المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

علوم الأرض والبيئة

الصف العاشر - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الثاني

10

فريـق التأليـف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. محمود عبد اللطيف حبوش د. خولة يوسف الأطرم سكينة محي الدين جبر (منسقًا)

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2020/3)، تاريـخ 2020/6/2 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2020/45)، تاريـخ 2020/6/18 م، بـدءًا مـن العام الـدراسي 2020 / 2021 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.

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

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 290 - 9

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/4/1882)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

علوم الأرض والبيئة: الصف العاشر: الفصل الثاني (كتاب الطالب)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.– ط2؛ مزيدة ومنقحة.– عمان: المركز، 2022

(88) ص.

ر.إ.: 2022/4/1882

الواصفات: / تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

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

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

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

الطبعة الأولى
أعيدت طباعته

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1441 هـ / 2020 م
2021 – 2025 م

قائمةُ المحتوياتِ

المقدمةُ 4

الوحدةُ الثالثةُ: الأرصادُ الجويةُ 5

الدرسُ 1: الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ 8

الدرسُ 2: أنظمةُ الضغطِ الجويِّ 16

الإثراءُ والتوسعُ: بالوناتُ الطقسِ 22

مراجعةُ الوحدةِ 23

الوحدةُ الرابعةُ: المحيطاتُ 25

الدرسُ 1: خصائصُ مياهِ المحيطاتِ 28

الدرسُ 2: أمواجُ المحيطِ 35

الدرسُ 3: تياراتُ المحيطِ والمناخُ 42

الإثراءُ والتوسعُ: دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الصناعيةِ 53

مراجعةُ الوحدةِ 54

الوحدةُ الخامسة: المياهُ العادمةُ 57

الدرسُ 1: مفهومُ المياهِ العادمةِ 60

الدرسُ 2: الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ 65

الدرسُ 3: معالجةُ المياهِ العادمةِ 75

الإثراءُ والتوسعُ: فوائدُ الحمأةِ 83

مراجعةُ الوحدةِ 84

مسردُ المصطلحاتِ 86

قائمةُ المراجعِ 91

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين.

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

يُعَدُّ هذا الكتاب 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 وفق أفضل الطرائق المُتَّبَعة عالميًّا؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها لحاجات أبنائنا الطلبة والمعلِّمين والمعلِّمات.

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

يحتوي الفصل الدراسي الثاني من كتاب علوم الأرض والبيئة على ثلاث وحدات دراسية، هي: الأرصاد الجوية، والمحيطات، والمياه العادمة، وتحتوي كل وحدة منها على 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)، وانتهاءً بالأسئلة التكوينية المتنوعة في نهاية كل موضوع من موضوعات الدروس، فضلًا عن الأسئلة التقويمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمَّن أسئلة تثير التفكير. وقد أُلحِقَ بالكتاب كتاب الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة.

ونحن إذ نُقدِّم هذه الطبعة من الكتاب، فإنّا نأمل أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المُتعلِّم، وتنمية اتجاهات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطتِهِ المتنوِّعة، والأخذ بملاحظات الكوادر التعليمية.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدةُ 3

الأرصادُ الجويةُ
Meteorology

قالَ تعالى: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى يُرۡسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشۡرَۢا بَيۡنَ يَدَىۡ رَحۡمَتِهِۦٓۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتۡ سَحَابًا ثِقَالًا سُقۡنَٰهُ لِبَلَدٖ مَّيِّتٖ فَأَنزَلۡنَا بِهِ ٱلۡمَآءَ فَأَخۡرَجۡنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۚ كَذَٰلِكَ نُخۡرِجُ ٱلۡمَوۡتَىٰ لَعَلَّكُمۡ تَذَكَّرُونَ ﴾

(سورةُ الأعرافِ، الآيةُ: 57)

أتأمَّلُ الصورةَ

يؤدي التقاءُ الكتلِ الهوائيةِ إلى تشكلِ الغيومِ، وتختلفُ الغيومُ عنْ بعضِها في لونِها، وكميةِ الأمطارِ التي تحملُها؛ إذْ تشيرُ إلى طبيعةِ الطقسِ وظروفِهِ المختلفةِ. فما العواملُ التي يعتمدُ عليْها تصنيفُ أنواعِ الغيومِ؟

الفكرةُ العامةُ:

تؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ في حالـةِ الطقسِ؛ إذْ تنتقلُ منْ مكانٍ إلى آخرَ على سطحِ الأرضِ، بتأثيرِ أنظمـةِ الضغطِ الجويِّ المختلفـةِ، وتحددُ الكتلُ الهوائيةُ نوعَ الجبهاتِ الهوائيةِ المتشكلةِ في منطقةٍ ما.

الدرسُ الأولُ: الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ

الفكرةُ الرئيسةُ: تتنـوعُ الكتلُ الهوائيـةُ في خصائصِها، وتنتـجُ عـن التقائِها الجبهـاتُ الهوائيـةُ المختلفـةُ، وقـد تؤثرانِ في حالـةِ الطقسِ المتوقعةِ في منطقةٍ ما.

الدرسُ الثاني: أنظمةُ الضغطِ الجويِّ

الفكرةُ الرئيسةُ: تُقسمُ أنظمـةُ الضغطِ الجـويِّ؛ اعتمادًا على قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المختلفةِ إلى: مرتفعٍ جويٍّ ومنخفضٍ جويٍّ.

الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ

تتنوعُ الكتلُ الهوائيةُ، وتختلفُ في خصائصِها؛ فقد تكونُ كتلًا هوائيةً باردةً وقدْ تكون كتلًا هوائيةً دافئةً، وتتحرك الكتل الهوائية على سطح الأرض اعتمادًا على سرعة الرياح وأنظمة الضغط الجوي، ما يؤدي إلى التقائها.

أَصوغُ فَرضيّتي: أصوغُ فرضيّةً بالتعاونِ مع زملائي/ زميلاتي توضّحُ ماذا يحدثُ عندَ التقاءِ الكُتلِ الهوائيّةِ الدّافئةِ والكُتلِ الهوائيّةِ البّاردةِ ببعضِها البَعْض.

الموادُّ والأدواتُ:

صبغةُ طعامٍ حمراءُ، وأخرى زرقاءُ، ماءٌ ساخنٌ بدرجةِ حرارةِ (70°C)، ماءٌ باردٌ، مكعباتٌ منَ الثلجِ، كأسانِ زجاجيتانِ سعةُ كلٍّ منْهُما 600 mL، وعاءٌ زجاجيٌّ، ملعقةٌ فِلزّيةٌ صغيرةٌ، قفازاتٌ حراريّةٌ، رقائقُ ألمنيومٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ استخدامِ أصباغِ الطعامِ.
- الحذرُ منَ انسكابِ الماءِ الساخنِ على الجسمِ.
- الحذرُ عندَ استخدامِ الكأسينِ الزجاجيتيْنِ؛ خشيةَ الإصابةِ بجروحٍ إذا كُسِرت إحداهُما أو كلاهُما.

أَختبرُ فَرضيّتي:

1. أُرقِّمُ الكأسينِ الزجاجيتينِ (1، 2).
2. أسكبُ الماءَ الساخنَ في الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (1)، ثمَّ أضيفُ إليهِ ملعقةً صغيرةً منْ صبغةِ الطعامِ الحمراءِ.
3. أسكبُ الماءَ الباردَ في الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (2)، ثمَّ أضيفُ إليهِ ملعقةً صغيرةً منْ صبغةِ الطعامِ الزرقاءِ وعددًا منْ مكعباتِ الثلجِ.
4. أستخدمُ رقائقَ الألمنيومِ في صنعِ حاجزٍ، ثمَّ أثبّتهُ في الوعاءِ الزجاجيِّ بحيثُ يقسمُهُ إلى نصفيْنِ متماثليْنِ.
5. أسكبُ المحلولَ منَ الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (1) في النصفِ الأولِ منَ الوعاءِ، والمحلولَ منَ الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (2) في النصفِ الثاني منَ الوعاءِ معًا في الوقتِ نفسِهِ.
6. أسحبُ حاجزَ الألمنيومِ الذي يفصلُ بينَ المحلولينِ الأحمرِ والأزرقِ، ثمّ أدونُ ملاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – **أضبطُ المتغيّراتِ:** أحدّد المُتغيّر المُستقلّ، والمُتغيّر التّابع.
2 – أصفُ اتجاهَ حركةِ المحلولينِ في الوعاءِ بعدَ إزالةِ حاجزِ الألمنيومِ.
3 – **أُقارِنُ** بينَ كثافةِ المحلولينِ في الكأسينِ الزجاجيتينِ.
4 – **أفسرُ** سببَ اختلافِ كثافةِ المحلولينِ.
5 – **أتنبّأُ** بما سيحدثُ إذا تقاربتْ كتلتانِ منَ الهواءِ إحداهما دافئةٌ والأُخرى باردةٌ.
6 – **أصدرُ حُكمًا** عمّا إذا توافقتِ النتائجُ مع صحّةِ فرضيّتي.

الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ
Air Masses and Fronts

الدرسُ 1

الفكرةُ الرئيسةُ:
تتنوعُ الكتلُ الهوائيةُ في خصائصِها، وتنتجُ عن التقائِها الجبهاتُ الهوائيةُ المختلفةُ، وقد تؤثرانِ في حالةِ الطقسِ المتوقعةِ في منطقةٍ ما.

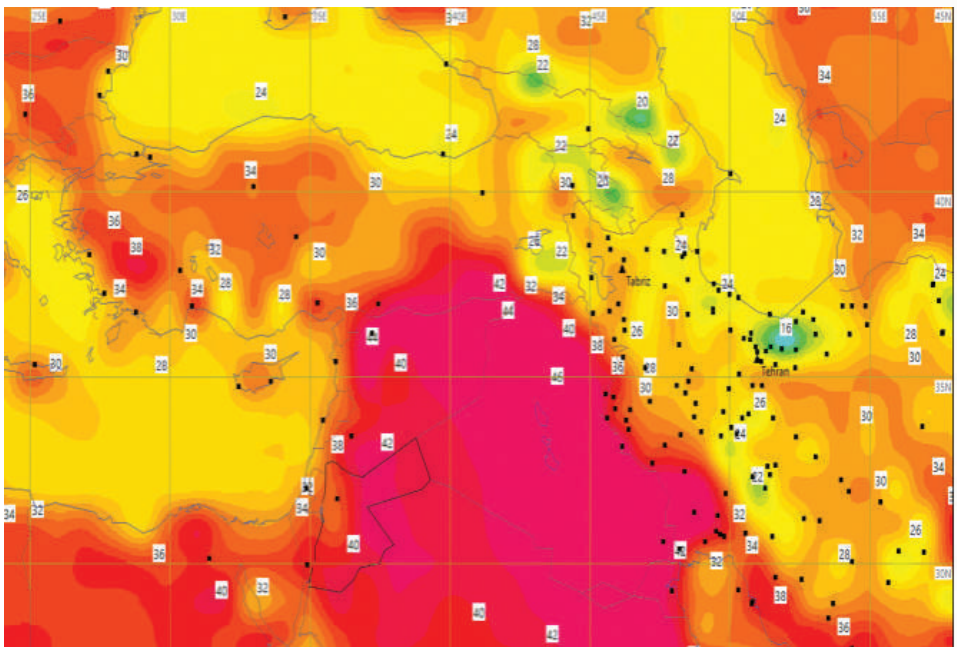
نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أبينُ أنواعَ كل من الكتلِ الهوائيةِ والجبهاتِ الهوائيةِ.
- أقارنُ بينَ أنواعِ الكتلِ الهوائيّةِ المختلفةِ.
- أفسرُ كيفيةَ تكونِ الجبهاتِ الهوائيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
الكتلةُ الهوائيةُ Air Mass
الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ القاريةُ Continental Tropical Air Mass
الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ Maritime Tropical Air Mass
الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ Continental Polar Air Mass
الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ البحريةُ Maritime Polar Air Mass
الجبهةُ الهوائيةُ Air Front
الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Front
الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ Cold Air Front

الكتلةُ الهوائيةُ Air Mass

لعلهُ تكررَ على مسمعِكَ عندَ مشاهدةِ نشرةِ الأخبارِ الجويةِ في فصلِ الشتاءِ؛ أنّ كتلةً هوائيّةً باردةً تتحرّكُ باتجاه منطقتِنا، ستؤدي إلى خفضِ درجاتِ الحرارةِ، وأحيانًا أخرى قدْ تسمعُ أن كتلةً هوائيةً دافئةً قادمةً باتجاه منطقتِنا ستؤدي إلى رفعِ درجاتِ الحرارةِ المتوقعةِ فيها، وبناءً على ذلكَ ستحددُ أنشطتَكَ التي ستؤديها، وكذلكَ مَلابسَكَ التي سترتديها. فما الكتلةُ الهوائيةُ؟ وما أنواعُها؟ وكيفَ تؤثرُ في حالةِ الطقسِ؟

تُعرّفُ **الكتلةُ الهوائيةُ Air Mass** بأنَّها كميةٌ ضخمةٌ منَ الهواءِ المتجانسِ في خصائصِهِ منْ حيثُ درجاتُ الحرارةِ والرطوبةُ. وتمتدُ الكتلةُ الهوائيةُ أفقيًّا فوقَ مساحةٍ واسعةٍ على سطحِ الأرضِ، قدْ تصلُ إلى آلافِ الكيلومتراتِ، كما تمتدُّ بضعةَ كيلومتراتٍ رأسيًّا قدْ تصلُ إلى 10 km تقريبًا، وتنتقلُ الكتلُ الهوائيةُ منْ مكانٍ إلى آخرَ اعتمادًا على سرعةِ الرياحِ وأنظمةِ الضغطِ الجويِّ. أنظرُ الشكلَ (1) الذي يوضحُ إحدى خرائطِ الطقسِ المستخدمةِ للتنبُّؤِ بحالةِ الطقسِ.



تزدادُ درجةُ حرارةِ الكتلةِ الهوائيةِ.

الشكلُ (1): إحدى خرائطِ الطقسِ التي تستخدمُ للتنبؤِ بحالةِ الطقسِ؛ تبينُ كتلةً هوائيةً حارةً وجافةً أثرت في الأردنِّ بتاريخِ 2020/8/31. إذْ يمثلُ التغيرُ في اللونِ التغيرَ في درجاتِ حرارةِ الكتلةِ الهوائيةِ.

أحدّدُ اللّونَ الذي يشيرُ إلى الكتلةِ الهوائيةِ الأعلى درجةَ حرارةٍ.

ولتعرُّفِ بعضِ خصائصِ الكتلِ الهوائيةِ وأثرِها في المناطقِ التي تمرُّ فوقَها؛ أنفِّذُ النشاطَ الآتيَ:

نشاطٌ

خصائصُ الكتلِ الهوائيةِ وأثرُها في حالةِ الطقسِ

تُستخدَمُ النشرةُ الجويةُ لوصفِ حالةِ الطقسِ في منطقةٍ ما، وتُنشرُ فيها المعلوماتِ التي جرى جمعُها وتحليلُها عن حالةِ الطقسِ باستخدامِ وسائلَ مختلفةٍ كالرادارِ والأقمارِ الصناعيةِ.

أقرأُ النشرةَ الجويةَ الآتيةَ الصادرةَ عن دائرةِ الأرصادِ الجويةِ بتاريخِ (2020/ 1/ 21)، حيث جاء فيها:

" تتأثرُ المملكةُ بكتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ جدًّا ورطبةٍ منْ أصلٍ قطبيٍّ مرافقةٍ لمنخفضٍ جويٍّ، لذا؛ تنخفضُ درجاتُ الحرارةِ بشكلٍ ملموسٍ، وتكونُ الأجواءُ باردةً جدًّا وغائمةً، يرافقُ ذلكَ هطولُ الأمطارِ بإذنِ اللّهِ تعالى على فتراتٍ في أغلبِ مناطقِ المملكةِ، وقدْ تكونُ غزيرةً أحيانًا في ساعاتِ الصباحِ ويصحَبُها الرعدُ وتساقُطُ حباتِ البرَدِ في بعضِ المناطقِ؛ ما يفضي إلى تشكلِ السيولِ في الأوديةِ والمناطقِ المنخفضةِ، كما يُتوقعُ بدءًا منْ ساعاتِ الصباحِ الباكرِ تساقطُ زخاتٍ منَ الثلجِ بينَ الحينِ والآخرِ فوقَ المرتفعاتِ الجبليةِ العاليةِ التي يصلُ ارتفاعُها إلى 1000 m عنْ سطحِ البحرِ، بينَما تشهدُ المناطقُ الجبليةُ الأقلُّ ارتفاعًا أمطارًا مخلوطةً بالثلجِ، ومعَ ساعاتِ الليلِ الأولى يُتوقَّعُ أنْ تضعفَ الهطولاتُ تدريجيًّا ويحدثُ الانجمادُ في ساعاتِ الليلِ المتأخرةِ في المرتفعاتِ الجبليةِ والباديةِ، والرياحُ شماليةٌ غربيةٌ نشطةُ السرعةِ، تضعفُ تدريجيًّا أثناءَ الليلِ " .

التحليلُ والاستنتاجُ:

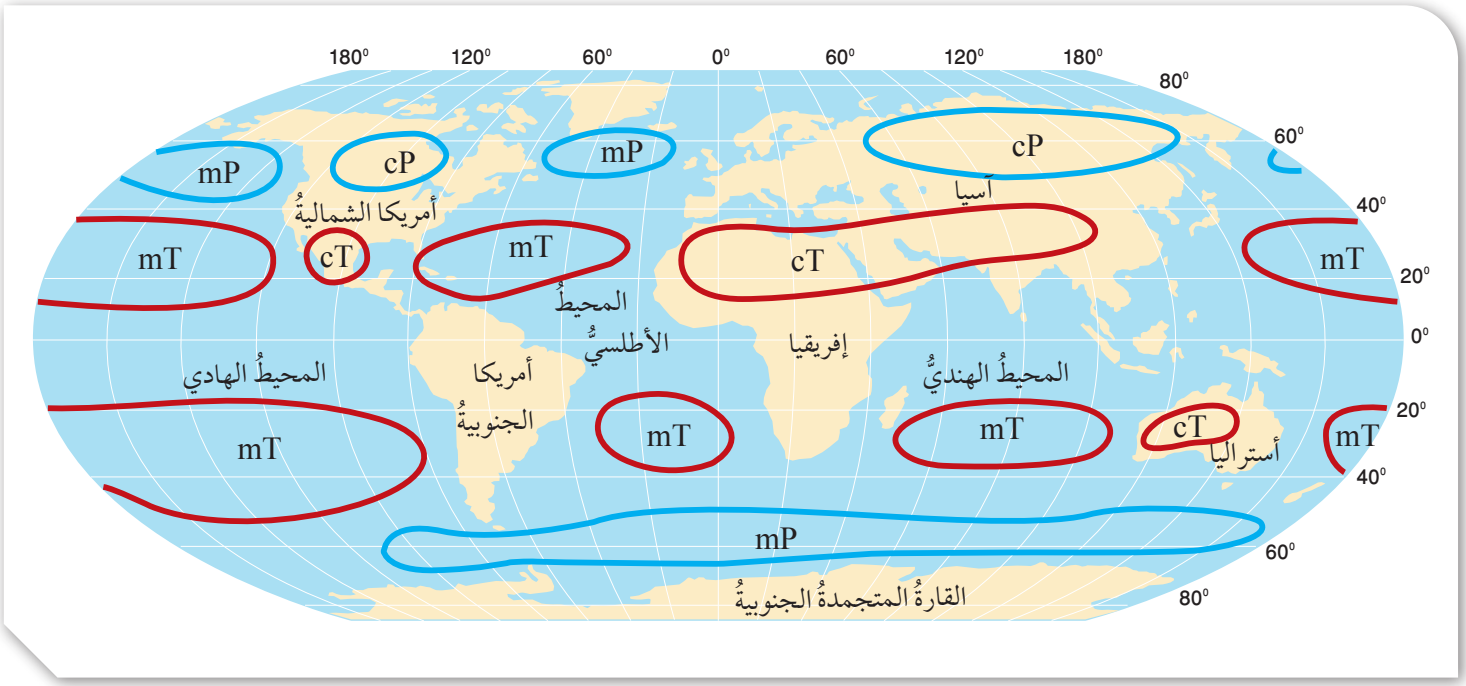
1 – **أقدّمُ دليلًا** على أنّ الكُتلةَ الهوائيّةَ التي عبرَتْ المَملكةَ في النَشرةِ السَّابقةِ باردةٌ ورَطبةٌ.

2 – أبيّنُ مصدرَ الكتلةِ الهوائيةِ التي تأثرتْ بها المملكةُ.

3 – أصفُ كيفَ أثرتِ الكتلةُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ في المملكةِ؟

4 – **أتوقّعُ:** هلْ سيتشابهُ تأثيرُ الكتلةِ الهوائيةِ على حالةِ الطقسِ؛ إذا كانتْ قادمةً منْ صحراءِ الجزيرةِ العربيةِ ومصدرُها شمالُ الهندِ؟

✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ المقصودَ بالكتلةِ الهوائيّةِ.



الشكلُ (2): أنواعُ الكتلِ الهوائيةِ المختلفةِ وأماكنُ تكوّنِها في نصفَي الكرةِ الأرضيةِ؛ الشماليِّ والجنوبيِّ.

السببُ والنتيجةُ: ما سببَ تنوّعِ خصائصِ الكُتلِ الهوائيةِ على سطحِ الأرضِ؟

أُعـدُّ فيلـمًا قصـيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضـحُ الأماكـنَ التـي تتـوزعُ فيهـا الكتـلُ الهوائيـةُ المختلفـةُ، وأحـرصُ عـلى أنْ أستخدمَ خاصيـةَ السردِ الصـوتيِّ فيـهِ لإضافـةِ الشروحـاتِ المناسـبةِ لصـورِ هـذهِ الأماكـنِ، ثـم أشـاركه زملائي/ زميـلاتي في الصفِّ.

أنواعُ الكتلِ الهوائيةِ Types of Air Masses

تعتمدُ خصائصُ الكتلةِ الهوائيةِ على المنطقةِ التي تأتي منْها؛ فالكتلُ الهوائيةُ القادمةُ من المناطقِ المداريةِ Tropical Air Masses (T) تتّصفُ بأنَّها كتلٌ هوائيةٌ حارةٌ، أما تلكَ الكتلُ الهوائيةُ القادمةُ منَ المناطقِ القطبيةِ Polar Air Masses (P) فتتّصفُ بأنَّها كتلٌ هوائيةٌ باردةٌ، وتعدُّ الكتلُ الهوائية المتكونةُ فوقَ القاراتِ Continental Air Masses (c) كُتلًا جافّةً بعكسِ الكتلِ الهوائيةِ المتكونةِ فوقَ المحيطاتِ Maritime Air Masses (m)؛ حيث تتميّزُ برطوبتِها المرتفعةِ.

وقـدْ تتعـدّلُ خصائـصُ الكتـلِ الهوائيَّـةِ خـلال حركتهـا اعتمـادًا علـى المنطقـة التـي تمـرُّ أو تمكـثُ فوقَها، كذلـكَ تؤثرُ فـي خصائصِ المنطقـةِ التي تمـرُّ فوقَها. فالكتلـةُ الهوائيـةُ الجافةُ القادمةُ مـنَ المناطقِ الصحراويـةِ مثـلًا قـدْ تصبـحُ كتلـةً هوائيـةً رطبـةً عنـدَ مكوثِهـا فـوقَ المحيطـاتِ، والكتلـةُ الهوائيـةُ الرطبةُ القادمـةُ منَ المحيطـاتِ، قدْ تؤثرُ فـي حالةِ الطقـسِ للمناطقِ الصحراويةِ وتسـببُ هطولَ الأمطـارِ فوقَها؛ وبنـاءً على ذلـكَ صنّـفَ العلماءُ الكتـلَ الهوائيـةَ اعتمادًا على مـا يأتي: موقعِهـا بالنسـبةِ إلـى دوائـر العـرضِ، وسـطحِ الأرضِ الـذي تتشـكلُ فوقَـهُ، إلـى أنواعٍ عدّةٍ، أنظرُ الشـكلَ (2) الـذي يبينُ بعضَ أنـواعَ الكتلِ الهوائيـةِ، وأماكـنَ تكوّنِها.

الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ القاريةُ Continental Tropical Air Mass

يُرمَزُ إلى **الكتلةِ الهوائيةِ المداريةِ القاريةِ** Continental Tropical Air Mass بالرمزِ (cT) ، وتعدُّ هذهِ الكتلُ الهوائيةُ كتلًا هوائيةً حارةً جافةً، تتكونُ فوقَ المناطقِ المداريةِ القاريةِ، والمناطقِ شبهِ المداريةِ القاريةِ، مثلَ: مناطقِ شمالِ إفريقيا، ومنطقةِ شبهِ الجزيرةِ العربيةِ، أنظرُ الشكلَ (3).

وعندَ تحرُّكِ هذهِ الكتلِ الهوائيةِ منْ منطقةِ نشأتِها وتكوينِها قدْ تتسببُ في ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ وخفضِ رطوبةِ المناطقِ التي تمرُّ أوْ تمكثُ فوقَها، وتؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ المداريةُ القاريةُ في منطقةِ الشرقِ الأوسطِ وخاصةً في الأردنِّ في أوقاتٍ مختلفةٍ منَ السنةِ، إلا أنَّهُ يزدادُ تأثيرُها خلالَ أشهرِ الصيفِ.

الشكلُ (3): جزءٌ منَ الصحراءِ الكبرى التي تحتلُّ الجزءَ الأكبرَ منْ شمالِ إفريقيا، وتعدُّ إحدى المناطقِ التي تنشأُ فوقَها الكتلُ الهوائيةُ المداريةُ القاريةُ.

الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ Maritime Tropical Air Mass

يُرمَزُ إلى **الكتلةِ الهوائيةِ المداريةِ البحريةِ** Maritime Tropical Air Mass بالرمزِ(mT)، وتمتازُ هذهِ الكتلةُ الهوائيةُ بدرجاتِ حرارةٍ أقلَّ منَ الكتلِ الهوائيةِ المداريةِ القاريةِ، وهيَ -أيضًا- أكثرُ رطوبةً، إذ تنشأ فوقَ المحيطاتِ في المناطقِ المداريةِ الرطبةِ، مثلَ المنطقةِ المداريةِ التي يمتدُّ فيها جزءٌ منَ المحيطِ الأطلسيِّ. أنظرُ الشكلَ(4). وقدْ تؤثرُ الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ في المنطقةِ التي تمرُّ فوقَها بارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ فيها، وتُكوِّن الغيومَ الرعديةَ وتُسببُ هطولَ زخاتٍ منَ المطرِ والبرَدِ، وتؤثّرُ الكتلُ الهوائيةُ المداريّةُ البحريّةُ في منطقةِ الشرقِ الأوسطِ وشمالِ إفريقيا في فصلَيّ الربيعِ والخريفِ.

الشكلُ (4): إحدى المناطقِ الشاطئيةِ في المحيطِ الأطلسيِّ التي تنشأُ فوقَها الكتلُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ.

الشكلُ (5): مرتفعاتُ جبالِ التاي في سيبيريا المغطاةِ بالثلوجِ، وهيَ منَ المناطقِ التي تنشأُ فيها الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريّةُ في فصلِ الشتاءِ.

أفكّرُ في فصلِ الشتاءِ تتجهُ الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ (cP) القادمةُ منْ منطقةِ سيبيريا عادةً نحوَ شمالِ المحيطِ الهادي.

أستنتجُ: ما التغيراتُ التي ستطرأُ على الكتلةِ الهوائيةِ القطبيةِ القاريةِ أثناءَ عبورِها فوقَ المحيطِ الهادي؟

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ العواملَ التي تؤثرُ في خصائصِ الكتلِ الهوائيةِ.

الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ Continental Polar Air Mass

يُرمَزُ إلى **الكتلةِ الهوائيةِ القطبيةِ القاريةِ** **Continental Polar Air Mass** بالرمزِ(cP)، وتعدُّ هذهِ الكتلُ الهوائيةُ باردةً جافةً، إذ تتشكّلُ فوقَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ، مثلِ المناطقِ الثلجيةِ الواسعةِ في سيبيريا وكندا. أنظرُ الشكلَ(5)، وعندَ تحرُّكِ هذهِ الكتلِ الهوائيةِ منْ منطقةِ نشأتِها وتكوينِها قدْ تتسببُ في انخفاضِ درجاتِ الحرارةِ، وقدْ تُشكِّلُ الصقيعَ والانجمادَ في المناطقِ التي تمرُّ فيها أو تمكثُ فوقَها، وتؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريّةُ في منطقةِ الشرقِ الأوسطِ في أواخرِ فصلِ الخريفِ وفصلِ الشتاءِ.

الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ البحريةُ Maritime Polar Air Mass

يُرمَزُ إلى **الكتلةِ الهوائيةِ القطبيةِ البحريةِ** **Maritime Polar Air Mass** بالرمزِ(mP)، وتمتازُ هذهِ الكتلُ الهوائيةُ بأنَّها باردةٌ ورطبةٌ؛ إذْ تتشكلُ فوقَ المحيطاتِ القريبةِ منَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ، مثلِ منطقةِ شمالِ المحيطِ الأطلسيِّ.

وعندَ تحركِ هذهِ الكتلِ الهوائيةِ منْ منطقةِ تشكُّلها قدْ تسببُ انخفاضًا كبيرًا في درجاتِ حرارةِ المناطقِ التي تمرُّ أوْ تمكثُ فوقَها، ويمكنُ أيضًا أنْ تسببَ تساقطَ الأمطارِ والثلوجِ فيها، وتؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ البحريةُ في منطقةِ الشرقِ الأوسطِ وبلادِ الشامِ في أشهرِ الشتاءِ.

الجبهاتُ الهوائيةُ Air Fronts

تختلفُ الكتلُ الهوائيةُ في خصائصِها؛ منْ حيثُ درجةُ الحرارةِ والرطوبةُ، ويطلقُ على الكتلِ الهوائيةِ المداريةِ (الكتلُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Masses، أما الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ فيطلقُ عليها (الكتلُ الهوائيةُ الباردةُ) Cold Air Masses، ولكنْ ماذا يحدثُ عندَما تلتقي الكتلُ الهوائيةُ؟

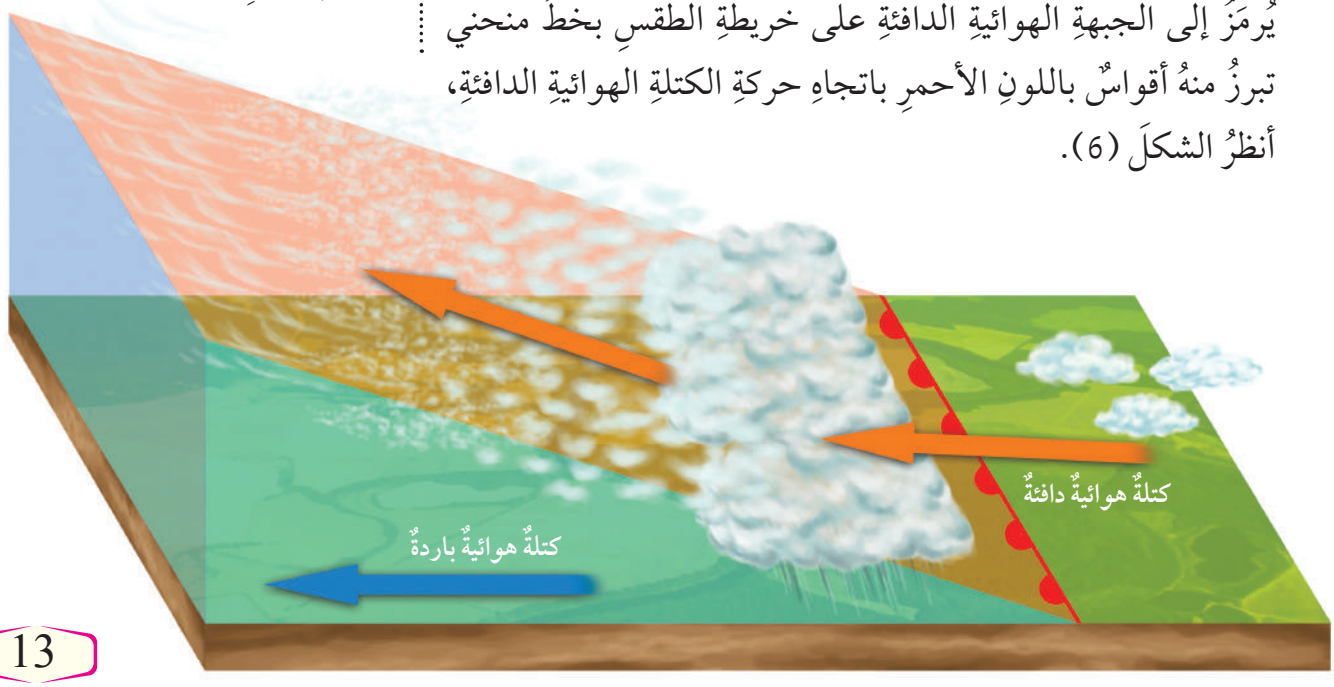
عندَ التقاءِ الكتلِ الهوائيةِ المختلفةِ فإنَّها لا تختلطُ معَ بعضِها؛ بسببِ اختلافِ خصائصِها، وتُسمى المنطقةُ الفاصلةُ بينَ كتلتينِ هوائيتينِ مختلفتينِ في خصائصهما عند التقائِهما **الجبهةَ الهوائيةَ Air Front**.

تعتمدُ خصائصُ الجبهاتِ الهوائيةِ، وأنواعُها، وطريقةُ تأثيرِها في حالةِ الطقسِ على نوعِ الكتلِ الهوائيةِ، واتجاهِ حركتِها بالنسبةِ إلى بعضِها. ومنْ أهمِّ أنواعِ الجبهاتِ الهوائيةِ: الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ، والجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ.

أصمّمُ -باستخدام برنامج السكراتش (Scratch)- عرضًا يبينُ كيفيةَ تشكُّلِ الجبهاتِ الهوائيةِ بنوعيْها الدافئةِ والباردةِ، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Front

تتكونُ **الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Front** عندَما تتحركُ كتلةٌ هوائيةٌ دافئةٌ بشكلٍ سريعٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ تتحركُ ببطءٍ، ولأنَّ الكتلةَ الهوائيةَ الدافئةَ ذاتُ كثافةٍ أقلَّ منَ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ فإنَّها ترتفعُ إلى الأعلى فوقَها؛ فإذا كانتِ الكتلةُ الهوائيةُ الدافئةُ رطبةً تتكونُ الغيومُ الطبقيةُ المتوسطةُ، وتتساقطُ الأمطارُ على طولِ الجبهةِ، أما إذا كانتِ الكتلةُ الهوائيةُ الدافئةُ جافةً فتتكونُ الغيومُ الريشيةُ في السماءِ. يُرمَزُ إلى الجبهةِ الهوائيةِ الدافئةِ على خريطةِ الطقسِ بخطٍّ منحني تبرزُ منهُ أقواسٌ باللونِ الأحمرِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ، أنظرُ الشكلَ (6).



الشكلُ (6): كتلةٌ هوائيةٌ دافئةٌ متجهةٌ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ، وجبهةٌ هوائيةٌ دافئةٌ تشكّلت بينَهُما، يُرمَزُ إليْها بخطٍّ تبرزُ منهُ أقواسٌ باللونِ الأحمرِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ.

أوضّحُ: كيفَ يسببُ ارتفاعُ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ إلى الأعلى في تشكّلِ الغيومِ وتساقطِ الأمطارِ؟

الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ Cold Air Front

تتكونُ **الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ** **Cold Air Front** عندَما تتحركُ كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ بشكلٍ سريعٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ تتحرّكُ ببطءٍ، ولأنَّها أكثرُ كثافةً منْها تغوصُ أسفلَها؛ فترتفعُ الكتلةُ الهوائيةُ الدافئةُ للأعلى وتبردُ، ويتكاثفُ بخارُ الماءِ فيها على شكلِ أمطارٍ وثلوجٍ خفيفةٍ. عندَما تحتوي الكتلةُ الهوائيةُ الدافئةُ على كميةٍ كبيرةٍ منْ بخارِ الماءِ تتساقطُ الأمطارُ الغزيرةُ والثلوجُ الكثيفةُ، وتتشكلُ في الجبهةِ الهوائيةِ الباردةِ غيومُ المزنِ الركاميةُ التي تتطورُ لتصبحَ عواصفَ رعديةً.

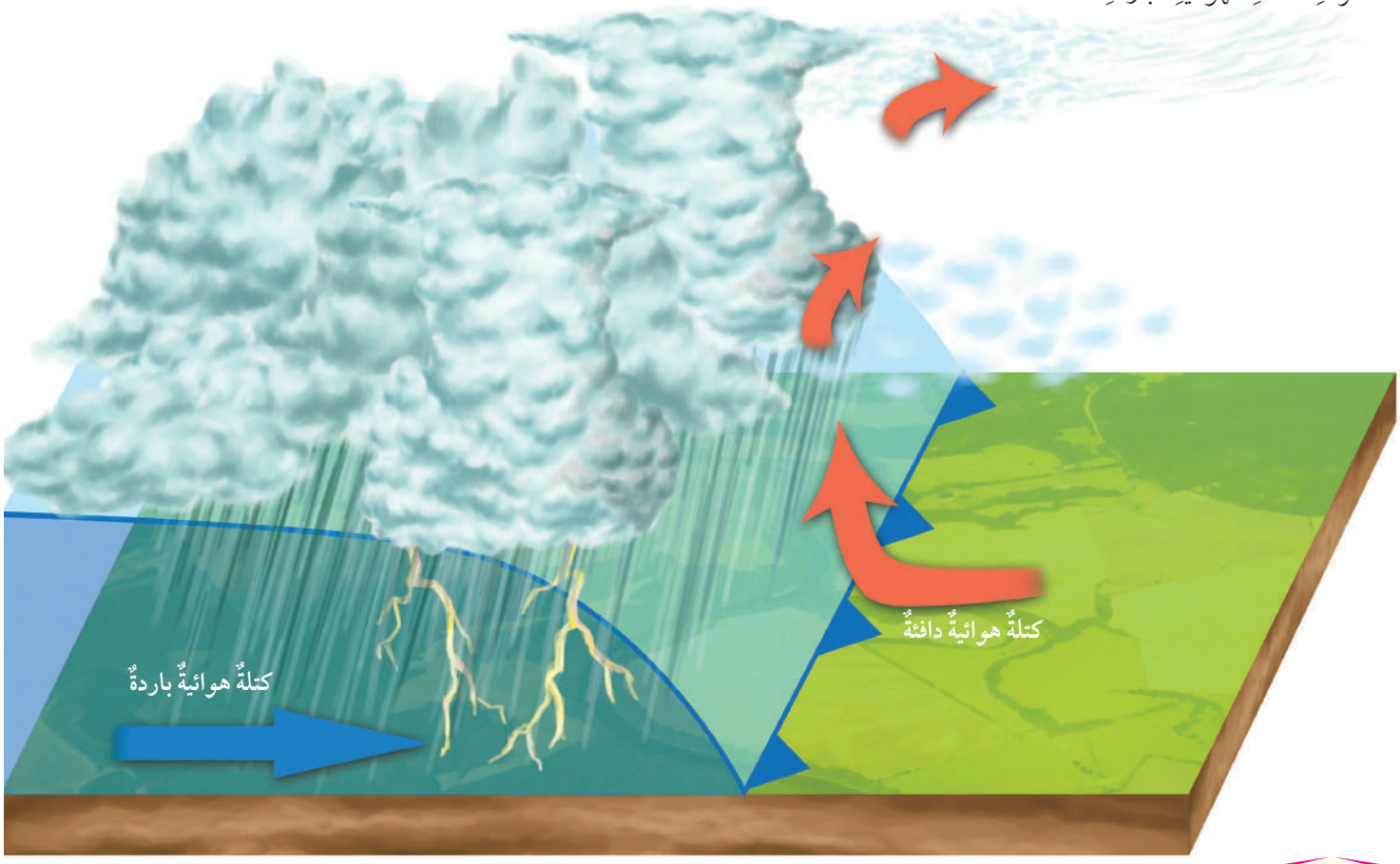
ويُرمَزُ إلى الجبهةِ الهوائيةِ الباردةِ على خريطةِ الطقسِ بخطٍّ منحنٍ تبرزُ منهُ مُثلّثاتٌ باللونِ الأزرقِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ، أنظرُ الشكلَ (7).

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ كيفيّةَ تشكّلِ الجبهةِ الهوائيةِ الباردةِ.

الرّبطُ باللغةِ العربيّةِ

أشاهدُ نشرةَ الأخبارِ الجويّةِ ليومِ غدٍ، ثُمَّ أسجّلُ ملاحظاتي عنْ حالةِ الطقسِ المُتوقّعةِ منْ: درجاتِ الحرارةِ، ونوعِ الكتلِ الهوائيةِ، والجبهاتِ الهوائيةِ القادمةِ على منطقتي، ومصدرِها، ثمَّ أكتبُ نشرةً جويّةً تبينُ كيفيّةَ تأثيرِ الجبهةُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ، ثمَّ أعرضُها أمامَ زملائي/ زميلاتي.

الشكلُ (7): كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ متجهةٌ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ، وجبهةٌ هوائيةٌ باردةٌ تشكّلت بينهُما، يرمزُ إليها بخطٍّ تبرزُ منهُ مثلّثاتٌ باللونِ الأزرقِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.



أبحثُ:

تعدُّ الجبهةُ الهوائيةُ المُستقرّةُ إحدى أنواعِ الجبهاتِ الهوائيةِ. مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ؛ أحددُ كيفيّةَ تكوُّنِ الجبهةِ الهوائيةِ المُستقرّةِ، وتغيُّراتِ الطقسِ المصاحبةَ لها، ورمزَها على الخريطةِ الجويةِ، ثمَّ أعدُّ عرضًا تقديميًّا عنْها، وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

مراجعةُ الدرسِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أصفُ ما يحدثُ عندَما تلتقي كتلتانِ هوائيتانِ: إحداهُما دافئةٌ والأخرى باردةٌ؛ علمًا بأنَّ الكتلةَ الهوائيةَ الدافئةَ تتحركُ بسرعةٍ نحوَ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.

2 . أتتبّعُ بخطواتٍ كيفيّةَ تشكُّلِ الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ.

3 . أوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ الكتلُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ.

4 . **أقارنُ** -في جدولٍ- بينَ الكتلةِ الهوائيةِ القُطبيّةِ القارّيّةِ، والكتلةِ الهوائيةِ المداريّةِ البحريةِ، منْ حيثُ: رمزُها الذي تعرفُ بهِ، ومصدرُها، ودرجةُ حرارتِها، ورطوبتِها.

5 . **السبب والنتيجة:** ما العلاقةَ بينَ مصدرِ الكتلِ الهوائيةِ وخصائصِها؟

6 . أُحدّدُ نوعَ الجبهةِ الهوائيةِ لكلِّ رمزٍ منَ الرموزِ الآتيةِ:

7 . **أطرحُ سؤالًا** إجابتهُ: الجبهةُ الهوائيّةُ الباردةُ.

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ
Pressure Systems

الدرسُ 2

الفكرةُ الرئيسةُ:
تقسمُ أنظمةُ الضغطِ الجويِّ؛ اعتمادًا على قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المختلفةِ إلى: مرتفعٍ جويٍّ ومنخفضٍ جويٍّ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أبينُ بعضَ صفاتِ المرتفعاتِ والمنخفضاتِ الجويةِ منْ حيثُ درجةُ الحرارةِ والضغطُ الجويُّ.
- أعطي أمثلةً على المرتفعاتِ والمنخفضاتِ الجويةِ في شرقيِّ البحرِ المتوسطِ.

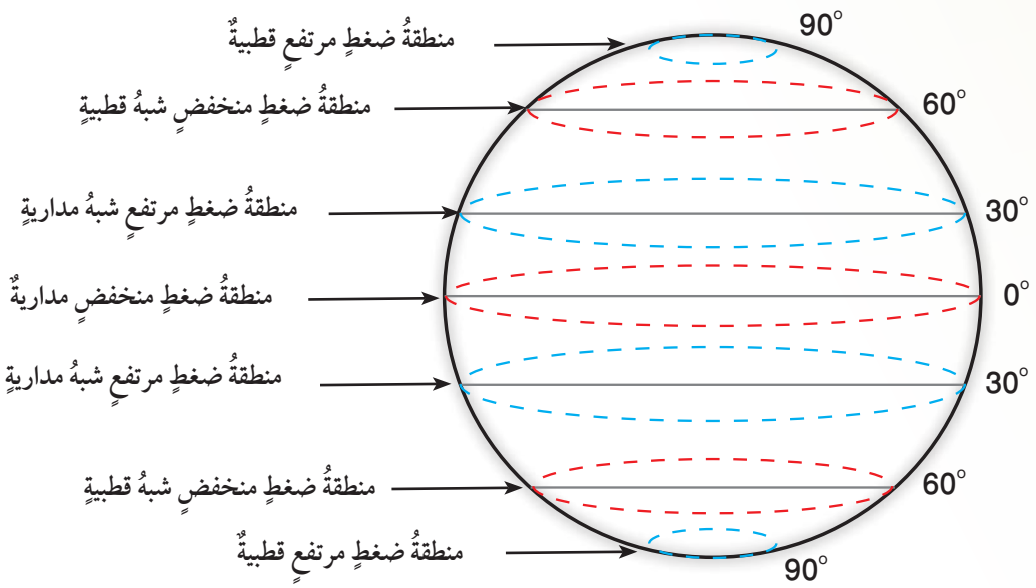
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
خطوطُ تَساوي الضغطِ الجويِّ Isobars
المنخفضُ الجويُّ Low Pressure
المرتفعُ الجويُّ High Pressure

الضغطُ الجويُّ Atmospheric Pressure

يُعدُّ الضغطُ الجويُّ أحدَ عناصرِ الطقسِ، و يتأثرُ بعواملَ عدّةٍ منْها درجةُ حرارةِ الهواءِ ورطوبتهُ والارتفاعُ عنْ مُستوى سطحِ البحرِ، حيثُ تعملُ درجةُ الحرارةِ على تباعدِ جزيئاتِ الهواءِ وزيادةِ حجمِهِ، وبذلكَ تتوزّعُ جزيئاتُهُ على حجمٍ أكبرَ، فتنخفضُ كثافتُهُ، ويقلُّ ضغطُهُ لأنَّ عمودَ الهواءِ الأقلَّ كثافةً يكونُ أقلَّ وزنًا، أيْ يتناسبُ الضغطُ الجويُّ عكسيًّا معَ درجةِ الحرارةِ، فضغطُ الهواءِ الدافئِ أقلُّ منْ ضغطِ الهواءِ الباردِ؛ ولذلكَ يختلفُ توزيعُ قيمِ الضغطِ الجويِّ على سطحِ الأرضِ؛ مثلًا تتميزُ المناطقُ الاستوائيةُ بقيمِ ضغطٍ جويٍّ منخفضٍ؛ لارتفاعِ درجةِ حرارةِ الهواءِ فيها، وكذلكَ في المقابلِ فإنَّ المناطقَ القطبيةَ تتميزُ بأنَّها ذاتُ قيمِ ضغطٍ جويٍّ مرتفعٍ لانخفاضِ درجةِ حرارةِ الهواءِ فيها.

إنَّ اختلافَ قيمِ الضغطِ الجويِّ منْ مكانٍ إلى آخرَ على سطحِ الأرضِ يعملُ على تحريكِ الهواءِ وتَشكُّلِ ما يُعرَفُ بأنظمةِ الضغطِ الجويِّ. أنظرُ الشكلَ (8) الذي يبينُ توزيعَ الضغطِ الجويِّ على سطحِ الأرضِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ درجةُ الحرارةِ في اختلافِ قيمِ الضغطِ الجويِّ على سطحِ الأرضِ.



الشكلُ (8): نطاقاتُ الضغطِ الجويِّ في العالمِ.

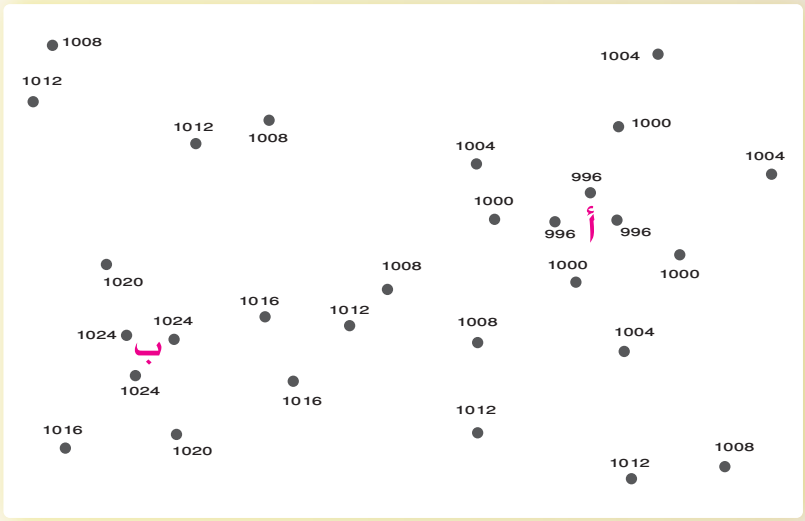
أتنبأُ: كيفَ تؤثرُ رطوبةُ الهواءِ في اختلافِ قيمِ الضغطِ الجويِّ؟

ولتعرُّفِ أنظمةِ الضّغطِ الجويِّ؛ أنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ

تمثّلُ الأرقامُ المبعثرةُ الآتيةُ قيمًا مختلفةً منَ الضغطِ الجويِّ المُصحّحِ إلى مستوى سطحِ البحرِ بوحدةِ المِليبارِ لمنطقتينِ مختلفتينِ(أ) و (ب).



خطواتُ العملِ:

-أصلُ بخطوطٍ منحنيةٍ بينَ الأرقامِ المتشابهةِ في قيمِ الضغطِ الجويِّ، وأبدأُ منَ المنطقةِ (أ) حيثُ أصلُ بمنحنًى مغلقٍ بينَ الأرقامِ (996) أولًا، ثمَّ أصلُ بمنحنًى مغلقٍ آخرَ بينَ الأرقامِ (1000) وهكذا.

-أحرصُ على ألّا تتقاطعَ الخطوطُ المنحنيةُ التي أرسمُها، وأنْ تكونَ متتاليةً؛ بحيثُ تكونُ المنحنياتُ المغلقةُ والخطوطُ المنحنيةُ التي تمثلُ الأرقامَ كما يأتي:

996 في الوسطِ، يليها 1000، ثمَّ 1004 وهكذا.

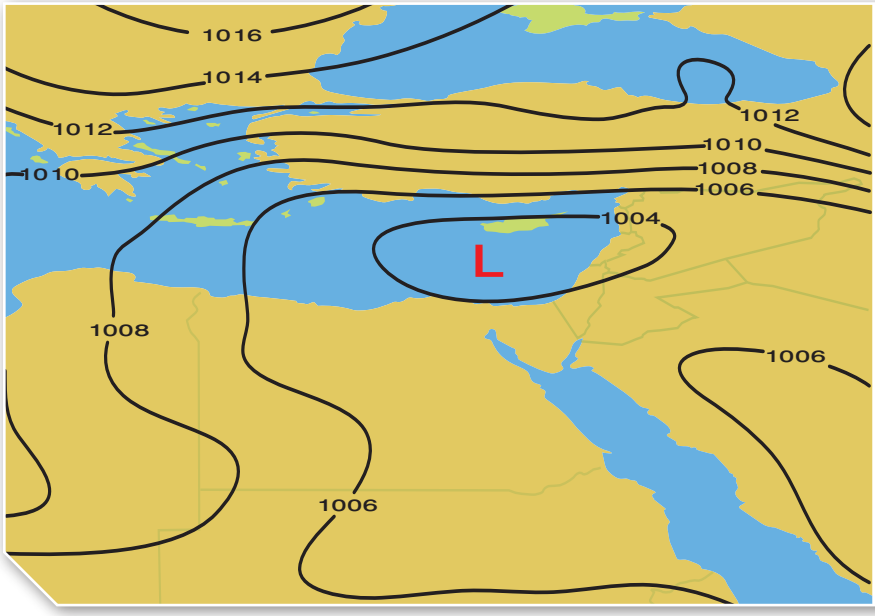
التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أصفُ كيفَ تتغيرُ قيمُ الضغطِ الجويِّ كلَّما انتقلتُ منْ مركزِ المنطقةِ (أ) نحوَ الخارجِ؟

2 – **ألاحظُ:** هلْ يتشابهُ التغيُّرُ في قيمِ الضغطِ الجويِّ إذا انتقلْنا منْ مركزِ المنطقةِ (ب) نحوَ الخارجِ كما في المنطقةِ (أ)؟

3 – **أتوقعُ:** إذا علمتُ أنَّ الرمزَ (H) باللونِ الأزرقِ يشيرُ إلى مركزِ المرتفعِ الجويِّ High Pressure، فأينَ يمكنُ أنْ أضعَهُ على الرسمِ؟

4 – **أتوقعُ:** بمَ نرمزُ إلى المنخفضِ الجويِّ Low Pressure؟



الشكلُ (9): منخفضٌ جويٌّ يتمركزُ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ، تقلُّ فيهِ قيمُ الضغطِ الجويِّ في المركزِ عنِ المناطقِ المجاورةِ لهُ.

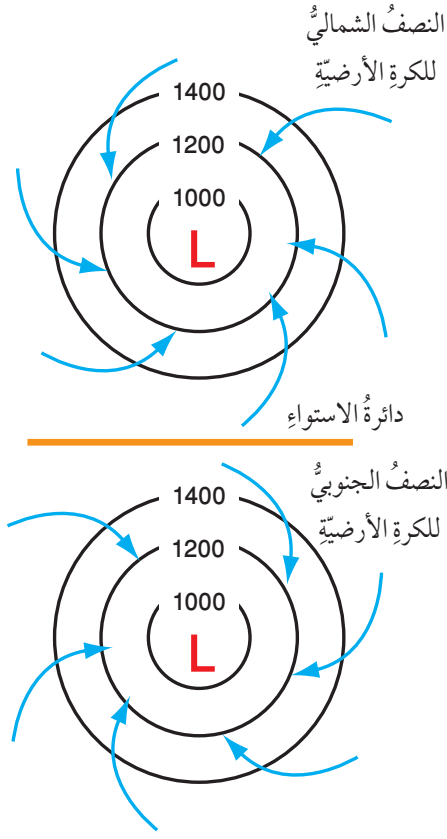
إن ما رسمتهُ يمثلُ خريطةً سطحيةً لأنظمةِ الضغطِ الجويِّ، وتسمى الخطوطُ المنحنيةُ **خطوطَ تَساوي الضغطِ الجويِّ Isobars**، وتُعرَّفُ خطوطُ تَساوي الضغطِ الجويِّ بأنَّها الخطوطُ التي تصلُ بينَ القيمِ المتساويةِ منَ الضغطِ الجويِّ.

أنواعُ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ
Types of Atmospheric Pressure Systems

تقسمُ أنظمةُ الضغطِ الجويِّ؛ اعتمادًا على قيمِ الضغطِ الجويِّ إلى قسمينِ، هما: المنخفضُ الجويُّ، والمرتفعُ الجويُّ.

المنخفضُ الجويُّ Low Pressure

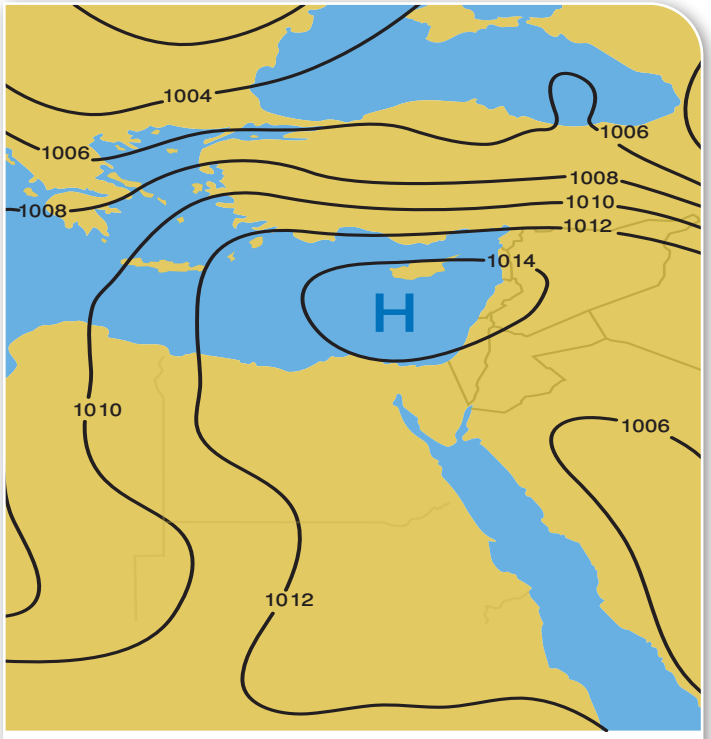
يُعرَّفُ **المنخفضُ الجويُّ Low Pressure** بأنَّهُ المنطقةُ التي تكونُ قيمُ الضغطِ الجويِّ في مركزِها أقلَّ منْ قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ لَها، ويزدادُ الضغط الجوي بالابتعادِ نحوَ الخارجِ، أنظرُ الشكلَ (9). ويُرمَزُ إلى المنخفضِ الجويِّ على الخريطةِ السطحيةِ للطقسِ بحرفِ (L) بلونٍ أحمرَ، وتتحركُ الرياحُ حولَ مركزِ المنخفضِ الجويِّ عكسَ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، وتنحرفُ إلى الداخلِ باتجاهِ مركزِ المنخفضِ الجويِّ وتتجمعُ فيهِ، ويحدثُ عكسُ ذلكَ في النصفِ الجنوبيِّ للكرةِ الأرضيةِ؛ إذْ تتحركُ الرياحُ معَ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الجنوبيِّ للكرةِ الأرضيةِ، وتنحرفُ إلى الداخلِ باتجاهِ مركزِ المنخفضِ الجويِّ وتتجمعُ فيهِ، أنظرُ الشكلَ (10).



الشكلُ (10): حركةُ الرياحِ في نصفيِ الكرةِ الأرضيةِ الشماليِّ والجنوبيِّ نحوَ مركزِ المنخفضِ الجويِّ.

يتّصفُ المنخفضُ الجويُّ بوجودِ تياراتٍ هوائيةٍ صاعدةٍ إلى الأعلى تعملُ على رفعِ الهواءِ إلى الأعلى، وخفضِ درجةِ الحرارةِ فيهِ، وزيادةِ رطوبتِهِ مُشكّلةً الغيومَ ومؤديةً إلى سقوطِ الأمطارِ المتفرقةِ.

وتتعرضُ منطقةُ شرقِ البحرِ الأبيضِ المتوسطِ إلى مجموعةٍ منَ المنخفضاتِ الجويةِ تنشأُ فوقَ البحرِ الأبيضِ المتوسطِ ويتمركزُ بعضُها فوقَ جزيرةِ قبرصَ، وبعضٌ آخرُ يتمركزُ فوقَ الجزرِ اليونانيةِ أو جنوبَ تركيا، ويبدأُ نشاطُها غالبًا في فصلِ الشتاءِ.



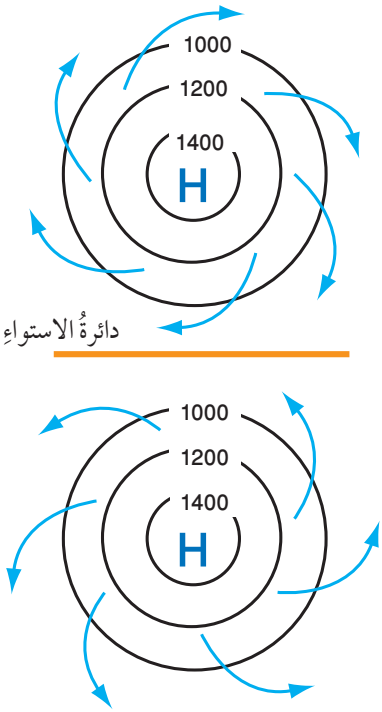
الشكل (11): مرتفعٌ جويٌّ يتمركزُ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ تزدادُ فيهِ قيمُ الضغطِ الجويِّ في المركزِ عنِ المناطقِ المجاورةِ لهُ.

أصفُ: كيفَ تتغيرُ قيمُ الضغطِ الجويِّ؟

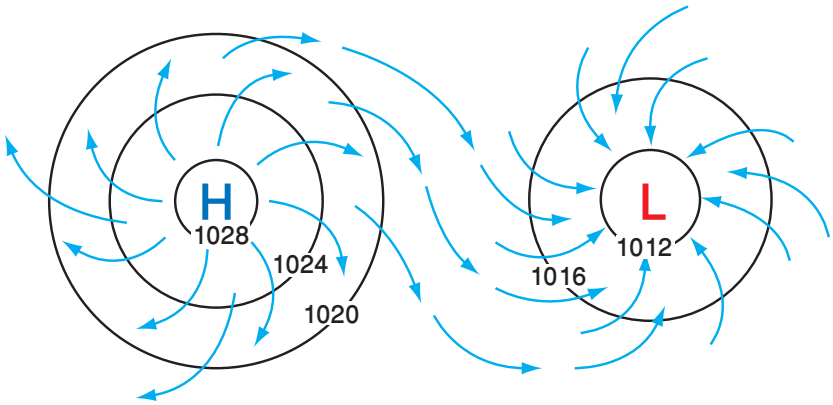
المرتفعُ الجويُّ High Pressure

يُعرَّفُ **المرتفعُ الجويُّ High Pressure** بأنَّهُ منطقةٌ تكونُ قيمُ الضغطِ الجويِّ في مركزِها أكبرَ من قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ، ويقلُّ الضّغطُ الجويُّ كلَّما ابتعدْنا نحوَ الخارجِ، أنظرُ الشكلَ (11).

يُرمَزُ إلى المرتفعِ الجويِّ على خريطةِ الطقسِ بالرمزِ (H) باللونِ الأزرقِ، وتتحركُ الرياحُ حولَ مركزِ المرتفعِ الجويِّ معَ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، وتنحرفُ إلى الخارجِ بعيدًا عنْ مركزِ المرتفعِ الجويِّ، وبعكسِ ذلكَ في النصفِ الجنوبيِّ للكرةِ الأرضيةِ؛ إذْ تتحركُ الرياحُ عكسَ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الجنوبيِّ للكرةِ الأرضيةِ وتنحرفُ إلى الخارجِ بعيدًا عنْ مركزِ المرتفعِ الجويِّ، أنظرُ الشكلَ (12). يتّصفُ المرتفعُ الجويُّ بوجودِ تياراتٍ هوائيةٍ هابطةٍ إلى الأسفلِ تمنعُ تشكلَ الغيومِ؛ وبذلكَ تكونُ السماءُ في المرتفعِ الجويِّ صافيةً.



الشكلُ (12): حركةُ الرياحِ في نصفَيِ الكرةِ الأرضيةِ الشماليِّ والجنوبيِّ، وتوزيعُ الرياحِ منْ مركزِ المرتفعِ الجويِّ.



الشكلُ (13): اتجاهُ حركةِ الرياحِ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ بينَ المنخفضِ الجويِّ والمرتفعِ الجويِّ.

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ على خرائطِ الطقسِ

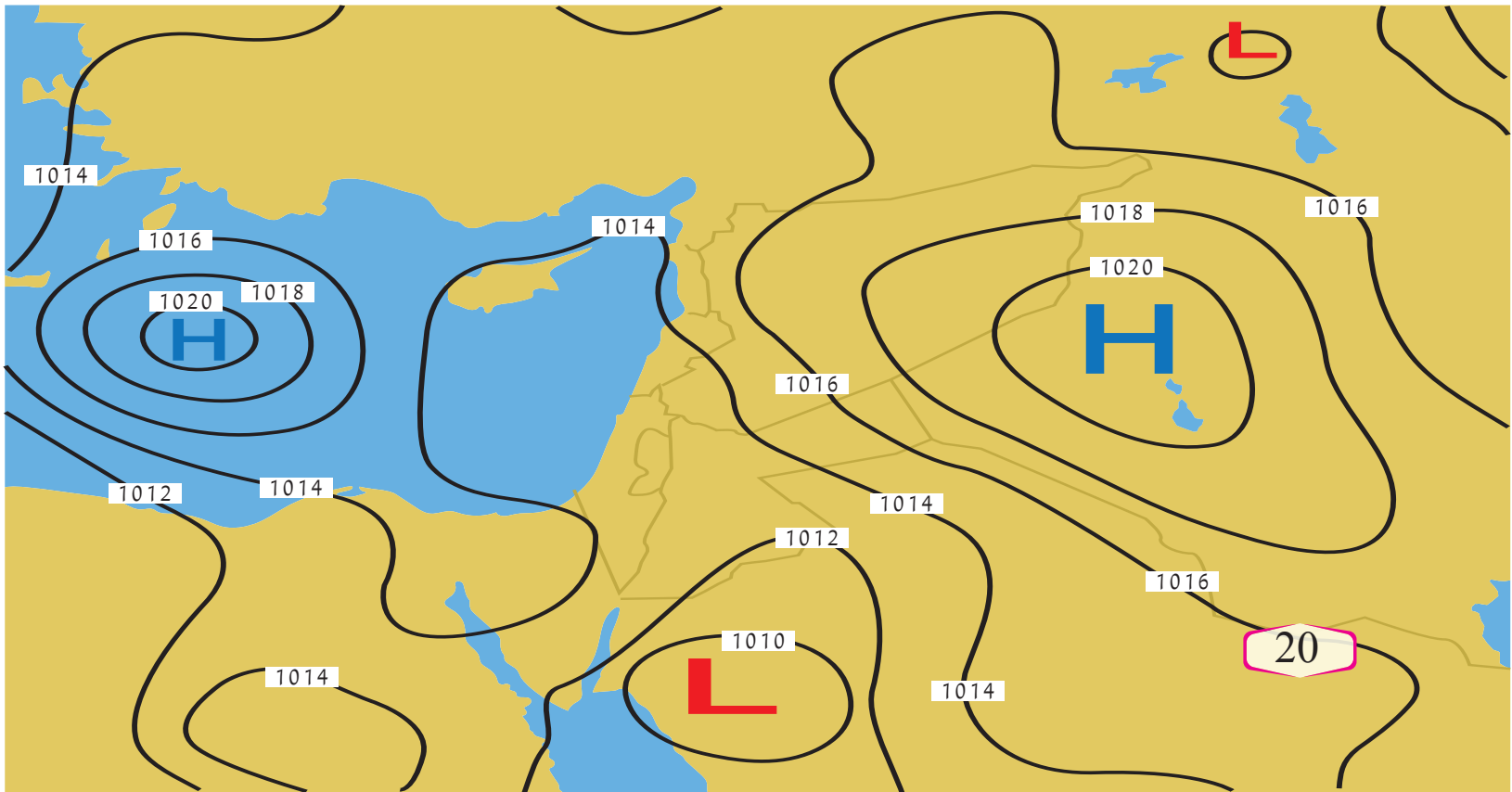
Atmospheric Pressure Systems on the Weather Maps

تظهرُ المنخفضاتُ والمرتفعاتُ الجويةُ على خرائطِ الطقسِ متجاورةً دائمًا؛ إذْ إنَّها تُكمّلُ بعضَها، أنظرُ الشكلَ (13)، فالرياحُ التي تتحركُ منْ منطقةِ المرتفعِ الجويِّ تصلُ إلى منطقةِ المنخفضِ الجويِّ وترتفعُ للأعلى في مركزِ المنخفضِ الجويِّ لتعودَ وتهبطَ في مركزِ المرتفعِ الجويِّ، أنظرُ الشكلَ (14) الذي يوضحُ خريطةَ طقسٍ تُبيّنُ خطوطَ تَساوي الضغطِ الجويِّ وأنظمةَ الضغطِ الجويِّ المختلفةَ.

أتحقَّقُ: أُوضّحُ: كيفَ تتحركُ الرياحُ في مركزِ المرتفعِ الجويِّ في نصفَيِ الكرةِ الأرضيةِ؟

الشكلُ (14): خريطةُ طقسٍ لمنطقةٍ جغرافيةٍ واسعةٍ توضحُ خطوطَ تساوي الضغطِ الجويِّ، وأنظمةَ الضغطِ الجويِّ المختلفةَ، ويظهرُ فيها منخفضٌ جويٌّ يتمركزُ فوقَ البحرِ الأحمرِ يؤثرُ في المملكةِ.

أُحدّدُ قيمةَ الضغطِ الجويِّ في مركزِ المرتفعاتِ الجويةِ.



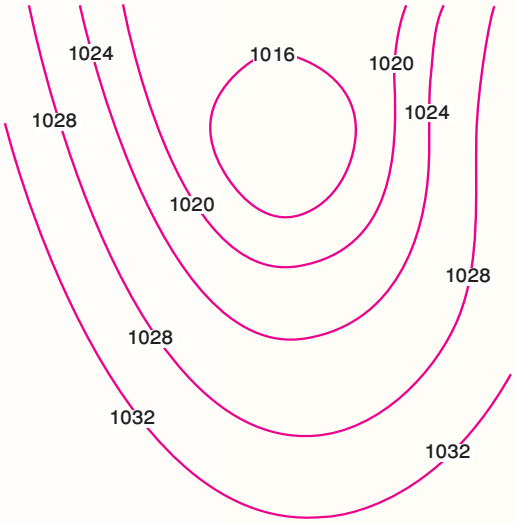
أبحثُ: منَ الأخطاءِ الشائعةِ التي يقعُ فيها بعضُ الناسِ أحيانًا: ربطهُمُ ارتفاعَ درجةِ الحرارةِ بالمرتفعِ الجويِّ، وانخفاضَ درجةِ الحرارةِ بالمنخفضِ الجويِّ.
أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ: كيفَ يؤدي المرتفعُ الجويُّ إلى خفضِ درجةِ حرارةِ منطقةٍ ما عندَما يؤثّرُ فيها؟ وكيفَ يؤدي المنخفضُ الجويُّ إلى رفعِ درجةِ حرارةِ منطقةٍ ما عندَما يؤثّرُ فيها.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أوضّحُ بعضَ صفاتِ المرتفعاتِ والمنخفضاتِ الجويّةِ منْ حيثُ درجةُ الحرارةِ والضغطُ الجويُّ.

2. **أصوغُ فرضيّةً** توضّحُ العلاقةَ بينَ تأثرِ منطقةٍ ما بمرتفعٍ جويٍّ لعدةِ أيامٍ وحالةُ الطقسِ المتوقعةُ.

3. أدرسُ الشكلَ المجاورَ الذي يمثّلُ أحدَ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ – أذكرُ: ماذا تُسمّى الخطوطُ المنحنيةُ في الشكلِ؟

ب– **أستنتجُ** نظامَ الضغطِ الجويِّ الذي يمثّلُهُ الشكلُ.

ج – أعبّرُ عنِ النظامِ الجويِّ السائدِ برمزٍ أضعُهُ في المكانِ المناسبِ على الشكلِ (مركزُ النّظامِ الجويِّ).

د – أرسمُ اتّجاهَ الرياحِ على الشكلِ.

بالوناتُ الطقسِ
Weather Ballons

تُعرَفُ بالوناتُ الأرصادِ الجويةِ ببالوناتِ الطقسِ، وهيَ بالوناتٌ تقيسُ الأحوالَ الجويةَ في الطبقاتِ العليا منَ الغلافِ الجويِّ، تُصنَعُ منْ موادَّ جلديةٍ ذاتِ درجةِ مُرونةٍ عاليةٍ؛ لتُساعدَ على تمدُّدِهِ أثناءَ الارتفاعِ منْ سطحِ الأرضِ إلى ارتفاعاتٍ شاهقةٍ في الغلافِ الجويِّ، تُعبَّأُ هذهِ البالوناتُ بغازِ الهيدروجينِ أوِ الهيليومِ ليتمدّدَ حجمُهُ تدريجيًّا ليصلَ إلى نحوِ (100) ضعفِ حجمِهِ الأصليِّ؛ ما يساعدُهُ على الوصولِ إلى ارتفاعاتٍ كبيرةٍ شاهقةٍ. ويحملُ بالونُ الأرصادِ الجويةِ جهازًا يُسمّى المسبارَ اللاسلكيَّ، وهوَ جهازٌ يبثُّ المعلوماتِ الجويةَ إلى المحطاتِ الأرضيةِ بوساطةِ جهازِ إرسالٍ لاسلكيٍّ، منْ مثلِ درجةِ الحرارةِ، والضغطِ الجويِّ، ورطوبةِ الجوِّ على ارتفاعاتٍ مختلفةٍ. أما اتجاهُ الرياحِ وسرعتُها فيمكنُ تحديدُهُما على الأرضِ عنْ طريقِ تتبّعِ حركةِ البالونِ بوساطةِ جهازِ تحديدِ الاتجاهِ. وينفجرُ البالونُ عندَما يصلُ إلى ارتفاعِ 27000 m تقريبًا، حينئذٍ تُفتَحُ مظلةُ الهبوطِ (الباراشوت) المتصلةُ بالمسبارِ اللاسلكيِّ، فتُعيدُهُ إلى الأرضِ.

تُطلَقُ بالوناتُ الطقسِ منْ جهاتٍ محددةٍ حكوميةٍ أوْ عسكريةٍ، حيثُ يجري إطلاقُ ما يقاربُ (1800) بالونٍ منْ (900) منطقةٍ مختلفةٍ حولَ العالمِ بتوقيتٍ مُوحّدٍ، التوقيتُ الموحّد يُمَكِّنُ خُبراءَ الطقسِ منْ إدخالِ هذهِ البياناتِ إلى نماذجِ التنبؤاتِ العدديةِ التي منْ شأنِها رفعُ مقدارِ دقةِ هذهِ التوقعاتِ الصادرةِ عنْ هذهِ النماذجِ.

وفي الوطنِ العربيِّ يوجدُ كثيرٌ منْ محطاتِ الرصدِ التي تستخدمُ بالوناتُ الأرصادِ الجويةِ، أما في وطنِنا الأردنِّ فدائرةُ الأرصادِ الجويةِ هيَ المسؤولةُ عنْ إطلاقِ هذا البالونِ بشكلٍ يوميٍّ ؛ حيثُ تمتلكُ الدائرةُ محطةً خاصةً لهذهِ الغايةِ تقعُ في منطقةِ المفرقِ، وتطلقُ هذا البالونَ يوميًّا عندَ الساعةِ (00:00) بتوقيتِ غرينيتش.

وهناكَ نوعٌ آخرُ منْ بالوناتِ الأرصادِ الجويةِ يسمى البالونَ ثابتَ المستوى؛ وهوَ يحلِّقُ على ارتفاعٍ معينٍ يعتمدُ على حجمِ البالونِ، ويظلُّ الغازُ بداخلِهِ عندَ ضغطٍ ثابتٍ تقريبًا. ويحدّدُ حجمَ البالونِ الارتفاعُ الذي يحلِّقُ عليهِ. ويمكنُ للبالوناتِ ثابتةِ المستوى أنْ تظلَّ في الهواءِ شهورًا كثيرةً، وهيَ تزوِّدُنا بقياساتٍ طويلةِ الأجلِ للأحوالِ الجويةِ على ارتفاعٍ مُعيّنٍ. وتبثُّ البالوناتُ البياناتِ إلى الأقمارِ الصناعيةِ التي توصلُها بدورِها إلى المحطاتِ الأرضيةِ.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ عن وسائلَ أخرى يستخدمُها متنبؤ الأرصادِ الجويةِ؛ لتَعرُّفِ حالةِ الطقسِ، ثمَّ أكتبُ مقالةً حولَ ذلكَ، ثم أشارك ما أكتبُهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

السؤالُ الأولُ:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - ..... : كميةٌ ضخمةٌ منَ الهواءِ المتجانسِ في خصائصِهِ منْ حيثُ درجاتُ الحرارةِ والرطوبةُ.

ب- ..... : الخطوطُ التي تصلُ بينَ القيمِ المتساويةِ منَ الضغطِ الجويِّ التي تتصفُ بأنَّها لا تتقاطعُ.

ج- ..... : منطقةٌ يكونُ الضغطُ الجويُّ في مركزِها منخفضًا، ويزدادُ بالابتعادِ نحوَ الخارجِ.

السؤالُ الثاني:

أتنبّأُ: لماذا تتكونُ بعضُ الغيومِ من قطراتِ ماءٍ، وبعضُها منْ بلوراتٍ ثلجيةٍ؟

السؤالُ الثالثُ:

أحددُ خصائصَ الكتلةِ الهوائيةِ التي يُرمَزُ إليها بالرمزِ (cP).

السؤالُ الرابعُ:

أحدّدُ نوعَ الغيومِ المتكونةِ عندَ تحرّكِ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ.

السؤالُ الخامسُ:

أرسمُ كيفيّةَ تشكُّلِ جبهةٍ هوائيّةٍ دافئةٍ، مبينًا العناصرَ الآتيةَ: الكتلَ الهوائيةَ، واتجاهَ كلٍّ منْها نحوَ الأخرى، ورمزَ الجبهةِ الهوائيةِ.

السؤالُ السادسُ:

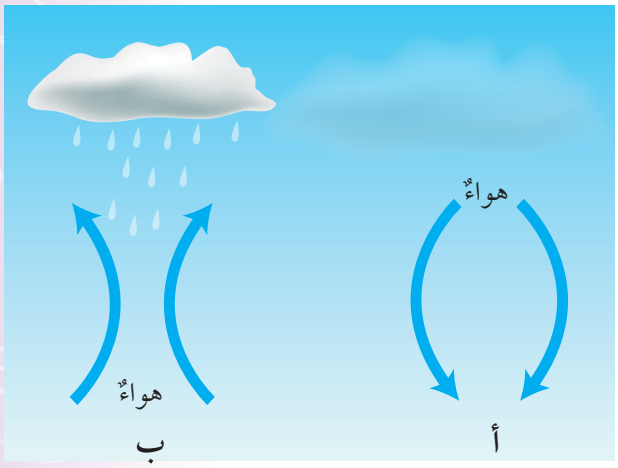
أحدّدُ نوعَ الكتلةِ الهوائيةِ التي تتميزُ بهواءٍ دافئٍ ورطبٍ.

السؤالُ السابعُ:

أتوقّع ماذا سيحدثُ عندَما تتجهُ كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ بسرعةٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ تتحركُ ببطءٍ.

السؤالُ الثامنُ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ؛ لِأُجيبَ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أصفُ حركةَ الهواءِ في الشكلِ (أ).

ب- أبينُ سببَ ارتفاعِ الهواءِ في الشكلِ (ب) إلى الأعلى.

ج- أحدّدُ نظامَ الضغطِ الجويِّ في كلٍّ منَ: الشكلِ (أ) والشكلِ (ب)؛ اعتمادًا على حالةِ الطقسِ في كلٍّ منهُما.

السؤالُ التاسعُ:

أقارنُ بينَ الجبهةِ الهوائيةِ الدافئةِ والجبهةِ الهوائيةِ الباردةِ منْ حيثُ تأثيرُهما في حالةِ الطقسِ المتوقعةُ.

السؤالُ العاشرُ:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. تتصفُ الكتلةُ الهوائيةُ المتكونةُ فوقَ الصحراءِ الكبرى بأنَّها:
   أ - جافةٌ وباردةٌ. ب- جافةٌ وحارةٌ.
   ج- رطبةٌ وباردةٌ. د- رطبةٌ وحارةٌ.

2. يشيرُ الرمزُ (cP) إلى كتلةٍ هوائيةٍ:
   أ - مداريةٍ قاريةٍ. ب- مداريةٍ بحريةٍ.
   ج- قطبيةٍ قاريةٍ. د - قطبيةٍ بحريةٍ.

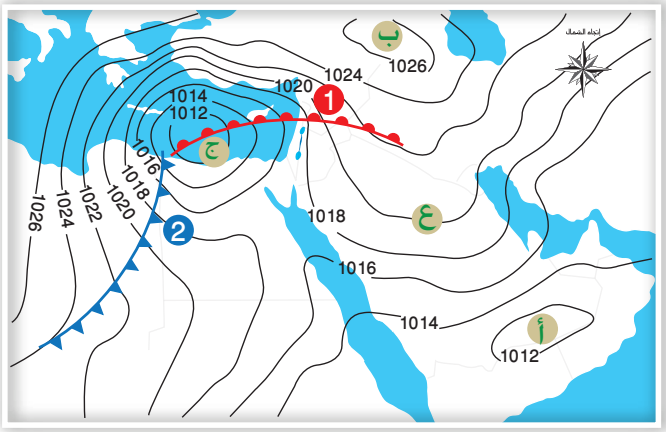
3. أيٌّ منَ الكتلِ الهوائيةِ الآتيةَ تتسببُ في انخفاضِ درجةِ الحرارةِ وتساقطِ الثلوجِ في المناطقِ التي تمكثُ فوقَها:
   أ - كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ قاريةٌ.
   ب- كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ بحريةٌ.
   ج- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ قاريةٌ.
   د- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ بحريةٌ.

4. تعتمدُ خصائصُ الجبهاتِ الهوائيةِ، وأنواعُها، وطريقةُ تأثيرِها في حالةِ الطقسِ على:
   أ - نوعِ الكتلِ الهوائيةِ واتجاهِ حركتِها.
   ب- نوعِ الكتلِ الهوائيةِ بشكلٍ رئيسٍ.
   ج- اتجاهِ حركةِ الكتلِ الهوائيةِ بشكلٍ رئيسٍ.
   د- المنطقةِ التي تمكثُ فوقَها الكتلُ الهوائيةُ.

5. يكونُ المنخفضُ الجويُّ مصحوبًا بـ:
   أ - تياراتٍ هوائيةٍ هابطةٍ.
   ب- ارتفاعٍ في درجةِ الحرارةِ.
   ج- سماءٍ تخلو منَ الغيومِ.
   د- تياراتٍ هوائيةٍ صاعدةٍ.

السؤالُ الحادي عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُمثِّلُ خريطةَ طقسٍ سطحيّةٍ لمجموعةٍ منَ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أعبّرُ بالرموزِ عنْ نظامِ الضغطِ الجويِّ السائدِ في كلٍّ منَ المناطقِ (أ، ب، ج).

ب- أحدّدُ نوعَ الجبهةِ الهوائيةِ المشارِإليْها بالرقمِ (1).

ج - **أتوقّعُ** حالةَ الطقسِ في المنطقةِ المشارِ إليْها بالرقمِ (2).

د - أحدّدُ قيمةَ الضغطِ الجويِّ عندَ النقطةِ (ع).

هـ- أرسمُ اتجاهَ الرياحِ لنظامِ الضغطِ الجويِّ (ج).

السؤالُ الثاني عشرَ:

أطرحُ سؤالًا إجابتُهُ: المُرتفعُ الجويّ.

الوحدةُ 4

المحيطاتُ
Oceans

قالَ تعالى:

﴿ أَوْ كَظُلُمَٰتٍ فِي بَحْرٍ لُّجِّيٍّ يَغْشَىٰهُ مَوْجٌ مِّن فَوْقِهِۦ مَوْجٌ مِّن فَوْقِهِۦ سَحَابٌ ظُلُمَٰتُۢ بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ إِذَآ أَخْرَجَ يَدَهُۥ لَمْ يَكَدْ يَرَىٰهَا ۗ وَمَن لَّمْ يَجْعَلِ ٱللَّهُ لَهُۥ نُورًا فَمَا لَهُۥ مِن نُّورٍ ﴾

(سورةُ النورِ، الآيةُ: 40).

أتأمَّلُ الصورةَ

تُغطّي المحيطاتُ مناطقَ واسعةً منْ سطحِ الأرضِ، فما أهميةُ المحيطاتِ؟ وما خصائصُ مياهِها؟

الفكرةُ العامةُ:

معرفةُ خصائصِ مياهِ المحيطاتِ تساعدُنا على فهمِ تأثيرِ المحيطاتِ على المُناخِ، والبيئةِ المحيطةِ بِها.

الدرسُ الأولُ: خصائصُ مياهِ المحيطاتِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تختلفُ مياهُ المحيطاتِ في خصائصِها، ومنها: درجةُ الحرارةِ، والملوحةُ، والكثافةُ.

الدرسُ الثاني: أمواجُ المحيطِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تنشأُ معظمُ الأمواجِ البحريةِ بفعلِ الرياحِ، وتختلفُ خصائصُها؛ اعتمادًا على قوةِ الرياحِ، ومدةِ تأثيرِها.

الدرسُ الثالثُ: تياراتُ المحيطِ والمُناخُ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تنشأُ تياراتُ المحيطِ بسببِ حركةِ الرياحِ، أوِ اختلافِ الكثافةِ، أوِ المدِّ والجزرِ، وتؤثّرُ بشكلٍ كبيرٍ في توزيعِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ.

تجربةٌ استهلاليةٌ

توزيعُ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ

يتكونُ سطحُ الأرضِ منْ مجموعةٍ منَ القاراتِ تحيطُ بها المسطحاتُ المائيةُ المختلفةُ منْ بحارٍ ومحيطاتٍ، وقدْ أظهرتْ صورُ الأقمارِ الصناعيةِ أوِ المركباتِ الفضائيةِ أنَّ المحيطاتَ تغطي مساحاتٍ واسعةً منَ الأرضِ. فما نسبةُ مساحةِ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ؟

الموادُّ والأدواتُ:

خريطةٌ صماءُ للعالمِ، مسطرةٌ، قلمٌ.

خطواتُ العملِ:

1. أُقسّمُ -باستخدامِ المسطرةِ والقلمِ- خريطةَ العالمِ الصماءَ إلى مربعاتٍ متساويةٍ، وأحسبُ عددَها، وأسجّلُهُ في جدولٍ.
2. أعدُّ المربعاتِ التي تحتوي على القاراتِ بشكلٍ كاملٍ، وأسجّلُ عددَها في الجدولِ.
3. أعدُّ المربعاتِ التي تحتوي على جزءٍ من القارةِ - آخذًا بالحسبانِ تقريبَ المساحاتِ- بحيثُ تمثّلُ مربعاتٍ كاملةً، وأسجّلُ عددَها في الجدولِ.
4. أجمعُ المربعاتِ التي حصلتُ عليْها في الخطوتيْنِ السابقتيْنِ.
5. أكرّرُ الخطواتِ (2، 3، 4) للمناطقِ المغطاةِ بالبحارِ والمحيطاتِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسبُ نسبةَ مساحةِ اليابسةِ على سطحِ الأرضِ.

2- **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسبُ نسبةَ مساحةِ المحيطاتِ والبحارِ على سطحِ الأرضِ.

3- **أتوقّعُ:** أيُّ جزأَيْ سطحِ الأرضِ أجدُ مساحةَ البحارِ والمحيطاتِ فيهِ أكبرُ: الشماليُّ أمِ الجنوبيُّ؟

4- أحددُ: إذا علمتُ أنَّ مساحةَ الكرةِ الأرضيةِ تساوي $510{,}072{,}000\ km^2$ ؛ فما المساحةُ التقريبيةُ لكلٍّ منَ: اليابسةِ والمسطحاتِ المائيةِ؟

خصائصُ مياهِ المحيطاتِ

Properities of Oceans Water

الدرسُ 1

الفكرةُ الرئيسةُ:

تختلفُ مياهُ المحيطاتِ في خصائصِها، منْها: درجةُ الحرارةِ، والملوحةُ، والكثافةُ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

-أبيّنُ بعضَ صفاتِ مياهِ المحيطاتِ.

-أرسمُ مقطعًا رأسيًّا لتغيرِ درجةِ الحرارةِ في مياهِ المحيطِ مُوضّحًا على الرسمِ: الكتلَ المائيةَ، وبعضَ خصائصِها الطبيعيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الملوحةُ	Salinity
النطاقُ المختلطُ	Mixed Zone
النطاقُ الانتقاليُّ	Transition Zone
النطاقُ العميقُ	Deep Zone
الميلُ الحراريُّ	Thermocline

توزُّعُ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ

Oceans Distribution on the Earth's Surface

تُشكّلُ المحيطاتُ حوالي 71% منْ مساحةِ سطحِ الأرضِ، ويوجدُ معظمُها في الجزءِ الجنوبيِّ منْ سطحِ الأرضِ، وترتبطُ المحيطاتُ ببعضِها مُشكّلةً جسمًا واحدًا يحيطُ بالقاراتِ، أنظرُ الشكلَ (1). ويعدُّ المحيطُ الهادي أكبرَ المحيطاتِ مساحةً؛ حيثُ تساوي مساحتُهُ وحدَهُ تقريبًا نصفَ مساحةِ المحيطاتِ جميعِها. ثمَّ المحيطُ الأطلسيُ فالمحيطُ الهنديُّ. ويوجدُ أيضًا محيطانِ أحدُهما بالقربِ منَ القطبِ الجنوبيِّ يسمى المحيطَ المتجمدَ الجنوبيَّ، والآخرُ بالقربِ منَ القطبِ الشماليِّ يُسمّى المحيطَ المتجمدَ الشماليَّ، وهوَ أصغرُ المحيطاتِ مساحةً.

مكوناتُ مياهِ المحيطاتِ Compositions of Oceans Water

تتكونُ مياهُ المحيطاتِ منْ موادَّ ذائبةٍ وموادَّ غيرِ ذائبةٍ، تشتملُ الموادُّ الذائبةُ على أيوناتِ العناصرِ المكونةِ للأملاحِ، وبخاصَّةٍ عناصرُ الكلورِ والصوديومِ والمغنيسيومِ، وعلى غازاتٍ منْها الأكسجينُ وثاني أكسيدِ الكربونِ، وعلى موادَّ عضويةٍ مثلِ بعضِ الأحماضِ الأمينيةِ. أما الموادُّ غيرُ الذائبةِ فتشملُ الموادَّ الصلبةَ، وتختلفُ كمياتُ هذهِ الموادِّ منْ منطقةٍ إلى أخرى في المحيطاتِ؛ اعتمادًا على: الحركةِ الرأسيةِ للمياهِ، وحركةِ الأمواجِ، ونشاطِ الكائناتِ الحيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أرتبُ المحيطاتِ منَ الأكبرِ مساحةً إلى الأقلِّ مساحةً.

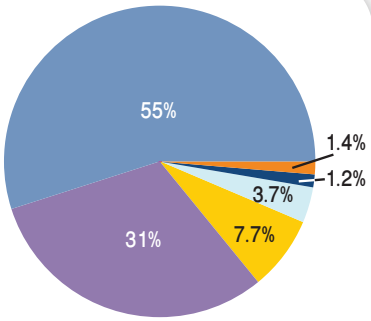
الشكلُ (1): توزُّعُ المحيطاتِ الرئيسةِ على سطحِ الأرضِ.

خصائصُ مياهِ المحيطاتِ Properties of Oceans Water

تتصفُ مياهُ المحيطاتِ بعددٍ منَ الخصائصِ، بعضُها خصائصُ كيميائيةٌ، مثلُ: الملوحةِ وبعضُها خصائصُ فيزيائيةٌ، مثلُ: درجةِ الحرارةِ والكثافةُ.

الملوحةُ Salinity

تُعرَّفُ **الملوحةُ Salinity** بأنَّها مجموعُ كمياتِ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ في الماءِ، ويُعبِّرُ علماءُ المحيطاتِ عنِ الملوحةِ بأنَّها النسبةُ بينَ كتلةِ الموادِّ الذائبةِ مقيسةً بالغرامِ إلى كتلةِ (1) كيلوغرامٍ منَ الماءِ، وتقاسُ بوحدةِ (g/kg)، وقدْ يعبَّرُ عنْها بوحداتِ قياسٍ مختلفةٍ منْها جزءٌ منَ الألفِ (‰) أوْ نسبةٌ مئويةٌ (%). ويساوي متوسطُ الملوحةِ لمياهِ المحيطِ 35‰ أوْ 3.5% ، أنظرُ الشكلَ (2). ألاحظُ أنَّ أكثرَ أيوناتِ العناصرِ وفرةً في مياهِ المحيطاتِ هيَ أيوناتُ الكلورِ، ومنْ ثَمَّ أيوناتُ الصوديومُ، وهذا يفسرُ سببَ وفرةِ أملاحِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) في مياهِ المحيطاتِ. أنظرُ الجدولَ (1) .



أيوناتُ الكلورِ
أيوناتُ الصوديومِ
أيوناتُ الكبريتاتِ
أيوناتُ المغنيسيومِ
أيوناتُ الكالسيومِ
أيوناتُ عناصرَ أخرى

الشكلُ (2): نسبُ أيوناتِ العناصرِ الرئيسةِ الذائبةِ التي تسهمُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.

أحدّدُ: أيُّ الأيوناتِ الأكثرُ نسبةً في مياهِ المحيطاتِ؟

مصادرُ أملاحِ مياهِ المحيطاتِ Sources of Oceans Salts

ما المصادرُ الأساسيةُ للأملاحِ الذائبةِ في المحيطاتِ؟

يوجدُ مصدرانِ أساسيانِ للأملاحِ الذائبةِ في مياهِ المحيطاتِ، أحدُهما البراكينُ الموجودةُ تحتَ الماءِ، حيثُ تنبعثُ منَ البراكينِ موادُّ محددةٌ وخاصَّةً ثانيَ أكسيدِ الكبريتِ وغازَ الكلورِ اللَّذينِ يذوبانِ في المياهِ مكوِّنيْنِ أيوناتِ الكبريتاتِ وأيوناتِ الكلورِ. أما المصدرُ الآخرُ فهوَ التجويةُ الكيميائيةُ لمعادنِ صخورِ القشرةِ الأرضيةِ، ومنْها معدنُ الفلسبارِ حيثُ تصلُ معظمُ الأيوناتِ الذائبةِ في مياهِ المحيطِ، ومنْها: الصوديومُ والكالسيومُ إلى المحيطِ بوساطةِ مياهِ الأنهارِ والجداولِ.

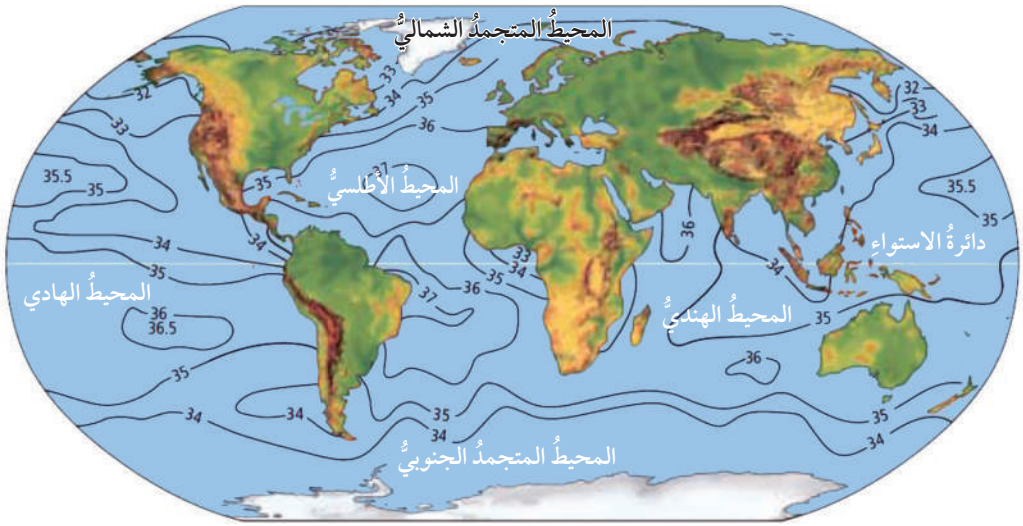
الجدولُ (1): نسبُ الأملاحِ في مياهِ المحيطاتِ.*

الملحُ	النسبةُ المئويةُ %
كلوريدُ الصوديومِ	2.6
كلوريدُ المغنيسيومِ	0.3
كبريتاتُ المغنيسيومِ	0.2
كبريتاتُ الكالسيومِ	0.1
كلوريدُ البوتاسيومِ	0.1
بروميدُ البوتاسيومِ	0.01
عناصرُ أخرى	0.01

* الجدولُ للمطالعةِ الذاتيّةِ.

العملياتُ المؤثرةُ في الملوحةِ Processing Affecting Salinity

على الرغمِ منْ أنَّ متوسطَ ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ يساوي 35‰، إلّا أنَّ الملوحةَ الفعليةَ تتغيرُ منْ مكانٍ إلى آخرَ، وتتراوحُ الملوحةُ السطحيةُ في مياهِ المحيطاتِ عادةً ما بينَ 33‰ إلى 38‰.



الشكلُ (3): خطوطُ تَساوي الملوحةِ التي تصلُ بينَ المناطقِ المتساويةِ في ملوحتِها. إذْ تختلفُ قيمُ الملوحةِ منْ مكانٍ إلى آخرَ؛ اعتمادًا على عملياتٍ متنوعةٍ منْها التبخرُ.

✓ **أتحقَّقُ:** أحددُ العملياتُ التي تؤثرُ في ملوحةِ المياهِ.

أُعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ العواملِ الآتيةِ: الهطلُ، والتبخرُ، وانصهارُ الجليدِ وتشكّلِهِ في ملوحةِ البحارِ والمحيطاتِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

وتؤثرُ في الملوحةِ عملياتٌ مختلفةٌ، منْها: الهطلُ والتبخرُ وانصهارُ الجليدِ وتشكلهُ. ففي عمليةِ الهطلِ تضافُ كمياتٌ كبيرةٌ منَ المياهِ العذبةِ إلى مياهِ المحيطاتِ؛ ما يؤدي إلى تقليلِ الملوحةِ. كما يحدثُ في المناطقِ الاستوائيةِ؛ حيثُ نجدُ أنَّ درجةَ الملوحةِ هناكَ أقلُّ منَ المعدلِ وتساوي تقريبًا 34‰، أنظرُ الشكلَ (3) الذي يمثلُ توزيعَ نسبِ الملوحةِ في العالمِ . وتقلُّ الملوحةُ -أيضًا- في فصلِ الصيفِ في المناطقِ القطبيةِ؛ بسببِ انصهارِ الجليدِ.

وتزدادُ الملوحةُ بسببِ عمليةِ التبخرِ كما في المناطقِ شبهِ المداريةِ التي يتجاوزُ فيها معدلُ التبخرِ معدلَ الهطلِ، حيثُ تصلُ الملوحةُ في الطبقاتِ السطحيةِ للمحيطِ هناكَ 37‰ تقريبًا كذلكَ تزدادُ الملوحةُ بسببِ تشكّلِ الجليدِ في الشتاءِ في المناطقِ القطبيةِ؛ فعندَما تتجمدُ مياهُ المحيطِ السطحيةُ تتبقى الأملاحُ، وتزدادُ ملوحةُ المياهِ المتبقيةِ.

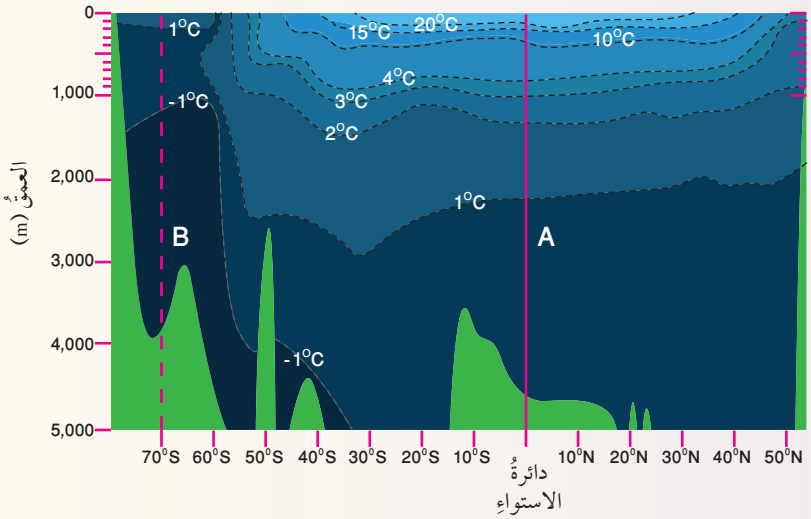
درجةُ حرارةِ مياهِ المحيطاتِ Oceans Water Temperature

تختلفُ درجةُ حرارةِ مياهِ المحيطاتِ اعتمادًا على موقعِها بالنسبةِ إلى دوائرِ العرضِ، وتتراوحُ درجاتُ حرارةِ سطحِ المحيطِ منْ 2- °C في المناطقِ القطبيةِ إلى 30 °C تقريبًا في المناطقِ الاستوائيةِ، ويبلغُ متوسطُ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ 15 °C تقريبًا. ويؤثرُ العمقُ في درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ فتقلُّ درجةُ حرارةِ المياهِ معَ العمقِ، ولهذا؛ فإنَّ المياهَ في أعماقِ المحيطاتِ دائمًا باردةٌ حتى في المناطقِ الاستوائيةِ. وتختلفُ درجةُ حرارةِ المياهِ أيضًا بحسبِ الوقتِ الذي قيستْ فيهِ منَ السنةِ.ولتعرُّفِ كيفَ تتغيّرُ درجةُ الحرارةِ معَ العمقِ في المحيطاتِ؛ أُنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

تغيرُ درجةِ حرارةِ المحيطِ معَ العمقِ

تتأثرُ درجةُ حرارةِ مياهِ المحيطاتِ بحسبِ الموقعِ نسبةً إلى دوائرِ العرضِ؛ لذلكَ تختلفُ درجاتُ الحرارةِ في المناطقِ القطبيةِ عنْها في المناطقِ الاستوائيةِ، كذلكَ تختلفُ درجةُ الحرارةِ معَ العمقِ، فكيفَ يكون ذلك؟ وما شكلُ الرسمِ البيانيِّ الذي يمثّلُها؟



الموادُّ والأدواتُ:

خريطةٌ تمثّلُ التوزيعَ الرأسيَّ لدرجةِ الحرارةِ في المحيطِ الهادي في فصلِ الصيفِ، ورقُ رسمٍ بيانيٍّ أوْ برمجيةُ (excel)، قلمُ رصاصٍ، مسطرةٌ.

خطواتُ العملِ:

1. أُنشئُ رسمًا بيانيًّا للعلاقةِ بينَ درجةِ الحرارةِ والعمقِ بحيثُ يمثّلُ المحورُ الأفقيُّ درجةَ الحرارةِ، والمحورُ العموديُّ العمقَ مستخدمًا برمجيةَ (excel) أوْ ورقَ رسمٍ بيانيٍّ عن طريقِ تطبيقِ الخطواتِ الآتيةِ:
   أ - ألاحظُ الخطَّ (A) الذي يمثّلُ دائرةَ العرضِ صفرٍ (دائرةُ الاستواءِ) الذي يمتدُّ بشكلٍ رأسيٍّ على خريطةِ توزيعِ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ.
   ب-أمثّلُ درجةَ حرارةِ مياهِ المحيطِ نسبةً إلى العمقِ على الرسمِ البيانيِّ؛ وذلك عن طريقِ تحديدِ قيمةِ نقطةِ تقاطعِ خطوطِ تساوي درجةَ الحرارةِ معَ الخطِّ (A)، وتحديدِ العمقِ المُمثّلِ لكلٍّ منْها، ثمّ أرسُمُها على الرسمِ البيانيِّ.
   ج- أَصلُ بينَ النقاطِ للحصولِ على رسمٍ بيانيٍّ.
2. أكرّرُ الخطواتِ (أ ، ب ، ج) باستخدامِ الخطِّ (B) الذي يمثّلُ دائرةَ العرضِ 70^{o} جنوبًا (المنطقةَ القطبيةَ) الذي يمتدُّ بشكلٍ رأسيٍّ على خريطةِ توزيعِ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 - أحدّدُ قيمةَ أعلى درجةِ حرارةٍ للمياهِ، وعمقَها، وأدنى (أقلِّ) درجةٍ، وعمقَها عندَ دائرةِ العرضِ صفرٍ.

2 - أحدّدُ قيمةَ أعلى درجةِ حرارةٍ للمياهِ، وعمقَها، وأدنى درجةٍ، وعمقَها عندَ دائرةِ العرضِ 70^{o}.

3 - أقارنُ بينَ منحنى توزيعِ درجةِ الحرارةِ معَ العمقِ في كلا الموقعيْنِ.

4 - أستنتجُ أكثرَ الأماكنِ ملوحةً في مياهِ المحيطِ؛ اعتمادًا على منحنى درجةِ الحرارةِ.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ درجةَ الحرارةِ بالقربِ منْ دائرةِ الاستواءِ في فصلِ الصيفِ تكونُ بشكلٍ عامٍّ مرتفعةً نسبيًّا في طبقةِ المياهِ السطحيةِ التي تصلُ إلى 200 m تقريبًا، ثمَّ تتناقصُ بشكلٍ كبيرٍ حتى عمقِ 1000 m، ثمَّ تثبتُ بعدَ هذا العمقِ وتتراوحُ بينَ (1 ـ 4)°C. أما في المنطقةِ القطبيةِ فتكونُ درجةُ الحرارةِ منخفضةً وثابتةً نسبيًّا، وتتراوحُ بينَ (1 ـ 1−)°C.

كثافةُ مياهِ المحيطاتِ Oceans Water Density

تعدُّ الكثافةُ إحدى الخصائصِ الفيزيائيةِ المهمةِ لمياهِ المحيطاتِ، وتؤدي إلى حركةِ المياهِ ونشوءِ تياراتٍ محيطيةٍ مختلفةٍ. وتعتمدُ كثافةُ مياهِ المحيطِ على عامليْنِ رئيسيْنِ، هما: الملوحةُ ودرجةُ الحرارةِ.

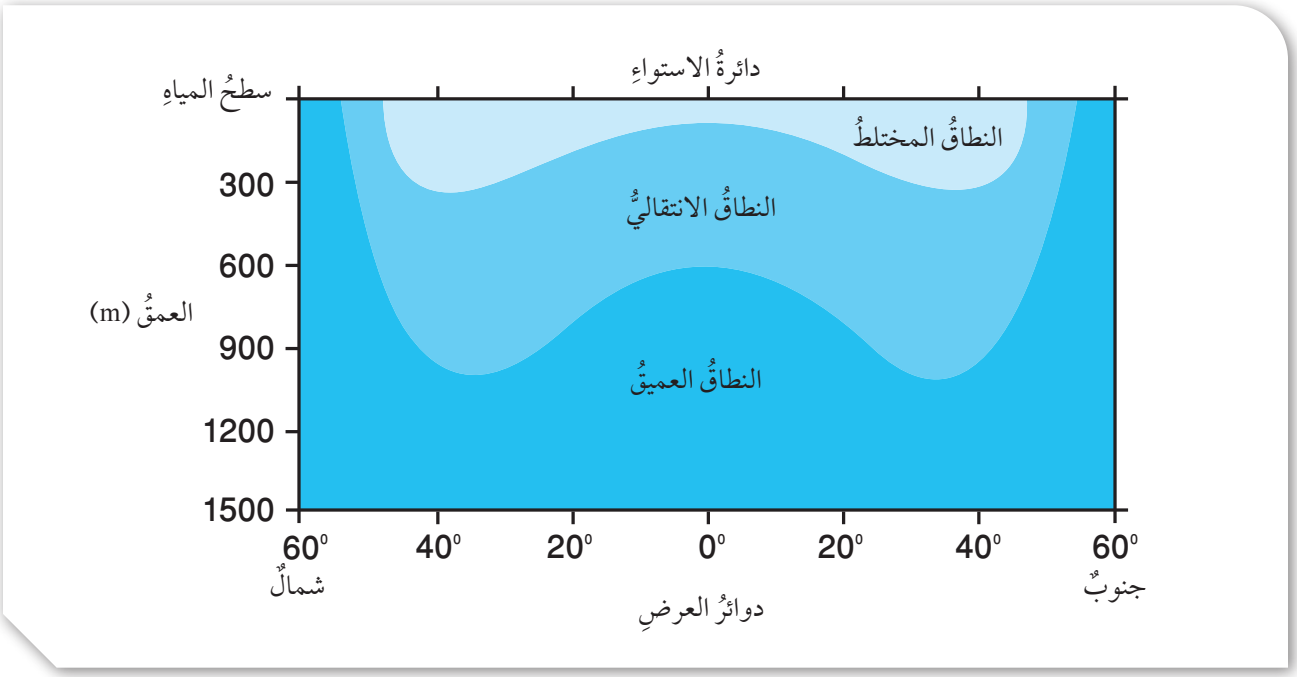
تزدادُ الكثافةُ بزيادةِ الملوحةِ، فكثافةُ المياهِ النقيةِ تساوي $1.00\ g/cm^3$ بينَما يبلغُ متوسطُ كثافةِ مياهِ المحيطاتِ حوالي $1.025\ g/cm^3$ بسببِ ذوبانِ أيوناتِ الأملاحِ فيها. وكلَّما زادتِ الملوحةُ زادتِ الكثافةُ. وتؤثرُ درجةُ الحرارةِ أيضًا في الكثافةِ؛ فالمياهُ الباردةُ أكثرُ كثافةً من المياهِ الدافئةِ؛ لذلكَ تتحركُ المياهُ الباردةُ إلى أسفلِ المياهِ الدافئةِ لأنَّ كثافتَها أكبرُ.

أتحقَّقُ: أفسرُ كيفيّةَ تأثيرِ الملوحةِ في كثافةِ مياهِ المحيطاتِ.

طبقاتُ المحيطِ Ocean Layers

قسَّمَ علماءُ المحيطاتِ مياهَ المحيطِ رأسيًّا؛ اعتمادًا على التغيرِ في الكثافةِ إلى ثلاثِ طبقاتٍ رئيسةٍ في معظمِ المحيطاتِ، يُسمّى كلٌّ منْها نطاقًا، وهي: النطاقُ المختلطُ (الطبقةُ السطحيةُ) Mixed Zone والنطاقُ الانتقاليُّ Transition Zone والنطاقُ العميقُ Deep Zone أنظرُ الشكلَ (4).

أبحثُ:
كيفَ تتغيرُ درجةُ حرارةِ مياهِ المحيطِ في المناطقِ المعتدلةِ (دائرةُ العرضِ 40°)؟ أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ثمَّ أقارنُ النتائجَ التي توصلتُ إليْها بدرجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ في كلٍّ منْ: دائرةِ الاستواءِ والمناطقِ القطبيةِ.



الشكلُ (4): توزيعُ طبقاتِ المحيطِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ.
أوضحُ خصائصَ النطاقِ الانتقاليِّ.

النطاقُ المختلطُ Mixed Zone: يمثّلُ هذا النطاقُ الطبقةَ السطحيةَ منَ المحيطاتِ التي تتأثرُ بأشعةِ الشمسِ، وتعملُ حركةُ الأمواجِ البحريةِ على خلطِ المياهِ فيها. يتميزُ هذا النطاقُ بتجانسِ الكثافةِ وارتفاعِ درجةِ الحرارةِ فيهِ. ويمتدُّ إلى حوالي 300 m، ويمثّلُ حوالي 2% منْ مياهِ المحيطِ.

النطاقُ الانتقاليُّ Transition Zone: يمتد هذا النطاقُ منْ نهايةِ النطاقِ المختلطِ إلى حوالي 1000 m حيثُ تنخفضُ درجةُ الحرارةِ فيهِ بشكلٍ مفاجئٍ وسريعٍ معَ العمقِ. ويُسمّى هذا النطاقُ طبقةَ **الميلِ الحراريِّ Thermocline**، ويمثّلُ حوالي 18% منْ مياهِ المحيطِ.

النطاقُ العميقُ Deep Zone: يقعُ هذا النطاقُ أسفلَ النطاقِ الانتقاليِّ حيثُ لا تصلَ أشعةُ الشمسِ إليهِ، لذلكَ يتميزُ هذا النطاقُ منَ المحيطِ بأنَّهُ طبقةٌ باردةٌ ومظلمةٌ، ودرجةُ الحرارةِ فيها قريبةٌ منْ درجةِ التجمدِ. ونتيجةً لذلكَ؛ فإنَّ كثافةَ الماءِ تبقى ثابتةً ومرتفعةً في هذهِ الطبقةِ. ويمثلُ هذا النطاقُ حوالي 80% منْ مياهِ المحيطِ.

أتحقَّقُ: أذكرُ النطاقاتِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ في المناطقِ الاستوائيةِ.

أفكّرُ هلْ تتشكلُ النطاقاتُ الثلاثةُ في منطقتَيْ القطبيْنِ الشماليِّ والجنوبيِّ؟ لماذا؟ أدرسُ الشكلَ (4) وأحدِّدُ عددَ النطاقاتِ في الأقطابِ، وأفسّرُ سببَ ذلكَ، ثمَّ أعرضُ ما توصلتُ إليهِ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أصفُ كيفَ تختلفُ مياهُ المحيطاتِ في خصائصِها.

2. أحددُ المكوناتِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ.

3. **أُقارِنُ** بينَ تأثيرِ كلٍّ منَ: الهطلِ والتبخرِ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.

4. **السببُ والنتيجةُ:** أوضحُ كيفَ تؤثرُ التجويةُ الكيميائيةُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.

5. **أتنبّأُ** لماذا تُعدُّ السباحةُ في البحرِ الميتِ أكثرَ سهولةً منْ باقي البحارِ.

6. **أقارنُ** بينَ النطاقِ الانتقاليِّ والنطاقِ العميقِ منْ حيثُ التغيرُ في درجةِ الحرارةِ معَ العمقِ.

7. **أفسرُ:** لماذا تنخفضُ درجةُ الحرارةِ في النطاقِ الانتقاليِّ بشكلٍ سريعٍ؟

8. يمثّلُ الجدولُ الآتي أيوناتِ العناصرِ الرئيسةَ الذائبةَ في مياهِ المحيطاتِ (بالنسبةِ المئويةِ وبالجزءِ منْ ألفٍ)، أدرسُ الجدولَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

أيونُ العنصرِ	الكلورُ	الصوديومُ	الكبريتاتُ	المغنيسيومُ	الكالسيومُ	عناصرُ أخرى	المجموعُ
النسبةُ المئويةُ (%)	55	31	7.7	3.7	1.2	1.4	100
الجزءُ بالألفِ ppt (‰)	19.35	10.76	2.71	1.29	0.41	0.64	35.16

أ – أذكرُ أكثرَ أيوناتِ العناصرِ وفرةً في مياهِ المحيطِ.

ب– **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسبُ كميةُ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) في 1kg من مياهِ المحيطِ (g)؟

ج – **أستخدمُ الأرقامَ:** أحسبُ كميةُ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ التي يمكنُ الحصولُ عليْها بالجزءِ بالألفِ إذا حصلتُ على 2 kg منْ ماءِ المحيطِ؟

9. **السببُ والنتيجةُ:** أوضّحُ سببَ اختلافِ كميّاتِ الموادّ الذائبةِ والموادّ غيرِ الذائبةِ منْ منطقةٍ إلى أخرى في المحيطاتِ.

10. **أطرحُ سؤالًا** إجابتهُ: الملوحةُ ودرجة الحرارةِ.

أمواجُ المحيط
Ocean Waves

الدرسُ 2

الفكرةُ الرئيسةُ:
تنشأُ معظمُ الأمواجِ البحريةِ بفعلِ الرياحِ، وتختلفُ خصائصُها؛ اعتمادًا على قوةِ الرياحِ، ومدةِ تأثيرِها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أذكرُ أنواعَ الأمواجِ البحريةِ.
- أشرحُ كيفيّةَ تشكُّلِ الأمواجِ البحريةِ.
- أقارنُ بينَ الأمواجِ البحريةِ؛ بحسبِ أسبابِ حدوثِها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

ارتفاعُ الموجةِ	Wave Height
سعةُ الموجةِ	Amplitude
الطولُ الموجيُّ	Wavelength
تكسُّرُ الأمواجِ	Breaking Waves
أمواجُ تسونامي	Tsunami Waves
المدُّ والجزرُ	Tides

أمواجُ المحيطِ Ocean Waves

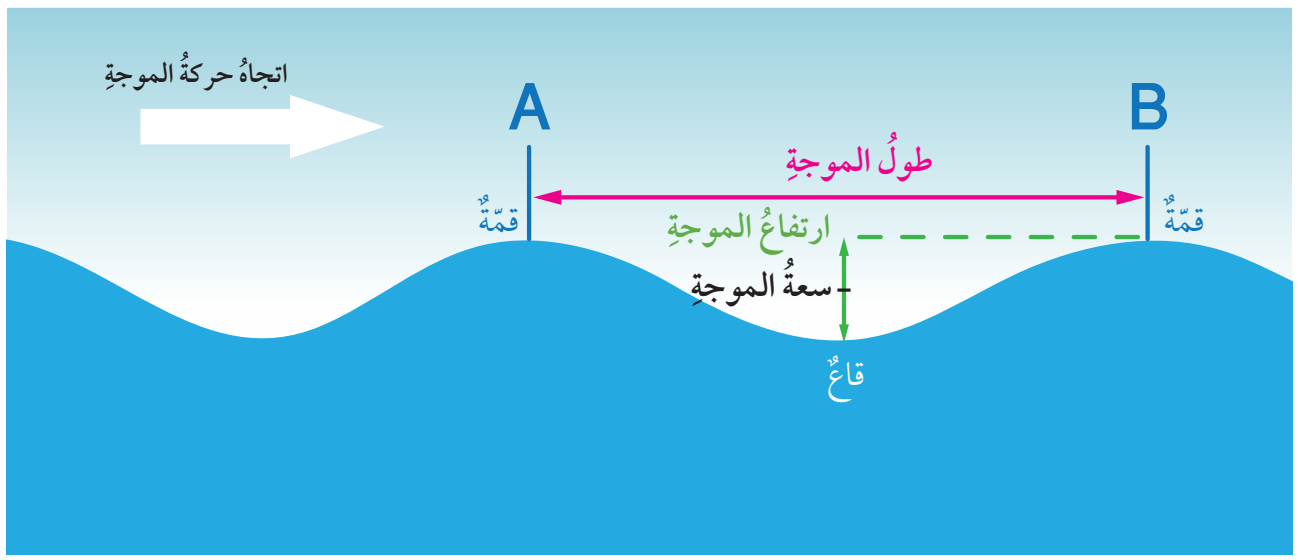
تُقسمُ الأمواجُ التي تتكونُ في المحيطاتِ بحسبِ القوةِ المسببةِ لها إلى ثلاثةِ أنواعٍ: هيَ الأمواجُ الناتجةُ عنْ حركةِ الرياحِ، وأمواجُ تسونامي الناتجةُ عنِ الزلازلِ البحريةِ، والمدُّ والجزرُ الناتجانِ عنْ قوةِ جذبِ القمرِ والشمسِ للأرضِ.

خصائصُ الموجةِ Wave Characteristics

تُسمّى أعلى نقطةٍ في الموجةِ قمّةَ الموجةِ Wave Crest، وأدنى نقطةٍ فيها قاعَ الموجةِ Wave Trough. أما المسافةُ الرأسيةُ بينَ قمّةِ الموجةِ وقاعِها فهوَ **ارتفاعُ الموجةِ Wave Height**، ويُطلقُ على نصفِ ارتفاعِ الموجةِ **سعةُ الموجةِ Amplitude**، بينَما تُسمّى المسافةُ بينَ أيِّ قمّتينِ متتاليتيْنِ أوْ قاعيْنِ متتاليينِ **الطولَ الموجيَّ Wavelength**، أنظرُ الشكلَ (5) الذي يوضحُ تلكَ الخصائصَ.

تنشأُ معظمُ الأمواجِ التي نشاهدُها في المحيطاتِ بفعلِ الرياحِ، وتعتمدُ خصائصُ الموجةِ التي تنشأُ بفعلِ الرياحِ على ثلاثةِ عواملَ رئيسةٍ هيَ:

الشكلُ (5): خصائصُ الموجةِ البحريةِ



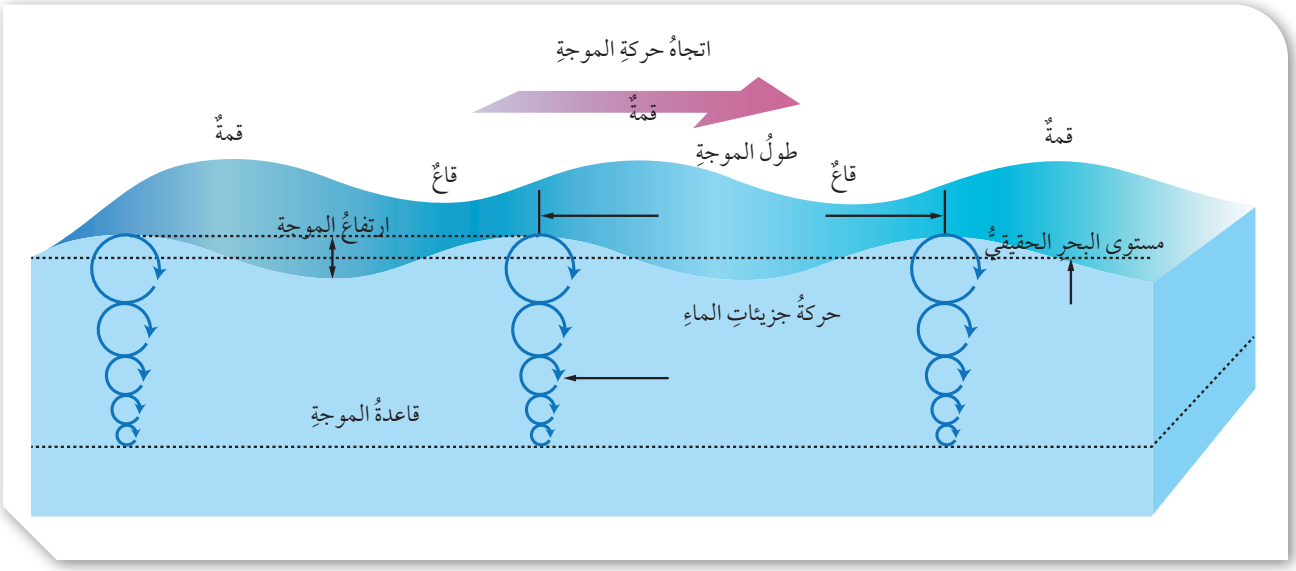
سرعةُ الرياحِ، ومدةُ هبوبِها، والمسافةُ التي تقطعُها الرياحُ في المحيطاتِ. وتؤثرُ هذهِ العواملُ تأثيرًا طرديًّا في خصائصِ الموجةِ. ويفسرُ العلماءُ كثيرًا منَ المظاهرِ التي تتعلقُ بأمواجِ المحيطِ منْ خلالِ دراسةِ خصائصِ الموجةِ الفيزيائيةِ؛ فمثلًا يستدلُّ العلماءُ منْ قياسِ سعةِ الموجةِ على المستوى الحقيقيِّ لمياهِ المحيطِ عندَما يكونُ هادئًا بلا أمواجٍ.

تحصلُ الأمواجُ البحريةُ على الطاقةِ منَ الرياحِ؛ ما يؤدي إلى تحريكِ جزيئاتِ الماءِ في الموجةِ حركةً دائريةً، وتسمحُ الحركةُ الدائريةُ للطاقةِ بالانتقالِ خلالَ المياهِ إلى الأمامِ معَ اتِّجاهِ حركةِ الموجةِ؛ بينَما لا يَحدثُ تحرُّكٌ لجزيئاتِ الماءِ نفسِها إلى الأمامِ، بلْ تعودُ جزيئاتُ الماءِ بحركتِها الدائريةِ إلى موقعِها الأصليِّ. ويُسمّى عمقُ الماءِ الذي تؤثرُ فيهِ الموجةُ قاعدةَ الموجةِ، ويساوي نصفَ الطولِ الموجيِّ، وتقلُّ حركةُ جزيئاتِ الماءِ معَ العمقِ حتى تتلاشى عندَ قاعدةِ الموجةِ. أنظرُ الشكلَ (6) الذي يوضّحُ العمقَ الذي تصلهُ الأمواجُ البحريةُ.

الربط بالبيئة:

تُعدُّ طاقةُ الأمواجِ البحريّةِ مصدرًا للطّاقةِ المُتجدّدةِ؛ إذْ تتميّزُ بقدرتِها على توليدِ كميّاتٍ كبيرةٍ منَ الطّاقةِ الحركيّةِ التي يتمُّ تحويلُها إلى طاقةٍ كهربائيّةٍ باستخدامِ أجهزةٍ تطفو على سطحِ الماءِ أو تُثبّتُ في قاعِ البحرِ لالتقاطِ حركةِ الأمواجِ وتحويلِها إلى طاقةٍ كهربائيةٍ لتزويدِ المناطقِ الساحليةِ بالكهرباءِ. وتُعدُّ طاقةُ الأمواجِ البحريّةِ طاقةً صديقةً للبيئةِ، ممّا يجعلُها خيارًا مُستدامًا لمستقبلِ الطاقةِ النظيفةِ.

الشكل (6): العمقُ الذي تصلُ إليهِ الأمواجُ البحريّةُ، ويساوي نصفَ طولِها الموجيِّ.



ولتعرُّفِ حركةِ الأمواجِ؛ أُنفّذُ التجربةَ الآتيةَ:

التجربةُ 1

حركةُ الأمواجِ

تتحركُ جزيئاتُ الماءِ في المياهِ السطحيةِ للمحيطاتِ حركةً دائريةً أثناءَ حدوثِ الأمواجِ البحريةِ، بحيثُ ترجعُ هذهِ الجزيئاتُ إلى مكانِها الأصليِّ، وتتلاشى الموجةُ عندَ عمقٍ محددٍ.

أَصوغُ فَرضيّتي: أصوغُ فرضيّةً بالتعاونِ مع زملائي/ زميلاتي توضّحُ العلاقةَ بينَ حركةِ جزيئاتِ الماءِ وحركةِ الأمواجِ البحريّةِ.

الموادُّ والأدواتُ:

حوضٌ واسعٌ، ماءٌ، قطعةٌ نقديةٌ، قطعةُ فلينٍ أوْ بولستيرينٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- ارتداءُ القفّازيْنِ قبلَ البدءِ بتنفيذِ التجربةِ.
- الحذرُ منَ انسكابِ الماءِ على الأرضِ.

أختبرُ فرضيّتي:

1. أملأُ الحوضَ بالماءِ.
2. أضعُ القطعةَ النقديةَ في منتصفِ قاعِ الحوضِ.
3. أضعُ قطعةَ الفلينِ بهدوءٍ على سطحِ الماءِ؛ بحيثُ تقعُ فوقَ القطعةِ النقديةِ مباشرةً.
4. **أُجرّبُ:** أُحدِثُ أمواجًا مِنْ أحدِ جوانبِ الحوضِ بتحريكِ سطحِ الماءِ بهدوءٍ.
5. ألاحظُ حركةَ قطعةِ الفلينِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أضبطُ المتغيراتِ:** أحدّدُ المتغيّرَ المستقلَّ والمتغيّرَ التّابعَ.
2. أوضحُ حركةَ قطعةِ الفلينِ.
3. **أقارنُ** بينَ حركةِ الأمواجِ وحركةِ قطعةِ الفلينِ.
4. **أفسرُ** حركةَ جزيئاتِ الماءِ عن طريقِ حركةِ قطعةِ الفلينِ.
5. **أصدرُ حكمًا** عمّا إذا كانتِ النتائجُ تتوافقُ معَ فرضيّتي أمْ لا.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ قطعةَ الفلينِ ترتفعُ وتنخفضُ معَ حركةِ الموجةِ، ولكنَّها لا تغيرُ موقعَها إلّا قليلًا للأمامِ وللخلفِ معَ كلِّ موجةٍ منَ الأمواجِ المتتاليةِ.

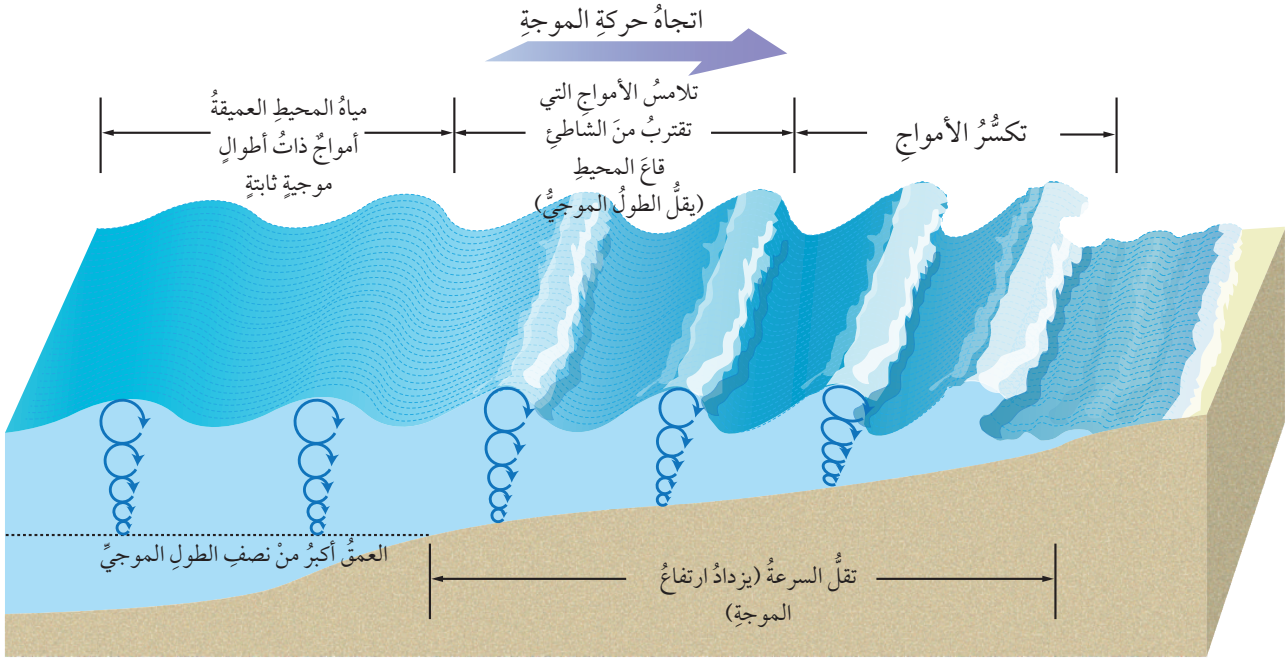
تكسُّرُ الأمواجِ Breaking Waves

يختلفُ سلوكُ الأمواجِ البحريةِ في المياهِ اعتمادًا على عمقِ الماءِ؛ فعندَما تقتربُ الأمواجُ البحريةُ منَ الشاطئِ فإنَّ عمقَ الماءِ يقلُّ؛ فيصبحُ عمقُ قاعدةِ الموجةِ أكبرَ منْ عمقِ الماءِ في تلكَ المنطقةِ؛ لذلكَ لا تستطيعُ جزيئاتُ الماءِ الحركةَ بشكلٍ دائريٍّ، الأمرُ الذي يتسببُ في إحداثِ تغيرٍ في حركتِها الدائريةِ؛ فتتحركُ بسببِ ذلكَ في مسارٍ إهليلجيٍّ، أنظرُ الشكلَ (7).

أبحثُ:

هلْ يحدثُ تكسيرٌ للأمواجِ البحريةِ في المياهِ العميقةِ؟ أم يحدثُ فقطْ في المياهِ الضحلةِ؟

بالاستعانةِ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ أبحثُ عنْ ذلكَ ثمَّ أعرضُ ما أتوصلُ إليهِ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِ.



الشكل (7): تتميزُ حركةُ الجزيئاتِ في المياهِ القريبةِ منَ الشاطئِ بحركتِها في مسارٍ إهليلجيٍّ، بينَما تتحركُ في المياهِ العميقةِ في مسارٍ دائريٍّ، وكلَّما اقتربتِ الأمواجُ منَ الشاطئِ تصبحُ أكثرَ ارتفاعًا وأكثرَ انحدارًا، ثمَّ تتكسَّرُ على الشاطئِ.

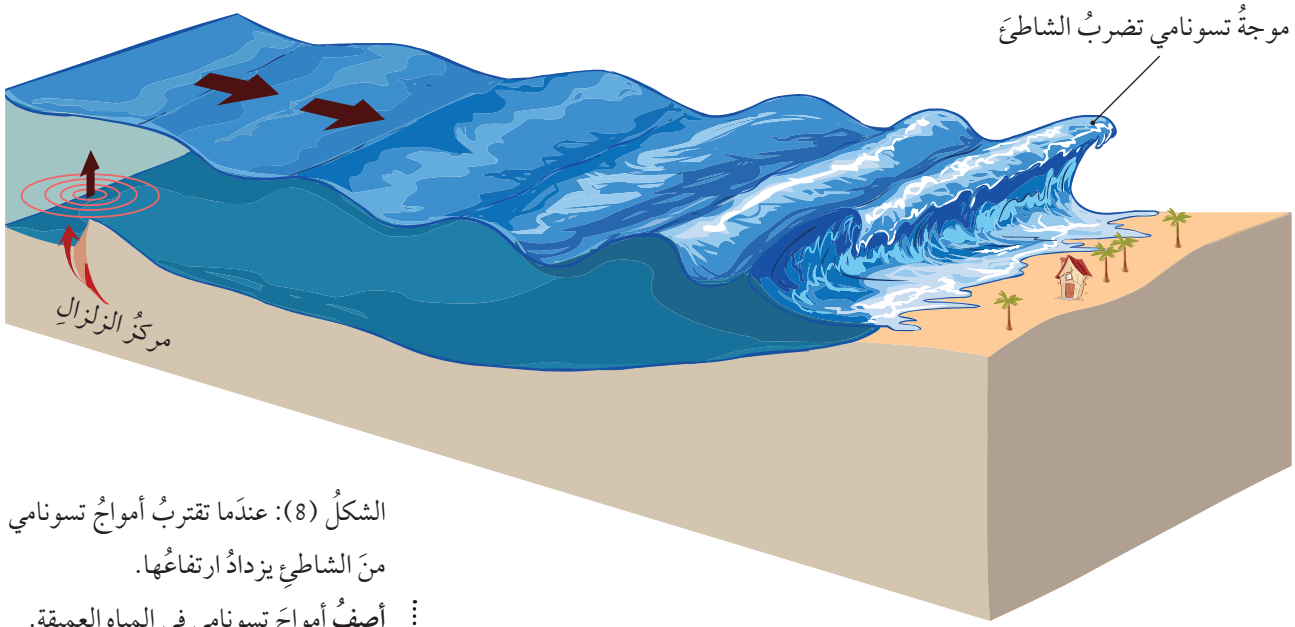
عندَما تقتربُ الأمواجُ منَ الشاطئِ تبدأُ سرعتُها بالتباطؤِ أوِ التناقصِ، ويقلُّ طولُها الموجيُّ ويزدادُ ارتفاعُها فتتزاحمُ بعضُها معَ بعضٍ. ونتيجةً لذلكَ تصبحُ الأمواجُ القادمةُ أعلى وأكثرَ ميلًا، وغيرَ مستقرةٍ، وتنهارُ القممُ الأماميةُ. ويُسمّى انهيارُ الأمواجِ وارتطامُها بالقاعِ **تكسُّرَ الأمواجِ Breaking Waves**، أنظرُ الشكلَ (7)، وجديرٌ بالذكرِ أنّ الأمواجَ المُتكسّرةَ تلعبُ دورًا أساسيًّا في تشكيلِ الشواطئِ .

أتحقَّقُ: أوضِّحُ العلاقةَ بينَ طولِ الموجةِ وقاعدةِ الموجةِ.

أمواجُ تسونامي Tsunami Waves

تُعرَّفُ **أمواجُ تسونامي Tsunami Waves** بأنَّها أمواجٌ بحريةٌ ضخمةٌ ينتجُ معظمُها بفعلِ الزلازلِ التي تحدثُ في قاعِ المحيطاتِ، وتنتقلُ هذهِ الأمواجُ في جميعِ الاتجاهاتِ وبسرعةٍ كبيرةٍ جدًّا قدْ تصلُ إلى 800 km /h ، وقدْ تنتقلُ آلافَ الكيلومتراتِ. تتولدُ أمواجُ تسونامي في البدايةِ في المياهِ العميقةِ على شكلِ أمواجٍ طويلةٍ قدْ يصلُ طولُها إلى 200 km، بينَما لا يتجاوزُ ارتفاعُها 1 m، ولكنَّها عندَما تنتشرُ وتقتربُ منَ المياهِ القريبةِ منَ الشاطئِ يقلُّ طولُها الموجيُّ ويزدادُ ارتفاعُها ليصلَ إلى حوالي 30 m، أنظرُ الشكلَ (8).

أُعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ حركةَ جزيئاتِ الماءِ الدائريةِ في المياهِ العميقةِ والإهليلجيةِ بالقربِ منَ الشاطئِ وكيفيةَ تكسُّرِ الموجةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.



الشكلُ (8): عندَما تقتربُ أمواجُ تسونامي منَ الشاطئِ يزدادُ ارتفاعُها.

أصفُ أمواجَ تسونامي في المياهِ العميقةِ.

وبسببِ السرعةِ العاليةِ والارتفاعِ الكبيرِ لأمواجِ تسونامي؛ فإنَّها تسببُ دمارًا كبيرًا في المناطقِ الشاطئيةِ التي تصلُها، ومنْ أشهرِ أمواجِ تسونامي ما حدثَ في اليابانِ في عام 2011م، حيث سببتْ هذهِ الأمواجُ دمارًا كبيرًا في المناطقِ الشاطئيةِ التي وصلتْها وقتلتْ أكثرَ منَ ألفِ شخصٍ، أنظرُ الشكلَ (9).

✓ **أتحقَّقُ:** أقارنُ بينَ أمواجِ تسونامي والأمواجِ التي تحدثُ بشكلٍ اعتياديٍّ بسببِ الرياحِ في المحيطاتِ منْ حيثُ ارتفاعُ الأمواجِ.

الشكلُ (9): بعضُ الدمارِ الناتجِ عن أمواجِ تسونامي التي حدثتْ في عامِ 2011م في اليابانِ.

المدُّ والجزرُ Tides

يُعرَّفُ **المدُّ والجزرُ Tides** بأنَّهُ تعاقبُ ارتفاعِ مستوى سطحِ البحرِ وانخفاضهِ بسببِ تأثيرِ قُوَّتَي جذبِ القمرِ والشمسِ على الأرضِ. والمدُّ موجةٌ ضخمةٌ يصلُ طولُها إلى آلافِ الكيلومتراتِ لكنَّ ارتفاعَها في المحيطاتِ لا يتجاوزُ m (2–1).

كيفَ تحدثُ عمليَّتا المدِّ والجزرِ؟ How do Tides Happen?

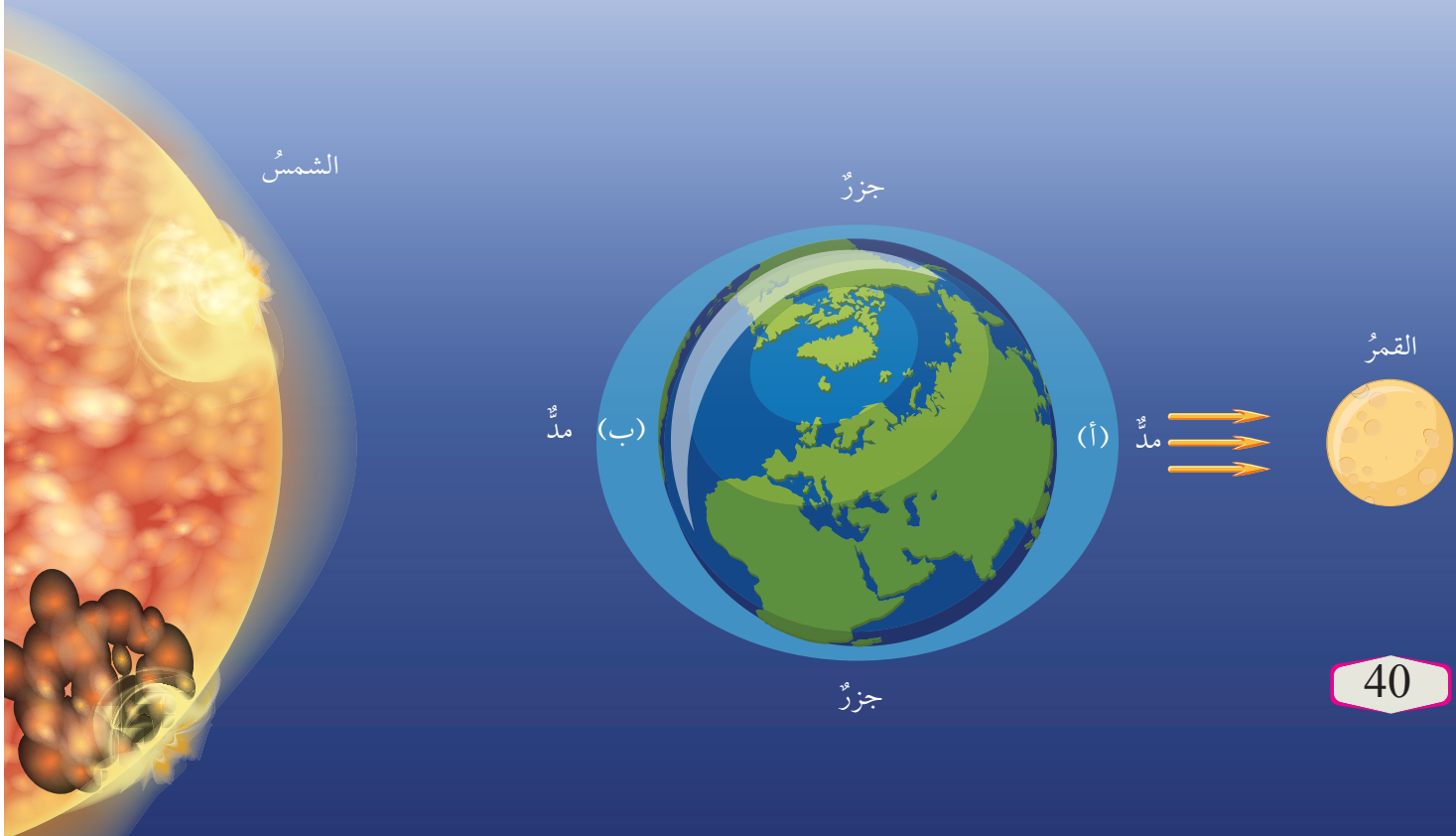
يظهرُ تأثيرُ جذبِ القمرِ بشكلٍ واضحٍ على مياهِ المحيطاتِ أكثرَ منَ اليابسةِ، أنظرُ الشكلَ (10) إذ تتعرضُ المناطقُ المواجهةُ للقمرِ (أ) والمناطقِ المقابلةِ لهَا في الجهةِ الأُخرى (ب) للتأثيرِ بشكلٍ أكبرَ منَ المناطقِ الأخرى؛ فينتجُ عنْ ذلكَ ارتفاعٌ في مستوى المياهِ المواجهةِ للقمرِ، وارتفاعٌ آخرُ في المناطقِ التي تقعُ في الجهةِ المقابلةِ لها فيحدثُ فيهما المدُّ. أما المناطقُ الأخرى فيحدثُ فيها انخفاضٌ في مستوى سطحِ الماءِ ويحدثُ فيها الجزرُ. وتحدثُ عمليَّتا المدِّ والجزرِ في كلِّ منطقةٍ منَ المحيطاتِ مرتيْنِ في اليومِ بينَهُما 12 h. وكذلكَ يحدثُ تغيرٌ في مواقعِ المدِّ والجزرِ بشكلٍ مستمرٍّ بسببِ دورانِ الأرضِ حولَ نفسِها خلالَ اليومِ.

أبحثُ:

ما تأثيرُ الشمسِ على حدوثِ ظاهرةِ المدِّ والجزرِ؟

بالاستعانةِ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ أجدُ تأثيرَ الشمسِ عندَما تكونُ الأرضُ والقمرُ في المستوى نفسهِ، وعندَما تكونُ الشمسُ والأرضُ والقمرُ متعامدةً معَ بعضِها. ثمَّ أعرضُ ما أتوصلُ إليهِ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصف.

الشكلُ (10): يحدثُ المدُّ في الجهةِ المواجهةِ للقمرِ والمقابلةِ لها في الجهة الأخرى منَ الأرضِ بينَما يحدثُ الجزرُ في الجهاتِ الأخرى.



مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أحددُ العواملَ التي تعتمدُ عليْها الموجةُ الناشئةُ بفعلِ الرياحِ.

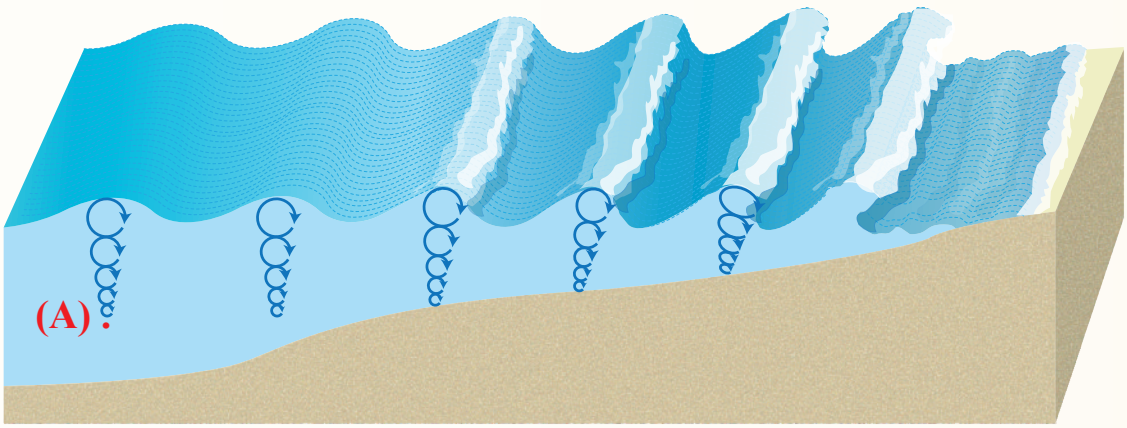
2. أوضحُ العلاقةَ بينَ ارتفاعِ الموجةِ وسعتِها.

3. **أفسِّرُ** عدمَ تحركِ المياهِ إلى الأمامِ معَ حركةِ الأمواجِ.

4. أوضحُ كيفيّةَ حدوثِ أمواجِ تسونامي.

5. **أفسِّرُ** كيفيّةَ حدوثِ المدِّ.

6. يمثلُ الشكلُ الآتي حركةَ جزيئاتِ الماءِ في مياهِ المحيطاتِ، أدرسُ الشكلَ الآتيَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أوضّحُ: كيفَ تتحركُ جزيئاتُ الماءِ في داخلِ الأمواجِ البحريةِ؟

ب- أذكرُ: تمثلُ النقطةُ (A) عمقَ الماءِ الذي تؤثّرُ فيهِ الموجةُ، ماذا يُسمّى هذا العمقُ؟

ج - **أقارنُ** بينَ مسارِ حركةِ جزيئاتِ الماءِ في أثناءِ تحركِ الموجةِ في المياهِ العميقةِ وبينَ تحركِها في المياهِ قليلةِ العمقِ.

7. **أطرحُ سؤالًا** إجابتهُ: المدُّ والجزْرُ.

الدرسُ 3

تيارات المحيطِ والمناخُ

Ocean Currents and Climate

الفكرةُ الرئيسةُ :

تنشأُ تياراتُ المحيطِ بسببِ حركةِ الرياحِ، أوِ اختلافِ الكثافةِ، أوِ المدِّ والجزرِ، وتؤثرُ بشكلٍ كبيرٍ في توزيعِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ :

- أدرسُ أنواعَ التياراتِ البحريةِ وأسبابَ حدوثِها.
- أربطُ بينَ أنواعِ التياراتِ البحريةِ وحالةِ الطقسِ.
- أبيِّنُ تأثيرَ المحيطاتِ على مناخِ الأرضِ.
- أوضّحُ محتوياتِ البلاغاتِ الوطنيةِ لاتفاقيةِ التغيّرِ المناخيِّ وأهمُها تقييمُ الهشاشةِ لآثارِها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ :

تيارُ المحيطِ Ocean Current

التياراتُ السطحيةُ Surface Currents

تأثيرُ كوريوليس Coriolis Effect

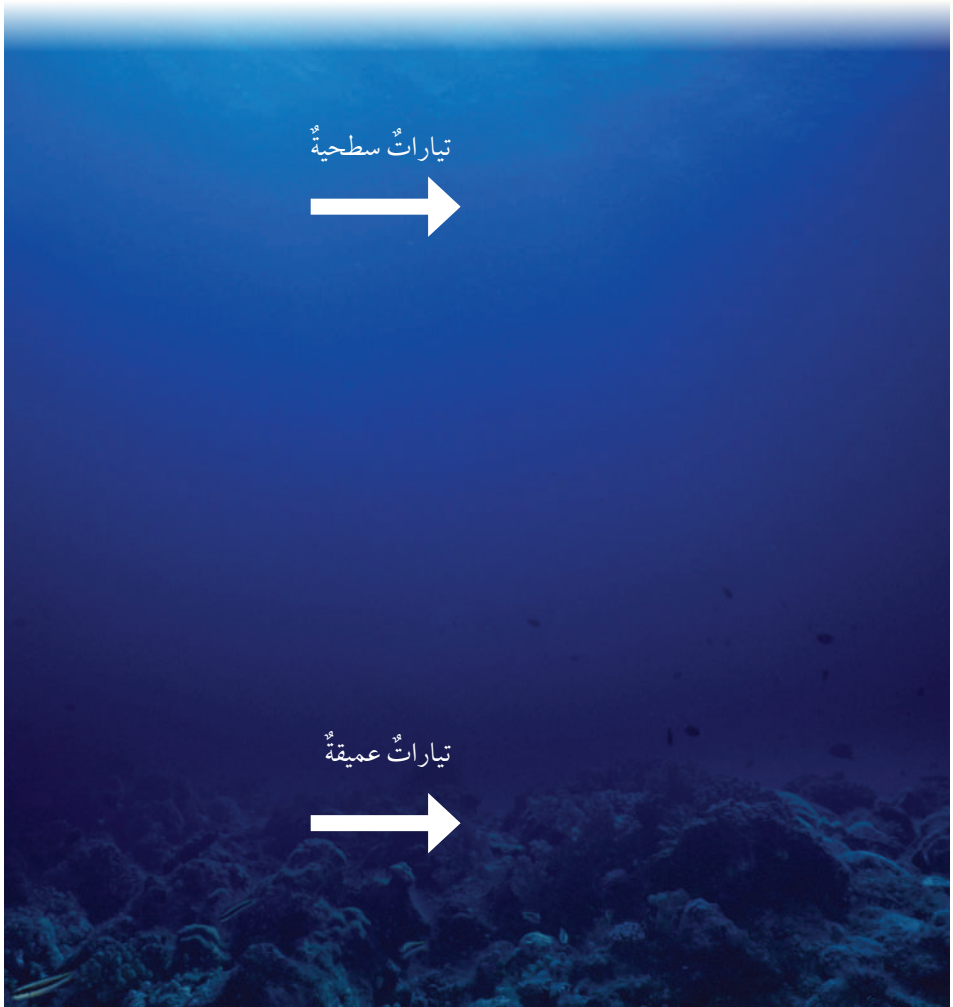
الحزامُ الناقلُ العالميُّ Global Conveyer Belt

التياراتُ الصاعدةُ Upwelling Currents

أنواعُ تياراتِ المحيطِ Types of Ocean Currents

تعلمتُ سابقًا أنَّ مياهَ المحيطِ تختلفُ في درجةِ الحرارةِ ونسبةِ الملوحةِ والكثافةِ. فكيفَ يؤثرُ هذا الاختلافُ في نوعِ التياراتِ المحيطيةِ. وما تيارُ المحيطِ؟

يُعرَّفُ **تيارُ المحيطِ** Ocean Current بأنَّهُ حركةُ مياهِ المحيطِ باستمرارٍ في مساراتٍ محددةٍ باتجاهٍ أفقيٍّ أوْ عموديٍّ، وتنشأُ التياراتُ المحيطيةُ بسببِ حركةِ الرياحِ أو الاختلافِ في كثافةِ المياهِ أوْ بسببِ المدِّ والجزرِ. كذلك تؤثرُ طبيعةُ الشواطئِ، وتضاريسُ قاعِ المحيطِ وتأثيرُ كوريوليس على مكانِ التياراتِ المحيطيةِ واتجاهِها وسرعتِها. وتُقسَّمُ تياراتُ المحيطِ بحسبِ القوةِ المسببةِ إلى أربعةِ أنواعٍ هيَ: التياراتُ السطحيةُ، والتياراتُ العميقةُ، والتياراتُ الصاعدةُ، وتياراتُ المدِّ والجزرِ. أنظرُ الشكلَ (11) الذي يمثلُ تياراتٍ سطحيةً وعميقةً.



الشكلُ (11): تقسمُ تياراتُ المحيطِ إلى تياراتٍ سطحيةٍ وتياراتٍ عميقةٍ يتمُّ فيها تحركُ كتلٍ ضخمةٍ منَ المياهِ حركةً مستمرةً.

تياراتُ المحيطِ السطحيةُ Surface Ocean Currents

تُسمّى حركةُ المياهِ بشكلٍ أفقيٍّ في الجزءِ العلويِّ منْ سطحِ المحيطِ **بالتياراتِ السطحيةِ Surface Currents**. ويتراوحُ عمقُها ما بينَ 100 m إلى 200 m، وتنشأُ التياراتُ السطحيةُ بشكلٍ عامٍّ بسببِ احتكاكِ الرياحِ العالميةِ الدائمةِ، ومنْها الرياحُ التجاريةُ والرياحُ الغربيةُ العكسيةُ بسطحِ المحيطاتِ؛ ما يؤدي إلى حركةِ المياهِ السطحيةِ بشكلٍ دائمٍ؛ فمثلاً عندَما تهبُّ الرياحُ التجاريةُ منَ الشرقِ إلى الغربِ في الجزءِ الشماليِّ منْ دائرةِ الاستواءِ تنشأُ تياراتٌ سطحيةٌ استوائيةٌ تتحركُ منَ الشرقِ إلى الغربِ. أنظرُ الشكلَ (12).

ويتأثرُ اتجاهُ التياراتِ المحيطيةِ أيضًا **بتأثيرِ كوريوليس Coriolis Effect** وهوَ انحرافُ التياراتِ الهوائيةِ أوِ المحيطيةِ نتيجةً لدورانِ الأرضِ حولَ نفسِها؛ حيثُ تنحرفُ التياراتُ المحيطيةُ نحوَ يمينِ حركتِها في النصفِ الشماليِّ منَ الكرةِ الأرضيةِ، ونحوَ يسارِ حركتِها في نصفِها الجنوبيِّ. ويؤدي تأثيرُ كوريوليس وتأثيرُ مواقعِ القاراتِ إلى انحرافِ تياراتِ المحيطِ، وتَشكُّلِ أنظمةٍ منَ الدوائرِ المغلقةِ تُسمّى الحركةَ الدائريةَ Gyres، أنظرُ الشكلَ (12) حيثُ تظهرُ هذهِ الحركةُ باللونينِ الأحمرِ والأزرقِ.

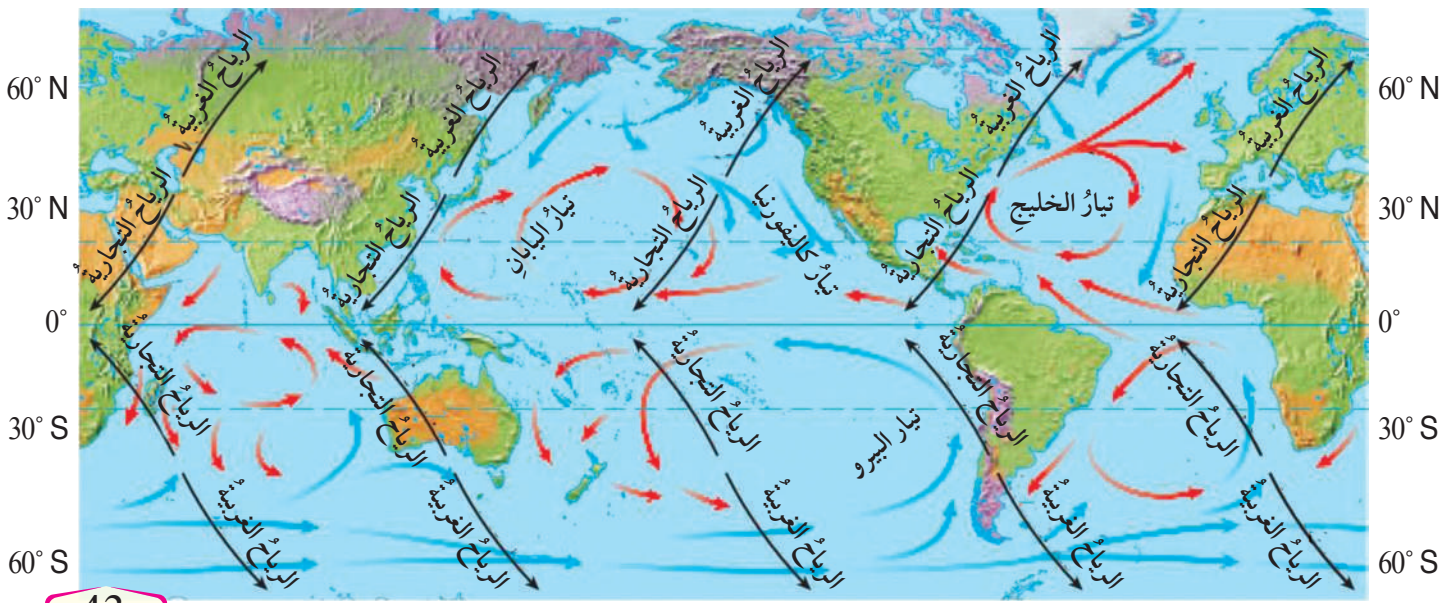
✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ كيفَ تؤثرُ الرياحُ العالميةُ الدائمةُ في التياراتِ السطحيةِ.

الرّبطُ بالجغرافيا

الرياحُ العالميةُ الدائمةُ هيَ رياحٌ تهبُّ بانتظامٍ وباستمرارٍ طوالَ العامِ، وتحدثُ في طبقاتِ الجوِّ السفلى وتمتدُّ حولَ العالمِ. توجدُ ثلاثةُ أنواعٍ منَ الرياحِ العالميةِ وهي: الرياحُ التجاريةُ، والرياحُ الغربيةُ العكسيةُ، والرياحُ القطبيةُ.

تتميزُ الرياحُ التجاريةُ بهبوبِها منْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ عندَ دائرتَيْ عرضِ (30) جنوبًا وشمالًا باتجاهِ مناطقِ الضغطِ المنخفضِ عندَ دائرةِ الاستواءِ. أما الرياحُ الغربيةُ فتهبُّ منْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ عندَ دائرتَيْ عرضِ (30) شمالًا وجنوبًا، باتجاهِ مناطقِ الضغطِ المنخفضِ عندَ دائرتَيْ عرضِ (60) شمالًا وجنوبًا، وهيَ تتحركُ منَ الغربِ إلى الشرقِ في القسمِ الشماليِّ.

أما الرياحُ القطبيةُ فتهبُّ منْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ عندَ الأقطابِ باتجاهِ دائرتَيْ عرضِ (60) شمالًا وجنوبًا.



الشكلُ (12): يكونُ الاتجاهُ السائدُ للرياحِ التجاريةِ في الجزءِ الشماليِّ منَ الأرضِ هوَ الشمالَ الشرقيَّ؛ ما يؤدي إلى ميلِ التياراتِ السطحيةِ باتجاهِ الجنوبِ، وبسببِ تأثيرِ كوريوليس تتجهُ التياراتُ إلى الغربِ.

أبحثُ: أرجعُ إلى مصادرِ المعرفةِ المختلفةِ، ومنْها شبكةُ الإنترنتِ للحصولِ على معلوماتٍ تتعلقُ بالتياراتِ السطحيةِ، وتحديدِ الباردةِ والدافئةِ منْها، وأماكنِها، وأهميتِها، ثمَّ أكتبُ تقريرًا وأعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي.

تتكونُ تياراتٌ أخرى في المحيطِ بسببِ اختلافِ الكثافةِ، ولتعرُّفِ كيفيّةِ حدوثِ ذلكَ؛ أنفِّذُ التجربةَ الآتيةَ:

التجربةُ 2

تياراتُ الكثافةِ

للمياهِ درجةُ حرارةٍ محددةٌ، ودرجةُ ملوحةٍ محددةٌ، ماذا يحصلُ عندَما تلتقي كتلٌ مائيةٌ مختلفةٌ في درجاتِ الحرارةِ أوِ الملوحةِ؟

الموادُّ والأدواتُ:

حوضٌ زجاجيٌّ مرتفعُ الحوافِّ، كأسانِ ورقيتانِ، ماءٌ ساخنٌ، ماءٌ باردٌ، ملحُ طعامٍ، دبوسُ ورقٍ، صبغةٌ حمراءُ، صبغةٌ زرقاءُ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ منِ انسكابِ الماءِ الساخنِ على الجسمِ.
- الحذرُ عندَ استخدامِ الحوضِ الزجاجيِّ خشيةَ الإصابةِ بجروحٍ في حالِ كسرِهِ.
- الحذرُ عندَ استخدامِ الدبوسِ خشيةَ الإصابةِ بجروحٍ.

خطواتُ العملِ:

1. أملأُ الحوضَ بالماءِ من الصنبورِ إلى ارتفاعِ 5 cm.
2. أملأُ إحدى الكأسيْنِ بالماءِ الساخنِ، والكأسَ الأخرى بالماءِ الباردِ.
3. أضيفُ ثلاثَ ملاعقَ منَ الملحِ، وملعقةً منَ الصبغةِ الزرقاءِ في كأسِ الماءِ الباردِ، وملعقةً منَ الصبغةِ الحمراءِ في كأسِ الماءِ الساخنِ، وأحركُ كلًّا منهُما جيدًا.
4. أدخلُ دبوسًا في جانبِ كلٍّ منَ الكأسيْنِ الورقيتيْنِ منَ الخارجَ على ارتفاعِ 2.5 cm، وأتركهُما.
5. أضعُ الكأسَ الأولى في طرفِ الحوضِ الأيمنِ والأخرى في طرفِ الحوضِ الأيسرِ، ثمَّ أسحبُ الدبوسيْنِ منَ الكأسيْنِ، وألاحظُ حركةَ الماءِ المُتدفّقةِ منْ كلٍّ منهُما.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أفسرُ** لماذا أُضيفَ الملحُ إلى الماءِ الباردِ.
2. **أقارنُ** بينَ موقعِ الماءِ الباردِ وموقعِ الماءِ الدافئِ بعدَ دخولِ كلٍّ منهُما في الحوضِ، وبينَ علاقتهما بالكثافةِ.
3. **أستنتجُ** سلوكَ تياراتِ المحيطِ في الماءِ اعتمادًا على كثافتِها.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ المياهَ الباردةَ ذاتَ الكثافةِ المرتفعةِ تتحركُ إلى أسفلَ، والمياهَ الدافئةَ ذاتَ الكثافةِ المنخفضةِ تتحركُ إلى أعلى.

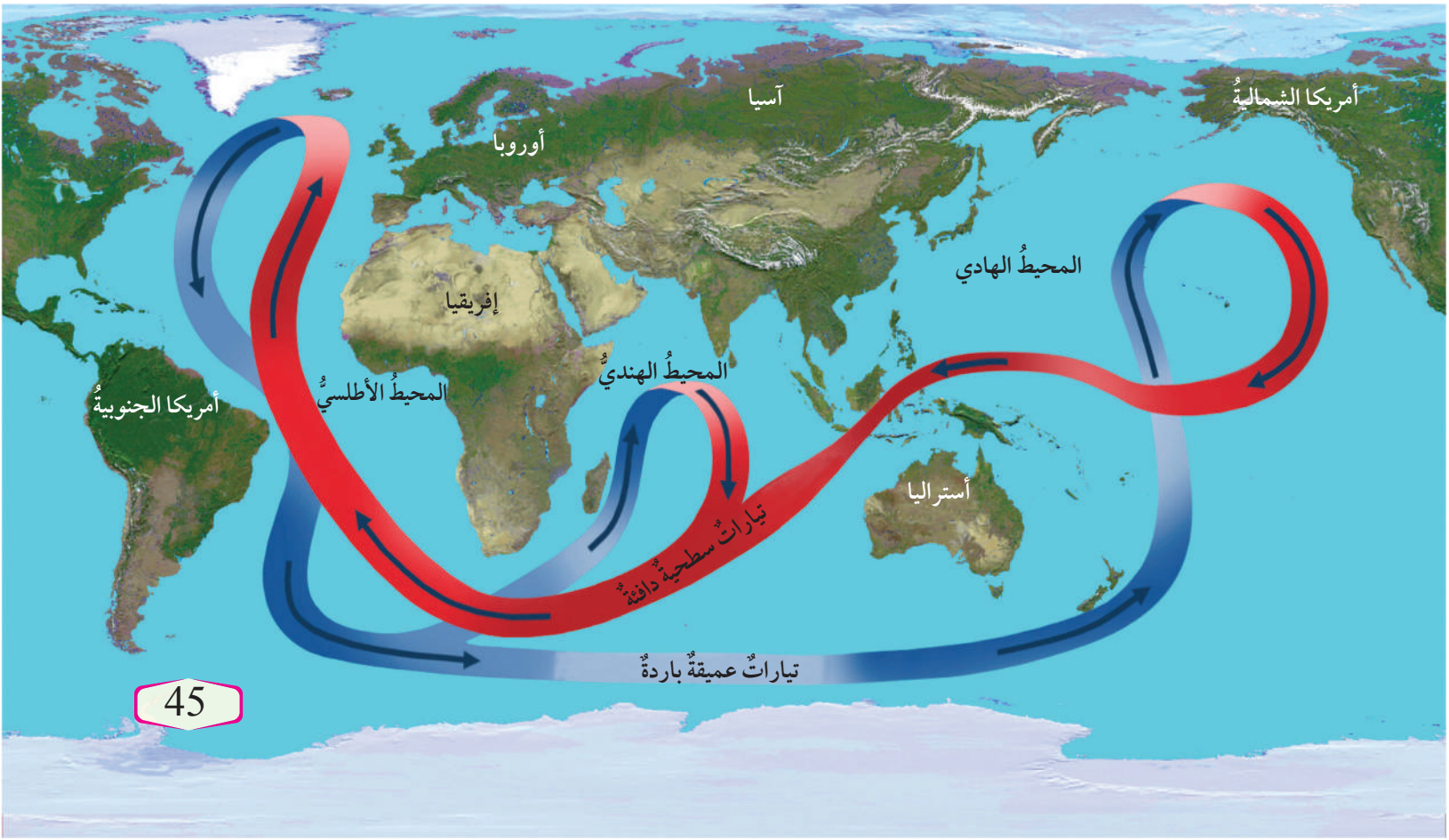
تياراتُ المحيطِ العميقةُ Deep Ocean Currents

تنشأُ التياراتُ العميقةُ (تياراتُ الكثافةِ) بسببِ الاختلافِ في كثافةِ الماءِ التي تنتجُ عنِ الاختلافِ في حرارةِ مياهِ المحيطِ وملوحتِها، وتُعدُّ كلٌّ منْ: درجةِ حرارةِ الهواءِ، والتبخرِ، والهطلِ، وتجمُّدِ المياهِ في الأقطابِ أهمَّ العواملِ التي تؤثرُ في تشكُّلِ تياراتِ الكثافةِ وحركتِها. وتتحركُ التياراتُ العميقةُ ببطءٍ في قاعِ المحيطِ سالكةً طرقًا عامةً محددةً تُسمّى **الحزامَ الناقلَ العالميَّ Global Conveyor Belt**، تنقلُ المياهَ فيها حولَ العالمِ، أنظرُ الشكلَ (13).

حيثُ تتحركُ المياهُ الدافئةُ نحوَ الشمالِ فتتبخَّرُ وتزدادُ ملوحتُها، وعندَما تقتربُ كثيرًا منَ القطبِ الشماليِّ تبردُ، وقدْ تتجمدُ فتصبحُ المياهُ المتبقيةُ أكثرَ ملوحةً وتزدادُ كثافتُها، وتغطسُ إلى أسفلَ مكونةً تيارَ شمالِ المحيطِ الأطلسيِّ العميقَ. وبعدَ الغطسِ يتحركُ التيارُ العميقُ ببطءٍ مبتعدًا عنِ القطبِ الشماليِّ باتجاهِ الجنوبِ، وتدورُ المياهُ في أثناءِ حركتِها في المحيطاتِ ثمَّ تعودُ المياهُ العميقةُ في النهايةِ إلى السطحِ عن طريقِ التياراتِ الصاعدةِ. وقدْ تستغرقُ هذهِ الدورةُ في الحزامِ الناقلِ حوالي 1000 سنةٍ.

الشكلُ (13): الحزامُ الناقلُ العالميُّ.

أتتبعُ حركةَ التيارِ السطحيِّ الدافئِ وحركةَ التيارِ العميقِ الباردِ.



التياراتُ الصاعدةُ Upwelling Currents

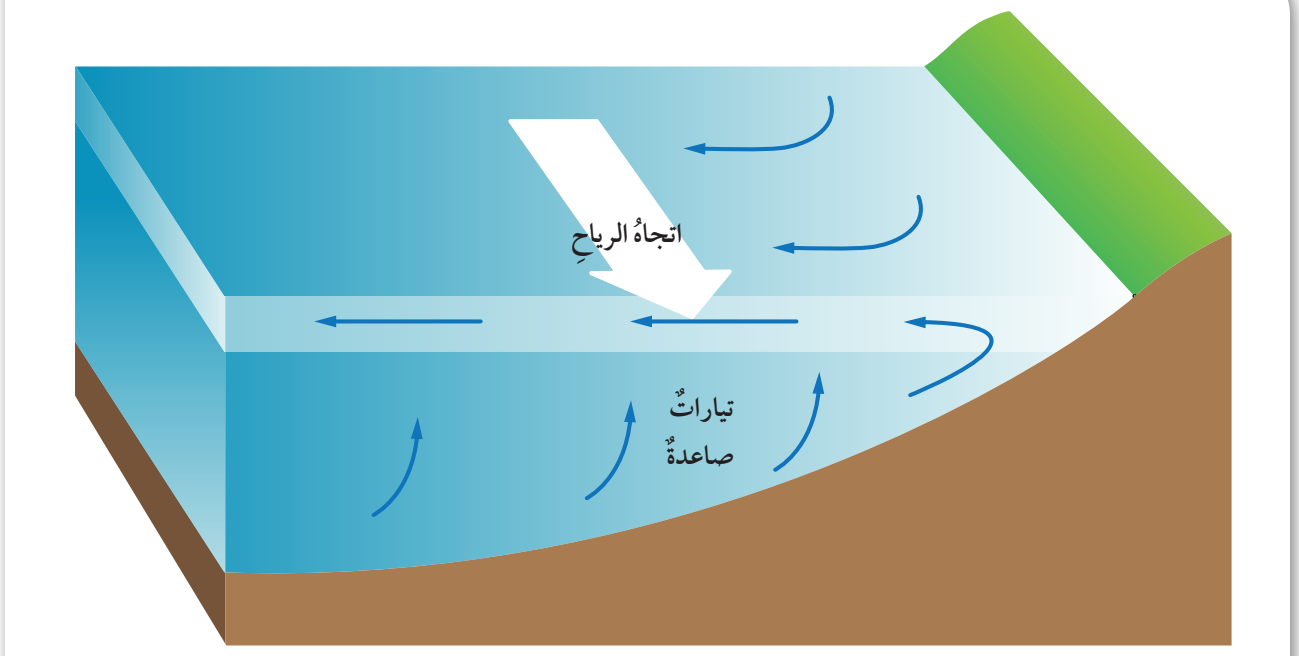
تؤثرُ الرياحُ أيضًا في تكوينِ حركاتٍ رأسيةٍ للمياهِ تُسمّى **التياراتِ الصاعدةَ Upwelling Currents**؛ وتعني صعودَ تياراتِ المياهِ الباردةِ إلى الأعلى؛ لتحلَّ محلَّ المياهِ السطحيةِ الدافئةِ التي أُزيحَتْ بوساطةِ الرياحِ التي تهبُّ موازيةً لمنطقةِ الشاطئِ. وتنتشرُ التياراتُ الصاعدةُ على امتدادِ الشواطئِ الغربيةِ للقاراتِ، وتنشأُ باستمرارٍ حاملةً معهَا مياهًا باردةً ؛ ما يفضي إلى خفضِ درجةِ حرارةِ المياهِ السطحيةِ قريبًا منَ الشاطئِ، أنظرُ الشكلَ (14).

وللتياراتِ الصاعدةِ أهميةٌ كبيرةٌ؛ فهيَ تحملُ معَها إلى سطحِ المحيطِ العناصرَ الغذائيةَ الذائبةَ الناتجةَ منْ تحلُّلِ الكائناتِ الحيةِ في الأعماقِ مثلَ: النتراتِ والفوسفاتِ. وتساعدُ هذهِ العناصرُ الغذائيةُ على نموِّ العوالقِ المجهريةِ التي تدعمُ بدورِها نموَّ الأسماكِ والكائناتِ الحيةِ البحريةِ الأخرى.

أتحقَّقُ: أوضحُ سببَ تكوُّنِ التياراتِ العميقةِ في الحزامِ الناقلِ.

أبحثُ:

أبحثُ مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، ومنْها شبكةُ الإنترنتِ عنْ معلوماتٍ تتعلقُ بالتياراتِ الهابطةِ، والفرقِ بينَها وبينَ التياراتِ الصاعدةِ، وتحديدِ علاقتِها بالحزامِ الناقلِ، ثمَّ أُعدُّ عرضًا تقديميًا وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.



الشكلُ (14): تزيحُ الرياحُ المياهَ الدافئةَ فتحلُّ محلَّها تياراتٌ باردةٌ صاعدةٌ منْ أسفلَ.

تياراتُ المدِّ والجزرِ Tidal Currents

تختلفُ تياراتُ المدِّ والجزرِ عنِ التياراتِ الأخرى في أنَّها غيرُ دائمةٍ، وتغيِّرُ اتّجاهَها بسببِ الارتفاعِ والانخفاضِ في منسوبِ المياهِ؛ حيثُ يؤدي ارتفاعُ منسوبِ المياهِ في المناطقِ المواجهةِ للقمرِ والمناطقِ البعيدةِ عنهُ إلى حركةٍ أفقيةٍ للماءِ. وتحدثُ تياراتُ المدِّ والجزرِ بالقربِ منَ الشواطئِ، وفي الخُلجانِ ومصباتِ الأنهارِ.

التياراتُ المحيطيةُ والمُناخُ Ocean Currents and Climate

تلعبُ المحيطاتُ دورًا مهمًّا في المحافظةِ على بقاءِ كوكبِ الأرضِ دافئًا؛ وذلك عنْ طريقِ امتصاصِ غالبيةِ الأشعةِ الشمسيةِ الساقطةِ عليهِ، والاحتفاظِ بِها ثمَّ إشعاعِها (أيْ بثِّها وإرسالِها) إلى الغلافِ الجويِّ، وهذا يؤثرُ بشكلٍ كبيرٍ في حالاتِ الطقسِ والمناخِ على سطحِ الأرضِ. وتتفاعلُ المحيطاتُ معَ الغلافِ الجويِّ، ويحدثُ بينهُما تبادلٌ للغازاتِ وبخاصةٍ الأكسجينُ وثاني أكسيدِ الكربونِ، علمًا بأنّ المحيطاتِ تُعدُّ مخزنًا ضخمًا لغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ حيثُ يستقرُّ في أعماقِ المحيطِ مُدَدٍ زمنيةٍ طويلةٍ، ولولا ذلكَ لتراكَمَ ثاني أكسيدِ الكربونِ في الجوِّ، ولزادتْ درجةُ حرارةِ الغلافِ الجويِّ، وتغيرتْ مناخاتُ الأرضِ.

وتلعبُ التياراتُ المحيطيةُ المختلفةُ دورًا رئيسًا في المحافظةِ على التوازنِ الحراريِّ للأرضِ، وهيَ منْ أقوى العواملِ تأثيرًا في حالاتِ الطقسِ والمناخِ، فمثلًا؛ منْ دونِ وجودِ تياراتِ المحيطِ السطحيةِ سترتفعُ درجاتُ الحرارةِ عندَ دائرةِ الاستواءِ كثيرًا جدًّا، وستنخفضُ - في المقابلِ - كثيرًا جدًّا كلَّما اتجهْنا نحوَ القطبيْنِ؛ وبذلكَ ستصبحُ الأرضُ غيرَ صالحةٍ للعيشِ. ولكنْ تعملُ تياراتُ المياهِ السطحيةِ الدافئةُ المتحركةُ نحوَ الأقطابِ على نقلِ الحرارةِ إلى تلكَ المناطقِ الباردةِ، وتشكّلِ حالاتٍ منْ عدمِ الاستقرارِ الجويِّ، ثُمَّ التأثيرِ في حالاتِ الطقسِ في المناطقِ الساحليةِ التي تمرُّ قريبًا منْها، وفي المقابلِ تتحركُ تياراتُ المياهِ الباردةُ نحوَ دائرةِ الاستواءِ؛ لذلك فإنَّها تعملُ على تقليلِ درجاتِ الحرارةِ

الربطُ بالفيزياءِ

الحرارةُ النوعيَّةُ:

تُعرَّفُ الحرارةُ النوعيةُ بأنَّها كميةُ الحرارةِ اللازمةِ لرفعِ درجةِ حرارةِ (1) كيلوغرامٍ منَ المادةِ درجةً مئويةً واحدةً. وتختلفُ الحرارةُ النوعيةُ منْ مادةٍ إلى أخرى بناءً على التركيبِ الذريِّ للمادةِ، ثمَّ قدرتُها على التوصيلِ الحراريِّ. فكلَّما زادتْ قدرةُ المادةِ على التوصيلِ قلتْ حرارتُها النوعيةُ، والمادةُ ذاتُ الحرارةِ النوعيةِ العليا تكتسبُ الحرارةَ ببطءٍ، وفي الوقتِ نفسهِ تفقدُها ببطءٍ. وتعدُّ المياهُ منَ الموادِّ ذاتِ الحرارةِ النوعيةِ العاليةِ؛ لذلكَ تكونُ مياهُ المحيطاتِ في النهارِ أقلَّ حرارةً من اليابسةِ، بينَما يحدثُ العكسُ في الليلِ.

المرتفعةِ في تلكَ المناطقِ التي تصلُها، وتجعلُها أكثرَ اعتدالًا. ويوضحُ الشكلُ (15) أحدَ التياراتِ الدائريةِ المحيطيةِ وهوَ تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليُّ الذي يتكونُ منْ عددٍ منَ التياراتِ السطحيةِ الفرعيةِ، الذي يحملُ الماءَ الساخنَ نحوَ الشمالِ والماءَ الباردَ نحوَ دائرةِ الاستواءِ.

ويلعبُ تيارُ الحزامِ الناقلِ دورًا كبيرًا في استقرارِ مناخاتِ الأرضِ؛ فهوَ يحملُ المياهَ الباردةَ منْ أعماقِ المحيطِ، ويرفعُها إلى السطحِ على شكلِ تياراتٍ صاعدةٍ بالقربِ منْ دائرةِ الاستواءِ؛ فيخفِّضُ منْ درجةِ حرارةِ الجوِّ، ويعملُ التيارُ السطحيُّ منهُ -أيضًا- على نقلِ الحرارةِ إلى المناطقِ الباردةِ فيرفعُ منْ درجةِ حرارةِ الجوِّ فيها.

كذلكَ؛ تعملُ تياراتُ المدِّ والجزرِ معَ التياراتِ السطحيةِ على زيادةِ قوةِ الحالاتِ الجويةِ المحليةِ ومدةِ تأثيرِها، في المناطقِ التي تتكونُ فيها تلكَ التياراتُ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضّحُ كيفَ تؤثرُ التياراتُ السطحيةُ في طقسِ المناطقِ التي تمرُّ قريبًا منْها؟

أُعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ كيفيةَ تأثيرِ حركةِ الحزامِ الناقلِ العالميِّ على مناخِ الأرضِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (15): تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليُّ الدائريُّ.

أوضّحُ تأثيرَ حركةِ تيارِ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليِّ على المناخِ.

التغيُّرُ المناخيُّ وأثرُهُ في البحارِ والمحيطاتِ
Climate Change and Its Impact on Seas and Oceans

درسْتُ سابقًا أنَّ المحيطاتِ تؤثّرُ تأثيرًا كبيرًا في توزُّعِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ وتعملُ على توازنِها، وكذلكَ فإنَّ التغيُّرَ المناخي يؤثّرُ في البحارِ والمحيطاتِ، فهو يعملُ على ارتفاعِ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطاتِ الّتي قدْ تؤدّي إلى ارتفاعِ مستوى سطحِ البحرِ وإلى تغيُّرِ اتجاهاتِ تياراتِ المحيطِ وسرعتِها، كذلكَ قدْ يؤدّي انصهارُ الجليدِ الناتجِ عنِ التغيُّرِ المناخيِّ إلى ارتفاعِ مستوى سطحِ البحرِ وتقليلِ ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ وزيادةِ كمّياتِ ثاني أكسيدِ الكربونِ الذائبةِ فيها، كما يؤثّرُ التغيُّرُ المناخيُّ في حياةِ الكائناتِ الحيةِ البحريةِ فيها.

وتبذلُ دولُ العالمِ جهودًا كبيرةً للتخفيفِ منَ الآثارِ السلبيةِ للتغيُّرِ المناخيِّ على سطحِ الأرضِ، بما في ذلكَ تلكَ الآثارُ السلبيةُ في البحارِ والمحيطاتِ. ولضمانِ متابعةِ التغيُّرِ المُناخيِّ والتصدّي للآثارِ السلبيةِ الناتجةِ منهُ والتخفيفِ منَ انبعاثاتِ الغازاتِ الدفيئةِ المُسبِّبةِ لهُ، وقّعَتِ الدولُ على اتفاقياتٍ مثلِ اتفاقيةِ الأُمَمِ المتحدةِ الإطاريةِ بشأنِ تغيُّرِ المناخِ في عامِ ١٩٩٢، وبروتوكولِ كيوتو في عامِ ٢٠٠٣، وقدِ اتفقَتِ الدولُ على تقديمِ معلوماتٍ منْ كلِّ دولةٍ حولَ الجهودِ الّتي تبذُلها للتصدّي لمشكلةِ التغيُّرِ المناخيِّ، ومنَ الوثائقِ الّتي تقدّمُها الدولُ ما يُسمّى البلاغَ الوطنيَّ حولَ التغيُّرِ المناخيّ. فما هيَ البلاغاتُ الوطنيةُ للتغيُّرِ المناخيِّ؟ وما مكوِّناتُها؟

أفكّرُ كيفَ يؤدّي ارتفاعُ درجةِ حرارةِ المحيطاتِ إلى ارتفاعِ مستوى سطحِ البحرِ؟

البلاغاتُ الوطنيةُ للتغيُّرِ المناخيِّ
National Communication on Climate Change

يعرف **البلاغَ الوطنيَّ حولَ التغيّرِ المناخيِّ** National Communication on Climate Change بأنّهُ وثيقةٌ تقدّمُها الدولةُ تتضمنُ معلوماتٍ حولَ مخزونِ غازاتِ الدفيئةِ فيها، والجهودِ الّتي تبذلُها للتخفيفِ منَ انبعاثاتِ غازاتِ الدفيئةِ والحدِّ منْ آثارِ التغيُّرِ المناخيِّ وطرقِ التكيُّفِ معهُ.

ويُعَدُّ الأردنُّ أحدَ الدولِ المشاركةِ في اتفاقياتِ الأُمَمِ المتحدةِ

حـولَ التغيُّـرِ المناخيِّ التـي وافقَتْ على إعـدادِ بلاغاتٍ وطنيـةٍ تتعلّقُ بالتغيُّرِ المناخيِّ فيها.

وقـدْ نشـرَ الأردنُّ عـددًا مـنَ البلاغـاتِ الوطنيـةِ حـولَ التغيّـرِ المناخـيِّ بالاعتمـادِ علـى الخبـراتِ والجهـودِ الوطنيـةِ وبمشـاركةِ جميـعِ المؤسسـاتِ الحكوميـةِ والخاصـةِ ذاتِ العلاقـةِ، منهـا: البلاغُ الأولُ عـامَ 1997، والبـلاغُ الثانـي عـامَ 2009، والبـلاغُ الثالـثُ عامَ 2014، والبـلاغُ الرابـعُ عـامَ 2022.

يتكـوّنُ البـلاغُ الوطنـيُّ حـولَ التغيّرِ المناخـيِّ فـي الأردنِّ منْ عددٍ منَ الأقسـامِ تشـملُ: الظروفَ الوطنيةَ مثلَ الوضـعِ الجغرافيِّ والمناخِ والسـكّانِ والوضـعِ السياسـيِّ، وَكمّيـةَ انبعاثـاتِ غـازاتِ الدفيئـةِ فـي الأردنِّ، وتقييـمَ الطـرقِ المُتبَعـةِ فـي التخفيـفِ مـنَ انبعاثـاتِ غازاتِ الدفيئـةِ، وقابليـةَ التأثّرِ بتغيّرِ المنـاخِ والتكيّفِ معهُ، والوسـائلَ المنفذةَ للحـدِّ منْ آثـارِ التّغيـرِ المناخيِّ.

تقييمُ هشاشةِ الأنظمةِ البيئيةِ البحريةِ في الأردنِّ
Vulnerability Assessment of the Jordan's Marine Ecosystems

يحتـوي البـلاغُ الوطنـيُّ الرابـعُ علـى بيانـاتٍ تتعلّـقُ بتقييمِ الهشاشـةِ للعديـدِ مـنَ القطاعـاتِ للتغيّـرِ المناخـيِّ، منهـا: قطـاعُ الميـاهِ، والقطـاعُ الاقتصـاديُّ، والقطـاعُ الصحـيُّ، والقطـاعُ العمرانـيُّ، والتنـوّعُ الحيويُّ. ويُقصَـدُ بتقييـمِ الهشاشـةِ لآثـارِ التغيّـرِ المناخـي علـى أيِّ قطـاعٍ مـدى تعـرّضِ هذا القطـاعِ وتأثّرِهِ بالتغيّراتِ المناخيةِ، ويشـملُ ذلـكَ الزيادةَ في درجـاتِ الحـرارةِ أو التغيّـرِ فـي كمّيـةِ الأمطارِ، ومـدى حساسـيّةِ القطاعِ للتغيّـراتِ المناخيـةِ، وقدرتَـهُ علـى التكيّـفِ مـعَ التغيّـراتِ المناخيةِ.

وقـد تـمَّ تقييمُ الهشاشـةِ لآثـارِ التغيّـرِ المناخيِّ علـى النظـمِ البيئيةِ فـي الأردنِّ، ومنهـا: النظـامُ البيئـيُّ البحـريُّ فـي خليـجِ العقبـةِ، حيثُ تـمَّ تقييـمُ هشاشـتِهِ اعتمـادًا علـى البيانـاتِ الَّتـي تَـمَّ جمعُهـا مـا بيـنَ عامَـيْ 2006م –2020م، مـنْ خـلالِ معالجـةِ تلكَ البيانـاتِ لتحديدِ متغيّـراتٍ تتعلقُ بمناطقِ التعـرّضِ، ومدى حساسـيةِ المنطقةِ للتغيّراتِ المناخيـةِ، ومـدى قـدرةِ المنطقـةِ علـى التكيّـفِ مـعَ التغيّـرِ المناخيِّ.

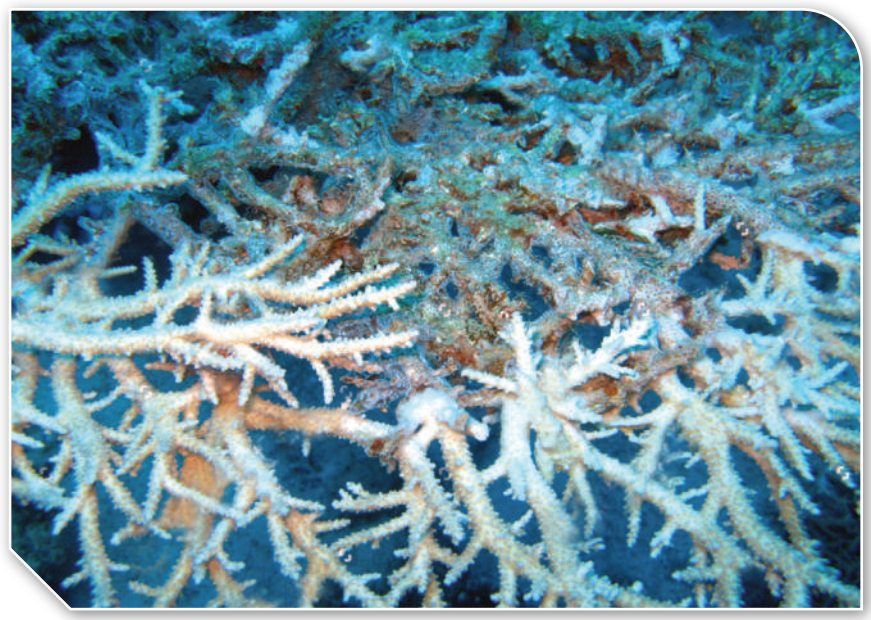
أبحثُ:

أسـتعينُ بمصـادرِ المعرفـةِ المتوافـرةِ، ومنْهـا شـبكةُ الإنـترنتِ للبـحثِ عـنْ معلومـاتٍ تتعلّـقُ بأحـدِ البلاغـاتِ الوطنيـةِ حـولَ التغيّـرِ المناخـيِّ فـي الأردنِّ، ثمَّ أصوغُ بلاغًا وطنيًّا مشـابهًا لـهُ يمثّلُ أحـدَ القطاعـاتِ في منطقـةٍ مـا، وأحـدّدُ مخـزونَ غازاتِ الـدفيئةِ فيهـا، وكيفيةَ التخفيـفِ منَ التغيّـرِ المناخيِّ وطـرقَ التكيّفِ معهُ، ثـمَّ أُعِدُّ عرضًـا تقديميًّـا وأعرضُـهُ أمـامَ زمـلائي/ زميلاتـي في الصـفِّ.

وقـدْ تـمَّ دراسـةُ ثلاثةِ مؤشـراتٍ لميـاهِ خليـجِ العقبةِ، هـي: الملوحةُ، والحموضـةُ، ودرجـةُ الحرارةِ. وبشـكلٍ عـامٍّ، توصّلَتِ الدراسـةُ بناءً علـى المؤشـراتِ الثلاثـةِ إلـى عـدمِ وجـودِ أيِّ خطـورةٍ علـى ميـاهِ خليـجِ العقبـةِ حتى عـامِ 2100م. وقدْ وُجِدَ أنَّ تقييمَ الهشاشـةِ للنظمِ البيئيـةِ البحريـةِ فـي العقبةِ معتـدلٌ، والتهديـدَ الرئيسَ لهـذِهِ النظمِ هوَ الأنشـطةُ البشـريةُ. ويُعَـدُّ إنشـاءُ محميـةِ العقبـةِ البحريـةِ خطـوةً فـي الاتجـاهِ الصحيـحِ لحمايـةِ النظـمِ البيئيـةِ البحريةِ فـي العقبةِ.

تتمثّـلُ آثـارُ التغيّـرِ المناخـيِّ فـي المناطـقِ السـاحليةِ فـي الأردنِّ بزيـادةِ درجـةِ حـرارةِ الميـاهِ السـطحيةِ البحريةِ، وزيـادةِ تركيـزِ CO_2 فيهـا، وزيـادةِ كميةِ هطـولِ الأمطـارِ. وهذا سـوفَ يؤثّرُ فـي الكائناتِ الحيـةِ البحريـةِ التـي تعيـشُ فـي خليـجِ العقبـةِ، ومنْهـا ابيضـاضُ الشـعابِ المرجانيـةِ، أنظـرُ الشـكلَ (16). وكذلـكَ قـدْ تـودّي زيادةُ هطـولِ الأمطارِ إلى حـدوثِ فيضاناتٍ سـتؤثّرُ في المناطقِ السـاحليةِ فـي العقبـةِ. كما أشـارَتْ بعضُ الدراسـاتِ إلـى إمكانيةِ هجـرةِ بعضِ أنـواعِ الكائنـاتِ البحريـةِ مـنْ خليـجِ العقبـةِ وإليـهِ نتيجـةً للتغيّـراتِ المتوقَّعـةِ فـي البحـارِ والمحيطاتِ.

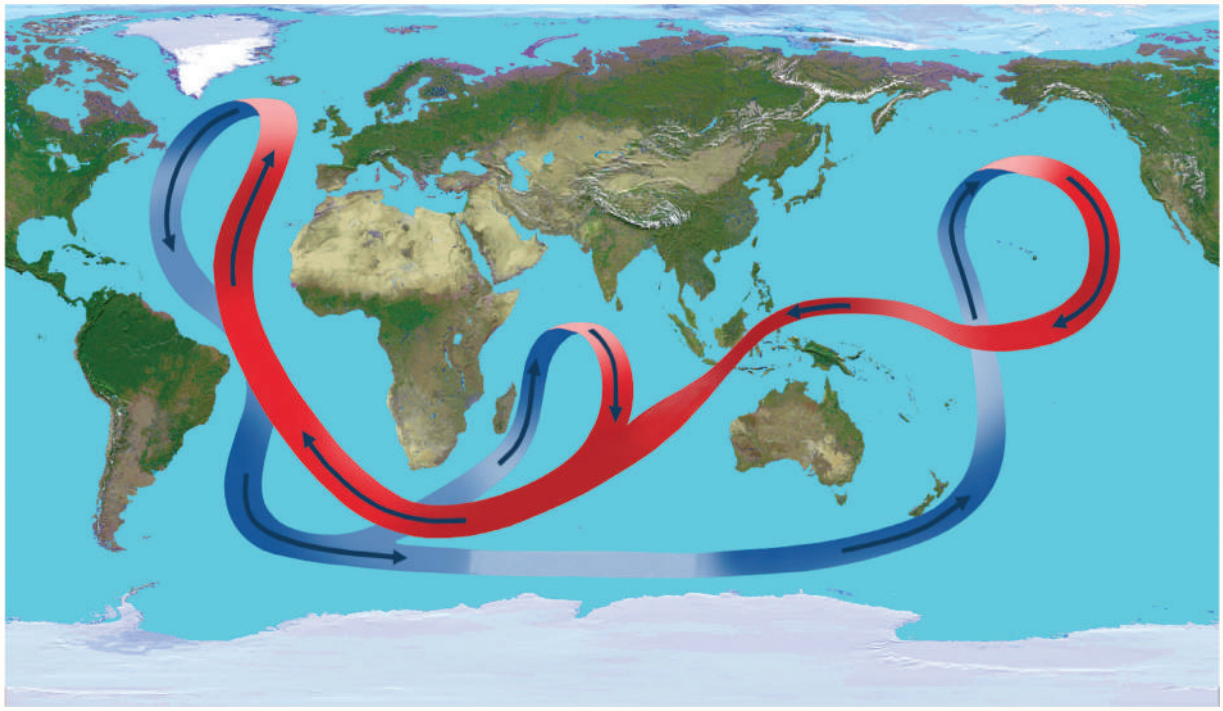
أَتحقَّقُ: أوضّحُ المقصودَ بالبلاغِ الوطنيِّ حولَ التغيّرِ المناخيِّ.



الشكلُ (16): ابيضاضُ شعابٍ مرجانيةٍ في منطقةٍ منْ مناطقِ البحرِ الأحمرِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أوضِّحُ كيفَ تنشأُ تياراتُ المحيطِ.
2. أحدّدُ أسبابَ تكوُّنِ التياراتِ السطحيةِ.
3. **أُقارِنُ** بينَ تأثيرِ كوريوليس في شمالِ الكرةِ الأرضيةِ وجنوبِها.
4. أوضحُ أهميةَ تيارِ الخليجِ في توازنِ المناخِ على سطحِ الأرضِ.
5. **أفسّرُ** تأثيرَ التياراتِ الصاعدةِ على الطقسِ والكائناتِ الحيةِ.
6. يمثِّلُ الشكلُ الآتي الحزامَ الناقلَ العالميَّ، أدرسُ الشكلَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أذكرُ: ما نوعُ التياراتِ المحيطيةِ المكوِّنةِ للحزامِ الناقلِ العالميِّ؟

ب- **أصوغُ فرضيّةً** حولَ العلاقةِ بينَ وجودِ الحزامِ الناقلِ واستقرارِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ. معَ ذكرِ أدلّةٍ تثبتُ صحةَ فرضيّتي.

ج - **أتتبّعُ** حركةَ الحزامِ الناقلِ في المحيطِ الأطلسيِّ.

7. **أفسِّرُ** لماذا يساهمُ الأردنّ في جميعِ الجهودِ التي تحدُّ من التغيّرِ المناخيّ على الرغمِ منْ أنهُ يساهمُ بنسبةٍ قليلةٍ لا تتجاوزُ 0.06% فقطْ منَ الانبعاثاتِ العالميةِ من الغازاتِ الدفيئةِ.

دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الصناعيةِ

Study of the Oceans by Satellites

حاولَ الإنسانُ منذَ القدمَ دراسةَ البحارِ والمحيطاتِ لتَعرُّفِ مكوِّناتِها واستكشافِ أعماقِها والكائناتِ الحيةِ التي تعيشُ فيها وخصائصِها المختلفةِ، وقدْ تطورتْ طرائقُ الدراسةِ؛ فاستخدمَ السفنَ ومنْها سفينةُ تشالنجر والغواصاتُ والسونارُ، ثمَّ استخدمَ الأقمارَ الصناعيةَ.

يعدُّ القمرُ الصناعيُّ TOPEX /Poseidon الذي أُطلِقَ عامَ 1992 م بالتعاونِ بينَ وكالةِ الفضاءِ الأمريكيةِ (ناسا) ومركزِ الفضاءِ الفرنسيِّ العالميِّ- أحدَ أهمِّ الأقمارِ الصناعيةِ التي درسَتْ مستوياتِ مياهِ المحيطاتِ بدقةٍ كبيرةٍ، وقدْ رصدَ أيضًا آثارَ التياراتِ المحيطيةِ على تغيرِ المناخِ العالميِّ، وراقبَ تضاريسَ المحيطاتِ، معَ دراسةِ الظواهرِ الجويةِ المتعلقةِ بالمحيطاتِ مثلَ ظاهرةِ النينو.

كذلكَ ساعدتِ الصورُ الملتقطةُ منهُ في عملِ خرائطَ دقيقةٍ للمدِّ والجزرِ. وقدِ استمرَّ عملهُ مُدّةَ 13 عامًا حيثُ انتهتْ مهمتهُ عام 2006 م.

واستكمالًا لمهمّاتِ القمرِ الصناعيةِ TOPEX/ Poseidon؛ فقدْ قامتْ وكالةُ ناسا بالتعاونِ والتنسيقِ معَ مركزِ الفضاءِ الفرنسيِّ وهيئاتٍ أوروبيةٍ أخرى بإطلاقِ سلسلةٍ منَ الأقمارِ الصناعيةِ، وهيَ: Jason-1 و Jason-2 وكانَ آخرُها Jason-3 في عامِ 2016 م؛ لقياسِ ارتفاعِ مستوى سطحِ المحيطاتِ، ودرجةِ حرارةِ مياهِها، وتياراتِ المحيطِ ، بالإضافةِ إلى تأثيرِها في تغيرِ المناخِ.

أما وكالةُ الفضاءِ الأوروبيةُ فقدْ أطلقتْ عدةَ أقمارٍ، منْها القمرُ الصناعيُّ Sentinel-3A في عامِ 2016 م، والقمرُ الصناعيُّ Sentinel-3B ، في عامِ 2018 م لمراقبةِ تضاريسِ المحيطاتِ، وقياسِ سطحِ الماءِ، ودرجةِ حرارتِه، وكذلكَ لمراقبةِ تلوثِ المياهِ ومراقبةِ تأثيراتِ الاحتباسِ الحراريِّ. كما أطلقتْ كوريا الجنوبيةُ القمرَ الصناعيَّ Chollian-2B لدراسةِ المحيطاتِ في شهرِ شباطَ منْ عامِ 2020 م، كذلكَ أطلقتِ الصينُ أربعةَ أقمارٍ صناعيةٍ لرصدِ المحيطاتِ، ودراسةِ تغيرِ المناخِ العالميِّ كانَ آخرُها HY-D1 في شهرِ حزيرانَ عامَ 2020 م.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أستخدمُ مصادرَ البحثِ المختلفةَ للحصولِ على معلوماتٍ عنِ المهماتِ التي أنجزَها أحدُ الأقمارِ الصناعيةِ التي ذُكِرَتْ في الإثراءِ، وكيفَ أثَّرتْ في المحافظةِ على المناخِ والبيئةِ، ثمَّ أكتبُ مقالةً حولَ ذلكَ وأشاركها معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

السؤالُ الأولُ:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. أيٌّ منَ المحيطاتِ الآتيةِ هوَ الأقلُّ مساحةً:
   أ - الأطلسيُّ.
   ب- الهنديُّ.
   ج- الهادي.
   د- المتجمدُ الشماليُّ.

2. أيٌّ منَ الأملاحِ الآتيةِ هوَ الأكثرُ وفرةً في مياهِ المحيطاتِ:
   أ - كلوريدُ المغنيسيومِ.
   ب- كلوريدُ الصوديومِ.
   ج- بروميدُ البوتاسيومِ.
   د- كبريتاتُ المغنيسيومِ.

3. أيٌّ منَ المصطلحاتِ الآتيةِ يعبِّرُ عنِ العمقِ الذي تؤثرُ فيهِ الموجةُ في الماءِ:
   أ - قاعدةُ الموجةِ. ب- طولُ الموجةِ.
   ج- سعةُ الموجةِ. د- قمةُ الموجةِ.

4. يحدثُ المدُّ والجزرُ في المنطقةِ الواحدةِ كلَّ يومٍ:
   أ - مرةً واحدةً. ب- ثلاثَ مراتٍ.
   ج- مرتينِ. د- لا يوجدُ عددٌ محددٌ.

5. تحدثُ التياراتُ السطحيةُ في المحيطاتِ بسببِ:
   أ - الرياحِ. ب- الحرارةِ.
   ج- الملوحةِ. د- الكثافةِ.

6. أيٌّ منَ الآتيةِ لا تنقلُها التياراتُ الصاعدةُ:
   أ - الفوسفاتُ. ب- النتراتُ.
   ج- الحرارةُ. د- ثاني أكسيدِ الكربونِ.

السؤالُ الثاني:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - ..... طبقةٌ تقعُ أسفلَ النطاقِ الانتقاليِّ لا تصلُ أشعةُ الشمسِ إليها، وتتميزُ بأنَّها باردةٌ ومظلمةٌ ودرجةُ الحرارةِ فيها قريبةٌ من درجةِ التجمدِ.

ب- ..... مجموعُ كمياتِ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ في الماءِ، ويُعبَّرُ عنْها بجزءٍ منَ الألفِ (‰) و g/kg.

ج - ..... المسافةُ بينَ أيِّ قمتيْنِ متتاليتيْنِ أوْ قاعيْنِ متتاليينِ في الموجةِ.

د - ..... أمواجٌ بحريةٌ ضخمةٌ ينتجُ معظمُها بفعلِ الزلازلِ، وبخاصةٍ التي تحدثُ تحتَ قاعِ المحيطاتِ.

هـ - ..... انحرافُ التياراتِ الهوائيةِ أوِ المحيطيةِ نتيجةً لدورانِ الأرضِ حولَ نفسِها.

السؤالُ الثالثُ:

أُفسِّرُ كلًّا ممّا يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ- يمتازُ النطاقُ المختلطُ بدرجةِ حرارةٍ أعلى منَ النطاقِ الانتقاليِّ.

ب- المسببُ الرئيسُ لحدوثِ المدِّ والجزرِ هوَ القمرُ وليسَ الشمسُ.

ج- لا توجدُ طبقةُ الميلِ الحراريِّ في مناطقِ الأقطابِ.

السؤالُ الرابعُ:

أوضحُ كيفَ يؤثرُ تكوُّنُ الجليدِ وانصهارُهُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.

السؤالُ الخامسُ:

أقارنُ بينَ الطبقاتِ المكونةِ للمحيطاتِ عندَ دائرةِ الاستواءِ، وعندَ القطبيْنِ الشماليِّ والجنوبيِّ للأرضِ.

السؤالُ السادسُ:

أستنتجُ: لماذا تقلُّ درجاتُ الحرارةِ في مياهِ المحيطاتِ معَ العمقِ؟

السؤالُ السابعُ:

أقارنُ بينَ أمواجِ تسونامي في المياهِ العميقةِ، وبالقربِ منَ الشواطئِ منْ حيثُ: طولُ الموجةِ وارتفاعُها.

السؤالُ الثامنُ:

أستنتجُ: إذا التقى تيارٌ مائيٌّ قادمٌ منَ البحرِ الأبيضِ المتوسطِ ملوحتهُ تساوي 39‰ بتيارٍ مائيٍّ قادمٍ منَ المحيطِ الأطلسيِّ ملوحتهُ تساوي 34‰؛ أصفُ كيفَ سيتحرّكُ كلٌّ منهما نسبةً إلى الآخرِ.

السؤالُ التاسعُ:

أحددُ العواملِ التي تؤثرُ في كميةِ الموادِّ المكونةِ لمياهِ البحارِ والمحيطاتِ في كلِّ منطقةٍ منْ مناطقِ المحيطاتِ.

السؤالُ العاشرُ:

أصنفُ التياراتِ المحيطيةَ بناءً على القوةِ المسببةِ لَها.

السؤالُ الحادي عشرَ:

أُصدرُ حُكمًا على صحّةَ ما وردَ في العبارةِ الآتيةِ:

"تتشابهُ التياراتُ الناتجةُ عنِ المدِّ والجزرِ معَ التياراتِ السطحيةِ في استمراريتِها وتحركِها في اتجاهٍ واحدٍ دائمٍ".

السؤالُ الثاني عشرَ:

أتنبأُ كيفَ يتأثرُ المناخُ إذا توقفتِ التياراتُ السطحيةُ وتياراتُ الكثافةِ عنِ الحركةِ.

السؤالُ الثالثَ عشرَ:

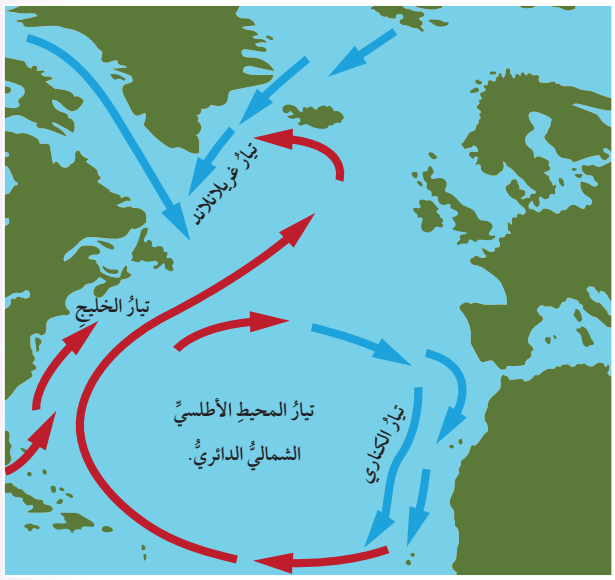
أوضّحُ: كيفَ يحدثُ تكسُّرُ الأمواجِ؟

السؤالُ الرابعَ عشرَ:

أوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ الرياحِ التجاريةِ في نشأةِ التياراتِ المحيطيةِ.

السؤالُ الخامسَ عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أحددُ: أيُّ التياراتِ يحملُ المياهَ الدافئةَ؟ وأيُّها يحملُ المياهَ الباردةَ؟

ب- أبينُ: كيفَ يؤثرُ تيارُ الخليجِ في مناخِ مناطقِ شمالِ أوروبا؟

ج - **أُفسّرُ** سببَ تحركِ التياراتِ معَ اتجاهِ حركةِ عقاربِ الساعةِ.

السؤالُ السادسَ عشرَ:

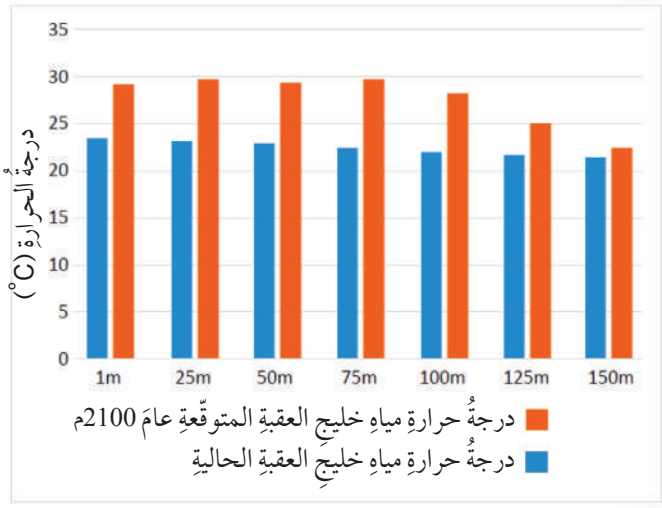
أستنتجُ أثرَ حركةِ الحزامِ الناقلِ العالميِّ في المحافظةِ على حياةِ الكائناتِ الحيةِ.

السؤالُ السابعَ عشرَ:

أحسبُ العمقَ الذي تبلغهُ موجةٌ طولُها الموجيُّ 400 m.

السؤالُ الثامنَ عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يمثّلُ درجاتِ حرارةِ مياهِ خليجِ العقبةِ على أعماقٍ مختلفةٍ، ودرجاتِها المُتوقَّعةَ حتى عامِ 2100م، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليها:



1. **أقارنُ** بينَ درجةِ حرارةِ مياهِ خليجِ العقبةِ على الأعماقِ المختلفةِ في الوقتِ الحاليِّ وفي عامِ 2100م.
2. **أفسّرُ** أسبابَ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ مياهِ خليجِ العقبةِ في عامِ 2100م.
3. **أتوقّعُ** آثارَ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ مياهِ خليجِ العقبةِ في الكائناتِ الحيّةِ البحريةِ التي تعيشُ فيها.

الوحدةُ

5

المياهُ العادمةُ

Wastewater

أتأمَّلُ الصورةَ

يعدُّ الماءُ منْ أثمنِ الموارِدِ الطبيعيةِ على سطحِ الأرضِ، ويُستخدَمُ لتلبيةِ حاجاتِ الإنسانِ اليوميةِ، وتنتجُ المياهُ العادمةُ نتيجةَ الاستهلاكِ اليوميِّ للماءِ، فما المياهُ العادمةُ؟ وكيفَ يمكنُ الاستفادةُ منْها؟

الفكرةُ العامةُ:

تنتجُ المياهُ العادمةُ منْ عدةِ مصادرَ، وتجري معالجتُها خلال مراحل عدّة؛ للتخلصِ من تأثيرِها السلبيِّ على البيئةِ.

الدرسُ الأولُ: مفهومُ المياهِ العادمةِ

الفكرةُ الرئيسةُ: تنتجُ المياهُ العادمةُ منَ استخدامِ الإنسانِ المياهَ لتلبيةِ حاجاتِهِ اليوميةِ، سواءٌ في الاستخداماتِ المنزليةِ أمِ الصناعيةِ أمِ الزراعيةِ، وتحتوي المياهُ العادمةُ على كثيرٍ منَ الملوثاتِ.

الدرسُ الثاني: الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ

الفكرةُ الرئيسةُ: يسببُ التلوثُ الناتجُ عنِ المياهِ العادمةِ كثيرًا منَ الأضرارِ، مثلَ: تأثيرِها على صحةِ الإنسانِ، وعلى المياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ.

الدرسُ الثالثُ: معالجةُ المياهِ العادمةِ

الفكرةُ الرئيسةُ: تُعالجُ المياهِ العادمةِ في محطاتٍ خاصةٍ لتنقيتِها، ويستفادُ منَ المياهِ الناتجةِ عنِ المعالجةِ في مجالاتٍ عدَّةٍ.

تنقيةُ المياهِ منَ الملوثاتِ

تتنوعُ أشكالُ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ، ويمكنُ التخلصُ منْ هذهِ الملوثاتِ بالاعتمادِ على خصائصِها.

الموادُّ والأدواتُ:

ثلاثُ كؤوسٍ زجاجيةٍ بسعةِ 500 mL، 200 mL منَ الماءِ، 60 mL منَ الزيتِ، 100 g منَ الترابِ أوِ الرملِ، ورقُ ترشيحٍ، ملعقةٌ فلزيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ عندَ وضعِ المكوناتِ داخلَ الكؤوسِ الزجاجيةِ.
- الحذرُ عندَ إزالةِ الملوثاتِ منَ المياهِ بوساطةِ الطفوِ، والترسيبِ، والترشيحِ.
- غسلُ اليديْنِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ إجراءِ التجربةِ.

خطواتُ العملِ:

1. أرقِّمُ الكؤوسَ الزجاجيةَ الثلاثَ.
2. أضعُ الماءَ في الكأسِ الزجاجيةِ (1)، ثمَّ أضيفُ الزيتَ، والترابَ أوِ الرملَ، ثمَّ أحركُ المكوناتِ جيدًا.
3. أتركُ الكأسَ لمدةِ 3 min، ثمَّ أدونُ ملاحظاتي.
4. أزيلُ باستخدامِ الملعقةِ طبقةَ الزيتِ الطافيةَ على سطحِ الماءِ، وأتخلصُ منْها بطريقةٍ سليمةٍ.
5. أسكبُ المخلوطَ الموجودَ في الكأسِ (1) ببطءٍ إلى الكأسِ (2)، وألاحظُ الراسبَ المتبقيَ في الكأسِ (1).
6. أفصلُ المخلوطَ الناتجَ في الكأسِ (2) باستخدامِ ورقِ الترشيحِ في الكأسِ (3)، وألاحظُ لونَ الماءِ الناتجِ ومكوناتِه، ثمَّ أدونُ ملاحظاتي.
7. أستخدمُ الماءَ الناتجَ في ريِّ أحدِ المزروعاتِ في حديقةِ مدرستي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- أصفُ مكوناتِ الماءِ في المراحلِ المختلفةِ في التجربةِ.

2- أُقارِنُ مكوناتِ المياهِ قبلَ عمليةِ الترشيحِ وبعدَها.

3- أحددُ استخداماتِ المياهِ الناتجةِ بعدَ إزالةِ الملوثاتِ منْها بطرائقِ الطفوِ، والترسيبِ، والترشيحِ.

الدرسُ 1

مفهومُ المياهِ العادمةِ

Wastewater Concept

الفكرةُ الرئيسةُ:

تنتجُ المياهُ العادمةُ منَ استخدامِ الإنسانِ المياهَ لتلبيةِ حاجاتِهِ اليوميةِ، سواءٌ في الاستخداماتِ المنزليةِ أم الصناعيةِ أم الزراعيةِ، وتحتوي المياهُ العادمةُ على كثيرٍ منَ الملوثاتِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أوضّحُ مفهومَ المياهِ العادمةِ.
- أوضّحُ الخصائصَ الفيزيائيةَ والكيميائيةَ والحيويَّةَ (البيولوجيّةَ) للمياهِ العادمةِ.
- أبيّنُ مصادرَ المياهِ العادمةِ المنزليةِ والصناعيةِ والزراعيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المياهُ العادمةُ	Wastewater
المياهُ الرماديةُ	Grey Water
المياهُ السوداءُ	Black Water

المياهُ العادمةُ Wastewater

لعلكَ تتساءلُ: إلى أينَ تذهبُ المياهُ الملوثةُ الناتجةُ عنِ الاستخداماتِ اليوميةِ؟ وكيفَ يجري تجميعُها والتخلصُ منْها؟

تُسمّى المياهُ الناتجةُ عنِ الاستخداماتِ اليوميةِ **المياهَ العادمةَ Wastewater**، وتُعرَّفُ بأنَّها المياهُ التي تطرحُها المنازلُ، والمصانعُ، والمزارعُ، والمحلاتُ التجاريةُ في شبكةِ الصرفِ الصحيِّ أوِ الحفرِ الامتصاصيةِ بعدَ حدوثِ تغيُّرٍ في خصائصِها الفيزيائيةِ، والكيميائيةِ، والحيويّةِ (البيولوجيّةِ)، ويجري تجميعُها في أماكنَ خاصةٍ لمعالجتِها للتخلصِ من الآثارِ السلبيةِ التي تتركُها على البيئةِ وصحةِ الإنسانِ، أنظرُ الشكلَ (1).

✓ **أتحقَّقُ:** أوضّحُ المقصودَ بالمياهِ العادمةِ.

الشكلُ (1): يجري تجميعُ المياهِ العادمةِ في أماكنَ خاصةٍ لمعالجتِها والتخلصِ منْها.

ولتعرُّفِ الخصائصِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويّةِ (البيولوجيّةِ) للمياهِ العادمةِ؛ أنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

الخصائصُ الفيزيائيةُ والكيميائيةُ والحيويّةُ (البيولوجيّةُ) للمياهِ العادمةِ

أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يمثلُ الخصائصَ الفيزيائيةَ والكيميائيةَ والحيويةَ (البيولوجيةَ) للمياهِ العادمةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

الخاصّيةُ	وصفُ الخاصّيةِ
اللونُ	يختلفُ لونُ المياهِ العادمةِ حسبَ طبيعةِ الملوثاتِ الموجودةِ فيها؛ فيتباينُ لونُها بينَ اللونِ الرماديِّ إلى اللونِ الأسودِ.
الرائحةُ	تعتمدُ رائحةُ المياهِ العادمةِ على كميةِ الأكسجينِ الذائبِ فيها؛ فإذا توافرتْ كميةٌ منَ الأكسجينِ الذائبِ في المياهِ العادمةِ يجري تحلُّلُ المادةِ العضويةِ بوساطةِ البكتيريا الهوائيةِ، وينتجُ عنْ عمليةِ التحلُّلِ بفعلِ البكتيريا الهوائيةِ رائحةٌ خفيفةٌ، أما نقصُ الأكسجينِ الذائبِ في المياهِ العادمةِ فيؤدي إلى تحلُّلِ المادةِ العضويةِ بوساطةِ البكتيريا اللاهوائيةِ،عندئذٍ تنتجُ منْ عمليةِ التحلُّلِ اللاهوائيِّ مجموعةٌ منَ الغازاتِ مثلَ غازِ كبريتيدِ الهيدروجينِ الذي يسببُ الرائحةَ الكريهةَ للمياهِ العادمةِ.
العكورةُ	تعتمدُ درجةُ عكورةِ المياهِ العادمةِ على: كميةِ الموادِّ العالقةِ، ونوعِها، ولونِها.
الغازاتُ الذائبةُ	توجدُ في المياهِ العادمةِ مجموعةٌ منَ الغازاتِ الذائبةِ مثلَ الأكسجينِ، بالإضافةِ إلى ثاني أكسيدِ الكربونِ، وكبريتيدِ الهيدروجينِ، والأمونيا. وتعتمدُ كميةُ الغازاتِ الذائبةِ على المدّةِ الزمنيةِ لمكوثِ المياهِ العادمةِ منْ دونِ معالجةٍ.
الرقمُ الهيدروجينيُّ	يكونُ الرقمُ الهيدروجينيُّ منخفضًا في المياهِ العادمةِ الحامضيةِ ومرتفعًا في المياهِ العادمةِ القلويةِ، وفي كليهما تنتجُ أضرارٌ وتحدثُ مخاطرُ سواءٌ على شبكةِ الصرفِ الصحيِّ أمْ على عملياتِ المعالجةِ.
مسبباتُ الأمراضِ	تحتوي المياهُ العادمةُ على كثيرٍ منَ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ والديدانِ، بعضُ هذهِ الكائناتِ يُعدُّ وجودهُ ضروريًّا لإتمامِ المعالجةِ الحيويّةِ للمياهِ، مثلَ بعضِ أنواعِ البكتيريا؛ حيثُ تساعدُ على أكسدةِ الموادِّ العضويةِ، وبعضُها الآخرُ يمثلُ وجودهُ خطرًا على الصحةِ العامةِ، وعلى البيئةِ مثلَ الديدانِ وأنواعٍ أخرى من البكتيريا.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – **أفسّرُ** اللونَ الداكنَ للمياهِ العادمةِ.

2 – **أقارنُ** بينَ أثرِ وجودِ البكتيريا والديدانِ في المياهِ العادمةِ.

3 – **أتنبّأُ** بالآثارِ السلبيةِ لارتفاعِ الرقمِ الهيدروجينيِّ أوِ انخفاضِهِ في المياهِ العادمةِ.

4 – **السَببُ والنَتيجةُ:** ما سببَ وجودِ رائحةٍ كريهةٍ للمياهِ العادمةِ؟

5 – **أتوقع** أثرَ الفترةِ الزمنيةِ لمكوثِ المياهِ العادمةِ منْ دونِ معالجةٍ على وجودِ الغازاتِ فيها.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ أشكالَ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ متنوعةٌ؛ فقدْ تكونُ ذائبةً أوْ مترسبةً أوْ عالقةً فيها. تؤثّرُ الملوّثاتِ جميعُها في لونِ المياهِ العادمةِ؛ فيصبحُ لونُها بينَ اللونِ الرماديِّ واللونِ الأسودِ، وتؤثرُ الملوّثاتُ أيضًا في عكورةِ المياهِ العادمةِ ورقمِها الهيدروجينيِّ، كذلكَ تتميزُ المياهُ العادمةُ برائحةٍ كريهةٍ تنتُجُ بسببِ تصاعدِ غازِ كبريتيدِ الهيدروجينِ الناتجِ منْ تحللِ الموادِّ العضويةِ بوساطةِ البكتيريا اللاهوائيةِ، وتعتمدُ شدةُ رائحةِ المياهِ العادمةِ على كميّةِ الأكسجينِ الذائبِ فيها؛ إذ تحددُ طبيعةَ تحللِ الموادِّ العضويةِ.

أبحثُ:
مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ أبحثُ عنْ تأثيرِ درجةِ الحرارةِ في المياهِ العادمةِ؛ وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا، وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

مصادرُ المياهِ العادمةِ Sources of Wastewater

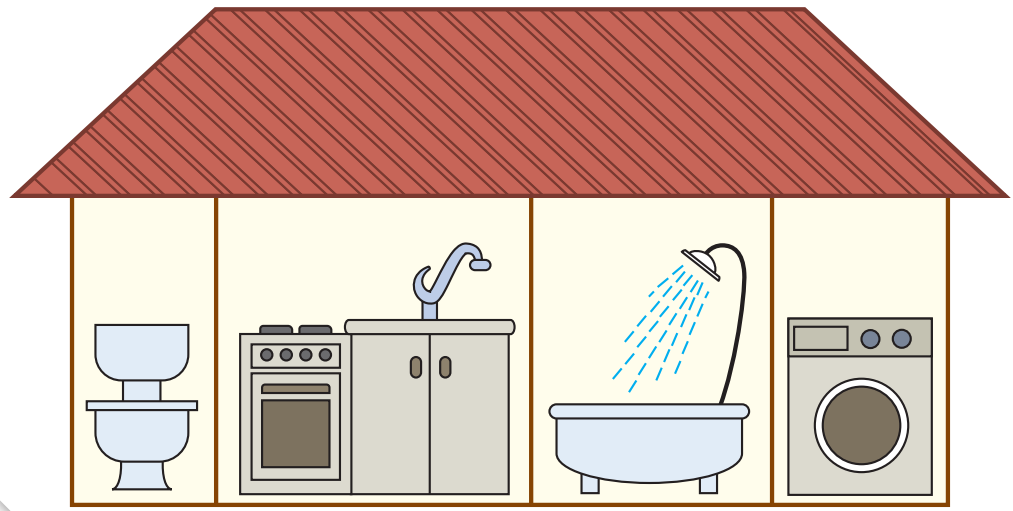
تتكونُ المياهُ العادمةُ منَ المياهِ المستخدمةِ في الأنشطةِ اليوميةِ، والعديدِ منَ الملوّثاتِ التي تعتمدُ في نوعيتِها وكميتِها على مصادرِها، فما مصادرُ المياهِ العادمةِ؟

أفكّرُ تحتوي المياهُ العادمةُ على حبيباتِ الرملِ والأتربةِ، ما مصدرُ هذهِ الملوّثاتِ في المياهِ العادمةِ؟

تقسمُ مصادرُ المياهِ العادمةِ إلى أنواعٍ عدّةٍ، منها:

المياهُ العادمةُ المنزليةُ Domestic Wastewater

تنتجُ المياهُ العادمةُ المنزليةُ عنِ الاستعمالاتِ المنزليةِ المختلفةِ، وتُقسمُ إلى نوعيْنِ: **المياهُ الرماديةُ Grey Water** وهيَ المياهُ الناتجةُ عنِ استخدامِ مياهِ المطابخِ والمغاسلِ، وتحتوي على بقايا طعامٍ وصابونٍ ودهونٍ، ومنظفاتٍ. **والمياهُ السوداءُ Black Water** الناتجةُ عنْ دوراتِ المياهِ، وتمتازُ بأنَّها أكثرُ خطورةً منَ المياهِ الرماديةِ، أنظرُ الشكلَ (2/ أ).



الشكلُ (2/ أ): مياهٌ عادمةٌ منزليةٌ.

المياهُ العادمةُ الصناعيةُ Industrial Wastewater

تتكونُ المياهُ العادمةُ الصناعيةُ منَ المخلفاتِ السائلةِ الناتجةِ عنِ الصناعاتِ المختلفةِ، وتختلفُ المخلّفاتُ الصناعيةُ اعتمادًا على طبيعةِ الصناعاتِ وعملياتِ التصنيعِ، والموادِّ المستعملةِ في التصنيعِ، ومعدلاتِ استهلاكِ المياهِ. علمًا بأنَّ المياهَ العادمةَ الصناعيةَ تحتوي على العديدِ منَ الموادِّ غيرِ العضويةِ، مثلَ: الأحماضِ، والموادِّ المشعةِ، والأملاحِ، والعناصرِ السامةِ، مثلِ الزرنيخِ والرصاصِ، أنظرُ الشكلَ (2/ ب).

الشكلُ (2/ ب): مياهٌ عادمةٌ صناعيةٌ.

المياهُ العادمةُ الزراعيةُ Agricultural Wastewater

تنتجُ المياهُ العادمةُ الزراعيةُ عنِ الأنشطةِ الزراعيةِ المختلفةِ، وتشتملُ على المياهِ المستخدمةِ في غسلِ المنتجاتِ الزراعيةِ، وتنظيفِ المعداتِ الزراعيةِ. وتعدُّ المياهُ المستخدمةُ في الزراعةِ مياهًا ملوثةً؛ حيثُ تحتوي على مبيداتٍ حشريةٍ وأسمدةٍ كيميائيةٍ وأملاحٍ، أنظرُ الشكلَ (2/ج).

الشكلُ (2/ج): مياهٌ عادمةٌ زراعيةٌ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ مصادرَ المياهِ العادمةِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أوضحُ المقصودَ بالمياهِ العادمةِ.
2. بعدَ دراستي لمصادرِ المياهِ العادمةِ؛ أجيبُ عمّا يأتي:

أ – **أقارنُ** بينَ مصادرِ المياهِ العادمةِ منْ حيثُ مكوناتُها.

ب– أحدّدُ نوعَ مصدرِ المياهِ العادمةِ الناتجةِ عنْ كلٍّ من الاستخداماتِ الآتيةِ:

– المياهُ الناتجةُ عنْ مزارعِ الدواجنِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ غسلِ الأواني في المطبخِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ تبريدِ الآلاتِ في المصانعِ.

3. أوضّحُ أثرَ المياهِ العادمةِ على البيئةِ.
4. **أقارنُ** بينَ المياهِ الرماديةِ والمياهِ السوداءِ منْ حيثُ مصدرُها.
5. **أفسّرُ** سببَ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
6. يوضّحُ الجدولُ الآتي تأثيرَ درجةِ الحرارةِ في معالجةِ المياهِ العادمةِ، أدرسُهُ جيدًا، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

درجةُ الحرارةِ (°C)	النشاطُ البكتيريُّ	كميةُ الأكسجينِ المذابِ (mg/L)	كفاءةُ التحلّلِ الحيويِّ
5	منخفضٌ	12.8	منخفضٌ
15	متوسطٌ	10.2	متوسطٌ
25	مرتفعٌ	8.6	مرتفعٌ
35	مرتفعٌ جدًّا	7.4	مرتفعٌ جدًّا

أ – **أصوغُ فرضيةً** توضّحُ العلاقةَ بينَ درجةِ حرارةِ المياهِ العادمةِ والنشاطِ البكتيريِّ فيها وَأَثَرِهما في كمّيةِ الأكسجينِ المذابِ فيها.

ب– **أُصدرُ حكمًا:** هل تُعَدُّ معالجةُ المياهِ العادمةِ أكثرَ فاعليةً في درجاتِ الحرارةِ العاليةِ أمِ المنخفضةِ؟

الآثارُ السلبيةُ للمياه العادمة
Negative Effects of Wastewater

الدرسُ 2

الفكرةُ الرئيسةُ:
يسببُ التلوثُ الناتجُ عنِ المياهِ العادمةِ كثيرًا منَ الأضرارِ، مثلَ: تأثيرِها على صحةِ الإنسانِ، وعلى المياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أحدّدُ الملوثاتِ الخطرةَ على البيئةِ في نوعَيِ المياهِ العادمةِ: المنزليةِ والصناعيةِ.
- أوضحُ طرائقَ فحصِ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ.
- أبيّنُ تأثيرَ الملوثاتِ الخطرةِ على صحةِ الإنسانِ، وعلى المياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
المواد العضويةُ القابلةُ للتحللِ الحيويِّ
Biodegradable Organic Matters
مسبباتُ الأمراضِ Pathogens
المواد العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ
Non-Biodegradable Organic Matters
الفلزاتُ الثقيلةُ Heavy Metals
المغذّياتُ Nutrients
الأكسجينُ المستهلَكُ حيويًّا
Biological Oxygen Demand (BOD)
الأكسجينُ المستهلكُ كيميائيًّا
Chemical Oxygen Demand (COD)
المواد الصلبةُ العالقةُ
Total Suspended Solids (TSS)
المواد الصلبةُ الذائبةُ
Total Dissolved Solids (TDS)

الملوثاتُ في المياهِ العادمةِ Pollutants in Wastewater

تشكلُ المياهُ العادمةُ خطرًا على البيئةِ، عندَ تركِها منْ دونِ معالجةٍ، فإذا طُرِحَتِ المياهُ العادمةُ في البحارِ والمحيطاتِ ستتأثرُ الحياةُ البحريةُ، وتموتُ العديدُ منَ الكائناتِ الحيةِ التي تعيشُ فيها بسببِ الملوّثاتِ، أنظرُ الشكلَ (3).

ويعدُّ التعاملُ معَ المياهِ العادمةِ منْ أكثرِ القضايا التي تشغلُ العالمَ، وذلكَ لما تحتويهِ هذهِ المياهِ منْ ملوثاتٍ خطرةٍ، سواءٌ أكانتْ مياهًا عادمةً منزليةً أمْ مياهًا عادمةً صناعيةً.

الشكلُ (3): موتُ أعدادٍ منَ الأسماكِ نتيجةَ اختلاطِ المياهِ العادمةِ بمياهِ البحارِ والمحيطاتِ.

تعتمدُ ملوّثاتُ المياهِ العادمةِ على مصدرِها؛ سواءٌ أكانتْ منزليةً أمْ زراعيةً أمْ صناعيةً، وتتكونُ المياهُ العادمةُ بشكلٍ عامٍّ منْ مياهٍ بنسبةِ 99.9 %، وموادَّ صلبةٍ بنسبةِ 0.1%، وهيَ تراكيزُ منخفضةٌ منَ الموادِّ الصلبةِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ، وتشكّلُ الموادُّ العضويةُ الصلبةُ Organic Solids ما نسبتهُ 70 % منَ الموادِّ الصلبةِ في المياهِ العادمةِ، وتشملُ الموادَّ البروتينيةَ والموادَّ الكربوهيدراتيةَ والدهونَ والزيوتَ، أمّا الموادُّ غيرُ العضويةِ الصلبةُ Nonorganic Solids فتشكلُ ما نسبتهُ 30 % منَ الموادِّ الصلبةِ، وتشملُ حُبيباتِ الرملِ الدقيقةَ والأملاحَ المعدنيةَ، مثلَ: أملاحِ الصوديومِ والبوتاسيومِ، وفلزاتٍ ثقيلةً مثلَ: الرصاصِ والزئبقِ.

أبحثُ:

مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ؛ أبحثُ عنِ العواملِ المؤثرةِ في استخدامِ المياهِ العادمةِ المعالجةِ في الزراعةِ، وأصمّمُ عرضًا تقديميًّا، وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الملوّثاتُ في المياهِ العادمةِ المنزليةِ

Pollutants in Domestic Wastewater

تحتوي المياهُ العادمةُ المنزليةُ على كثيرٍ منَ الملوثاتِ، منْها:

الموادُّ العضويةُ القابلةُ للتحللِ الحيويِّ Biodegradable Organic Matters:

تُسمّى المركباتُ العضويةُ التي يمكنُ أنْ تتحللَ عنْ طريقِ العملياتِ الحيويَّةِ (البيولوجيّةِ) المختلفةِ **الموادَّ العضويةَ القابلةَ للتحللِ الحيويِّ Biodegradable Organic Matters**، ووجودُها داخلَ المياهِ يؤدي إلى استنزافِ الأكسجينِ الذائبِ فيها عنْ طريقِ التحللِ الحيويِّ، وينتجُ عنْ تحللِ الموادِّ العضويةِ غازاتٌ متعددةٌ، بخاصةٍ عندَما تمكثُ المياهُ العادمةُ فترةً طويلةً دونَ معالجةٍ، ومنْ هذهِ الغازاتِ كبريتيدُ الهيدروجينِ (H_2S)، والأمونيا (NH_3)، والميثانُ (CH_4).ومنَ الأمثلةِ على هذهِ الملوثاتِ الموادُّ البروتينيةُ والموادُّ الكربوهيدراتيةُ والدهونُ والزيوتُ.

مسبباتُ الأمراضِ Pathogens:

تتوافرُ في المياهِ العادمةِ **مسبباتُ الأمراضِ Pathogens** وهيَ الكائناتُ الحيَّةُ الدقيقةُ وغيرُ الدقيقةِ التي تؤدي إلى الإصابةِ بالأمراضِ المختلفةِ للإنسانِ أوِ الحيوانِ أوِ النباتِ في حالِ وجودِها في المياهِ، ومنِ الأمثلةِ عليْها: البكتيريا، والديدانُ، والفيروساتُ.

الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ :

Non-Biodegradable Organic Matters

تتكونُ **الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ Non-Biodegradable Organic Matters** منْ موادَّ عضويةٍ لا تتحللُ بفعلِ العملياتِ الحيويّةِ، ولكنَّها قدْ تتحللُ بوساطةِ مؤكسداتٍ كيماويةٍ قويةٍ، وتنتجُ هذهِ الموادُّ عنِ استخدامِ بعضِ المنظفاتِ الصناعيةِ في المنازلِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أبينُ أنواعَ الملوّثاتِ الموجودةِ في المياهِ العادمةِ المنزليةِ.

الملوثاتُ في المياهِ العادمةِ الصناعيةِ

Pollutants in Industrial Wastewater

تُستخدَمُ الميـاهُ في الصناعـاتِ المختلفةِ بشـكلٍ يوميٍّ فـي تبريدِ الآلاتِ وتنظيفِهـا، ومعالجةِ الموادِّ الخامِ، وينتجُ عنْ هذا الاسـتخدامِ ميـاهٌ ملوثةٌ يجـري معالجتُها فـي المصانـعِ معالجةً أوليةً قبـلَ طرحِها في شـبكةِ الصـرفِ الصحيِّ لشـدةِ خطورتِها، أنظرُ الشـكلَ (4).

الشكلُ (4): مياهٌ عادمةٌ صناعيةٌ يجري تجميعُها ومعالجتُها بصورةٍ أوليةٍ.

أفسّرُ سببَ المعالجةِ الأوليةِ للمياهِ العادمةِ الصناعيةِ في المصانعِ.

ومنْ هذهِ الملوّثاتِ الصناعيةِ:

الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلّلِ الحيويِّ:

Non-Biodegradable Organic Matters

تنتجُ الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلِل الحيويِّ منَ الصناعاتِ المختلفةِ، مثلَ المبيداتِ الحشريةِ، وبعضِ أنواعِ المنظفاتِ الصناعيةِ.

الفلزاتُ الثقيلةُ Heavy Metals

تنتجُ **الفلزاتُ الثقيلةُ Heavy Metals** منَ الأنشطةِ الصناعيةِ، وتتميزُ بأنَّها غيرُ قابلةٍ للتحلّلِ، أوْ تتحلّلُ ببطءٍ شديدٍ، وهيَ ذاتُ سميةٍ شديدةٍ، ويجبُ إزالتُها منَ المياهِ العادمةِ قبلَ إعادةِ استخدامِها، وتكمنُ خطورةُ الفلزاتِ الثقيلةِ عندَ وصولِها إلى المسطحاتِ المائيةِ في تراكمِها داخلَ بعضِ الكائناتِ الحيةِ مثلِ الأسماكِ.

المغذّياتُ Nutrients:

تحتاجُ الكائناتُ الحيةُ إلى **المغذياتِ Nutrients** لنموِّها وتكاثرِها، ومنَ الأمثلةِ عليْها النيتروجينُ والفسفورُ، وعندَ وصولِها إلى الأنهارِ والبحيراتِ تؤدي إلى نموِّ الطحالبِ، وحدوثِ ظاهرةِ الإثراءِ الغذائيِّ.

الأملاحُ الذائبةُ Dissolved Salts:

تَنتجُ **الأملاحُ الذائبةُ Dissolved Salts** منَ الأنشطةِ الصناعيةِ المختلفةِ، وهيَ أملاحٌ غيرُ عضويةٍ ذائبةٌ في الماءِ، ومنَ الأمثلةِ عليْها أملاحُ الكلوريداتِ، وأملاحُ الكبريتاتِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أفسِّرُ سببَ خطورةِ الفلزاتِ الثقيلةِ الموجودةِ في المياهِ العادمةِ الصناعيةِ.

قياسُ ملوّثاتِ المياهِ العادمةِ

Measuring Wastewater Pollutants

تُقاسُ الملوّثاتُ في المياهِ العادمةِ بطرائقَ عدّةٍ تعتمدُ على طبيعتِها إنْ كانتْ قابلةً للتحلّلِ الحيويِّ أوْ غيرَ قابلةٍ لهُ، ومنْ حيثُ هل هيَ موادُّ صلبةٌ ذائبةٌ أوْ موادُّ عالقةٌ، ومنْ هذهِ الطرائقِ:

الأكسجينُ المستهلكُ حيويًّا Biological Oxygen Demand (BOD)

في طريقةِ **الأكسجينِ المستهلكِ حيويًّا** **Biological Oxygen Demand (BOD)** تُقاسُ كميةُ الأكسجينِ التي تستهلكُ حيويًّا بوساطةِ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ، عن طريقِ أكسدتِها الموادَّ العضويةِ في الماءِ؛ إذْ تشيرُ كميةُ الأكسجينِ المستهلكةُ حيويًّا إلى مقدارِ تلوثِ المياهِ العادمةِ بالموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ، فكلَّما كانَ مقدارُ (BOD) كبيرًا كانَ التلوثُ العضويُّ في المياهِ العادمةِ كبيرًا.

أفكّرُ أستنتجُ لماذا تكونُ قيمةُ COD دائمًا أعلى منْ قيمةِ BOD لعينةٍ منَ المياهِ الملوثةِ.

الأكسجينُ المستهلكُ كيميائيًّا Chemical Oxygen Demand (COD)

يقاسُ التلوثُ بالموادِّ العضويةِ غيرِ القابلةِ للتحللِ حيويًّا أوِ التي تتحللُ ببطءٍ شديدٍ في المياهِ العادمةِ بطريقةِ **الأكسجينِ المستهلكِ كيميائيًّا** **Chemical Oxygen Demand (COD)**، وفي هذهِ الطريقةِ تُضافُ موادُّ كيميائيةٌ مؤكسدةٌ قويةٌ مثلَ دايكروماتِ البوتاسيومِ وحمضِ الكبريتيكِ إلى عينةِ المياهِ، وتعملُ على أكسدةِ جميعِ الموادِّ القابلةِ للتأكسدِ، وغيرِ القابلةِ للتأكسدِ، أنظرُ الشكلَ (5).

الشكلُ (5): أدوات قياسِ كميةِ الأكسجينِ المستهلكِ كيميائيًّا.

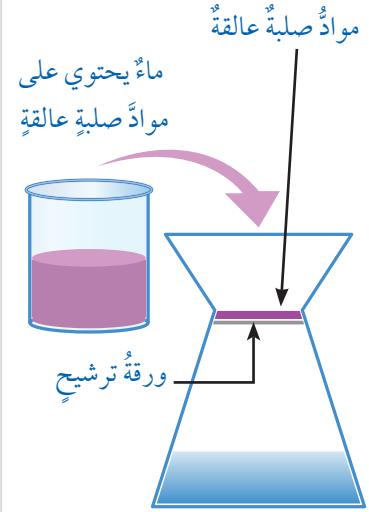
مجموعُ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ Total Suspended Solids (TSS)

يشملُ **مجموعُ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ Total Suspended Solids (TSS)** الموادَّ العضويةَ وغيرَ العضويةِ الصلبةَ الصغيرةَ العالقةَ في الماءِ، ويعدُّ مؤشرًا على درجةِ تلوثِ المياهِ العادمةِ، ويجري قياسُ كميةِ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ في الماءِ منْ خلالِ ترشيحِ عينةِ المياهِ في وعاءٍ، أنظرُ الشكلَ (6)، وتجفيفِ البقايا المترشحةِ على درجةِ حرارةٍ عاليةٍ، ثمَّ إيجادِ كتلتِها.

مجموعُ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ Total Dissolved Solids (TDS)

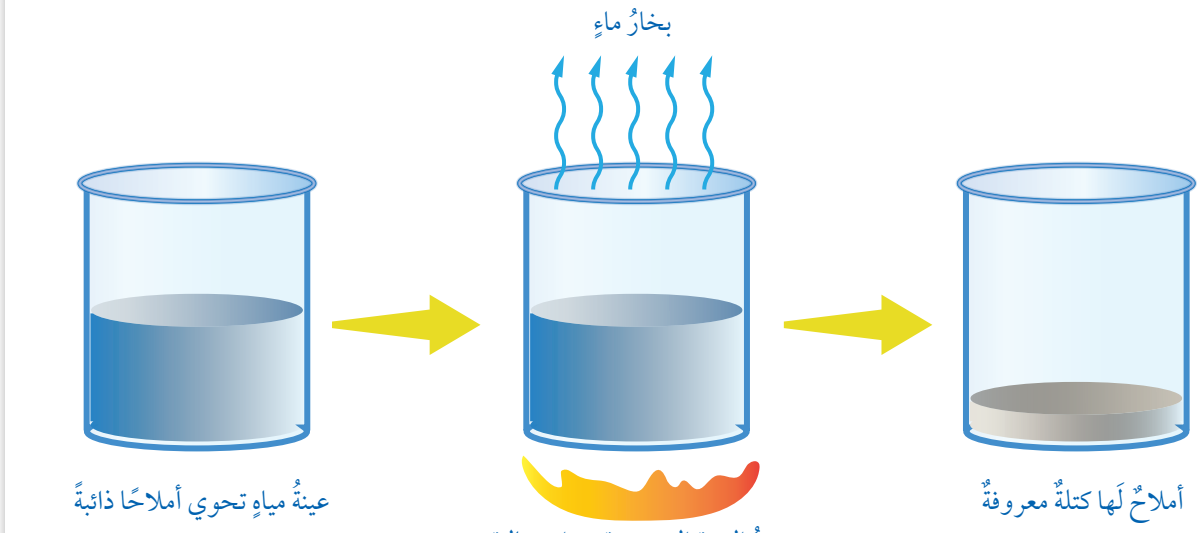
يُستخدَمُ **مجموعُ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ Total Dissolved Solids (TDS)**؛ بوصفِهِ أحدَ المؤشراتِ على درجةِ تلوثِ المياهِ العادمةِ، وتتكونُ الموادُّ الصلبةُ الذائبةُ منْ موادَّ عضويةٍ، وموادَّ غيرِ عضويةٍ، وأيوناتٍ ذائبةٍ في الماءِ، وتُقاسُ كميةُ الموادِّ الذائبةِ في الماءِ عنْ طريقِ تبخيرِ كميةٍ محددةٍ منَ المياهِ، وإيجادِ كتلةِ الموادِّ الصلبةِ الباقيةِ بوحدةِ mg/L، أنظرُ الشكلَ (7)، معَ مراعاةِ أنْ تكونَ المياهُ التي جرى قياسُ كميةِ الموادِّ الذائبةِ فيها خاليةً منَ الموادِّ العالقةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أقارنُ بينَ طريقتَيْ BOD و COD منْ حيثُ الموادُّ المَقيسةُ وآليةُ عملِها.



الشكلُ (6): فصلُ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ في المياهِ.

أبينُ طريقةَ فصلِ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ.



الشكلُ (7): طريقةُ قياسِ كميةِ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ.

ولتعرُّفِ بعضِ القيمِ الناتجةِ منْ قياسِ المُلوّثاتِ في بعضِ محطّاتِ المياهِ العادمةِ؛ أنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

قياسُ بعضِ الملوّثاتِ في إحدى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ

يمثلُ الجدولُ الآتي قيمَ BOD وCOD وTSS في محطةِ الخربةِ السمرا لتنقيةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ، إذ قيستْ في الثامنِ منْ شهرِ حزيرانِ لعامِ 2020 م؛ حيثُ جرى فحصِ المياهِ العادمةِ عندَ مدخلِ المحطةِ والمياهِ العادمةِ المُعالجَةِ عندَ مخرجِ المحطةِ في اليومِ نفسهِ، أدرسُ الجدولَ الآتيَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

المحطةُ	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)
مدخلُ المحطةِ	498	959	340
مخرجُ المحطةِ	3.0	87	40

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحدّدُ مواصفاتِ المياهِ العادمةِ عندَ مدخلِ المحطةِ، والمياهِ العادمةِ المعالجةِ عندَ مخرجِها.

2 – **أقارنُ** بينَ كميةِ كلٍّ منْ BOD، وCOD، وTSS عندَ مدخلِ المحطةِ ومخرجِها.

3 – **أفسّرُ** سببَ ارتفاعِ قيمةِ COD مقارنةً بقيمةِ BOD عندَ مدخلِ المحطةِ.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ معالجةَ المياهِ العادمةِ في محطةِ الخربةِ السمرا تعملُ على خفضِ كميةِ كلٍّ منَ: الموادِّ العضويةِ، والموادِّ الصلبةِ العالقةِ في الماءِ.

الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ Negative Effects of Wastewater

للمياهِ العادمةِ آثارٌ سلبيةٌ عديدةٌ على البيئةِ؛ منْها ما يتعلقُ بصحةِ الإنسانِ، ومنْها ما يتعلقُ بالمياهِ السطحيةِ والجوفيةِ.

آثارُ المياهِ العادمةِ على صحةِ الإنسانِ

Effects of Wastewater on Human Health

تحتوي المياهُ العادمةُ على كثيرٍ منْ مسبباتِ الأمراضِ كالبكتيريا والفيروساتِ، إذْ تعدُّ بيئةً مناسبةً لتكاثرِها وانتشارِها؛ ما يزيدُ منْ خطورةِ انتشارِ الأمراضِ كالكوليرا والتيفوئيدِ، ولتعرُّفِ مسبباتِ الأمراضِ والأمراضِ التي تسببُها للإنسانِ، أنظرُ إلى الجدولِ (1).

أُعـدُّ فيلـمًا قصـيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker)، يوضـحُ الآثـارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على الإنسانِ والبيئةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الجدولُ (1): مسبباتُ الأمراضِ الموجودةُ في المياهِ العادمةِ.

مسبباتُ الأمراضِ	الأمراضُ التي تسببُها للإنسانِ
البكتيريا	التيفوئيدُ، الكوليرا
الفيروساتُ	التهابُ الكبدِ الفيروسيُّ، التهابُ الجهازِ الهضميِّ
الأميبا	الزحارُ الأميبيُّ
الديدانُ (ديدانُ الإسكارسِ، الديدانُ الشعريةُ، الدودةُ الشريطيةُ)	الغثيانُ والقيءُ، والإسهالُ

الربطُ بالجغرافيا

تؤدي المياهُ العادمةُ إلى تلوثِ البحارِ المغلقةِ بصورةٍ أكبرَ منْ تلوثِ المحيطاتِ والبحارِ المفتوحةِ، حيثُ يساعدُ المدُّ والجزرُ والتياراتُ البحريةُ في المحيطاتِ على انتشارِ الملوثاتِ وتقليلِ تركيزِها؛ لذلكَ فإنَّ قدرةَ البحارِ شبهِ المغلقةِ مثلِ البحرِ الأبيضِ المتوسطِ على استيعابِ الملوثاتِ محدودةٌ.

آثارُ المياهِ العادمةِ على المياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ

Effects of Wastewater on Surface Water and Groundwater

عندَ وصولِ المياهِ العادمةِ إلى المسطحاتِ المائيةِ منْ بحارٍ وبحيراتٍ وأنهارٍ؛ تعملُ على تلوثِها وتغييرِ خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ، فمثلًا؛ وجودُ المغذياتِ في المياهِ العادمةِ يؤدي إلى حدوثِ ظاهرةِ **الإثراءِ الغذائيِّ Eutrophication**، في المسطحاتِ المائيةِ التي تصلُ إليْها، حيثُ تنمو الطحالبُ بشكلٍ كبيرٍ بفعلِ وجودِ المغذياتِ، أنظرُ الشكلَ (8)، وعندَ موتِ الطحالبِ تتحلل بوساطةِ البكتيريا الهوائيةِ؛ فيستنزفُ الأكسجينَ الذائبَ في المياهِ، ويموتُ عددٌ كبيرٌ منَ الكائناتِ المائيةِ، ثمَّ تنشطُ البكتيريا اللاهوائيةُ في الماءِ وتعمل على تحلُّلِ الموادِّ العضويةِ.

الشكلُ (8): نموُّ الطحالبِ في المسطحاتِ المائيةِ بفعلِ موادِّ الإثراءِ الغذائيِّ.

أيضًا تحتوي المياهُ العادمةُ على الفلزّاتِ الثقيلةِ، وفي حالِ وصولِها إلى البحارِ والمحيطاتِ قدْ تتراكمُ في أجسامِ الكائناتِ الحيةِ، وتنتقلُ منْ كائنٍ حيٍّ إلى آخرَ عبرَ السلسلةِ الغذائيةِ؛ الأمرُ الذي يؤثرُ في التوازنِ البيئيِّ داخلَ البحارِ والمحيطاتِ، وتعملُ الملوّثاتُ على تدميرِ الشعابِ المرجانيةِ، وموتِ كثيرٍ منَ الكائناتِ الحيةِ التي تتخذُ المرجانَ مأوًى لَها.

كذلكَ يؤدي وصولُ المياهِ العادمةِ إلى الأحواضِ المائيةِ الجوفيةِ إلى تلوثِها وتصبحُ غيرَ صالحةٍ للشربِ؛ ما يقللُ منْ كميةِ الموارِدِ المائيةِ المتاحةِ، أنظرُ الشكلَ (9).

✓ **أتحقَّقُ:** أناقشُ الآثارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على صحةِ الإنسانِ.

أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا

باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ على السلاسلِ الغذائيةِ المائيةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (9): تلوثُ المياهِ الجوفيةِ بسببِ تسربِ المياهِ العادمةِ.

أوضّح: كيفَ تتلوثُ المياهُ الجوفيةُ منَ المياهِ العادمةِ؟

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أوضّحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ في صحةِ الإنسانِ.

2. **أقارنُ** بينَ الملوثاتِ العضويةِ المنزليةِ والملوثاتِ العضويةِ الصناعيةِ، منْ حيثُ قابليتُها للتحللِ.

3. أوضحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ على السلاسلِ الغذائيةِ المائيةِ.

4. **أفسّرُ** آليةَ حدوثِ ظاهرةِ الإثراءِ الغذائيِّ.

5. **أفسّرُ** العلاقةَ بينَ وجودِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ ووجودِ الغازاتِ في المياهِ العادمةِ.

6. **أصنّفُ** الملوثاتِ الآتيةَ إلى موادَّ عضويةٍ وموادَّ غيرِ عضويةٍ:

   كربوهيدراتٌ، أملاحٌ، عناصرُ معدنيةٌ، دهونٌ.

7. أذكرُ الطريقةَ التي يُقاسُ بها كلٌّ ممّا يأتي:

   - الموادُّ الصلبةُ الذائبةُ منْ موادَّ عضويّةٍ، وأخرى غيرِ العضويّةِ، وأيوناتٍ في الماءِ.
   - الموادُّ العضويةُ والموادُّ غيرُ العضويةِ العالقةُ في الماءِ.
   - الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ.
   - الموادُّ العضويةُ القابلةُ للتحلُّلِ الحيويِّ.

8. **أطرحُ سؤالًا** إجابتهُ: ظاهرةُ الإثراءِ الغذائي.

9. **السّببُ والنتيجةُ**: ما أثرُ وصولِ مياهٍ عادمةٍ تحْتوي على تراكيزَ عاليةٍ منَ الفلزاتِ الثقيلةِ إلى المسطحاتِ المائيّةِ؟

معالجةُ المياه العادمة
Wastewater Treatment

الدرسُ 3

الفكرةُ الرئيسةُ:

تعالجُ المياهِ العادمةِ في محطاتٍ خاصةٍ لتنقيتِها، ويستفادُ منَ المياهِ الناتجةِ عن المعالجةِ في مجالاتٍ عدَّةٍ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أصمّمُ تخطيطًا انسيابيًّا لمحطةِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
- أشرحُ الأفكارَ العلميةَ والتكنولوجيةَ التي تُبنى عليْها محطاتُ التنقيةِ.
- أصفُ بدقةٍ إمكانيةَ الاستفادةِ منَ المياهِ العادمةِ المنقّاةِ في بيئتي.
- أعطي أمثلةً على أنَّ المياهَ العادمةَ مصدرٌ مهمٌّ منْ مصادرِ المياهِ.
- أبينُ منْ خلالِ بياناتٍ حقيقيةٍ كميةَ المياهِ العادمةِ في مدينتي.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

معالجةُ المياهِ العادمةِ
Wastewater Treatment

المعالجةُ الفيزيائيةُ
Physical Treatment

المعالجةُ الكيميائيةُ
Chemical Treatment

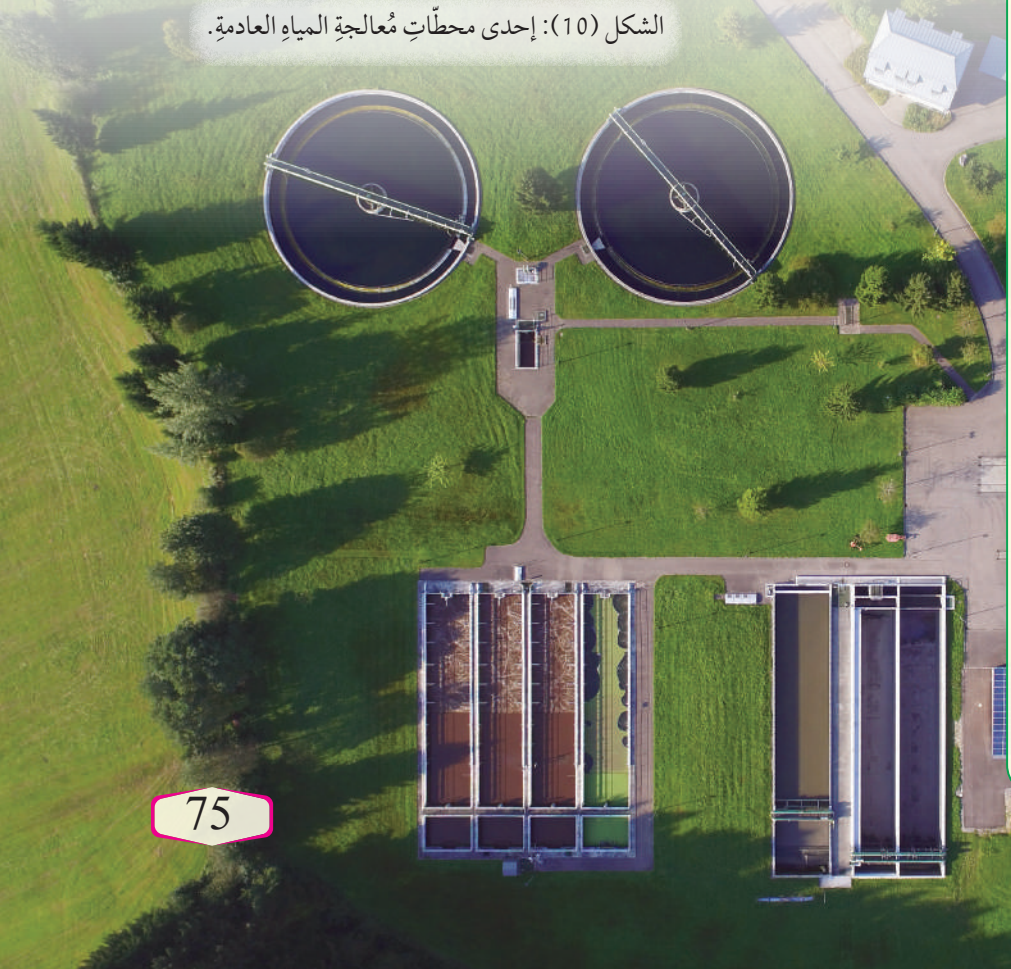
المعالجةُ الحيويةُ (البيولوجيةُ)
Biological Treatment

الحمأةُ Sludge

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ
Wastewater Treatment Plants

تعرفتُ سابقًا الأضرارَ التي تسببُها المياهُ العادمةُ في صحةِ الإنسانِ والمياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ، ولتفادي هذهِ الأضرارِ وحفاظًا على صحةِ الإنسانِ والبيئةِ؛ تجري معالجتُها في محطاتٍ خاصةٍ، وتُعرَّفُ **معالجةُ المياهِ العادمةِ Wastewater Treatment** بأنَّها مجموعةٌ منَ العملياتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويّةِ (البيولوجيّةِ) التي تهدفُ إلى إزالةِ الملوثاتِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ منَ المياهِ العادمةِ، والتخلصِ منْ أكبرِ نسبةٍ ممكنةٍ منْ تلكَ الملوّثاتِ، ويمكنُ الاستفادةُ منَ المياهِ العادمةِ المعالجةِ بصفتِها موردًا مهمًّا منْ مواردِ المياهِ غيرِ التقليديةِ، وتتمُّ معالجةُ المياهِ العادمةِ في محطاتٍ خاصةٍ تُسمّى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ، أنظرُ الشكلَ (10) الذي يوضحُ إحدى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

الشكل (10): إحدى محطّاتِ مُعالجةِ المياهِ العادمةِ.



أنواعُ معالجةِ المياهِ العادمةِ Types of Wastewater Treatment

تجري معالجةُ المياهِ العادمةِ خلال مراحلَ متتابعةٍ تُستخدَمُ فيها أنواعٌ متعددةٌ منَ المعالجةِ، وهيَ **المعالجةُ الفيزيائيةُ** Physical Treatment، **والمعالجةُ الكيميائيةُ** Chemical Treatment، **والمعالجةُ الحيويةُ (البيولوجيةُ)** Biological Treatment، ولتعرُّفِ أنواعِ مُعالجةِ المياهِ العادمةِ؛ أنفِّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

أنواعُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يوضحُ أنواعَ المعالجةِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ للمياهِ العادمةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

نوعُ المعالجةِ	الوصفُ	عملياتُ المعالجةِ
المعالجةُ الفيزيائيةُ	تعتمدُ المعالجةُ الفيزيائيةُ على الخواصِّ الطبيعيةِ للموادِّ والسوائلِ، مثلَ الطفوِ والترسيبِ، ويجري فيها إزالةُ كميةٍ كبيرةٍ منَ الملوّثاتِ كبيرةِ الحجمِ.	- الطفوُ. - الترسيبُ الطبيعيُّ بفعلِ الجاذبيةِ. - الترسيبُ عبرَ وسطٍ حُبَيبيٍّ.
المعالجةُ الكيميائيةُ	تعتمدُ المعالجةُ الكيميائيةُ على التفاعلاتِ الكيميائيةِ، وتجري خلالَها إزالةُ أنواعٍ معينةٍ منَ الملوّثاتِ التي تصعبُ إزالتُها بالطرائقِ الأخرى.	- الترويبُ الكيميائيُّ. - التعقيمُ. - الادمصاصُ بالكربونِ. - الأسموزيةُ العكسيةُ.
المعالجةُ الحيويةُ	تعتمدُ المعالجةُ الحيويةُ على النشاطِ الحيويِّ للكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ في تحلُّلِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحلُّلِ حيويًّا.	- عملياتُ الحمأةِ المنشّطةِ. - بحيراتُ الأكسدةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 - أذكرُ عملياتِ المعالجةِ المصاحبةِ لكلِّ نوعٍ منْ أنواعِ المعالجةِ الثلاثةِ.

2 - أحدّدُ العاملَ الذي يعتمدُ عليهِ كلُّ نوعٍ من أنواعِ المعالجةِ الثلاثةِ.

3 - **أتنبأُ:** ما طبيعةُ الملوثاتِ التي يجري التخلصُ منْها في كلِّ نوعٍ منْ أنواعِ المعالجةِ الثلاثةِ؟

تعتمدُ المعالجةُ الفيزيائيةُ على الخواصِّ الطبيعيةِ للموادِّ، مثلَ عملياتِ ترسيبِ الموادِّ بفعلِ الجاذبيةِ، وإزالةِ الموادِّ الطافيةِ على سطحِ السائلِ بسببِ اختلافِ الكثافةِ، أما بالنسبةِ إلى المعالجةِ الكيميائيةِ فتعتمدُ على التفاعلاتِ الكيميائيةِ، يجري التخلصُ منَ الملوّثاتِ التي يصعبُ التخلصُ منْها بالمعالجةِ الفيزيائيةِ والحيويةِ (البيولوجيةِ)، مثلَ الموادِّ العالقةِ بالماءِ التي يصعبُ ترسيبُها بالطرائقِ الطبيعيةِ.

أما المعالجةُ الحيويةُ (البيولوجيةُ) فتعتمدُ على النشاطِ الحيويِّ للكائناتِ الحيةِ في تحلُّلِ الموادِّ العضويةِ، مثلَ عملياتِ المعالجةِ ببحيراتِ الأكسدةِ التي تعدُّ أبسطَ عملياتِ المعالجةِ الحيويةِ، حيثُ يحدثُ تحلّلُ الموادِّ العضويةِ بوساطةِ البكتيريا الهوائيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسّرُ دورَ العملياتِ الحيويةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

Stages of Wastewater Treatment

تمرُّ معالجةُ المياهِ العادمةِ بعددٍ منَ المراحلِ، وفي كلِّ مرحلةٍ يتمُّ إزالةُ نوعٍ معينٍ منَ الملوثاتِ، أنظرُ الشكلَ (11).

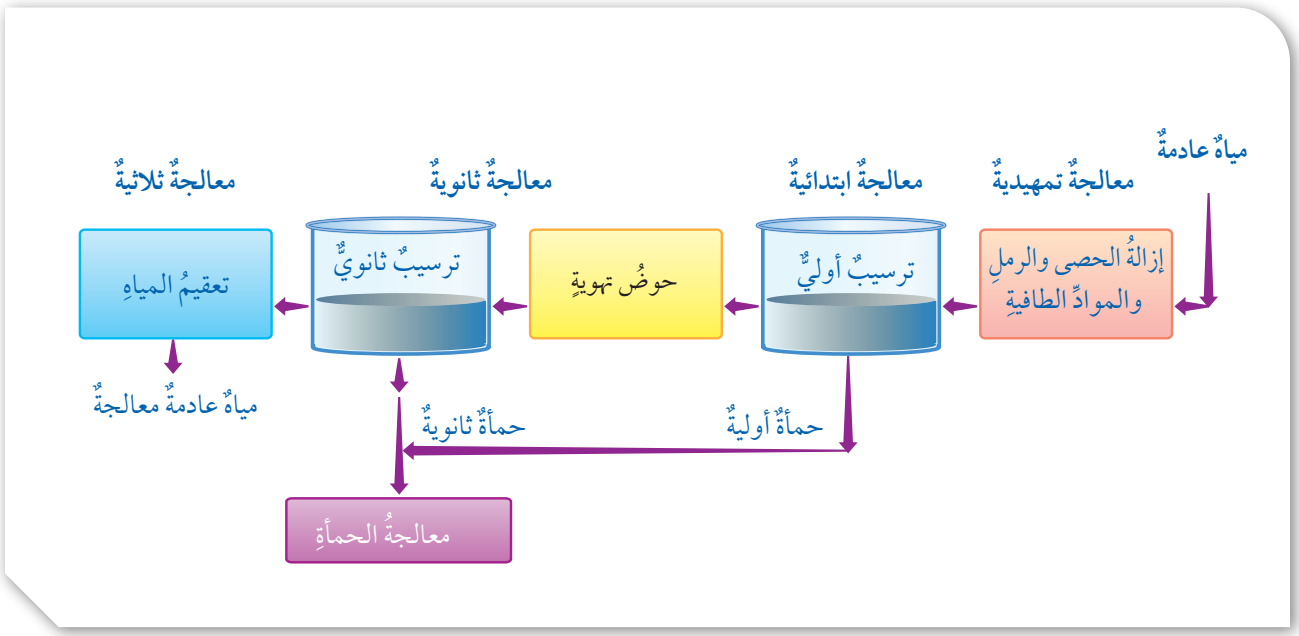
الربط بالبيئة

تُعدُّ المياهُ العادمةُ مصدرًا لإنتاجِ طاقةٍ متجدّدةٍ بحيثُ يمكنُ تحويلُ الموادّ العضويةِ الموجودةِ فيها إلى غازٍ حيويٍّ يستخدمُ لتوليدِ الكهرباءِ أو لتدفئةِ المباني.

إن استخدامَ المياهِ العادمةِ كمصدرٍ للطّاقةِ النظيفةِ يُعزّزُ التحوّلَ نحوَ استثمارِ المخلفاتِ بشكلٍ مستدامٍ ويقلّلُ الأثرَ السلبيّ على البيئةِ.

الشكلُ (11): مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

أحددُ مراحلَ المعالجةِ التي تنتجُ عن طريقِها الحمأةُ.



المعالجةُ التمهيديةُ Preliminary Wastewater Treatment

تضمُّ مرحلةُ المعالجةِ التمهيديةِ عملياتِ المعالجةِ الفيزيائيةِ مثلَ: التصفيةِ باستخدامِ مصافٍ كبيرةٍ لإزالةِ الرملِ والحصى، وعمليةِ الطفوِ لإزالةِ الدهونِ والزيوتِ وبعضِ الموادِّ خفيفةِ الوزنِ، كذلكَ يجري التخلصُ في هذهِ المرحلةِ منْ نسبةٍ قليلةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ والموادِّ العالقةِ، وتعملُ تنقيةِ المياهِ في هذهِ المرحلةِ على حمايةِ أجهزةِ المحطةِ، ومنعِ انسدادِ الأنابيبِ فيها.

المعالجةُ الابتدائيةُ Primary Wastewater Treatment

تحدثُ في هذهِ المرحلةِ إزالةُ جزءٍ منَ الأجسامِ الصلبةِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ، والموادِّ العالقةِ عنْ طريقِ عملياتِ المعالجةِ الفيزيائيةِ مثلَ: التصفيةِ والترسيبِ، وفي هذهِ المرحلةِ يجري فصلُ الأجسامِ الصلبةِ على شكلِ حمأةٍ **Sludge** وتنتجُ عنها الحمأةُ الأوليّةُ. وتُعرَّفُ الحمأةُ بأنها الموادُّ الصلبةُ العضويةُ وغيرُ العضويةِ التي ترسبتْ أثناءَ معالجةِ المياهِ العادمةِ، أنظرُ الشكلَ (12).

الشكلُ (12): الحمأةُ التي تترسَّبُ في أثناءِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

المعالجةُ الثانويةُ Secondary Wastewater Treatment

تضمُّ مرحلةُ المعالجةِ الثانويةِ عملياتِ المعالجةِ الحيويةِ بوجودِ الأكسجينِ، وذلكَ باستخدامِ البكتيريا الهوائيةِ التي تعملُ على تحللِ الموادِّ العضويةِ في المياهِ العادمةِ، حيثُ تجري إزالةُ نسبةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحلُّلِ حيويًّا، والموادِّ العالقةِ التي لمْ تترسبْ في مرحلةِ المعالجةِ الابتدائيةِ وتنتجُ عنها الحمأةُ الثانويّةُ.

أفكّرُ تنتجُ منْ معالجةِ المياهِ العادمةِ كميةٌ كبيرةٌ من الحمأةِ التي تجري معالجتُها، أفكّرُ بمخاطرِ استخدامِ الحمأةِ غيرِ المعالَجةِ.

المعالجةُ الثلاثيةُ أوِ المتقدمةُ Tertiary Wastewater Treatment

تُطبقُ مرحلةُ المعالجةِ الثلاثيةِ عندَما يكونُ هناكَ حاجةٌ إلى ماءٍ نقيٍّ بدرجةٍ عاليةٍ، حيثُ تجري إزالةُ الملوثاتِ مثلَ المغذّياتِ والموادِّ السامةِ والموادِّ العالقـةِ صغيرةِ الحجمِ، ومسبّباتِ الأمراضِ، وذلكَ عن طريقِ طرائقَ عدّةٍ منْها: الترويبُ الكيميائيّ، والادمصاصُ بالكربونِ، و الإسموزيةُ العكسيةُ، وتعقيمُ المياهِ العادمةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ أهميةَ المعالجةِ التمهيديةِ في معالجةِ المياهِ العادمةِ.

يعدُّ الادمصاصُ بالكربونِ **Carbon Adsorption** أحدَ طرائقِ مرحلةِ المعالجةِ المتقدمةِ للمياهِ العادمةِ، وذلكَ باستخدامِ الكربونِ المنشّطِ الذي يُصنَّعُ منْ موادَّ كربونيةٍ مختلفةٍ أهمُّها الفحمُ بعدَ معالجتِهِ بطرائقَ كيميائيةٍ وفيزيائيةٍ، حيثُ تجعلهُ يمتلكُ مساحةً سطحيةً عاليةً وسطحًا مساميًّا يساعدُ على التصاقِ الملوثاتِ بسطحهِ وترسبِها في مساماتِ حبيباتِ الكربونِ المنشّطِ؛ حيثُ تُمرَّرُ المياهُ العادمةُ على خزاناتٍ تحتوي على حبيباتِ الكربونِ المنشطِ، وذلكَ للتخلصِ منَ الروائحِ الكريهةِ وبعضِ المركباتِ العضويةِ السامةِ، والملوثاتِ المقاومةِ للمعالجةِ الحيويةِ.

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ
Wastewater Treatment Plants in Jordan

تمَّ إنشاءُ حوالي اثنتينِ وثلاثينَ محطةَ معالجةِ مياهٍ عادمةٍ تخدمُ المدنَ والقرى والتجمعاتِ السكنيةِ في مختلفِ محافظاتِ المملكةِ، أنظرُ الشكلَ(13) الذي يوضحُ محطةَ الخربةِ السمرا.

وتعملُ محطّاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ بطرائقَ ووسائلَ علميةٍ حديثةٍ، وفقَ المعاييرِ العلميةِ العالميةِ التي تحافظُ على الصحةِ والبيئةِ، وتتمُّ الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ في أغراضِ الزراعةِ، ففي عامِ (2018) م قامتِ المحطاتُ باستقبالِ 173.93 مليونَ مترٍ مكعبٍ، ونتجَ عنْها 166.63 مليونَ مترٍ مكعبٍ، واستُثمِرَتْ 149.5 مليونَ مترٍ مكعبٍ في أغراضٍ عدةٍ؛ إذْ إنَّها تُستخدَمُ بعدَ خلطِها بمياهِ الفيضاناتِ ومياهِ الجريانِ منَ الأوديةِ لأغراضٍ زراعيةٍ وصناعيةٍ، ولتعرُّفِ بعضِ محطّاتِ مُعالجةِ المياهِ العادمةِ؛ أنفِّذُ النشاطَ الآتي:

أبحثُ:

مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ، أبحثُ عنْ عمليةِ الترويبِ الكيميائيِّ Chemical Coagulation، وكيفَ يتمُّ التخلصُ منْ خلالِها منَ الأجسامِ الصلبةِ العالقةِ في الماءِ، وأصممُ عرضًا تقديميًّا وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الشكلُ (13): محطةُ الخربةِ السمرا التي تقعُ في محافظةِ الزرقاءِ.

نشاطٌ

محطّاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ

أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يمثلُ بعضَ محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ، ويمثلُ بياناتٍ لعامِ (2018) م، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

الرقمُ	اسمُ المحطةِ	كميةُ المياهِ العادمةِ الداخلةِ (مليونَ مترٍ مكعّبٍ في السنةِ)	كميةُ المياهِ العادمةِ المعالجةِ الخارجةِ (مليونَ مترٍ مكعبٍ في السنةِ)	كميةُ المياهِ المعالجةِ المُستغلّةِ (مليونَ مترٍ مكعبٍ في السنةِ)
1	محطةُ تنقيةِ الخربةِ السمرا	120.72	117.10	117.10
2	محطةُ تنقيةِ السلطِ	3.59	3.19	3.183
3	محطةُ تنقيةِ كفرنجةَ	1.30	1.25	1.249
4	محطةُ تنقيةِ عينِ الباشا	5.39	5.12	5.119
5	محطةُ تنقيةِ الكركِ	0.55	0.54	0.536
6	محطةُ تنقيةِ معانَ	0.95	0.92	0.651
7	محطةُ تنقيةِ العقبةِ الميكانيكيةِ	4.51	3.90	3.90

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحدّدُ: أيُّ المحطاتِ تحتوي على أكبرِ كميةِ مياهٍ عادمةٍ يتمُّ تنقيتُها؟ وأيُّها تحتوي على أقلِّ كميةٍ؟

2 – **أتنبأُ**: ما العواملُ المؤثرةُ في كميّةِ المياهِ العادِمةِ الداخلةِ إلى المحطةِ؟

3 – **أتوقّعُ** أثرَ المياهِ العادمةِ المُعالَجةِ الخارجةِ منْ هذهِ المحطاتِ على السدودِ التي تصبُّ فيها.

✓ **أتحقَّقُ**: أوضّحُ العواملَ التي تعتمدُ عليها كميةُ المياهِ الداخلةُ إلى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

أستنتجُ مما سبقَ أنَّ كميةَ المياهِ العادمةِ الداخلةِ إلى المحطاتِ المختلفةِ تختلفُ وتتباينُ منْ محطةٍ إلى أخرى، حيثُ تعتمدُ الكميةُ على عواملَ عدةٍ، منْها: عددُ سكانِ المنطقةِ، وطبيعةُ الأنشطةِ المنزليةِ والتجاريةِ.

أبحثُ: مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ؛ أبحثُ عنْ إحدى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ، وأبينُ كيفَ تجري الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ فيها، ثمَّ أعدُّ عرضًا تقديميًّا عنهُ، وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

استخداماتُ المياهِ العادمةِ المعالجةِ

Uses of Treated Wastewater

لقد أدى شحُّ الموارِدِ المائيةِ إلى البحثِ عنْ مصادرَ مائيةٍ غيرِ تقليديةٍ، منْها إعادةُ استخدامِ المياهِ العادمةِ المعالجةِ، ويعتمدُ استخدامُ المياهِ العادمةِ المعالجةِ على درجةِ المعالجةِ؛ فبعضُ الاستخداماتِ يحتاجُ معالجةً ثانويةً، وبعضها الآخرُ يحتاجُ معالجةً متقدمةً.

ومنَ استخداماتِ المياهِ العادمةِ المعالجةِ في الصناعةِ تبريدُ الماكيناتِ، وغسلُ بعضِ المعداتِ والآلاتِ، أما استخدامُها في الزراعةِ فيختلفُ حسبَ درجةِ معالجةِ المياهِ العادمةِ؛ فمثلًا يمكنُ الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ ثانويًّا في ريِّ المزروعاتِ التي تكونُ ثمارُها بعيدةً عنِ الأرضِ، بحيثُ يمكنُ حمايتُها منَ التلوثِ، وريِّ الخضراواتِ التي تُطهى ولا تؤكلُ طازجةً، وتكون سيقانُ نباتاتِها بعيدةٌ عنْ سطحِ الأرضِ، أما إذا جرتْ معالجةُ المياهِ العادمةِ بطريقةٍ متقدمةٍ فيمكنُ استعمالُها لريِّ النباتاتِ التي تؤكلُ نيئةً وجميعِ أنواعِ المحاصيلِ، ويمكنُ استخدامُ المياهِ العادمةِ المعالجةِ في استصلاحِ مساحاتٍ واسعةٍ منَ المناطقِ الصحراويةِ، وزراعةِ الغاباتِ، وريِّ الحدائقِ والمسطحاتِ الخضراءِ.

ومنَ المشاريعِ الريادية في قطاعِ الصرفِ الصحيِّ في الأردنِّ مشروعُ زراعةِ الأعلافِ في أراضي جنوبِ عمانَ التي افتتحتْها وزارةُ المياهِ والريِّ في شهرِ تشرينَ الأولِ منْ عامِ 2015م، وذلكَ بعدَ إنشاءِ محطةِ صرفٍ صحيٍّ (تنقيةِ جنوبِ عمانَ)، وهيَ منَ المحطاتِ الصديقةِ للبيئةِ حيثُ تعملُ بأحدثِ أنظمةِ المعالجةِ، ويتمُّ الاستفادةُ منَ المياهِ العادمةِ المعالجةِ في زراعةِ الشعيرِ والذرةِ العلفيّةِ، أنظرُ الشكلَ (14).

أمثلُ بيانيًّا باستخدامِ برمجيةِ (excel)، كميةَ المياهِ الداخلةِ لمحطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ، وكميةَ المياهِ الخارجةِ منْها، وكميةَ المياهِ المستغلةِ بعدَ المعالجةِ، في النشاطِ السابقِ صفحةِ (76)، يمكنُني اختيارُ (4) محطاتٍ منْها على الأقلِّ، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أتحقَّقُ: أحدِّدُ بعضَ استخداماتِ المياهِ العادمةِ المعالَجةِ.

الشكلُ (14): زراعةُ الذرةِ العلفيّةِ في جنوبِ عمانَ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أتتبّعُ المراحلَ الرئيسةَ في معالجةِ المياهِ العادمةِ في محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

2. أوضحُ المقصودَ بالمصطلحاتِ الآتيةِ:
الحمأةُ، معالجةُ المياهِ العادمةِ، المعالجةُ الفيزيائيةُ.

3. أصفُ استخداماتِ المياهِ العادمةِ بعدَ معالجتِها.

4. **أقارنُ** بينَ المعالجةِ الابتدائيةِ والمعالجةِ الثانويةِ منْ حيثُ: العملياتُ المتضمّنةُ داخلَ كلِّ مرحلةٍ، والملوثاتُ التي تجري إزالتُها.

5. أحدّدُ مرحلةَ معالجةِ المياهِ العادمةِ التي يجري فيها ما يأتي:
- إزالةُ نسبةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحلُّلِ حيويًّا.
- إزالةُ المغذياتِ مثلَ: النيتروجينِ والفسفورِ.
- تعقيمُ المياهِ منْ مسبباتِ الأمراضِ.
- إزالةُ الموادِّ الصلبةِ الكبيرةِ.

6. **أصدرُ حُكمًا**: هل يعتبرُ استخدامُ المياهِ العادمةِ المعالجةِ في الزراعةِ والصناعةِ حلًّا مُستدامًا لمشكلةِ شُحِّ الموارِدِ المائيةِ؟ أبرّرُ إجابتي.

فوائدُ الحمأةِ The Benefits of the Sludge

تنتجُ منْ معالجةِ المياهِ العادمةِ كمياتٌ كبيرةٌ منَ الحمأةِ التي تترسبُ في أحواضِ الترسيبِ الابتدائيةِ والثانويةِ، وتتميزُ الحمأةُ في أحواضِ الترسيبِ الابتدائيةِ برائحتِها الكريهةِ؛ بسببِ احتوائِها على الأمونيا، أما الحمأةُ المترسبةُ في أحواضِ الترسيبِ الثانويةِ فلا رائحةَ لَها؛ بسببِ تعريضِها إلى عملياتِ تهويةٍ شديدةٍ، وتجري معالجةُ الحمأةِ قبلَ استخدامِها للتأكدِ منْ إزالةِ الملوثاتِ الضارةِ منْها، والتخلصِ منَ الماءِ الموجودِ فيها وتخزينِها.

ثمّةَ استخداماتٌ عدّةٌ للحمأةِ، منْها: استخدامُها في الزراعةِ بعدَ معالجتِها حيويًّا وكيميائيًّا وحراريًّا، حيثُ تخضعُ الحمأةُ قبلَ استخدامِها إلى فحصِ نسبةِ المادةِ العضويةِ، والرقمِ الهيدروجينيِّ، وكميةِ النيتروجينِ والأمونيا والفسفورِ؛ لتعرُّفِ خصائصِها قبلَ استخدامِها، ومن ثَمَّ تُستخدَمُ الحمأةُ المجفّفةُ سمادًا للمزروعاتِ، حيثُ تزودُ المحاصيلَ الزراعيةَ بكثيرٍ منَ العناصرِ الغذائيةِ التي تحتاجُها، مثلَ: النيتروجينِ والفسفورِ، فضلًا عنْ أنَّها تُستخدَمُ في صناعةِ الزجاجِ، و باعتبارِها مادةً مالئةً في صناعةِ الطوبِ و الأسمنتِ ؛إذْ تزيدُ منْ محتوى المادةِ الصلبةِ فيها.

الكتابةُ في الجيولوجيا

تُستخدَمُ الحمأةُ في تصنيعِ الكمبوستِ، أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتاحةِ عنْ مفهومِ الكمبوستِ واستخداماتِهِ، ثمَّ أكتبُ مقالةً عنْ ذلكَ ثمَّ أشاركُ ما أكتبُهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

السؤالُ الأولُ:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

1. ..... المياهُ التي تطرحُها المنازلُ، والمصانعُ، والمزارعُ، والمحلاتُ التجاريةُ في شبكةِ الصرفِ الصحيِّ أوِ الحفرُ الامتصاصيةُ بعدَ حدوثِ تغيرٍ في خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ.
2. ..... مجموعةٌ منَ العملياتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ التي تهدفُ إلى إزالةِ الملوثاتِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ منَ المياهِ العادمةِ، والتخلصِ منْ أكبرِ نسبةٍ ممكنةٍ منْ تلكَ الملوّثاتِ.
3. ..... الموادُّ الصلبةُ العضويةُ وغيرُ العضويةِ التي ترسبتْ أثناءَ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
4. ..... الكائناتُ الحيةُ الدقيقةُ وغيرُ الدقيقةِ التي يؤدي وجودُها في المياهِ العادمةِ إلى الإصابةِ بالأمراضِ سواءٌ للإنسانِ، أمِ النباتِ، أمِ الحيوانِ.

السؤالُ الثاني:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. سببُ الرائحةِ الكريهةِ في المياهِ العادمةِ يعودُ إلى وجودِ غازِ:
   - أ - كبريتيدِ الهيدروجينِ.
   - ب- ثاني أكسيدِ الكربونِ.
   - ج- النيتروجينِ.
   - د- الميثانِ.
2. أكبرُ كميّةٍ من المياهِ العادمةِ تجري معالجتُها في محطّةِ تقنيّةِ:
   - أ - عينِ الباشا.
   - ب- الخربةِ السمرا.
   - ج- السلطِ.
   - د- الكركِ.
3. منَ الأمثلةِ على المغذّياتِ الموجودةِ في المياهِ العادمةِ التي تسببُ ظاهرةَ الإثراءِ الغذائيِّ:
   - أ - النيتروجينُ.
   - ب- الكلوريداتُ.
   - ج- السيليكاتُ.
   - د- الكربوناتُ.
4. أيٌّ منَ الأمراضِ التي تسببُها الأميبا؟
   - أ - الزحارُ الأميبيُّ.
   - ب- التهابُ الكبدِ الفيروسيُّ.
   - ج- الكوليرا.
   - د- الحمى التيفيةُ.

السؤالُ الثالثُ:

أفسّرُ العباراتِ الآتيةَ تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

1 - يؤدي التلوثُ بالمياهِ العادمةِ إلى الإخلالِ بالتوازنِ البيئيِّ.

2 - وجودُ الفلزّاتِ الثقيلةِ في المياهِ منْ أخطرِ الملوثاتِ.

3 - يتراوحُ لونُ المياهِ العادمةِ بينَ اللونِ الرماديِّ واللونِ الأسودِ.

السؤالُ الرابعُ:

أوضحُ العواملَ التي تعتمدُ عليْها كميةُ المياهِ العادمةِ الداخلةِ إلى محطاتِ تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

السؤالُ الخامسُ:

أوضّحُ أهميّةَ البكتيريا الهوائيّةِ في مرحلةِ المعالجةِ الثانويّةِ للمياهِ العادمةِ.

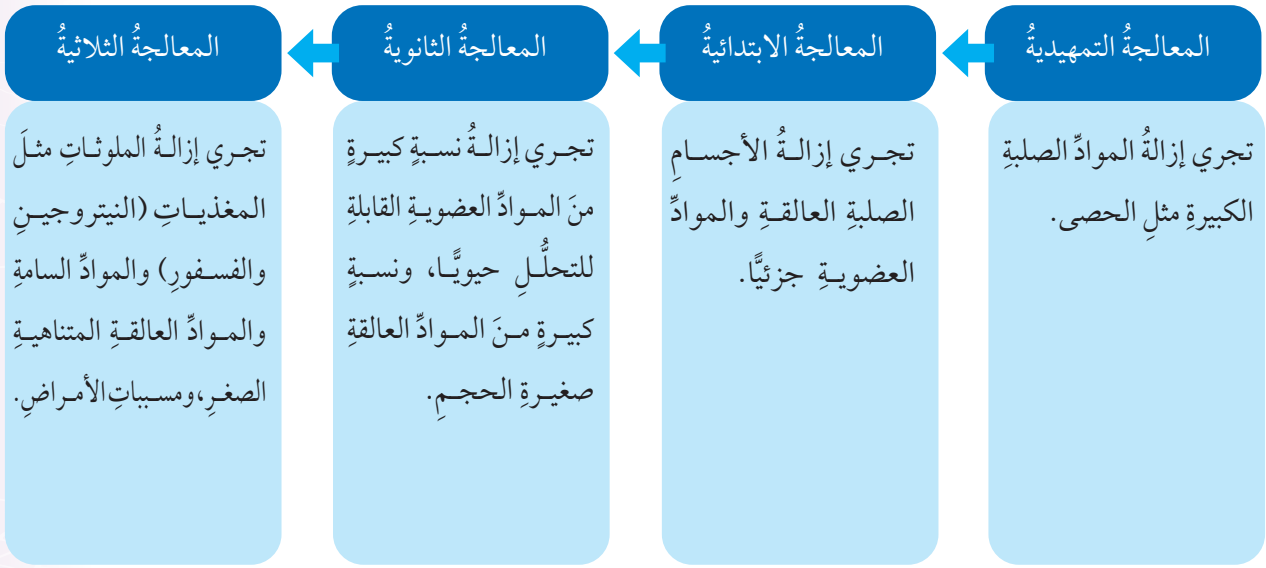
السؤالُ السادسُ:

أصنّفُ العملياتِ الآتيةَ إلى: عملياتٍ فيزيائيةٍ، وأخرى كيميائيةٍ، وثالثةٍ حيويةٍ:

التعقيمُ، الترسيبُ عبرَ وسطٍ حُبيبيٍّ، عملياتُ الحمأةِ المنشطةِ، الطفوُ، بحيراتُ الأكسدةِ.

السؤالُ السابعُ:

أدرسُ المخططَ الآتيَ الذي يبينُ مراحلَ معالجةِ المياهِ العادمةِ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



1 - **أفسرُ:** لماذا تعدُّ المرحلةُ التمهيديةُ أساسيةً لمعالجةِ المياهِ العادمةِ؟

2 - أحددُ طبيعةَ الموادِّ التي تجري إزالتُها في مرحلتَيْ المعالجةِ الابتدائيةِ والثانويةِ.

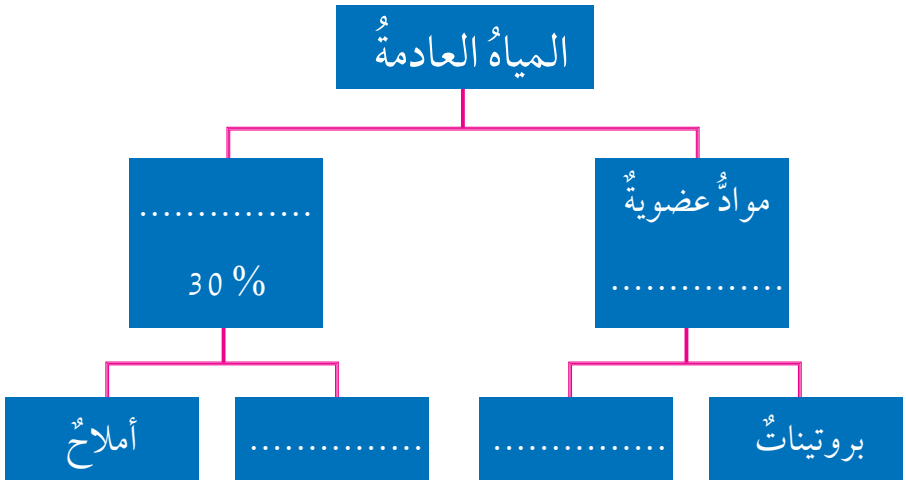
3 - **أستنتجُ** أهميةَ مرحلةِ المعالجةِ الثلاثيةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

السؤالُ الثامنُ:

أوضحُ كيفَ يمكنُ التخلصُ منَ الملوثاتِ غيرِ القابلةِ للتحللِ حيويًّا في المياهِ العادمةِ؟

السؤالُ التاسعُ:

أكملُ المخططَ المفاهيميَّ الآتيَ بالإجابةِ الصحيحةِ:



مسردُ المصطلحاتِ

(أ)

ارتفاعُ الموجةِ Wave Height: المسافة الرأسيةُ بينَ قمةِ الموجةِ وقاعِها.

الأكسجينُ المستهلكُ حيويًّا Biological Oxygen Demand (BOD): طريقةُ قياسِ كميةِ الأكسجينِ التي تُستهلَكُ حيويًّا بوساطةِ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ؛ للحصولِ على الطاقةِ، عنْ طريقِ أكسدةِ الموادِّ العضويةِ في الماءِ.

الأكسجينُ المستهلكُ كيميائيًّا Chemical Oxygen Demand (COD): طريقةُ قياسِ التلوثِ بالموادِّ العضويةِ غيرِ القابلةِ للتحلُّلِ حيويًّا أوْ تتحلّلُ ببطءٍ شديدٍ؛ وذلك بإضافةِ موادَّ كيميائيةٍ مؤكسدةٍ قويةٍ مثلَ: دايكروماتِ البوتاسيومِ وحمضِ الكبريتيكِ إلى عينةِ المياهِ، وتعملُ على أكسدةِ جميعِ الموادِّ القابلةِ للتأكسدِ وغيرِ القابلةِ للتأكسدِ.

أملاحٌ ذائبةٌ Dissolved Salts: أملاحٌ غير عضويةٍ ذائبةٌ في الماءِ مثلَ: أملاحِ الكلوريداتِ وأملاحِ الكبريتاتِ، وتنتجُ منَ الأنشطةِ الصناعيةِ المختلفةِ.

أمواجُ تسونامي Tsunami Waves : أمواجٌ بحريةٌ ضخمةٌ ينتجُ معظمُها بفعلِ الزلازلِ التي تحدثُ في قيعانِ المحيطاتِ، ويمكنُ أنْ تتكونَ بسببِ الانفجاراتِ البركانيةِ تحتَ الماءِ أوِ الانفجاراتِ النوويةِ وغيرِها.

(ت)

تأثيرُ كوريوليس Coriolis Effect: انحرافُ التياراتِ الهوائيةِ أوِ المحيطيةِ نتيجةَ دورانِ الأرضِ حولَ نفسِها؛ إذْ تنحرفُ هذهِ التياراتُ نحوَ يمينِ حركتِها في النصفِ الشماليِّ منَ الكرةِ الأرضيةِ، ونحوَ يسارِ حركتِها في نصفِها الجنوبيِّ.

تكسُّرُ الأمواجِ Breaking Waves: انهيارُ الأمواجِ وارتطامُها بالقاعِ عندَ اقترابِها مِنَ الشّاطِئِ؛ وذلكَ لأنَّ الأمواجَ القادمةَ تصبحُ أعلى وأكثرَ ميلًا، وغيرَ مستقرةٍ.

تياراتٌ سطحيةٌ Surface Currents: حركةُ المياهِ بشكلٍ أفقيٍّ في الجزءِ العلويِّ منْ سطحِ المحيطِ؛ بسببِ حركةِ الرياحِ العالميةِ الدائمةِ.

تياراتٌ صاعدةٌ Upwelling Currents : صعودُ تياراتِ المياهِ الباردةِ إلى الأعلى؛ لتحلَّ محلَّ المياهِ السطحيةِ الدافئةِ التي أُزيحَتْ بوساطةِ الرياحِ . وتنتشرُ على امتدادِ السواحلِ الغربيةِ للقاراتِ.

تيارُ المحيطِ Ocean Current: حركةُ مياهِ المحيطِ باستمرارٍ في مساراتٍ محددةٍ باتجاهٍ أفقيٍّ أوْ عموديٍّ، وتنشأُ بسببِ حركةِ الرياحِ أوِ الاختلافِ في كثافةِ المياهِ أوْ بسببِ المدِّ والجزرِ.

(ج)

جبهةٌ هوائيةٌ Air Front: المنطقةُ الفاصلةُ بينَ كتلتيْنِ هوائيتيْنِ مختلفتينِ في خصائصِهما عندَ التقائِهما.

جبهةٌ هوائيةٌ باردةٌ Cold Air Front : الجبهةُ الهوائيةُ التي تتكونُ عندَما تتحركُ كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ بشكلٍ سريعٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ تتحركُ ببطءٍ ، يُرمَزُ إليْها على خريطةِ الطقسِ بخطٍّ منحني تبرزُ منهُ مثلثاتٌ باللونِ الأزرقِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.

جبهةٌ هوائيةٌ دافئةٌ Warm Air Front: الجبهةُ الهوائيةُ التي تتكونُ عندَما تتحركُ كتلةٌ هوائيةٌ دافئةٌ بشكلٍ سريعٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ تتحركُ ببطءٍ، و يُرمَزُ إليْها على خريطةِ الطقسِ بخطٍّ منحني تبرزُ منهُ أقواسٌ باللونِ الأحمرِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ.

(ح)

الحزامُ الناقلُ العالميُّ Global Conveyer Belt: طريقٌ عالميٌّ عامٌّ ومحددٌ تُنقَلُ المياهُ فيهِ حولَ العالمِ وتسلكهُ التياراتُ العميقةُ ببطءٍ في قاعِ المحيطِ، ثمَّ تصعدُ على شكلِ تياراتٍ صاعدةٍ نحوَ الأعلى، وتكتملُ حركتهُ على سطحِ المحيطِ بتياراتٍ سطحيةٍ.

الحمأةُ Sludge: الموادُّ الصلبةُ العضويةُ وغيرُ العضويةِ التي ترسبتْ أثناءَ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

(خ)

خطوطُ تَساوي الضغطِ الجويِّ Isobars: الخطوطُ التي تصلُ بينَ القيمِ المتساويةِ منَ الضغطِ الجويِّ.

(س)

سعةُ الموجةِ Amplitude: نصفُ المسافةِ الرأسيةِ بينَ قمةِ الموجةِ وقاعِها، وتمثلُ نصفَ ارتفاعِ الموجةِ.

(ط)

طولٌ موجيٌّ Wavelength: المسافةُ الأفقيةُ بينَ أيِّ قمتيْنِ متتاليتيْنِ أوْ قاعيْنِ متتاليْنِ.

(ف)

فلزاتٌ ثقيلةٌ Heavy Metals: الفلزاتُ التي تنتجُ منَ الأنشطةِ الصناعيةِ، وتتميزُ بأنَّها غيرُ قابلةٍ للتحلُّلِ، أوْ تتحللُ ببطءٍ شديدٍ.

(ك)

كتلةٌ هوائيةٌ Air Mass: كميةٌ ضخمةٌ منَ الهواءِ المتجانسِ في خصائصِهِ منْ حيثُ درجاتُ الحرارةِ والرطوبةُ، تمتدُّ أفقيًّا فوقَ مساحةٍ واسعةٍ على سطحِ الأرضِ وقدْ تصلُ إلى آلافِ الكيلومتراتِ، وتمتدُّ بضعةَ كيلومتراتٍ رأسيًّا قدْ تصلُ إلى 10 km تقريبًا.

كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ بحريةٌ Maritime Tropical Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ تنشأُ فوقَ المحيطاتِ في المناطقِ المداريةِ الرطبةِ، تمتازُ بدرجاتِ حرارةٍ أقلَّ منَ الكتلِ الهوائيةِ المداريةِ القاريةِ، كذلكَ فهيَ أكثرُ رطوبةً، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (mT).

كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ قاريةٌ Continental Tropical Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ حارةٌ جافةٌ تتكونُ فوقَ المناطقِ المداريةِ القاريةِ والمناطقِ شبهِ المداريةِ القاريةِ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (cT).

كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ بحريةٌ Maritime Polar Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ تتشكلُ فوقَ المحيطاتِ القريبةِ منَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ، وتمتازُ بأنَّها باردةٌ ورطبةٌ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (mP).

كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ قاريةٌ Continental Polar Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ جافةٌ، تتشكلُ فوقَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ(cP).

(م)

مدٌّ وجزرٌ Tides: تعاقبُ ارتفاعِ مستوى سطحِ البحرِ وانخفاضِهِ؛ بسببِ تأثيرِ قوتَيْ جذبِ القمرِ والشمسِ على الأرضِ. ويعدُّ المدُّ موجةً ضخمةً يصلُ طولُها إلى آلافِ الكيلومتراتِ، لكنَّ ارتفاعَها في المحيطاتِ قليلٌ.

مرتفعٌ جويٌّ High- Pressure: منطقةٌ تكونُ قيمُ الضغطِ الجويِّ في مركزِها أكبرَ منْ قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ، ويقلُّ الضغطُ الجويُّ كلَّما ابتعدْنا نحوَ الخارجِ ، يُرمَزُ إلى المرتفعِ الجويِّ على خريطةِ الطقسِ بالرمزِ(H) بلونٍ أزرقَ.

مسبباتُ الأمراضِ Pathogenses: الكائناتُ الحيّةُ الدقيقةُ وغيرُ الدقيقةِ التي تؤدي إلى الإصابةِ بالأمراضِ المختلفةِ عندَ وجودِها في المياهِ، ومنَ الأمثلةِ عليْها: البكتيريا، والطحالبُ، والديدانُ، والفيروساتُ.

معالجةٌ حيويّةٌ (بيولوجيّةٌ) Biological Treatment: معالجةٌ تعتمدُ على النشاطِ الحيويِّ للكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ في تحليلِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ حيويًّا.

معالجةٌ فيزيائيةٌ Physical Treatment: معالجةٌ تعتمدُ على الخواصِّ الطبيعيةِ للموادِّ والسوائلِ، مثلِ: الطفوِ والترسيبِ، ويتمُّ فيها إزالةُ كميةٍ كبيرةٍ منَ الملوثاتِ كبيرةِ الحجمِ.

معالجةٌ كيميائيةٌ Chemical Treatment: معالجةٌ تعتمدُ على التفاعلاتِ الكيميائيةِ، وتجري عن طريقِها إزالةُ أنواعٍ معينةٍ منَ الملوّثاتِ التي يصعبُ إزالتُها بالطرائقِ الأخرى.

معالجةُ المياهِ العادمةِ Wastewater Treatment: مجموعةٌ منَ العملياتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ

التي تهدفُ إلى إزالةِ الملوّثاتِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ منَ المياهِ العادمة، وإلى التخلصِ منْ أكبرِ نسبةٍ ممكنةٍ منْ تلكَ الملوثاتِ.

مغذّياتٌ Nutrients: العناصرُ التي تحتاجُها الكائناتُ الحيةُ لنموِّها وتكاثرِها، ومنَ الأمثلةِ عليْها النيتروجينُ والفسفورُ.

ملوحةٌ Salinity: مجموعُ كمياتِ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ في الماءِ، ويُعبَّرُ عنْها بجزءٍ منَ الألفِ (.%).

منخفضٌ جويٌّ Low- Pressure: المنطقةُ التي تكونُ قيمُ الضغطُ الجويُّ في مركزِها أقلَّ منْ قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ لَها ويزدادُ الضغطُ الجويُّ بالابتعادِ نحوَ الخارجِ، يُرمَزُ إلى المنخفضِ الجويِّ على الخريطةِ السطحيةِ للطقسِ بحرفِ (L) بلونٍ أحمرَ.

موادٌّ صلبةٌ ذائبةٌ Total Dissolved Solids (TDS):الموادُّ العضويةُ وغيرُ العضويةِ وأيوناتٌ ذائبةٌ في الماءِ، وكلُّها لا يمكنُ فصلُها بالترسيبِ.

موادٌّ صلبةٌ عالقةٌ Total Suspended Solids (TSS): الموادُّ العضويةُ وغيرُ العضويةِ الصلبةُ الصغيرةُ العالقةُ في الماءِ، وتعدُّ مؤشرًا على درجةِ تلوثِ المياهِ العادمةِ.

موادٌّ عضويةٌ غيرُ قابلةٍ للتحلُّلِ الحيويِّ Non-Biodegradable Organic Matter: موادٌّ عضويةٌ لا تتحللُ بفعلِ العملياتِ الحيويةِ، ولكنَّها قدْ تتحللُ بوساطةِ مؤكسداتٍ كيماويةٍ قويةٍ، وتنتجُ هذهِ الموادُّ منَ استخدامِ بعضِ المنظفاتِ الصناعيةِ في المنازلِ.

موادٌّ عضويةٌ قابلةٌ للتحللِ الحيويِّ Biodegradable Organic Matters: المركباتُ العضويةُ التي يمكنُ أنْ تتحللَ عنْ طريقِ العملياتِ الحيويةِ المختلفةِ.

مياهٌ عادمةٌ Wastewater: المياهُ التي تطرحُها المنازلُ، والمصانعُ، والمزارعُ، والمحلاتُ التجاريةُ في شبكةِ الصرفِ الصحيِّ أوِ الحفرِ الامتصاصيةِ بعدَ حدوثِ تغيّرٍ في خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ.

مياهٌ رماديةٌ Grey Water: المياهُ الناتجةُ عنِ الاستعمالاتِ المنزليةِ المختلفةِ لمياهِ المطابخِ والمغاسلِ، وتحتوي على بقايا الطعامِ وصابونٍ، ودهونٍ، ومنظفاتٍ.

مياهٌ سوداءُ Black Water: المياهُ العادمةُ المنزليةُ، ومصدرُها دوراتُ المياهِ.

ميلٌ حراريٌّ Thermocline: الطبقةُ الرئيسةُ منَ المحيطِ التي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ بشكلٍ مفاجئٍ معَ العمقِ، ويمثّلُها النطاقُ الانتقاليُّ.

(ن)

نطاقٌ انتقاليٌّ Transition Zone: نطاقٌ يمتدُّ منْ نهايةِ النطاقِ المختلطِ إلى حوالي 1000 m، حيثُ تنخفضُ درجةُ الحرارةِ فيهِ بشكلٍ مفاجئٍ وسريعٍ معَ العمقِ.

نطاقٌ عميقٌ Deep Zone: نطاقٌ يقعُ أسفلَ النطاقِ الانتقاليِّ لا تصلُ أشعةُ الشمسِ إليْهِ، ويتميزُ بأنَّه باردٌ، ومظلمٌ، ودرجةُ الحرارةِ فيهِ قريبةٌ منْ درجةِ التجمدِ.

نطاقٌ مختلطٌ Mixed Zone: الطبقةُ السطحيةُ منَ المحيطاتِ التي تتأثرُ بأشعةِ الشمسِ، وتُخلَطُ فيها المياهُ بفعلِ حركةِ الأمواجِ البحريةِ، وتتجانسُ فيها الكثافةُ وتتميزُ بارتفاعِ درجةِ الحرارةِ.

قائمةُ المراجعِ

أولًا- المراجعُ العربيةُ:

1. ابراهيم، إسلام (2010)، **اختبارات ومواصفات المياه**، عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.
2. إحميدان، علي (2014)، **علم المناخ وتأثيره في البيئة الطبيعية والبشرية في العالم**، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
3. آن لوفيڤر- باليديه، تعريب مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (2013)، **البحار والمحيطات**، فرنسا: دار لاروس للنشر.
4. دائرة الأرصاد الجوية، المملكة الأردنية الهاشمية (2020).
5. السامرائي، قصي (2007)، **مبادئ الطقس والمناخ**، عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع.
6. السروى، أحمد (2011)، **إعادة استخدام المياه العادمة (مياه الصرف المعالجة)، الأهمية والمنافع والتطبيقات**، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
7. غانم، علي (2003)، **الجغرافيا المناخية**، عمان: دار المسيرة للنشر والطباعة.
8. فهد، حارث وربيع، عادل (2010)، **التلوث المائي، مصادره، مخاطره، معالجته**، عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.
9. مؤسسة المواصفات والمقاييس، المملكة الأردنية الهاشمية (2006)، **المياه- مياه الصرف الصحي المنزلية والمستصلحة**.
10. وزارة المياه والري، **التقرير السنوي** (2018)، سلطة المياه – سلطة وادي الأردن، المملكة الأردنية الهاشمية.
11. وزارة المياه والري، التقرير السنوي (2020)، سلطة المياه – المملكة الأردنية الهاشمية.

ثانيًا- المراجعُ الأجنبيةُ:

1. Andrié, C. and Fieux, M.(2017), **The Planetary Ocean**, France: EDP Sciences, p: 579.
2. Alouran, N. et. al, (2022): **Jordan's Fourth National Communication on Climat Change Ministry of Environment,** Jordan.
3. Lutgens, K. and Tarbuck,E. (2014), **Foundations of Earth Science**, (7th) edition, Lake Street Newjersey: Pearson Education.
4. Passow, M. and Hei thous, M.(2018), **Earth and Space Science**, San_Diego_California: HMH Science
5. Shammas, N. and Wang, L. (2011), **Water and Wastewater Engineering**, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
6. Tarbuck, E. and. Lutgens , F. (2017), **Earth Science**, Lake Street New jersey: Pearson Education.
7. Viessman, W. & Hammer, M. (2005), **Water Supply and Pollution Control**, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

ثالثًا- المواقعُ الإلكترونيةُ:

1. http://oceanmotion.org/html/background/ocean-vertical-structure.htm
2. https://www.nationalgeographic.org/article/ocean-conveyor-belt/
3. https://www.nationalgeographic.org/media/ocean-currents-and-climate/
4. http://oceanmotion.org/html/background/upwelling-and-downwelling.htm