن تكوّنه يستغرق ملايين السنين؛ لذلك فإن استهلاكه استهلاكًا كبيرًا يؤدي إلى استنزافه.

يستخـدَمُ النفـط في تصنيـع الوقـود اللازم لتحريك السيارات والحافلات والطائرات والقطـارات وغيرها. كمـا ويستـخدَمُ الفحمُ الحجريّ والغازُ الطبيعـي بشكـل رئيسٍ وقودًا في محطـات توليد الطاقة الكهربائية. ونظرًا إلى التطور الكبير في الصناعات وبسبب زيادة عدد سكان العالم، فإن الحاجة إلى استهلاك الوقود الأحفوري تزداد يوميًّا ما يؤدي إلى زيادة الطلب عليه، وزيادة إمكانية نضوبه. أنظر الشكل (7) الـذي يوضّـح استهـلاك محتوى الطاقة من الغاز والنفط والفحم الحجري في العالم بوحدة تيراواط.ساعة.

أتحقّق: أوضح لماذا يعد الوقود الأحفوري أحد مصادر الطاقة غير المتجددة.

أبحثُ:
مستعينًا بشبكة الإنترنت، أبحثُ عن مصادرَ بديلةٍ للطاقة التي يمكن أن تحلَّ محلَّ الوقـود الأحفـوري مستقبلًا وتقلل من أثـره السلبي على البيئة، وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا وأعـرضـهُ علـى زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أمثل بيانيًّا باستخدام برمجية إكسل Excel كمية استهلاك محتوى الطاقـة من الغاز والنفط والفحم الحجري عالميًّا في السنوات العشر الماضية، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.



الشكل (7): متوسط كمية استهلاك محتوى الطاقة من الغاز والنفط والفحم الحجري في العالم.
أحدّدُ: ما أعلى متوسط استهلاك لمحتوى الطاقة في سنة 2019م؟

أبحث:
أوجّه الطلبة إلى الاستعانة بمصادر المعرفة المناسبة في البحث عن صور ومقاطع مرئية (فيديوهات) لمصادر بديلة للوقود الأحفوري؛ واستخدام هذه العناصر في تصميم عرض تقديمي يتضمن المعلومات الآتية: طاقة الرياح، وطاقة الماء، وطاقة الشمس. وأشجّع الطلبة على مشاركة العرض التقديمي مع زملائهم/ زميلاتهن.

أوجّه الطلبة لتمثيل العلاقة بين كمية استهلاك محتوى الطاقة من النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري عالميًّا في السنوات العشر الماضية بوساطة برمجية إكسل، وفي حال لم يتمكن الطلبة من استخدام البرمجية يمكن الاستعانة بمعلّم / معلّمة الحاسوب في المدرسة لتدريب الطلبة على ذلك، وأطلب إلى الطلبة مشاركة الرسم البياني مع زملائهم/ زميلاتهن.

حل سؤال الشكل (7):
أعلى متوسط استهلاك كان للنفط، ويقدر بنحو (54000 تيراواط. ساعة).

المناقشة:

استهلاك الوقود الأحفوري

- أستخدم **استراتيجية «القبعات الستّ»** لتوضيح استهلاك الوقود الأحفوري باتباع الخطوات الآتية:
- أقسّم الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة بحيث تحتوي كل مجموعة على ستة طلبة.
- أوجّـه السؤال الآتي إلى الطلبـة: ما الآثار المترتبـة على استهلاك الوقود الأحفوري؟
- أوزّع ستّ قبعات على أفراد كل مجموعة، وأوضّح لهم أن كل فرد في المجموعة سينفذ مهمة معينة حسب لون القبعة التي يرتديها، على النحو الآتي:

– القبعة البيضاء: أوجّه الطلبـة لذكـر الحقائـق والأرقـام المتعلقة باستهلاك الوقـود الأحفوري. من الحقائـق التي سيذكرها الطلبة: تزايد معدل استهلاك الوقود الأحفوري مع الزمن، وعلى وجه الخصوص النفط.

– القبعة الحمراء: أشجّع الطلبة على التعبير عن المشاعر. ستتنوّع إجابـات الطلبـة، ومنها: استهلاك الوقـود الأحفوري سيسبّب تلوث البيئـة ويؤثـر في صحتـي وصحة عائلتي ومن أحب.

– القبعة السوداء: أوجّه الطلبة للتحدّث عن السلبيات. من الحقائق التي سيذكرها الطلبة: للوقود الأحفوري تأثيرات سلبية في البيئة تتمثّل في: تلوث الهواء، وحدوث المشكلات البيئية العالمية مثل الاحترار العالمي.

– القبعة الصفراء: أوجّه الطلبة لإظهار التفاؤل والإيجابية. ستتنوّع إجابات الطلبة، ومنها: بالرغم من التأثيرات السلبية للوقود الأحفوري، إلا أنه يعدّ المصدر الرئيس للطاقـة المستخـدم في تحريـك السيارات والحافـلات والطائرات، وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية.

– القبعة الزرقاء: أوجّه الطلبة إلى التفكير المنظّم للتحكم في استهلاك الوقود الأحفوري. ستتنوع إجابات الطلبة، ومنها: تزداد الحاجة يوميًّا للوقود الأحفوري، وهذا يهدّد بنضوبه؛ لذا لا بد من الاعتماد على مصادر طاقة بديلة أخرى لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

– القبعة الخضراء: أشجّع الطلبة على اقتراح أفكار إبداعية خارج الصندوق. ستتنوع أفكار الطلبة، ومنها: تصميم فلاتر على مداخن المصانع ذات تقنية عالية جدًّا تعمل على تنقية الهواء المنبعث من المدخنة بنسبة قد تصل إلى 90%.

- أناقش الطلبة بما توصلوا إليه، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة.

أتحقّق: لأن تكوُّن الوقود الأحفوري يستغرق ملايين السنين؛ لذلك فإن استهلاكه استهلاكًا كبيرًا يؤدي إلى استنزافه.

نشاط

الاستهلاك العالمي للوقود الأحفوري

زمن التنفيذ: 25 min.

الهدف: توقّع أهمية الوقود الأحفوري بوصفه مصدرًا من مصادر الطاقة.

المهارات العلمية: القياس، والاستنتاج، والتحليل، وتفسير البيانات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أقسّم الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة عدد طلبة كل مجموعة لا يتعدّى أربعة طلبة.
- أستخدم **استراتيجية «المراسل المتنقل»**، فأطلب إلى أحد أفراد المجموعة بأن يؤدي دور المراسل، الذي ينتقل إلى المجموعات الأخرى فيطلع على عمل كل مجموعة، ثم يعود إلى مجموعته الأصيلة لينقل لهم المعلومات والعمليات التي لاحظها خلال تنقله من مجموعة إلى أخرى، ويتناقشون بعد ذلك حول هذه المعلومات الجديدة ويستمرون في عملهم.
- أوجّه الطلبة لدراسة الجدول الذي يوضّح استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري عالميًّا، ثم أشرح لهم كيفية إنشاء رسم بياني يوضح العلاقة بين استهلاك محتوى الطاقة من الوقود والزمن.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام **استراتيجية البطاقات الملونة**. وأوضح لهم دلالات استخدام كل بطاقة.
- أناقش الطلبة في النتائج التي توصلوا إليها، وأقدّم إليهم التغذية الراجعة.

النتائج المتوقعة:

- إنشاء رسم بياني يوضح العلاقة بين الزمن وكمية استهلاك الوقود الأحفوري، يُستنتَج عن طريقه سبب زيادة استهلاك الوقود الأحفوري.

التحليل والاستنتاج:

1. قيمة أعلى استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري: سنة 2019.
   قيمة أدنى (أقل) استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري: سنة 2010.
2. ملحوظة: كل 1 تيراواط يعادل 10^{12} واط.
   1.36761607 (تيراواط) $\times$ (واط) $10^{12} = 1.36761607 \times 10^{17}$ (واط)
3. لأن معظم المنشآت الصناعية ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ووسائل النقل المختلفة تستخدم الوقود الأحفوري في تشغيلها، وتزداد أعدادها مع زيادة أعداد السكان.
4. ستتوقف أغلب نشاطات الحياة التي تعتمد اعتمادًا مباشرًا على الوقود الأحفوري، مثل: توليد الكهرباء، وتسيير السيارات ووسائل النقل المختلفة، وغيرها.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سلم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير		
		ممتاز	جيد	ضعيف
1	**إنشاء رسم بياني** يمثّل العلاقة بين استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري والزمن.			
2	**استنتاج** سبب زيادة استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري.			
3	**حساب** كمية محتوى الطاقة المستهلكة من الوقود الأحفوري في سنوات عدة.			
4	**وصف** العلاقة بين استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري والزمن.			

نشاط

الاستهلاك العالمي للوقود الأحفوري

يُعَدُّ الوقودُ الأحفوريُّ مصدرًا من مصادر الطاقة التي حرّكت – وما زالت تحرّك – التطوّرَ الصناعيَّ في العالم، إذ تُعَدُّ نسبةُ مساهمته في الطاقة التي نحتاج إليها في الوقت الحالي كبيرةً جدًّا. ويمثل الجدول الآتي استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري عالميًّا.

السنة (م)	استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري (تيراواط.ساعة)
2010	121691.136
2011	124939.047
2012	126562.097
2013	128448.117
2014	128962.368
2015	129516.27
2016	130705.831
2017	132512.67
2018	135807.237
2019	136761.607

خطوات العملِ:

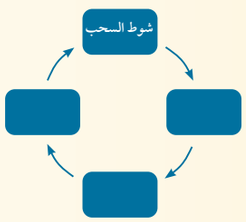
1. أُنشئُ رسمًا بيانيًّا للعلاقةِ بين السنوات (2010–2019)م واستهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري حيث يمثّل المحورُ الأفقي (السنة)، ويمثّل المحورُ العمودي (استهلاك محتوى الطاقة) مستخدمًا برمجيةَ إكسل (Excel) أو ورق رسم بياني.
2. أمثّل البيانات بدقّة.

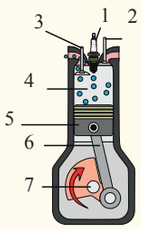
التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد السّنة التي تظهِر أعلى وأقل قيمة استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري.
2. **أحسُب:** كم (واط) استهلك العالم في سنة (2019م) من محتوى الطاقة في الوقود الأحفوري؟
3. **أستنتج** سببَ الزيادة في استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري.
4. **أتوقّع:** إذا نفِد الوقودُ الأحفوري فكيف يؤثر ذلك في حياتنا؟

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أصِف أثر استخدام الوقود الأحفوري على البيئة.
2. أصِف تحوُّلات الطاقة في محرّك السيارة.
3. أبيّن مصدر الطاقة الحرارية في محرّك الاحتراق الداخلي.
4. أكمِل المخطّط الآتي الذي يوضّح أشواط الاحتراق الداخلي في محرّك سيارات البنزين رباعي الأشواط.





5. أذكُر ما تشير إليه الأرقام (1، 2، 3، 4، 5، 6، 7) في الشكل المجاور؛ الذي يمثّل محرّك الاحتراق الداخلي في سيارات البنزين.
6. **أستنتج** أهمية استخدام الماء في محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم الفحم الحجري لتوليد الطاقة الكهربائية.
7. أكتبُ قائمة ببعض مصادر الوقود الأحفوري التي تستخدَمُ في محطات توليد الطاقة الكهربائية.
8. أرتّب المراحل الآتيةَ التي توضّح تحولاتِ الطاقة في المحطات الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية:

طاقة كهربائية خارجة من المولد الكهربائي.
طاقة كيميائية في الوقود الأحفوري.
طاقة حركية في التوربين.
طاقة حركية في البخار.
طاقة حرارية في الماء.

89

7 الفحم الحجري، النفط، الغاز الطبيعي.

8 (1): طاقة كيميائية في الوقود الأحفوري.

(2): طاقة حرارية في الماء.

(3): طاقة حركية في البخار.

(4) طاقة حركية في التوربين.

(5): طاقة كهربائية خارجة من المولد.

3 التقويم

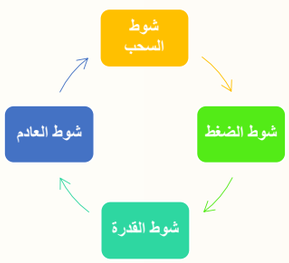
مراجعة الدرس

1 حرق الوقود الأحفوري سوف يزيد من الملوثات في الغلاف الجوي، ما يؤدي إلى الاحترار العالمي، والهطل الحمضي، والضباب الدخاني، واستنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير.

2 تتحوّل الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود إلى طاقة حرارية، ثم يتحوّل جزء من هذه الطاقة الحرارية مباشرة إلى طاقة ميكانيكية.

3 طاقة الوقود الكيميائية (اشتعال مزيج الوقود والهواء).

4



5 (1): شمعة الإشعال

(2): صمّام العادم

(3): صمّام الإدخال

(4): حجرة الاحتراق

(5): المكبس

(6): ذراع التوصيل

(7): عمود ناقل الحركة.

6 للماء أهمية كبيرة في محطات توليد الطاقة الكهربائية، إذ تُستخدَم الطاقة الحرارية الناتجة من حرق الوقود الأحفوري في تسخين الماء البارد، الذي يُضَخّ داخل الأنابيب الفولاذية المارة خلال جدران فرن التسخين، وتحويله إلى بخار ماء يُستخدَم في تحريك التوربينات المرتبطة بمولدات الطاقة الكهربائية.

الدرس 2

أثر احتراق الوقود الأحفوري
The Impact of Burning Fossil Fuels

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

ملوّثات الغلاف الجوي

- أعرض أمام الطلبة صورًا توضّح أشكالًا مختلفة لتلوث الهواء إما بفعل الغازات المنبعثة عن مداخن المصانع أو السيارات، ثم أسألهم:

– ماذا نشاهد في الصور؟ إجابة محتملة: نشاهد غازات منبعثة من مداخن المصانع وعوادم السيارات تعمل على تلويث الهواء.

– ماذا نتوقع أن يكون أثر هذه الغازات في صحة الإنسان؟ إجابة محتملة: ستؤدي هذه الغازات إلى الإصابة بأمراض مثل: الربو، وحساسية العيون والرئتين.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

أثر احتراق الوقود الأحفوري

- أذكّر الطلبة بالغازات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري التي تعرّفوها في الدرس السابق، وأربطها بتأثير هذه الغازات في صحة الإنسان والنباتات والحيوانات بتوجيه الأسئلة الآتية لهم:

– ما أهم الغازات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري؟ أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين.

– لماذا يعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون غازًا ضارًّا بالبيئة مع أنه غير سام؟ لأن تراكمه في الهواء يؤدي إلى حدوث ظاهرة الاحترار العالمي.

2 التدريس

◄ المناقشة:

الاحتباس الحراري (تأثير الدفيئة)

- أستخدم استراتيجية «فكر – انتق زميلًا – شارك» لتعرّف أهم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.
- أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّه إليهم الأسئلة الآتية:

◄ الفكرة الرئيسة:

هنالك العديدُ من الملوّثات الموجودةِ في الغلاف الجويّ الناتجةِ من بعض العمليات الطبيعية، والنشاطات البشريّةِ تؤثّر سَلْبًا في صحّة الإنسان والنباتاتِ والحيوانات.

◄ نتاجات التعلّم :

- أستقصي دورَ الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري في التأثير السلبي في الصحة والمناخ ومياه المحيطات.
- أعدّد الغازات الناتجةَ من عملية احتراق الوقود الأحفوري.
- أفسّر كيفية تشكُّل الغازات الناتجةِ من احتراق الوقود الأحفوري مدعمًا ذلك بالمعادلات الكيميائية.
- أذكر أمثلة على تأثير الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري والمضرّة بالإنسان والغلاف الجويّ ومياه المحيطات.

◄ المفاهيم والمصطلحات :

الاحتباس الحراري (تأثير الدفيئة)	Greenhouse Effect
غازات الدفيئة	Greenhouse Gases
الاحترار العالمي	Global Warming
الهطل الحمضي	Acid Precipitation

الاحتباس الحراري (تأثير الدفيئة) Greenhouse Effect

يحيط بالكرة الأرضية غِلافٌ من الهواء يسمى الغِلافَ الجوي، ويمتد من سطحها إلى ارتفاع يبلغ قرابة 1000 km، يتكون بصورة رئيسة من غازين هما النيتروجين بنسبة 78% والأكسجين ونسبتُه 21% تقريبًا. أما النسبة المتبقيّة 1% فتتكوّن بشكل رئيس من مجموعة من الغازات هي: الآرغون وثاني أكسيد الكربون والنيون والهيليوم والميثان والكربتون وأكسيد النيتروجين والزينون وبخار الماء.

تسمى بعض الغازات التي توجد في الغلاف الجوي غازات الدفيئة Greenhouse Gases مثل: بخار الماء $H_2O_{(g)}$، وثاني أكسيد الكربون CO_2، والميثان CH_4، وأكسيد النيتروز N_2O، والكلوروفلوروكربون CFCs، لها القدرةُ على امتصاص الأشعة تحت الحمراءِ طويلة الموجَة المنبعثةِ من سطح الأرض نحو الغلاف الجوي، حيث تؤدي هذه الغازاتُ إلى المحافظة على درجة حرارة سطح الأرض عن طريق التوازن بين الطاقة الشمسيّة الساقطةِ على سطح الأرض، وتلك التي تفقدها إلى الفضاء الخارجي. أنظر الشكل (8) الذي يوضح التوازنَ الإشعاعيّ.

الشكل (8): التوازن الإشعاعي.

– ما مكوّنات الغلاف الجوي؟ يتكوّن الغلاف الجوي بصورة رئيسة من غازين، هما: النيتروجين بنسبة 78%، والأكسجين بنسبة 21%، ومجموعة من الغازات مثل الآرغون والهيليوم وثاني أكسيد الكربون وغيرها تشكّل ما نسبته 1%.

– ما المقصود بغازات الدفيئة؟ وما تأثيرها في درجة حرارة سطح الأرض؟ هي غازات متغيرة التركيز في الغلاف الجوي، مثل: بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون، والميثان، تمتص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة عن سطح الأرض نحو الغلاف الجوي، إذ تحافظ هذه الغازات على درجة حرارة سطح الأرض عن طريق التوازن بين الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض، وتلك التي تفقدها إلى الفضاء الخارجي.

- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الإجابة عن السؤال وحده، وكتابة الجواب على ورقة، ثم مناقشة الإجابة مع أحد زملائه/ إحدى زميلاتها في المجموعة، ثم مشاركة الإجابة ومناقشتها مع المجموعة كاملة.
- أطلب إلى المجموعات عرض الإجابات، وأناقشهم فيها، وأقدّم لهم التغذية الراجعة.

ويحدث **الاحتباس الحراري** Greenhouses Effect عندما تنتقل أشعّةُ الشمس عبرَ الغلاف الجوي لتصل إلى سطح الأرض على شكل طاقةٍ حرارية، أو أشعة قصيرة الطول الموجيِّ (الأشعة المرئية/ الأشعة فوق البنفسجية). وفي المتوسط فإن ثلثَ الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطحَ الأرض تنعكسُ مرة أخـرى إلى الفضاء عبر الغلاف الجويّ، وتمتص اليابسة والمُسطّحاتُ المائية معظمِ الأشعة الباقية، وبذلك يصبح سطح الأرض دافئًا. ثم تشِعُّ اليابسة والمسطّحات المائية الطاقة الحرارية الواصلة إليها مرة أخرى؛ ولكن على شكل أشعة طويلة الموجة (الأشعة تحت الحمراء)، فتمتص غازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي هذه الأشعة وتحبس جزءًا منها، وبذلك يسخُنُ الغلاف الجويُّ الأرضي، وترتفع درجة الحرارة. ولولا ذلك لكانت درجة الحرارة على سطـح الأرض منخفضةً جدًّا، ما يجعل الحيـاة عليها أمرًا مستحيلًا. وتشبِهُ هذه العملية إلى حدّ كبير ما يُعرف بظاهرة البيت الزجاجي، أو ظاهرة الدفيئة الزجاجيـة؛ لأن وظيفـة غازات الدفيئة مشابهةٌ لوظيفة جدران البيت الزجاجي وسقفِه، التي تسمح بدخول الأشعة الشمسية، لكنها تمنع خروج الأشعة طويلة الموجة المنبعثة من سطح الأرض، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة داخله نظرًا إلى عدم تسرّب الحرارة إلى خارج الدفيئة الزجاجية.

ولكن وبسبب أنشطة الإنسان المختلفة مثل استخدام الوقودِ الأحفوري، أو إزالةِ الغطاء النباتي، أدى ذلك إلى زيادة في مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ما تسببت في ارتفاع متزايدٍ في درجة حرارة الأرض وحدوث الاحترار العالمي .

الاحترار العالمي Global Warming

يُعرَفُ الاحترارُ العالميّ على أنـه زيـادة تدريجيـةٌ فـي معدّلات درجات الحرارة العالمية، بسبب زيادة نسبة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية، مثل البراكين والأنشطة الصناعية بفعل نشاط الإنسان؛ حيث يؤدي احتراق الوقودِ الأحفوري أو استنزافُ الغطاء النباتي إلى زيادة تركيز غازات الدفيئة، خصوصًا

أبحثُ:
مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ،ومنها شبكة الإنترنت أبحثُ عن تأثيراتِ الاحتِباسِ الحراري في الحياة على سطح الأرض؛ وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا وأعرضهُ على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الرّبط بالصحة

ينتُج من الاحتراق غير الكامل أكاسيد الكربـون، ومنـها غاز أول أكسيـد الكربـون CO، الذي لـه تأثير خطير فـي صحـة الإنسان، حيث يدخـل الرئتين خلال عملية التنفس، فيرتبط مع خلايا الدم الحمراء ويمنعها من امتصاص الأكسجين، ما يؤدي إلى ارتخاء العضلات وفقدان الوعي.

أتحقّـق: أصـف كيـف تحـدث عمليـة الاحتباس الحـراري.

أبحث:
أوجّه الطلبة إلى الإفادة من مصادر المعرفة المناسبة في البحث عن تأثيرات الاحتباس الحراري في الحياة على سطح الأرض؛ وأتقبّل النتائج جميعها؛ على أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية: ظاهرة طبيعية تسهم في جعل الأرض كوكبًا صالحًا للعيش، فمن دون غازات الاحتباس الحراري يمكن أن ينخفض معدل درجة حرارة سطح الأرض من 15 °C حاليًّا إلى 18 °C–.

أتحقّق: عندما تنتقل أشعة الشمس عبر الغلاف الجوي لتصل إلى سطح الأرض على شكل طاقة حرارية أو أشعة قصيرة الطول الموجي. وفي المتوسط فإن ثلث الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض تنعكس مرة أخرى إلى الفضاء عبر الغلاف الجوي، أما اليابسة والمسطحات المائية فتمتص معظم الأشعة الباقية، وبذلك يصبح سطح الأرض دافئًا. ثم تشع اليابسة والمسطحات المائية الطاقة الحرارية الواصلة إليها مرة أخرى؛ ولكن على شكل موجات طويلة فتحبس غازات الدفيئة جزءًا من تلك الأشعة، وبذلك يسخن الغلاف الجوي الأرضي وترتفع درجة الحرارة.

◄ بناء المفهوم:

ظاهرة الاحتباس الحراري

- أوجّه للطلبة الأسئلة الآتية:

– أتتبّع الأشعة الشمسية الساقطة منذ لحظة سقوطها من الشمس حتى وصولها إلى سطح الأرض.

تنتقل الأشعة الشمسية عبر الغلاف الجوي إلى سطح الأرض، فيُعكس ثلثها تقريبًا مرة أخرى بوساطة الغلاف الجوي، أما اليابسة والمسطحات المائية فتمتص معظم الأشعة الشمسية الباقية، وبذلك يصبح سطح الأرض دافئًا.

– كيف يُسخَّن الغلاف الجوي الأرضي؟

بعد أن تمتص اليابسة والمسطحات المائية الأشعة الشمسية الساقطة عليها، تُشِعُّ الطاقة الحرارية مرة أخرى على شكل أشعة طويلة الموجة تحت حمراء، عندها تحبس غازات الدفيئة جزءًا من تلك الأشعة، وبذلك يسخن الغلاف الجوي الأرضي.

– ما سبب حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري؟

زيادة تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

ورقة العمل (2)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

الرّبط بالصحة

أذكّر الطلبة بما درسوه في الدرس الأول بأن أول أكسيد الكربون غاز سامّ يتّحد مع هيموجلوبين الدم ويؤدي إلى الاختناق، وأربط ذلك بواقع الحياة بتحذيرهم وبيان أهمية تهوية المنزل عند استعمال مدافئ الكاز والغاز في الشتاء خشية الاختناق.

◄ المناقشة:

الاحترار العالمي

- أستخدم **استراتيجية الطاولة المستديرة** في توضيح آثار ظاهرة الاحترار العالمي وكيفية التغلب عليها.
- أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إلى كل مجموعة كتابة السؤال الآتي في رأس ورقة فارغة:

– أوضّح آثار ظاهرة الاحترار العالمي في الأرض والإنسان، وأبيّن كيف يمكن التقليل من آثارها.

- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الاطلاع على السؤال، ثم إضافة جزء من الإجابة عنه. بعد أن ينتهي أفراد المجموعة من ذلك، أطلب إليهم التوقف.
- أوجّه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجاباتهم في ما بينهم، وأطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأخرى، ثم أناقشهم فيها؛ للتوصل إلى أن ظاهرة الاحترار العالمي تؤدي إلى تغير الأنظمة المناخية، ما ينتج منه تباطؤ نموّ الحياة النباتية والحيوانية، ومن ثم انقراض بعضها، وستؤدي إلى انصهار الجليد في قطبَي الكرة الأرضية، وارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات. ويمكن التقليل من هذه الآثار عن طريق عمليات التشجير، واستخدام الطاقة البديلة.

ورقة العمل (3)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (3) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

أفكّر أوجّه الطلبة إلى قراءة الآية الكريمة بتمعّن، وربطها بظاهرتي: الاحتباس الحراري، والاحترار العالمي؛ للتوصل إلى أن التلوث والفساد البيئي في البر والبحر إنما نتج من الإنسان، وتتضمن هذه الآية تحذيرًا للناس في أن يرجعوا إلى الإصلاح في الأرض وتدارك هذا الفساد البيئي الذي نتج بسبب تجاوزهم الحدود التي خلق الله تعالى الأرض عليها، وأن يعيدوا للغلاف الجوي توازنه.

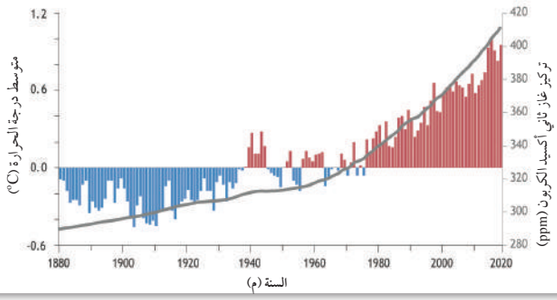
أفكّر يقول الله تبارك وتعالى:
(ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ)
سورة الروم {41}
أناقش دلالة هذه الآية الكريمة في ضوء دراستي ظاهرة الاحتباس الحراري والاحترار العالمي وأثر كل من هاتين الظاهرتين في استقرار الحياة على سطح الأرض.

أعمل فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح ظاهرة الاحتباس الحراري وعلاقته بالاحترار العالمي، وأحرص على أنْ يشمل الفيلم صورًا توضيحيةً، ثمّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أتحقّق: أوضح المقصود بالاحترار العالمي.

غازَ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن، الأمر الذي قد يؤدي إلى تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض؛ ما ينتُج من ذلك تباطؤ الحياة النباتية والحيوانية، التي قد تجد نفسَها في نظام مناخيّ مختلِف ربما يكون أكثرَ أو أقلَّ ملاءمةً لها. ونتيجة لذلك، فإن التغيرات المناخية ستؤدي إلى انقراض ملايين الكائنات الحية بحلول عام 2050م. كما يؤدي ارتفاع معدلاتِ درجات الحرارة على سطح الأرض إلى انصهار الجليد في القُطبين الجنوبي والشمالي، والكتل الجليدية الجبلية وتمدُّد مياه البحار والمحيطات ما تزيد من ارتفاع منسوب المياه فيها، وغمر الجزر والشواطئ والأراضي المنخفضة بالماء، وسيبقى هذا المنسوب في ارتفاعٍ مع زيادة معدلات درجات الحرارة، إذ من المتوقع أن يصل ارتفاع مستوى ماء البحر إلى 30 cm بحلول عام 2030م.

يمكن خفض درجة حرارة سطح الأرض بتنفيذ الإجراءات اللازمة لتقليل نسبة غازات الدفيئة في جو الأرض، وفي مقدّمتها غازُ ثاني أكسيد الكربون، الذي قد ينقذُ العديد من أنواع الكائنات الحية من الهلاك؛ وأيضًا رفع كفايةِ محركات وسائل النقل، والحدّ من استنزاف الغطاء النباتي، والاعتماد على مصادر طاقة أقلّ تلويثًا باستخدام الطاقات البديلة، وأن أفضل عملية لامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو هي اللجوءُ إلى التشجير وزراعة غابات جديدة. أنظر الشكل (9) الذي يوضح كيف زادت نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بمرور الوقت ومعدلات درجة حرارة سطح الأرض.



الشكل (9): نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بمرور الزمن ومتوسّط تغير درجة الحرارة.
أصف العلاقة بين متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي، وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه.

متوسط درجة الحرارة (°C)
تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون (ppm)

حل سؤال الشكل (9):

علاقة طردية؛ إذ يزداد متوسط درجات الحرارة بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

أتحقّق: زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية؛ بسبب المستويات المتزايدة من غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية كالبراكين، أو الصناعية بفعل نشاط الإنسان.

أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّههم إلى جمع صور ومقاطع مرئية (فيديوهات) من الإنترنت عن ظاهرتي: الاحتباس الحراري، والاحترار العالمي، وتصميم فيلم قصير منها يوضح العلاقة بينهما، ثم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصفّ.

تكوّن الأوزون قربَ سطح الأرض

Ozone Formation near the Earth's Surface

يتكوّن غاز الأوزون (O_3) من ثلاث ذراتٍ من الأكسجين متّحدةً مع بعضها، ويوجد بصورة رئيسة على ارتفاع يُقدّر ما بين 30-20) km) ضمن طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي في حالة توازن لحماية الحياة على سطح الأرض؛ حيث يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارّة بالكائنات الحية، لكن تدخل الإنسان أدى إلى إحداث خلل في هذا التوازن، فأصبح معدّلُ تحلّله يفوق معدل تشكّله طبيعيًا.

يعدُّ غازُ الأوزون ملوثًا خطرًا إذا وُجِدَ قربَ سطح الأرض في طبقة التروبوسفير؛ لأنه يضرّ أنسجة النباتات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة مثل العيون والرئتين. ويتكون غاز الأوزون بالقرب من سطح الأرض بسبب زيادة تراكيز غازات أكاسيد النيتروجين، الناتجة من استخدام الأسمدة الكيميائية، واحتراق الوقود الأحفوري وفقًا للمعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:

$$NO_2 \xrightarrow{UV} NO + O$$

$$O + O_2 \xrightarrow{UV} O_3$$

وتعد مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs المسؤولُ الأوّلُ عن التآكل الذي أصاب الأوزون ما سمح للأشعة فوق البنفسجية بالوصول إلى سطح الأرض، وتُستخدم هذه المركبات على نطاق واسع في أجهزة التبريد في الثلاجات، وفي مكيفات الهواء، خصوصًا أجهزة تكييف السيارات. وتمتاز مركبات الكلوروفلوروكربون بأنها خاملةٌ فلا تتفاعل مع مكوّنات الغلاف الجوي، ولكنها تصعَد إلى أعلى بفعل تيارات الحمل وصولًا إلى غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير فتحدِثُ سلسلةً من التفاعلات الكيميائية، والسبب في ذلك قدرةُ الأشعة فوق البنفسجية على تحليلها.

الرّبط بالكيمياء

تُعَدُّ مركّباتُ الكلوروفلوروكربون (CFCs) خليطًا من عدد من الغازات هي: (CF_3Cl, $CFCl_3$, CF_2Cl_2).

أفكّر كيف يمكِن الحدُّ من مشكلة تكوُّن غاز الأوزون في طبقة التروبوسفير؟

أبحثُ: مستعينًا بمصادر المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، ومنها شبكة الإنترنت أبحثُ عن طبيعة مركّبات (CFCs) وكيف تعمل على تآكل الأوزون؛ وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا وأعرضهُ على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

✓ **أتحقّق:** أفرّق بين غاز الأوزون الموجود ضِمنَ طبقة الستراتوسفير وغاز الأوزون المتكوّن في طبقة التروبوسفير قريبًا من سطح الأرض.

أبحث:

أوجّه الطلبة إلى عمل عرض تقديمي والإفادة من مصادر المعرفة المناسبة في البحث عن طبيعة مركّبات (CFCs) وكيف تعمل على تآكل طبقة الأوزون؛ وأتقبّل النتائج جميعها؛ على أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:

مركّبات (CFCs) تتكون من خليط من الغازات، وتستخدم في كيميائيات الرش والرذاذات، وتنظيف الآلات الدقيقة، والصناعات القائمة على التبريد كصناعة الثلاجات. وتصعد هذه الغازات إلى أعلى بفعل تيارات الحمل حتى تصل إلى طبقة الستراتوسفير، وتحدث سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تدمير طبقة الأوزون.

أفكّر الحدّ من استخدام مركّبات الكلوروفلوروكربون، وإنتاج مواد بديلة لها، وتقليل استخدام الأسمدة الكيميائية.

المناقشة:

تكوّن الأوزون قرب سطح الأرض

- أستخدم **استراتيجية التفكير الناقد** في توضيح الفرق بين غاز الأوزون الموجود ضمن طبقة الستراتوسفير وغاز الأوزون المتكوّن في طبقة الستراتوسفير، بتوجيه أسئلة عدة مثل:
  - ما الذي يحمي الأرض من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض؟
  - كيف يمكن أن يكون الأوزون ملوثًا خطرًا على صحة الكائنات الحية؟
- أستمع لإجابات الطلبة، وأحدد الصحيح منها وغير الصحيح، وأناقشهم بها لأتوصل معهم إلى أن غاز الأوزون يعد نافعًا عند وجوده في طبقة الستراتوسفير؛ لأنه يحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، لكنه يعد غازًا خطرًا عند وجوده قرب سطح الأرض؛ لأنه يضر بأنسجة النبات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة، كالعيون والرئتين.
- أوجّه السؤال الآتي إلى الطلبة: ما سبب تآكل طبقة الأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن مركبات الكلوروفلوروكربون التي تستخدم على نطاق واسع في أجهزة التبريد في الثلاجات، وفي مكيفات الهواء هي المسؤول الأول عن التآكل الذي أصاب طبقة الأوزون.

الرّبط بالكيمياء

مركّبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)

أوجّه الطلبة للبحث عبر مصادر المعرفة المتوافرة عن خصائص مركّبات الكلوروفلوروكربون، ويمكن الاستعانة بمعلّم/ معلّمة الكيمياء في المدرسة، للتوصل إلى أنها ليست غازًا منفردًا، بل هي خليط من عدد من الغازات.

✓ **أتحقّق:** يساعد الأوزون الموجود ضمن طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي على استمرار الحياة على سطح الأرض وحمايتها؛ إذ يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالكائنات الحية، أما الأوزون المتكوّن في طبقة التروبوسفير قريبًا من سطح الأرض فهو مضرّ، ويعد من ملوثات الهواء؛ لأنه يضر أنسجة النباتات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة، كالعيون والرئتين.

التجربة 2

أهمية الاحتباس الحراري

زمن التنفيذ: حصة صفية.

الهدف: تفسير أهمية ظاهرة الاحتباس الحراري.

المهارات العلمية: التفسير، والملاحظة، والقياس، والمقارنة.

إرشادات السلامة: أحذّر الطلبة عند التعامل مع الكؤوس الزجاجية خشية كسرها ومقياس درجة الحرارة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأوفّر لها المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أساعد الطلبة على تحديد المكان المناسب لوضع الكؤوس الزجاجية تحت أشعة الشمس المباشرة.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور**، وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، وأوضح للطلبة دلالة استخدام كل لون منها.

النتائج المتوقعة: التوصّل إلى مفهوم البيت الزجاجي، وربطه بوظيفة غازات الدفيئة.

التحليل والاستنتاج:

1. بسبب سماح قارورة الشرب البلاستيكية بدخول الأشعة الشمسية، ومنع خروج الأشعة طويلة الموجة.
2. تحبس قارورة مياه الشرب البلاستيكية الأشعة الطويلة في داخلها؛ فيسخن الهواء. وبالطريقة نفسها تُحتجَز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الحرارة بالقرب من سطح الأرض، لكن الغلاف الجوي يحبس طاقة كافية لجعل الأرض ملائمة للعيش.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سلم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	**قياس** درجة حرارة الكؤوس بدقة.				
2	**تفسير** سبب ارتفاع درجة حرارة الكأس المغطاة بقارورة المياه البلاستيكية.				
3	**المقارنة** بين قارورة المياه البلاستيكية والاحتباس الحراري.				
4	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				

التجربة 2

أهمية الاحتباس الحراري

عند دخولك بيتًا زجاجيًّا، ستشعر بتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري؛ وذلك لأن الزجاج يمرر أشعة الشمس ويحتجز الحرارة المنبعثة من سطح الأرض، فيسخن الهواء في الداخل. وبالطريقة نفسها تحتجز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الحرارةَ بالقرب من سطح الأرض.

الموادّ والأدوات:

مقياسا درجة حرارة (ثيرمومتر)، كأسان زجاجيتان سعة 100 mL، قارورة مياه شُربٍ بلاستيكية سعة 1L بحيث يكون قطرها أكبرَ قليلًا من قُطر الكأس الزجاجية، مصدرٌ ضوئيّ (الشمس)، مِقص.

إرشادات السلامة: توخي الحذَر عند التعامل مع الكؤوس الزجاجية ومقياس درجة الحرارة.

خطوات العمل:

1. أضع في كلّ كأس زجاجية مقياسَ درجة الحرارة.
2. أضع الكأسين الزجاجيّتين بجانب بعضهما في منطقة تسقط عليهما أشعة الشمس مباشرة.
3. أنتظر نصف ساعة؛ ثم أقرأ درجة حرارة كل مقياس وأدوّنها.
4. أقص الجزء السفلي من قارورة مياه الشرب البلاستيكية.
5. أقفل بإحكام فوَّهة قارورة مياه الشّرب البلاستيكية بوساطة غطاء.
6. أضع قارورة مياه الشّرب البلاستيكية حول إحدى الكأسين الزجاجيّتين، بحيث تحيط بها من جميع الجوانب.
7. أنتظر نصف ساعة أخرى، مع بقاء الكأسين الزجاجيّتين في منطقة تسقط فيها أشعة الشمس سقوطًا مباشرًا.
8. أقرأ درجة حرارة كلّ مقياس وأدوّنها.
9. **أحسُب** الفرق بين درجة الحرارة في كل من الكأسين الزجاجيّتين.

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر** سبب ارتفاع درجة حرارة الكأس المغطّاة بقارورة مياه الشرب البلاستيكية.
2. **أقارن** بين آلية عمل نموذج قارورة مياه الشّرب البلاستيكية وظاهرة الاحتباس الحراري.

الرّبط بالكيمياء

طُوِّرت أنظمة التخلص من عوادم السيارات بوضع مواد كيميائية داخل عادم السيارة، التي تساعد على تحويل بعض الأكاسيد الناتجة من العادم إلى موادَّ أقلَّ ضررًا على البيئة، بحيث يتم تحويل: NO_2 إلى N_2 و O_2، وكذلك تحويل CO إلى CO_2.

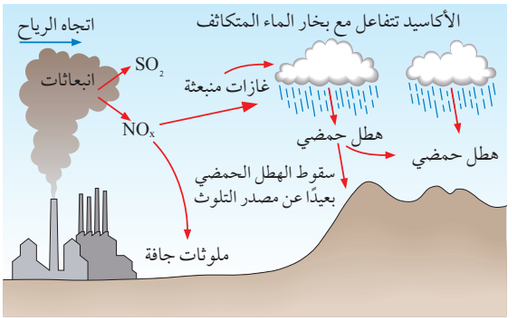
الهطل الحمضي Acid Precipitation

عندما يحترق الوقودُ الأحفوريّ المستعمَل في وسائط النقل، وفي محطات إنتاج الطاقة الكهربائية والمصانع؛ ينتشر في الغلاف الجوي ثانيَ أكسيد الكبريت SO_2 وأكاسيدَ النيتروجين NO_X، حيث تتفاعل هذه الأكاسيدُ مع بُخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي مُشكِّلة هطلًا حمضيًّا يحتوي على حمضَي الكبريتيك H_2SO_4، والنيتريك HNO_3، وأحيانًا يسقط الهطْل الحِمضِيّ بعيدًا عن مصدر التلوّث بفعل الرياح السائدة في تلك المنطقة.

الرّبط بالكيمياء

أنظمة التخلص من عوادم السيارات

- أطلب إلى الطلبة قراءة صندوق (الربط بالكيمياء) بتمعّن، ثم أوجّه إليهم السؤال الآتي:
  - ماذا يمكن أن يحدث إذا طُوّرت أنظمة كافة عوادم السيارات بحيث تحوّل الأكاسيد الضارة الناتجة من العادم إلى مواد أقل ضررًا على البيئة؟
- أناقش إجابات الطلبة للتوصل معهم إلى أن ذلك سيقلّل من ظاهرة الاحترار العالمي بدرجة كبيرة جدًّا، وسيقلل من تكوّن الهطل الحمضي وآثاره الخطيرة على البيئة.



الشكل (10): رسم توضيحي لعملية تكوّن الهطل الحمضي.

أنظر الشكل (10) الذي يوضّح رسمًا توضيحيًّا لعملية تكوّن الهطْل الحِمضِيّ.

يتفاعل الهطل الحمضِي مع كلّ من التربة والماء والنبات والصخور، فيؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي حيث يؤدي تساقطها على المسطّحات المائية إلى موت أعداد كبيرة من النباتات المائية والأسماك، ونتيجة ذلك يحدث انخفاض في أعداد الأسماك، وفقدان بعض الأنواع، وعليه، الحد من التنوع الحيوي (البيولوجي)، ويعمل الهطْلُ الحمضِيّ على تآكل الصخور والمنشآت.

ويمكن توضيح كيفية تكوّن الهطْلِ الحمضِيّ من خلال التفاعلات الكيميائية الآتية:

تكوُّنُ الهَطْلِ الحمضِيّ بفعل ثاني أكسيد النيتروجين.

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

تكوُّنُ الهَطْلِ الحمضِيّ بفعل ثاني أكسيد الكبريت.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

$$O_2 + 2H_2SO_3 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

✓ **أتحقّق:** أوضّح كيف يتكوّن الهطل الحمضي.

أبحثُ:
مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، أبحثُ عن أفضل وسيلةٍ لتخفيض تأثيرات الهطْلِ الحِمضِيّ في النظم البيئية المختلفة؛ وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا وأعرضهُ على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أفكّرُ لماذا يتكوّن الهطل الحمضي من أكاسيد الكبريت والنيتروجين وليس الكربون مع أن أكثر الأكاسيد في الجو هو ثاني أكسيد الكربون؟

أصمّمُ باستخدامِ برنامجِ السكراتش (Scratch) عرضًا يبيّنُ ظاهرة الهطْلِ الحمضِيّ، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

أبحث:
أوجّه الطلبة إلى تصميم عرض تقديمي عن أفضل وسيلة لخفض تأثيرات الهطل الحمضي في النظم البيئية المختلفة، وأتقبّل النتائج جميعها؛ على أن يتضمّن المعلومات الآتية: التوقّف عن نفث أكاسيد الكبريت والنيتروجين إلى الغلاف الجوي، وذلك بإبعاد الملوّث عن المناطق الآهلة بالسكان أو تخفيفه، والتحوّل إلى استخدام الطاقة المتجددة في معظم المجالات، وسنّ تشريعات تضمن نقاوة الهواء.

أفكّرُ أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم التفكير في الإجابة عن السؤال، وتبادل الآراء في ما بينهم، وأناقشهم في النتائج التي توصلوا إليها، للتوصل إلى أن السبب هو تكوّن محاليل قوية الحمضية عند تفاعل ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين مع ماء المطر، فينتج حمض النيتريك وحمض الكبريتيك؛ وعندما يتفاعل ثاني أكسيد الكربون مع ماء المطر يذوب فيه وينتج حمض الكربونيك.

◄ المناقشة:

الهطل الحمضي

- أوظّف **استراتيجية حل المشكلات** في تعرّف آثار الهطل الحمضي في البيئة، فأعرض للطلبة صورة لآثار جرش أو أي آثار لمناطق أخرى، ثم أوجّه لهم السؤال الآتي:

  – ما سبب تآكل الأعمدة الأثرية وتغير لونها؟
- أوجّه الطلبة لتحديد أسباب المشكلة، ووضع الفروض، واختبارها.
- أناقش الطلبة في ما توصلوا إليه، للتوصل إلى أن السبب هو تفاعل الهطل الحمضي مع الصخور الجيرية المكوّنة للأعمدة الأثرية.
- أناقش الطلبة في الآثار الأخرى للهطل الحمضي، مثل: تساقط الهطل الحمضي على المسطحات المائية والتسبّب بموت أعداد كبيرة من النباتات المائية والأسماك.
- أكتب على اللوح معادلات تكوّن الهطل الحمضي، ثم أناقش الطلبة في كل معادلة على حدة.

ورقة العمل (4)

أوزّع الطلبة إلى مجموعات ثنائية، ثم أوزّع عليهم ورقة العمل (4) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى، وأمنحهم وقتًا كافيًا لذلك، ثم أناقش الحل معهم. بعد ذلك أوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها ومناقشتها مع المجموعات الأخرى.

✓ **أتحقّق:** عندما يُحرَق الوقود الأحفوري يطلق في الغلاف الجوي ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، فتتفاعل هذه الأكاسيد مع بخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي، ما يؤدي إلى تشكُّل الهطل الحمضي.

أقسّم الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجّههم إلى جمع صور ومقاطع مرئية (فيديوهات) من الإنترنت عن ظاهرة الهطل الحمضي، وتصميم عرض تقديمي منها، ثم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصفّ.

التجربة 1

محاكاة الهطل الحمضي

زمن التنفيذ: 30 min.

الهدف: استنتاج أثر الهطل الحمضي في الصخور.

المهارات العلمية: القياس، والاستنتاج، والملاحظة.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة ارتداء القفازات الوقائية أثناء تنفيذ التجربة، وتوخّي الحذر عند وضع القطع الصخرية في الكؤوس الزجاجية.

الإجراءات والتوجيهات:

- أبيّن للطلبة أن التجربة ستُنفّذ على مدى ثلاثة أيام متتالية.
- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأوفّر لها المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام استراتيجية «**قبض الأصابع الخمس**» ، وأوجّه الطلبة وفقها.

النتائج المتوقعة: التوصل إلى أن الصخور تتفاوت في مقاومتها لتأثيرات الهطل الحمضي.

التحليل والاستنتاج:

1. صخر البازلت.
2. يؤثر الهطل الحمضي تأثيرًا كبيرًا في الصخور التي تتكوّن أساسًا من كربونات الكالسيوم وما يرافق ذلك من تآكلها، مثل الرخام والصخر الجيري، بينما لا يؤثر في الصخر الرملي وصخر البازلت.

التجربة 3

محاكاة الهطل الحمضي

تحدُث ظاهرةُ الهطْلِ الحمضيّ عندما يتلوّث الجوُّ بغازات الأكاسيد مثل أكاسيد النيتروجين والكبريت التي تنطلق من مصادر طبيعية ومصادر غير طبيعية (صناعية).

المواد والأدوات:

قِطع صخريّة صغيرة الحجم متساوية تقريبًا، مثل: (الرخام، الصخر الجيري، الصخر الرملي، البازلت)، ميزان رقمي، قفافيز وقائية، 3 كؤوس زجاجية سعتها 500 mL، خَلّ (حمض الإيثانويك CH_3COOH) (يمثّل الأحماض المؤثرة في الهطْلِ الحمضيّ).

إرشادات السلامة:

- ارتداء القفافيز الوقائية.
- توخي الحذر عند وضع القطع الصخرية داخل الكؤوس الزجاجية.

خطوات العمل:

1. أستخدم الميزان في إيجاد كتلة كل قطعة صخرية، وأدوّن البيانات في جدول.
2. أضَع كلَّ قطعة صخرية في كأس زجاجية منفصلة.
3. أسكب الخَلَّ فوق كلّ قطعة صخرية في الكأس الزجاجية، وأنتظر يومين.
4. أفرِغ الكأسَ الزجاجية من الخلّ، وأنتظر أن تجفّ القطع الصخرية يومًا آخرَ.
5. **الاحظ** أي تغيرات في سطح كل قطعة صخرية.
6. أستخدِم الميزان مرة أخرى في إيجاد كتلة كلّ قطعة صخرية، مُدوِّنًا البياناتِ في جدول.
7. **أحسُب** مقدارَ الكتلة التي فقدتْها كلُّ قطعة صخرية، مُدوِّنًا البيانات في جدول.
8. **أحسُب** النسبة المئوية لمقدار الكتلة التي فقدتْها كلُّ قطعة صخرية، مُدوِّنًا البيانات في جدول.

التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد: أيُّ الصخور (الرخام، الصخر الجيري، الصخر الرملي، البازلت)، هو الأفضلُ لمقاومة الهطْلِ الحمضيّ؟
2. **أستنتج** أثر الهطْلِ الحمضيّ في الصخور.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سلم تقدير عددي.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	تحديد أكثر الصخور تفاعلًا مع الخلّ.				
2	**المقارنة** بين أنواع الصخور من حيث مقاومتها للهطل الحمضي.				
3	**استنتاج** أثر الهطل الحمضي على الصخور.				
4	**حساب** النسبة المئوية لمقدار الكتلة التي فقدتها كل قطعة صخرية.				
5	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

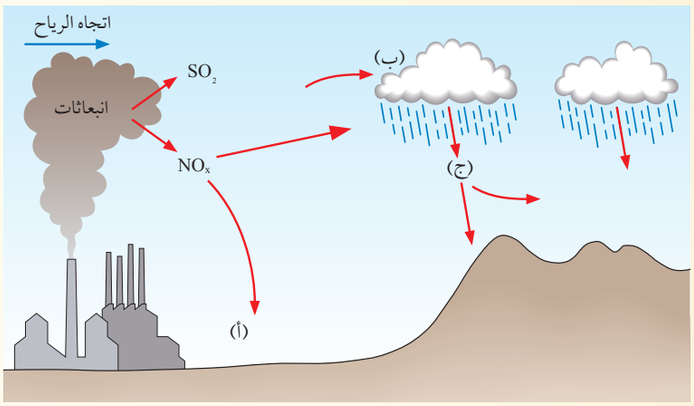
* **القضايا الأخلاقية: الاحترام**

أنبّه الطلبة إلى ضرورة احترام آراء بعضهم البعض أثناء العمل في مجموعات، وأوضّح لهم أن احترامهم لزملائهم/ زميلاتهن يتمثّل في تقديم المساعدة، وتقدير القدرات، وعدم السخرية في حال صدور خطأ من أحدهم.

مراجعة الدرس

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أذكر بعض الملوّثات الموجودةِ في الغلاف الجويّ التي تؤثّر سَلْبًا في صحّة الإنسان والنباتاتِ والحيوانات.
2. أفرّق بين الاحتباس الحراري والاحترار العالمي.
3. أبيّن في الشكل الآتي ما تدل عليه الأحرف (أ، ب، ج) في أثناء تكوّن الهطْل الحمضِيّ:



4. أتتبّع كيف يتكوّن الهطْلُ الحمضِيّ بفعل ثاني أكسيد الكبريت بكتابة ثلاث معادلات كيميائية.
5. **أفسّر** سبب اختلاف تركيز ثاني أكسيد الكربون فوق المناطق الصناعية والمدن عنه في المناطق الريفية.
6. أحدّد مصادر الغازات التي تكوّن الهطْلَ الحمضِيّ.
7. أوضّح المقصود بظاهرة الاحتباس الحراري.
8. **أربط** بين درجة حرارة الجوّ وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه.
9. **أقترح** بعض الطرائق التي تؤدي إلى التقليل من ظاهرة الاحترار العالمي.

97

8 يزداد متوسط درجات الحرارة بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو.

9 **إجابة مقترحة:**

– زراعة الأشجار والنباتات، وإيجاد أنواع منها قادرة على الاستفادة من تراكيز منخفضة وكذلك مرتفعة من غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكن التنبيه إلى أهمية الهندسة الوراثية في ذلك.

1 أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، ومركبات الكلوروفلوروكربون.

2 الاحتباس الحراري: ظاهرة طبيعية يحبس فيها الغلاف الجوي بعضًا من طاقة الشمس بوساطة مجموعة من الغازات تُعرَف بغازات الدفيئة لتسخين سطح الأرض بشكل طبيعي. أما الاحترار العالمي فهو زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية الناجمة عن الشاطات الطبيعية والإنسانية.

3 (أ): ملوثات جافة.
(ب): أكاسيد تتفاعل مع بخار الماء المتكاثف.
(ج): هطل حمضي.

4 $S + O_2 \rightarrow SO_2$

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

$O_2 + 2H_2SO_3 \rightarrow 2H_2SO_4$

5 بسبب إزالة الغطاء النباتي وما ينتج من عوادم السيارات والمصانع ومولدات الطاقة في المناطق الصناعية والمدن مقارنة بالمناطق الريفية.

6 محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، والمصانع، ووسائط النقل المتنوعة التي تستخدم الوقود الأحفوري.

7 ظاهرة طبيعية يحبس فيها الغلاف الجوي بعضًا من أشعة الشمس بوساطة مجموعة من الغازات تُعرَف بغازات الدفيئة لتسخين الكرة الأرضية والحفاظ على اعتدال مناخها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: المسؤولية البيئية**

أنبّه الطلبة إلى المسؤولية الملقاة على عاتقهم تجاه البيئة، والتي تتمثّل في إجراءات عدة يمكنهم القيام بها مثل: المحافظة على الغطاء النباتي، وعدم الاعتداء على الأشجار، وتنفيذ حملات توعية بيئية بأهمية تقليل استخدام وسائل النقل التي تعمل بالوقود الأحفوري، والاعتماد على مصادر الطاقة البديلة مثل الطاقة الشمسية في تسخين المياه بدلًا من استخدام الغاز.

الضباب الدخاني
S m o g

الهدف:

تعرّف مفهوم الضبخن وأنواعه.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى قراءة نص الإثراء والتوسّع (الضباب الدخاني) بتمعّن.
- أناقش الطلبة في سبب تسمية الضباب الدخاني بهذا الاسم، وأوضّح لهم أن التسمية ترتبط بطريقة تكوّنه.
- أبيّن للطلبة أن هناك نوعين من الضباب الدخاني، وأربط خصائص هذين النوعين بالفصل من السنة.
- أستمع لتساؤلات الطلبة، وأدير نقاشًا للإجابة عنها.

الكتابة في الجيولوجيا

- أوجّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت أو مصادر المعرفة الأخرى المتوافرة عن كيفية التقليل من تشكّل الضباب الدخاني في الغلاف الجوي.
- أطلب إلى الطلبة كتابة مقالة حول مفهوم الضباب الدخاني، وكيفية تكوّنه، وأنواعه وعلاقتها بالفصل من السنة، ثم أطلب إليهم عرضها في غرفة الصف.

الضّباب الدخانيّ Smog

جاءت تسميةُ الضّباب الدخانيّ، أو ما يعرَفُ (بالضّبخن) Smog من دمج كلمتَي دخان Smoke وضباب Fog، ويعَدُّ الضبابُ الدخانيُّ شكلًا من أشكال ملوّثات الهواء الناتجة من أنشطة الإنسان في المناطق الصناعية الكبيرة المكتظّة بالسكان، التي يكون فيها الهواء ساكنًا، وينشأ عندما يتفاعل ضوءُ الشمس مع الملوّثات الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري؛ ما يؤدي إلى تركيز هذه الملوّثات في الهواء على هيئة غيمة تتكوّن من مجموعة من الغازات والقُطَيرات العالقة مع دقائق صُلبة، تلفُّ جوَّ المدينة وتسمّى الضّبخن.

و نميز عادة بين نوعين من الضباب الدخاني حسْبَ الفصل من السنة، وتبعًا للغازات الملوّثة، فالضباب الدخاني الذي يحدث في فصل الشتاء نتيجة احتراق النفط، أو الفحم الحجري في محطات توليد الكهرباء، ما يؤدي إلى إنتاج تراكيز عالية من أكاسيد الكبريت والهيدروكربونات، مكوِّنة ما يسمّى الضبخن الكبريتي (Sulfurous Smog). أما النوعُ الآخر فيحدُثُ في فصل الصيف من جرّاء تركيز الملوثات مثل (O_3, HNO_3, NO_2, HC, NO, CO)؛ إضافة إلى وجود الأشعة الشمسية، خصوصًا الأشعة فوق البنفسجية؛ ويسمى هذا النّوعُ الضّبخَنَ الكيميائي الضوئي Photochemical Smog.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أستخدمُ مصادرَ البحثِ المختلفةَ، ومنها شبكة الإنترنت للحصولِ على معلوماتٍ تبيِّن كيف يمكِن التقليلُ من تشكّل الضباب الدخانيّ في الغلاف الجوي، ثمَّ أكتبُ مقالةً عن ذلك.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: التلوث**

أوضّح للطلبة أن الضبخن شكل من أشكال تلوث الهواء يشكّل خطرًا كبيرًا على الصحة، وأحد أسباب إصابة الإنسان بالسكتات الدماغية، وأمراض القلب، وسرطان الرئة، وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة والحادة، بما فيها الرّبو. وأؤكّد لهم أهمية تكاثف الجهود العالمية من أجل التقليل من مخاطر تلوث الهواء.

السؤال الأوّل:

أضعُ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. أيٌّ من أشواط الاحتراق الداخلي في محرّك سيارات البنزين هو الأكثرُ فاعليةً؟
   - أ - شَوط السّحب.
   - ب- شَوط الضّغط.
   - ج- شَوط القدرة.
   - د- شَوط العادم.
2. أكثرُ غازات الدفيئة التي تساعد على ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض هو:
   - أ - ثاني أكسيد الكربون.
   - ب- ثاني أكسيد الكبريت.
   - ج- بخار الماء.
   - د - الميثان.
3. أيُّ الغازات الآتية يسبّب تكوّنَ الهطْلِ الحمضِيّ؟
   - أ- ثاني أكسيد النيتروجين.
   - ب- أوّل أكسيد الكربون.
   - ج- بُخار الماء.
   - د- الميثان.
4. **أفترض** عدم وجود ظاهرة الاحتباس الحراري على الأرض؛ فأي من العبارات الآتية صحيحة؟
   - أ- تكون درجة حرارة الأرض متساويةً.
   - ب- ترتفع درجة حرارة سطح الأرض.
   - ج- تنخفض درجة حرارة سطح الأرض.
   - د- ينصهر الغِطاء الجليديّ في القطبين.
5. تكمُن الفائدة الحقيقية لآلةِ الاحتراق الداخلي في السيارات بقُدرتها على تحويل الطاقة:
   - أ - الميكانيكية إلى كيميائية.
   - ب- الحرارية إلى ميكانيكية.
   - ج- الميكانيكية إلى حرارية.
   - د- الكيميائية إلى كهربائية.
6. يحوّل المولّدُ الكهربائيّ الطاقة الحركية إلى:
   - أ - طاقة كهربائية.
   - ب- طاقة ميكانيكية.
   - ج- طاقة حرارية.
   - د- طاقة كيميائية.
7. الشّوطُ الذي يتمّ به دفْعُ المِكبسِ إلى أسفلَ بقوّة شديدة من محرّك الاحتراق الداخلي في سيارات البنزين هو:
   - أ - شَوط السحب.
   - ب- شَوط الضغط.
   - ج- شَوط القدرة.
   - د- شَوط العادم.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - معظمُ الطاقة التي نستخدِمها تأتي من أشكال الوقود الأحفوريّ مثل: .....، .....، .....

ب- توجد غازات متغيرة التركيز في الغلاف الجوي تُعرف بغازات.....

ج- تفاعُلٌ كيميائيٌّ يحدث فيه اتّحاد الأكسجين مع عناصر الكربون والهيدروجين هو .....

د- تُعرَفُ الزيادةُ التدريجيةُ في معدّلات درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والإنسانية بـ.....

السؤال الأول:

1. ج – شوط القدرة.
2. أ– ثاني أكسيد الكربون.
3. أ– ثاني أكسيد النيتروجين.
4. ج – تنخفض درجة حرارة سطح الأرض.
5. ب– الحرارية إلى ميكانيكية.
6. أ– طاقة كهربائية.
7. ج– شوط القدرة.

السؤال الثاني:

أ– النفط، الفحم الحجري، الغاز الطبيعي.

ب– الدفيئة.

ج– الاحتراق.

د– الاحترار العالمي.

السؤال الثالث:

أ. لأن معظم الصخور والمنشآت مبنية في الأصل من صخر الرخام أو الصخور الجيرية، اللذين يتكوّنان من كربونات الكالسيوم بصورة أساسية، والذي بطبيعته يذوب عند تعرّضه للهطل الحمضي؛ وخاصة في المناطق التي يكون فيها الهواء ملوثًا بالأكاسيد الحمضية مثل: أكاسيد النيتروجين.

ب. لأن الزجاج يسمح للأشعة الشمسية المرئية بالمرور من خلاله، ما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة داخل البيت، لكنه يمنع الطاقة الحرارية من الخروج، فيسخن الهواء في الداخل. وبالطريقة نفسها تحتبس غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الحرارة بالقرب من سطح الأرض، حيث تعمل هذه الغازات بالآلية نفسها.

ج. لأنه يتسبب في أضرار كبيرة لأنسجة النباتات، وللأجزاء الحساسة في جسم الإنسان مثل: العيون، والرئتين.

د. يؤدي التقليل من استخدام الوقود الأحفوري إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ما يسبب انخفاض درجة حرارة الأرض.

السؤال الرابع:

أ. العلاقة طردية؛ إذ إنه بزيادة احتراق الوقود الأحفوري تزداد تراكيز غازات الدفيئة، وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن، ما تسبّبت في ارتفاع متزايدٍ في درجة حرارة الأرض وحدوث ما يسمّى الاحتباس الحراريّ.

ب. العلاقة طردية؛ إذ إنه كلما ازداد حرق الوقود الأحفوري، ينتشر في الغلاف الجوي ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، فتتفاعل هذه الأكاسيد مع بخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي، مشكلة هطلًا حمضيًّا يحتوي على حمضي الكبريتيك والنيتريك.

السؤال الخامس:

(1): أشعة الشمس.

(2): إعادة انبعاث الطاقة الشمسية.

(3): احتباس الحرارة بالقرب من سطح الأرض.

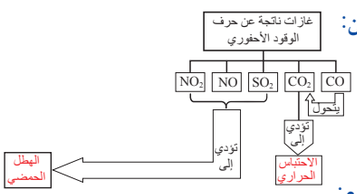
السؤال السادس:

الاحترار العالمي هو زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية بسبب المستويات المتزايدة من غازات الدفيئة الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية أو الصناعية بفعل نشاط الإنسان؛ إذ يؤدي احتراق الوقود الأحفوري واستنزاف الغطاء النباتي إلى زيادة تركيز غازات الدفيئة وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون في غلاف الأرض الجوي بمرور الزمن، ما يؤدي إلى تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض. ويمكن الحد من ظاهرة الاحترار العالمي باتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل نسبة غازات الدفيئة في جو الأرض، وفي مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون، ومن هذه الإجراءات: تطوير تقنيات الحصول على الطاقة غير القابلة للاستنفاد مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الماء الصديقة للبيئة، وتشجيع زراعة الأشجار الحرجية وعدم قطع الأشجار المزروعة.

السؤال السابع:

يمكن ذلك بتحسين أداء آلات حرق الوقود الأحفوري والسيطرة على ما ينفث منها من غازات، والاعتماد على مصادر طاقة أقل تلويثًا باستخدام الطاقة البديلة، والحد من استنزاف الغطاء النباتي.

السؤال الثامن:



السؤال التاسع:

لأن الوقود الأحفوري يتكوّن من الكربون والهيدروجين (مواد هيدروكربونية).

السؤال العاشر:

اللجوء إلى التشجير وزراعة غابات جديدة.

السؤال الحادي عشر:

من سنن الله تعالى في كونه أن هيأ لكوكب الأرض غلافًا جويًّا طبيعيًّا حابسًا للحرارة يحوي غازات الدفيئة بنسب ثابتة تقريبًا تؤدي دورًا مهمًّا في المحافظة على درجة حرارة سطح الأرض، عن طريق التوازن بين طاقة الشمس الواصلة للأرض وتلك التي تفقدها إلى الفضاء؛ لذا تحدث ظاهرة الاحتباس الحراري. ولو لم يكن الغلاف الجوي يحبس طاقة شمسية بهذه الطريقة، لكانت معظم طاقة الشمس ترتد مباشرة إلى الفضاء الخارجي، وأصبح كوكب الأرض باردًا غير صالح للحياة.

السؤال الثاني عشر:

استنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير يسمح للأشعة فوق البنفسجية مع بعض الإشعاعات الكونية الأخرى بالوصول إلى سطح الأرض بنسبة أكبر من المقدّر لها؛ ما يسبّب ارتفاع معدلات درجات الحرارة، إضافة إلى أنها تشكّل خطرًا على الكائنات الحية.

السؤال الثالث عشر:

$$NO_2 \xrightarrow{U.V} NO + O$$

$$O + O_2 \xrightarrow{U.V} O_3$$

$$O_3 + NO \leftrightarrows O_2 + NO_2$$

مراجعة الوحدة

السؤال الثالث:

أفسّرُ كلّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ - يسهم الهطْلُ الحمضيُّ في تآكل الصخور والمنشآت.

ب- عند دخولي بيتًا زجاجيًّا أشعر بتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري.

ج- يعَدُّ غازُ الأوزون ملوِّثًا خطِرًا إذا وجِدَ قُربَ سطح الأرض في طبقة التروبوسفير.

د- يحدّ التقليل من استخدام الوقود الأحفوري من الاحترار العالمي.

السؤال الرابع:

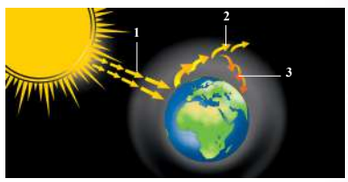
أوضّح العلاقة بين كلّ مصطلحين مما يأتي:

أ - الاحتباس الحراري – الوقود الأحفوري.

ب- الهطل الحمضي – الوقود الأحفوري.

السؤال الخامس:

أتتبّع ما تشيرُ إليه الأرقام (1، 2، 3) في الشكل الآتي الذي يوضّح ظاهرة الاحتباس الحراريّ.



السؤال السادس:

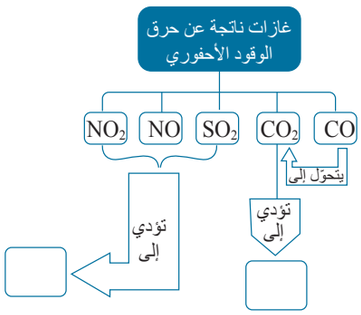
أوضّح ظاهرة الاحترار العالمي مبيّنًا أهمَّ العوامل المسبِّبة لها، وما أبرزُ آثارها على الكائنات الحيّة؛ ثم **أقترح** طرُقًا لمعالجتها والحدّ منها.

السؤال السابع:

أوضّح: كيف يمكن الحدّ من انصهار مستودعات الجليد التي تهدّد العالم بالغرق بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتزايد، الذي يرتبط بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؟

السؤال الثامن:

أكمِلُ الخارطة المفاهيميّة التالية التي توضّح غازاتٍ ناتجةً عن حرقِ الوقود الأحفوريّ والظواهر الناتجة عنها.



السؤال التاسع:

أستنتج: لماذا تَنْتُجُ الغازاتُ نفسَها في أثناء حرق الوقود الأحفوري؟

السؤال العاشر:

أبيّن أفضل عملية لامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

السؤال الحادي عشر:

أناقش مدى صحة العبارة الآتية: "توصف ظاهرة الاحتباس الحراريّ بأنها ضرورة للحياة على سطح الأرض".

السؤال الثاني عشر:

أستنتج: ماذا يحدُث إذا استمرت عمليةُ استنزاف الأوزون ضمن طبقة الستراتوسفير؟

السؤال الثالث عشر:

أكتب معادلات تكوُّنِ غاز الأوزون واستهلاكه.

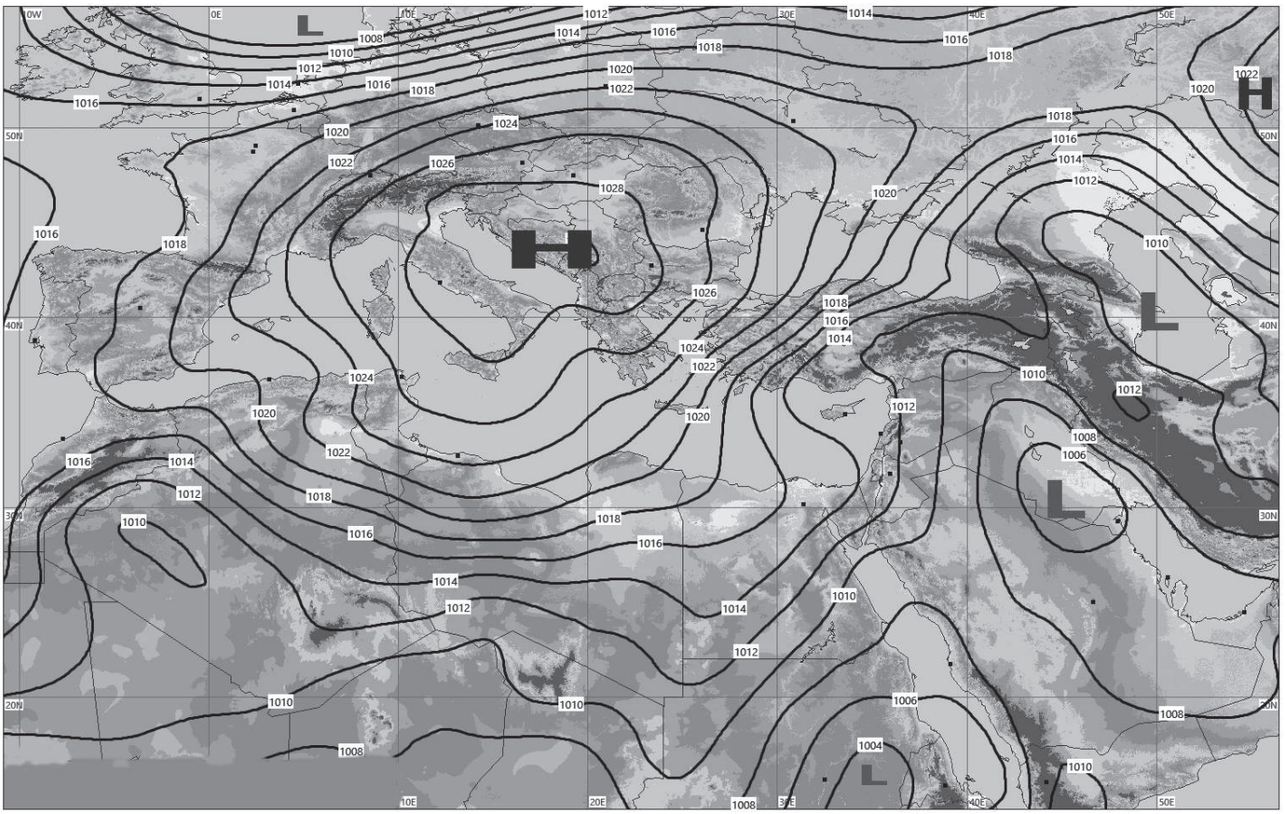
ملحق

إجابات أسئلة أوراق العمل

ورقة العمل (1)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الأول:** الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي

يوضح الشكل الآتي خريطة سطحية لأنظمة الضغط الجوي، أدرسه جيدًا، ثم أجيب عمّا يليه:



1. أوضح دلالة الرمزين (L ، H) في الخريطة.
2. أصف قيم الضغط الجوي في مركز (L) مقارنة مع المناطق المجاورة.
3. أصف قيم الضغط الجوي في مركز (H) مقارنة مع المناطق المجاورة.
4. أبيّن أثر أنظمة الضغط الجوي في نشأة الرياح وحركة الكتل الهوائية.

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الأول**: الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي

1. يرمز (L) إلى المنخفض الجوي، ويرمز (H) إلى المرتفع الجوي.

2. يكون الضغط الجوي للهواء في مركزالمنخفض أقل من الضغط الجوي للهواء في المناطق المحيطة بها.

3. يكون الضغط الجوي للهواء في مركز المرتفع الجوي أعلى من ضغط الهواء في المناطق المحيطة بها.

4. يسبب اختلاف قيم الضغط الجوي على سطح الأرض حركة الهواء من منطقة الضغط الجوي المرتفع باتجاه منطقة الضغط الجوي المنخفض، ونشأة الرياح، ويسهم ذلك في حركة الكتل الهوائية المختلفة من منطقة إلى أخرى.

ورقة العمل (2)

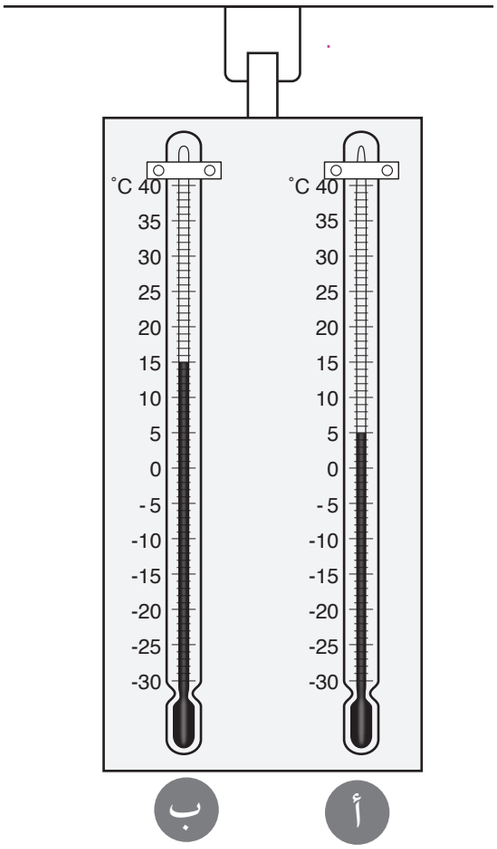
الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

1. **أقارن** بين مقياس درجة الحرارة الجاف، ومقياس درجة الحرارة الرطب كما هو موضح في الجدول الآتي:

من حيث	مقياس درجة الحرارة الجاف	مقياس درجة الحرارة الرطب
وصف شكل المقياس		
قيمة درجة الحرارة المسجلة		

2. يوضح الشكل المجاور مقياسي درجة حرارة أحدهما يمثل مقياس درجة الحرارة الرطب والآخر يمثل مقياس درجة الحرارة الجاف.



أدرسه جيدًا ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ . أحدّد قيمة درجة الحرارة في كل من المقياسين (أ، ب).

ب . **أستنتج** أي المقياسين هو مقياس درجة الحرارة الجاف .

جـ . أكمل بالرسم ما يلزم لمقياس درجة الحرارة الآخر حتى يصبح مقياس درجة الحرارة الرطب.

إجابة ورقة العمل (2)

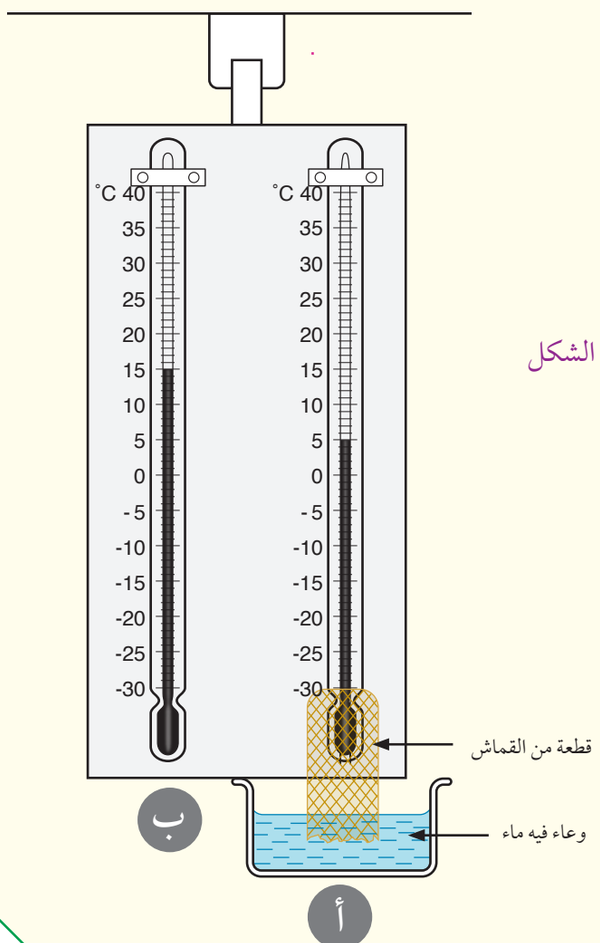
الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

1.

وجه المقارنة	مقياس درجة الحرارة الجاف	مقياس درجة الحرارة الرطب
وصف شكل المقياس	مقياس حرارة زئبقي يتكوّن من أنبوب زجاجي ضيق ينتهي بمستودع (خزان) مليء بالزئبق ذي شكل كروي أو أسطواني.	مقياس حرارة جافٌّ غطّي مستودعه المملوء بالزئبق بإحكام بقطعة من القماش المبلّلة، بحيث يكون طرفها مغموسًا دائمًا بوعاء صغير مملوءًا بالماء.
قيمة درجة الحرارة المسجلة	أكبر من القيمة المسجلة في مقياس درجة الحرارة الرطب.	أقل من القيمة المسجلة في مقياس درجة الحرارة الجاف.

2.



أ. درجة الحرارة في المقياس (أ) : 5 °C

درجة الحرارة في المقياس (ب): 15 °C

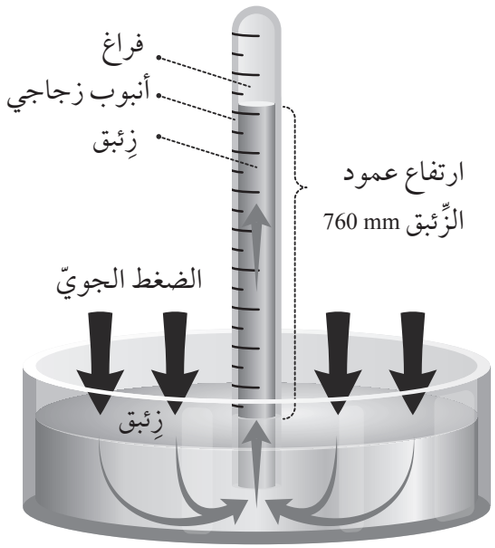
ب. المقياس (ب).

ج. ترسم قطعة من القماش ووعاء مملوء بالماء كما في الشكل المجاور.

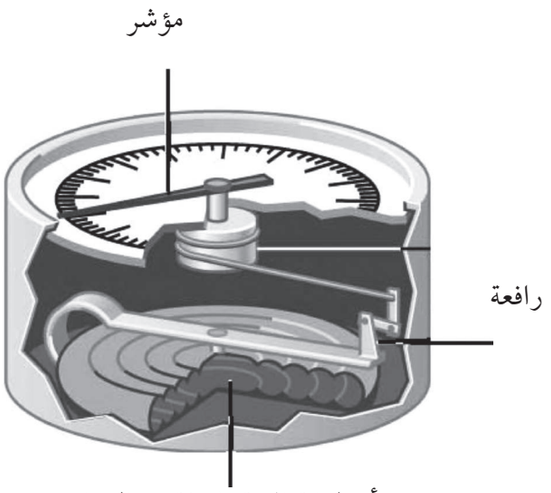
ورقة العمل (3)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الثاني**: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

يوضح الشكل الآتي جهاز البارومتر الزئبقي وجهاز البارومتر الفلزي اللذين يُستخدَمان في قياس الضغط الجوي، أدرسه جيدًا ثم أجيب عمّا يليه:



البارومتر الزئبقي



البارومتر الفلزي

1. أحدّد أجزاء كل من: البارومتر الزئبقي، والبارومتر الفلزي.
2. **أقارن**: أي أجزاء البارومتر الزئبقي والبارومتر الفلزي مفرغ من الهواء؟
3. **أتوقع**: لماذا يفرغ جزء من البارومتر من الهواء؟
4. **أستنتج** مبدأ عمل البارومتر الزئبقي والبارومتر الفلزي.

إجابة ورقة العمل (3)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

1. **أجزاء البارومتر الزئبقي**: أنبوب زجاجي يحتوي على زئبق، مستودع يحتوي على زئبق.

   أجزاء البارومتر الفلزي: مؤشر، أسطوانة مرنة، رافعة.

2. في البارومتر الزئبقي الجزء المفرغ من الهواء هو الأنبوب الزجاجي.

   في البارومتر الفلزي الجزء المفرغ من الهواء هو الأسطوانة الفلزية.

3. حتى يقيس جهاز البارومتر أي تغير يحدث في الضغط الجوي.

4. **مبدأ عمل البارومتر الزئبقي**:

   عندما يؤثر الضغط الجوي في الزئبق في المستودع يعمل على رفع الزئبق داخل الأنبوب الزجاجي، ما يسهم في قياس ضغط الجوي.

   مبدأ عمل البارومتر الفلزي:

   عند زيادة الضغط الجوي على الأسطوانة المفرغة من الهواء تنكمش، فتتحرك الرافعة تأثرًا بهذا الانكماش، ما يسهم في تحريك المؤشر دالًّا على قيمة الضغط الجوي، وكذلك هو الحال عندما يقل الضغط الجوي المؤثر في الأسطوانة المفرغة من الهواء.

ورقة العمل (4)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

يوضح الشكل الآتي رادار الطقس الذي يُستخدَم لتعرُّف نوع الغيوم وحركتها وكمية الأمطار التي تحويها، أتأمل الشكل ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

1. لماذا سُمّي رادار الطقس بهذا الاسم؟

.....

.....

2. ما مبدأ عمل رادار الطقس؟

.....

.....

3. أبيّن على ماذا تعتمد كمية الموجات المنعكسة من الغيوم إلى رادار الطقس.

.....

.....

إجابة ورقة العمل (4)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الثاني**: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

1. سُمّي رادار الطقس بهذا الاسم؛ لأنه يعتمد في عمله على الموجات الراديوية.

2. يرسل الرادار حزمةً من موجات الراديو طويلة الموجة نحو الغيمة، ثم يستقبل الموجات المنعكسة عن قطرات المطر الموجودة فيها، ثم تظهر البيانات المتعلقة بالغيمة على شاشة الرادار تتضمن موقع هطول الأمطار وغزارته ونوعه، وبيانات عن كيفية انتقال الهطل والغيوم الممطرة من مكان إلى آخر.

3. تعتمد كمية الموجات المنعكسة من الغيوم إلى رادر الطقس على حجم قطرات المطر وكثافتها، فكلما زاد حجم قطرات المطر وكثافتها، زادت كمية الموجات التي تعود إلى الرادار.

ورقة العمل (5)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الثاني**: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

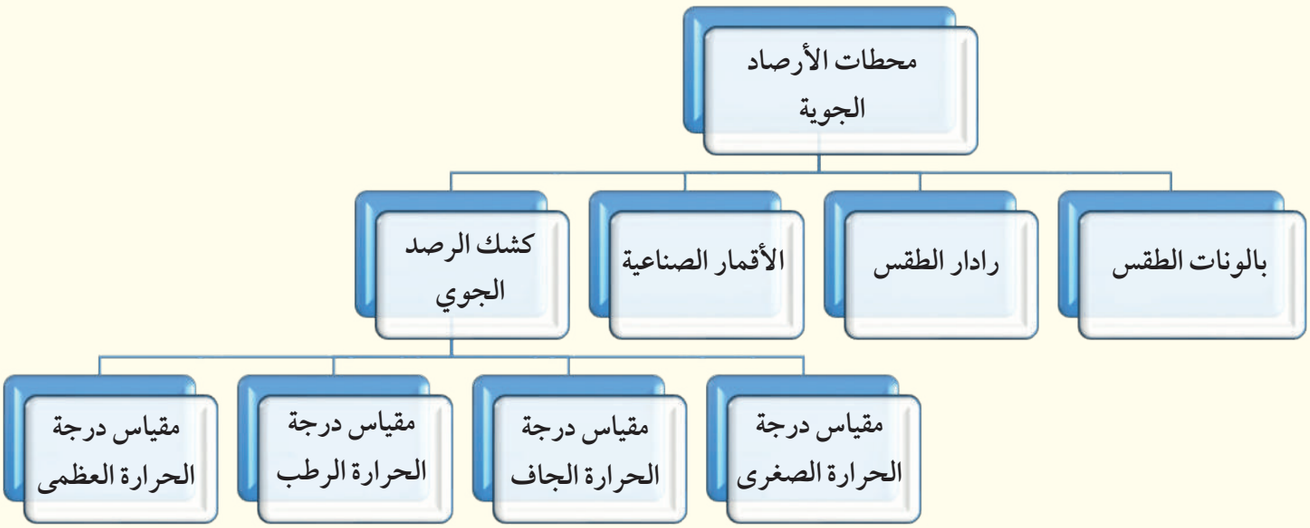
أستخدم المفاهيم الآتية في رسم مخطط مفاهيمي:

محطات الأرصاد الجوية، بالونات الطقس، رادار الطقس، صور الأقمار الصناعية، كشك الرصد الجوي، مقياس درجة الحرارة الجاف، مقياس درجة الحرارة الرطب، مقياس درجة الحرارة العظمى، مقياس درجة الحرارة الصغرى.

إجابة ورقة العمل (5)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس



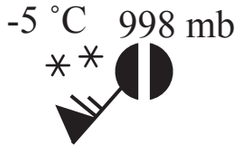
ورقة العمل (6)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية

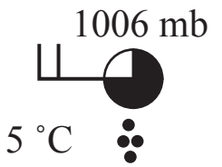
الدرس الثاني: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

توضح الأشكال الآتية مجموعة من نماذج المحطة، أدرسها جيدًا، ثم أصف حالة الطقس التي تمثلها.

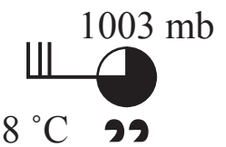
.1



.2



.3



.4

إجابة ورقة العمل (6)

الوحدة الأولى: الأرصاد الجوية **الدرس الثاني**: التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

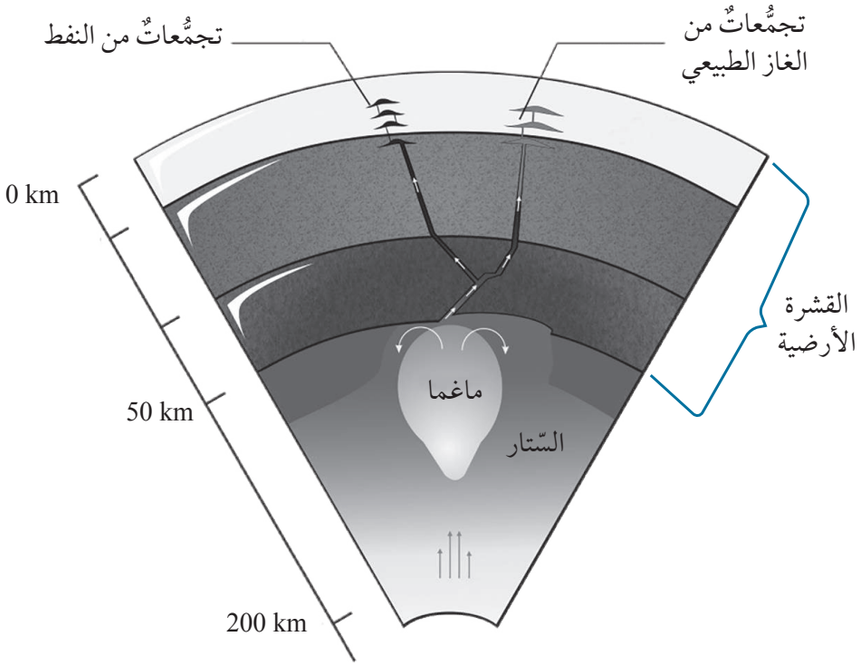
1. تغطية السماء بالغيوم: %(90)/ الرياح جنوبية غربية وسرعتها 65 knot/ نوع الهطل: تساقط ثلجي/ درجة الحرارة 5 °C −/ الضغط الجوي 998 mb.
2. تغطة السماء بالغيوم: %(80 –70)/ الرياح غربية وسرعتها 20 knot/ نوع الهطل: مطر غزير مستمر/ درجة الحرارة 5°C/ الضغط الجوي 1006 mb.
3. تغطية السماء بالغيوم: %(80–70)/ الرياح غربية وسرعتها 30 knot / نوع الهطل: رذاذ خفيف مستمر/ درجة الحرارة 8°C/ الضغط الجوي 1003 mb.
4. تغطية السماء بالغيوم: %(100)/ الرياح شمالية شرقية سرعتها 30 knot/ نوع الهطل: مطر خفيف متقطع/ درجة الحرارة 9°C/ الضغط الجوي 1003 mb.

ورقة العمل (1)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري

الدرس الأول: نشأة الوقود الأحفوري

أدرس الشكل الآتي الذي يمثل كيفية تشكل النفط بحسب نظرية الأصل غير العضوي، ثم أجيب عمّا يليه:



1. أين يتشكّل النفط والغاز الطبيعي بحسب نظرية الأصل غير العضوي؟
2. كيف يتكوّن النفط والغاز الطبيعي؟
3. كيف تصل المواد الهيدروكربونية المتشكّلة في الستار العلوي إلى القشرة الأرضية؟
4. ما أنواع الصخور التي يوجد فيها النفط والغاز الطبيعي حسب النظرية غير العضوية؟

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الأول:** نشأة الوقود الأحفوري

1. في الستار العلوي.
2. تتكوّن بداية المواد الهيدروكربونية المكونة لهما في الستار العلوي نتيجة تفاعلات مختلفة، ثم تهاجر خلال الصدوع العميقة إلى صخور القشرة الأرضية، وهناك يتجمع النفط والغاز الطبيعي.
3. عن طريق الصدوع العميقة إلى صخور القشرة الأرضية.
4. جميع أنواع الصخور، الصخور الرسوبية والنارية والمتحولة.

ورقة العمل (2)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري

الدرس الثاني: أنواع الوقود الأحفوري

أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بتشكُّل الصخر الزيتي:

1. ما العلاقة بين الصخر الزيتي ومادة الكيروجين؟
2. ما الصخور التي يمكن أن يتشكّل فيها الصخر الزيتي؟
3. ما البيئة التي يتشكّل فيها الصخر الزيتي؟
4. كيف يمكن توليد النفط من الصخر الزيتي؟
5. ما المعيار الذي يُصنَّف على أساسه الصخر الزيتي؟
6. ما أنواع الصخر الزيتي؟

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الثاني:** أنواع الوقود الأحفوري

1. الصخر الزيتي هو صخر رسوبي يحتوي على مادة الكيروجين قبل أن تتحول إلى نفط نتيجة رفع درجة الحرارة.
2. صخر الغضار، والصخر الجيري، وصخر المارل.
3. في بيئة بحرية أو بحيرية أو بيئة قارية.
4. عن طريق تسخين الصخر الزيتي إلى درجات حرارة تتراوح ما بين $^{\circ}C$ (500 – 400).
5. يصنَّف الصخر الزيتي بحسب المحتوى المعدني.
6. الصخر الزيتي الغني بالكربونات، والصخر الزيتي الغني بالمواد السيليكاتية، والصخر الزيتي الشّمعي ذو الأصل القاري الغني بالمواد العضوية النباتية.

ورقة العمل (3)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الثاني:** أنواع الوقود الأحفوري

يمثل الجدول الآتي كميّة الكربون في أنواع الفحم الحجري المختلفة. أدرس الجدول، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

نوع الفحم الحجري	نسبة الكربون التي يحتوي عليها (%)
الخُثّ	<60
اللغنيت	$65 - 70$
الفحم البتيوميني	$70 - 86$
الأنثراسيت	$86 - 95$

1. أحدد أكثر أنواع الفحم الحجري احتواءً على الكربون، وأقلّها.
2. **أقارن** بين كمية الكربون في أنواع الفحم الحجري وكمية الحرارة والضغط التي يتعرض لها الفحم الحجري عند تكوّنه.
3. **أستنتج** العلاقة بين كمية الكربون التي يحتوي عليها الفحم الحجري والزمن اللازم لتكوّنه.
4. **أستنتج**: أيّ أنواع الفحم الحجري الأقلّ تلويثًا للغلاف الجوي؟

إجابة ورقة العمل (3)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الثاني**: أنواع الوقود الأحفوري

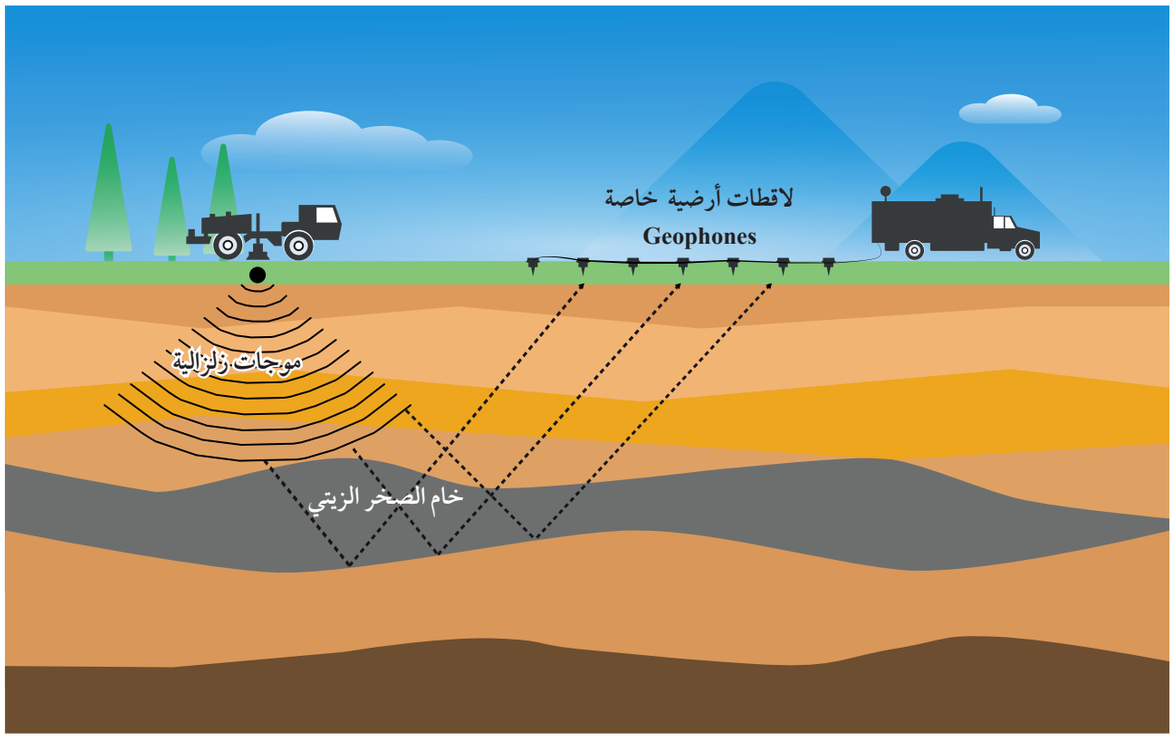
1. أكثرها الأنثراسيت، وأقلها الخُث.
2. كلما زادت الحرارة والضغط التي يتعرض لها الفحم الحجري في أثناء تكوّنه، زادت نسبة الكربون التي يحتوي عليها.
3. كلما زادت نسبة الكربون في الفحم الحجري دلّ ذلك على أنه قد احتاج إلى زمن أكبر لتكوّنه.
4. الأنثراسيت؛ لأنه يعد أكثر نقاوة من باقي الأنواع.

ورقة العمل (4)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري

الدرس الثالث: الوقود الأحفوري في الأردن

يمثل الشكل الآتي إحدى طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي، أتأمل الشكل ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1. ما المقصود بالاستكشاف الجيوفيزيائي؟
2. ما أنواع طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي المستخدمة في الكشف عن الخامات المعدنية؟
3. أذكر بعض استخدامات طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي.

إجابة ورقة العمل (4)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الثالث:** الوقود الأحفوري في الأردن

1. الاستكشاف الجيوفيزيائي: نوع من أنواع الاستكشاف الجيولوجي، يهدف إلى البحث عن الخامات المعدنية في المنطقة قيد الدراسة التي تحمل صفات فيزيائية مغايرة عن الصخور المضيفة لها، مثل: المغناطيسية، والموصلية الكهربائية، والكثافة، والإشعاعية، وسرعة الموجات الزلزالية.

2. من أنواع طرق الاستكشاف الجيوفيزيائي: المسح المغناطيسي، والمسح الكهرمغناطيسي والمسح الكهربائي، والمسح الجاذبي، والمسح الإشعاعي، والمسح الزلزالي.

3. تُستخدَم الطرق الجيوفيزيائية في الكشف عن الخامات المعدنية وأنواع الوقود الأحفوري، واستُخدِمت الطرق الزلزالية في تحديد نُطق الأرض الرئيسة.

ورقة العمل (5)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري

الدرس الثالث: الوقود الأحفوري في الأردن

أتأمل الصورة الآتية، ثم أجيب عما يليها:

1. كيف تتشكّل رمال القار؟
2. ما أهمية الصدوع في تشكُّل رمال القار؟
3. على ماذا يدل وجود رمال القار في منطقة البحر الميت؟
4. ما الاحتمالات المتعلقة بوجود النفط؟

إجابة ورقة العمل (5)

الوحدة الثانية: الوقود الأحفوري **الدرس الثالث:** الوقود الأحفوري في الأردن

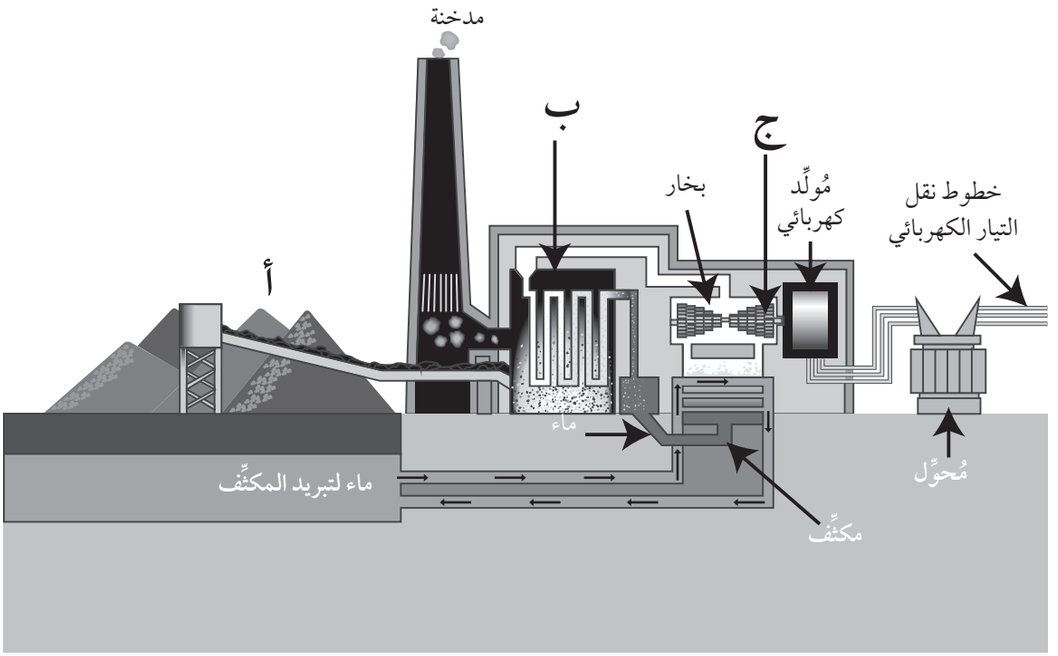
1. تتشكّل رمال القار نتيجة تسرب النفط إلى السطح، ما يؤدي إلى تبخر المكونات الخفيفة منه أو تحلّلها بفعل البكتيريا الهوائية، وبقاء المواد الثقيلة مثل الأسفلت شبه الصّلب في الصخور الرملية.
2. يساعد وجود الصدوع على تسرب النفط إلى الصدع.
3. على وجود خزان نفطي أسفل البحر الميت.
4. هناك احتمالان لوجود النفط: أحدهما أن رمال القار هي بقايا نفط كان يوجد قديمًا وهاجر للأعلى خلال الصدوع المتشكلة نتيجة تشكل الوادي المتصدع ولم يعد موجودًا. والآخر وجود خزان نفطي أسفل البحر الميت وبكميات تجارية، وقد تم المحافظة عليه نتيجة إغلاق المسامات بالأسفلت الموجود في رمال القار الناتج من هجرة المكوّنات الخفيفة للنفط المهاجر.

ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة

الدرس الأول: استخدامات الوقود الأحفوري

يوضّح الشكل الآتي محطة طاقة حرارية موضحًا عليها الرموز (أ، ب، ج) التي تمثّل بعض أجزاء هذه المحطة. أدرسه جيدًا ثم أجيب عمّا يليه:



1. أحدد ماذا يمثّل الجزء (أ).
2. أوضح وظيفة الجزء (ب).
3. **أربط** بين تصميم الجزء (ج) ومبدأ عمله.
4. **أستنتج** رمز الجزء المسؤول عن تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.
5. **أتوقع** ماذا يمكن أن يحدث لو لم يوجد المكثف.
6. أصف تحولات الطاقة في المحطة.
7. **أتوقع** أثر محطة الطاقة الحرارية في الهواء الجوي.

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة **الدرس الأول:** استخدامات الوقود الأحفوري

1. فحم حجري.

2. الجزء (ب): يمثّل فرن التسخين الذي يستخدم لحرق الفحم المطحون لينتج كمية هائلة من الطاقة الحرارية، التي تستخدم في تسخين الماء البارد الذي يُضَخّ من مصدر مائي والموجود في الأنابيب الفولاذية المارة خلال جدران فرن التسخين إلى درجة الغليان وتحويله إلى بخار.

3. الجزء (ج): يمثّل التوربين الذي يحوي مجموعة من شفرات المراوح صمّمت بشكل انسيابي يسمح لها بالحركة دائريًّا حول محورها عند اصطدام البخار بها، وبوساطة هذا التدفق والضغط العالي من البخار تُدفَع شفرات المراوح ما يجعلها تدور فتدير المحرك التوربيني.

4. المولد الكهربائي.

5. لن يعاد تدوير بخار الماء مرة أخرى إلى ماء؛ لأن وظيفة المكثف هي تحويل بخار الماء إلى ماء مرة أخرى ليعاد استخدامه من جديد؛ لذلك ستستهلك المحطة كميات ماء هائلة.

6. طاقة كيميائية في الوقود الأحفوري، طاقة حرارية في الماء، طاقة حركية في البخار، طاقة حركية في التوربين، طاقة كهربائية خارجة من المولد.

7. تُعدّ الغازات المنبعثة من مداخن محطات الطاقة الحرارية من أخطر الملوثات التي تلوّث الهواء، ومنها أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت وغيرها من الغازات التي تتراكم في الجوّ بنسبة كبيرة.

ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة **الدرس الثاني:** أثر احتراق الوقود الأحفوري

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. **غازات الدفيئة لها قدرة على امتصاص الأشعة:**

أ- فوق البنفسجية. ب- القصيرة غير المرئية.

ج- الطويلة تحت الحمراء. د- القصيرة المرئية.

2. **نسبة الأشعة الشمسية الساقطة من الشمس التي يعكسها الغلاف الجوي هي:**

أ- الثلث. ب- الربع. ج- النصف. د- السّدس.

3. **أي العبارات الآتية تصف غازات الدفيئة وصفًا صحيحًا؟**

أ- متغيرة التركيز في الغلاف الجوي. ب- ثابتة التركيز في الغلاف الجوي.

ج- تُشكّل 1% من غازات الغلاف الجوي. د- تُشكّل 21% من غازات الغلاف الجوي.

4. **وظيفة غازات الدفيئة مشابهة لوظيفة:**

أ- أرضية البيت الزجاجي. ب- جدران البيت الزجاجي وسقفه.

ج- غاز النيتروجين. د- غاز الأكسجين.

5. **الغاز الناتج من الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري ويؤدي إلى ارتخاء العضلات وفقدان الوعي، هو غاز:**

أ- ثاني أكسيد الكربون. ب- أول أكسيد الكربون.

ج- ثاني أكسيد الكبريت. د- أكسيد النيتروجين.

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة

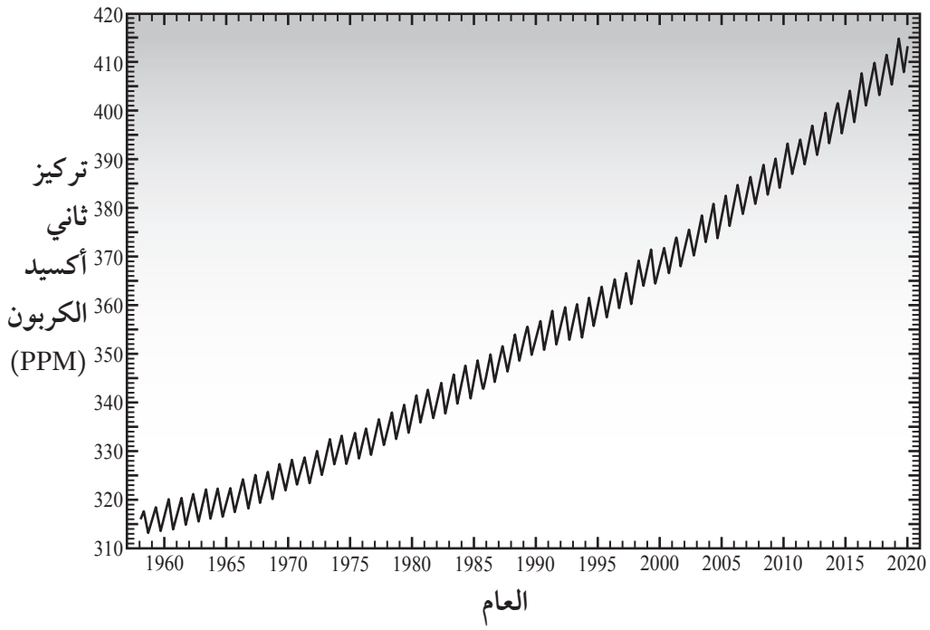
الدرس الثاني: أثر احتراق الوقود الأحفوري

1. ج) الطويلة تحت الحمراء.
2. أ) الثلث.
3. أ) متغيرة التركيز في الغلاف الجوي.
4. ب) جدران البيت الزجاجي وسقفه.
5. ب) أول أكسيد الكربون.

ورقة العمل (3)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة **الدرس الثاني:** أثر احتراق الوقود الأحفوري

يوضّح الرسم البياني الآتي تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ عام 1960م حتى عام 2020م. أدرسه جيدًا، ثم أجيب عمّا يليه:



1. **أصف** ماذا يحدث لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع الزمن.
2. **أتوقع** شكل المنحنى الذي يمثّل منسوب مياه البحر خلال الفترة الزمنية الممتدة منذ عام 1960م حتى عام 2020 م.
3. **أستنتج** العلاقة بين تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون وارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي.
4. **أتوقع** ماذا سيحدث إذا استمرت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بالارتفاع.
5. **أقترح** طرقًا لتقليل تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

إجابة ورقة العمل (3)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة **الدرس الثاني**: أثر احتراق الوقود الأحفوري

1. تزداد.

2. سيظهر شكل المنحنى وكأنه «متزايد» ومماثل لمنحنى تزايد كميات غاز ثاني أكسيد الكربون.

3. علاقة طردية؛ فكلما زادت تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون ارتفعت درجة حرارة الغلاف الجوي.

4. يتوقع أن تستمر درجة حرارة الغلاف الجوي بالارتفاع، وسينجم عن ذلك تغيرات كبيرة في الأنظمة المناخية، ويتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية الى انقراض ملايين الكائنات الحية بحلول عام 2050 م.

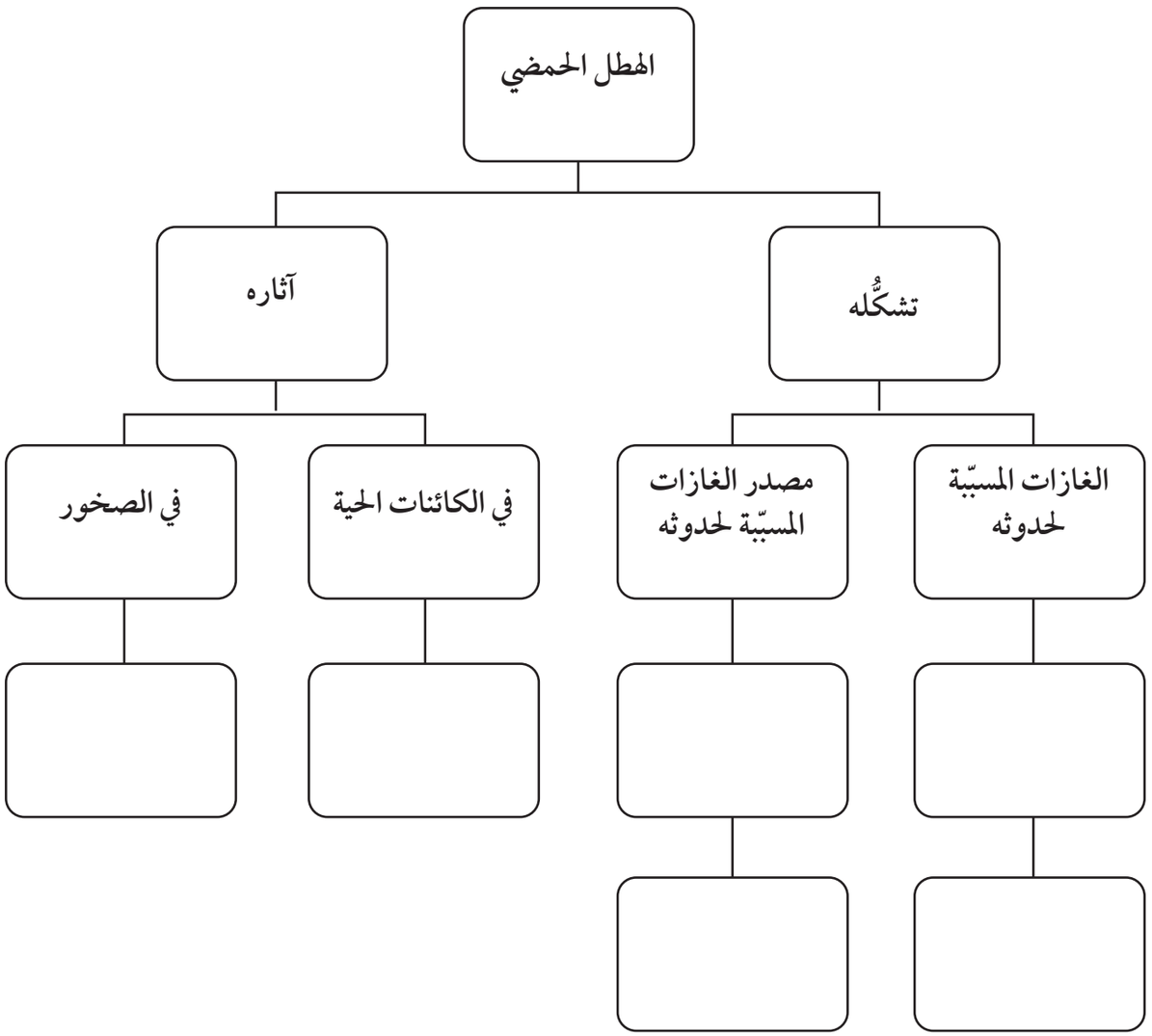
5. زراعة الأشجار والنباتات، وإيجاد أنواع منها قادرة على الاستفادة من تراكيز منخفضة وكذلك مرتفعة من غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكن التنبيه إلى أهمية الهندسة الوراثية في ذلك. إضافة إلى استخدام مصادر الطاقة البديلة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

ورقة العمل (4)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة

الدرس الثاني: أثر احتراق الوقود الأحفوري

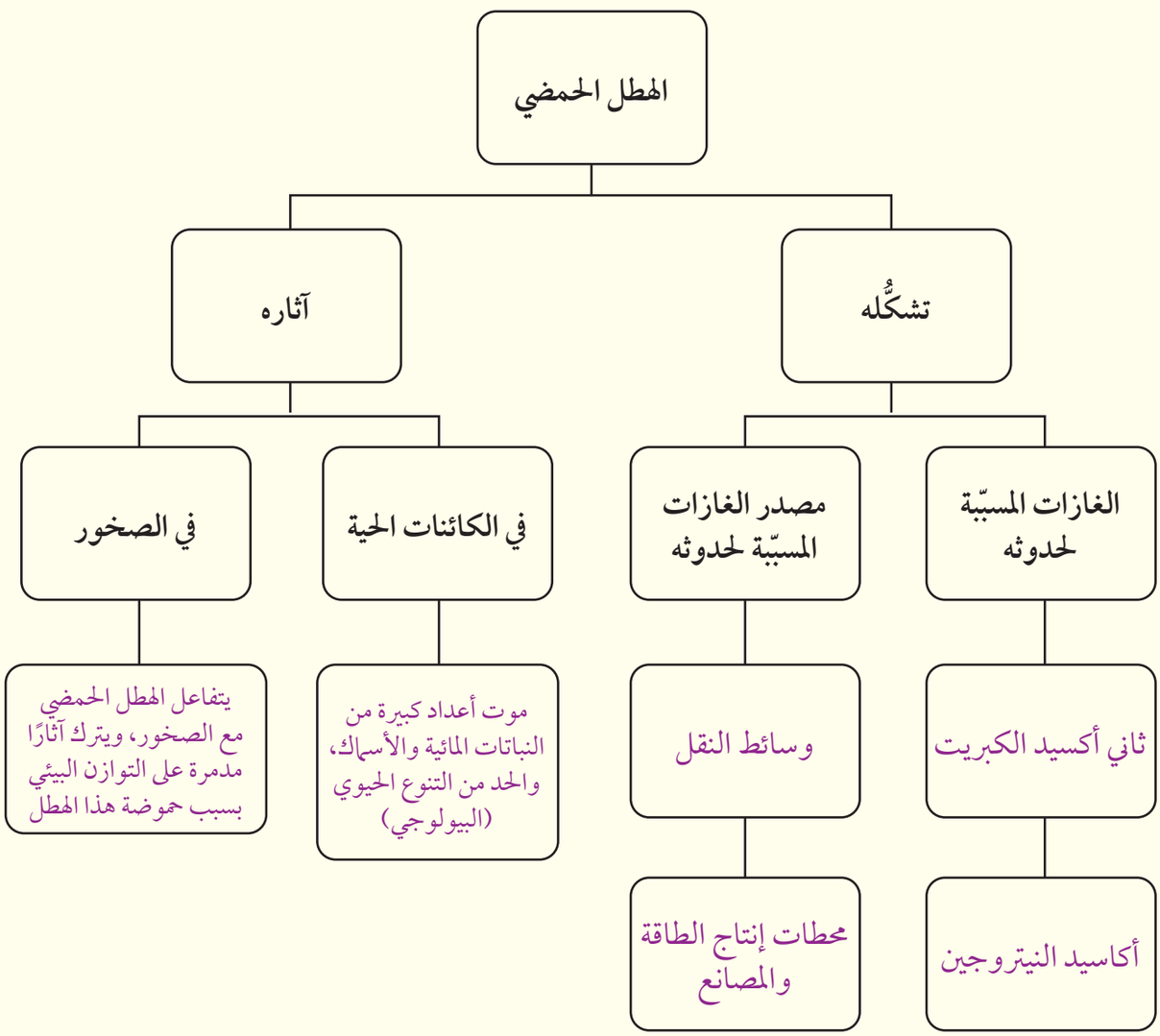
أكمل المخطط المفاهيمي الآتي الذي يوضّح تشكُّل الهطل الحمضي وآثاره في البيئة.



إجابة ورقة العمل (4)

الوحدة الثالثة: الوقود الأحفوري والبيئة

الدرس الثاني: أثر احتراق الوقود الأحفوري



ملحق إجابات أسئلة

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

تجربة إثرائية

الصفحة 12 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 25 min.

نمذجة مقياس المطر

الهدف: نمذجة أحد أنواع مقاييس المطر.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج، التفسير.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند قص القارورة البلاستيكية.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى كتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في الصفحة (12) من كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم تنفيذ التجربة بدقة للحصول على النتائج المطلوبة.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة، ثم أقدّم لهم التغذية الراجعة المناسبة.
- أخبر الطلبة أنه سيتم الاحتفاظ بالنماذج التي سيصممونها في مختبر المدرسة، لاستخدامها في قياس كمية الأمطار الهاطلة في يوم ماطر على سطح المدرسة.

النتائج المتوقّعة:

تصميم نموذج لمقياس المطر باتباع خطوات العمل، ثم إجراء تعديل -إن لزم- لزيادة دقة قياس المطر.

التحليل والاستنتاج:

1. تقاس كمية الأمطار في العلبة البلاستيكية باستخدام المسطرة، ورُفعت لتجاهل ارتفاع الحصى، حيث إن المراد قياس ارتفاع الأمطار وليس الأمطار والحصى فتكون نقطة الصفر فوق الحصى.
2. في مكان مكشوف بعيدًا عن الأبنية.
3. معرفة كمية الأمطار تفيد القطاع الزراعي في تحديد نوع المحاصيل الزراعية التي ستُزرع وكميتها، ويستخدم علماء المناخ النتائج التي تُجمَع عن كمية الأمطار في تحديد حالة المناخ بمقارنة كمية الأمطار في كل سنة، وبناء على معرفة كمية الأمطار تُتّخَذ إجراءات لإدارة القطاع المائي؛ لضمان تلبية الاحتياجات المستقبلية على مستوى الفرد وعلى مستوى القطاعات المختلفة.
4. غير دقيق؛ لأن الماء المتجمع من مياه الأمطار في داخل العلبة البلاستيكية سيتخلل بين الفراغات الموجودة بين الحصى، وهذه الكمية المتجمعة لن تحسب في القياس.
5. يمكن استبدال الحصى بأي مادة أخرى تمنع تسرب الماء خلالها، أو تصميم أرضية العلبة البلاستيكية بحيث تكون مستوية.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	التعاون مع الزملاء/ الزميلات بفاعلية.				
2	تنفيذ خطوات التجربة بالشكل الصحيح وبشكل متتابع.				
3	**تصميم** نموذج لمقياس المطر.				
4	**استنتاج** العوامل التي تؤثر في دقة قياس الأمطار في مقياس المطر.				

أسئلة مثيرة للتفكير

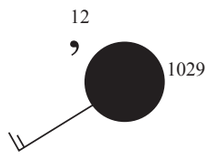
السؤال الأول:

- ستقل رطوبة الهواء النسبية في حال لم يُضَف بخار ماء جديد له؛ لأن الحرارة تُباعد بين جزيئات الهواء، ومن ثم يصبح للهواء قدرة على استيعاب كمية جديدة من بخار الماء فيه، أما في حال تبخر كمية جديدة من بخار الماء عند إشعال المدفأة فستزداد الرطوبة النسبية حتى تصل إلى 100%.
- يدل ذلك على أن الهواء مشبع ببخار الماء.

السؤال الثاني:

- لأن تحليل الخرائط يسهم في التنبؤ بحالة الطقس للأيام القادمة.

السؤال الثالث:



- الضغط الجوي: 1029 mb
- درجة الحرارة: 12 °C
- الرياح جنوبية غربية سرعتها 15 knot
- الهطل يكون على شكل رذاذ خفيف متقطع.

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

في تجربة أجراها أحدُ الطلبة في المختبر المدرسي لقياس الرطوبة النسبية، أظهرت النتائج أن درجة حرارة الهواء الجافّ في المختبر 20°C وأن الفرق بين قراءتَي المقياسين الجافّ والرطب 6°C، وقيمة الرطوبة النسبية 51% .

- **أتوقّعُ**: هل تتغير قيمةُ الرطوبة النسبية التي حصل عليها الطالب عند إشعال مدفأة في مكان إجراء التجربة؟ أعلّل إجابتي.

.....

.....

- **أفترِضُ** أنّ النتائج التي حصل عليها الطالب لم تُظهِر فرقًا بين قراءتَي المقياسين الجافّ والرطب. كيف يمكنني تفسير ذلك؟

.....

.....

السؤال الثاني:

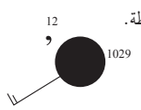
تُعرَفُ خريطةُ الطقس بأنها خريطةٌ لمنطقة معينة تحتوي على رموز مختلفة، لكل رمز معنًى محدَّد يبيّن توقعات حالة الطقس خلال مدة زمنية معيّنة لهذه المنطقة.

أفسِّرُ: لماذا يقارِنُ عالِمُ الأرصاد الجوية خريطة الطقس ليومٍ ما بخريطة أخرى أقدمَ منها 24 h؟

.....

السؤال الثالث:

أحلِّلُ نموذجَ المحطة المجاورَ، وأُبيِّنُ حالة الطقس المتوقَّعة التي رصدَتها المحطة.



.....

.....

تجربة إثرائية

الصفحة 22 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 40 min.

هجرة النفط الأولية.

الهدف: محاكاة تأثير ضغط الرسوبيات في هجرة النفط المتشكل في صخور المصدر.

المهارات العلمية: الملاحظة، والتفسير، والاستنتاج.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الحذر في أثناء استخدام قطع الطوب، وأطلب إليهم تجنّب انسكاب النفط على الأرض في أثناء تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة إلى كتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفّر للطلبة عيّنات من النفط الخام إن أمكن، ويمكن أن أستخدم عينات من الأسفلت شبه السائل بدلًا من النفط.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط، وأتأكد من حجم مسامات القطع الإسفنجية المستخدمة.

النتائج المتوقّعة:

نمذجة كيفية هجرة النفط من صخور المصدر التي تمثلها قطعة الإسفنج ذات حجم المسامات الأصغر إلى الصخور الخازنة التي تمثلها قطعة الإسفنج ذات المسامات الأكبر نتيجة الضغط الواقع عليه.

التحليل والإستنتاج:

1. تمثل قطعة الإسفنج ذات حجم المسامات الأصغر صخور المصدر، في حين تمثل قطعة الإسفنج ذات المسامات الأكبر الصخور الخازنة.
2. سوف يؤثر الضغط الناتج من ثقل قطعة الطوب على قطعة الإسفنج المشبعة بالنفط؛ فيقل حجم مساماتها، فينتقل النفط منها إلى الجوانب ويصل إلى قطعة الإسفنج الأخرى.
3. يؤثر الضغط الناتج من الرسوبيات في النفط المتولد في صخور المصدر والموجود في المسامات بحيث يؤدي إلى هجرته منها إلى صخور ذات حجم مسامات أكبر.
4. هجرة أولية: من صخور المصدر إلى الصخور الخازنة.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	التعاون مع الزملاء/ الزميلات بفاعلية.				
2	تنفيذ خطوات التجربة تنفيذًا صحيحًا وبصورة متتابعة.				
3	تمييز صخور المصدر من الصخور الخازنة باستخدام القطع الإسفنجية التي تمثلها.				
4	استنتاج تأثير ضغط الرسوبيات في هجرة النفط في صخور المصدر.				

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

1. إجمالي المادة العضوية وقيمة الحرارة في اللجون أكبر منها في منطقة جرف الدراويش.
2. اللجون؛ لأن معدل محتوى النفط وإجمالي المادة العضوية فيها أكبر من الموجود في باقي المواقع.
3. منطقة جرف الدراويش؛ لأن الصخر الزيتي فيها يحتوي على أكبر كمية من الكبريتات التي تلوث الغلاف الجوي.

السؤال الثاني:

1. يتكون الخُث على أعماق أقل من 0.2 km، ودرجات حرارة تتراوح ما بين (0–25)°C.
2. يتشكل الأنثراسيت على أعماق أكبر من الأعماق التي يتشكل فيها فحم اللغنيت.
3. لأن هناك عوامل مختلفة تؤثر في تشكُّل الفحم الحجري تتعلق بنوع النباتات وظروف التشكل مثل: كمية الرسوبيات، والزمن، وطبيعة الترسيب والدفن، لذلك سيحتاج كل نوع من أنواع الفحم الحجري إلى درجات حرارة وضغط متباينة بحسب تلك الظروف.
4. عبارة صحيحة؛ لأنه يتشكل في درجات حرارة كبيرة تزيد على 180 °C وهذه الدرجات تمثل درجات حرارة كافية لتحول الصخور تحولًا منخفضًا.

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

يتوافر الصّخرُ الزيتي في كثير من المناطق في الأردن، وتختلف خصائص الصخر الزيتي من منطقة إلى أخرى، ويمثّل الجدولُ الآتي خصائصَ الصخر الزيتي في بعض تلك المناطق، أدرُسُ الجدول، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

خصائص الصخر الزيتي	اللّجون	السّلطاني	جُرف الدراويش
معدل محتوى النفط (wt%)	10.5	9.4	7.8
إجمالي المادة العضوية (wt%)	22.1	21.5	18
القيمة الحرارية (kcal/kg)	1590	1210	864
كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (wt%)	54.3	46.96	69.11
الكبريتات SO_4 (wt%)	4.3-0.27	5.5-2.6	6.5-3.2

1. **أقارِنُ** بين الصخر الزيتي في كلّ من اللّجون وجُرف الدراويش من حيث إجماليُّ المادة العضوية والقيمة الحرارية.

2. **أستنتِجُ**: أيُّ مواقعِ الصخر الزيتي الأفضلُ في إنتاج النفط؟ لماذا؟

3. **أستنتِجُ**: أيُّ مواقع الصخر الزيتي الأكثرُ تأثيرًا سلبيًّا على البيئة؟ لماذا؟

السؤال الثاني:

يمثّل الجدولُ الآتي العلاقة بين درجة الحرارة والعمق ونوع الفحم الحجري المتكوّن، أدرس الجدول الآتي ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

نوع الفحم الحجري	العمق (km)	درجة الحرارة (°C)
الخُثّ	< 0.2	0 - 25
اللّغنيت	0.2 - 1.5	25 - 40
الفحم البيتومين	2.5 - 6	75 - 180
الأنثراسيت	> 6	>180

1. أحدِّدُ درجة الحرارة والعمقَ الذي يتكوّن فيه فحم الخُثّ.

2. **أقارِنُ** بين اللّغنيت والأنثراسيت من حيث العمقُ الذي يتشكّل عنده.

3. **أفسِّرُ**: لماذا يتشكّل كلّ نوعٍ من أنواع الفحم الحجري في مدًى من العُمق، ودرجات الحرارة، وليس عند درجة حرارة محدَّدة؟

4. **أقوّمُ** صحة العبارة الآتية: (يُعدُّ فحمُ الأنثراسيت صخرًا متحوِّلًا).

تجربة إثرائية

الصفحة 39 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 15 min.

المولد الكهرومائي

الهدف: تعرّف أهمية المولد الكهربائي في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية.

المهارات العلمية: التفسير، والتوقع، والاستنتاج، والملاحظة.

إرشادات السلامة: أطلب إلى الطلبة توخي الدقة والحذر عند التعامل مع المواد والأدوات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفّر لمجموعات الطلبة المواد والأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات رباعية أو خماسية.
- أساعد الطلبة على ربط طرفي المولد بالمصباح الكهربائي باستخدام السلكين النحاسيّين.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور**، وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون توجيهه من دون أن يمنعهم ذلك من إتمام المهام المنوطة بهم. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

فهم كيفية توليد الكهرباء، وتصميم نماذج مماثلة لنموذج المولد الكهرومائي المستخدم في التجربة.

التحليل والاستنتاج:

1. تدل على شدة الماء الساقط والمندفع من ماء الصنبور.
2. تستخدم الطاقة الكامنة في الماء، ومن ثم الإفادة منها في تحريك مراوح التوربين المتصلة بالمولد الكهربائي، فتتحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.
3. طاقة كامنة في ماء الصنبور، طاقة حركية في الماء الساقط، طاقة حركية في التوربين، طاقة حركية في المولد، ثم إلى طاقة كهربائية.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	تفسير دلالة شدة إضاءة المصباح الصغير.				
2	توضيح كيفية توليد الكهرباء باستخدام المولد الكهرومائي.				
3	وصف تحولات الطاقة باستخدام المولد الكهرومائي.				
4	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

عندما يُحرَق الوقود الأحفوري في المصانع يطلق في الغلاف الجوي غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأكاسيد النيتروجين، ومنها ثاني أكسيد النيتروجين NO_2، وعندما تتحد هذه الغازات مع الماء H_2O في الغلاف الجوي تكوّن أحماضًا على هيئة حمض الكبريتيك H_2SO_4 وحمض النيتريك HNO_3، ثم تسقط على هيئة هطل حمضي إلى درجة أنه يؤثر سلبًا في البيئة.

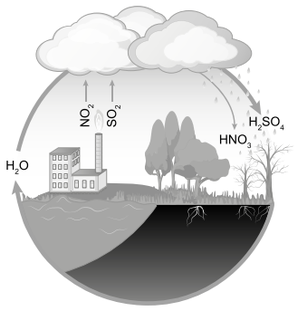
السؤال الثاني:

الأوزون غاز ملوّث خطر وعامل مؤكسد قوي يؤثر في صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى إذا وجد قرب سطح الأرض؛ لأنه يضر بأنسجة النبات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة، كالعيون والرئتين.

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

مستعينًا بالشكل الآتي، أوضِّحُ كيف تحدُث ظاهرةُ الهطْل الحمضِيّ.



.....

.....

.....

.....

السؤال الثاني:

أفسِّرُ: على الرغم من الأهمية الكبرى لِغاز الأوزون حينما يكون في الطبقات العُليا من الغلاف الجوي ضمنَ طبقة الستراتوسفير؛ إلّا أنه قد يكون مصدرَ تلوّثٍ للهواء قُرْبَ سطح الأرض في طبقة التروبوسفير.

.....

.....

.....

.....

قائمةُ المراجعِ

أولًا- المراجعُ العربيةُ:

- القرآن الكريم.
- سعادة، جودت أحمد واشتية، فواز عقل وأبو عرقوب، مجدي زامل (2011). **التعلم النشط: بين النظرية والتطبيق**، الطبعة الأولى، الإصدار الثاني، عمان: دار الشروق.
- أمبو سعيدي، عبد الله بن خميس والحوسنية، هدى بنت علي (2016). **استراتيجيات التعلم النشط 180 استراتيجية مع الأمثلة التطبيقية**، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- العطية، محسن علي (2008). **الاستراتيجيات الحديثة في التدريس الفعال**، عمان: دار صفاء للنشر.
- إسلام، مدحت (1990). **التلوث مشكلة العصر**، الكويت: عالم المعرفة.
- فارو، آيدان و اميلر، كاثرين وميليفيرتا، لوري (2020). **الهواء السام: الثمن الحقيقي للوقود الأحفوري**. منظمة غرينبيس الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. متوافر عبر الرابط الآتي:

https://www.greenpeace.org/static/planet4-mena-stateless/2020/06/37036e83-gp-mena-air-pollution-report-ar-june-2020-.pdf

- حاتم، أحمد وعبد الرحمن، صالح (2011). **محركات الاحتراق الداخلي**، وزارة التعليم الفني والتدريب المهني، الجمهورية اليمنية. متوافر عبر الرابط الآتي:

https://drive.google.com/file/d/1FIXQzgOzkdfo1qnhXSEHik88w0tfGRNa/view

- عبد السلام، محمد (2021). **استراتيجيات التعلم النشط**، مكتبة النور.
- احميدان، علي (2014). **علم المناخ وتأثيره في البيئة الطبيعية والبشرية في العالم**، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- حسن، الطاهر، محمد (2019). **كيمياء الوقود الأحفوري**. كلية العلوم، جامعة سبها، ليبيا.
- خوري، نقولا (2006). **المعادن والصخور الصناعيّة في الأردن: توافرها وخصائصها ونشأتها**، منشورات الجامعة الأردنية.
- دائرة الأرصاد الجوية، المملكة الأردنية الهاشمية (2020).
- السامرائي، قصيّ (2007) **مبادئ الطقس والمناخ**، عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.
- سفاريني، غازي (2012) **مبادئ الجيولوجيا البيئية**، (ط 1)، عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.
- سفاريني، غازي وعابد، عبد القادر (2012) **أساسيات علم الأرض**، (ط 1)، عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.

- الصديق، عمر الصديق (2012) **علم وتقانة البيئة**، (ط 1)، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.
- صوالحة، حكم (2019) **الجيولوجيا العامة**، (ط 2)، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- القرالة، عبد المنعم (2018) **الأرصاد الجوية بين النظرية والتطبيق**، عمان، الأردن.
- المقمر، عبد المنعم مصطفى (2012) **الانفجار السكاني والاحتباس الحراري**، سلسلة عالم المعرفة، العدد 391، الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- الناصر، وهيب عيسى (2004) الإنسان والبيئة، **سلسلة عالم الفكر**، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، المجلد (32)، العدد (3)، الصفحات: 179-137.

ثانيًا- المراجعُ الأجنبيةُ:

1. Weatherly, D., & Sheehan, N., (2017). **CAMBRIDGE IGCSE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, Student Book**, HarperCollins Publishers, London, (section 2: Energy and the Environment, pages: 27-51, section 3: Agriculture and the Environment, pages: 52-81, section 7: The Atmosphere and Human Activities, pages: 178-193).
2. Weatherly, D., & Sheehan, N., (2017). **CAMBRIDGE IGCSE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, Teacher's Guide**, HarperCollins Publishers, London, (section 2: Energy and the Environment, pages: 24-40, section 3: Agriculture and the Environment, pages: 41-60, section 7: The Atmosphere and Human Activities, pages: 120-138).
3. Samudra V., Luisa T., M., & Mario J. M., (2004). **Estimating Air Pollution Emissions from Fossil Fuel Use in the Electricity Sector in Mexico**, Commission for Environmental Cooperation (CEC), Integrated Program on Urban, Regional, and Global Air Pollution, Massachusetts Institute of Technology, USA. Available at the following URL:
   http://www.cec.org/files/documents/publications/2166-estimating-air-pollution-emissions-from-fossil-fuel-use-in-electricity-sector-in-en.pdf
4. Admassu, M., & Wubeshet, M., (2006): **Air Pollution**, University of Gondar. Available at the following URL:
   https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/env_health_science_students/airpollution.pdf

ثالثًا- المواقعُ الإلكترونيةُ:

1. http://dspace.hebron.edu/jspui/bitstream/123456789/1102/1/%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%AA%D8%A8%D8%A7%D8%B3%20%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%B1%D8%A7%D8%B1%D9%8A.pdf
2. http://dspace.iua.edu.sd/bitstream/123456789/806/1/%D8%B8%D8%A7%D9%87%D8%B1%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%AA%D8%A8%D8%A7%D8%B3%20%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%B1%D8%A7%D8%B1%D9%8A.pdf
3. https://afed-ecoschool.org/web/pdf/chapter1.pdf
4. https://www.cdc.gov/asthma/pdfs/asthma_outdoor_air_pollution_ar.pdf
5. https://www.unescap.org/sites/default/files/CH06.PDF
6. https://deohs.washington.edu/sites/default/files/FastFacts_AirPollution_12MAY10.pdf
7. http://site.iugaza.edu.ps/nbaroud/files/2010/02/%D8%AA%D9%84%D9%88%
8. https://news.un.org/ar/story/2018/05/1007402

Collins