المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

علوم الأرض والبيئة

الصف الحادي عشر - المسار الأكاديمي

الفصل الدراسي الأول

كتاب الطالب

11

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

علوم الأرض والبيئة

الصف الحادي عشر - المسار الأكاديمي

الفصل الدراسي الأول

كتاب الطالب

11

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. محمود عبد اللطيف حبوش لؤي أحمد منصور سكينة محي الدين جبر

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

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

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

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهـــج في جلسته رقم (2024/4)، تاريـخ 2024/6/6 م، وقـرار مجـلس التربيـة والتعليـم رقم (2024/72)، تاريخ 2024/6/26 م، بدءًا من العام الدراسي 2024 / 2025 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2024
- 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 - 833 - 8

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2025/1/503)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	علوم الأرض والبيئة، كتاب الطالب: الصف الحادي عشر، المسار الأكاديمي، الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2025
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ علوم الأرض/ / أساليب التدريس/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/
الطبعـة	الطبعـة الثانية مزيدة ومنقحة

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

المراجعة والتعديل

د. محمود عبد اللطيف حبوش
د. مروة خميس عبد الفتاح
أ.د. منجد محمود الشريف
سكينة محي الدين جبر

التحكيم الأكاديمي

د. صابر أحمد الروسان

التصميم والإخراج

نايف محمد أمين مراشدة

التحرير اللغوي

د. خليل إبراهيم القعيسي

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

الطبعة الأولى (التجريبية) 1445 هـ / 2024 م
أعيدت طباعته 2025 م

قائمة المحتويات

الموضوعُ	الصفحـةُ
المقدّمة	4
الوحدة الأولى: الطقس والتغير المناخي	5
الدرس 1 : الجبهات الهوائية وأنظمة الضغط الجوي	8
الـدرس 2 : التنبؤات الجوية وخرائط الطقس	16
الدرس 3 : التنبؤ بالتغير المُناخي	29
الإثراء والتوسّع: العواصف الرملية	38
مراجعة الوحدة	39
الوحدة الثانية: الإنسان والموارد البيئية	41
الدرس 1 : الانفجار السكّاني	44
الدرس 2 : الانفجار السكّاني واستنزاف الموارد الطبيعية	52
الدرس 3 : استنزاف الموارد الطبيعية والتغير المناخي	58
الإثراء والتوسّع: سوء توزيع الموارد المائية على سطح الأرض	66
مراجعة الوحدة	67
قائمة المراجع	71

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدّمة

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، لتكون مُعينًا للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة.

يُعَدُّ هذا الكتابُ واحدًا من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعْنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحَلِّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وَفْقًا لأفضل الطرائق المُتَّبَعة عالميًّا؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، واستجابتها حاجات أبنائنا الطلبة والمعلِّمين والمعلّمات.

جاء هذا الكتاب مُحقِّقًا مضامينَ الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومُؤشِّرات أدائها المُتمثِّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الحادي والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومعتزٍّ بانتمائه الوطني، وتأسيسًا على ذلك، فقد اعتُمِدت دورة التعلُّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدةً للاستقصاء، وحَلِّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلًا عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يُستعمَل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يحوي الفصل الدراسي الأول من كتاب علوم الأرض والبيئة وحدتين دراسيتين، هما: الطقس والتغير المناخي، والإنسان والموارد البيئية. وتحتوي كل وحدة منهما تجربة استهلالية، وتجارب وأنشطة استقصائية مُتضمَّنة في الدروس، وقضايا البحث، والموضوع الإثرائي في نهاية كل وحدة. يضاف إلى ذلك الأسئلة التقويمية، بدءًا بالتقويم التمهيدي المُتمثِّل في طرح سؤال ببداية كل وحدة ضمن بند (أتأمَّل الصورة)، ومرورًا بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، وانتهاءً بالأسئلة التقويمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمَّن أسئلة تثير التفكير. وقد أُلحِقَ بالكتاب كتابُ الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحوي جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب وأسئلة مثيرة للتفكير؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة.

ونحن إذ نُقدّمُ هذه الطبعةَ من الكتاب، فإنّا نؤمّل أن يُسهِمَ في تحقيق الأهداف والغايات النهائيّة المنشودة لبناء شخصيّة المتعلّم، وتنمية اتجاهات حُبّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمرّ، فضلًا عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواهُ، وإثراءِ أنشطته المتنوّعة، ومراعاة ملاحظات المعلّمين والمعلّمات.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدة 1

الطقس والتغير المناخي

Weather and Climate Change

قالَ تعالى:

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

(سورة الروم، الآيةُ 24)

أتأمّل الصّورة

يُعرَفُ الطقسُ بأنه التغيّرات التي تحدُث في حالة الجو 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؟

الفكرة العامّة:

تؤثّرُ الجبهات الهوائيـة في حالـة الطقس، ويمكن التنبؤ بحالة الطقس، والتغيرات المناخية التي قد تحدث في المستقبل.

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 عنها برمـوز خـاصة على خـريطة الطقس لتسهُلَ عملية التنبؤ الجويّ.

الدرس الثالث: التنبؤ بالتغير المناخي

الفكرة الرئيسة: يتغير المناخ في مدد زمنية طويلة بفعل العوامل الطبيعية والأنشطة البشرية، ويتنبأ العلماء بالتغيرات المستقبلية في المناخ باستخدام مجموعة من النماذج الرياضية والإحصائية.

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 °C (12 - 10) وتسود المملكةَ الأحوالُ الجويةُ الخماسينيةُ، بحيث يكون الطقس دافئًا وجافًّا ومُغبَرًّا في معظم مناطق المملكة، ويكون حارًّا نسبيًّا في مناطق الأغوار والبحر الميت والعَقبة، وتظهر كميّاتٌ من السُّحب العالية على فترات.

ثم تندفع كتلة هوائية باردة قادمة من شرق القارّة الأوروبية نحو بلاد الشام، تتسبّب في تحوّل المنخفض الخماسيني 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 وتهطُل أمطار غزيرة شمال المملكة ووسطِها وشرقِها، ترافقها العواصف الرّعدية والبَرَديّة.

ويستمر حدوث العواصف الرملية في المناطق الصحراوية جنوب المملكة وشرقِها، مع استمرار تدنّي مدى الرؤية الأفُقية ورُبما انعدامِها. أمّا الرياح، فتكون جنوبية غربية إلى غربية نشطة السرعة، تتحوّل بعد مُنتصَف الليل إلى شديدة السرعة في أغلب المناطق ترافقها هبّاتٍ عاتِية.

التحليل والاستنتاج:

1. أبيّن كيف يؤثّر المنخفَض الجوي الخماسيني في درجات الحرارة في المملكة.
2. **أتوقّع** سبب تسمية المنخفَض الجوي المنخفَض 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.

الفكرة الرئيسة:

تتنوّعُ الجبهات الهوائية بحسب نوع الكُتلِ الهوائية المتسبِّبة في تشكُّلها واتجاه حركتها نسبة إلى بعضها، وتتمايز أنظمة الضغط الجوي لمرتفَع جويّ ومنخفَض جويّ.

نتاجات التعلّم:

- أبيّن الاتجاه المحتمَل لحركة الكتل الهوائية في أنواع الجبهات الهوائية المختلفة.
- أتعرف أنواع الجبهات الهوائية المختلفة.
- أميز بين المنخفضات الجوية والمرتفعات الجوية.
- أتعرف الرموز المستخدمة في وصف حالة الطقس.

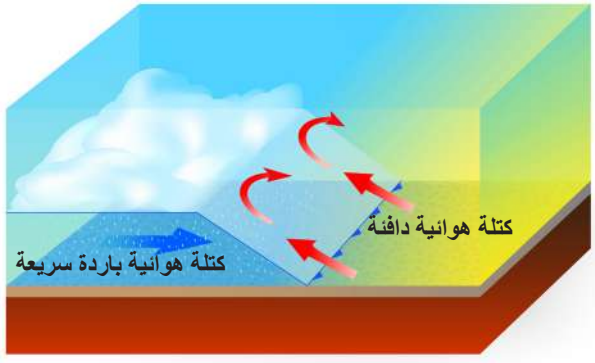
المفاهيم والمصطلحات:

الجبهة الهوائية الثابتة (المستقرّة)
Stationary Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة (المندمِجة)
Occluded Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة
Cold Occluded Air Front
الجبهة الهوائية المقفَلة الدافئة
Warm Occluded Air Front

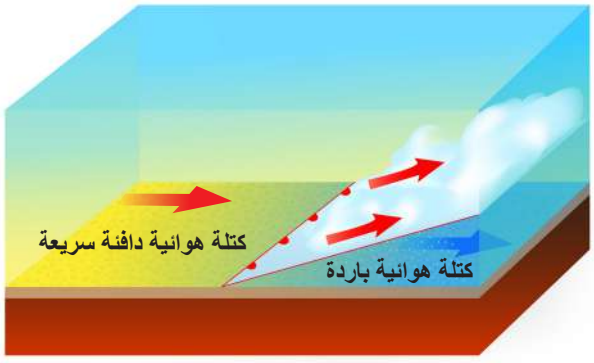
الجبهات الهوائية Air Fronts

تعلمت في صفوف سابقة أن الكُتل الهوائية تختلف في خصائصها من حيثُ درجةُ الحرارة والرطوبة، وتُقسَم الكتَلُ الهوائية عمومًا، كُتلًا هوائية دافئة Warm Air Masses وكُتلًا 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 إنّ اختلاف خصائص الكتل الهوائية يَحولُ دون اختلاطها ببعض، ويعتمِد نوع الجبهة الهوائية على خصائص الكتل الهوائية المتسبِّبة في تشكُّلها، وكيفية تحرُّكها نسبة إلى بعضها. ومن أهم أنواع الجبهات الهوائية: الجبهة الهوائية الدافئة، والجبهة الهوائية الباردة. أنظر إلى الشكل (1)، لكن، ما الأنواع الأخرى للجبهات الهوائية؟ وكيف تتشكل كلّ منها؟

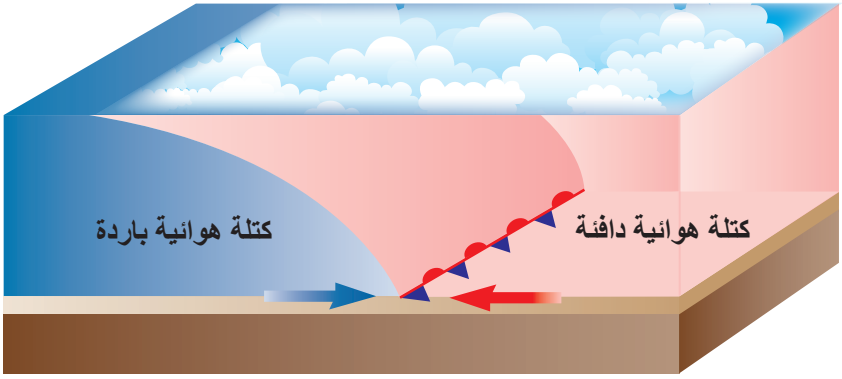
(أ)



(ب)



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



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

الجبهات الهوائية الثابتة (المستقرّة) 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. وتُرسَم الجبهة الهوائية المستقرّة على خريطة الطقس خطًّا منحنيًا على أحد جوانبه تَبرزُ مثلثات باللون الأزرق، وفي الجانب الآخر تَبرزُ أقواس باللون الأحمر. أنظر إلى الشكل (2).

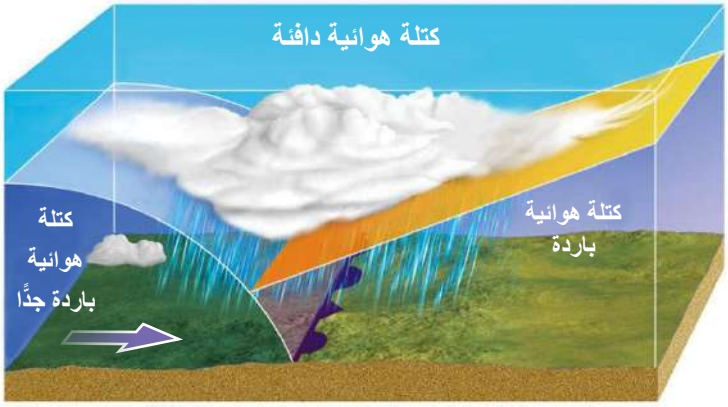
أفكّرُ متى تتحوّل الجبهة الهوائية الثابتة إلى جبهة هوائية باردة ، أو جبهة هوائية دافئة؟

أبحثُ:
كيف يؤثر مرور الجبهات الهوائية المختلفة (الباردة والدافئة) في الضغط الجوي في منطقة ما؟ **أصوغ فرضية** تختص بتوضيح أثر الجبهات الهوائية المختلفة في الضغط الجوي، ثم أحدد المتغيرات التابعة والمستقلة، مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، **أختبر فرضيتي**.

الجبهات الهوائية المقفَلة (المندمِجة) 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 إلى الشكل (3)، وتُرسَم الجبهة الهوائية المقفَلة

الشكل (3): جبهة هوائية مقفلة بين ثلاث كتل هوائية: إحداها باردة، والأخرى باردة جدًّا، وكتلة هوائية دافئة محصورة بينهما.



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

أرسم رمز الجبهة الهوائية المقفَلة.

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. يمكِنُ تمييزُ نوعين من الجبهات الهوائية المقفَلة، وهما:

الجبهات الهوائية المقفَلة الباردة Cold Occluded Air Fronts

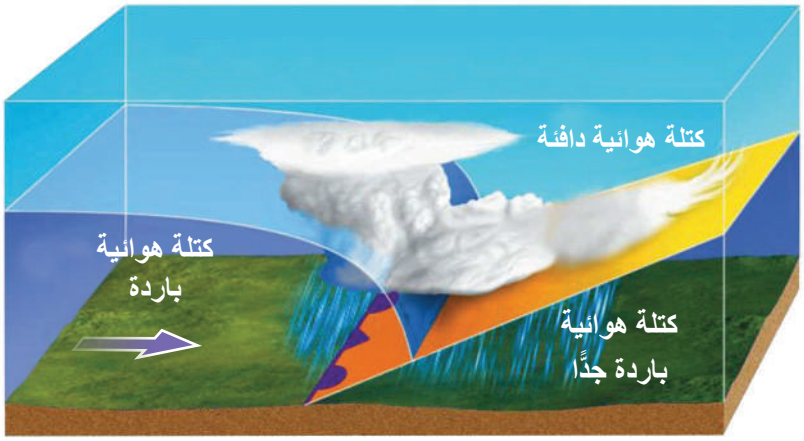
تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة** Cold Occluded Air Front عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، حيث تكون الكتلة الهوائية الأمامية باردة، والكتلة الهوائية الخلفية باردة جدًّا. أنظر إلى الشكل (4) الذي يوضح كيفية تشكُّل الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة.

الجبهات الهوائية المقفَلة الدافئة Warm Occluded Air Fronts

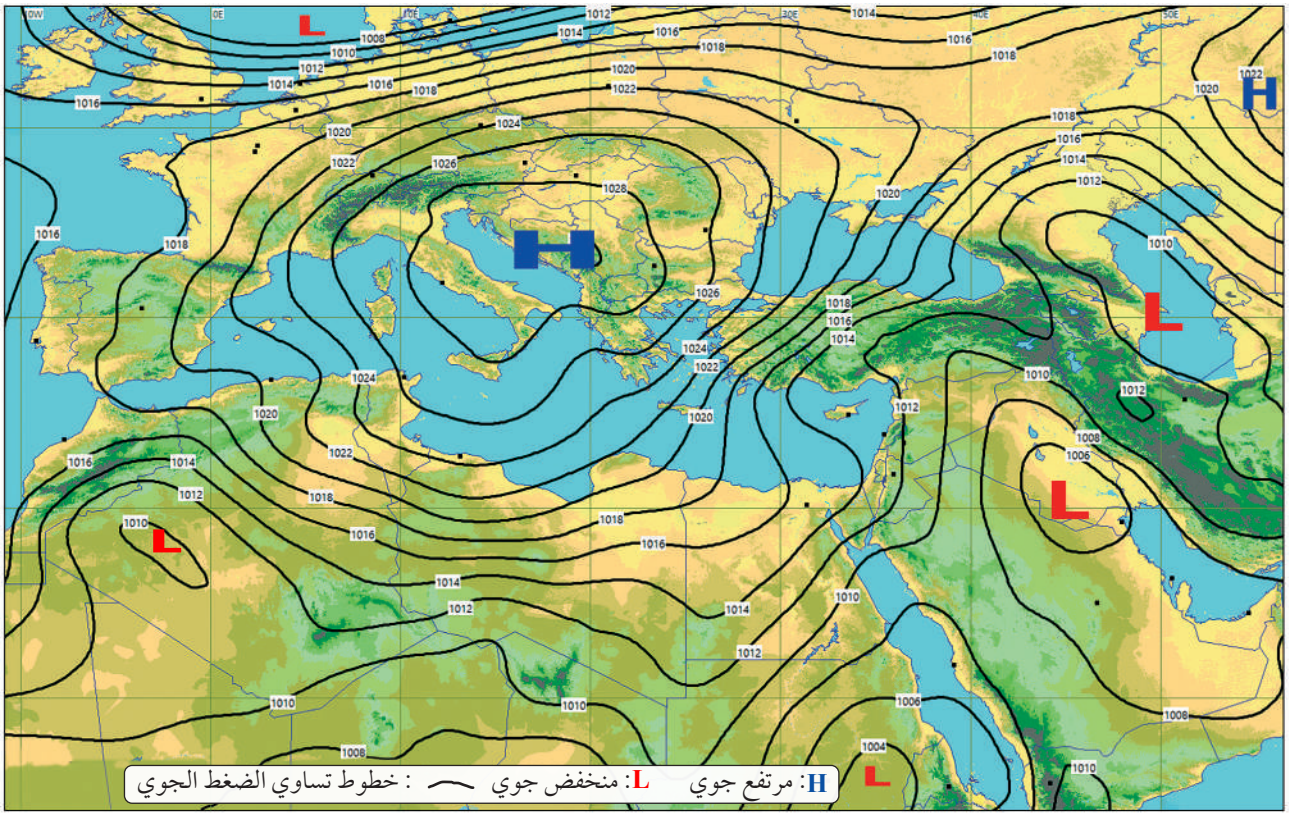
تتشكّل **الجبهة الهوائية المقفَلة الدافئة** Warm Occluded Air Front كما هو الحال في الجبهة الهوائية المقفَلة الباردة، لكن، بوجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلة هوائية باردة جدًّا في الأمام، وكتلة هوائية باردة في الخلف. أنظر إلى الشكل (5). ويُعَدُّ هذا النّوعُ من الجبهات الهوائية غيرَ شائع في الأردنّ.

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

أتحقّق: أذكر أنواع الجبهات الهوائية المقفَلة.



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



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

أبـيّنُ عَـددَ المنخفضات الجوية 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 إلى الشكل (6).

وتصنف المنخفضات الجوية عمومًا اعتمادًا على آلية تشكّلها إلى:

المنخفضات الجوية غير الجبهية Non- Frontal Depressions

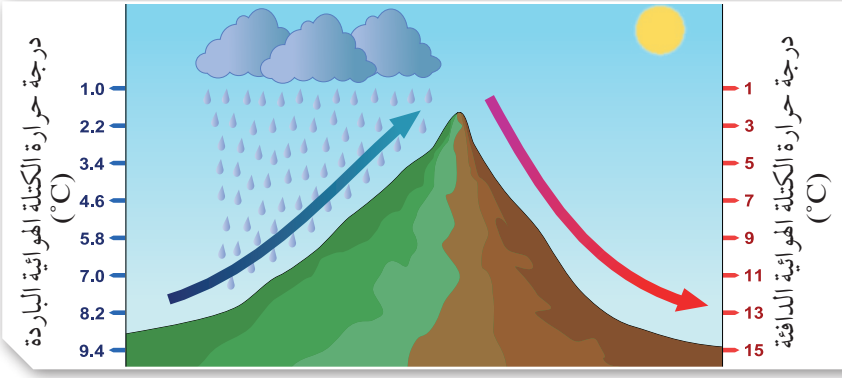
وهي منخفضات جوية ناتجة من تسخين الهواء الملامس لسطح الأرض، أو تسخينه بفعل ظاهرة الفوهن التي تحدث عند هبوط الهواء على أحد جانبي الجبال بعد فقد رطوبته في الجانب الآخر أثناء صعوده إلى الأعلى ما يؤدي إلى تسخينه. وتوجد أنواعٌ مختلفة للمنخفضات الجوية غير الجبهية منها المنخفض الخماسيني.

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 المنحدرة جنوبًا باتجاه جبال

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، يَحُدُّ سلسلةَ جبال الأطلس كلٌّ 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؟

أطلسَ نتيجة ظاهرة الفوهن (Foehn). أنظر إلى 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.

المنخفضات الجوية الجبهية Frontal Depressions

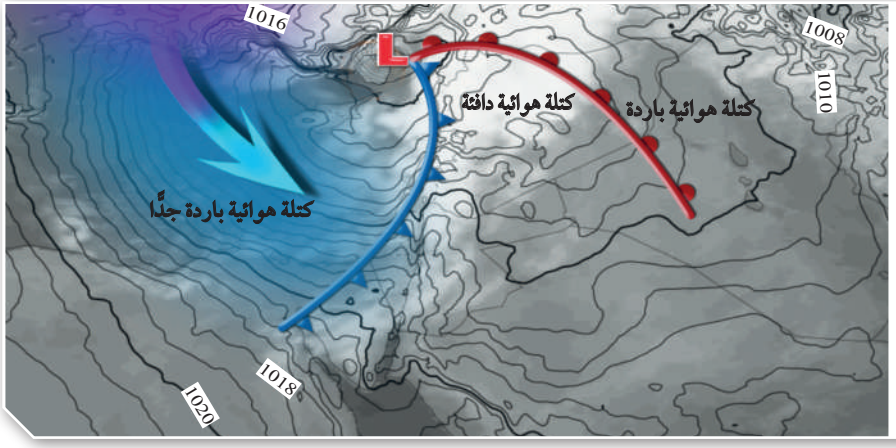
يتشكّل المنخفض الجوي الجبهي عند وجود كتلتين هوائيّتين، واحدةٌ منهما باردة والأخرى دافئة. ويكون الفرق واضحًا في خصائص هذه الكتل التي تلتقي ببعضها بسبب حركتها المتعاكسة. أي أنه منخفض جوي ناتج من تشكل الجبهات الهوائية؛ لذا سمي هذا الاسم. أنظر إلى الشكل(8). من الأمثلة عليها منخفضاتُ البحر الأبيض المتوسط.

منخفضات البحر الأبيض المتوسط Mediterranean Depressions

تنشأ العديدُ من المنخفضات فوق البحر الأبيض المتوسط، وتعَدُّ جزيرةُ قبرص من أفضل مناطق البحر الأبيض المتوسط لنشوء المنخفضات الجوية الجبهية.

أبحثُ:

أطرح أسئلة تتعلق إجاباتها بأنواع المنخفضات الجوية التي تؤثر في المملكة، والأوقات التي تحدث فيها من السنة، مستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت أبحث عن إجابات تلك الأسئلة، ثم أعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصفّ، ثم أناقشهم في صياغة الأسئلة.



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

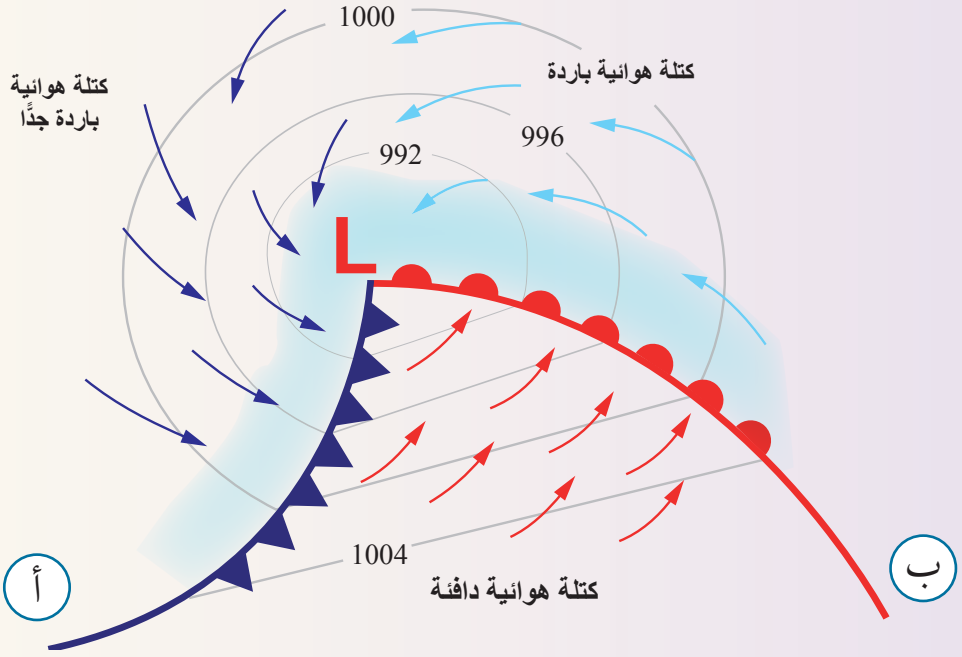
وتُسمّى المنخفَضاتُ الجوية المتشكِّلةُ فوق جزيرة قبرص المنخفضات القبرُصية، وهي في الغالب تنشأ أواخر فصل الخريف، وتتميز هذه المنخفضات بقلّةِ تكرارها خلال السنة مقارَنةً بمنخفضات البحر الأبيض المتوسط التي تنشأ فوق خليج جَنَوةَ.

أتحقّق: أذكر أنواع المنخفضات الجوية اعتمادًا على آلية تشكلها.

نشاط

منخفض جويّ

يمثِّلُ الشّكلُ خريطة طقس توضّح خطوط تَساوي الضغط الجوي، وثلاثَ كُتلٍ هوائية مختلفة في خصائصها، واتجاه كلّ منها نسبة إلى بعضها. 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** نوع الجبهة الهوائية التي ستتشكّل بين الكتل الهوائية الثلاثِ في الشكل، وأُعلِّلُ ذلك.
6. **أتوقّع** حالة الطقس المُرافِقةَ للمنخفض الجوي.

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 قسمين:

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 تبخير 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 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، الذي يتسبب في انخفاض درجات الحرارة وتشكل الصقيع خصوصًا خلال فصل الشتاء، أنظر إلى الشكل (9).

الشكل (9): تشكُّل الصقيع في فصل الشتاء في بعض المناطق بسبب تأثرها بالمرتفع السيبيري.

أبحثُ:

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

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحثُ عن سبب تسمية المرتفع السيبيري هذا الاسم وأحدث المرتفعات الجوية السيبيرية التي تعرضت لها المملكة، مُوضِّحًا أثرها في حالة الطقس، ثم أعرض نتائج بحثي على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

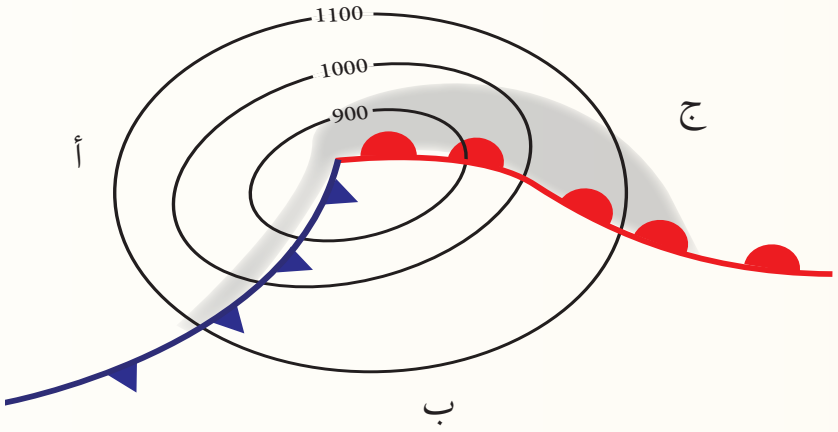
أتحقّق: أوضح المقصود بالمرتفع الجوي.

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، مُحدِّدًا 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 من حيث آلية تشكل كل منهما.

7. أذكر مثالًا على كل مما يأتي:

   أ . مرتفع جويّ دافئ.

   ب. منخفض جويّ جبهيّ.

   جـ. منخفض جويّ غير جبهيّ.

التنبؤات الجوية وخرائط الطقس

Weather Predictions and Weather Maps

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

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

نتاجات التعلّم:

- أتعـرف أدوات قيـاس عناصر الطقس المستخدمة في محطات الأرصاد الأرضية.
- أفسـر الرمـوز المستخدمة في خرائـط الطقس السطحية.
- أرسم خريطة طقس سطحية.
- أتنبّأ بحالة طقس مبسَّطة لمنطقة ما.

المفاهيم والمصطلحات:

التنبؤ بالطقس Weather Forecasting

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

الأنيمومتر Anemometer

ريشة الرياح Wind Vane

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 لأحوال الطقس القاسية، مثل موجات الحَرّ أو البرد، وتشكّلِ السيول، وتوخي إجراءات السلامة اللازمة حفاظًا على صحتنا.

التنبؤ بحالة الطقس ليست عمليةً جديدة، فقد تنبّأ الإنسان قديمًا بحالة الطقس بالملاحظة، مثل ملاحظة 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 بالطقس** **Weather Forecasting** بأنه معرفة حالة الطقس المتوقّعَة لمنطقة معيّنة لأيام عدة عَبْر جمع البيانات وتحليلها، باستخدام التقنيات التكنولوجية والعلمية الحديثة، وللتوصل إلى تنبؤات تفصيلية دقيقة عن حالة الطقس، يدرُس علماءُ الأرصاد الجوية مجموعةً من عناصر الطقس مثل: درجة 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 تقلبات الطقس. أنظر إلى الشكل (10). فما شروط التنبؤ الجوي؟ وكيف تُجمَعُ البياناتُ عن حالة الطقس؟

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

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 جوية نتائجها مختلفةً كُلَّ مرة؛ لذلك يجب أن تتميز الظاهرة الجوية المرادُ التنبؤُ بها بثبوتها أيضًا.

وتُقسَمُ التنبّؤاتُ الجوية اعتمادًا على المدة الزمنية المتنبّأ 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.

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، مثل: درجة 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 في محطة الأرصاد الأرضية، فضلًا عن بالونات الطقس، والرادار، وصوَر الأقمار الصناعية وسنتعرف في هذا الدرس بعضها.

محطات الأرصاد الأرضية Meteorological Ground Stations

تُقاس في محطات الأرصاد الأرضية عناصر الطقس المختلفة في أوقات محدّدة للتنبؤ بحالة الطقس، وقد تكون هذه المحطات برّيّة أو بحريّة، وسأتعرف محطات الأرصاد الأرضية البرية. ممَّ تتكوّن هذه المحطات؟

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

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

الشكل (11): كُشك الرصد الجوي.

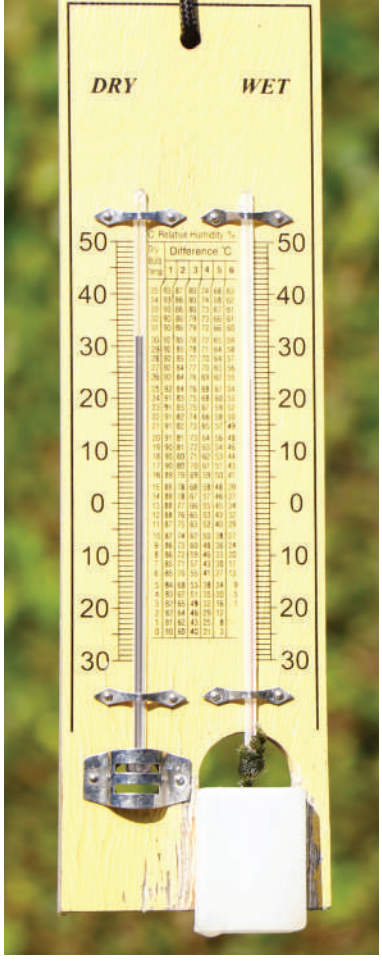
أتنبّأ: ما سبب وجود فتحات جانبية مائلة في كُشك الرصد الجوي؟

كُشك الرصد الجوي Stevenson Screen

يُعرَفُ **كُشكُ الرصد الجوي** Stevenson Screen بصندوق ستيفنسن، وهو صندوق خشبي لونه أبيض، يحوي فتحاتٍ جانبيةً مائلة، ويوضع في حديقة الرصد الجوي على ارتفاع m (2 - 1.25) تقريبًا عن سطح الأرض، بعيدًا عن الأبنية والمنشآت العمرانية، في اتجاه الرياح، بحيث يكون بابه في اتجاه الشمال؛ منعًا لوصول أشعة الشمس لمقاييس درجة الحرارة عند فتحه لرصد القراءات المَقيسة. أنظر إلى الشكل (11). توجد 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، وفي ما يأتي شَرْحٌ مُبسَّطٌ عنها.

الشكل (12): مقياس درجة الحرارة الجافّ.

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 إلى الشكل (12).



الشكل (13): نموذج مقياس درجة الحرارة الجافّ والرطب.

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

مقياس درجة الحرارة الرطب **Wet Bulb Thermometer** هو مقياس حرارة جافٌّ غُطِّيَ مُستَودَعُه المملوء بالزئبق بإحكام بقطعة من القماش مبلّلة، بحيث يكون طرَفُها مغموسًا دائمًا بالماء في وعاء صغير. أنظر إلى 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، ويستخدم في قياس أعلى درجة حرارة في اليوم.

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 أفقيًّا، ويستخدم في قياس أقل درجة حرارة في اليوم. أنظر إلى الشكل (14).

الشكل (14): مقياسا درجة الحرارة العظمى والصغرى.

أتوقّع السبب في وضع مقياسَي درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى أفقيًّا في كُشك الرصد الجوي.

التّجربة 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، وتحسب الرطوبة النسبية وفقًا للعلاقة الرياضية الآتية:

(كمية بخار الماء الفعلي لعينة من الهواء / كمية بخار الماء اللازمة للاشباع عند درجة حرارة معينة) × 100% 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، لاصِق شفاف.

إرشادات السلامة:

توخي الحذَر عند استخدام مقياسَي درجة الحرارة الجافّ 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: الجافّ والرطب في جدول.

التحليل والاستنتاج:

1. **ألاحظ:** أيّ المقياسين سجّلَ قيمة أعلى لدرجة الحرارة؟
2. **أستخدم الأرقام:** أحسب الفرق بين قراءة المقياسين.
3. **أستنتج** العوامل التي يمكن أن تؤثر في قراءة مقياسَي درجة الحرارة الجافّ والرطب.
4. أحدّد درجة حرارة المقياس الجافّ، والفرق بين قراءتَي المقياسين الجافّ والرطب في الجدول الآتي، وأُبيِّنُ الرطوبة النسبية الناتجة من تقاطعهما.

بيانات الرطوبة النسبية اعتمادًا على درجة حرارة مقياس الحرارة الجافّ، 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. **أستخدم الأرقام:** أحسب 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 منها: جهاز الأنيمومتر، وريشة الرياح.

تقاسُ سرعةُ الرياح بجهاز **الأنيمومتر** **Anemometer** الذي يتكوّن من ثلاثة أو أربعة أنصاف كُرات فلزية مجوَّفة، مثبتة على قضيب فلزي ينتهي بعداد. أنظر إلى الشكل (15). 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).

الشكل (15): جهاز الأنيمومتر.

أما اتجاه الرياح، فيقاس **بريشة الرياح** **Wind Vane** أو ما يسمى سهم الرياح الدوار، أنظر إلى الشكل (16). يتكوّن سهم الرياح الدوار من عمود فلزي مثبّتة 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 تصطدم بها الرياح فتتحرك موجهة السهم باتجاه الجهة التي هبت منها.

الشكل (16): ريشة الرياح.

أحدد اتجاه الرياح الذي تشير إليه ريشة الرياح.

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.

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث عن مبدأ عمل كل من البارومتر الزئبقي والبارومتر الفلزي، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

رادار الطقس Weather Radar

سُمِّيَ رادارُ الطقس 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 هطْل الأمطار وغزارته ونوعه، ومعلومات عن كيفية انتقال الهطْل والغيوم الممطِرة من مكان إلى آخر. وكلما زاد حجم قطرات المطر وكثافتها، زادت كمية الموجات التي تعود إلى الرادار. أنظر إلى الشكل (17).

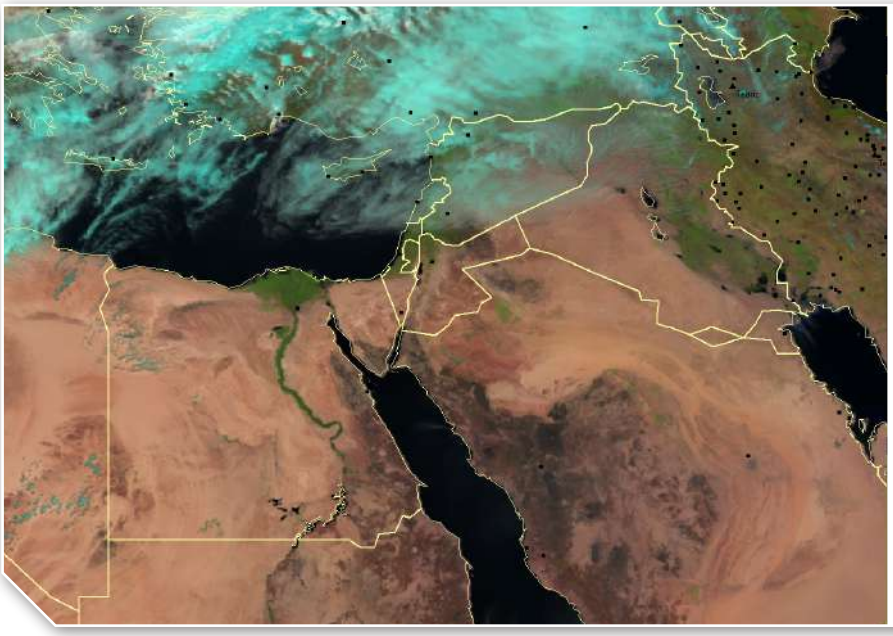
الشكل (17): رادار الطقس.

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 وأشكالها، كما تستخدَم في تحديد الكتل الهوائية والجبهات الهوائية. أنظر إلى الشكل(18).

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



الشكل (18): غيوم مرصودة بالأقمار الصناعية .

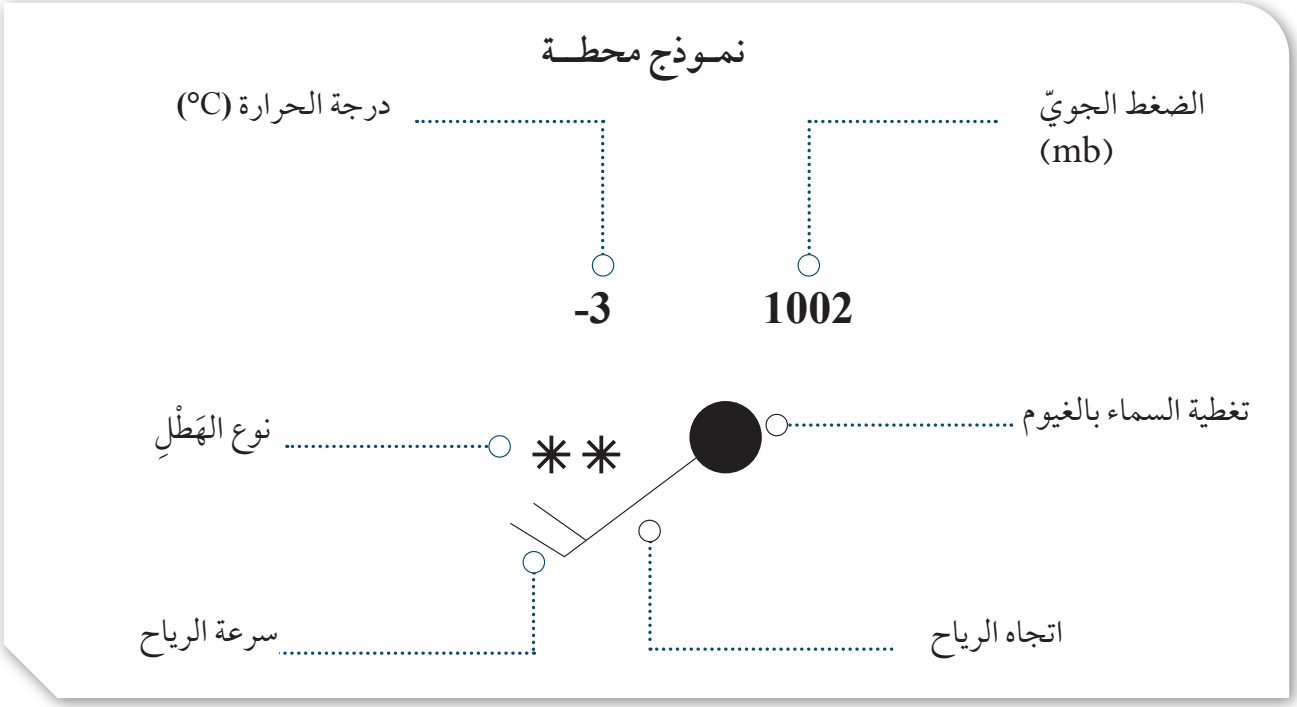
نموذج المحطة Station Model

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 الدول 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 إلى الشكل (19) الذي يبيّن نموذج محطة مبسَّطًا لمحطة ما، وفي ما يأتي شرح مفصّل لبعض هذه الرموز.

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامج صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضّحُ الأدوات التي تقاسُ بها عناصر الطقس المختلفة، مُستخدِمًا خصيصة الردّ الصوتيِّ فيه لإضافة الشروحات المناسبة لصورِ هذه الأدوات، ثم أشاركه زملائي/ زميلاتي في الصفّ.



الشكل (19): نموذج محطة مُبَسَّطٌ لمحطةٍ ما، يبيّن كيفية ترتيب عناصر الطقس المتفق عليها عالميًّا.

أبحثُ:

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

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

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

تمثّل الدائرة الصغيرة في المنتصف موقعَ محطة الطقس التي جُمعت البيانات فيها، وتُظلَّل 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 إلى الجدول (1). وتُوزَّع البيانات التي جُمعت عن حالة الطقس حولها، حيث تُكتَبُ قيمة درجة الحرارة بوحدة الفهرنهايت أو وحدة السلسيوس، والضغط الجوي بوحدة المليبار، أمّا نوع الهطْل، فيُرمَزُ إليه برموز عديدة تصف الضباب، والمطر، والثلج. أنظر إلى الجدول (2) الذي يبيّن بعضًا منها.

الجدول (2): بعض الرموز المستخدَمة في وصف نوع الهطْل 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	≡	⩢	⩢	,	,,	•	⁘	**	•*

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 إلى الجدول (3).

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

الرمز	سرعة الرياح (knot)
	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.

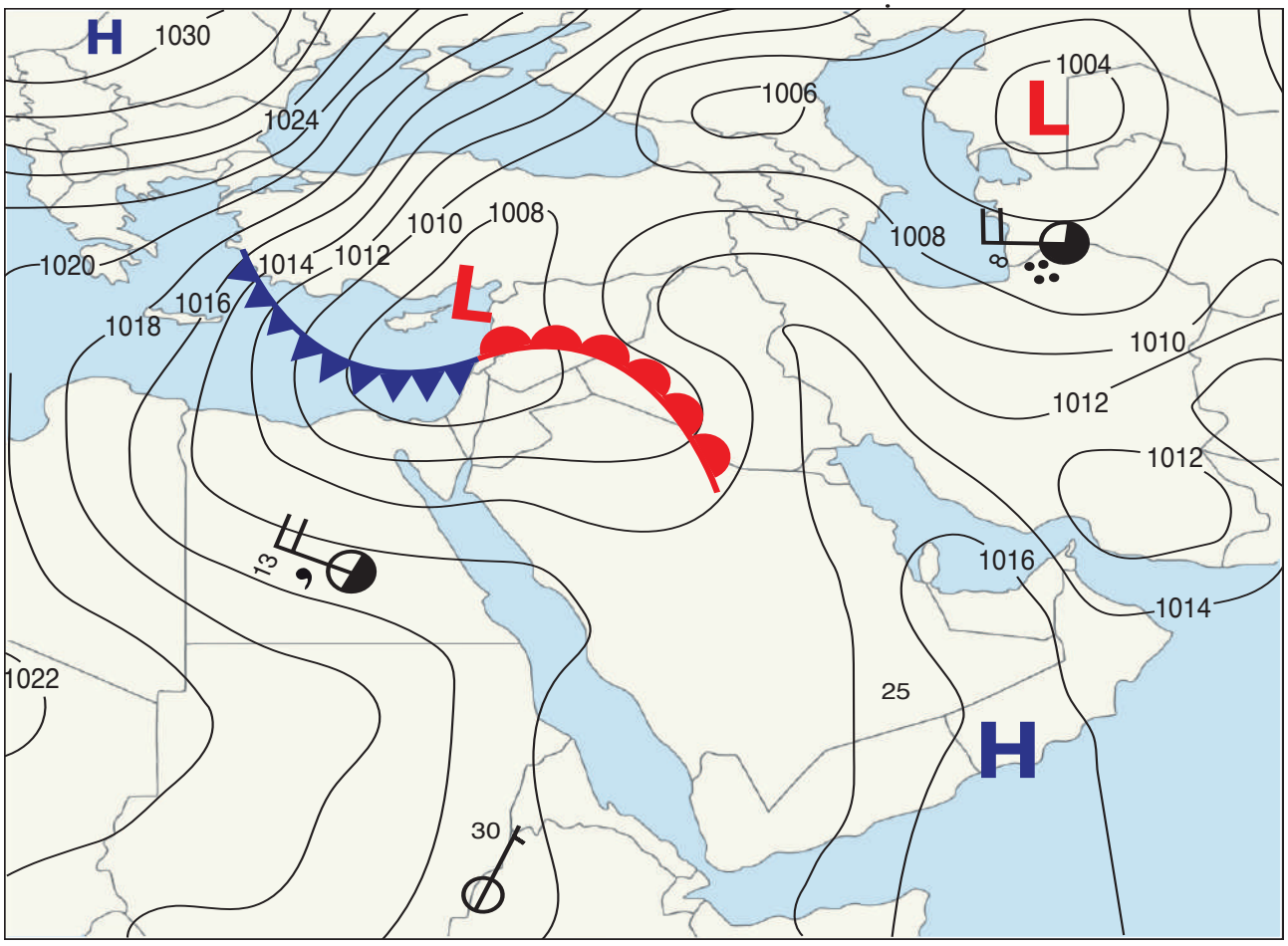
خرائط الطقس Weather Maps

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 الجـوي المصحَّح بالنسبـة 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 جغرافيـة لمنطقـة ما، توضح عناصر الطقس المُتنبَّأ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدّة محدّدة؛ لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجويـة، فهي تبيّن درجة الحرارة، والغيوم، ونـوعَ الهطْل، والريـاح، والضغط الجوي المصحَّح بالنسبة إلى مستوى سطح البحر، والجبهات الهوائية. أنظر إلى الشكل (20).

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

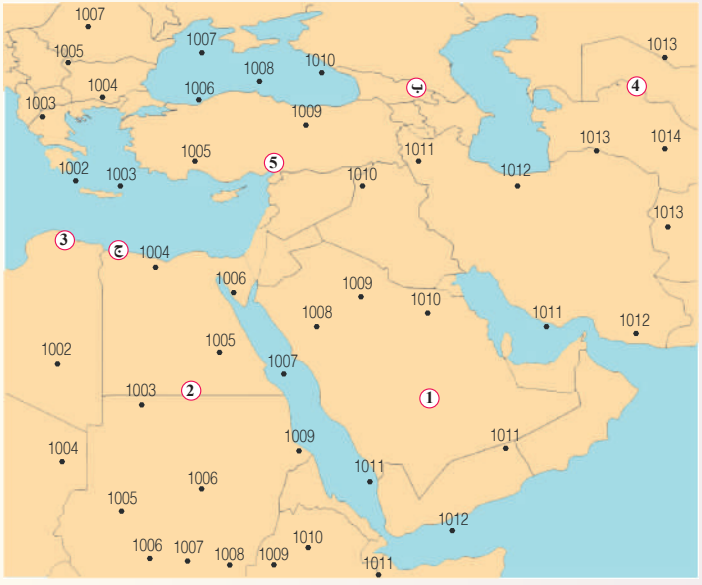
الشكل (20): خريطـة طـقس سطحية، توضح كيفية تمثيل عناصر الـطقس المُتنبّأ بها على خريطة جغرافية.



ولتعرُّف كيفية رسم خريطة طقس سطحية أنفّذ النشاط الآتي:

نشاط

رسم خريطة طقس سطحية



تمثّلُ الأرقـامُ الافتراضية على الشكـل مواقعَ محطـات رصد (1 – 5)، وقيَـمًا للضغط الجـوي المصحَّح بالنسبة إلى مستوى سطح البحر بوحدة المليبار (mb).

خطوات العمل:

1. أصِلُ بخطوطٍ منحنيةٍ بين الأرقـام المتشابهـة في قيـمِ الضغط الجويّ، وأُراعي شروطَ رسمها.
2. أستخدِم البيانات الافتراضيةَ في الجدول الآتي في رسم نموذج المحطة لكلٍّ من المحطات: (1، 2، 3، 4، 5).

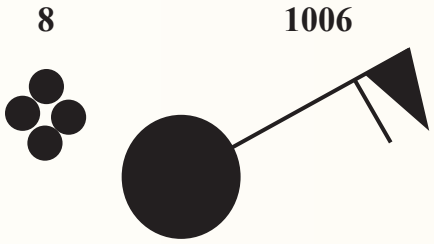
المحطة	المحطة 1	المحطة 2	المحطة 3	المحطة 4	المحطة 5
الضغط الجوي (mb)	1010	1005	1002	1013	1008
اتجاه الرياح وسرعتها	شمالية غربية/ 50 knot	جنوبية شرقية/ 60 knot	شمالية/ 30 knot	جنوبية/ 10 knot	شرقية/ 5 knot
نوع الهطْل	ثلج	ثلج	مطر وثلوج خفيفة	–	ضباب وسماء محجوبة
درجة الحرارة (°C)	-3	-1	2	25	22
نسبة الغيوم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

مراجعة الدرس

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



2. أصف خطوات قياس سرعة الرياح بجهاز الأنيمومتر.

3. **أقارن** مقياس درجة الحرارة الجافّ 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 رادار الطقس في التنبؤ بحالة الطقس.

8. **أفسر:** تكون قيمة درجة الحرارة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الرطب غالبًا أقلَّ من قيمة درجة الحرارة المسجَّلة في مقياس درجة الحرارة الجافّ، وقد تتساوى درجة الحرارة المسجَّلة في كليهما أحيانًا.

9. **أصمم** محطة طقس خاصة بي، **وأقيس** فيها بعض عناصر الطقس مدة أسبوع واحد، مثل: درجة الحرارة، وكمية الأمطار الهاطلة، وسرعة الرياح.

الدرس 3

التنبؤ بالتغير المُناخي
Climate Change Prediction

الفكرة الرئيسة:

يتغير المُناخ في مدد زمنية طويلة بفعل العوامل الطبيعية والأنشطة البشرية، ويتنبأ العلماء بالتغيرات المستقبلية في المُناخ باستخدام مجموعة من النماذج الرياضية والإحصائية.

نتاجات التعلّم:

- أتعرف مفهومَي المُناخ والتغير المناخي.
- أتعرف بعض الطرائق المستخدمة في التنبؤ المُناخي.
- أوضح الإجراءات المتبعة للتكيف مع التغير المُناخي.
- أوضح الإجراءات المتبعة للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة المسببة للتغير المُناخي.
- أتنبأ بالتغيرات المُناخية في الأردن في المستقبل.

المفاهيم والمصطلحات:

المُناخ	Climate
التغير المُناخي	Climate Change
التنبؤ المُناخي	Climate Prediction
السلاسل الزمنية	Time Series

المُناخ والتغير المُناخي Climate and Climate Change

تعلمت سابقًا أن الطقس هو التغيرات التي تحدث في حالة الجو في مدة زمنية قصيرة، مثل: التغير في درجة الحرارة والرطوبة، وكميات الأمطار، ولكن، ماذا يُطلَق على التغيرات طويلة الأمد التي تحدث في الغلاف الجوي؟

يُعرَّف **المُناخ Climate** بأنه متوسط التغير في حالة الجو في مدة زمنية طويلة في منطقة معينة. ويسمى العلم الذي يدرس مُناخ الأرض والعوامل التي تؤثر في التغيرات المُناخية في الماضي والحاضر والمستقبل علم المُناخ Climatology. ويعتمد المُناخ في أي منطقة على عوامل عدة منها: الموقع بالنسبة إلى دوائر العرض، والتضاريس، والقرب من المسطحات المائية، وأنماط الرياح العالمية.

تستخدم البيانات التي تُجمَع باستمرار من محطات الأرصاد الجوية والموثقة في سجلات الأرصاد الجوية في تحديد المُناخ. وتشمل هذه البيانات درجات الحرارة والرطوبة وكميات الأمطار والضغط الجوي، حيث يؤخذ متوسط تلك القيم في مدة لا تقل عن 30 years. ويسود الأردن مُناخ البحر المتوسط في شماله وغربه، والمُناخ الصحراوي الجافّ جنوبه وشرقه. أنظر إلى الشكل (21).

الشكلُ (21) وادي رم في جنوب الأردن حيث يسود المُناخ الصحراوي الجافّ.

تغير المُناخ Climate Change

تتغير حالة الطقس من يوم إلى آخر، وقد تكون بعض السنوات أكثر دفئًا أو أكثر برودة من غيرها، وقد تكون أكثر رطوبة أو أكثر جفافًا، فكيف تؤثر هذه التغيرات في المُناخ؟

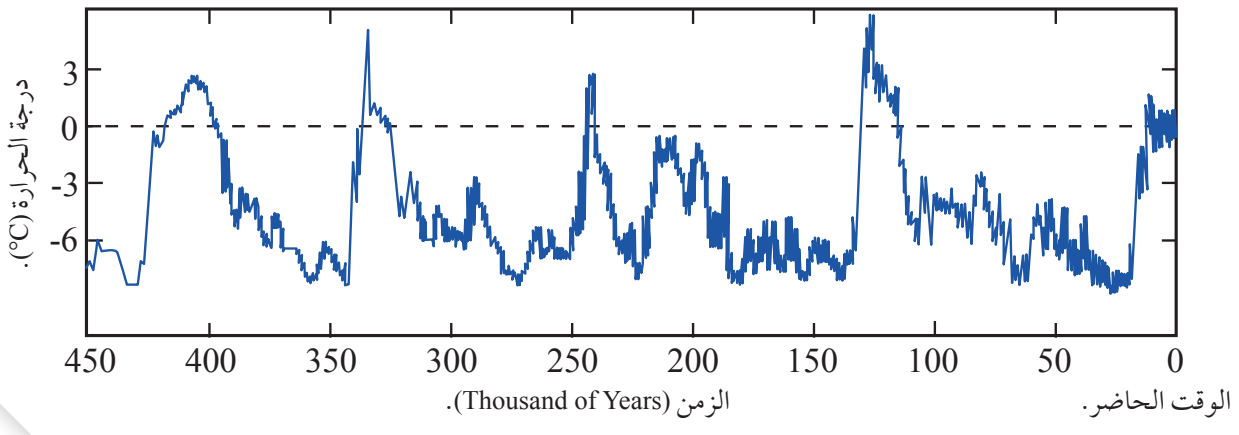
قد لا يظهر أن هناك تغير في المُناخ في حياتنا، ولكن، تبين من دراسة تاريخ الأرض عبر العصور المختلفة أنّ المُناخ على سطح الأرض قد تغير وأنه يتغير باستمرار. ويعرف **التغير المُناخي Climate Change** بأنه التغير في نمط الطقس على المدى الزمني الطويل، الذي يمكن أن يتضمن تغيرات في درجات الحرارة، وتوزيع الأمطار، وتكرار الظواهر الجوية، مثل: العواصف، والجفاف، والفيضانات وشدتها. ومن الأمثلة على التغيرات المُناخية التغير المُناخي الذي صاحب العصور الجليدية، أنظر إلى الشكل (22).

وقد تعرف العلماء كثيرًا من التغيرات المُناخية التي حدثت في الماضي عن طريق دراسة حلقات الأشجار، والعينات الجليدية والأحافير، أو باستخدام نظير الكربون C^{14}. ويصنّف العلماء أسباب التغير المُناخي إلى: أسباب طبيعية، مثل ثوران البراكين وتغير زاوية ميل محور دوران الأرض، وأسباب غير طبيعية ناتجة من الأنشطة البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات التي تؤدي إلى زيادة تراكيز غازات الدفيئة، خصوصًا ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وسأتعرف هذه الأنشطة في الوحدة القادمة.

أفكّر

توصل العلماء من الدراسات التي أجريت عن التغير المُناخي إلى أن مُناخ الأرض يجب أن يكون أقل برودة مما هو عليه الآن. هل الأسباب التي أدت إلى زيادة درجات الحرارة وتغير المُناخ هي أسباب طبيعية، أم بشرية؟ أبرر أجابتي.

أتحقّق: أذكر أسباب التغير المناخي: الطبيعية، وغير الطبيعية الناتجة من الأنشطة البشرية.



الشكل (22): تغيُّر درجات الحرارة في العصور الجليدية منذ 450 ألف سنة حتى الوقت الحاضر.

التنبؤ بالتغير المُناخي Climate Change Prediction

يتسبب التغير المُناخي في تأثيرات واسعة النطاق في البيئة والمجتمع، مثل ارتفاع درجات الحرارة، وتغيرات في أنماط الهطْل المطري مثل تغيروتكرار شدة الأمطار، والتأثير في الحياة البرية والموارد الطبيعية. ويُعدّ فهم هذه التغيرات والتنبؤ بها أمرًا ضروريًّا للحدّ من أسبابها، والمساعدة على اتخاذ القرارات المستقبلية في المجالات المختلفة، وإعداد الخطط اللازمة للتكيف مع التغيرات المُناخية المتوقعة والتقليل من آثارها السلبية. وقد تعلمت في الدرس السابق أنه يمكن التنبؤ بحالة الطقس أيامًا عدة، ويتبادر إلى الذهن السؤال الآتي: هل يمكن التنبؤ بحالة المُناخ في المستقبل؟

يعرّف **التنبؤ المناخي Climate Prediction** أنه عملية تحليلية تهدف إلى فهم التغيرات المستقبلية في حالة الغلاف الجوي وتوقعها على المدى الطويل، عن طريق استخدام البيانات المتعلقة بحالتَي الطقس والمُناخ في الماضي، مثل: درجات الحرارة، ومعدلات الهطول، والنماذج الرياضية والحاسوبية، وفي ما يأتي شرح مبسط عن طرائق التنبؤ المُناخي.

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث كيف يمكن عن طريق الصخور والأحافير تعرُّف البيئات القديمة (البحرية، القارية)، والمُناخ القديم، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

المراقبة المناخية Climate Monitoring

تستخدم أجهزة متطورة في قياس وجمع البيانات عن مختلف المتغيرات المُناخية، مثل: درجات الحرارة، والرطوبة، وتوزيع الأمطار في مناطق معينة ومدد زمنية محددة، وتساعد هذه البيانات على فهم الاتجاهات طويلة المدى للتغيرات المُناخية.

دراسة السجلات الجيولوجية Study of Geological Records

تسهم دراسة السجلات الجيولوجية مثل أنواع الصخور المختلفة والأحافير في توقع التغيرات المستقبلية للمُناخ عبر ربطها بالتغيرات التي حدثت في الماضي للمُناخ، مثل التغيرات في درجات الحرارة، وكميات الأمطار، كما أن تحليل الظواهر الجوية المتضمنة في السجلات الجيولوجية يوفر معلومات عن تكرارها وشدتها عبر العصور المختلفة.

النماذج الحاسوبية للمُناخ Climate Computer Models

النماذج الحاسوبية للمُناخ هي برامج حاسوبية تقوم على محاكاة جميع العوامل التي قد تؤثر في مُناخ الأرض وذلك باستخدام معادلات فيزيائية مختلفة؛ لتقديم توقعات دقيقة عن كيفية تغير المُناخ فوق مساحات جغرافية معينة مع مرور الوقت على المدى القصير والمتوسط والبعيد، ومن هذه العوامل: الارتفاع عن سطح الأرض، ودائرة العرض، والمحيطات، والثورانات البركانية وملوثات الهواء وتغيرات الغلاف الجوي مثل الرطوبة وكميات الأمطار.

يتنبّأ العلماء بالتغير المُناخي بتغير أحد العوامل المؤثرة في المُناخ، مثل درجة الحرارة أو بخار الماء أو ثاني أكسيد الكربون وملاحظة تأثيرها في بقية العوامل المؤثرة في المُناخ، ومن ثَمَّ، التنبؤ بالتغير المُناخي. وقد يظهر النموذج أن حدوث تغير بسيط في درجة الحرارة قد يكون له آثار طويلة المدى تمتد مئات السنين. ومن أشهر النماذج الحاسوبية المستخدمة نموذج الدوران العام General Circulation Model (GCM) وهو أحد النماذج الحاسوبية التي تُستخدم لمحاكاة وتحليل العمليات الجوية والمُناخية على مستوى العالم، وتوقع التغيرات المستقبلية في المُناخ، ودراسة أثر هذه التغيرات، ويتكون نموذج (GCM) من مجموعة من المعادلات الفيزيائية التي تصف العلاقات المختلفة بين العمليات الجوية والمُناخية والمحيطات والجليد وحركة التيارات العالمية في الغلاف الجوي، حيث يحاكي نموذج الدوران العام سلوك الغلاف الجوي في ظل ظروف مختلفة، بما في ذلك الاختلافات في تراكيز غازات الدفيئة، والإشعاع الشمسي، ودرجات حرارة المحيطات، والتغيرات المُناخية. أنظر إلى الشكل (23).

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث عن نماذج حاسوبية تستخدم في التنبؤ بالتغير المُناخي، وأحدد كيفية استخدامها، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الشكل (23): تستخدم العديد من البرامج الحاسوبية للتنبؤ بالتغير المُناخي في المستقبل.

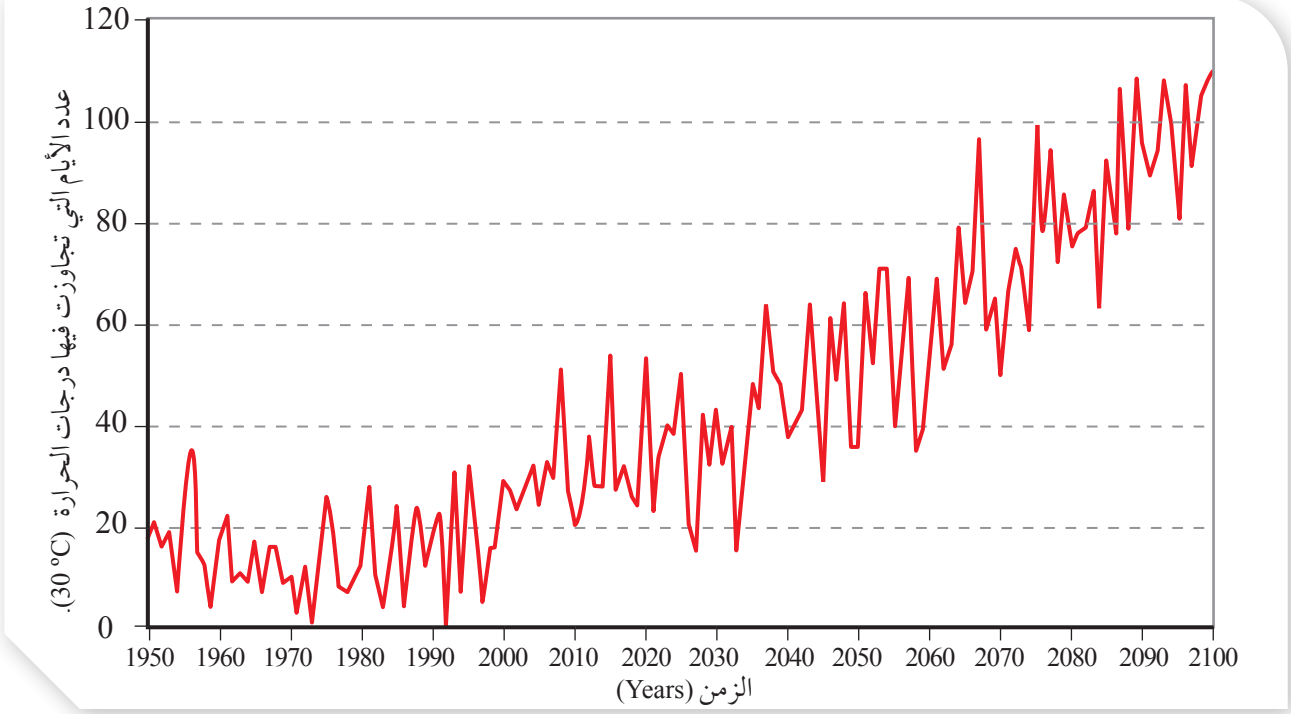
أذكر أشهر النماذج الحاسوبية المستخدمة في التنبؤ المُناخي.

المحاكاة الإحصائية Statistic Simulation

تعتمد المحاكاة الإحصائية للتنبؤ بالتغير المُناخي على جمع البيانات المناخية التاريخية من محطات الأرصاد الجوية المختلفة حول العالم، مثل درجات الحرارة وكميات الأمطار والرياح والرطوبة، ثم تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية، وتحديد العلاقات بينها باستخدام التوزيعات الإحصائية، وذلك لبناء نماذج تنبؤ للتغير المُناخي تُستخدم في تقديم توقعات عن التغيرات المُناخية في المستقبل، تتضمن هذه التوقعات تقديرات لزيادة درجات الحرارة، وتغيرات في أنماط الهطْل المطري، وتأثيرات أخرى على البيئة والمجتمع. وتساعد المحاكاة الإحصائية على تحليل **السلاسل الزمنية Time Series** وتفسيرها، وهي سلسلة من البيانات المتعلقة بأحد متغيرات المُناخ مثل درجة الحرارة والرطوبة تُجمَع خلال مدد زمنية منتظمة، وفيها يُحدَّد نمط تغير البيانات، وذلك عن طريق إنشاء نماذج إحصائية تصف التغيرات المختلفة لهذه السلاسل عبر الزمن، أنظر إلى الشكل (24). وتعد المحاكاة الإحصائية من الطرائق الدقيقة في التنبؤ بالتغير المُناخي لأنها تعتمد على بيانات حقيقية.

✓ **أتحقّق:** أحدد طريقتين يمكن بهما التنبؤ بالتغيرات المُناخية.

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث عن أمثلة على كيفية استخدام المحاكاة الإحصائية للتنبؤ بالتغير المناخي في الأردن، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ.



الشكل (24): إحدى السلاسل الزمنية التي تظهر التغير في عدد الأيام التي تجاوزت فيها درجات الحرارة (30 °C) خلال المدة الزمنية بين (1950 - 2100)م.

أتوقع: هل ستتغير درجة الحرارة مع الزمن مستقبلًا؟

التكيف مع تغير المُناخ والتخفيف منه

Climate Change Adaptation and Mitigation

تشير الدراسات إلى أن تغير المُناخ له تأثيرات سلبية في البيئة والاقتصاد والمجتمعات، ويشكل تغير المُناخ تحديًا هائلًا يتطلب التعامل معه جهودًا مشتركة ومتكاملة للتكيف مع آثاره السلبية، بالإضافة إلى ضرورة التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة التي تسهم في التغير المُناخي.

تتخذ الحكومات والمجتمعات مجموعة من الإجراءات لتعزيز القدرة على التكيف والاستجابة للتغيرات المُناخية المتوقعة والتأثيرات الناجمة عنها. ويتضمن التكيف مع التغيرات المُناخية إستراتيجيات وتقنيات متنوعة، منها: تطوير البنية التحتية المقاومة للتغيرات المُناخية، مثل بناء السدود والأنفاق المقاومة للفيضانات، وتحسين نظم الصرف الصحي لمواجهة زيادة الأمطار الغزيرة، وتطوير إستراتيجيات إدارة المخاطر المرتبطة بالتغير المُناخي، مثل تبني أساليب الإخلاء الطارئة للحدّ من تأثير الكوارث الطبيعية. أنظر إلى الشكل (25).

تبذل دول العالم كثيرًا من الجهد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي التي تسهم في التغير المُناخي، وتقليل تأثير الأنشطة البشرية على النظام المُناخي للأرض، ومن الإجراءات المتخذة في ذلك: زيادة التعاون الدولي في مجال تغير المُناخ، والتحول إلى أنواع الوقود قليل الكربون، مثل الغاز الطبيعي، وزيادة مساحة الغطاء النباتي عبر زراعة الأشجار وحماية الغابات، وتعزيز الاستخدام المستدام للأراضي والزراعة عبر تناوب المحاصيل والحراثة السليمة، وتشجيع استخدام التكنولوجيا الحديثة في محطات التحلية ومعالجة المياه، وتطوير البنية التحتية للنقل البري (مثل نظام الباص السريع، وممرات النقل المشترك لسيارات النقل العام)، أنظر إلى الشكل (26).

✓ **أتحقّق:** أذكر إجراءين يمكن أن تحققهما الدول للتكيف مع آثار التغير المُناخي.

الشكل (25): سد الملك طلال في منطقة مرتفعات تل الرمان في محافظة جرش أحد السدود المستخدمة في تخزين مياه الأمطار في الأردن.

أفكّرُ يعد تطوير البنية التحتية للنقل البري (مثل نظام الباص السريع، وممرات النقل المشترك لسيارات النقل العام) أحد الإجراءات التي يمكن عن طريقها تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة التي تسهم في التغير المُناخي. أبين كيف يمكن لهذا الإجراء إحداث أثر في ذلك.

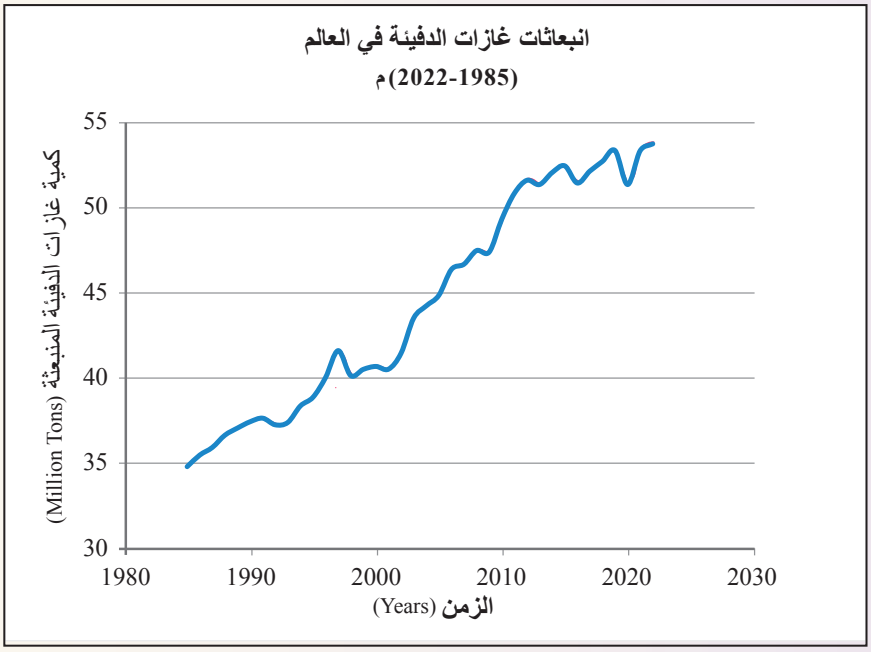
الشكل (26): نظام الباص السريع في الأردن.

نشاط

التغير المُناخي في العالم

يمثل الشكل الآتي انبعاثات غازات الدفيئة في العالم للسنوات (1985 – 2022) م، مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان. ما أثر زيادة غازات الدفيئة في مُناخ العالم؟

أصوغ فرضيتي: أصوغُ فرضيّةً بالتعاونِ مع زملائي/ زميلاتي توضح العلاقة بين انبعاثات غازات الدفيئة والتغير المُناخي في العالم.



أختبر فرضيتي:

1. أدرس الشكل الذي يمثل انبعاثات غازات الدفيئة في العالم.
2. أحدد أعلى كمية غازات دفيئة منبعثة وأقل كمية بين العامين (1985 – 2022) م.
3. **أستنتج** الاتجاه العام لكمية غازات الدفيئة المنبعثة مع الزمن في العالم.
4. **أستنتج** أسباب ازدياد كمية غازات الدفيئة في العالم.
5. **أتنبأ:** هل ستزداد كمية غازات الدفيئة في المستقبل أم ستنخفض؟

التحليل والاستنتاج:

1. أحدد المتغير المستقل والمتغير التابع.
2. **أتوقع** تأثير زيادة غازات الدفيئة في مُناخ الأردن في المستقبل.
3. **أتحقق** من صحة فرضيتي في ضوء النتائج التي حصلت عليها.

الأردن وتحدي التغير المُناخي

Jordan and Climate Change Challenge

الربط بالبيئة

يظنّ العلماء أن تغير المُناخ سوف يؤدي إلى مخاطر رئيسة في قطاع التنوع الحيوي والنظم البيئية بسبب الارتفاع والانخفاض في درجات الحرارة والتغير في نسب الهطْل المطري وزيادة طول موسم الجفاف.

أفكّر

كيف يمكن أن يؤثر تغير المُناخ في القطاع الزراعي في الأردن؟

تراوحت متوسطات درجة الحرارة في الأردن بين العامين 1922م و 2022م من (18.86) °C إلى (19.77) °C، ويتوقع أن تزداد متوسطات درجة الحرارة في المستقبل. وعلى الرغم من أنّ الأردنّ لا يعد بلدًا مُسبِّبًا للتغير المُناخي، حيث إنّ إسهاماته العالمية في انبعاثات غازات الدفيئة ضئيلة جدًّا مقارنة بدول العالم المختلفة، إلا أنه أحد الدول المتأثرة به، فمن المتوقع أن يشهد الأردن ارتفاعًا ملحوظًا في درجات الحرارة، ويمكن أن يتجاوز متوسط الحد الأقصى لارتفاع درجات الحرارة (42 – 44)°C، أنظر إلى الجدول (4) الذي يمثل التوقعات عن بعض التغيرات المُناخية التي قد تحدث في الأردن في المدة الواقعة بين (2070 - 2100) م.

شارك الأردنّ في كثير من الاتفاقيات الدولية بهدف التكيف مع التغير المُناخي وآثاره، والتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة التي تسهم في التغير المُناخي في المملكة والعالم، ومن هذه الاتفاقيات اتفاقية باريس، واتفاقية بازل، واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية.

الجدول (4): التوقعات المُناخية لمُناخ الأردنّ للمدة الزمنية (2070 - 2100)م ودرجة تقييمها.

المتغير المُناخي	التوقع	درجة التقييم
متوسط درجة الحرارة القصوى	بين (42 – 44)°C	قوي
متوسط الزيادة في درجة الحرارة	زيادة بمقدار 2.1 °C	قوي
هطْل الأمطار	انخفاض هطْل الأمطار خصوصًا غرب الأردنّ	متوسط
تساقط الثلوج	انخفاض معدل سقوط الثلوج	متوسط
أمطار غزيرة	تساقط غزير للأمطار أعلى من 10 mm	منخفض

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** **أستنتج** كيف يتنبأ العلماء بالتغيرات المستقبلية في المُناخ.

2. أوضح المقصود بكل من: المُناخ، والتغير المُناخي، والتنبؤ المُناخي.

3. أحدد أيّ العبارات الآتية من الإجراءات المتبعة للتكيف مع التغير المُناخي وآثاره ، وأيّها يُعدّ من الإجراءات المتبعة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة التي تسهم في التغير المُناخي.

أ . تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنازل والشركات.

ب. استخدام الطاقة الشمسية والرياح لتوليد الكهرباء.

ج. إنشاء مزيد من المتنزهات الحضرية والمساحات الخضراء؛ بغية تخفيف ارتفاع درجات الحرارة في المدن.

د . تنمية الزراعة المستدامة واعتماد أنواع مقاومة للجفاف.

هـ. تشجيع الناس على استخدام وسائل النقل العامة والدراجات بدلًا من السيارات الخاصة.

و . إعداد خطط طوارئ للتصدي للكوارث الطبيعية المتوقعة بسبب التغير المُناخي.

ز . تطوير البنية التحتية لتخزين المياه وتوزيعها؛ بغية التصدّي لتغيرات الأمطار وتوفير الوصول إلى المياه في الأوقات الجافّة.

4. **أفسر:** تعتمد المحاكاة الإحصائية على البيانات المُناخية التاريخية للتنبؤ بالتغير المُناخي.

5. أحدد: ما العوامل المُناخية التي يمكن أن تشملها توقعات نماذج التنبؤ بالتغير المُناخي؟

6. **أتوقع:** كيف تؤثر إستراتيجيات التكيف والتخفيف من التغير المُناخي في تقليل التأثيرات السلبية للتغير المُناخي في المدن الساحلية مقارنة بالمناطق الداخلية؟

7. **أصوغ فرضيتي** التي توضح أثر حدوث انفجار بركاني في منطقة ما، وانبعاث كميات هائلة من أكاسيد الكبريت والرماد البركاني إلى الغلاف الجوي في المُناخ وتأثيرها مستقبلًا في التغير المُناخي.

8. **أطرح سؤالًا** إجابته: «التغير المُناخي».

9. **السبب والنتيجة:** كيف تؤثر إزالة الغابات في حدوث التغير المُناخي؟

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، يمتد تأثيرها إلى $25\ km^2$ تقريبًا وتستمر بضع ساعات. وقد تؤثر أكبرُ العواصف، مثل العواصف المدارية، والزوابع في قارات بأكملها، وقد تدوم 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 قد ترتفع مسافة مترين.

والعواصف الرملية في الأردنّ 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 إلى 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 الجافّة، وتزيل الموادّ العضوية والجزيئات الأخفَّ وزْنًا الغنية بالمغذيات .

الكتابة في الجيولوجيا

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

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:

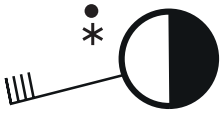
أ . الجبهة الهوائية الباردة.

ب. الجبهة الهوائية الثابتة.

ج. الجبهة الهوائية الدافئة.

د. الجبهة الهوائية المقفَلة.

- أتأمّل الشكل المجاور، ثم أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في الأسئلة: (2،3،4) الآتية:



2. تقدر سرعة الرياح التي يمثلها بوحدة العقدة:

أ . 20 knot.

ب. 40 knot.

ج. 2 knot.

د. 4 knot.

3. نوع الهطْل الذي يمثله الرمز في الشكل هو:

أ . تساقط ثلجي.

ب. مطر خفيف متقطع.

ج . رذاذ وثلوج خفيفة.

د . مطر غزير مستمر.

4. النسبة المئوية لتغطية السماء بالغيوم في الشكل هي:

أ . 100 %　　ب. 60 %

ج . 50 %　　د . 10 %

5. متوسط التغير في حالة الطقس في مدة زمنية طويلة في منطقة معينة هو:

أ . الطقس.　　ب. المُناخ.

ج . الكتلة الهوائية.　　د . الجبهة الهوائية.

6. ما اتّجاهُ الرياح الذي تشير إليه ريشة الرياح في الشكل الآتي؟

أ . جنوب شرق.　　ب. الجنوب.

ج. الشرق.　　د . جنوب غرب.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

1. خريطة جغرافية لمنطقة ما توضّح عناصر الطقس المُتنبَّأ بها في وقت معيّن على مساحة ممتدة محدّدة، لاستخدامها في التنبؤ عن الحالة الجوية: .....
.....

2. بيانات الطقس التي تعُرَضُ 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 المتشكِّلة عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيّتين باردتين، الأمامية باردة والخلفية باردة جدًّا: .....

6. يسمى التغير في نمط الطقس على المدى الزمني الطويل، الذي يمكن أن يتضمن تغيرات في درجات الحرارة، وتوزيع الأمطار: .....

السؤال الثالث:

أفسّرُ كلًّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

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

2- يتكوّن جهاز الأنيمومتر من أنصاف كُرات فلزية مجوّفة.

3- يُعدّ تطوير البنية التحتية المقاومة للتغيرات المُناخية من الإجراءات المتبعة للتكيف مع التغيرات المُناخية.

السؤال الرابع:

أستنتج: يتّصِف مقياس درجة الحرارة العظمى بوجود اختناق في الأنبوب الزجاجي أسفل التدريج قريبًا من مستودَع الزئبق.

السؤال الخامس:

أصِف بخطوات كيف يتشكّل المرتفع الجوي الدافئ.

السؤال السادس:

أوضح كيفية تشكُّل المنخفض الجوي الجبهي.

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 الجافّ والرطب 4 °C.

- أبيّن الرطوبة النسبية المقيسة للهواء.

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

السؤال التاسع:

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

السؤال العاشر:

أوضح كيف تُستخدَم دراسة السجلات الجيولوجية مثل أنواع الصخور المختلفة في توقع التغيرات المستقبلية للمُناخ.

السؤال الحادي عشر:

أحدد ثلاثة متغيرات قد تحدث عند حدوث تغير في المُناخ.

السؤال الثاني عشر:

أقدم دليلًا على صحة ما ورد في العبارات الآتية، ثم أصوب غير الصحيحة منها.

1. تحسين البنية التحتية المقاومة للتغيرات المُناخية يشمل بناء السدود والأنفاق المقاومة للفيضانات فقط.
2. الاستجابة لتغير المُناخ تتطلب جهودًا فردية من الحكومات والمجتمعات.
3. زيادة التعاون الدولي في مجال تغير المُناخ يمكن أن يساعد على تقليل تأثيراته السلبية.
4. زراعة الأشجار وحماية الغابات من بين الإجراءات التي يتخذها العالم للتكيف مع تغير المُناخ.
5. تبني أساليب الإخلاء الطارئة للحد من تأثير الكوارث الطبيعية هو جزء من إستراتيجيات إدارة المخاطر المرتبطة بالتغير المُناخي.
6. تشجيع استخدام السيارات الخالية من الانبعاثات الكربونية هو جزء من الجهود المبذولة للتكيف مع التغير المُناخي.

الوحدة 2

الإنسان والموارد البيئيّة

Human and Environmental Resources

قالَ تعالى:

﴿وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُم مُّؤْمِنِينَ ﴿٨٥﴾﴾ (سورة الأعراف، الآية 85)

أتأمّل الصّورة

تُعَدُّ الزيادةُ السكّانيّةُ المُفرِطة من أهمّ مُسبّبات استنزاف الموارد الطبيعيّة، ما يؤدي إلى حدوث العديد من المشكلات البيئيّة. فما أثرُ الزيادة السكّانيّة في البيئة والتغير المُناخي؟

الفكرة العامّة:

تـؤدّي الزيـادةُ الكبيـرةُ فـي عـددِ السـكّان (الانفجـار السكّاني)، إلى اسـتنزاف الموارد الطبيعيّـة، وحـدوث مشـكلات بيئيّـة مختلفـة وحـدوث تغيـر مُناخـي.

الدرس الأول: الانفجار السكّاني

الفكرة الرئيسة: يزداد عددُ السكّان مع مرور الزمن، ما يؤدّي إلى حدوث الانفجار السكّاني.

الدرس الثاني: الانفجار السكّاني واستنزاف الموارد الطبيعية

الفكـرة الرئيسـة: تـؤدّي الزيـادة الكبيـرة في عدد السكّان إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعيّـة، ما يجعلها عُرْضَةً للاسـتنزاف.

الدرس الثالث: اسـتنزاف المـوارد الطبيعية والتغير المُناخي

الفكرة الرئيسـة: يُسـهم اسـتنزاف المـوارد الطبيعية في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة التي تسبب التغير المُناخي، ما يتطلب العمل بجِدّ لاستدامتها.

الانفجار السكّانيّ واستنزاف الموارد الطبيعيّة

أُجْرِيَتِ العديـدُ من الدّراسـات العِلميّة التي تُبيّن أثـرَ زيادة عدد السكّان الكبيرة في الموارد الطبيعيّـة، والمشكلات البيئيّة التي تُسبّبها. فكيف تؤثّر زيادة عدد السكّان في الموارد الطبيعيّة؟ وما المشكلات المتوقَّعُ حدوثُها؟

خُطُوات العملِ:

1 أَقرأ العباراتِ الآتيةَ التي تمثّل مُلخَّصًا لبعض الدّراسات العِلميّة:

- "تشير تقديراتُ بعض الإحصاءات العالميّة إلى أن أعداد السكّان على سطح كوكب الأرض في ازدياد مستمرّ؛ إذ سيصل عدد سكّان العالم بحلول منتصَف عام 2050 م إلى 9.7 billion تقريبًا".
- "يُتَوَقَّـعُ أن تصبـحَ الميـاهُ أثمـنَ الموارد الطبيعيّة فـي القَرن القـادم، إذ إنّ الزيادةَ المُطَّـرِدةَ في عدد سـكّان كوكب الأرض سـوف تتسـبّب في تلوُّث المياه السـطحيّة والمياه الجوفيّة واسـتنزافها".
- "تؤدي الزيادة السكّانية في العالم إلى تزايد كميّة النُّفايات الصُّلبة والسائلة والغازيّة، وصعوبة التخلّص منها".
- "ارتفع استخدام الموارد الطبيعية خلال خمسين السنة الماضية من 27 مليار طنّ إلى 92 مليار طنّ، ويتوقع أن يبلغ استخدامها 190 مليار طنّ بحلول عام 2060 م، ورافق ذلك ازدياد انبعاثات غازات الدفيئة على مستوى العالم، والتأثير بنسبة كبيرة تقدّر بأكثر من 90% على التنوع الحيوي والإجهاد المائي".

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

3 أتَناقَش وأفرادَ مجموعتي في العبارة التي اخترتُها، وأحدّد تأثير ازدياد عدد السكّان في البيئة والتغير المُناخي.

4 أعرِض النتائج التي توصَّلتُ إليها على بقية المجموعات.

التّحليل والاستنتاج :

1. أوضِّح: كيف يمكن أن تسهم زيادة عدد السكّان في استنزاف الموارد الطبيعيّة، كالمياه السطحيّة والمياه الجوفيّة؟
2. **أستنتِج** أثرَ تراكُم النُّفايات الصُّلبة والسائلة والغازيّة في البيئة.
3. **أتوَقّع** تأثير ازدياد عدد السكّان في تفاقم حدة مشكلات التغير المُناخي.

الدرس 1

الانفجار السكّاني
Population Explosion

الفكرة الرئيسة:

يزداد عددُ السكّان مع مرور الزمن، ما يؤدي إلى حدوث الانفجار السكّاني.

نتاجات التعلّم:

- أوضّح المقصود بكلٍّ من: الانفجار السكّاني، والنموّ السكّاني.
- أناقش زملائي/ زميلاتي في العوامل المؤثرة في النموّ السكّاني.
- أوضّح العلاقة بين عدد سكّان الأرض منذ بداية العصر الصناعي والزمن.
- أناقِش زملائي/ زميلاتي مستعينًا بالأدلّة في أعداد السكّان الذين يمكِن أن تُعيلَهم الأرضُ.

المفاهيم والمصطلحات:

الجماعات السكّانيّة البشرية
Human Population Groups

النموّ السكّاني Population Growth

السَّعةُ التحمُّليّةُ Carrying Capacity

الانفجارُ السكّانيُّ Population Explosion

الدّيموغرافيا (علم السكّان) Demography

تعود كلمة Demography إلى اللّغة اليونانية، وهي كلمة تتكوّن من مقطعين: (Demo) ويُقصَدُ بها السكّانُ، و(graphy) وتَعني وصْفًا للشيء، وبذلك يكون معنى الكلمة بمُجمَلِها وصْفَ السكّان، غير أنها باتَت تعبّر عن عِلم السكّان؛ لذا فإن الدّيموغرافيا هي الدراسة العِلميّة للمجتمعات البشرية من حيث الحجم والنموّ.

نُمُوُّ الجماعات السكّانيّة Population Groups Growth

يعتمد عِلْمُ السكّان على البيانات الإحصائيّة المختلفة؛ ذلك لأنها تتناول دراسة أحوال السكّان في مدة زمنية معيَّنة بما في ذلك توزيعُهم الجغرافي، كذلك تَدرسُ حركةَ السكّان الطبيعيّة مثل الانتقال من الريف إلى المدينة، وغير الطبيعيّة مثل الهجرات القسريّة الناتجة من الكوارث الطبيعيّة وغير الطبيعيّة، وما ينجم عنها من زيادة أو نقصان في حجم السكّان. أنظر إلى الشكل (1/ أ، ب) الذي يمثّل زيادة الزحف العمراني في مدينة عمّان بسبب زيادة أعداد السكّان.

الشكل(1/ أ): صورة لمدينة عمّان قديمًا.

ويمكِن تقسيمُ مصادر البيانات الإحصائيّة التي تعتمِدُ عليها دراسةُ أحوال السكّان مجموعتين رئيستَين، هما:

أوّلًا: مصادر البيانات الثابتة، ويمثّلها التّعداد العامّ للسكّان لدراسة الخصائص والمتغيّرات السكّانيّة في مجتمعٍ ما داخِلَ منطقة جغرافيّة محدَّدة، وذلك في مدة زمنية مُعيَّنة تمثيلًا تفصيليًّا دقيقًا.

ثانيًا: مصادر البيانات غير الثابتة، ويمثّلها حركة السكّان في كل مجتمع من المجتمَعات، مثل السّجلّات الحيويّة التي تُسَجَّلُ فيها الأحداثُ عند وقوعها، أو بعد وقوعها بمدّة زمنية قليلة، وتختص هذه السّجلّاتُ بوقائعِ الولادة، والوفاة، والزواج، والطلاق. وكذلك سجلّاتُ الهِجرة التي تعكسُ رغبة الإنسان في مغادرة منطقة جغرافية محدَّدة تصعُبُ معيشتُه فيها إلى منطقة أخرى أكثرَ ملاءَمَةً.

ويُطلَقُ على مجموعة الأفراد الذين يُقيمون في منطقة جغرافيّة محدَّدة، أو يتشاركون في خصائصَ مماثِلَةٍ، وفي ما بينهم من علاقات منها التزاوجُ والإنجابُ اسمُ **الجماعات السكّانيّة البشرية Human Population Groups** ويعتمد نموّها على مِحورَين اثنين، هما: معدَّلات المواليد، ومعدَّلات الوفَيات. وهذا يعني أنه إذا كان معدَّلُ المواليد يفوق باستمرار معدَّلَ الوفَيات، فإنّ عددَ سكّان العالَم سيكون في تزايدٍ مستمرٍّ، فكلّما زادَ الفرقُ بينهما، ازداد النموّ السكّاني. ويُعرَف **النموّ السكّاني Population Growth**

الشكل(1/ب): ازدياد الزحف العمراني في مدينة عمّان حديثًا.

أصِف التغير في حجم السكّان في مدينة عمّان قديمًا وحديثًا.

الرّبط بالجغرافيا

يُجرى التّعدادُ العامُّ للسكّان عن طريق جَمْع البيانات المتعلّقة بالخصائص السكّانيّة، كالنموّ السكّاني، وعدد المواليد والوفَيات، وكذلك العوامل الاقتصادية، والاجتماعية لجميع السكّان في دولة معيّنة، أو داخلَ حدود منطقةٍ جغرافيّة محدَّدةٍ، بهدف تحديد الحاجات العامّة للسكّان. وتُعدُّ دائرةُ الإحصاءاتِ العامة الجهة المسؤولة عن إجراء التّعداد العام للسكّان في الأردن.

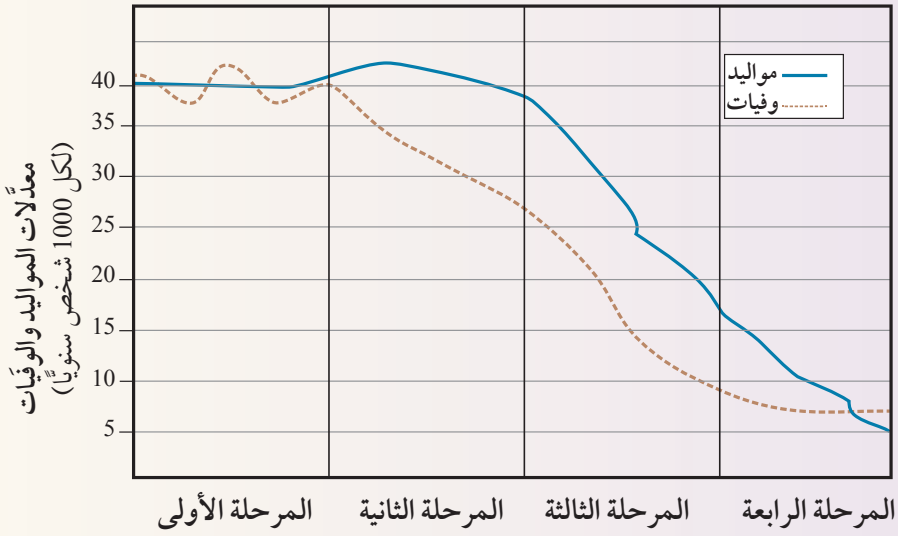
بـأنــه اختـلاف أعـداد السـكّان نتيجـة الفـرق بيـن معـدل المواليـد ومعـدل الوفَيـات ومعـدلات الهجـرة خـلال مـدة زمنيـة معينة.

تتغير خصائص الجماعات السكّانية البشرية نتيجة للتغيّرات التي تطرأ على حالة السكّان من حيث المواليدُ والوفَيات والهجرة، وما تتعرّض له هذه الجماعاتُ من ظروف أخرى. وتمرُّ هذه التغيّراتُ بمراحلَ أربعٍ، تسمّى مراحل التحوّل الديموغرافي، لكي أتعرّفها سأنفذ النشاط الآتي.

نشاط

مراحل التحوّل الدّيموغرافي

يمثّل الشكل الآتي مراحل التحوّل الدّيموغرافي الأربع، أدرسه ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



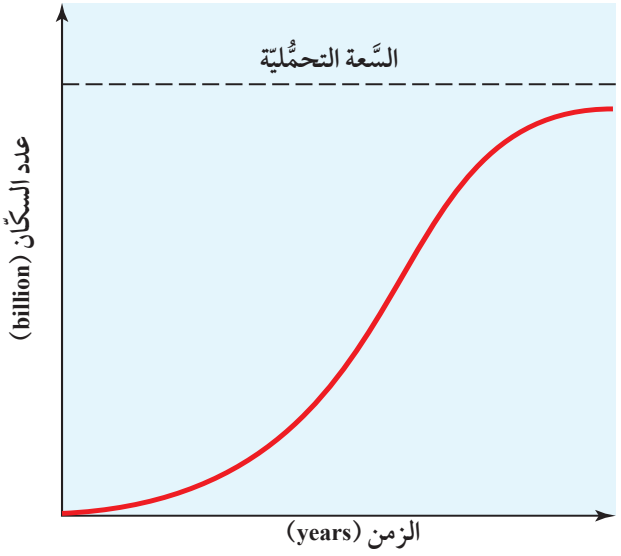
التّحليل والاستنتاج:

1. **أتوقع** سبب حدوث ثبات نسبي في عدد السكّان في المرحلة الأولى.
2. **أقارن** بين التغيرات التي حدثت في معدلات المواليد ومعدلات الوفَيات بدءًا من المرحلة الأولى حتى المرحلة الرابعة.
3. **أستنتج** سببَ التحوُّل الدّيموغرافي بين كل مرحلة وأخرى.
4. **أستنتج** في ضوء مراحل التحول الدّيموغرافي الأربع الموضحة في الشكل مزايا المرحلة الخامسة المستقبَليّة عند حدوثها.
5. **أتوقع:** أين يمكن تصنيف الأردن بحسب مراحل التحول الديموغرافي.

لاحظتُ من النشاط أن التغيرات بين معدَّلات المواليد نسبة إلى معدَّلات الوفَيات أدت إلى حدوث مراحل التحوّل الدّيموغرافي الأربع.

السَّعة التحمُّليّة للسكّان Human Carrying Capacity

لا يهتـم العلمـاءُ بمقدار النمـوّ السـكّاني فقط، بل يهتمّـون أيضًا بمعرفـة مـا إذا بلغـت الجماعـات السـكّانيّة البشـرية السَّـعة التحمُّليّة أم تجاوزَتهـا، إذ إنّ للجماعـات الحيويـة جميعِها، ومنهـا الجماعاتُ السـكّانيّةُ البشـرية سَـعَةً تحمُّليّـةً إذا تجاوزتهـا فإنهـا تؤثّر فـي النظام البيئـيّ. وتُعـرَفُ **السَّـعَةُ التحمُّليّـةُ Carrying Capacity** بأنهـا عـددُ الجماعـات السـكّانية البشـرية التـي يمكِـن للنظـام البيئـيّ دَعْمُهـا وإعالتُهـا. أنظـر إلـى الشـكل (2)، الـذي يمثّـل منحَنـى نُمُـوٍّ نِسـبيّ تقتـربُ فيـه الجماعـات السـكّانية البشـرية تدريجيًّـا مـن السَّـعة التحمُّليّـة للبيئـة، إذ يبيِّـن أن النّمـوَّ يبـدأ بطيئًا، ثم يـزداد إلى أن يصلَ حـدًّا أقصى، وبعـد ذلك يقِـلُّ تدريجيًّا عندما تقترب الجماعات السـكّانية البشـرية مـن الحدّ الأقصـى لنموِّهـا. ولا يمكِنُ لمعظـم الجماعات السـكّانية البشـرية الاسـتمرارُ فـي النّمو متجـاوزةً مقـدارًا معيّنًا؛ لأنهـا في نهاية الأمـر تسـتهلكُ جميـع المـوارد المتوافـرة فيهـا، وعند نقطـة محددة يتوقـف مسـتوى الجماعـة عـن النمـو والازديـاد؛ ومـن ثَـمَّ، تكـون البيئـة التي تعيـش فيها الجماعات السـكّانية البشـرية قـد وصلت إلى سَـعتها التحمُّليّة.



الشكل (2): مُنحَنى نُمُوٍّ نِسبيّ تقترب فيه الجماعات السكّانية البشرية تدريجيًّا من السَّعة التحمُّليّة للبيئة.

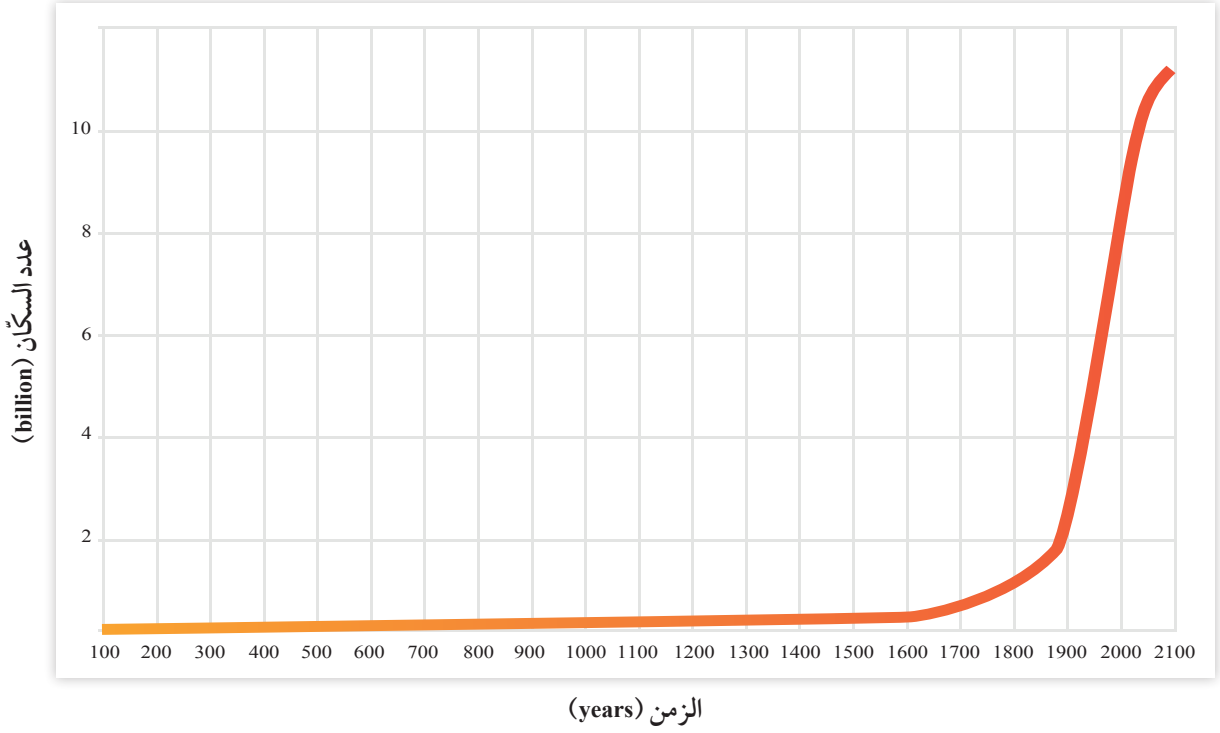
أصِف أضرارَ تجاوُزِ نُمُوِّ الجماعات السكّانية البشرية للسَّعة التحمُّليّة للبيئة.

الانفجار السكّاني Population Explosion

يُعرَفُ **الانفجارُ السكّانيّ Population Explosion** بأنه زيادةُ أعداد السكّان بمعدَّلات كبيرة مع تقلص المدة الزمنية اللازمة لتضاعفهم، ما يؤدي إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعيّة مع مرور الزمن. وتحدث هذه الزيادة نتيجةَ انخفاضِ نسبة الوفَيات بسبب تطوُّر أساليب الوقاية الصحيّة من الأمراض، مع بقاء معدَّلات المواليد مرتفعةً في أكثرِ بلاد العالَم، ما يترتّب عليه اتّساعُ الفجوة بين عدد المواليد وعدد الوفَيات. فما معدَّلاتُ الزيادة السكّانيّة؟ وما العواملُ التي تؤثّر فيها؟

النموّ السكّاني Population Growth

تشير البحوث إلى أن معدَّل الزيادة السكّانيّة قد ارتفع منذ عام 1650م في القرن السابع عشر، بدرجة لم يسبِقْ لها مثيلٌ في المدة السابقة. أنظر إلى الشكل (3).



الشكل (3): العلاقة بين الزمن وعدد سكّان العالم في المدة بين (100–2100) م.

أصِف التغيُّرَ في عدد السكّان منذ عام 1650م، ولغاية الآنَ.

وارتبطت هذه الزيادةُ الهائلة بعواملَ عدة، منها عواملُ اقتصاديّة وأخرى اجتماعيّة، فقد أدّتِ الثورةُ الزراعية إلى تزايُد قُدرةِ الأرض على الإنتاج، واستيعاب أعدادٍ أكبرَ من السكّان، وتسارعت الزيادةُ في عدد سكّان العالَم بسبب عواملَ عدّةٍ، منها تطوّر أنظمة التجارة عالميًّا والاتّصال بين الشعوب المختلفة. وفي القرن العشرين تطوّرتْ معدَّلاتُ الزيادة السكّانيّة، ويُعزى ذلك إلى التطوّر في الأنشطة الصناعية والتجارية، إضافة إلى التقدّم العِلميّ.

العوامل المؤثّرة في النموّ السكّاني

Factors Affecting Population Growth

يختلف النموّ السكّاني من مجتمَع إلى آخرَ نتيجةً لعواملَ عدَّةٍ، منها: عواملُ اقتصاديّةٌ، وعواملُ اجتماعيّةٌ، وأخرى ثقافيّةٌ. ومن العوامل الأخرى التي تؤثّر في النموّ السكّاني عامل الوفَيات، إذ تختلف معدَّلات الوفَيات من مجتمع إلى آخرَ، ومن مدّةٍ زمنية إلى أخرى في المجتمع نفسِه، وتحدث الوفَيات نتيجةَ شيوع الأوبئة والجوائح مثل جائحة كورونا، والحروبِ والكوارث الطبيعيّة والبيئيّة مثل الحرائق، وحوادث السَّير على الطُّرقات، وغيرها من العوامل، أنظر إلى الشكل (4). وتتأثر أيضًا بالتغيّرات الاقتصاديّة والاجتماعيّة التي تسود المجتمَعات، فقد تزيد في المجتمَعات النامية والدول الفقيرة بسبب افتقار النساء إلى خِدْمات الرّعاية الصحيّة في أثناء الحَمْل، وانخفاض مستوى الرّعاية الطبيّة في الولادة، وبعدها مباشرة، وتقلّ في الدول المتقدّمة الغنيّة.

أفكّرُ

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

الربطُ بالصحّةِ

تُعرَفُ خِدماتُ الرعايةِ الصحيّةِ بأنها مجموعُ الخِدماتِ والمؤسّساتِ التي توفّرها الدولةُ للمواطنينَ كافّةً، ومن أمثلتها: المستشفياتُ والصيدليّاتُ، والمواردُ البَشريّةُ كالأطباء والممرضين. ويمتاز الأردنّ بجودة خِدمات الرّعاية الصحيّة فيه.

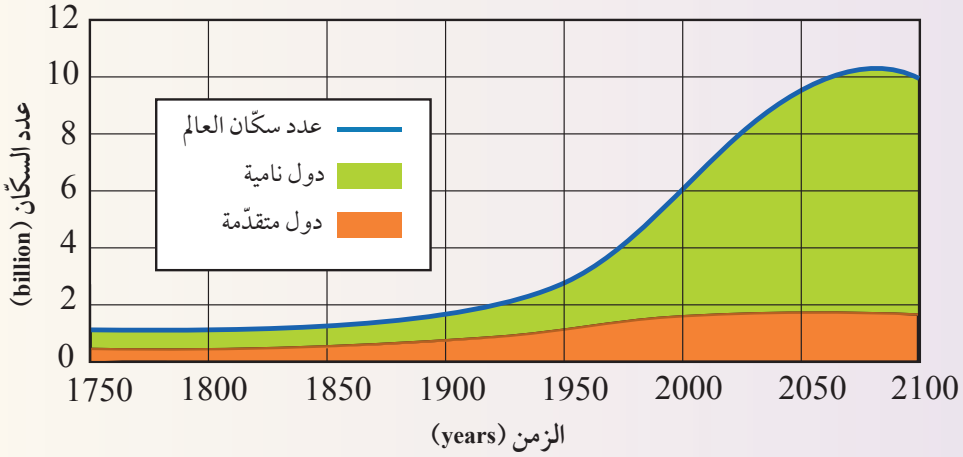
✓ **أتحقّق:** أُوضِّح العواملَ التي تؤثّر في النموّ السكّانيّ.

الشكل (4): تؤدي الكوارث الطبيعية ومنها الحرائق إلى زيادة معدلات الوفيات ومن ثم تؤثر في النمو السكاني.

نشاطٌ

النّموُّ السكّانيّ العالميّ

يمثّل الشكل الآتي، تقديرات عدد سكّان العالَم في المدة الزمنيّة بين (1750 - 2100)م في الدّول النامية والدّول المتقدّمة.



التّحليل والاستنتاج:

1. **أُقارِن** بين الدّول النامية والدّول المتقدّمة من حيث الزيادة في عددُ السكّان في المدة الزمنية بين (1900 - 2000) م.
2. **أتوقّع**: كيف يمكِن أن يكون شكل التغيّر في المنحَنى الذي يمثّل عدد سكّان العالم في غضون عام 2150م؟
3. **أستنتِج** الأسباب التي أدّت إلى الزيادة الكبيرة في عدد سكّان العالم في المدة الزمنية بين (1900-2050)م.
4. **أتوقّع** تأثير ازدياد عدد سكّان العالم في معدَّل استهلاك الموارد الطبيعيّة.

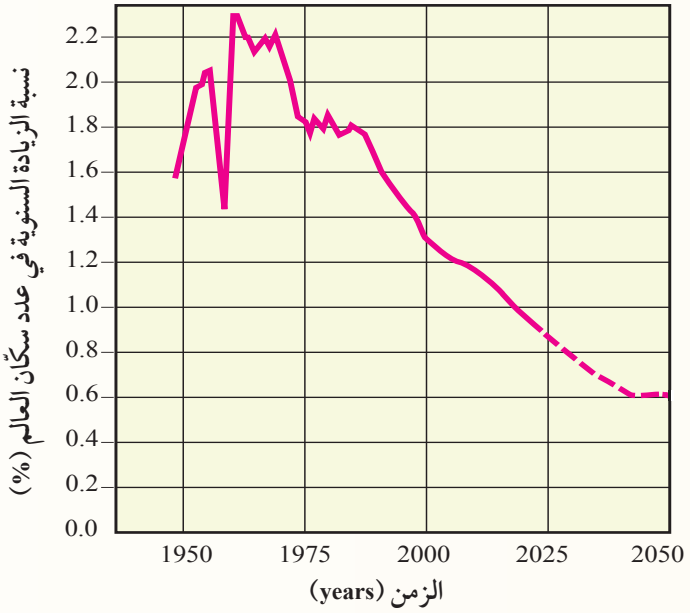
ألاحظ من النشاط السابق أن عدد سكّان العالم قد ازداد بدرجة كبيرة في الوقت الحاضر، وقد حذر العديد من العلماء من هذه الزيادة؛ لما لها من آثار سلبية في الموارد الطبيعية؛ سأدرسها لاحقًا.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة: أفسِّر**: لا يمكِنُ لمعظم الجماعات السكّانيّة البشرية الاستمرارُ في النّموّ متجاوزةً مقدارًا معيّنًا.

2. أوضِّح المقصود بكل مفهوم من المفاهيم الآتية: الجماعات السكّانيّة البشرية، والسَّعة التحمُّليّة، والانفجار السكّاني.

3. أدرُس المخطَّط الآتي الذي يبيّن النسبة المئوية للزيادة السنويّة في عدد سكّان العالم منذ أواخر الأربعينيّات من القرن العشرين، والنسبة المئوية للزيادة المتوقّعة في عدد سكّان العالم حتى عام 2050م من القرن الحادي والعشرين، ثم أجيب عن السؤالين بعدَه:



أ. أحدّد النسبة المئوية المتوقعة للزيادة السنوية في عدد سكّان العالم في عام 2050 م.

ب. أصف كيف تتغير النسبة المئوية للزيادة السكّانيّة منذ عام 1950م حتى عام 2000م.

4. أذكُر عاملين من العوامل التي لها الأثر الأكبر في النموّ السكّاني.

5. **أستنتِج** اعتمادًا على الشكل (3) صفحة (48)، سببَ بَدْءِ الجماعات السكّانية بالنموّ منذ عام 1650م.

6. **أناقش** زملائي/ زميلاتي في أسباب تغير خصائص الجماعات السكّانية البشرية.

7. **أصوغ فرضيتي** أوضح فيها ماذا يمكن أن يحدث إذا زادت نسبة الوَفَيات مع مرور الزمن على افتراض أن عامل معدل المواليد ثابت، ثم أتحقق منها.

الانفجار السكّاني واستنزاف الموارد الطبيعية

Population Explosion and Depletion of Natural Resources

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

تؤدّي الزيادة الكبيرة في عدد السكّان إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعيّة ما يجعلها عُرْضَةً للاستنزاف.

نتاجات التعلّم:

- أشرَح كيف يمكِن لنمط الحياة الاستهلاكي أن يقلّل من قُدرة الأرض على إعالة البَشر.
- أتناقش في دَور الاقتصاد العالميّ في سوء توزيع موارد الأرض الطبيعية.
- أوضِّح أثرَ سوء توزيع موارد الأرض في قدرة الأرض على الإعالة.
- أذكُر أمثلة على دَور الإنسان في تدمير بيئته الأرضيّة في البَرّ والبحر والجوّ.

المفاهيم والمصطلحات:

استنزاف الموارد الطبيعيّة Depletion of Natural Resources

تلوُّث التّربة Soil Pollution

تلوُّث المياه Water Pollution

الإثراء الغذائيّ Eutrophication

التصحّر Desertification

تأثير الإنسان في البيئة

Human Impact on the Environment

منذ أن خلق اللّه تعالى الإنسان وأوجده على سطح الأرض، وهو مرتبط ببيئته التي يعيش فيها، كما أن تقدُّمَه الحضاريّ ارتبط على مدى تاريخه الطويل بتفاعله مع مكوّناتها. ففي مرحلة مبكِّرة من تاريخه كان يعتمد على طعامه بما يحصل عليه من النباتات البريّة، فكان تأثيره في بيئته لا يكاد يتجاوز تأثير الكائنات الحيّة الأخرى. ثم كانت المرحلة التالية، وهي مرحلة الزراعة وما تبِعَها من نشاط زراعيّ، واستثمارٍ للثروة الحيوانيّة؛ لذا أخذ يُحْدِث تغييرات في البيئة مِن حوله. واستمرّ الإنسان في إحداث التغييرات في البيئة حتى وصل إلى مرحلة الثورة الصناعيّة، إذ أصبح يحتاج إلى الموارد الطبيعية من أجل استثمارها وتحقيق الأرباح؛ ما أدى إلى استهلاك غير متكافئ للموارد بين الدول الغنية والفقيرة؛ أدى إلى سوء في توزيع موارد الأرض بين بلدان العالم، وتأثرت البيئة بشكل كبير، فظهرت العديد من المشكلات البيئيّة التي أثّرت في صحة الإنسان والاتّزان البيئيّ على سطح الأرض. فما هذه المشكلات؟ وما السُّبُلُ لتفاديها؟ أنظُر إلى الشكل (5).

الشكل (5): النُّفايات الصُّلبة التي يُلقيها الإنسان في البحار من المشكلات الخطيرة التي تهدِّد حياة الكائنات البحريّة.

أتوقّع تأثير إلقاء النُّفايات البلاستيكيّة في البحار في السّلاحف البحريّة.

الشكل (6): مساحة من الأرض في منطقة الغابات الاستوائيّة المَطيرة تظهر فيها كميّة الأشجار التي قُطِعت منها بصورة جائرة، من أجل استخدامها في الصّناعة.

أتوقّع الزمن اللازم لتعويض الأشجار التي قُطِعت بصورة جائرة.

استنزاف الموارد الطبيعيّة Depletion of Natural Resources

تُعَدُّ الأرضُ نظامًا بيئيًّا مغلَقًا، ومواردها الطبيعيّة محدودةً؛ لذلك فإن زيادة أعدادِ السكّان زيادة كبيرة مع محدوديّة مواردِ الأرض سوف يؤدي إلى **استنزاف الموارد الطبيعيّة Depletion of Natural Resources**، الذي يُعرَف بأنه الاستغلال الجائر للموارد الطبيعيّة بمرور الزمن، دون تعويض النّقصان بالقدْر الكافي. أنظر إلى الشكل (6) الذي يمثّل بعض مظاهر استنزاف الموارد الطبيعيّة. وسيؤثر هذا في قدرة الأرض على إعالة سكّانها على الرغم من أن الأرض لم تصل بَعْدُ إلى الحدّ الأقصى من السَّعة التحمُّليّة؛ لأن هناك مواردَ طبيعيّةً جديدة ما زالت تُكتَشف، ويجري العمل حاليًّا على الاستفادة من الموارد الطبيعيّة المتوافرة، ولكنّ هذا لا ينفي أن قُدْرة الأرض على الإعالة محدودة، ولا يمكن أن تستمرّ إلى ما لا نهاية. ويمكن أن ينتُجَ من استنزاف الموارد الطبيعيّة مجموعةٌ من المشكلات البيئيّة، منها: تلوّث التّربة، وتلوّث الماء، وتلوّث الهواء، والتصحر.

أتحقّق: أصف تأثير الزيادة السكّانية في توافر الموارد الطبيعية.

الربط بالبيئة

تُبذَل كثير من الجهود على المستوى العالمي من أجل استدامة الموارد الطبيعيّة، وذلك عن طريق مجموعة من العمليّات والإجراءات التي تسمح باستغلال الموارد الطبيعيّة بصورة حَذِرة ومنظَّمة لتغطّي حاجاتِنا دون الإضرار بالأنظمة البيئيّة، أو الإضرار بإمكانيّة توافرها للأجيال القادمة.

أفكّر

أتوقّع ماذا يمكِن أن يحدُثَ للموارد الطبيعيّة لو أن سكّان العالَم جميعهم يعيشون في المستوى نفسِه من الرفاهية.

تلوُّث التّربة Soil Pollution

تُعَدُّ مشكلةُ تلوُّث التّربة من المشكلات البيئيّة المُهمّة التي يجب دراستها بعناية، إذ يعتمد بقاء الكائنات الحيّة على سطح الأرض على مدى توافُر التّربة، إضافة إلى أنها من الموارد الطبيعيّة التي تتجدَّد ببُطء. ويُعرَف **تلوُّث التّربة** **Soil Pollution** بأنه أيُّ تغييرٍ في خصائص التّربة الطبيعيّة، أو مكوّناتها، يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها.

ملوّثات التّربة Soil Pollutants

التّربة عُرضَةٌ للتلوُّث بصفتها مصدرًا حيويًّا لحياة الإنسان، ويُعزى تلوُّثُ التّربة إلى أسباب عدة، منها:

1. استخدام الموادّ الكيميائيّة سواءٌ المخصَّصة لحماية النباتات ووقايتها من الأمراض، مثل مبيدات الآفات التي تُستعمَل لمقاومة الآفات التي تفتِك بالمحاصيل الزراعيّة، بالرّشّ أو إضافتها لمياه الرَّي، أم المخصَّصة لتحسين خصائص التّربة، مثل الأسمدة التي يستخدمها المزارعون لتعويض النقص في عناصر التّربة الغذائيّة الضروريّة لنموّ النباتات. أنظر إلى الشكل (7).

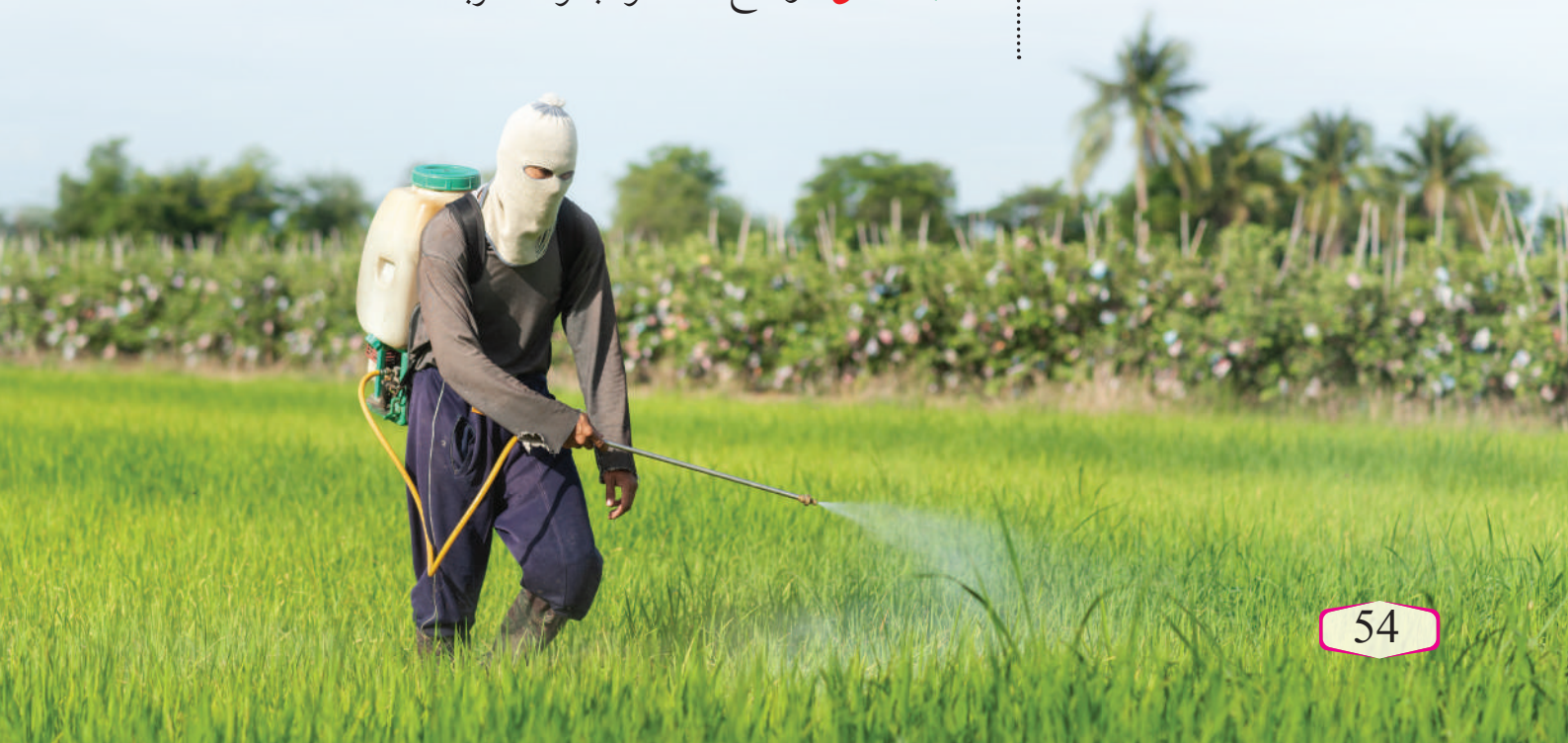
وتعاني بعض المناطق في الأردن (مثل منطقة الغور) تلوّثَ التربة الناجم عن استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية.

✓ **أتحقّق:** أُوضِّح المقصودَ بتلوُّث التّربة.

أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامجِ صانعِ الأفلام (movie maker) يوضِّح ملوِّثات التّربة، وأحرِصُ على أن يشملَ الفيلم صوَرًا توضيحيّةً، ثُمّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

الشكل (7): استخدام مبيدات الآفات لمقاومة آفات المحاصيل.

أستنتِج: ما الآثارُ التي يمكِن أن تنتُجَ من سوء استخدام المواد الكيميائيّة، سواءٌ أكانت مبيداتٍ حشريّةً، أم أسمدة كيميائيّةً في خصائص التّربة؟



2. وصول مُخَلَّفاتِ المصانع، والمنازل، ووسائط النقل إلى التّربة، ما يؤدي إلى تغيير خصائصها.

تلوُّث المياه Water Pollution

يُعرَفُ **تلوُّث المياه** **Water Pollution** بأنه مجمَل التغيّرات التي تحدُث في خصائص المياه الفيزيائيّة والكيميائيّة والحيويّة ما يجعلها غيرَ صالحة للشّرب والاستخدامات المنزليّة والزراعيّة والصناعيّة.

مصادر تلوُّث المياه Sources of Water Pollution

تتنوّع مصادر تلوُّث المياه في الطبيعة ومنها: أنظمة الصّرف الصحيّ، والحُفَر الامتصاصيّة، والتخلُّصُ غيرُ الكفؤِ من النفايات الخطِرة، ومكابّ النفايات الصُّلبة، وتسرُّب المواد الكيميائيّة والنّفط، واستخدام المبيدات الحشريّة والأسمدة في الزراعة، وأنشطة المناجم وغيرها.

ويُعَدُّ الإفراطُ في استخدام الأسمدة الغنيّة بالنّترات والفسفور التي قد يصل الزائد منها ببُطء إلى مواردِ المياه السطحيّة، السّببَ الذي يؤدي إلى زيادة نُمُوِّ الطحالب التي تظهرُ على شكل غِطاءٍ أخضَرَ رقيقٍ على سطح الماء. وعند مَوتِها تتحلّل بفعل البكتيريا الهوائيّة فتستنزف الأكسجين المذاب في الماء ما يؤدي إلى مَوت الكائنات الحيّة المائيّة، وهذا ما يُعرَف بظاهرة **الإثراء الغذائيّ** **Eutrophication**. أنظر إلى الشكل (8).

الرّبط بالعلوم الحياتيّة

تُعَدّ البكتيريا الإشريكيّة القولونيّة Escherichia coli، التي تُعرَفُ أيضًا بجرثومة الأمعاء الغليظة مؤشّرًا حيويًّا إلى تلوُّث مياه الشُّرب بمُخَلَّفات الكائنات الحيّة، وهي بكتيريا تنتمي إلى العائلة المِعَويّة وتُسبِّب أمراض القناة الهضميّة.

أفكّر

لماذا يؤدي رَيُّ المحاصيل الزراعية بالمياه العادمة، أو مياه الأنهار التي تُطرَحُ فيها الفَضَلات المنزليّةُ والصناعيّة إلى تلوُّث التّربة؟

أتحقّق: أُوضِّح المقصودَ بتلوُّث المياه.

الشكل (8): ظاهرة الإثراء الغذائيّ.

أتوقّع: كيف يمكِن مَنْعُ حدوث ظاهرة الإثراء الغذائيّ؟

أفكّر نتيجة لازدياد عدد السكّان في المدن الكبيرة والمزدحمة يحدُث توسُّعٌ عمرانيّ لهذه المدن. أوضِّح أثر هذا التوسُّعِ في فقدان التّربة الزراعيّة، وحدوث التصحُّر.

تلوُّث الهواء Air Pollution

إنّ العديد من أنشطة الإنسان-خصوصًا حرق الوقود الأحفوري المستخدم في وسائل النقل المختلفة والمصانع ومحطات توليد الطاقة الكهربائية- تلوِّث الهواء، ما يؤدي إلى تغيير خصائصه الفيزيائية والكيميائية فيصبح ضارًّا بالكائنات الحية خصوصًا الإنسان، وينتج من تلوُّث الهواء العديد من الآثار السلبية، منها الاحترار العالمي، الذي سأدرسه لاحقًا.

التصحُّر Desertification

يُعرَفُ **التصحُّر Desertification** بأنه تدهور الأراضي في المناطق الجافّة وشبه الجافّة وشبه الرطبة، وانخفاض قدرتها الإنتاجية، وتحوُّلها إلى مناطقَ شبيهة بالصحراء (زحف الصحراء نحو الأراضي الزراعيّة)؛ بسبب استغلال الإنسان المُفرِط لمواردها وسوء أساليب الإدارة التي يطبّقها، إضافة إلى التغيّرات المناخيّة.

العوامل المؤدية إلى التصحُّر Causes of Desertification

يتُج التصحُّر بفِعل عوامل طبيعيّة، مثلِ: تناقُص كميّة الأمطار، وتذبذُبِها من عامٍ إلى آخرَ في بعض المناطق، ما يؤدي إلى حدوث الجفاف وتدمير القُدرة الحيويّة للأراضي الزراعية، وعدم استقرار الأنظمة البيئيّة فيها. ويمكن أن تسهم في حدوث التصحُّر عوامل بَشريّة، مثل: الزيادة السكّانيّة التي تؤدي إلى الزّحف العمرانيّ على حساب الأراضي الزراعيّة، والرّعي الجائر الذي يؤدي إلى زوال الغطاء النباتيّ وتعرية التّربة وانجرافها، وما يتبَعه من نقص في إنتاجيّة الأراضي وتدهورها. أنظر إلى الشكل (9).

أتحقّق: أوضِّح المقصود بالتصحُّر.

الشكل (9): الرَّعْي الجائر أحدُ أسباب التصحُّر.
أوضِّح: كيف يؤدي الرَّعْي الجائر إلى التصحُّر؟

الشكل (10): انجراف طبقة التّربة السطحيّة.

أستنتج: ما العوامل التي تؤدي إلى انجراف التربة؟

مظاهر التصحُّر
Manifestations of Desertification

للتصحُّر مظاهرُ عِدّة، منها: انجراف طبقة التّربة السطحيّة. أنظر إلى الشكل (10). وزحف الرّمال الذي يؤثّر في الأراضي الزراعيّة والرّعويّة ما يُحيل المنطقة المتأثرة بحركة الرّمال إلى حالة من التصحُّر الحادّ، إضافة إلى تملُّح التّربة الزراعيّة بسبب الأساليب الزراعيّة غير الصحيحة.

مكافحة التصحُّر Combating Desertification

خَطَت بعضُ الدول ذاتُ المُناخ الجافّ، وشِبه الجافّ مثل الأردنّ خطواتٍ واسعةً في مقاومة التصحُّر عن طريق زراعة الأشجار لوقف زحْف الرّمال عن طريق مشروع تثبيت الكُثبان الرمليّة، وعمل المصاطب في المناطق الجبليّة لمقاومة انجراف التّربة وتدهوُرِها، إضافة إلى الاستفادة من المياه الجوفيّة والمياه السطحيّة، ومياه السّدود في استصلاح الأراضي الزراعيّة. ويشارِكُ الأردنُّ دولَ العالم في مكافحة التصحُّر، ويتمثّل ذلك في توقيع الأردنّ على الاتفاقيّة الدوليّة لمكافحة التصحُّر منذ عام 1996م، ومن المناطق التي تشهد معدلات عالية من التصحُّر في الأردنّ: الجفر، ومعان، والصفاوي، والرويشد، والأزرق.

الرّبط بالبيئة

تأسّست الجمعيّةُ الأردنيّةُ لمكافحة التصحُّر وتنمية البادية في عام 1990م، وتختص في مجال مكافحة التصحُّر. وتبذل الجمعيّةُ العديدَ من الجهود في هذا المجالِ منها: مشروعٌ بالتعاون مع المدارس بمنطقة أمّ رمانة في محافظة الزرقاء؛ لزراعة الأشجار الحَرَجيّة، وأشجار الزيتون.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أتتبَّع أثر الزيادة السكّانيّة الكبيرة في الموارد الطبيعيّة.
2. أوضِّح كيف تؤدي الممارساتُ الزراعيّة غيرُ الصحيحة إلى تملُّحِ التّربة.
3. **السبب والنتيجة:** كيف يؤدي استخدام مبيدات الآفات الزراعية إلى إخلال اتّزان النظام البيئيّ.
4. أوضِّح العلاقة بين تلوُّث المياه وظهور غطاء أخضرَ رقيقٍ على سطحها.
5. أصِف الجهود التي بذلَتها بعضُ الدول في مقاومة التصحُّر.
6. **أقدم دليلًا** على أن الأرض لم تصل بعد إلى الحدّ الأقصى من السَّعَة التحملية.
7. أبين دور الاقتصاد العالمي في سوء توزيع موارد الأرض الطبيعية.

استنزاف الموارد الطبيعية والتغير المُناخي

Depletion of Natural Resources and Climate Change

الدرس 3

الفكرة الرئيسة:

يُسهم استنزاف الموارد الطبيعية في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة التي تسبب التغير المُناخي، ما يتطلب العمل بجِد لاستدامتها.

نتاجات التعلّم:

- أوضح العلاقة بين استنزاف الموارد الطبيعية والتغير المُناخي.
- أشرح طرائق استدامة الموارد الطبيعية.

المفاهيم والمصطلحات:

الاحترار العالمي

Global Warming

استدامة الموارد الطبيعية

Sustainability of Natural Resources

العلاقة بين استنزاف الموارد الطبيعية والتغير المُناخي

The Relationship between Depletion of Natural Resources and Climate Change

يُسهم استنزاف الموارد الطبيعية مثل الوقود الأحفوري وإزالة الغابات في زيادة انبعاثات وتراكيز غازات الدفيئة التي تسبب التغير المُناخي، ما يؤثر مباشرة في التوازن البيئي. وللتغير المُناخي آثار خطيرة على النظم البيئية والموارد الطبيعية، مثل القضاء على مِساحات كبيرة من الغابات في العالم بسبب حدوث الحرائق الناجمة عن ارتفاع درجات حرارة الغلاف الجوي، وحدوث حالات من الجفاف الحادّ بسبب تناقص معدلات الهطْل المطري ونقصان رطوبة التربة، ما أثر بدوره في الغطاء النباتي والثروة الحيوانية، أنظر إلى الشكل (11). فكيف يؤثر استنزاف الموارد الطبيعية في تغير المُناخ؟ وما سبُل استدامة هذه الموارد؟

الشكل (11): أثر التغير المُناخي في مواطن الكائنات الحية والتنوع الحيوي فيها.

أصف تأثير التغير المُناخي في مواطن الكائنات الحية والتنوع الحيوي فيها.

الشكل (12): إزالة الغابات لأغراض الزراعة والعُمْران.

استصلاح الأراضي Land Reclamation

يؤدي تحويل الأراضي مثل الغابات، إلى أراضٍ صالحة للاستخدام الزراعي أو العُمْراني، أو الصناعي، أنظر إلى الشكل (12)، إلى زيادة تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؛ إذ تُعَدّ الغابات رئة العالم التي تزوده بالأكسجين وتستهلك غاز ثاني أكسيد الكربون بعملية البناء الضوئي؛ لذا فإن عملية إزالة الغابات تسهم إسهامًا كبيرًا في زيادة احتباس الحرارة في الغلاف الجوي ما يتسبب في حدوث التغير المُناخي.

يؤثر استصلاح الأراضي في جودة التربة وقدرتها على تخزين ثاني أكسيد الكربون، فإزالة الغطاء النباتي يؤدي إلى تآكل التربة تآكلًا سريعًا بفعل عوامل الحت والتعرية، وإطلاق ثاني أكسيد الكربون المُخزَّن فيها إلى الغلاف الجوي.

ويؤثر استصلاح الأراضي في أنماط توزيع المياه وتغيراتها على سطح الأرض، فالغابات لها دور كبير في الحفاظ على توازن دورة الماء في الطبيعة عن طريق عملية النتح، وإزالتها والتقليل منها سيؤثر في هذا التوازن، ما يؤدي إلى تفاقم مشكلة نقص المياه في المناطق التي تُعاني شُحّ المياه أصلًا، وزيادة مخاطر حدوث الجفاف، والتأثير في المحاصيل الزراعية. في المقابل ستزداد ظواهر الأمطار الغزيرة في مناطق أخرى من العالم وحدوث الفيضانات الناتجة منها الأمر الذي سيؤدي إلى القضاء على مِساحات واسعة من الأراضي الزراعية.

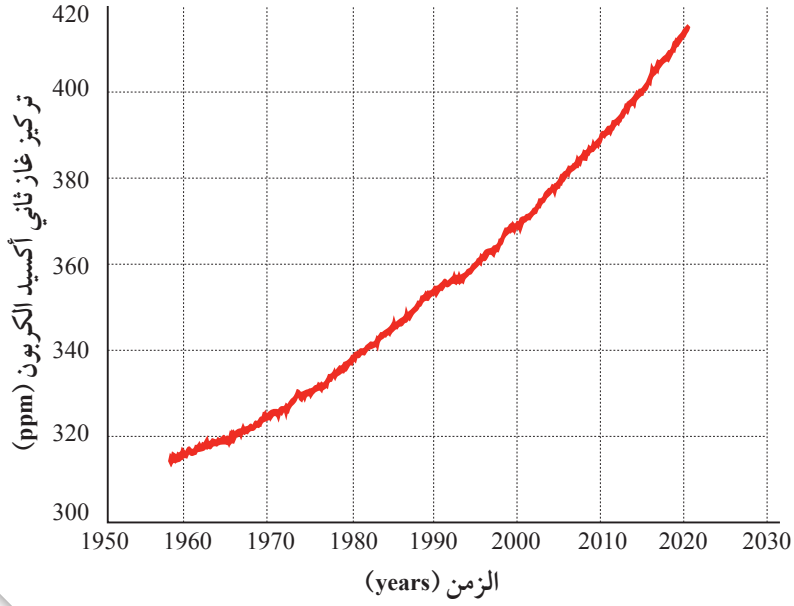
أفكّرُ

كيف يؤثر استصلاح الأراضي في فقدان التنوع الحيوي (البيولوجي) وتدهور النظم البيئية؟

أعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضِّحُ أهمية الغابات في حماية كوكب الأرض من التغير المُناخي، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أبحثُ:

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث عن أثر قطع الغابات الاستوائية المطيرة في التغير المُناخي، ثم أعرض ما توصلت إليه على زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (13): تزايُد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجويّ منذ أواخر الخمسينيات حتى الوقت الحالي.

أصِف: ماذا حدث لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجويّ، منذ عام 1960م تقريبًا وحتى الوقت الحالي؟

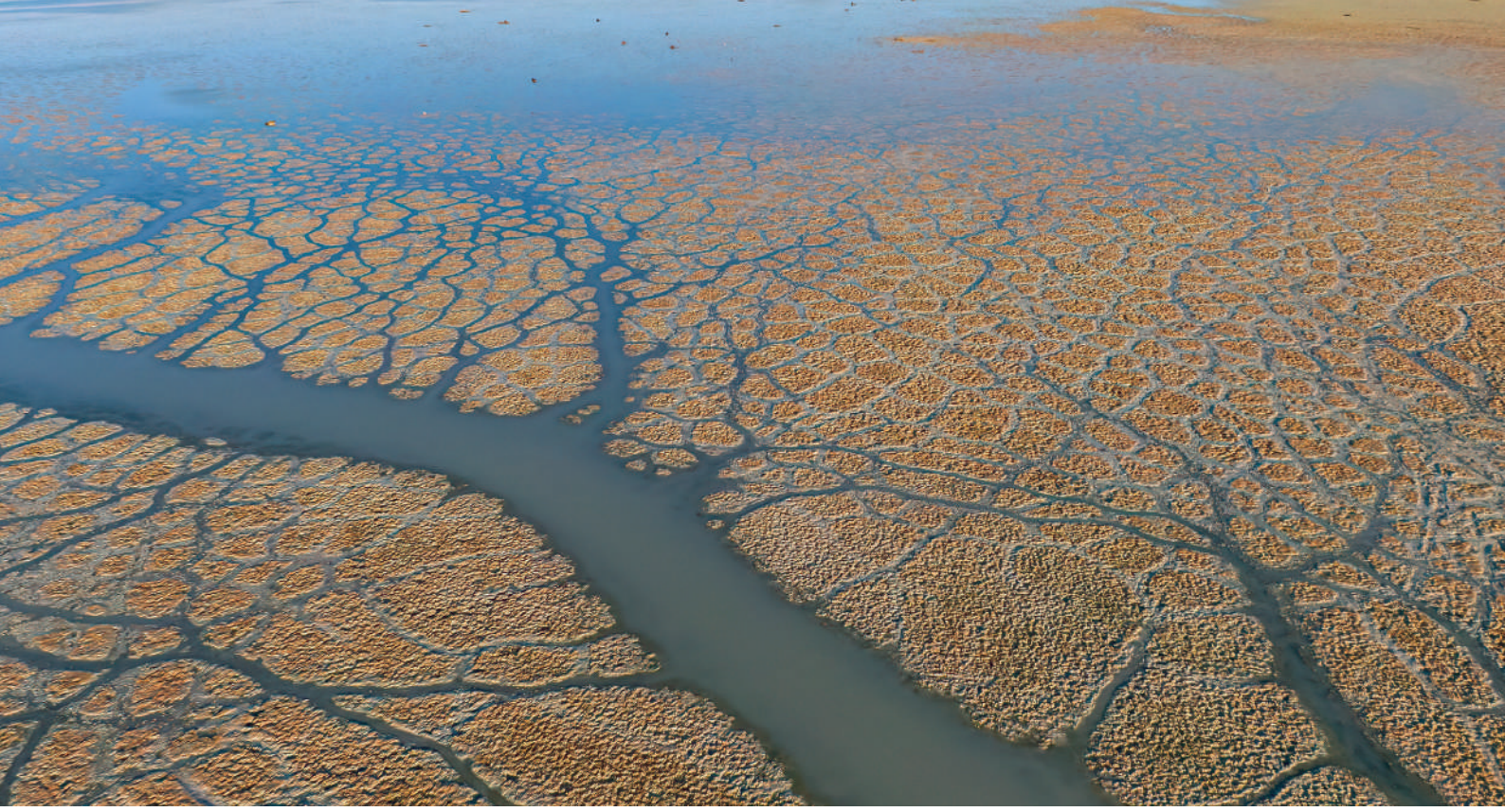
الربط بالتكنولوجيا

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

الوقود الأحفوري Fossil Fuels

تعرفتُ سابقًا أن حرق الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي يؤدي إلى تزايد تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ويُعد غاز ثاني أكسيد الكربون أهم هذه الغازات، ويوضح الشكل (13) تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون منذ أواخر الخمسينيات وحتى الوقت الحالي.

تسهم زيادة تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي إلى حدوث **الاحترار العالمي Global Warming** وهو زيادة تدريجية في معدل درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والبشرية، حيثُ تشير الدراسات إلى أن درجة حرارة الغلاف الجوي قد ارتفعت بمقدار (1.5-2) °C، وقد أدى هذا إلى تغير الأنظمة المُناخية على سطح الأرض، وتهديد حياة كثير من الكائنات الحية، وهذا سيؤدي إلى ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات بسبب انصهار الجليد في القارات القطبية، وارتفاع معدل الهطْل المطري السنوي، ورطوبة التربة وتخزين المياه في مناطق، ونقص المياه في مناطق أخرى.



الشكل (14): جفاف جزئي لبحيرة.

استخدام المياه Water Use

تُستخدَم المياه على نطاق واسع في الزراعة والصناعة والمنازل، ويتطلب ذلك استهلاك كميات كبيرة من الوقود الأحفوري لتشغيل الآلات التي تعمل على تحليتها وتنقيتها وضخّها، ما يؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من غازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي التي تُسهم في زيادة الاحتباس الحراري وتغير الأنظمة المُناخية على سطح الأرض.

كما يؤثر استخدام المياه استخدامًا غير مستدام واستنزافها إلى تدهور الموارد المائية المحلية والإقليمية ونضوبها، وعليه، تقلّ قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون، وزيادة نسبته المنبعثة إلى الغلاف الجوي، أنظر إلى الشكل (14).

وتؤثر التغيرات في توزيع المياه أيضًا على محاصيل الغذاء والغابات، فعندما تنخفض كميات المياه المتاحة للري، ستتأثر الإنتاجية الزراعية وتتضرر الغابات، ما يؤدي إلى زيادة الانبعاثات الكربونية وتقليل قدرة النظم الحيوية على مواجهة التغيرات المناخية.

✓ **أتحقّق:** أوضح أثر استنزاف المياه في التغير المُناخي.

الرّبطُ بالكيمياءِ

إن قابلية ذوبان غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء أكبر بحوالي 20 مرة من قابلية ذوبان غاز الأكسجين في الماء؛ لذلك تُعَدّ المحيطات مستودعًا لغاز ثاني أكسيد الكربون، وعند حدوث استنزاف للمياه ونقصان كميتها فإن قدرتها على امتصاص ثاني أكسيد الكربون ستقل، ما يؤدّي إلى تفاقم مشكلة التغير المُناخي.

استدامة الموارد الطبيعية
Sustainability of Natural Resources

تُعرف **استدامة الموارد الطبيعية** **Sustainability of Natural Resources** بأنها طرائق استخدام الموارد الطبيعية بما يلبّي الحاجات دون الإضرار بالبيئة، والمحافظة على هذه الموارد للأجيال القادمة. ومن طرائق استدامة الموارد الطبيعية ما يأتي:

تنظيم الاستخدام Regulate of Use

يتضمن تنظيم الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية وضع سياسات وقوانين تحدّ من الاستخدام غير المستدام للموارد الطبيعية.

تعزيز التقنيات البديلة والمستدامة
Promoting Alternative and Sustainable Technologies

تطوير التقنيات البديلة التي تعتمد على مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الشمس والرياح، ما يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري ويحدّ من استنزاف الموارد الطبيعية، أنظر إلى الشكل (15).

أفكّر لماذا تُقلل تقنيات الطاقة البديلة من حدوث ظاهرة التغير المُناخي؟

الرّبط بالكيمياء

تستخدم الأمونيا المائية (Ammonia Solution) في معالجة المياه حيث تضاف إلى الماء بشكل متزامن مع الكلور لتكوين مركب الكلورامين (Chloramine) الذي يستخدم كمعقم طويل الأمد لقتل البكتيريا والميكروبات الضارة ويمنع إعادة تلوث المياه أثناء نقلها عبر شبكات التوزيع. ولكن يجب استخدامها بحذر لوجود بعض التأثيرات الضارة لها.

الشكل (15): الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

أقترح مصادر طاقة بديلة أخرى.

تعزيز الممارسات الزراعية المستدامة
Promoting Sustainable Agricultural Practices

تتضمن تقنيات زراعية تُحسّن إنتاجية الأراضي دون تدهورها، مثل الزراعة العضوية والزراعة بالبذور المتكيفة وتقنيات الري الحديثة التي تحسن كفاءة استخدام المياه في الزراعة.

الإدارة المستدامة للموارد المائية
Sustainable Management of Water Resources

تشمل تقنيات مثل جمع مياه الأمطار وتخزينها، واستخدام تقنيات الري الحديثة، مثل الري بالتنقيط والري بالرش، وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة والصناعة، أنظر إلى الشكل (16).

تثقيف الجمهور Public Education

تثقيف الجمهور بأهمية الموارد الطبيعية وضرورة حمايتها واستخدامها استخدامًا مستدامًا، وتشجيعهم على اتخاذ القرارات المستدامة في حياتهم اليومية، ويمكن تحقيق ذلك عبر حملات التوعية في وسائل الإعلام المختلفة، وتنظيم المحاضرات التوعوية في المدارس، وتنظيم المعارض البيئية التي تستهدف تدوير النفايات، بالإضافة إلى القيام بحملات زراعة للأشجار بمشاركة جميع شرائح المجتمع.

الربط بالزراعة

تُعَدّ البذور المتكيفة مع البيئة أحد أنواع الزراعة المستدامة؛ لأنها ليست بذورًا عادية، بل هي بذور متكيفة مع البيئة، وكثيفة الإنتاج، وتتحمل رطوبة التربة وملوحتها، ومتكيفة مع المُناخ والطقس، واقتصادية في استهلاك مياه الري، ومنتجها حُلْو المذاق، وأحجامه كبيرة، ومدة بقاء البذور في التربة بغرض الإنتاج قليلة.

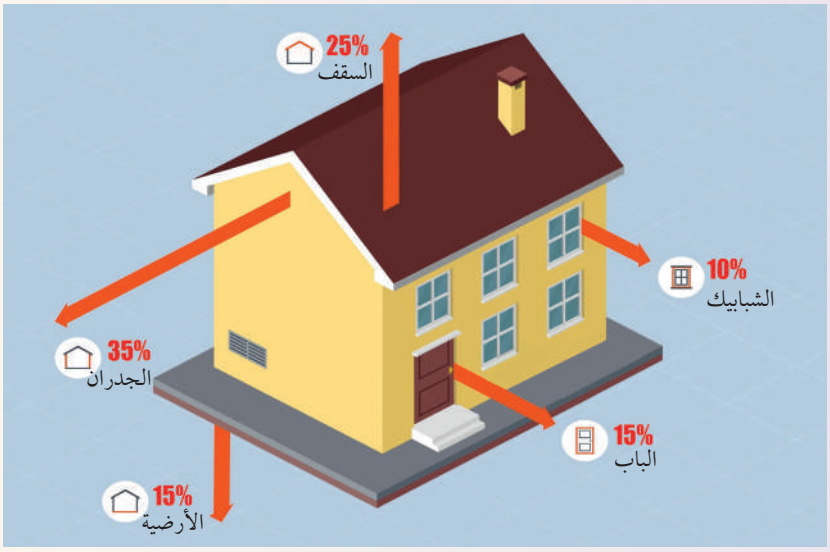
✓ **أتحقّق:** أعدد طرائق استدامة الموارد الطبيعية.

الشكل (16): الري بالتنقيط إحدى الطرائق التي تعزز الإدارة المستدامة للموارد المائية.

نشاط

البناء الأخضر

يُعَدّ البناء الأخضر من طرائق استدامة الموارد الطبيعية، فيُستخدَم في هذا البناء موادّ بناء مستدامة (مثل الطوب المصنوع من الطين الطبيعي أو الطوب المضغوط من موادّ معاد تدويرها، والموادّ العازلة للحرارة المصنوعة من موادّ طبيعية، مثل الصوف والألياف الزجاجية المعاد تدويرها) وتصميمات تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقة والموارد، مثل العزل الحراري الفعّال واستخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء والماء الساخن. أدرس الشكل الآتي الذي يوضح متوسط كمية الحرارة المفقودة من أجزاء أحد الأبنية الخضراء، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:

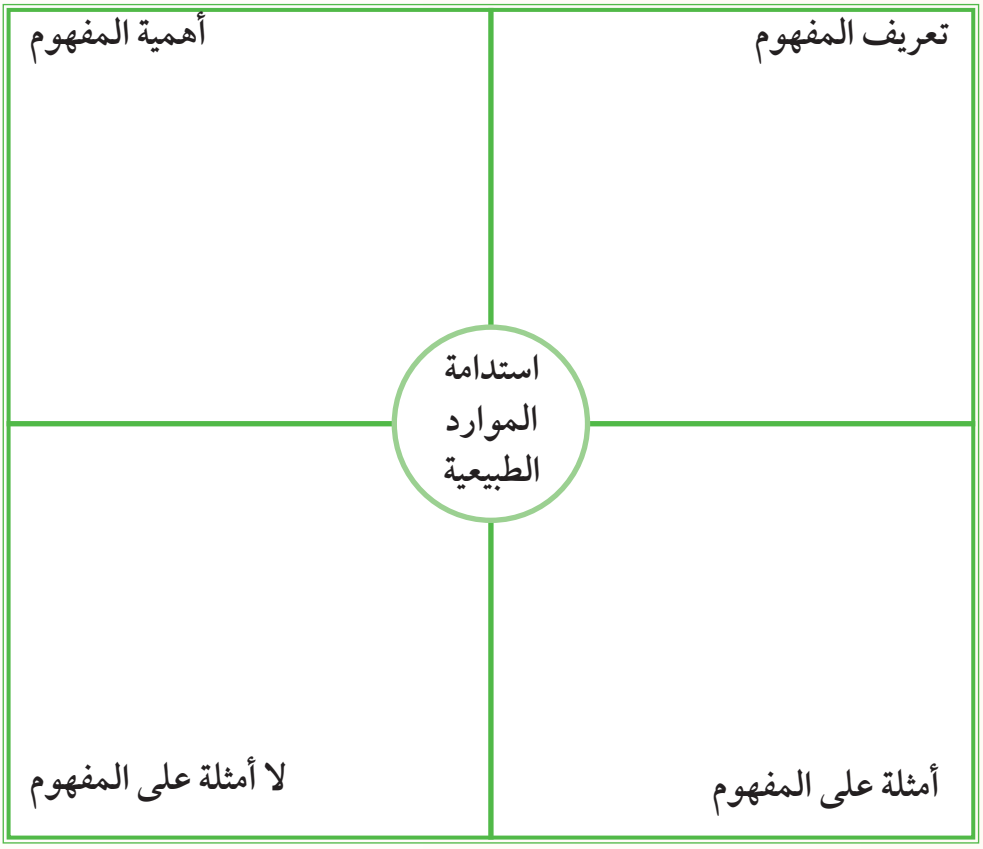


التحليل والاستنتاج:

1. **أتوقع** الأسباب التي تسهم في أن يكون متوسط كمية الحرارة المفقودة من أجزاء هذا المنزل قليلًا مقارنةً بالمنازل غير الخضراء.
2. أوضح تأثير هذا المنزل في التغير المُناخي مقارنةً بالمنازل غير الخضراء.
3. **أتوقع** طريقة توليد الكهرباء في هذا المنزل.
4. **أستنتج** الخطأ الذي وقع فيه أحد الأشخاص عندما صمّم الباب الخارجي الرئيس للمنزل من الحديد لكي يكون أكثر حماية للمنزل من وجهة نظره.
5. **أقترح** طريقة لزراعة حديقة هذا المنزل، وطريقة أخرى لإدارة المياه فيه.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أُوضح العلاقة بين استنزاف الوقود الأحفوري والتغير المُناخي.
2. **أستنتج:** كيف يتسبّب التغير في إدارة المياه في حدوث التغير المُناخي؟
3. أبيّن كيف يؤثر استصلاح الأراضي في توازن دورة الماء في الطبيعة.
4. **أتوقع:** ماذا يمكن أن يحدث لو استخدمت جميع دول العالم طريقة الزراعة بالبذور المتكيفة؟
5. **أتوقع:** ماذا يمكن أن يحدث لو انخفضت كمية المياه المتاحة للري في العالم؟
6. أستخدم نموذج فراير الآتي في تعرُّف مفهوم استدامة الموارد الطبيعية.



7. **أتوقع:** أثر ارتفاع منسوب مياه المحيطات الناتج عن انصهار الجليد.
8. أطرح سؤالًا إجابته: «الزراعة العضوية».

سوء توزيع الموارد المائية على سطح الأرض

Poor Distribution of Water Resources on Earth's Surface

تعدّ الموارد الطبيعية باختلاف أنواعها عنصرًا بالغ الأهمية في أداء الاقتصاد العالمي ونموّه. ومع زيادة النشاط الاقتصادي لدول العالم، زاد الطلب على المياه التي تُعدّ من أهم موارد الأرض الطبيعية. وبحسب المنتدى الاقتصادي العالمي (WEF) فقد احتلّت نُدرة المياه المرتبة الأولى في المخاطر العالمية المُحدِقة بالمجتمعات على مدار الأعوام العشرة التالية. وبحلول عام 2030م، يُتوقَّع أن يتجاوز عدد سكان العالم 8.5 billion مع نموّ اقتصادي كبير. وبحلول ذلك الوقت، يُتوقَّع أن يعيش 4 billion شخص في مناطق ذات إجهاد مائي مرتفع (حينما يتجاوز الطلب المحليّ على المياه كمية المياه العذبة في المنطقة).

الكتابة في الجيولوجيا

مُستعينًا بمصادر المعرفة المتوافرة لدي ومنها الإنترنت، أبحث عن سوء توزيع الموارد المائية على سطح الأرض ثمّ أكتب مقالةً عن ذلك.

السؤال الأوّل: أضعُ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. ينتُج التصحُّر بفعل عمليّات طبيعيّة، مثل:

أ) الزّحف العمرانيّ.

ب) الزيادة السكّانيّة.

ج) الرَّعْي الجائر.

د) تناقص كميّة الأمطار.

2. تشير العبارة الآتية: " زيادة تدريجيّة في معدّل درجات الحرارة العالميّ ناجمة عن النشاطات الطبيعيّة والبَشريّة" إلى:

أ) الانفجار السكّاني.

ب) السَّعة التحمُّليّة.

ج) الاحترار العالَميّ.

د) التصحُّر.

3. تنظيم الاستخدام إحدى طرائق استدامة الموارد الطبيعية التي يُقصد بها:

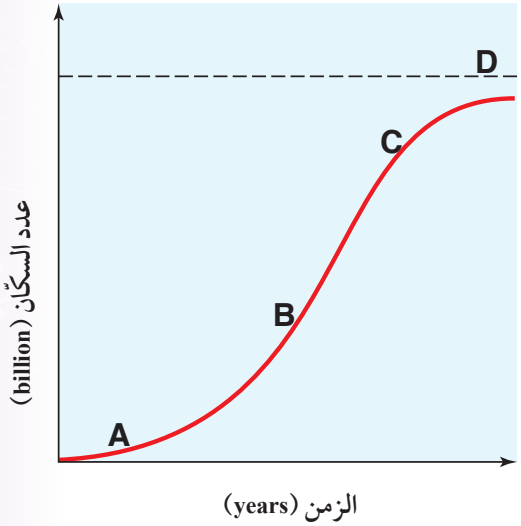
أ) تطوير التقنيات البديلة التي تعتمد على الطاقة المتجددة.

ب) وضع سياسات وقوانين تحد من الاستخدام غير المستدام.

ج) تطوير تقنيات زراعية تُحسّن إنتاجية الأراضي دون تدهورها.

د) تطوير تقنيات تُحسّن من الإدارة المستدامة للموارد المائية.

4. أحدِّد أيُّ أجزاء المخطَّط الآتي (A, B, C, D) تشير إلى السَّعة التحمُّليّة:



أ) A. ب) B. ج) C. د) D.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطَلحاتِ:

أ - يُسمّى مُجمَلُ التغيّرات التي تحدث في خصائص المياه الفيزيائيّة والكيميائيّة والحيويّة، ما يجعلها غيرَ صالحة للشرب، والاستخدامات المنزليّة والزراعيّة والصناعيّة: .....

ب- الاستغلال الجائر للموارد الطبيعيّة بمرور الزمن، دون تعويض النقصان بالقدْر الكافي يسمّى: .....

.....

ج- زيادة أعداد السكّان بمعدَّلات كبيرة؛ نتيجةَ ارتفاع نِسَب الزيادة الطبيعيّة لمعدّل المواليد مع مرور الزمن تُعرف بأنّها : .....

د- عدَد الجماعات السكّانيّة التي يمكِن للنظام البيئيّ دعمُها وإعالتُها هو وصف يُطلَق على:.....

هـ - التغيير في خصائص التّربة الطبيعيّة، أو

مكوّناتها بما يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها هو: .....

و- قطع الغابات يؤدي إلى زيادة تراكيز بعض غازات الدفيئة في الغلاف الجوي التي تُسبب حدوث مشكلة .....

السؤال الثالث:

أفسّرُ كُلًّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ- يهتمّ العلماء بمعرفة ما إذا بلغت الجماعات السكّانية البَشريّة السَّعة التحمُّليّة أم تجاوزتها.

ب- تُعَدُّ الأسمدة الكيميائيّة ومبيدات الآفات الزراعيّة من أهمّ مصادر تلوُّث التّربة.

ج- يؤثر استصلاح الأراضي في جودة التربة وقدرتها على تخزين ثاني أكسيد الكربون.

السؤال الرابع:

أوضّح العلاقة بين كلّ مصطلَحَين مما يأتي:

أ- التصحُّر – الزّحف العمرانيّ.

ب- السَّعةُ التحمُّليّة – النّموّ السكّانيّ.

السؤال الخامس:

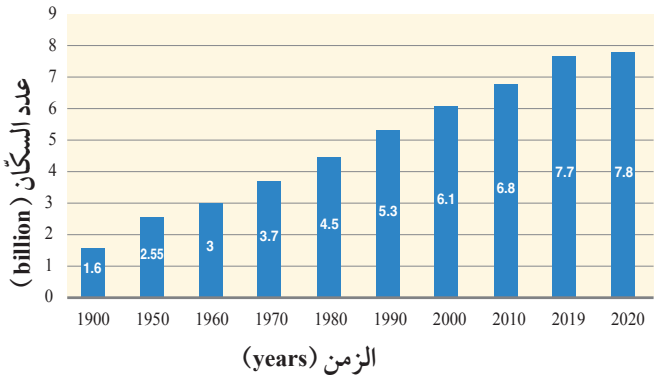
أفسّر: كيف يؤدي استخدام الأسمدة الغنيّة بالنّترات والفسفور إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي؟

السؤال السادس:

أوضّح: كيف تؤثر الزيادة السكّانيّة في حدوث التصحُّر؟

السؤال السابع:

أدرُس الشكل الآتيَ الذي يبيّن أعداد سكّان العالم في المدة الزمنية الواقعة بين (1900 - 2020) م، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



أ - أحدِّد العام الذي كان فيه عدَدُ سكّان العالم أقلَّ ما يمكِن.

ب - **أستخدم الارقام:** أحسب كم بلغت الزيادة في عدد سكّان العالم خلال المدة الزمنية الواقعة بين (1900 - 2020) م؟

ج - **أتوقّع:** ما أهمّ الأسباب التي أدّت إلى الزيادة الكبيرة في عدَد سكّان العالم في القرن العشرين؟

السؤال الثامن:

أقوّم صحة ما تشير إليه العبارة الآتية: "ستبقى الأرض قادرة على إعالة سكّانها مَدى الحياة".

السؤال التاسع:

أشرح العلاقة بين التغيرات المُناخية التي تحدث على سطح الأرض والتصحُّر.

السؤال العاشر:

أوضح دور التقنيات الحديثة في استدامة الموارد الطبيعية.

مسرد المصطلحات

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

احترار عالميّ Global Warming: زيادة تدريجيــة في معــدّلات درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والإنسانية.

استدامة الموارد الطبيعية Sustainability of Natural Resources: تُعرف بأنها طرائق استخدام الموارد الطبيعية بما يلبّي الحاجات دون الإضرار بالبيئة، والمحافظة على هذه الموارد للأجيال القادمة.

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

الانفجار السكّانيّ Population Explosion: زيادة أعداد السكّان بمُعدَّلات كبيرة مع تقلّص المدة الزمنية اللازمة لتضاعفهم؛ ما يؤدي إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعيّة مع مرور الزمن.

أنيمومتر Anemometer: جهاز يستخدَم في قياس سرعة الرياح، ويتكوّن من ثلاثة أو أربعة أنصاف كرات فلزية مجوّفة، مثبتة على قضيب فلزي ينتهي بعدّاد.

التصحُّر Desertification: تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرّطبة، وانخفاض قدرتها الإنتاجية، وتحوُّلها إلى مناطقَ شبيهة بالصّحراء (زحف الصّحراء نحو الأراضي الزراعيّة) بسبب الاستغلال المفرِط لمواردها من قبل الإنسان، وسوء أساليب الإدارة التي يطبّقها، إضافة إلى التغيرات المُناخية.

تلوُّث التّربة Soil Pollution: أيّ تغيير في خصائص التربة الطبيعيّة، أو مكوِّناتها حيث يؤدي إلى انخفاض إنتاجيّتها.

تلوُّث الماء Water Pollution: أيّ تغيير في الخصائص الفيزيائيّة، أو الكيميائيّة، أو الحيويّة للماء، إذ تصبح أقلَّ صلاحيّةً للاستعمالات الطبيعيّة المخَصَّصة.

التنبؤ بالطقس Weather Forecasting: معرفة حالة الطقس المتوقَّعة لمنطقة معيّنة عدة أيام عن طريق جمع البيانات وتحليلها، باستخدام التقنيات التكنولوجية والعلمية الحديثة.

التنبؤ المناخي Climate Prediction: عملية تحليلية تهدف إلى فهم وتوقع التغيرات المستقبلية في حالة الغلاف الجوي على المدى الطويل، عن طريق استخدام البيانات المتعلقة بحالة الطقس والمُناخ في الماضي، مثل: درجات الحرارة، ومعدلات الهطْل، وسرعة الرياح، والرطوبة، والضغط الجوي، والنماذج الرياضية والحاسوبية.

تغير المُناخ Climate Change: هو التغير في نمط الطقس على المدى الزمني الطويل، الذي يمكن أن يتضمن تغيرات في درجات الحرارة، وتوزيع الأمطار، وتكرار وشدة الظواهر الجوية مثل العواصف والجفاف والفيضانات.

جبهة هوائية ثابتة Stationary Air Front: أحدُ أنواع الجبهات الهوائية التي تتشكّل بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص، لكنها لا تتحرّك باتجاه بعضها، ويطلَقُ عليها الجبهةُ الهوائية المستقرة.

جبهة هوائية مقفَلة Occluded Air Front: أحدُ أنواع الجبهات الهوائية التي تتشكّل بين ثلاث كتل هوائية متباينة الخصائص متلاحقة وراء بعضها البعض، إحداها باردة، والأخرى باردة جدًّا مع وجود كتلة هوائية دافئة بينهما، ويُطلَق عليها الجبهةُ المتحدة أو المندمجة.

جبهة هوائية مقفلة باردة Cold Occluded Air Front: أحدُ أنواع الجبهات الهوائية المقفلة، التي تتشكّل عند وجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيتين باردتين، الأمامية باردة والخلفية باردة جدًّا.

جبهة هوائية مقفلة دافئة Warm Occluded Air Front: أحدُ أنواع الجبهات الهوائية المقفلة التي تتشكّل بوجود كتلة هوائية دافئة محصورة بين كتلتين هوائيتين الأمامية شديدة البرودة والخلفية باردة.

ريشة الرياح Wind Vane: جهاز يُستَخدَمُ لمعرفة اتجاه الرياح، يتكوّن من عمود فلزي مثبتة عليه ذراع فلزية أفقيًّا في أحد طرفيها سَهْمٌ يشير إلى اتجاه الرياح، ومثبتة في الطرف الآخر صفيحة فلزية.

السَّعة التحمّليّة Carrying Capacity: عدد الجماعات السكّانيّة التي يمكن للنظام البيئي دعمُها وإعالتها.

سلاسل زمنية Time Series: سلسلة من البيانات المتعلقة بأحد متغيرات المُناخ مثل درجة الحرارة والرطوبة، تُجمَع خلال مدد زمنية منتظمة، وفيها يُحدَّد نمط تغير البيانات، وذلك عن طريق إنشاء نماذج إحصائية تصف التغيرات المختلفة لهذه السلاسل عبر الزمن.

كشك الرّصد الجوي Stevenson Screen: صندوق خشبي لونُه أبيضُ، يحوي فتحاتٍ جانبيةً مائلة، ويوضع على ارتفاع m (1.25-2) تقريبًا عن سطح الأرض، بعيدًا عن الأبنية والمنشآت العُمرانية، في اتجاه الرياح ، توجد داخله أدوات خاصة للتنبؤ في حالة الطقس.

مقياسُ درجة الحرارة الجافّ Dry Bulb Thermometer: مقياس حرارة زئبقيٌّ يتكوّن من أنبوب زجاجي ضيق، ينتهي بمستودَع (خزان) مليء بالزئبق دائري أو أسطواني.

مقياس درجة الحرارة الرّطبُ Wet Bulb Thermometer: مقياس حرارة جافّ غطّي مستودعه المملوء بالزئبق بإحكام بقطعة من القماش المبلّلة، بحيث يكون طرفها مغموسًا دائمًا بالماء في وعاء صغير.

مقياس درجة الحرارة العظمى Maximum Thermometer: مقياس حرارة زئبقيّ، يتصف بوجود اختناق في الأنبوب الزجاجي أسفل التدريج قريبًا من مستودع الزئبق، يستخدَم في قياس درجة الحرارة العظمى(أعلى درجة حرارة) في اليوم.

مقياس درجة الحرارة الصغرى Minimum Thermometer: مقياس كحوليٌّ يستخدَم فيه الكحول الإيثيلي بدَلًا من الزئبق، يشبه مقياس درجة الحرارة الزئبقي الجافّ إلا أن أنبوبه أكثر اتساعًا، يُستخدَم في قياس درجة الحرارة الصغرى (أقل درجة حرارة) في اليوم.

المُناخ Climate: متوسط التغير في حالة الطقس في مدة زمنية طويلة في منطقة معينة.

النموّ السكّاني Population Growth: اختلاف أعداد السكان نتيجة الفرق بين معدَّل المواليد ومعدَّل الوفَيات ومعدَّلات الهجرة خلال مدة زمنية معينة.

نموذج المحطة Station Model: مجموعة من الرموز المتفَق عليها عالميًّا، تمثّل حالة الطقس المتوقعة التي جُمِعت في محطة رصد معينة.

قائمة المراجع

أوّلًا- المراجع العربية

1. أبو شماله، نواف (2024). عرض تقرير التنمية العربية: تغير المناخ والتنمية المستدامة في الدول العربية، **مجلة التنمية والسياسات الاقتصادية**، المعهد العربي للتخطيط، 26 (1): 70-43.

2. احميدان، علي (2014): **علم المناخ وتأثيره في البيئة الطبيعية والبشرية في العالم**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

3. برنامج الأمم المتحدة للبيئة، (2022). **مشروع مرفق المناخ لتحقيق أهداف التنمية المستدامة: العمل المناخي من أجل الأمن البشري في الدول العربية**، تقرير مرحلي عن منح مواجهة آثار تغير المناخ، برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

4. دائرة الأرصاد الجوية، المملكة الأردنية الهاشمية (2020).

5. السامرائي، قصيّ (2007): **مبادئ الطقس والمناخ**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

6. السيد، منى رزق (2015). **مفهوم المباني المتنفسة لمواجهة التغير المناخي**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية.

7. سفاريني، غازي (2012): **مبادئ الجيولوجيا البيئية**، ط (1)، دار الفكر، عمان، الأردن.

8. الصديق، عمر الصديق (2012): **علم وتقانة البيئة**، ط (1)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان.

9. القرالة، عبد المنعم (2018): **الأرصاد الجوية بين النظرية والتطبيق**، عمان، الأردن.

10. المقمر، عبد المنعم مصطفى (2012): **الانفجار السكاني والاحتباس الحراري**، سلسلة عالم المعرفة، العدد 391، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

11. الناصر، وهيب عيسى (2004): **الإنسان والبيئة**، سلسلة عالم الفكر، المجلد 32، العدد3، ص 137 - 179 المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

ثانيًا- المراجع الأجنبية

1. Collins, W. D., et al. (2006). **The Community Climate System Model version 3 (CCSM3).** Journal of Climate, 19 (11), 2122-2143.
2. Environment and Sustainable Development,(2023), **Nature's Frontiers: Achieving Sustainability, Efficiency, and Prosperity with Natural Capital**. International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank, Washington, DC.
3. IPCC. (2014). **Climate Change 2014: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.
4. Ministry of Environment & United Nations Development Programme (UNDP), (2022), **Jordan 4th National Communication on Climate Change**, Ministry of Environment, Jordan.
5. Solomon, S., et al. (2007). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
6. Tarbuck, E. and. Lutgens , F. (2017), **Earth Science,** , Lake Street New jersey: Pearson Education.
7. UN Environment Programme, (2024), **Bend the Trend: Pathways to a Liveable as Resource Use Spikes**, Global Resources Outlook 2024, United Nations Development Programme.
8. Weatherly, D. and Sheehan, N., Cambridge IGCSE™ (2017): **Environmental Management Student's Book** (Energy and the Environment 2), Collins.

ثالثًا- المواقعُ الإلكترونيةُ:

1. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008RG000270
2. https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Study.pdf
3. https://www.oilsandsmagazine.com/technical/properties

Collins