علومُ الأرضِ والبيئةِ

الصفُّ العاشرُ- كِتابُ الطالبِ

الفصلُ الدراسيُّ الثاني

10

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

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

سكينة محي الدين جبر (منسقًا)

إضافة إلى جهود فريق التأليف، فقد جاء هذا الكتاب ثمرة جهود وطنية مشتركة من لجان مراجعة وتقييم علمية وتربوية ولغوية، ومجموعات مُركَّزة من المعلِّمين والمشرفين التربويين، وملاحظات مجتمعية من وسائل التواصل الاجتماعي، وإسهامات أساسية دقيقة من اللجنة الاستشارية والمجلس التنفيذي والمجلس الأعلى في المركز، ومجلس التربية والتعليم ولجانه المتخصِّصة.

الناشر

المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، ووزارة التربية والتعليم – إدارة المناهج والكتب المدرسية، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية: هاتف: 8-4617304/5، فاكس: 4637569، ص. ب: 1930، الرمز البريدي: 11118، أو بوساطة البريد الإلكتروني: scientific.division@moe.gov.jo

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

© Harper Collins 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 - 057 - 8

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2020/8/2990)

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

علوم الارض والبيئة: كتاب الطالب (الصف العاشر)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.- عمان: المركز، 2020

ج2(90) ص.

ر.إ.: 2020/8/2990

الواصفات: علوم الارض/ البيئة/ / التعليم الاعدادي/ / 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 (التجريبية) **1442 هـ – 2020 م**

قائمةُ المحتوياتِ

المقدمةُ 5

الوحدةُ الثالثةُ: الأرصادُ الجويةُ 7

الدرسُ 1: الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ 10

الدرسُ 2: أنظمةُ الضغطِ الجويِّ 18

الإثراءُ والتوسعُ: بالوناتُ الطقسِ 24

مراجعةُ الوحدةِ 25

الوحدةُ الرابعةُ: المحيطاتُ 27

الدرسُ 1: خصائصُ مياهِ المحيطاتِ 30

الدرسُ 2: أمواجُ المحيطِ 37

الدرسُ 3: تياراتُ المحيطِ والمناخُ 44

الإثراءُ والتوسعُ: دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الاصطناعيةِ 51

مراجعةُ الوحدةِ 52

الوحدةُ الخامسة: المياهُ العادمةُ 55

الدرسُ 1: مفهومُ المياهِ العادمةِ 58

الدرسُ 2: الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ 63

الدرسُ 3: معالجةُ المياهِ العادمةِ 73

الإثراءُ والتوسعُ: فوائدُ الحمأةِ 81

مراجعةُ الوحدةِ 82

مسردُ المصطلحاتِ 84

قائمةُ المراجعِ 89

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

انطلاقًا من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني، وتسليحه بالعلم والمعرفة؛ سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها، 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.

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 الجزء الثاني من كتاب علوم الأرض والبيئة ثلاثة وحدات دراسية، هي: الأرصاد الجوية، والمحيطات، والمياه العادمة، وتحتوي كل وحدة منهما 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، فضلاً عن الأسئلة التقويمية في نهاية كل درس، والتقويم الختامي في نهاية كل وحدة، التي تتضمَّن أسئلة تثير التفكير، وأُخرى تحاكي أسئلة الاختبارات الدولية (TIMSS) و(PISA). وقد أُلحِقَ بالكتاب كتاب الأنشطة والتجارب العملية، الذي يحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة.

ونحن إذ نُقدِّم الطبعة الأولى (التجريبية) من هذا الكتاب، فإنّا نأمل أنْ يُسهِم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية لبناء شخصية المُتعلِّم، وتنمية اتجاهات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلًا عن تحسين الكتاب؛ بإضافة الجديد إلى المحتوى، والأخذ بملاحظات المعلِّمين، وإثراء أنشطته المتنوعة.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدةُ 3

الأرصادُ الجويةُ
Meteorological

قالَ تعالى: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى يُرۡسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشۡرَۢا بَيۡنَ يَدَىۡ رَحۡمَتِهِۦٓۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتۡ سَحَابٗا ثِقَالٗا 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 حالةِ الطقسِ، إذْ تنتقلُ منْ مكانٍ إلى آخرَ على سطحِ الأرضِ، بتأثيرِ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ المختلفةِ، وتحددُ الكتلُ الهوائيةُ نوعَ الجبهاتِ الهوائيةِ المتشكلةِ في منطقةٍ ما.

الدرسُ الأولُ: الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ.

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

الدرسُ الثاني: أنظمةُ الضغطِ الجويِّ.

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

الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ

تتنوعُ الكتلُ الهوائيةُ، وتختلفُ في خصائصِها؛ فقد تكونُ كتلاً هوائيةً باردةً وقدْ تكون كتلاً هوائيةً دافئةً، وعندَ التقاءِ كتلتينِ هوائيتينِ فإنهُما لا تندمجانِ معًا لتكوينِ كتلةٍ واحدةٍ، فماذا ينتجُ عنِ التقاءِ كتلتينِ هوائيتينِ؟

الموادُّ والأدواتُ:

صبغةُ طعامٍ ذاتُ لونٍ أحمرَ، وأخرى ذاتُ لونٍ أزرقَ، ماءٌ ساخنٌ بدرجةِ حرارةِ (70°)، ماءٌ باردٌ، مكعباتٌ منَ الثلجِ، كأسانِ زجاجيتانِ سعةُ كلٍّ منْهُما (600 ml)، وعاءٌ زجاجيٌّ، ملعقةٌ فلزيةٌ صغيرةٌ، قفازاتٌ حراريةٌ، 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 في حالِ كُسرِت إحداهُما أو كلاهُما.

خطواتُ العملِ:

1. أُرقِّمُ الكأسينِ الزجاجيتينِ (1، 2).
2. أسكبُ الماءَ الساخنَ في الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (1)، ثمَّ أضيفُ إليْها ملعقةً صغيرةً منْ صبغةِ الطعامِ الحمراءِ.
3. أسكبُ الماءَ الباردَ في الكأسِ الزجاجيةِ رقمِ (2)، ثمَّ أضيفُ إليْها ملعقةً صغيرةً منْ صبغةِ الطعامِ الزرقاءِ وعددًا منْ مكعباتِ الثلجِ.
4. أستخدمُ رقائقَ الألمنيومِ في صنعِ حاجزٍ، ثمَّ أثبتُهُ 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، وأدونُ ملاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أصفُ اتجاهَ حركةِ المحلولينِ في الوعاءِ بعدَ إزالةِ حاجزِ الألمنيومِ.

2 – أُقارِنُ بينَ كثافةِ المحلولينِ في الكأسينِ الزجاجيتيْنِ.

3 – أفسرُ سببَ اختلافِ كثافةِ المحلوليْنِ.

4 – أتنبأُ ماذا سيحدثُ إذا تقاربتْ كتلتانِ منَ الهواءِ إحداهما دافئةٌ وأخرى باردةٌ؟

الدرسُ 1

الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ

Air Masses and Fronts

الفكرةُ الرئيسةُ:

تتنوعُ الكتلُ الهوائيةُ في خصائصِها، وتنتجُ عن التقائِها الجبهاتُ الهوائيةُ المختلفةُ، وهما تؤثرانِ في حالةِ الطقسِ المتوقعةِ في منطقةٍ ما.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أبينُ أنواعَ الكتلِ الهوائيةِ والجبهاتِ الهوائيةِ.
- أقارنُ بينَ الكتلِ الهوائيةِ والجبهاتِ الهوائيةِ.
- 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

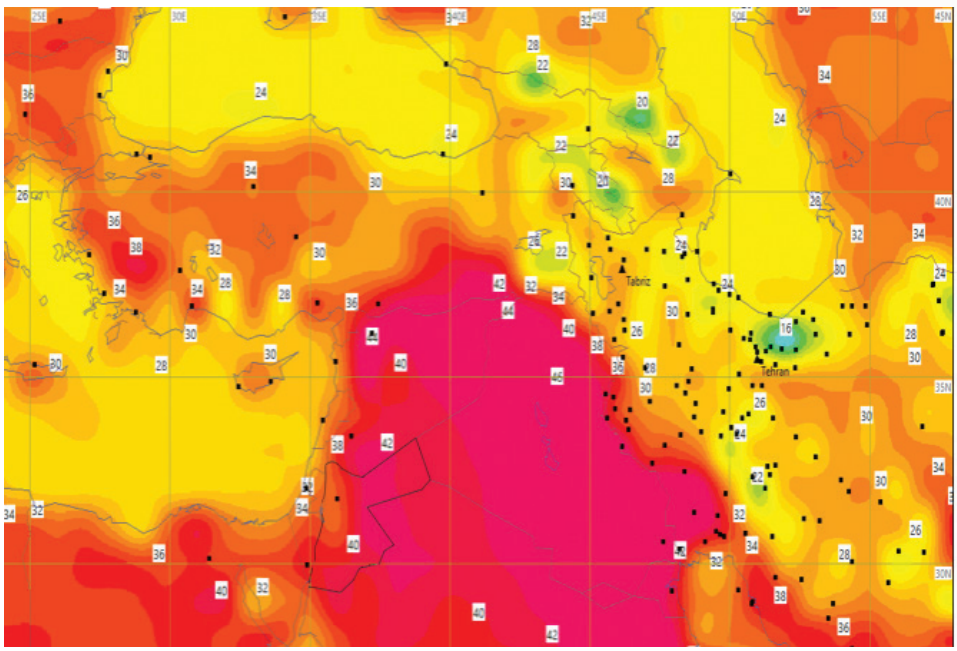
الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Front

الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ Cold Air Front

الكتلةُ الهوائيةُ Air Mass

لعلهُ تكررَ على مسمعِكَ عندَ مشاهدةِ نشرةِ الأخبارِ الجويةِ في فصلِ الشتاءِ، أنَّ كتلةً باردةً منَ الهواءِ تتحركُ باتجاهِنا، ستؤدي إلى خفضِ درجاتِ الحرارةِ في المنطقةِ، وأحيانًا أخرى قدْ تسمعُ أن كتلةً هوائيةً دافئةً قادمةً باتجاهِنا ستؤدي إلى رفعِ درجاتِ الحرارةِ المتوقعةِ، وبناءً على ذلكَ ستحددُ أنشطتَكَ التي ستؤديها، وكذلكَ ملابسَكَ التي سترتديها. فما الكتلةُ الهوائيةُ؟ وما أنواعُها؟ وكيفَ تؤثرُ في حالةِ الطقسِ؟

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



تزدادُ درجةُ حرارةِ الكتلةِ الهوائيةِ.

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

أتنبأُ ما اللونُ الذي يشيرُ إلى الكتلةِ الهوائيةِ الأعلى درجةَ حرارةٍ.

ويمكنُ تعرُّف بعضِ خصائصِ الكتلِ الهوائيةِ وأثرِها في المناطقِ التي تمرُّ فوقَها بتنفيذِ النشاطِ الآتي:

نشاطٌ

خصائصُ الكتلِ الهوائيةِ وأثرُها على حالةِ الطقسِ

تُستخدَمُ النشرةُ الجويةُ لوصفِ حالةِ الطقسِ في منطقةٍ ما، وفيها يجري نشرُ المعلوماتِ التي تمَّ جمعُها وتحليلُها عن حالةِ الطقسِ، باستخدامِ وسائلَ مختلفةٍ كالرادارِ، والأقمارِ الصناعيةِ.

أقرأُ النشرةَ الجويةَ الآتيةَ، التي صدرتْ عن دائرةِ الأرصادِ الجويةِ بتاريخِ 2020/ 1/ 21:

تتأثرُ المملكةُ بكتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ جدًّا ورطبةٍ، منْ أصلٍ قطبيٍّ مرافقةٍ لمنخفضٍ جويٍّ، لذا؛ تنخفضُ درجاتُ الحرارةِ بشكلٍ ملموسٍ، وتكونُ الأجواءُ باردةً جدًّا وغائمةً مع هطولِ 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 اعتبارًا 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 ويحصلَ الانجمادُ في ساعاتِ الليلِ المتأخرةِ في المرتفعاتِ الجبليةِ والباديةِ، الرياحُ شماليةٌ غربيةٌ نشطةُ السرعةِ، تضعفُ تدريجيًّا أثناءَ الليلِ .

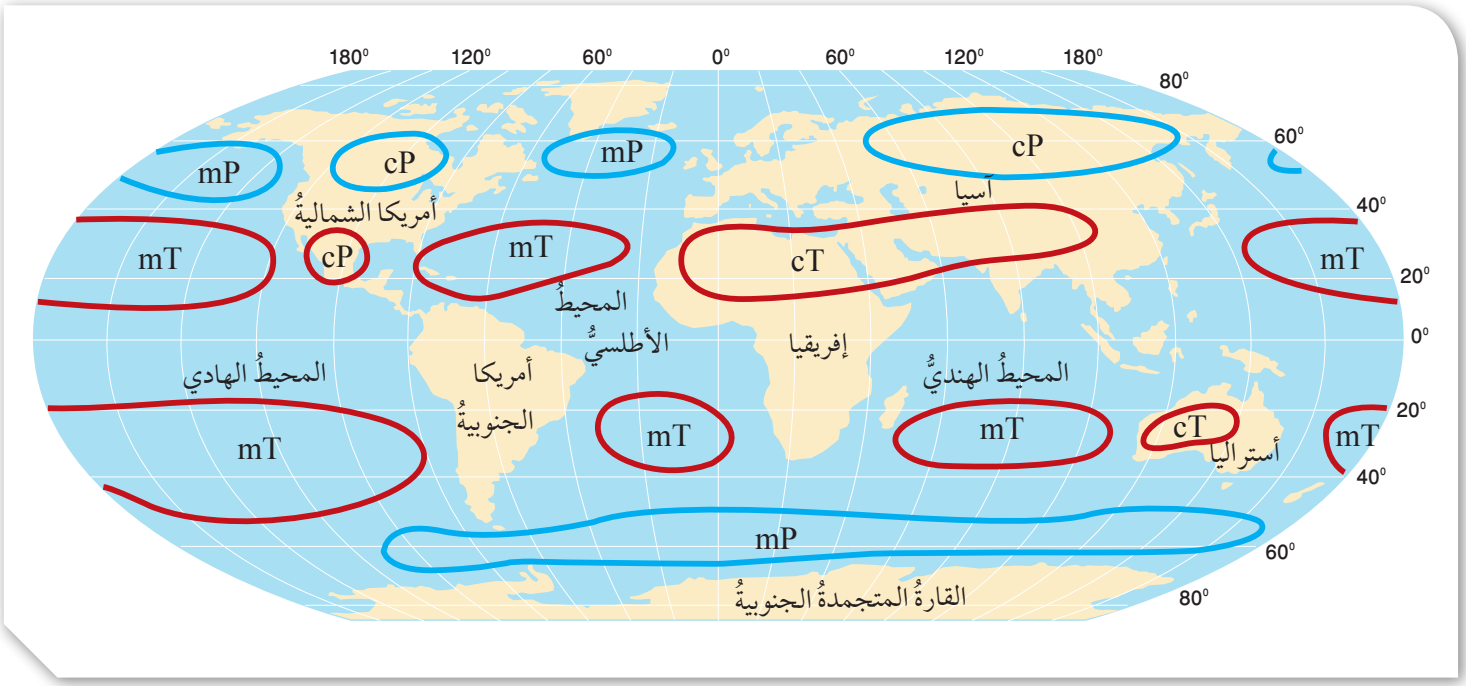
التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحددُ خصائصَ الكتلةِ الهوائيةِ في النشرةِ الجويةِ السابقةِ.

2 – أبينُ مصدرَ الكتلةِ الهوائيةِ التي تأثرتْ بها المملكةُ.

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

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



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

أحددُ: ما خطوطُ العرضِ التي تتوزعُ عندَها الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ البحريةُ؟

أعملُ (أعدُّ) فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ الأماكنَ التي تتوزعُ فيها الكتلُ الهوائيةُ المختلفةُ، وأحرصُ على أنْ أستخدمَ خاصيةَ السردِ الصوتيِّ فيهِ لإضافةِ الشروحاتِ المناسبةِ لصورِ هذهِ الأماكنِ، ثم أشاركه معلمي وزملائي 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) تتصفُ بأنَّها كتلٌ هوائيةٌ حارةٌ، أما تلكَ الكتلُ الهوائيةُ القادمةُ منَ المناطقِ القطبيةِ Polar Air Masses (P) فتتصفُ بأنَّها كتلٌ هوائيةٌ باردةٌ، والكتلةُ الهوائيةُ المتكونةُ فوقَ القاراتِ Continental Air Masses (c) جافةٌ بعكسِ الكتلِ الهوائيةِ المتكونةِ فوقَ المحيطاتِ Maritime Air Masses (m) التي تتميزُ برطوبتِها المرتفعةِ.

ومعَ تحركِ الكتلِ الهوائيةِ قدْ تتعدلُ خصائصُها اعتمادًا على خصائصِ المنطقةِ التي تمرُّ أوتمكثُ فوقَها، كذلكَ تؤثرُ في خصائصِ المنطقةِ التي تمرُّ فوقَها. فالكتلةُ الهوائيةُ الجافةُ القادمةُ منَ المناطقِ الصحراويةِ مثلًا قدْ تصبحُ كتلةً هوائيةً رطبةً عندَ مكوثِها فوقَ المحيطاتِ، والكتلةُ الهوائيةُ الرطبةُ القادمةُ منَ المحيطاتِ، قدْ تؤثرُ في حالةِ الطقسِ للمناطقِ الصحراويةِ وتسببُ هطولَ الأمطارِ فوقَها؛ وبناءً على ذلكَ صنفَ العلماءُ الكتلَ الهوائيةَ اعتمادًا على: موقعِها بالنسبةِ إلى خطوطِ العرضِ، وسطحِ الأرضِ الذي تتشكلُ فوقَهُ، إلى عدةِ أنواعٍ، أنظرُ الشكلَ (2) الذي يبينُ أنواعَ الكتلِ الهوائيةِ، وأماكنَ توزعِها.

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 ذاتِ خطوطِ العرضِ المنخفضةِ (15°–35°)، مثلِ: مناطقِ شمالِ إفريقيا، ومنطقةِ شبهِ الجزيرةِ العربيةِ، أنظرُ الشكلَ (3).

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

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، تنشأُ فوقَ المحيطاتِ في المناطقِ المداريةِ الرطبةِ ذاتِ خطوطِ العرضِ المنخفضةِ (15°–35°)، 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، وتُكوِّنُ الغيومَ الرعديةَ وتُسببُ هطولَ زخاتٍ منَ المطرِ والبرَدِ، وتمتدُّ هذهِ الكتلُ إلى منطقةِ الشرقِ الأوسطِ وشمالِ إفريقيا عبرَ البحرِ الأحمرِ خاصةً في فصلَيِ الربيعِ والخريفِ.

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

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 القاريةُ في فصلِ الشتاءِ.

أفكّرُ في فصلِ الشتاءِ عادةً تتجهُ الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ (cP) القادمةُ منْ منطقةِ سيبيريا 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، تتشكلُ فوقَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ ذاتِ خطوطِ العرضِ المرتفعةِ (75°–55°)، مثلِ المناطقِ الثلجيةِ الواسعةِ في سيبيريا وكندا، أنظرُ الشكلَ(5)، وعندَ تحركِ هذهِ الكتلِ الهوائيةِ منْ منطقةِ نشأتِها وتكونِها قدْ تتسببُ في انخفاضِ درجاتِ الحرارةِ، وقد تُشكلُ الصقيعَ والانجمادَ في المناطقِ التي تمرُّ أو تمكثُ فوقَها، وتؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ على 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 ذاتِ خطوطِ العرضِ المرتفعةِ (75°–55°)، مثلِ منطقةِ شمالِ المحيطِ الأطلسيِّ.

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

الجبهاتُ الهوائيةُ Air Fronts

تختلفُ الكتلُ الهوائيةُ في خصائصِها؛ منْ حيثُ درجةُ الحرارةِ والرطوبةِ، 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؟

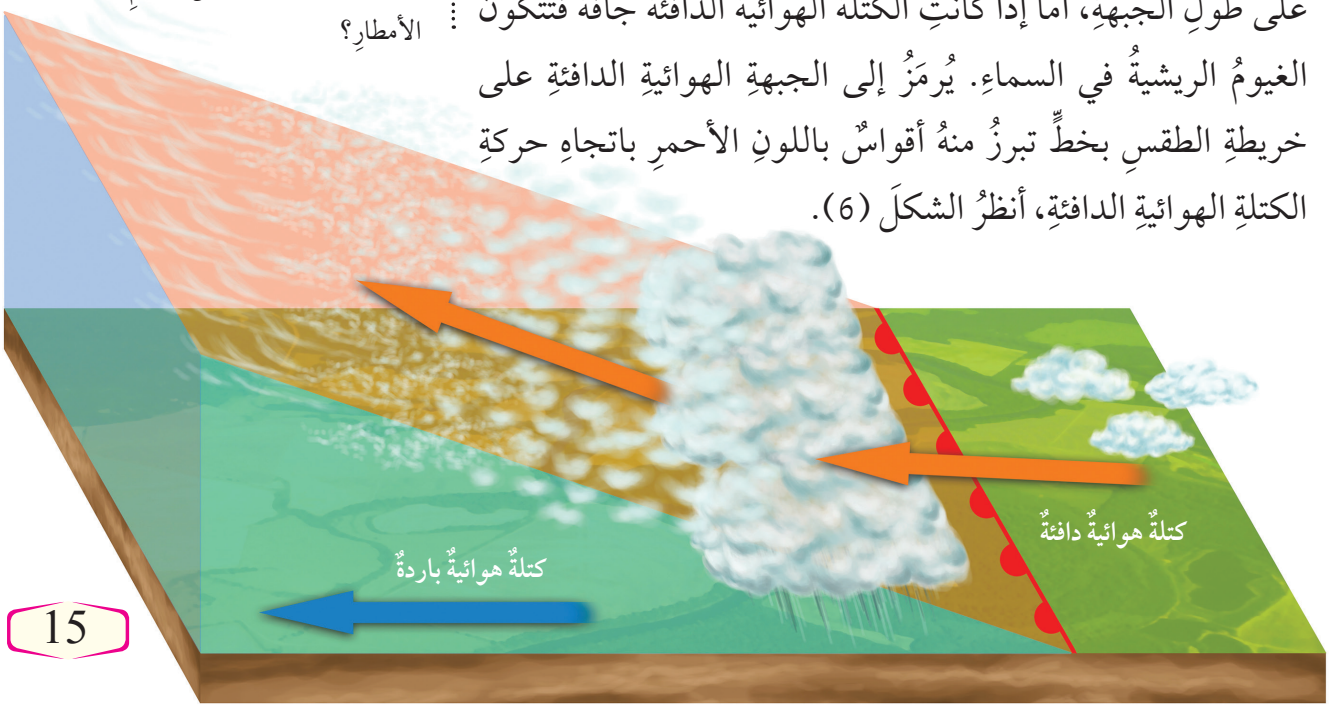
عندَ التقاءِ الكتلِ الهوائيةِ المختلفةِ فإنَّها لا تختلطُ معَ بعضِها؛ بسببِ اختلافِ خصائصِها، وتُسمى المنطقةُ الفاصلةُ بينَ كتلتينِ هوائيتينِ مختلفتينِ في خصائصِها عند التقائِهما: الجبهةَ الهوائيةَ Air Front.

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.

أصممُ باستخدامِ برنامجِ السكراتشِ (Scratch) عرضًا يبينُ كيفيةَ تشكلِ الجبهاتِ الهوائيةِ بنوعيْها الدافئةِ والباردةِ، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي 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 والثلوجُ الخفيفةُ على طولِ الجبهةِ، أما إذا كانتِ الكتلةُ الهوائيةُ الدافئةُ جافةً فتتكونُ الغيومُ الريشيةُ في السماءِ. يُرمَزُ إلى الجبهةِ الهوائيةِ الدافئةِ على خريطةِ الطقسِ بخطٍّ 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 متشكلةٌ بينَهُما، يرمزُ إليْها بخطٍّ أحمرَ تبرزُ منهُ أقواسٌ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ.

أوضحُ: كيفَ يسببُ ارتفاعُ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ إلى الأعلى تشكلَ الغيومِ وتساقطَ الأمطارِ؟

الربطُ معَ اللغةِ العربيةِ:

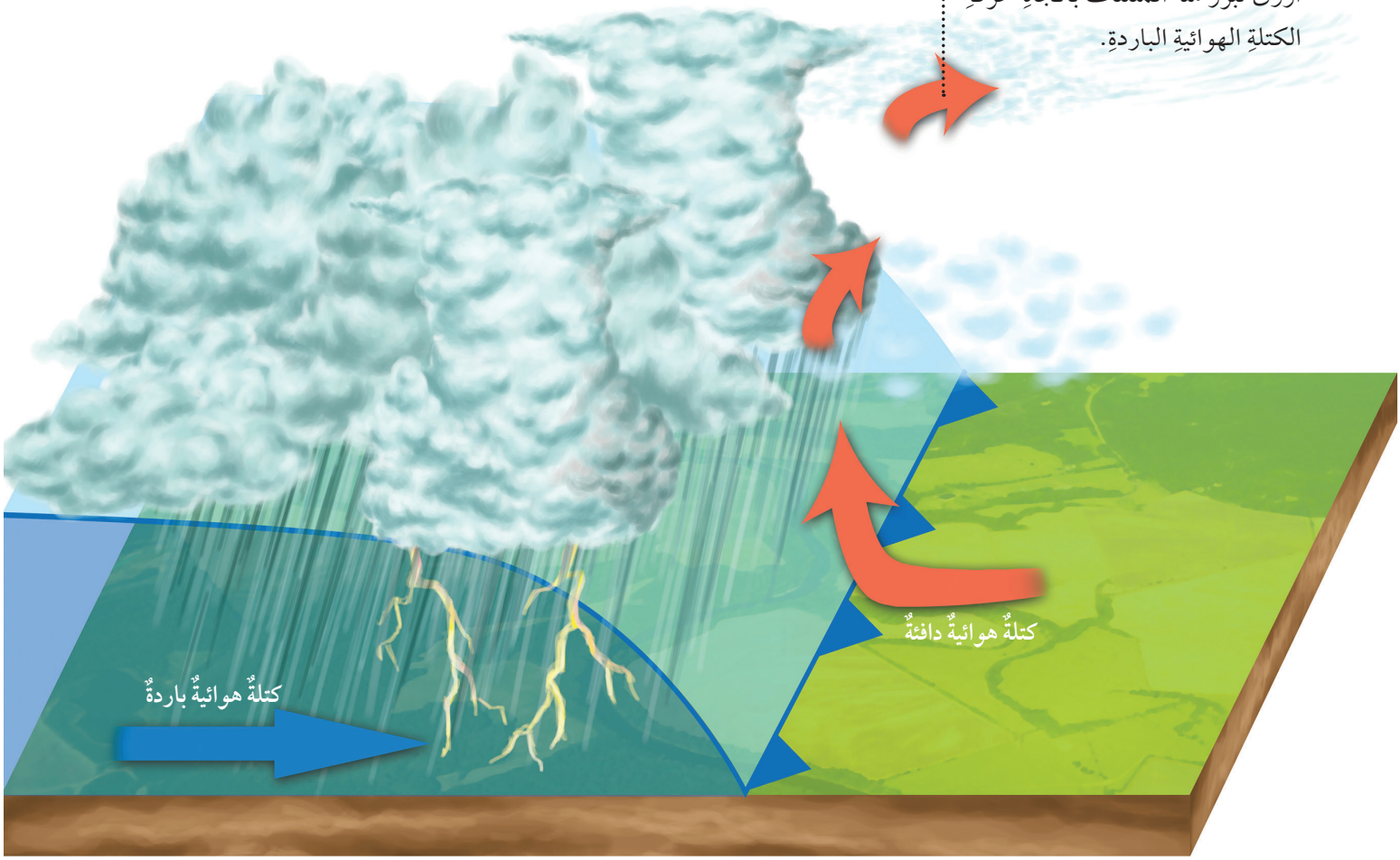
أشاهدُ نشرةَ الأخبارِ الجويةَ ليومٍ غدٍ، ثُمَّ أسجلُ ملاحظاتي عنْ حالةِ الطقسِ المتوقعةِ منْ: درجاتِ الحرارةِ، ونوعِ الكتلِ الهوائيةِ، والجبهاتِ الهوائيةِ القادمةِ على منطقتي، ومصدرِها، ثمَّ أكتبُ نشرةً جويةً تبينُ كيفَ ستؤثرُ الجبهةُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ، ثمَّ أعرضُها أمامَ زملائي.

الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ: Cold Air Front

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

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

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ كيفَ تتكونُ الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ.



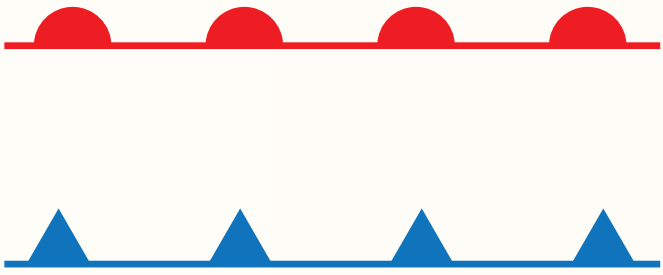
الشكلُ (7): كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ متجهةٌ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ، وجبهةٌ هوائيةٌ باردةٌ متشكلةٌ بينهُما، يرمزُ إليها بخطٍّ أزرقَ تبرزُ منهُ المثلثاتُ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.

أبحثُ:

تعدُّ الجبهةُ الهوائيةُ المستقرةُ إحدى أنواعِ الجبهاتِ الهوائيةِ. مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، أحددُ كيفيةَ تكوُّنِ الجبهةِ الهوائيةِ المستقرةِ، وتغيراتِ الطقسِ المصاحبةَ لها، ورمزَها على الخريطةِ الجويةِ، ثمَّ أعدُّ عرضًا تقديميًّا عنْها، وأعرضُهُ أمامَ زملائي في الصفِّ.

مراجعةُ الدرسِ

1. أتتبعُ بخطواتٍ كيفَ تحدثُ الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ.
2. أوضحُ كيفَ تؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ.
3. **أصفُ** ما يحدثُ عندَما تلتقي كتلتانِ هوائيتانِ: إحداهُما دافئةٌ والأخرى باردةٌ؛ علمًا بأنَّ الكتلةَ الهوائيةَ الدافئةَ تتحركُ بسرعةٍ نحوَ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.
4. **أقارنُ** في جدولٍ بينَ الكتلةِ الهوائيةِ القطبيةِ القاريةِ، والكتلةِ الهوائيةِ المداريةِ البحريةِ، منْ حيثُ رمزُها الذي تعرفُ بهِ، ومصدرُها، ودرجةُ حرارتِها، ورطوبتِها.
5. أوضحُ العلاقةَ بينَ مصدرِ الكتلِ الهوائيةِ وخصائصِها.
6. أحددُ نوعَ الجبهةِ الهوائيةِ لكلِّ رمزٍ منَ الرموزِ الآتيةِ:



الدرسُ 2

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ

Pressure Systems

الفكرةُ الرئيسةُ:

تقسمُ أنظمةُ الضغطِ الجويِّ؛ اعتمادًا على قيمةِ 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 Isobar

المنخفضُ الجويُّ Low Pressure

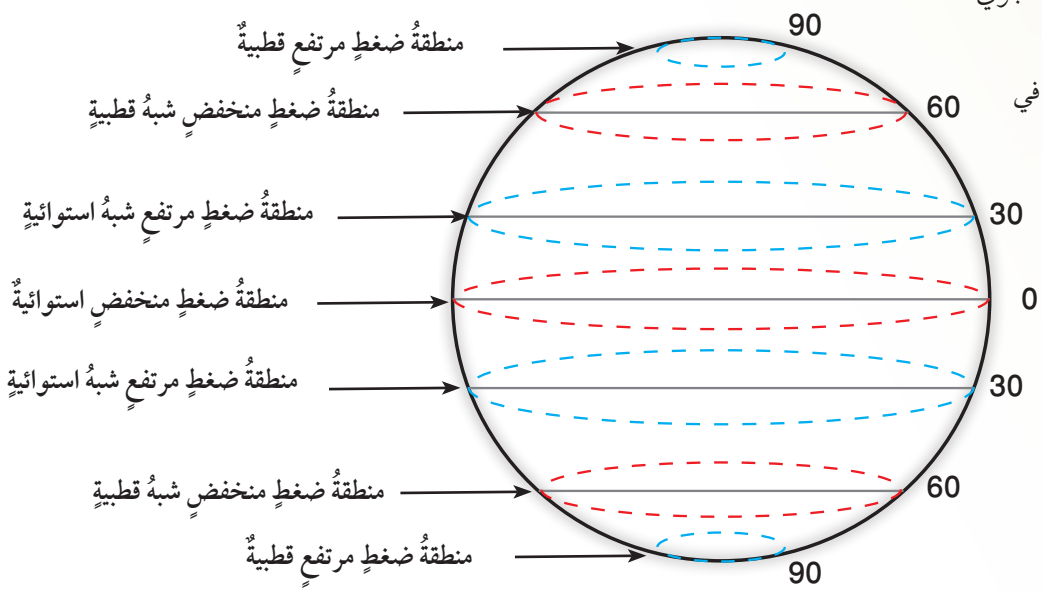
المرتفعُ الجويُّ High Pressure

الضغطُ الجويُّ Atmospheric Pressure

يعدُّ الضغطُ الجويُّ أحدَ عناصرِ الطقسِ، و يتأثرُ بعدةِ عواملَ منْها درجةُ حرارةِ الهواءِ ورطوبتهُ، حيثُ تعملُ درجةُ الحرارةِ على تباعدِ جزيئاتِ الهواءِ وزيادةِ حجمِهِ، وبذلكَ تتوزعُ جزيئاتُهُ على حجمٍ أكبرَ، فتنخفضُ كثافتُهُ، ويقلُّ ضغطُهُ لأنَّ الهواءَ الأقلَّ كثافةً أقلُّ 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؛ فمثلاً 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 حركةِ الهواءِ وتَشكُّلِ ما يُعرَفُ بأنظمةِ الضغطِ الجويِّ، أنظرُ الشكلَ (8) الذي يبينُ توزيعَ الضغطِ الجويِّ على سطحِ الأرضِ.

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



الشكلُ (8): نطاقاتُ الضغطِ الجويِّ في العالمِ.

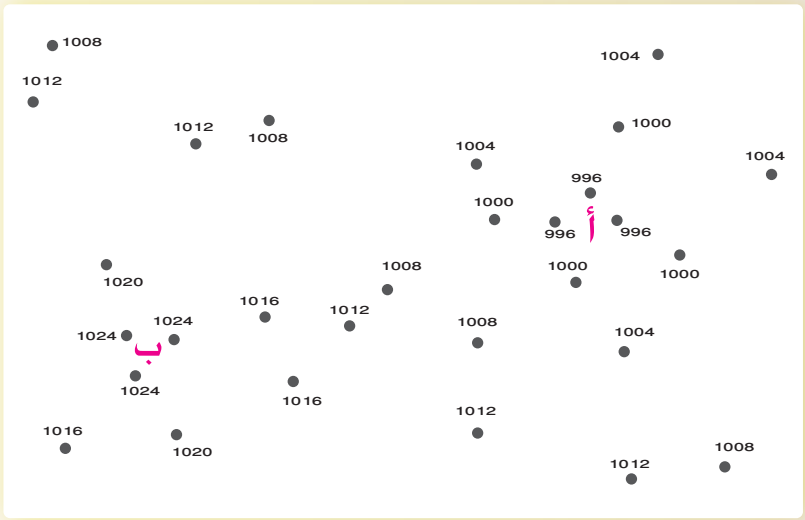
أتنبأُ: كيفَ تؤثرُ رطوبةُ الهواءِ في اختلافِ قيمِ الضغطِ الجويِّ؟

يمكنُ تنفيذُ النشاطِ الآتي لتعرفِ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ.

نشاطٌ

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ

تمثلُ الأرقامُ المبعثرةُ الآتيةُ قيمًا مختلفةً منَ الضغطِ الجويِّ المصححِ إلى مستوى سطحِ البحرِ بوحدةِ المليبارِ 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 كالآتي:

996 في الوسطِ، يليها 1000، ثمَّ 1004 وهكذا.

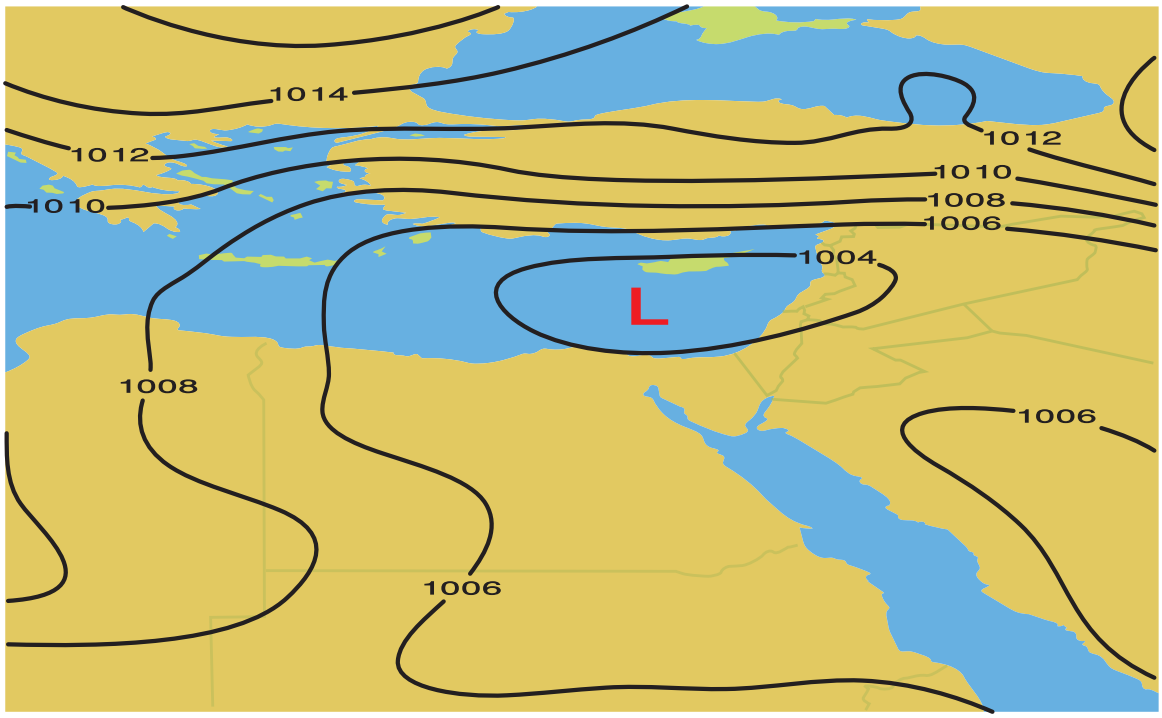
التحليلُ والاستنتاجُ:

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

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

3 – **أحددُ**: 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 جويٌ يتمركزُ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ، تقلُّ فيهِ قيمُ الضغطِ الجويِّ في المركزِعنِ المناطقِ المجاورةِ لهُ.

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

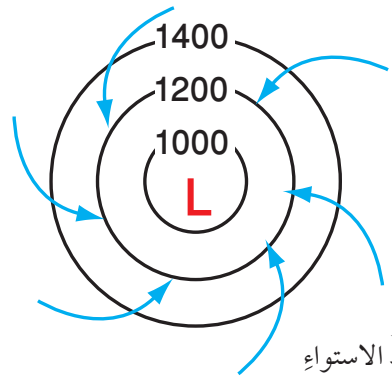
أنواعُ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ

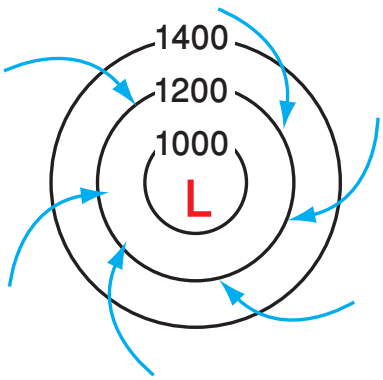
Types of Atmospheric Pressure Systems

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 بالابتعادِ نحوَ الخارجِ، أنظرُ الشكلَ (9). ويُرمَزُ إلى المنخفضِ الجويِّ على الخارطةِ 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).

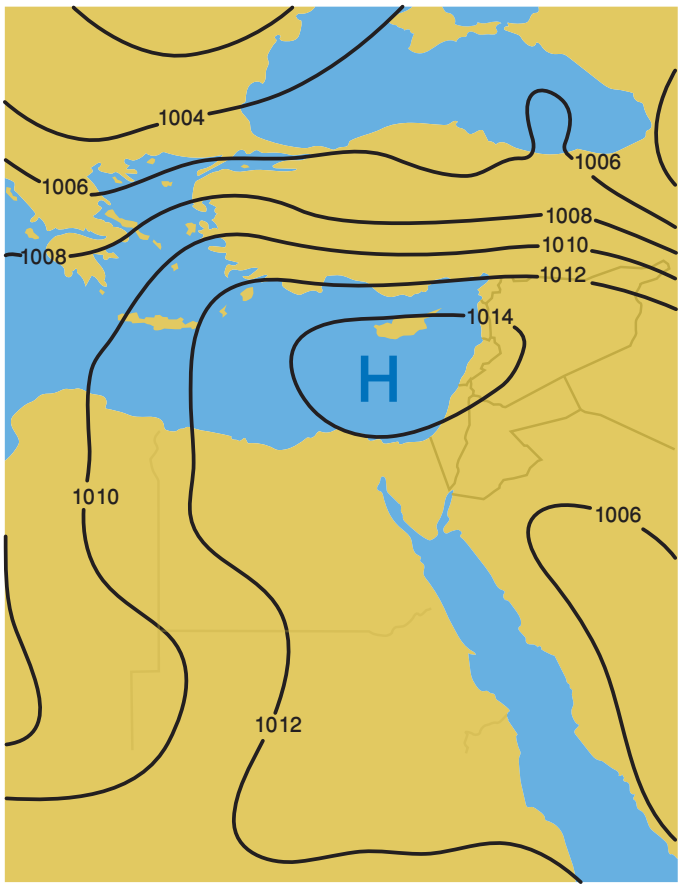




الشكلُ (10): حركةُ الرياحِ في نصفيْ الكرةِ الأرضيةِ الشماليِّ والجنوبيِّ نحوَ مركزِ المنخضِ الجويِّ.

يتصفُ المنخفضُ الجويُّ بوجودِ تياراتٍ هوائيةٍ صاعدةٍ إلى الأعلى تعملُ على رفعِ الهواءِ إلى الأعلى، وخفضِ درجةِ الحرارةِ فيهِ، وزيادةِ رطوبتِهِ مشكلةً 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.



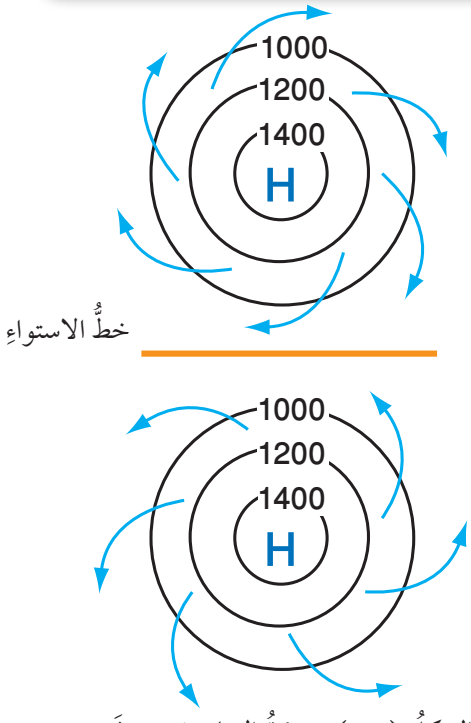
الشكل (11): مرتفعٌ جويٌّ يتمركزُ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ تزدادُ فيهِ قيمُ الضغطِ الجويِّ في المركزِعنِ المناطقِ المجاورةِ لهُ.

أصفُ: كيفَ تتغيرُ قيمُ الضغطِ الجويِّ؟

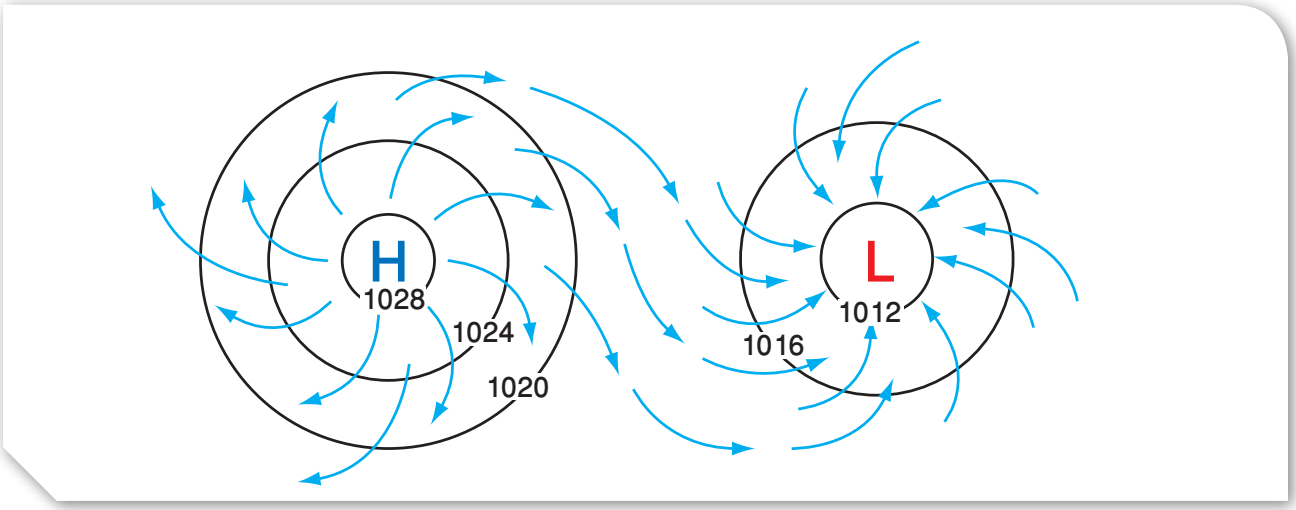
المرتفعُ الجويُّ High Pressure

يُعرَّفُ المرتفعُ الجويُّ High Pressure بأنَّهُ منطقةُ تكوِّنِ قيمِ الضغطِ الجويِّ في مركزِها أكبرَ من قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ، ويقلُّ كلَّما ابتعدْنا نحوَ الخارجِ، أنظرُ الشكلَ (11).

يُرمزُ إلى المرتفعِ الجويِّ على خريطةِ الطقسِ بالرمزِ(H) باللونِ الأزرقِ، وتتحركُ الرياحُ حولَ مركزِ المرتفعِ الجويِّ معَ عقاربِ الساعةِ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، وتنحرف 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). يتصفُ المرتفعُ الجويُّ بوجودِ تياراتٍ هوائيةٍ هابطةٍ إلى الأسفلِ تمنعُ تشكلَ الغيومِ؛ وبذلكَ تكونُ السماءُ في المرتفعِ الجويِّ صافيةً.



الشكلُ (12): حركةُ الرياحِ في نصفَي 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

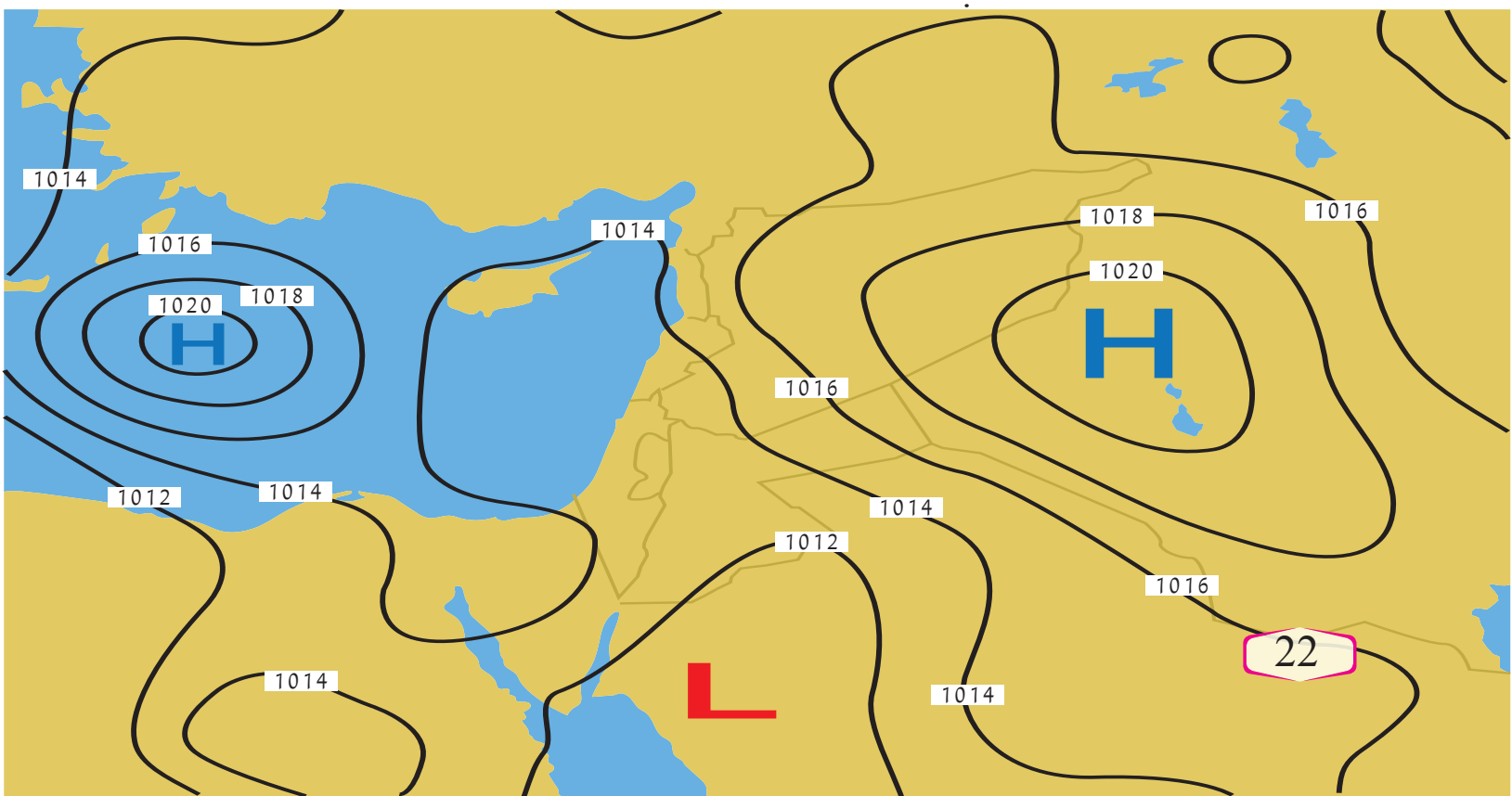
Atmospheric Pressure Systems on the Weather Maps

تظهرُ المنخفضاتُ والمرتفعاتُ الجويةُ على خرائطِ الطقسِ متجاورةً دائمًا؛ إذْ إنَّها تكملُ 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 تبينُ خطوطَ تَساوي الضغطِ الجويِّ وأنظمةَ الضغطِ الجويِّ المختلفةَ.

✓ **أتحقَّقُ:** **أوضحُ** كيفَ تتحركُ الرياحُ في مركزِ المرتفعِ الجويِّ في نصفَي 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 على المملكةِ.

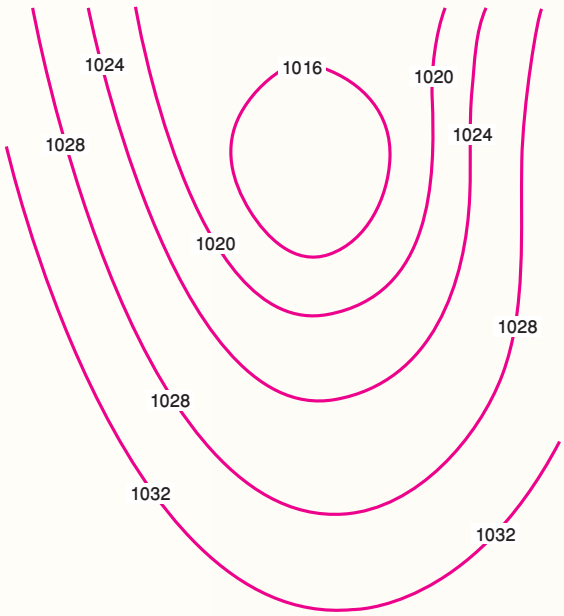
أبينُ: ما عددُ المنخفضاتِ والمرتفعاتِ الجويةِ الظاهرةِ في خريطةِ الطقسِ؟



أفكّرُ 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 يؤثرُ عليْها؟ وكيفَ يؤدي المنخفضُ الجويُّ إلى رفعِ درجةِ حرارةِ منطقةٍ ما عندَما يؤثرُ عليْها.

مراجعةُ الدرسِ

1. أبينُ: ما حالةُ الطقسِ المتوقعةُ في المنطقةِ التي ستتأثرُ بمرتفعٍ جويٍّ لعدةِ أيامٍ؟
2. أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يمثلُ أحدَ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ - أذكرُ: ماذا تُسمى الخطوطُ المنحنيةُ في الشكلِ؟

ب-أوضحُ ما نظامُ الضغطِ الجويِّ الذي يمثلُهُ الشكلُ.

ج -أعبرُ عنِ النظامِ الجويِّ السائدِ برمزٍ أضعُهُ في منتصفِ الشكلِ.

د -أرسمُ اتجاهَ الرياحِ على الشكلِ.

بالوناتُ الطقسِ

Weather balloons

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 تمددِهِ أثناءَ الارتفاعِ منْ سطحِ الأرضِ إلى ارتفاعاتٍ شاهقةٍ في الغلافِ الجويِّ، تُعبَّأُ هذهِ البالوناتُ بغازِ الهيدروجينِ أوِ الهيليومِ ليتمددَ حجمُهُ تدريجيًّا ليصلَ حجمُهُ إلى نحوِ 100 ضعفِ حجمِهِ الأصليِّ؛ مما يساعدُهُ على الوصولِ إلى ارتفاعِ 40 كيلومترًا. ويحملُ بالونُ الأرصادِ الجويةِ جهازًا يُسمّى المسبارَ اللاسلكيَّ، وهوَ جهازٌ يبثُّ المعلوماتِ الجويةَ إلى المحطاتِ الأرضيةِ بواسطةِ جهازِ إرسالٍ لاسلكيٍّ، منْ مثلِ درجةِ الحرارةِ، والضغطِ الجويِّ، ورطوبةِ الجوِّعلى ارتفاعاتٍ مختلفةٍ. أما اتجاهُ الرياحِ وسرعتُها فيمكنُ تحديدُهُما على الأرضِ عنْ طريقِ تتبعِ حركةِ البالونِ بوساطةِ جهازِ تحديدِ الاتجاهِ. وينفجرُ البالونُ عندَما يصلُ إلى ارتفاعٍ حوالي 27.000m، 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 موحدٍ (أي مرتينِ يوميًّا في تمامِ الساعةِ الثانيةَ عشرةَ ظُهراً، والساعةِ الثانيةَ عشرةَ ليلاً بتوقيتِ غرينيتش)، التوقيتُ الموحدُ 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 تُستخدمُ 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. ويحددُ حجمَ البالونِ الارتفاعُ الذي يحلِّقُ عليهِ. ويمكنُ للبالوناتِ ثابتةِ المستوى أنْ تظلَّ في الهواءِ شهورًا كثيرةً، وهيَ تمدُّنا بقياساتٍ طويلةِ الأجلِ للأحوالِ الجويةِ على ارتفاعٍ معينٍ. 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؛ لتعرُّفِ حالةِ الطقسِ، ثمَّ أكتبُ مقالةً حولَ ذلكَ.

السؤالُ الأولُ:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

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

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:

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

السؤالُ الثالثُ:

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

السؤالُ الرابعُ:

أحددُ نوعَ الغيومِ المتكونةِ عندَ انتقالِ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ باردةٍ.

السؤالُ الخامسُ:

أرسمُ كيفَ تتشكلُ جبهةٌ هوائيةٌ دافئةٌ، مبينًا العناصرَ الآتيةَ: الكتلَ الهوائيةَ، واتجاهَ كلٍّ منْها نحوَ الأخرى، ورمزَ الجبهةِ الهوائيةِ، حالةَ الطقسِ المصاحبةَ لَها.

السؤالُ السادسُ:

أبينُ نوعَ الكتلةَ الهوائيةَ التي تتميزُ بهواءٍ دافئٍ ورطبٍ.

السؤالُ السابعُ:

أصفُ ماذا سيحدثُ عندَما تتجهُ كتلةٌ هوائيةٌ باردةٌ نحوَ كتلةٍ هوائيةٍ دافئةٍ.

السؤالُ الثامنُ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ؛ لأجيبَ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

أ - **أصفُ** حركةَ الهواءِ في الشكلِ (أ).

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

ج- أبينُ 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 حالةُ 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.

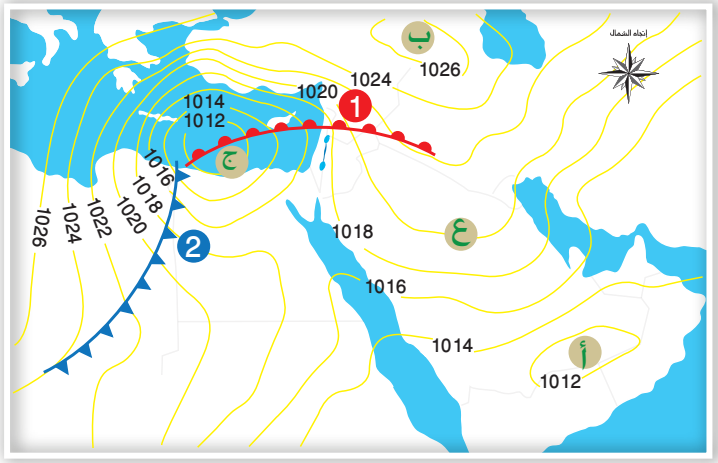
3. أيٌّ منَ الكتلِ الهوائيةِ الآتيةَ تتسببُ في انخفاضِ درجةِ الحرارةِ وتساقطِ الثلوجِ في المناطقِ التي تمكثُ فوقَها:
   أ - كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ قاريةٌ.
   ب- كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ بحريةٌ.
   ج- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ قاريةٌ.
   د- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ بحريةٌ.

4. تعتمدُ خصائصُ الجبهاتِ الهوائيةِ، وأنواعُها، وطريقةُ تأثيرِها في حالةِ الطقسِ على:
   أ - نوعِ الكتلِ الهوائيةِ واتجاهِ حركتِها.
   ب- نوعِ الكتلِ الهوائيةِ فقطْ.
   ج- اتجاهِ حركةِ الكتلِ الهوائيةِ فقطْ.
   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 مجموعةً منَ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



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

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

ج - أصفُ حالةَ الطقسِ المتوقعةَ في المنطقةِ المشارِ إليْها بالرقمِ (2).

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

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

الوحدةُ 4

المحيطاتُ
Oceans

قالَ تعالى: ﴿ أَوْ كَظُلُمَٰتٍ فِي بَحْرٍ لُّجِّيٍّ يَغْشَىٰهُ مَوْجٌ مِّن فَوْقِهِۦ مَوْجٌ مِّن فَوْقِهِۦ سَحَابٌ ظُلُمَٰتٌۢ 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

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

الفكرةُ العامةُ:

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

الدرسُ الأولُ: خصائصُ مياهِ المحيطاتِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تختلفُ مياهُ المحيطاتِ في خصائصِها التي منْها: 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 والمناخُ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تنشأُ تياراتُ المحيطِ بسببِ حركةِ الرياحِ، أوِ اختلافِ الكثافةِ، أوِ المدِّ والجزرِ، وتؤثرُ 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 الاصطناعيةِ أوِ المركباتِ الفضائيةِ المحيطاتِ وهيَ تغطي مساحاتٍ واسعةً منَ الأرضِ. فما نسبةُ مساحةِ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ؟

الموادُّ والأدواتُ:

خريطةٌ صماءُ للعالمِ، مسطرةٌ، قلمٌ.

خطواتُ العملِ:

1. أقسمُ باستخدامِ المسطرةِ والقلمِ خريطةَ العالمِ الصماءَ إلى مربعاتٍ متساويةٍ، وأحسبُ عددَها، وأسجلُهُ في جدولٍ.
2. أعدُّ المربعاتِ التي تحتوي القاراتِ بشكلٍ كاملٍ، وأسجلُ عددَها في الجدولِ.
3. أعدُّ المربعاتِ التي تحتوي جزءًا من القارةِ – آخذًا بالحسبانِ تقريبَ المساحاتِ؛ بحيثُ تمثلُ مربعاتٍ كاملةً، وأسجلُ عددَها في الجدولِ.
4. أجمعُ المربعاتِ التي حصلتُ عليْها في الخطوتيْنِ السابقتيْنِ.
5. أكررُ الخطواتِ 2، 3، 4، للمناطقِ المغطاةِ بالبحارِ والمحيطاتِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – **أحسبُ** نسبةَ مساحةِ اليابسةِ على سطحِ الأرضِ.

2 – **أحسبُ** نسبةَ مساحةِ المحيطاتِ والبحارِ على سطحِ الأرضِ.

3 – **ألاحظُ**: أيُّ جزأَيْ سطحِ الأرضِ مساحةُ 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، ومنْها درجةُ الحرارةِ، والملوحةُ، والكثافةُ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

-أبينُ بعضَ صفاتِ مياهِ المحيطاتِ.

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

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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

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 مشكلةً جسمًا واحدًا يحيطُ بالقاراتِ، ويوضحُ الشكلُ (1) المحيطاتِ الرئيسةَ على سطحِ الأرضِ، وهيَ: المحيطُ الهادي، والمحيطُ الأطلسيُّ، والمحيطُ الهنديُّ. 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 الموادَّ الذائبةَ على أيوناتِ العناصرِ المكونةِ للأملاحِ، وبخاصةٍ عناصرُ الكلورِ والصوديومِ والمغنيسيومِ، وغازاتٌ ومنْها الأكسجينُ وثاني أكسيدِ الكربونِ، وموادُّ عضويةٌ مثلُ بعضِ الأحماضِ الأمينيةِ. أما الموادُّ غيرُ الذائبةِ فتشملُ الموادَ 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.

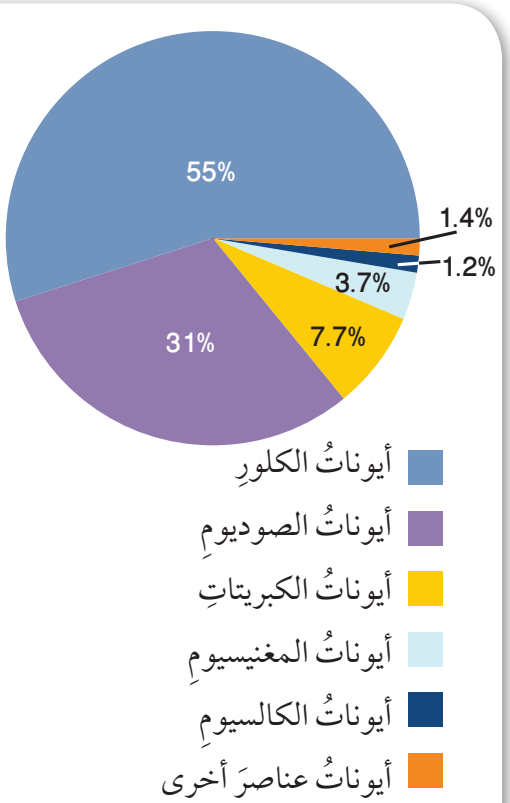
الشكلُ (1):
توزُّعُ المحيطاتِ الرئيسةِ على سطحِ الأرضِ.

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 يعبرُ عنْها بوحداتِ قياسٍ مختلفةٍ منْها جزءٌ منَ الألفِ (‰) أوْ نسبةٌ مئويةٌ (٪). ويساوي متوسطُ الملوحةِ لمياهِ المحيطِ ‰35 أوْ ٪3.5 ، ويوضحُ الشكلُ (2) نسبَ أيوناتِ العناصرِ الرئيسةِ الذائبةِ في 1Kg منْ مياهِ المحيطاتِ التي تسهمُ في الملوحةِ. نلاحظُ 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. ويوضحُ الجدولُ (1) نسبَ الأملاحِ في مياهِ المحيطاتِ*.



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

أحددُ: 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 للموادِّ الذائبةِ في مياهِ المحيطاتِ، أحدُهما البراكينُ الموجودةُ تحتَ الماءِ، تنبعثُ منَ البراكينِ موادُّ محددةٌ وخاصَّةً ثانيَ أكسيدِ الكبريتِ وغازُ 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 بواسطةِ مياهِ الأنهارِ والجداولِ.

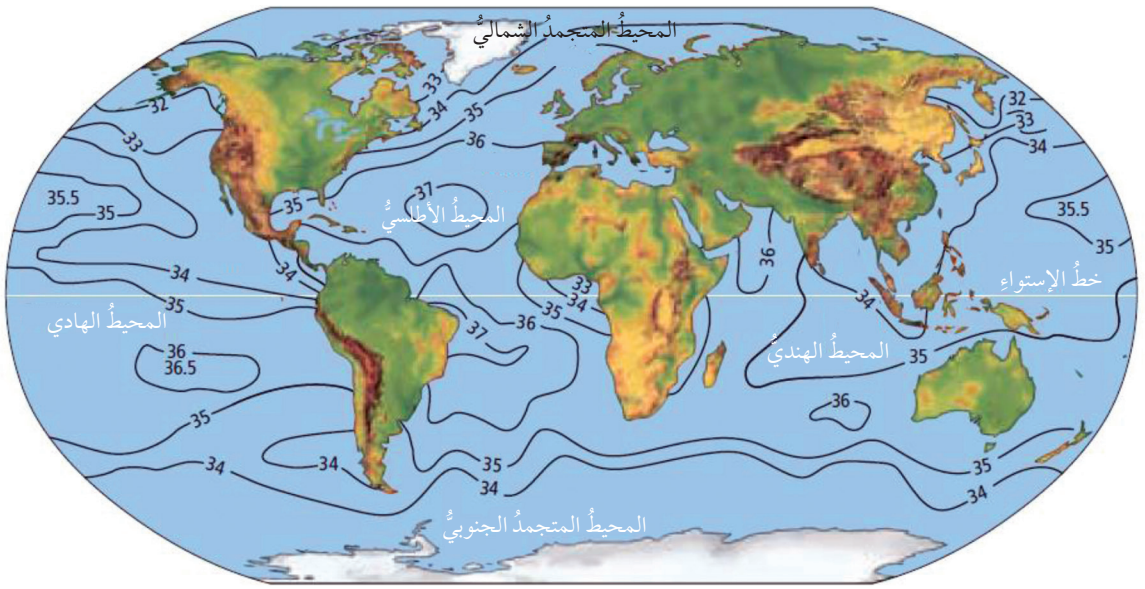
الملحُ	النسبةُ المئويةُ (٪)
كلوريدُ الصوديومِ	2.6
كلوريدُ المغنيسيومِ	0.3
كبريتاتُ المغنيسيومِ	0.2
كبريتاتُ الكالسيومِ	0.1
كلوريدُ البوتاسيومِ	0.1
بروميدُ البوتاسيومِ	0.01
عناصرُ أخرى	0.01

* للاطِّلاعِ فقطْ

الجدولُ (1): نسبُ الأملاحِ في مياهِ المحيطاتِ

العملياتُ المؤثرةُ في الملوحةِ Processing Affecting Salinity

على الرغمِ منْ أنَّ متوسطَ ملوحةِ المحيطاتِ يساوي، ‰35، إلّا أنَّ الملوحةَ الفعليةَ تتغيرُ منْ مكانٍ إلى آخرَ، وتتراوحُ الملوحةُ السطحيةُ في 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.

وتؤثرُ في الملوحةِ عملياتٌ مختلفةٌ، منْها: الهطلُ والتبخرُ وانصهارُ الجليدِ وتشكلهُ. ففي عمليةِ الهطلِ تضافُ كمياتٍ كبيرةً منَ المياهِ العذبةِ إلى مياهِ المحيطاتِ؛ مما 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 حوالي ..٪37، كذلكَ تزدادُ الملوحةُ بسببِ تشكُّلِ 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 خطوطِ العرضِ، وتتراوحُ درجاتُ حرارةِ سطحِ المحيطِ منْ 2 °C– في المناطقِ القطبيةِ إلى حوالي 30 °C في المناطقِ الاستوائيةِ، ويبلغُ متوسطُ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ حوالي 15 °C. 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 في السنةِ الذي قيستْ فيهِ. ويمكنُ تعرفُ كيفَ تتوزعُ درجاتُ الحرارةِ معَ العمقِ في المحيطاتِ بتنفيذِ النشاطِ الآتي:

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

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ كيفَ تؤثرُ العواملُ الآتيةُ: الهطلُ والتبخرُ وانصهارُ الجليدِ وتشكلهُ في ملوحةِ البحارِ والمحيطاتِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

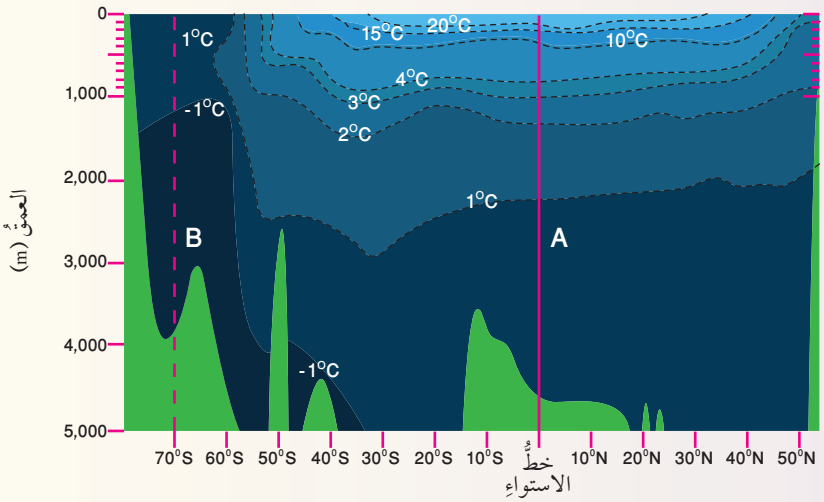
نشاطٌ

تغيرُ درجةِ حرارةِ المحيطِ معَ العمقِ

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

الموادُّ والأدواتُ:

خريطةٌ تمثلُ التوزيعَ الرأسيَّ لدرجةِ الحرارةِ في المحيطِ الهادي في فصلِ الصيفِ، ورقُ رسمٍ بيانيٍّ أوْ برمجيةُ إكسل، قلمُ رصاصٍ، مسطرةٌ.



خطواتُ العملِ:

1. أُنشئُ رسمًا بيانيًا للعلاقةِ بينَ درجةِ الحرارةِ والعمقِ بحيثُ يمثلُ المحورُ الأفقيُّ درجةَ الحرارةِ، والمحورُ العموديُّ العمقَ مستخدمًا برمجيةَ إكسل أوْ ورقَ رسمٍ بيانيٍّ منْ خلالِ تطبيقِ الخطواتِ الآتيةِ:

أ - ألاحظُ الخطَّ (A) الذي يمثلُ خطَّ عرضِ صفرٍ (خطَّ الاستواءِ) الذي يمتدُّ بشكلٍ رأسيٍّ على خريطةِ توزيعِ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ.

ب-أُمثلُ درجةَ حرارةِ مياهِ المحيطِ نسبةً إلى العمقِ على الرسمِ البيانيِّ؛ عنْ طريقِ تحديدِ قيمةِ نقطةِ تقاطعِ خطوطٍ تساوي درجةَ الحرارةِ معَ الخطِّ (A) وتحديدِ العمقِ الممثلِ لكلٍّ منْها، وأرسُمُها على الرسمِ البيانيِّ.

ج-أَصلُ بينَ النقاطِ للحصولِ على رسمٍ بيانيٍّ.

2. أكررُ الخطواتِ 2 و 3 و4 باستخدامِ الخطِّ (B) الذي يمثلُ خطَّ عرضِ 70° جنوبًا (المنطقةَ القطبيةَ) الذي يمتدُّ بشكلٍ رأسيٍّ على خريطةِ توزيعِ درجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 - أحددُ قيمةَ أعلى درجةِ حرارةٍ للمياهِ، وعمقَها، وأدنى (أقلِّ) درجةٍ، وعمقَها عندَ خطِّ عرضِ صفرٍ.

2 - أحددُ قيمةَ أعلى درجةِ حرارةٍ للمياهِ، وعمقَها، وأدنى درجةٍ، وعمقَهاعندَ خطِّ عرضِ 70°.

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.

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

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 عاملَيْنِ رئيسيْنِ، هما: الملوحةُ ودرجةُ الحرارةِ.

تزدادُ الكثافةُ بزيادةِ الملوحةِ، فكثافةُ المياهِ النقيةِ تساوي 1.00 g /cm³ بينَما يبلغُ متوسطُ كثافةِ مياهِ المحيطاتِ حوالي 1.025 g /cm³ بسببِ ذوبانِ أيوناتِ الأملاحِ فيهِ. وكلَّما زادتِ الملوحةُ زادتِ الكثافةُ. وتؤثرُ درجةُ الحرارةِ أيضًا في الكثافةِ؛ فالمياهُ الباردةُ أكثرُ كثافةً منِ المياهِ الدافئةِ؛ لذلكَ تتحركُ المياهُ الباردةُ إلى أسفلِ المياهِ الدافئةِ لأنَّ كثافتَها أكبرُ.

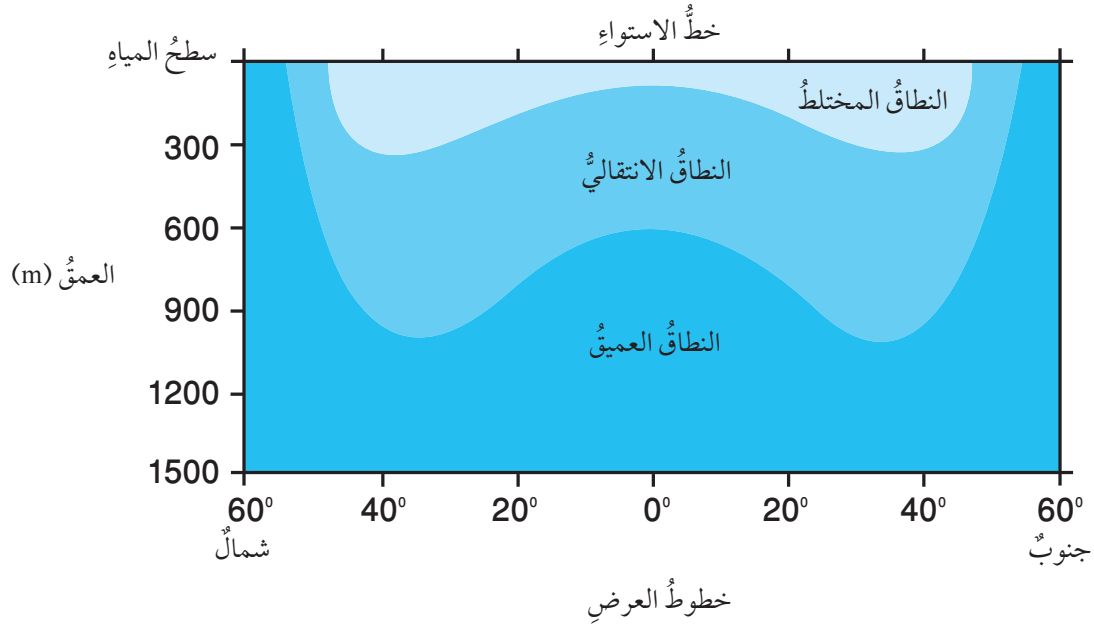
أتحقَّقُ: أفسرُ كيفَ تؤثرُ الملوحةُ في كثافةِ مياهِ المحيطاتِ.

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 (خطِ عرضِ 40 °)؟ أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المختلفةِ ثمَّ أقارنُ النتائجَ التي توصلتُ إليْها بدرجةِ حرارةِ مياهِ المحيطِ في كلٍّ منْ: خطِّ الاستواءِ والمناطقِ القطبيةِ.



الشكلُ (4): توزيعُ طبقاتِ المحيطِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ.

أوضحُ خصائصَ النطاقِ الانتقاليِّ.

النطاقُ المختلطُ Mixed Zone: يمثلُ 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 ، ويمثلُ 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، ويمثلُ حوالي 18٪ منْ مياهِ المحيطِ.

النطاقُ العميقُ Deep Zone: يقعُ هذا النطاقُ أسفلَ النطاقِ الانتقاليِّ حيثُ لا تصلَ أشعةُ الشمسِ إليهِ، لذلكَ تتميزُ هذهِ الطبقةُ منَ المحيطِ بأنَّها 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 الأنطقةِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ في المناطقِ الاستوائيةِ.

أفكّرُ هلْ تتشكلُ النطاقاتُ الثلاثةُ في منطقتَيْ القطبيْنِ الشماليِّ والجنوبيِّ؟ ولماذا؟ أدرسُ الشكلَ 4 وأحدِّدُ عددَ النطاقاتِ في الأقطابِ، وأفسّرُ سببَ ذلك، ثم أعرضُ ما توصلتُ إليهِ أمامَ زملائي في الصفِّ.

مراجعةُ الدرسِ

1. أحددُ المكوناتِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ.
2. **أُقارِنُ** بينَ تأثيرِ كلٍّ منَ: الهطلِ والتبخرِ في ملوحةِ المحيطاتِ.
3. أوضحُ كيفَ تؤثرُ التجويةُ الكيميائيةُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.
4. **أتنبأ** لماذا تُعدُّ السباحةُ في البحرِ الميتِ أكثرَ سهولةً منْ باقي البحارِ.
5. **أقارنُ** بينَ النطاقِ الانتقاليِّ والنطاقِ العميقِ منْ حيثُ التغيرُ في درجةِ الحرارةِ معَ العمقِ.
6. يمثلُ 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	المغنسيومُ	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– أحسبُ: ما كميةُ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) في مياهِ المحيطِ بالجزءِ بالألفِ.

ج – أحسبُ: إذا حصلتُ على 2 Kg منْ ماءِ المحيطِ، فكمْ كميةُ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ التي يمكنُ الحصولُ عليْها؟

الدرسُ 2

أمواجُ المحيط
Ocean Waves

الفكرةُ الرئيسةُ:

تنشأُ معظمُ الأمواجِ البحريةِ بفعلِ الرياحِ، وتختلفُ خصائصُها اعتمادًا على قوةِ الرياحِ، ومدةِ تأثيرِها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أذكرُ أنواعَ الأمواجِ البحريةِ.
- أشرحُ تشكلَ الأمواجِ البحريةِ.
- أقارنُ بينَ الأمواجِ البحريةِ؛ بحسبِ أسبابِ حدوثِها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

ارتفاعُ الموجة	Wave Height
سعةُ الموجة	Amplitude
الطولُ الموجي	Wavelength
تكسرُ الأمواج	Breaking Waves
أمواجُ تسونامي	Waves Tsunami
المدُّ والجزرُ	Tides

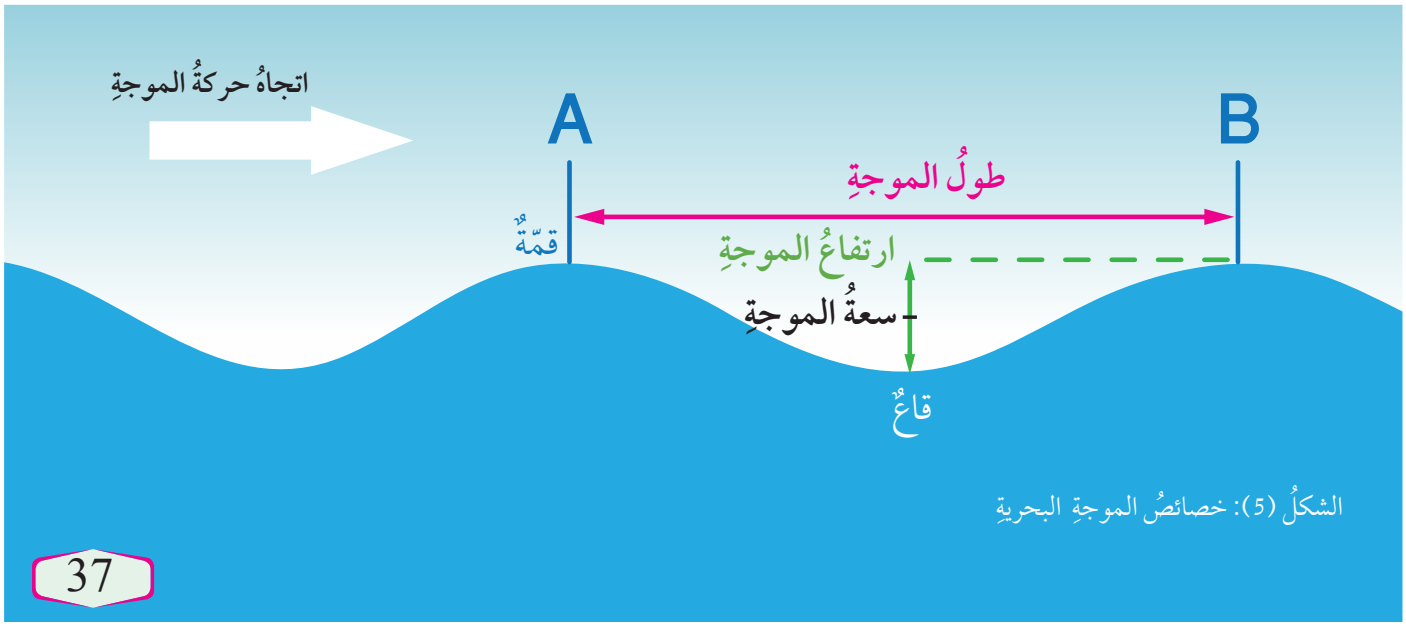
أمواج المحيط Ocean Waves

تقسمُ الأمواجِ 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 Characteristic

تُسمّى أعلى نقطةٍ في الموجةِ قمةَ الموجةِ Wave Crest، وأدنى نقطةٍ فيها قاعَ الموجةِ Wave Trough. أما المسافةُ الرأسيةُ بينَ قمةِ الموجةِ وقاعِها فهوَ ارتفاعُ الموجةِ Wave Height، ويُطلقُ على منتصفِ ارتفاعِ الموجةِ سعةُ الموجةِ Amplitude، بينَما تُسمّى المسافةُ بينَ أيِّ قمتيْنِ متتاليتيْنِ أوْ قاعيْنِ متتاليْنِ 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:

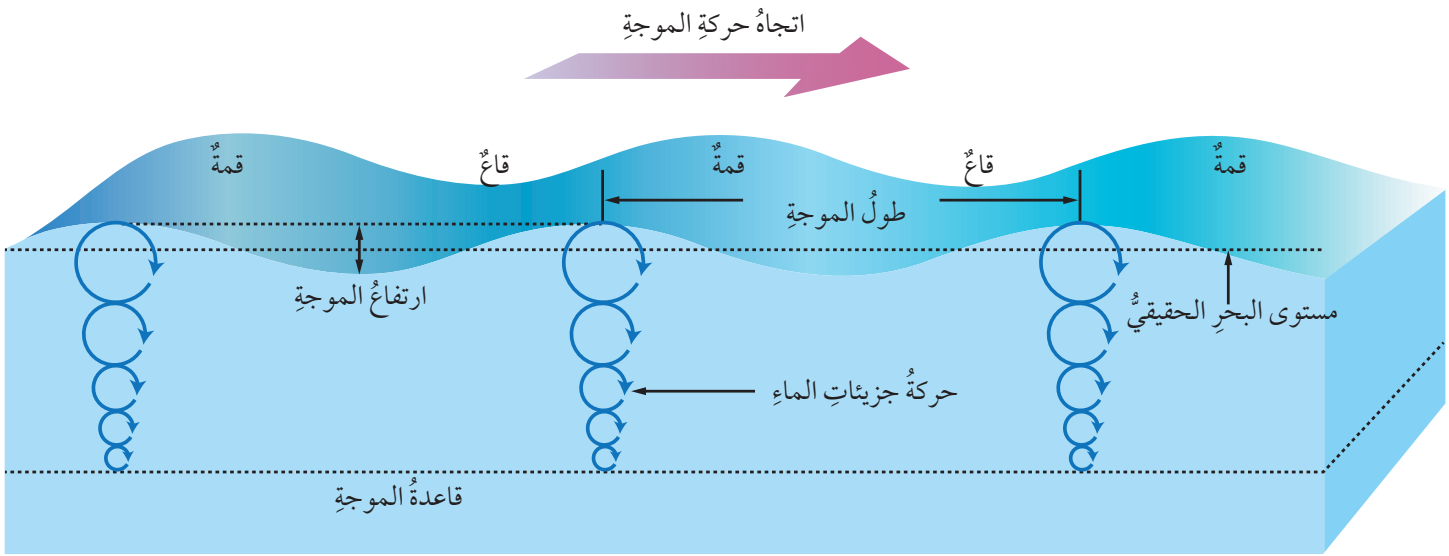


الشكلُ (5): خصائصُ الموجةِ البحريةِ

سرعةُ الرياحِ، مدةُ هبوبِها، والمسافةُ التي تقطعُها الرياحُ في المحيطاتِ. وتؤثرُ هذهِ العواملُ تاثيرًا 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 ؛ بينَما لا يَحدثُ تحركٌ 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. ويوضحُ الشكلُ (6) العمقَ الذي تصلهُ الأمواجُ البحريةُ. ويمكنُ تعرُّفُ حركةِ الأمواجِ بتنفيذِ التجربةِ الآتيةِ:

الشكل (6): تصلُ الموجاتُ إلى عمقٍ يساوي نصفَ طولِها.



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.

الموادُّ والأدواتُ:

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

إرشاداتُ السلامةِ :

ارتداءُ القفازيْنِ قبلَ البدءِ بتنفيذِ التجربةِ.

الحذرُ منَ انسكابِ الماءِ على الأرضِ.

خطواتُ العملِ:

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. أصنعُ (أُحدِثُ) أمواجًا منْ أحدِ جوانبِ الحوضِ بتحريكِ سطحِ الماءِ بهدوءٍ.
5. ألاحظُ حركةَ قطعةِ الفلينِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أوضحُ حركةَ قطعةِ الفلينِ.
2. **أقارنُ** بينَ حركةِ الأمواجِ وحركةِ قطعةِ الفلينِ.
3. **أفسرُ حركةَ** جزيئاتِ الماءِ منْ خلالِ حركةِ قطعةِ الفلينِ.

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

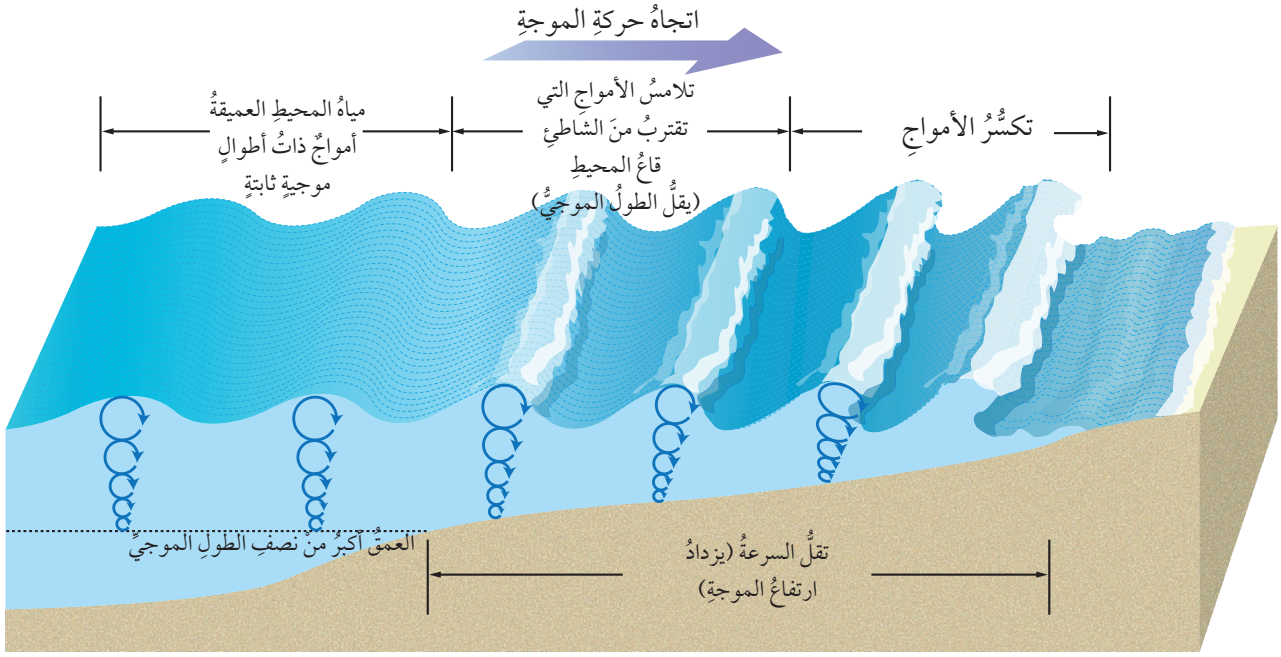
تكسُّرُ الأمواجِ Breaking Waves

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).

أفكّرُ

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

أبحثُ عنْ ذلكَ ثمَّ أعرضُ ما أتوصلُ إليهِ أمامَ زملائي في الصفِّ.



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 تتكسرُ على الشاطئِ.

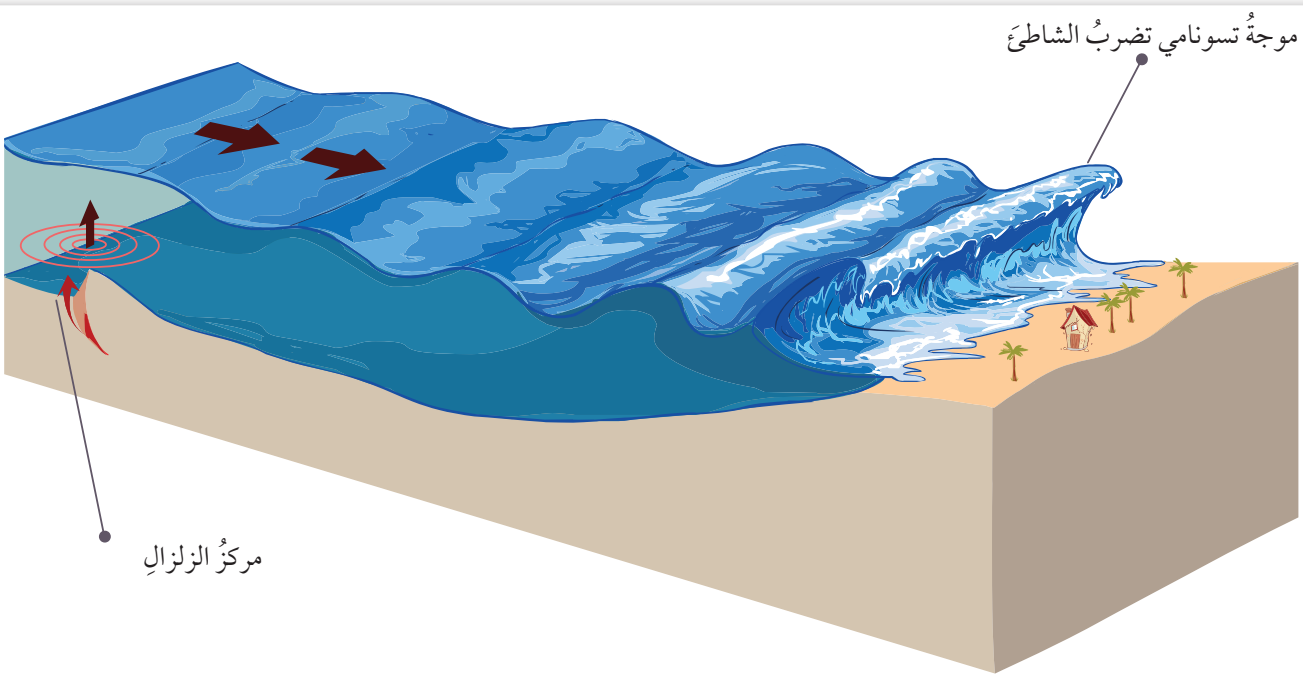
عندَما تقتربُ الأمواجُ منَ الشاطئِ تبدأُ سرعتُها بالتباطؤِ أوِ التناقصِ، ويقلُّ طولُها ويزدادُ ارتفاعُها فتتزاحمُ بعضُها معَ بعضٍ. ونتيجةً لذلكَ تصبحُ الأمواجُ القادمةُ أعلى وأكثرَ ميلًا، وغيرَ مستقرةٍ، وتنهارُ القممُ الأماميةُ. ويُسمّى انهيارُ الأمواجِ وارتطامُها بالقاعِ تكسرَ الأمواجِ Breaking Waves،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

✓ **أتحقَّقُ:** أوضِّحُ العلاقةَ بينَ طولِ الموجةِ وقاعدةِ الموجةِ.

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ حركةَ جزيئاتِ الماءِ الدائريةِ في المياهِ العميقةِ والإهليلجيةِ بالقربِ منَ الشاطئِ وكيفيةَ تكسرِ الموجةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

أمواجُ تسونامي Tsunami Waves

تُعرَّفُ أمواجُ تسونامي Tsunami Waves بأنَّها أمواجٌ بحريةٌ ضخمةٌ ينتجُ معظمُها بفعلِ الزلازلِ خاصةً التي تحدثُ تحتَ 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 طويلةِ الموجةِ قدْ يصلُ طولُها إلى 200 km بينَما لا يتجاوزُ ارتفاعُها 1m ولكنَّها عندَما تنتشرُ وتقتربُ منَ المياهِ منَ الشاطئِ يقلُّ طولُها الموجيُّ ويزدادُ ارتفاعُها ليصلَ إلى حوالي 30 m، أنظرُ الشكلَ (8).



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 2011 حيثُ سببتْ هذهِ الأمواجُ دمارًا كبيرًا في المناطقِ الشاطئيةِ التي وصلتْها وقتلتْ أكثرَ منَ ألفِ شخصٍ. ويوضحُ الشكلُ (9) تسونامي اليابان والدمارَ الذي سببَّهُ فيها.

✓ **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 2011 في اليابانِ.

المدُّ والجزرُ Tides

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

كيفَ يحدثُ المدِّ والجزرِ؟ How do tides happen?

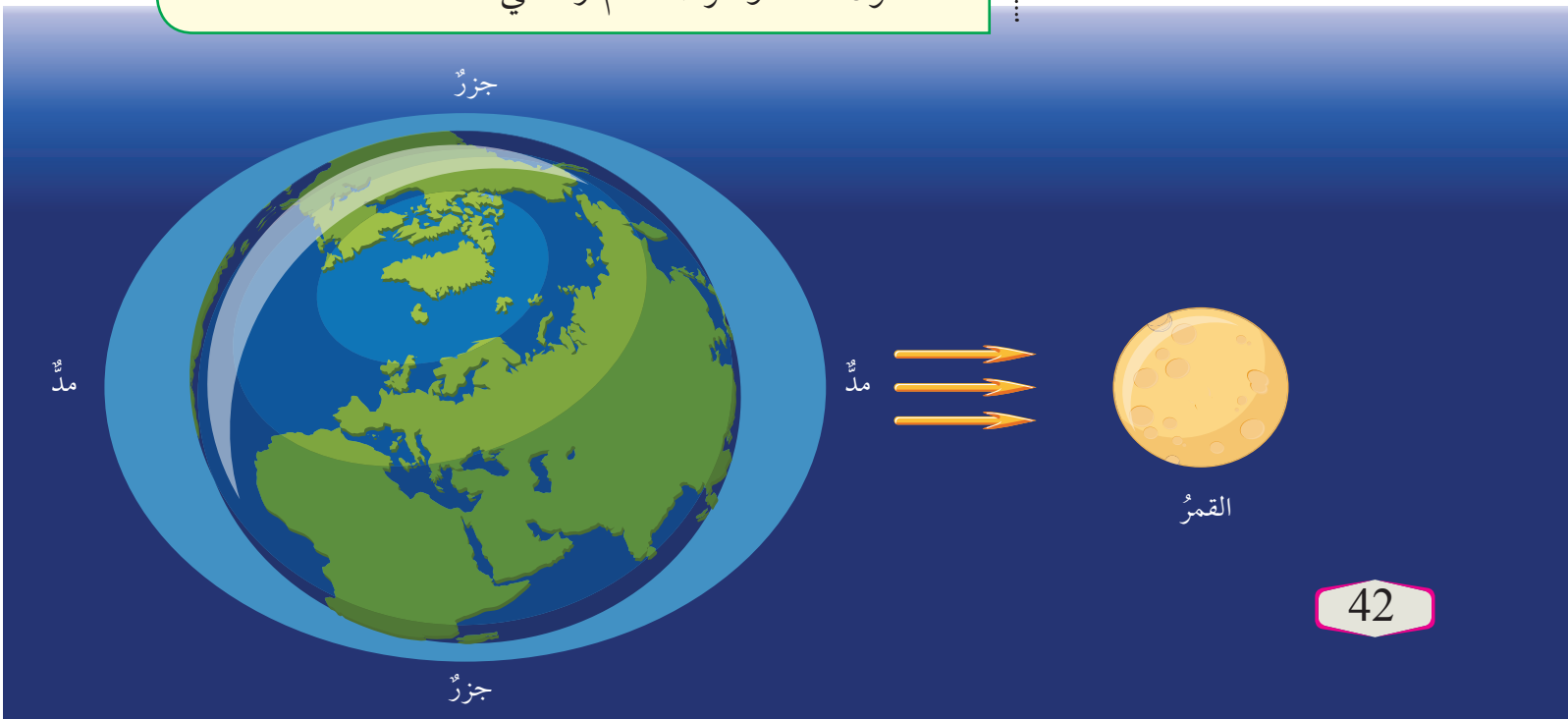
يظهرُ تأثيرُ جذبِ القمرِ بشكلٍ واضحٍ على مياهِ المحيطاتِ أكثرَ منَ اليابسةِ، وتتعرضُ المناطقُ المواجهةُ للقمرِ والمناطقِ المقابلةِ لهُ للتأثيرِ بشكلٍ أكبرَ منَ المناطقِ الأخرى؛ فينتجُ عنْ ذلكَ ارتفاعٌ في مستوى المياهِ المواجهةِ للقمرِ، وارتفاعٌ آخرَ في المناطقِ التي تقعُ في الجهةِ المقابلةِ فيحدثُ فيهما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

أفكّرُ ما سببُ حدوثِ ارتفاعٍ و(انتفاخٍ) في مستوى المياهِ في الجهةِ البعيدةِ عنِ القمرِ؟ أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المختلفةِ، وأكتبُ مقالًا حولَ ذلك، وأعرضهُ أمامَ زملائي.

أبحثُ:

ما تأثيرُ الشمسِ على حدوثِ ظاهرةِ المدِّ والجزرِ؟

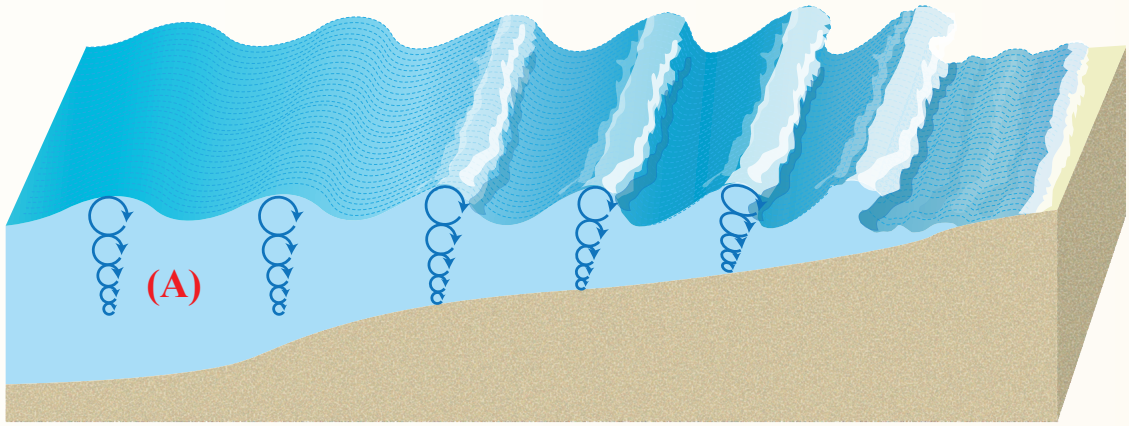
بالاستعانةِ بمصادرِ المعرفةِ المختلفةِ أجدُ تأثيرَ الشمسِ عندَما تكونُ الأرضُ والقمرُ في المستوى نفسِهِ، وعندَما تكونُ الشمسُ والأرضُ والقمرُ متعامدةً معَ بعضِها.



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

مراجعةُ الدرسِ

1. أحددُ العواملَ التي تعتمدُ عليْها الموجةُ الناشئةُ بفعلِ الرياحِ.
2. أوضحُ العلاقةَ بينَ ارتفاعَ الموجةِ وسعتِها.
3. **أفسِّرُ** عدمَ تحركِ المياهِ إلى الأمامِ معَ حركةِ الأمواجِ.
4. أوضحُ كيفيةَ حدوثِ أمواجِ تسونامي.
5. **أفسِّرُ** كيفَ يحدثُ المدُّ.
6. يمثلُ الشكلُ الآتي حركةَ جزيئاتِ الماءِ في مياهِ المحيطاتِ، أدرسُ الشكلَ الآتيَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



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

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

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

الدرسُ 3

تيارات المحيطِ والمناخِ

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.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ :

تيارُ المحيطِ Ocean Current

التياراتُ السطحيةُ Surface Currents

تأثيرُ كوريوليس Coriolis effect

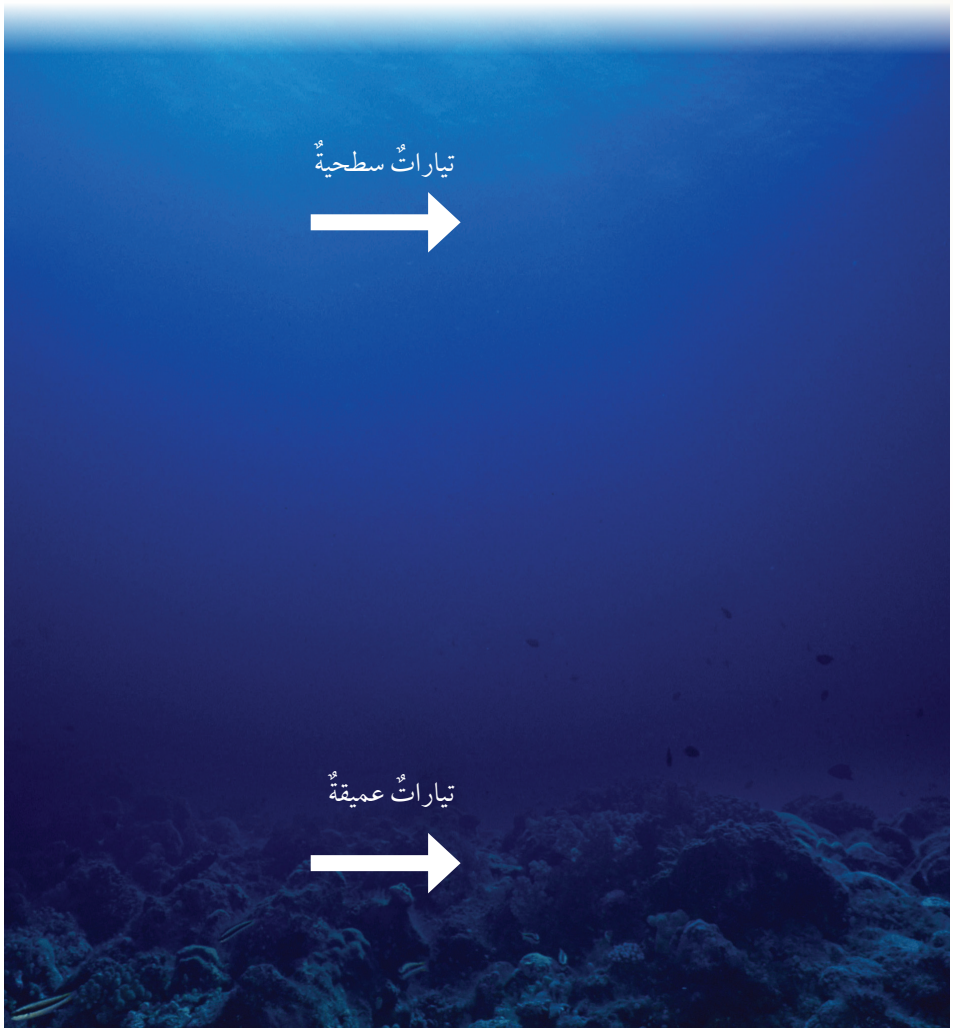
الحزامُ الناقلُ العالميُّ global conveyer belt

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 ثلاثةِ أنواعٍ هيَ: التياراتُ السطحيةُ، والتياراتُ العميقةُ 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؛ مما يؤدي إلى حركةِ المياهِ السطحيةِ بشكلٍ دائمٍ؛ فمثلاً عندَما تهبُّ الرياحُ التجاريةُ منَ الشرقِ إلى الغربِ في الجزءِ الشماليِّ منْ خطِّ الاستواءِ تنشأُ تياراتٌ سطحيةٌ استوائيةٌ تتحركُ منَ الشرقِ إلى الغربِ. يوضحُ الشكلُ (12) حركةَ الرياحِ التجاريةِ وتأثيرَها على اتجاهِ التياراتِ السطحيةِ.

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 وتتحركُ معَ عقاربِ الساعةِ ونحوَ يسارِ حركتِها في نصفِها الجنوبيِّ، وتتحركُ عكسَ عقاربِ الساعةِ. ويؤدي تأثيرُ كوريوليس وتأثيرُ مواقعِ القاراتِ إلى انحرافِ تياراتِ المحيطِ وتشكلِ أنظمةٍ منَ الدوائرِ المغلقةِ تُسمّى الحركةَ الدائريةَ gyres، أنظرُ الشكلَ (12) حيثُ تظهرُ هذهِ الحركةُ باللونينِ الأحمرِ والأزرقِ.

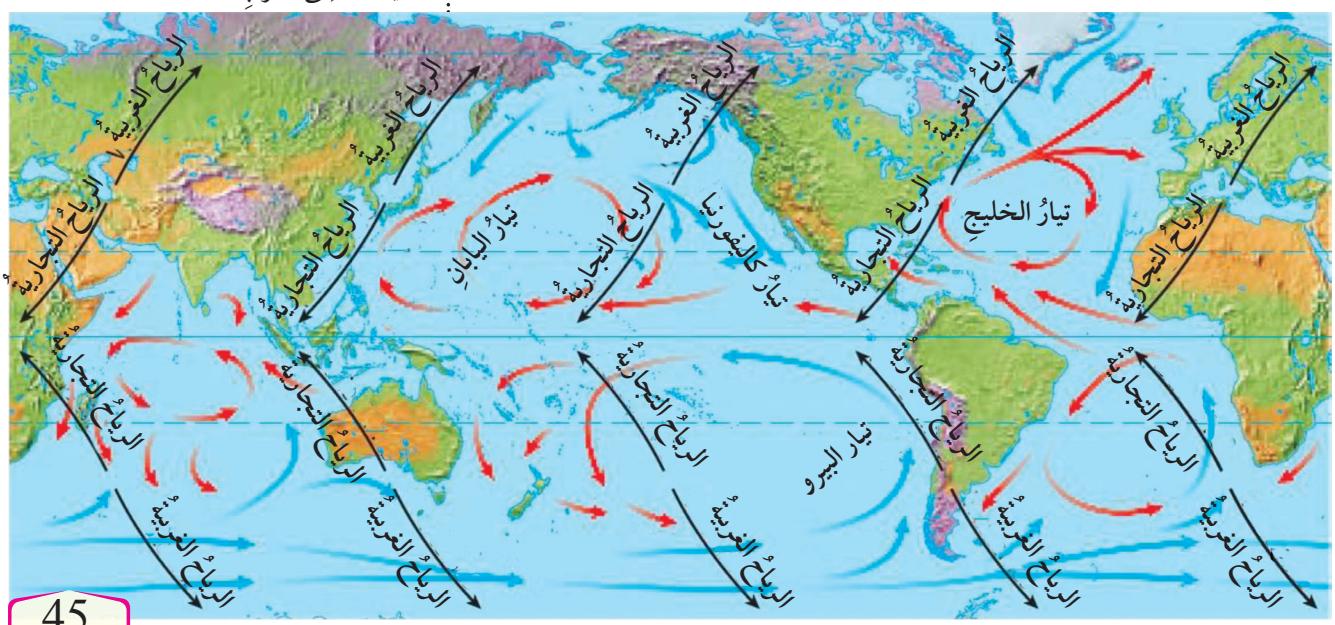
✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ كيفَ تؤثرُ الرياحُ العالميةُ الدائمةُ على التياراتِ السطحيةِ.

الربطُ معَ الجغرافيا

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 خطَّيْ عرضِ 30 جنوبًا وشمالًا باتجاهِ مناطقِ الضغطِ المنخفضِ عندَ خطِّ الاستواءِ. أما الرياحُ الغربيةُ فتهبُّ منْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ عندَ خطَّيْ عرضِ 30 شمالًا وجنوبًا باتجاهِ مناطقِ الضغطِ المنخفضِ عندَ خطَّيْ عرضِ 60 شمالًا وجنوبًا وهيَ تتحركُ منَ الغربِ إلى الشرقِ في القسمِ الشماليِّ.

أما الرياحُ القطبيةُ فتهبُّ منْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ عندَ الأقطابِ باتجاهِ خطَّيْ عرضِ60 شمالًا وجنوبًا.



الشكلُ (12): يكونُ الإتجاهُ السائدُ للرياحِ التجاريةِ في الجزءِ الشماليِّ منَ الأرضِ هوَ الشمالَ الشرقيَّ؛ مما يؤدي إلى ميلِ التياراتِ السطحيةِ باتجاهِ الجنوبِ وبسببِ تأثيرِ كوروليس 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 وأعرضهُ أمامَ زملائي.

تتكونُ تياراتٌ أخرى في المحيطِ بسببِ اختلافِ الكثافةِ، ولتعرُّفِ كيفيةِ حدوثِ ذلكَ نفِّذِ 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، ثلجٌ، 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 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 المتدفقةَ 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 علاقةِ كليْهِما بالكثافةِ.
3. **أستنتجُ** سلوكَ تياراتِ المحيطِ في الماءِ بسببِ الكثافةِ.

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

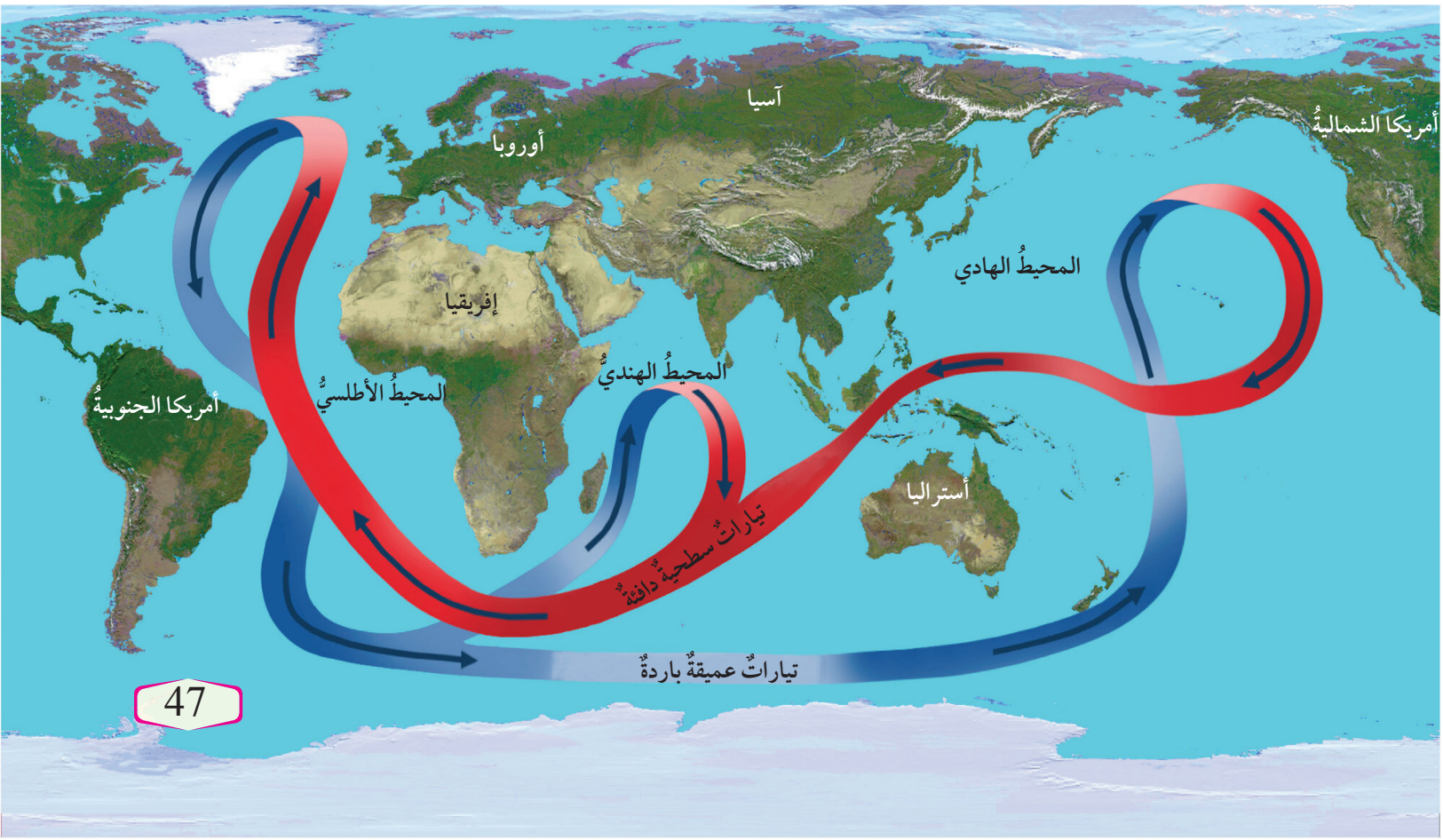
تياراتُ المحيطِ العميقةُ Deep ocean currents

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.

يوضحُ الشكلُ (13) الحزامَ الناقلَ العالميَّ، 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 منْ خلالِ التياراتِ الصاعدةِ. وقدْ تستغرقُ هذهِ الدورةُ في الحزامِ الناقلِ حوالي 1000 سنةٍ.

الشكلُ (13): الحزامُ الناقلُ العالميُّ.

أتتبعُ حركةَ التيارِ السطحيِّ الدافئِ والتيارِ العميقِ البارد.



التياراتُ الصاعدةُ Upwelling Currents

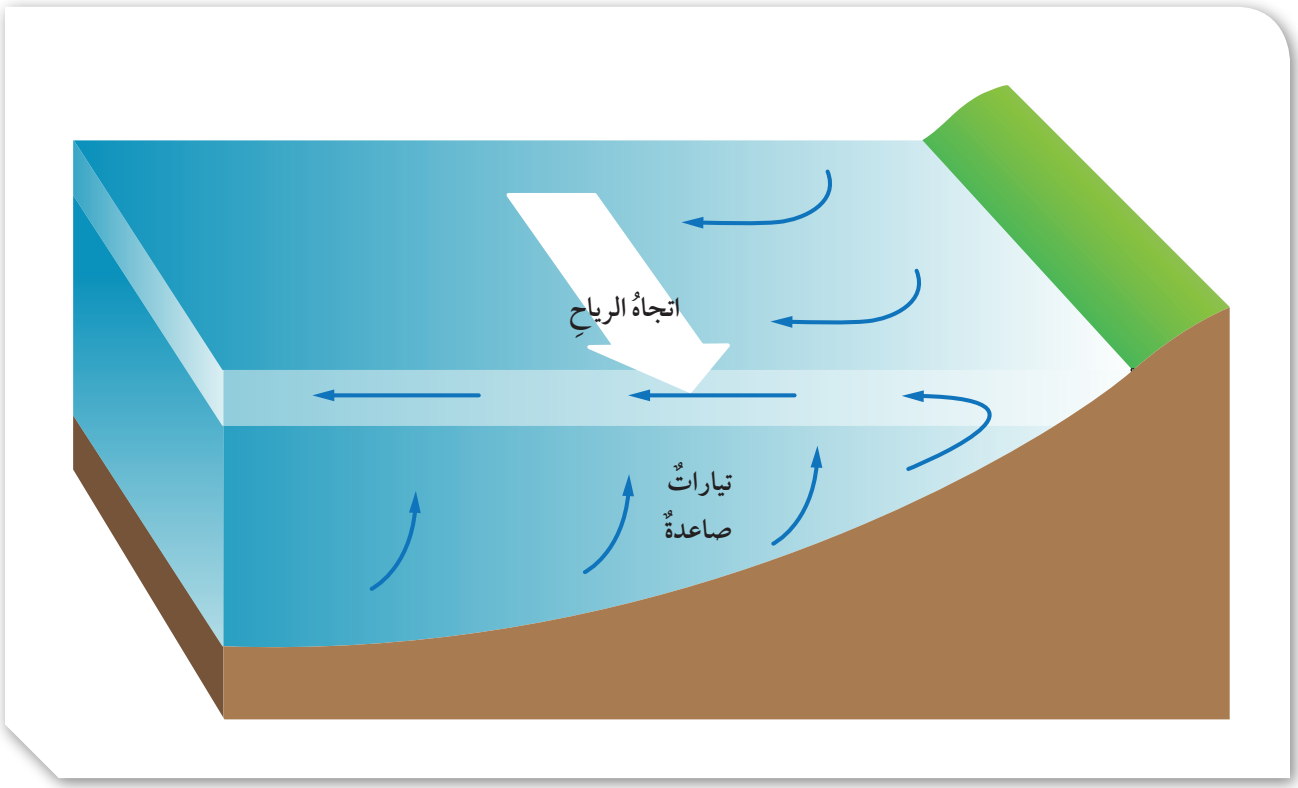
تؤثرُ الرياحُ أيضًا في تكوينِ حركاتٍ رأسيةٍ للمياهِ تُسمّى التياراتِ الصاعدةَ Upwelling Currents وتعني صعودَ تياراتِ المياهِ الباردةِ إلى الأعلى؛ لتحلَّ محلَّ المياهِ السطحيةِ الدافئةِ التي أُزيحَتْ بوساطةِ الرياحِ. وتنتشرُ التياراتُ الصاعدةُ على امتدادِ السواحلِ الغربيةِ للقاراتِ، وتنشأُ باستمرارٍ حاملةً معهَا مياهًا باردةً؛ ما يفضي إلى خفضِ درجةِ حرارةِ المياهِ السطحيةِ قريبًا منَ الشاطئ، 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.

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ كيفيةَ تأثيرِ حركةِ الحزامِ الناقلِ العالميِّ على مناخِ الأرضِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي 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 اتجاهَها 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 الخلجانِ ومصباتِ الأنهارِ.

التياراتُ المحيطيةُ والمُنـاخُ Ocean Currents and Climate

تلعـبُ المحيطـاتُ دورًا مهمًّـا فـي المحافظـةِ علـى بقـاءِ كوكـبِ الأرض دافئًـا؛ عـنْ طريـقِ امتصـاصِ غالبيـةِ الأشـعةِ الشمسـيةِ السـاقطةِ عليـهِ، والاحتفـاظِ بِهـا ثـمَّ إشـعاعِها (أيْ بثِّهـا وإرسـالِها) إلـى الغـلافِ الجـويِّ، وهـذا يؤثـرُ بشـكلٍ كبيـرٍ فـي حـالاتِ الطقـسِ والمنـاخِ علـى سـطحِ الأرضِ. وتتفاعـلُ المحيطـاتُ مـعَ الغـلافِ الجـويِّ، ويحـدثُ بينهُمـا تبـادلٌ للغـازاتِ وبخاصـةٍ الأكسـجينُ وثانـي أكسـيدِ الكربـونِ، علمًـا بأنَّـهُ تعـدُّ المحيطـاتُ مخزنًـا ضخمًـا لغـازِ ثانـي أكسـيدِ الكربـونِ حيـثُ يسـتقرُّ فـي أعمـاقِ المحيـطِ لفتـراتٍ زمنيـةٍ طويلـةٍ، ولـولا ذلـكَ لتراكَـمَ ثانـي أكسـيدِ الكربـونِ فـي الجـوِّ، ولـزادتْ درجـةُ حـرارةِ الغـلافِ الجـويِّ، وتغيـرتْ مناخـاتُ الأرضِ.

وتلعبُ التياراتُ المحيطيةُ المختلفةُ دورًا رئيسيًّا 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 خطِّ الاستواءِ كثيرًا جدًّا، وستنخفضُ ـ في المقابلِ ـ 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، وتشكُّلِ حالاتٍ منْ عدمِ الاستقرارِ الجويِّ، ومنْ ثمَّ التأثيرُ في حالاتِ الطقسِ في المناطقِ الساحليةِ التي تمرُّ قريبًا منْها، وفي

الربطُ معَ الفيزياءِ

الحرارةُ النوعيَّةُ:

تُعرَّفُ الحـرارةُ النوعيةُ بأنَّها كميةُ الحـرارةِ اللازمةِ لرفعِ درجةِ حرارةِ 1 كيلوغـرامٍ منَ المادةِ درجـةً مئـويةً واحـدةً. وتختلفُ الحرارةُ النوعيةُ منْ مادةٍ إلى أخـرى بنـاءً عـلى التركيبِ الذريِّ للمـادةِ، ومنْ ثمَّ قدرتُها عـلى التوصيـلِ الحـراريِّ. فكلَّمـا زادتْ قـدرةُ المـادةِ عـلى التـوصيلِ زادتْ حـرارتُها النـوعيةُ، والمادةُ ذاتُ الحرارةِ النوعيةِ العليا تكتسبُ الحرارةَ ببطءٍ، وفي الوقـتِ نفسـهِ تفقدُها ببطءٍ. وتعدُّ المياهُ منَ الموادِّ ذاتِ الحرارةِ النوعيةِ العاليةِ؛ لذلكَ تكونُ مياهُ المحيطاتِ في النهارِ أقلَّ درجةَ حرارةٍ من اليابسةِ، بينَما يحدثُ العكسُ في الليلِ.

المقابلِ عندَما تتحركُ تياراتُ المياهِ الباردةُ نحوَ خطِّ الاستواءِ؛ لذلك فإنَّها تعملُ على تقليلِ درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ في تلكَ المناطقِ التي تصلُها، وتجعلُها أكثرَ اعتدالًا. ويوضحُ الشكلُ : أحدَ التياراتِ الدائريةِ المحيطيةِ وهوَ تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليِّ الذي يتكونُ منْ عددٍ منَ التياراتِ السطحيةِ الفرعيةِ، الذي يحملُ الماءَ الساخنَ نحوَ الشمالِ والماءَ الباردَ نحوَ خطِّ 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 خطِّ الاستواءِ؛ فيخفِّضُ منْ درجةِ حرارةِ الجوِّ وكذلكَ يعملُ التيارُ السطحيُّ منهُ 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 ومدة تأثيرِها، في المناطقِ التي تتكونُ فيها تلكَ التياراتُ.

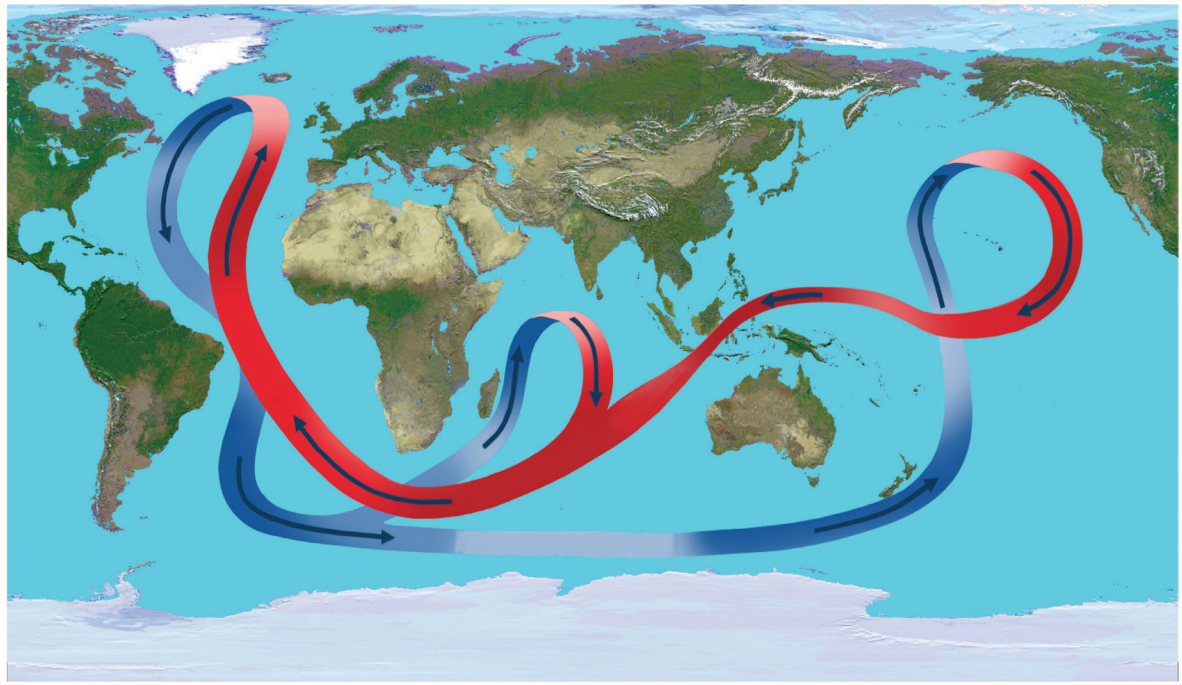
✓ **أتحقَّقُ:** كيفَ تؤثرُ التياراتُ السطحيةُ في طقسِ المناطقِ التي تمرُّ قريبًا منْها.

الشكلُ (15): تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليِّ الدائريِّ.

أوضحُ تأثيرَ حركةِ تيارِ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليِّ على المناخِ.

مراجعةُ الدرسِ

1. أحددُ أسبابَ تكوُّنِ التياراتِ السطحيةِ.
2. **أُقارِنُ** بينَ تأثيرِ كوريوليس في شمالِ الكرةِ الأرضيةِ وجنوبِها.
3. أوضحُ أهميةَ تيارِ الخليجِ في توازنِ المناخِ على سطحِ الأرضِ.
4. **أفسرُ** تأثيرَ التياراتِ الصاعدةِ على الطقسِ والكائناتِ الحيةِ.
5. يمثلُ الشكلُ الآتي الحزامَ الناقلَ العالميَّ، أدرسُ الشكلَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



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

ب– أوضحُ: ما أهميةُ الحزامِ الناقلِ في استقرارِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ.

ج – **أتتبعُ** حركةَ الحزامِ الناقلِ في المحيطِ الأطلسيِّ.

دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الصناعيةِ

Study of Oceans by Satalites

حاولَ الإنسانُ منذَ القدمَ دراسةَ البحارِ والمحيطاتِ لتعرُّفِ 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 بالتعاونِ بينَ وكالةِ الفضاءِ الأمريكيةِ (ناسا) ومركزِ الفضاءِ الفرنسيِّ العالميِّ- أحدَ أهمِّ الأقمارِ الصناعيةَ 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 لمدةِ 13 عامًا حيثُ انتهتْ مهمتهُ سنةَ 2006.

واستكمالًا لمهماتِ القمرِ الصناعيةَ TOPEX / Poseidon فقدْ قامتْ وكالةُ ناسا بالتعاونِ والتنسيقِ معَ مركزِ الفضاءِ الفرنسيِّ وهيئاتٍ أوروبيةٍ أخرى بإطلاقِ سلسةٍ منَ الأقمارِ الصناعيةَ، وهيَ: Jason-1 و Jason-2 وكانَ آخرُها Jason-3 في عامِ 2016 ؛ 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، والقمرُ الصناعيُّ Sentinel-3B ، في عامِ 2018 لمراقبةِ تضاريسِ المحيطاتِ، وقياسِ سطحِ الماءِ، ودرجةِ حرارتهِ، وكذلكَ لمراقبةِ تلوثِ المياهِ ومراقبةِ تأثيراتِ الاحتباسِ الحراريِّ. كما أطلقتْ كوريا الجنوبيةُ القمرَ الصناعيَّ Chollian-2B لدراسةِ المحيطاتِ في شهرِ شباطَ منْ عامِ2020 ، كذلكَ أطلقتِ الصينُ أربعةَ أقمارٍ صناعيةٍ لرصدِ المحيطاتِ، ودراسةِ تغيرِ المناخِ العالميِّ كانَ آخرُها HY-D1 في شهرِ حزيرانَ عامَ 2020.

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.

السؤالُ الأولُ:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. أيٌّ منَ المحيطاتِ الآتيةِ هوَ الأقلُّ مساحةً:
   أ - المحيطُ الأطلسيُّ.
   ب- المحيطُ الهنديُّ.
   ج- المحيطُ الهادي.
   د- المحيطُ 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 خطِّ الاستواءِ، وعندَ القطبيْنِ الشمالي والجنوبي للأرضِ.

السؤالُ السادسُ:

أستنتجُ: لماذا تقلُّ درجاتُ الحرارةِ في مياهِ المحيطاتِ مع 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 فصفْ كيفَ سيكونُ موقعُ كلٍّ منهُما وأينَ.

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:

أقوِّمُ العبارةَ الآتيةَ:

"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:

أُوضِّحُ كيفَ يحدثُ تكسرُ الأمواجِ.

السؤالُ الرابعَ عشرَ:

أوضحُ كيفَ تؤثرُ الرياحُ التجاريةُ 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 400 m.

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 للماء، فما المياهُ العادمةُ؟ وكيفَ يمكنُ الاستفادةُ منْها؟

الفكرةُ العامةُ:

تنتجُ المياهُ العادمةُ منْ عدةِ مصادرَ، وتجري معالجتُها بعدة طرائقَ؛ للتخلصِ من تأثيرِها السلبيِّ على البيئةِ.

الدرسُ الأولُ: مفهومُ المياهِ العادمةِ.

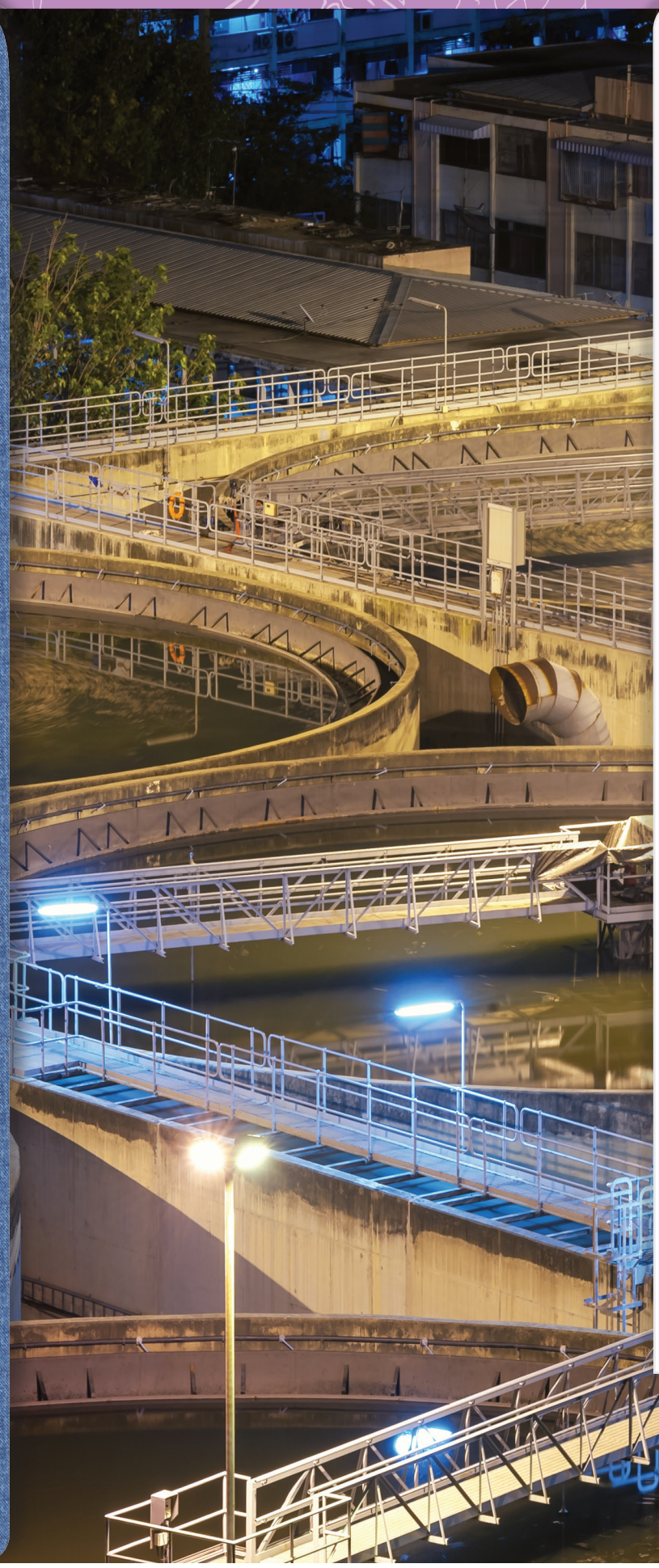
الفكرةُ الرئيسةُ: تنتجُ المياهُ العادمةُ منَ استخدامِ الإنسانِ المياهَ لتلبيةِ حاجاتِهِ اليوميةِ، سواءٌ في الاستخداماتِ المنزليةِ أمِ الصناعيةِ أمِ الزراعيةِ، وتحتوي المياهُ العادمةُ على كثيرٍ منَ الملوثاتِ.

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: تحدثُ معالجةُ المياهِ العادمةِ في محطاتٍ خاصةٍ لتنقيتِها، والاستفادةِ منَ المياهِ الناتجةِ عنْها بعدَ المعالجةِ في مجالاتٍ عدَّةٍ.



تنقيةُ المياهِ منَ الملوثاتِ

تتنوعُ أشكالُ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ، ويمكنُ التخلصُ منَ 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:

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

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 دقائقَ، 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 ومكوناتِهِ، 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:

- أوضحُ مفهومَ المياهِ العادمةِ.
- أوضحُ الخصائصَ الفيزيائيةَ والكيميائيةَ والبيولوجيةَ للمياهِ العادمةِ.
- أبينُ مصادرَ المياهِ العادمةِ المنزليةِ والصناعيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المياهُ العادمةُ	Wastewater
المياهُ السوداءُ	Black Water
المياهُ الرماديةُ	Grey 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 والبيولوجيةِ، ويجري تجميعُها في محطاتٍ خاصةٍ لمعالجتِها للتخلصِ من الآثارِ السلبيةِ التي تتركُها على البيئةِ وصحةِ الإنسانِ، أنظرُ الشكلَ (1).

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

يمكنُ تعرفُ الخصائصِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والبيولوجيةِ للمياهِ العادمةِ بعدَ تنفيذِ النشاطِ الآتي:

نشاطٌ

الخصائصُ الفيزيائيةُ والكيميائيةُ والبيولوجيةُ للمياهِ العادمةِ

أدرسُ الجدولَ الآتيَ الذي يمثلُ الخصائصَ الفيزيائيةَ والكيميائيةَ والبيولوجيةَ للمياهِ العادمةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

الخاصيةُ	وصفُ الخاصيةِ
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 تحللُ المادةِ العضويةِ بواسطةِ البكتيريا الهوائيةِ، وينتجُ عنْ عمليةِ التحللِ بفعلِ البكتيريا الهوائيةِ رائحةٌ خفيفةٌ، أما نقصُ الأكسجينِ الذائبِ في المياهِ العادمةِ فيؤدي إلى تحللِ المادةِ العضويةِ بواسطةِ البكتيريا اللاهوائيةِ،عندئذٍ تنتجُ منْ عمليةِ التحللِ 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، وغازِ كبريتيدِ الهيدروجينِ، والأمونيا، والنيتروجينِ. وتعتمدُ كميةُ الغازاتِ الذائبةِ على الفترةِ الزمنيةِ لمكوثِ المياهِ العادمةِ دونَ معالجةٍ.
الرقمُ الهيدروجينيُّ	يكونُ الرقمُ الهيدروجينيُّ منخفضًا في المياهِ الحامضيةِ وعاليًا في المياهِ 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 الدقيقةِ والديدانِ، بعضُ هذهِ الكائناتِ يعتبرُ وجودهُ ضروريًّا لإتمامِ المعالجةِ البيولوجيةِ 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 – **أفسرُ** اللونَ الداكنَ للمياهِ العادمةِ وسببَ وجودهِ.

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

3 – **أتنبأُ** بالآثارِ السلبيةِ لارتفاعِ أو انخفاضِ الرقمِ الهيدروجينيِّ في المياهِ العادمةِ.

4 – **أفسرُ** سببَ وجودِ رائحةٍ كريهةٍ للمياهِ العادمةِ.

5 – **أستقصي** أثرَ الفترةِ الزمنيةِ لمكوثِ المياهِ العادمةِ دونَ معالجةٍ على وجودِ الغازاتِ فيها.

يتبينُ مما سبقَ أنَّ أشكالَ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ متنوعةٌ؛ فقدْ تكونُ ذائبةً أوْ مترسبةً أوْ عالقةً فيها. وتؤثرُ جميعُ الملوثاتِ في لونِ المياهِ العادمةِ؛ فيصبحُ لونُها بينَ اللونِ الرماديِّ واللونِ الأسودِ، وتؤثرُ الملوثاتُ أيضًا في عكورةِ المياهِ العادمةِ ورقمِها الهيدروجينيِّ، كذلكَ تتميزُ المياهُ العادمةُ برائحةٍ كريهةٍ تصدرُ بسببِ تصاعدِ غازِ كبريتيدِ الهيدروجينِ الناتجِ منْ تحللِ الموادِّ العضويةِ، بواسطةِ البكتيريا اللاهوائيةِ، وتعتمدُ شدةُ رائحةِ المياهِ العادمةِ على كميةِ الأكسجينِ الذائبِ فيها، والتي تحددُ طبيعةَ تحللِ الموادِّ العضويةِ.

مصادرُ المياهِ العادمةِ Sources of Wastewater

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

تقسمُ مصادرُ المياهِ العادمةِ إلى عدةِ أنواعٍ، منْها:

المياهُ العادمةُ المنزليةُ Domestic Wastewater

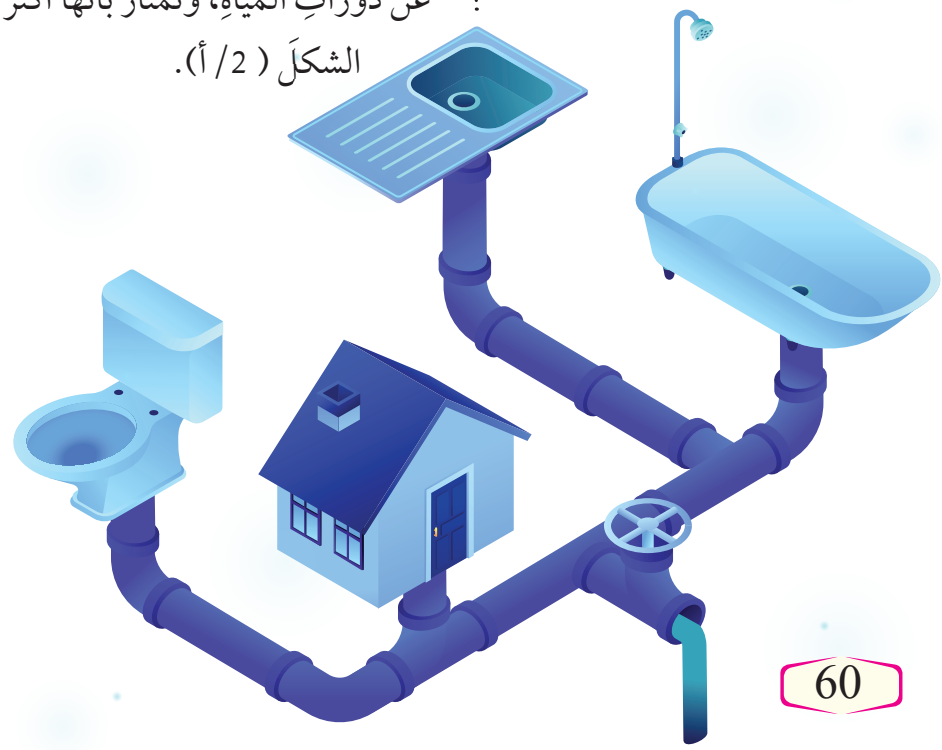
تنتجُ المياهُ العادمةُ المنزليةُ عنِ الاستعمالاتِ المنزليةِ المختلفةِ، وتُقسمُ إلى نوعيْنِ: المياهُ الرماديةُ Grey Water وهيَ المياهُ الناتجةُ عنِ استخدامِ مياهِ المطابخِ والمغاسلِ، وتحتوي على بقايا طعامٍ وصابونٍ ودهونٍ، ومنظفاتٍ. والمياهُ السوداءُ Black Water الناتجةُ عنْ دوراتِ المياهِ، وتمتازُ بأنَّها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

أبحثُ:

مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ لديَّ أبحثُ عنْ تأثيرِ درجةِ الحرارةِ في المياهِ العادمةِ؛ وأصممُ عرضًا تقديميًّا، وأعرضهُ أمامَ زملائي.

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

الشكلُ (2/ أ): مياهٌ عادمةٌ منزليةٌ



المياهُ العادمةُ الصناعيةُ Industrial Wastewater

تتكونُ المياهُ العادمةُ الصناعيةُ منَ المخلفاتِ السائلةِ الناتجةِ عنِ الصناعاتِ المختلفةِ، وتختلفُ المخلفاتُ الصناعيةُ اعتمادًا على طبيعةِ الصناعاتِ وعملياتِ التصنيعِ، والموادِّ المستعملةِ في التصنيعِ، ومعدلاتِ استهلاكِ المياهِ. علمًا بأَنَّ 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. أوضحُ المقصودَ بالمياهِ العادمةِ.
2. منْ خلالِ دراستي لمصادرِ المياهِ العادمةِ؛ أجيبُ عمّا يأتي:

أ – أقارنُ بينَ مصادرِ المياهِ العادمةِ.

ب– أصنفُ المياهَ الناتجةَ عنِ الاستخداماتِ الآتيةِ إلى مصادرِها:

– المياهُ الناتجةُ عنْ مزارعِ الدواجنِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ غسلِ الأواني في المطبخِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ تبريدِ الآلاتِ في المصانعِ.

3. **أستقصي** أثرَ المياهِ العادمةِ على البيئةِ.
4. **أقارنُ** بينَ المياهِ الرماديةِ والمياهِ السوداءِ منْ حيثُ مصدرُها.
5. **أفسرُ** سببَ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
6. أذكرُ طرائقَ جمعِ المياهِ العادمةِ.

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 والجوفيةِ.

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

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
المواد العضويةُ القابلةُ للتحللِ الحيويِّ
Biodegradable Organic Matters
مسبباتُ الأمراضِ Pathogeneses
المواد العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحللِ
Non- Degradable Organic Matter
الفلزاتُ الثقيلةُ Heavy Metals
المغذياتُ 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، وبخاصةٍ عندَ تركِها دونَ معالجةٍ، فإذا طُرِحَتِ المياهُ العادمةُ في البحارِ والمحيطاتِ ستتأثرُ الحياةُ البحريةُ، وتموتُ العديدُ منَ الكائناتِ الحيةِ التي تعيشُ فيها بسببِ الملوثاتِ، 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 أم مياهًا عادمةً صناعيةً.

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

تعتمدُ ملوثاتُ 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، وتشكلُ الموادُّ العضويةُ Organic Solids ما نسبتهُ ٪ 70 منَ الموادِّ الصلبةِ في المياهِ العادمةِ، وتشملُ الموادَّ البروتينيةَ والموادَّ الكربوهيدراتيةَ والدهونَ والزيوتَ، أمّا الموادُّ غيرُ العضويةِ 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، وأصممُ عرضًا تقديميًّا، وأعرضهُ أمامَ زملائي.

الملوثاتُ 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 البيولوجيةِ 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 والكربوهيدراتيةُ والدهونُ والزيوتُ.

مسبباتُ الأمراضِ Pathogenses:

تتوافرُ في المياهِ العادمةِ مسبباتُ الأمراضِ Pathogenses وهيَ الكائناتُ الدقيقةُ وغيرُ الدقيقةِ التي تؤدي إلى الإصابةِ بالأمراضِ المختلفةِ للإنسانِ أوِ الحيوانِ أوِ النباتِ في حالِ وجودِها في المياهِ، وإنَّ منِ الأمثلةِ عليْها: البكتيريا، والطحالبَ، والديدانَ، والفيروساتِ.

الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحللِ Non- Degradable Organic Matter:

تتكونُ الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحللِ Non- Degradable Organic Matter منْ موادَّ عضويةٍ لا تتحللُ بفعلِ العملياتِ البيولوجيةِ، ولكنَّها قدْ تتحللُ بواسطةِ مؤكسداتٍ كيماويةٍ قويةٍ، وتنتجُ هذهِ الموادُّ عنِ استخدامِ بعضِ المنظفاتِ الصناعيةِ في المنازلِ.

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

الملوثاتُ في المياهِ العادمةِ الصناعيةِ

Pollutants in Industrial Wastewater

تستخدمُ المياهُ في الصناعاتِ المختلفةِ بشكلٍ يوميٍّ في تبريدِ الآلاتِ وتنظيفِها، ومعالجةِ الموادِّ الخامِ، وينتجُ عنْ هذا الاستخدامِ مياهٌ ملوثةٌ يجري معالجتُها في المصانعِ معالجةً أوليةً قبلَ طرحِها في شبكةِ الصرفِ الصحيِّ لشدةِ خطورتِها، أنظرُ الشكلَ (4).

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

أفسرُ سببَ المعالجةِ الأوليةِ للمياهِ العادمةِ الصناعيةِ في المصانعِ.

ومنْ هذهِ الملوثاتِ الصناعيةِ:

الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ Non-Degradable Organic Matter: 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 للتحللِ، أوْ تتحللُ 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.

المغذياتُ 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 خطورةَ الفلزاتِ الثقيلةِ الموجودةِ في المياهِ العادمةِ الصناعيةِ.

قياسُ ملوثاتِ المياهِ العادمةِ
Measuring Wastewater Pollutants

يتمُّ قياسُ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ بعدةِ طرائقَ تعتمدُ على طبيعتِها إنْ كانتْ قابلةً للتحللِ الحيويِّ أوْ غيرَ قابلةٍ للتحللِ الحيويِّ، ومنْ حيثُ هيَ موادُّ صلبةٌ ذائبةٌ أوْ موادُّ عالقةٌ، ومنْ هذهِ الطرائقِ:

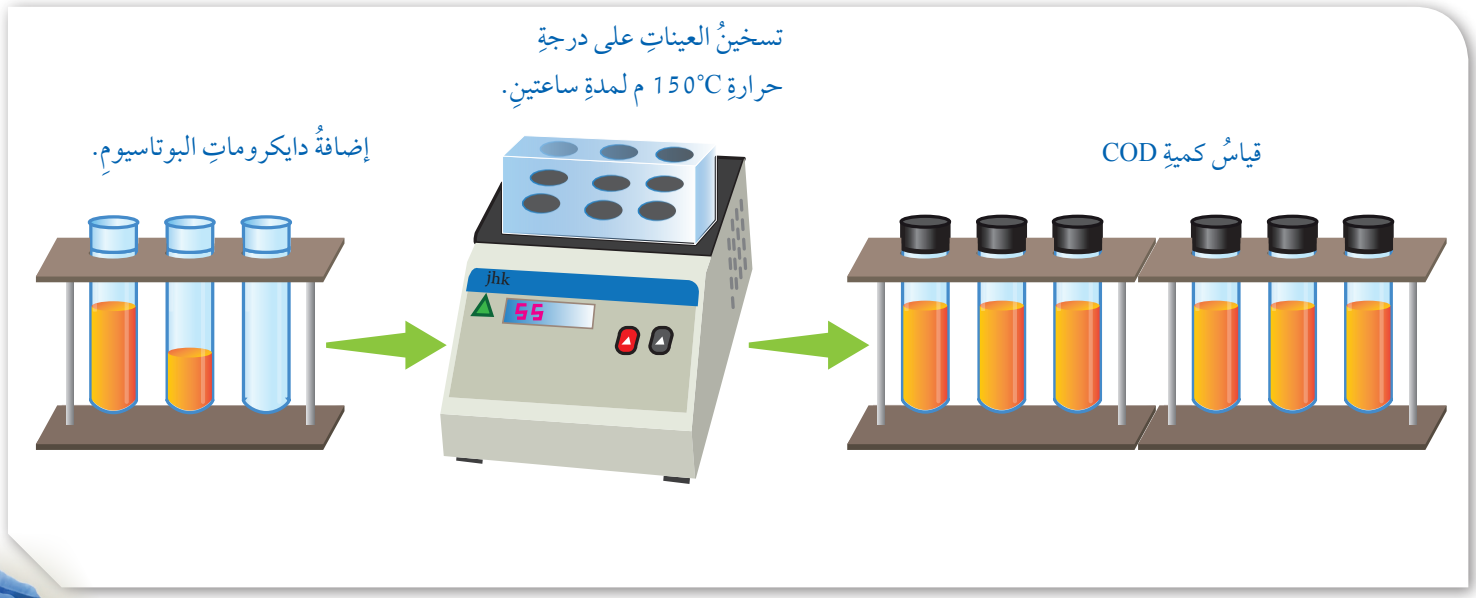
الأكسجينُ المستهلكُ حيويًّا Biological Oxygen Demand (BOD)

يحدثُ في طريقةِ الأكسجينِ المستهلكِ حيويًّا Biological Oxygen Demand (BOD) قياسُ كميةِ الأكسجينِ التي تستهلكُ حيويًّا بواسطةِ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ، للحصولِ على الطاقةِ عنْ طريقِ أكسدةِ الموادِّ العضويةِ في الماءِ؛ إذْ تشيرُ كميةُ الأكسجينِ المستهلكةُ إلى مقدارِ تلوثِ المياهِ العادمةِ بالموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ، فكلَّما كانَ مقدارُ (BOD) كبيرًا كانَ التلوثُ العضويُّ في المياهِ العادمةِ عاليًا.

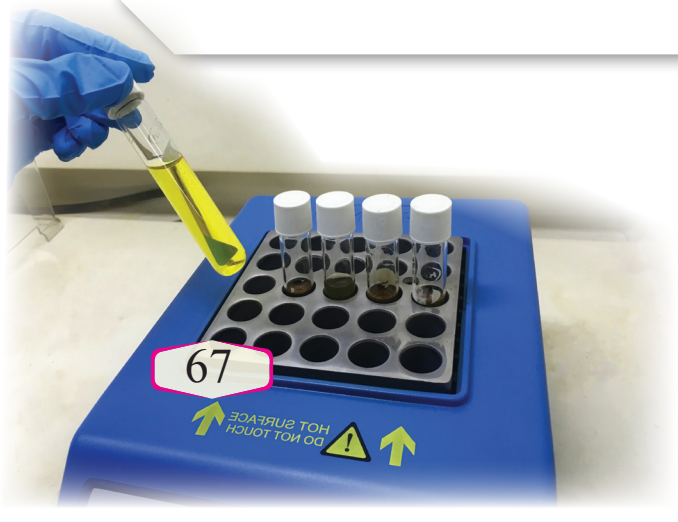
أفكر think عندَ قياسِ الملوثاتِ في المياهِ العادمةِ تكونُ قيمةُ COD دائمًا أعلى منْ قيمةِ BOD لعينةِ المياهِ الملوثةِ.

الأكسجينُ المستهلكُ كيميائيًّا Chemical Oxygen Demand (COD)

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



الشكلُ (5): آليةُ قياسِ كميةِ الأكسجينِ المستهلكِ كيميائيًّا



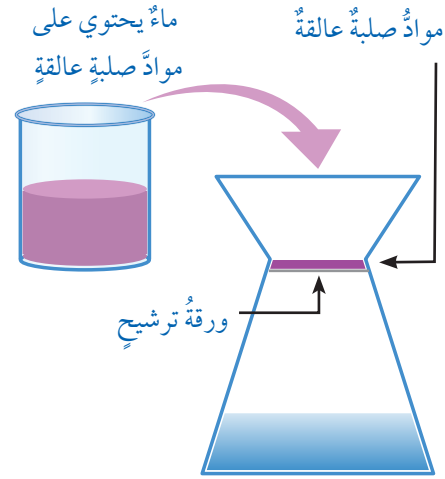
مجموعُ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ Total Suspended Solids (TSS)

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 الشكل (6)، وتجفيفِ البقايا المترشحةِ على درجةِ حرارةٍ عاليةٍ، ثمَّ إيجادِ كتلتِها.

مجموعُ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ Total Dissolved Solids (TDS)

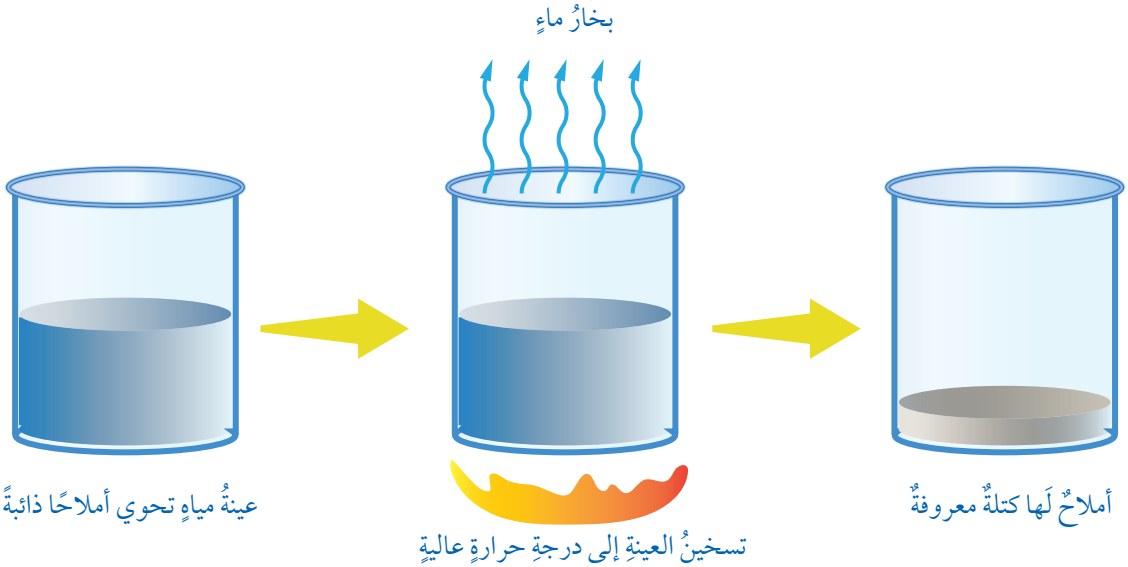
يُستخدَمُ مجموعُ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ Total Dissolved Solids (TDS)؛ باعتبارِهِ أحدَ المؤشراتِ على درجةِ تلوثِ المياهِ العادمةِ، وتتكونُ الموادُّ الصلبةُ الذائبةُ منْ موادَّ عضويةٍ وموادَّ غيرِ عضويةٍ وأيوناتٍ ذائبةٍ في الماءِ، وتُقاسُ كميةُ الموادِّ الذائبةِ في الماءِ عنْ طريقِ تبخيرِ كميةٍ محددةٍ 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.

يمكنُ تعرفُ بعضِ القيمِ الناتجةِ منْ قياسِ الملوثاتِ في بعضِ محطاتِ المياهِ العادمةِ؛ منْ خلالِ تنفيذِ النشاطِ الآتي:

نشاطٌ

قياسُ بعضِ الملوثاتِ في إحدى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ

الجدولُ الآتي يمثلُ قيمَ BOD وCOD وTSS في محطةِ الخربةِ السمرا لتنقيةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ، والتي قيستْ في الثامنِ منْ شهرِ 6 لعامِ 2020، حيثُ جرى فحصِ المياهِ عندَ مدخلِ المحطةِ والمياهِ 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 – أحددُ مواصفاتِ المياهِ عندَ مدخلِ المحطةِ ومخرجِها.

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

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

يتبينُ 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).

الجدولُ (1): مسبباتُ الأمراضِ الموجودةُ في المياهِ العادمةِ

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

الربطُ معَ الجغرافيا

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

آثارُ المياهِ العادمةِ على المياهِ السطحيةِ والجوفيةِ

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 تتراكمُ أسفلَ المسطحِ المائيِّ فتتحللُ بواسطةِ البكتيريا الهوائيةِ؛ ما يؤدي إلى استنزافِ الأكسجينِ، وموتِ عددٍ كبيرٍ منَ الكائناتِ المائيةِ، ثمَّ تنشطُ البكتيريا اللاهوائيةُ في تحللِ الموادِّ العضويةِ.

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

أيضًا تحتوي المياهُ العادمةُ على الفلزاتِ 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 الملوثاتُ 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؛ مما يقللُ منْ كميةِ الموارِدِ المائيةِ المتاحةِ، أنظرُ الشكلَ (9).

أتحقَّقُ: أناقشُ الآثارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على صحةِ الإنسانِ.

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ على السلاسلِ الغذائيةِ المائيةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

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

أوضح كيفَ تتلوثُ المياهُ الجوفيةُ منَ المياهِ العادمةِ؟

مراجعةُ الدرسِ

1. **أقارنُ** بينَ الملوثاتِ العضويةِ المنزليةِ والملوثاتِ العضويةِ الصناعيةِ، منْ حيثُ قابليتُها للتحللِ.
2. أوضحُ كيفَ تؤثرُ المياهُ العادمةُ على صحةِ الإنسانِ.
3. أوضحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ على السلاسلِ الغذائيةِ المائيةِ.
4. **أصفُ** آليةَ حدوثِ ظاهرةِ الإثراءِ الغذائيِّ.
5. **أصفُ** العلاقةَ بينَ وجودِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ ووجودِ الغازاتِ في المياهِ العادمةِ.
6. **أصنفُ** الملوثاتِ الآتيةَ إلى موادَّ عضويةٍ وموادَّ غيرِ عضويةٍ:

   كربوهيدراتٌ، أملاحٌ، عناصرُ معدنيةٌ، دهونٌ.
7. أذكرُ الطريقةَ التي يجري منْ خلالِها قياسُ كلٍّ ممّا يأتي:

   – الموادُّ العضويةُ والموادُّ غيرُ العضويةِ، والأيوناتُ الذائبةُ في الماءِ.

   – الموادُّ العضويةُ والموادُّ غيرُ العضويةِ العالقةُ في الماءِ.

   – الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ.

   – الموادُّ العضويةُ القابلةُ للتحلُّلِ الحيويِّ.

معالجةُ المياه العادمة
Wastewater Treatment

الدرسُ 3

الفكرةُ الرئيسةُ:
تحدثُ معالجةُ المياهِ العادمةِ في محطاتٍ خاصةٍ لتنقيتِها، والاستفادةِ منَ المياهِ الناتجةِ عنْها بعدَ المعالجةِ في مجالاتٍ عدَّةٍ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أصممُ 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 البيولوجيةُ
Biological Treatment
الحمأةُ Sludge

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ
Wastewater Treatment Plants

تعرفتُ سابقًا الأضرارَ التي تسببُها المياهُ العادمةُ في صحةِ الإنسانِ والمياهِ السطحيةِ والجوفيةِ، ولتفادي هذهِ الأضرارِ وحفاظًا على صحةِ الإنسانِ والبيئةِ يجري معالجتُها في محطاتٍ خاصةٍ، وتُعرَّفُ معالجةُ المياهِ العادمةِ Wastewater Treatment بأنَّها مجموعةٌ منَ العملياتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والبيولوجيةِ التي تهدفُ إلى إزالةِ الملوثاتِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ منَ المياهِ العادمةِ، والتخلصِ منْ أكبرِ نسبةٍ ممكنةٍ منْ تلكَ الملوثاتِ، 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 محطات معالجة المياه العادمة

أنواعُ معالجةِ المياهِ العادمةِ
Types of Wastewater Treatment

تجري معالجةُ المياهِ العادمةِ منْ خلالِ مراحلَ متتابعةٍ تُستخدَمُ فيها أنواعٌ متعددةٌ منَ المعالجةِ، وهيَ المعالجةُ الفيزيائيةُ Physical Treatment، والمعالجةُ الكيميائيةُ Chemical Treatment، والمعالجةُ البيولوجيةُ Biological Treatment، ويمكنُ تعرفُ أنواعِ معالجةِ المياهِ العادمةِ بتنفيذِ النشاطِ الآتي:

نشاطٌ

أنواعُ المعالجةِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويةِ للمياهِ 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 الملوثاتِ كبيرةِ الحجمِ.	- الطفوُ. - الترسيبُ الطبيعيُّ بفعلِ الجاذبيةِ. - الترسيبُ عبرَ وسطٍ حُبَيبيٍّ.
المعالجةُ الكيميائيةُ	تعتمدُ المعالجةُ الكيميائيةُ على التفاعلاتِ الكيميائيةِ، ويتمُّ منْ خلالِها إزالةُ أنواعٍ معينةٍ منَ الملوثاتِ التي يصعبُ إزالتُها بالطرائقِ الأخرى.	- الترويبُ الكيميائيُّ. - التطهيرُ. - الإدمصاصُ بالكربونِ. - الأسموزيةُ العكسيةُ.
المعالجةُ البيولوجيةُ	تعتمدُ المعالجةُ البيولوجيةُ على النشاطِ البيولوجيِّ للكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ في تحللِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ بيولوجيًّا.	- عملياتُ الحمأةِ المنشطةِ. - بحيراتُ الأكسدةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 - أذكرُ عملياتِ المعالجةِ المصاحبةِ لكلٍّ منَ: المعالجةِ الفيزيائيةِ، والمعالجةِ الكيميائيةِ، والمعالجةِ البيولوجيةِ.

2 - أحددُ العاملَ الذي تعتمدُ عليهِ كلٌّ منَ: المعالجةِ الفيزيائيةِ، والمعالجةِ الكيميائيةِ، والمعالجةِ البيولوجيةِ.

3 - أتنبأُ: ما طبيعةُ الملوثاتِ التي يجري التخلصُ منْها في كلٍّ منَ: المعالجةِ الفيزيائيةِ، والكيميائيةِ، والبيولوجيةِ.

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، ويتمُّ التخلصُ منَ الملوثاتِ التي يصعبُ التخلصُ منْها بالمعالجةِ الفيزيائيةِ والبيولوجيةِ، مثلَ الموادِّ العالقةِ بالماءِ التي يصعبُ ترسيبُها بالطرائقِ الطبيعيةِ.

أما المعالجةُ البيولوجيةُ فتعتمدُ على النشاطِ البيولوجيِّ للكائناتِ الحيةِ في تحللِ الموادِّ العضويةِ، مثلَ عملياتِ المعالجةِ ببحيراتِ الأكسدةِ التي تعدُّ أبسطَ عملياتِ المعالجةِ البيولوجيةِ، حيثُ يحدثُ تحللُ الموادِّ العضويةِ بواسطةِ البكتيريا الهوائيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أفسرُ دورَ العملياتِ البيولوجيةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

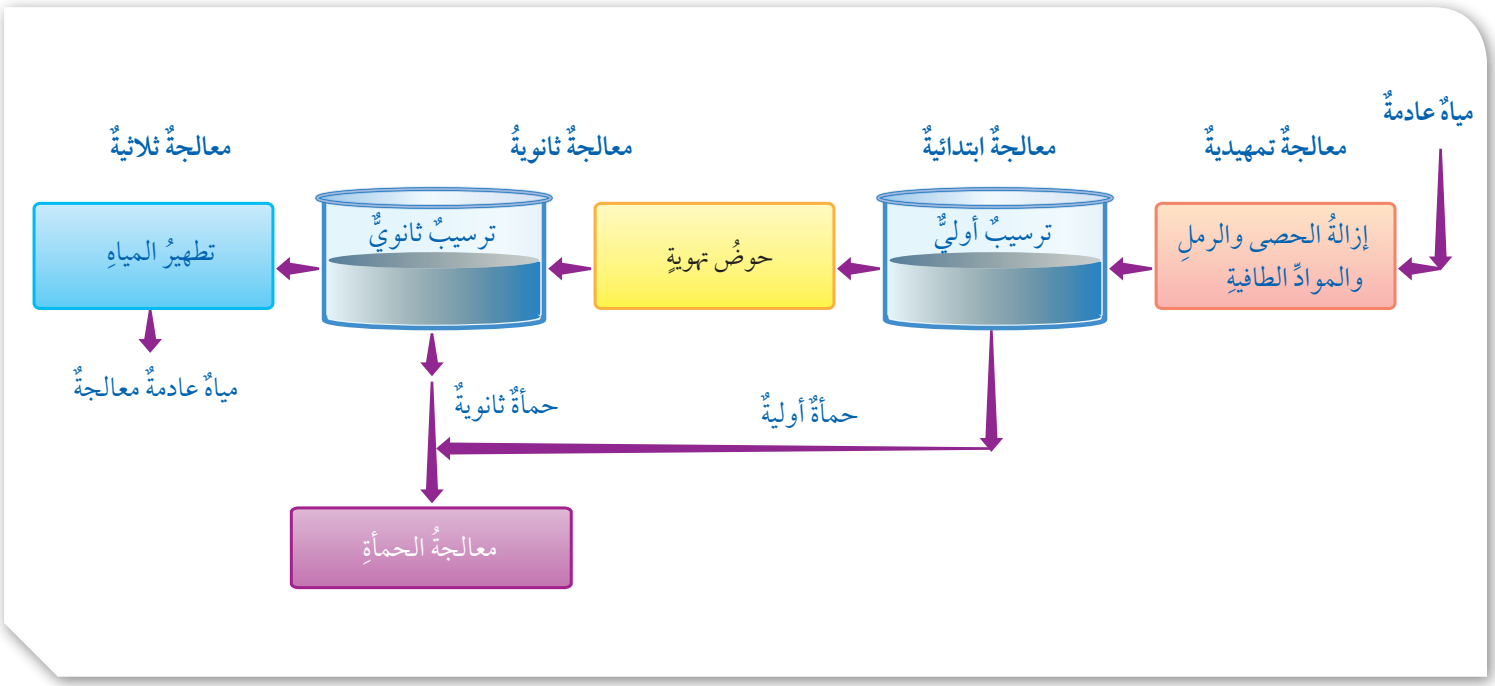
مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

Stages of Wastewater Treatment

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

الشكلُ (11): مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

أحددُ مراحلَ المعالجةِ التي تنتجُ منْ خلالِها الحمأةُ.



المعالجةُ التمهيديةُ Preliminary Wastewater Treatment

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

المعالجةُ الإبتدائية 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، وهيَ الموادُّ الصلبةُ العضويةُ وغيرُ العضويةِ التي ترسبتْ أثناءَ معالجةِ المياهِ العادمةِ، أنظرُ الشكلَ (12).

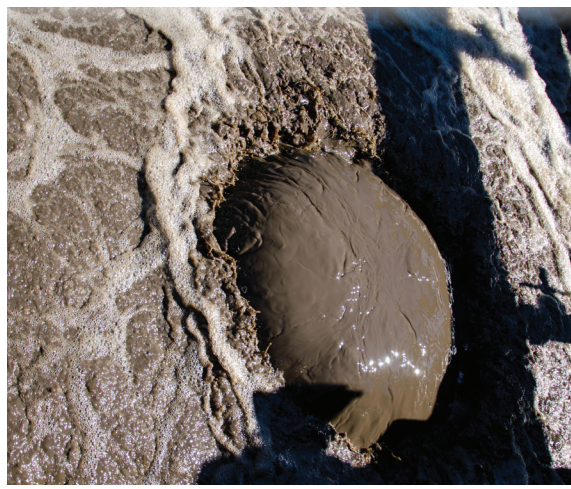
المعالجةُ الثانويةُ Secondary Wastewater Treatment

تضمُّ مرحلةُ المعالجةِ الثانويةِ عملياتِ المعالجةِ البيولوجيةِ بوجودِ الأكسجينِ، وذلكَ باستخدامِ البكتيريا الهوائيةِ التي تعملُ على تحللِ الموادِّ العضويةِ في المياهِ العادمةِ، حيثُ تجري إزالةُ نسبةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ بيولوجيًّا، والموادِّ العالقةِ التي لمْ تترسبْ في مرحلةِ المعالجةِ الابتدائيةِ.

المعالجةُ الثلاثيةُ أوِ المتقدمةُ Tertiary Wastewater Treatment

يتمُّ تطبيقُ مرحلةِ المعالجةِ الثلاثيةِ عندَما يكونُ هناكَ حاجةٌ إلى ماءٍ نقيٍّ بدرجةٍ عاليةٍ، حيثُ تجري إزالةُ الملوثاتِ مثلَ المغذياتِ والموادِّ السامةِ والموادِّ العالقةِ صغيرةِ الحجمِ، وتقليلِ نسبةِ مسبباتِ الأمراضِ، وذلكَ منْ خلالِ عدةِ طرائقَ منْها: الترويبُ الكيميائيّ، والادمصاصُ بالكربونِ، و الإسموزيةُ العكسيةُ، و تطهيرُ المياهِ العادمةِ التي ترسبتْ أثناءَ المعالجةِ.

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



الشكلُ (12): الحمأةُ في المياهِ العادمةِ أثناءَ معالجتِها.

أعملُ فلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker) يوضحُ الآثارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على الإنسانِ والبيئةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

الادمصاصُ بالكربونِ Carbon Adsorption

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

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ

Wastewater Treatment Plants in Jordan

يعاني قطاعُ المياهِ في الأردنِّ منْ شحٍّ شديدٍ في المياهِ، لأسبابٍ عديدةٍ، منْها: قلةُ الموارِدِ المائيةِ المتاحةِ، وزيادةُ الطلبِ على المياهِ، لذا؛ استمرَّ البحثُ عنْ مصادرَ بديلةٍ غيرِ تقليديةٍ للمياهِ، منْها معالجةُ المياهِ العادمةِ وإعادةُ استخدامِها، فتمَّ إنشاءُ حوالي اثنتينِ وثلاثينَ محطةَ معالجةِ مياهٍ عادمةٍ تخدمُ المدنَ والقرى والتجمعاتِ السكنيةِ في مختلفِ محافظاتِ المملكةِ.

وقدْ حققَ الأردنُ إنجازاتٍ مهمةً في قطاعِ الصرفِ الصحيِّ، حيثُ أصبحتْ محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ تعملُ بطرائقَ ووسائلَ علميةٍ حديثةٍ، وفقَ المعاييرِ العلميةِ العالميةِ التي تحافظُ على الصحةِ والبيئةِ، وتتمُّ الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ في أغراضِ الزراعةِ، ففي عامِ 2018 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، ويمكنُ تعرُّفُ بعضِ محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ بعدَ تنفيذِ النشاطِ 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.

نشاطٌ

بعضُ محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ

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

الرقمُ	اسمُ المحطةِ	كميةُ المياهِ الداخلةِ (مليونَ مترٍ مكعبٍ في السَنةِ)	كميةُ المياهِ الخارجةِ (مليونَ مترٍ مكعبٍ في السَنةِ)	كميةُ المياهِ المستغلةِ (مليونَ مترٍ مكعبٍ في السَنةِ)
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 – أحددُ: أيُّ المحطاتِ تحتوي على أكبرِ كميةِ مياهٍ عادمةٍ يتمُّ تنقيتُها؟ وأيُّها تحتوي على أقلِّ كميةٍ؟

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

3 – أستقصي أثرَ المياهِ العادمةِ الخارجةِ منْ هذهِ المحطاتِ على السدودِ التي تصبُّ فيها.

يتبينُ مما سبقَ أنَّ كميةَ المياهِ 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.

استخداماتُ المياهِ المعالجةِ Uses of Wastewater

لقد أدى شحُّ الموارِدِ المائيةِ إلى البحثِ عنْ مصادرَ مائيةٍ غيرِ تقليديةٍ، منْها إعادةُ استخدامِ المياهِ المعالجةِ، ويعتمدُ استخدامُ المياهِ 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 والماكيناتِ، 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 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 2015، وذلكَ بعدَ إنشاءِ محطةِ صرفٍ صحيٍّ (تنقيةِ جنوبِ عمانَ)، وهيَ منَ المحطاتِ الصديقةِ للبيئةِ حيثُ تعملُ بأحدثِ أنظمةِ المعالجةِ، ويتمُّ الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ في زراعةِ الشعيرِ والذرةِ العلفيةِ، أنظرُ الشكلَ (13) الذي يمثلُ زراعةَ الذرةِ العلفيةِ في جنوبِ عمانَ.

أمثلُ بيانيًّا باستخدامِ برمجيةِ إكسل، كميةَ المياهِ الداخلةِ لمحطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ، وكميةَ المياهِ الخارجةِ منْها، وكميةَ المياهِ المستغلةِ بعدَ المعالجةِ، في النشاطِ السابقِ صفحةِ (78)، يمكنُني اختيارُ(4) محطاتٍ منْها على الأقلِّ، ثمَّ أشاركهُ معلمي وزملائي في الصفِّ.

الشكلُ (13): زراعةُ الذرةِ العلفيةِ في جنوبِ عمانَ.

مراجعةُ الدرسِ

1. **أتتبعُ** 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 المتضمنةُ داخلَ كلِّ مرحلةٍ، والملوثاتُ التي تجري إزالتُها.

5. أحددُ مرحلةَ معالجةِ المياهِ العادمةِ التي يجري فيها ما يأتي:

- إزالةُ نسبةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحلُّلِ بيولوجيًّا.
- إزالةُ المغذياتِ مثلَ: النتروجينِ والفسفورِ.
- تطهيرُ المياهِ منْ مسبباتِ الأمراضِ.
- إزالةُ الموادِّ الصلبةِ الكبيرةِ.

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، ويتمُّ معالجةُ الحمأةِ قبلَ استخدامِها للتأكدِ منْ إزالةِ الملوثاتِ الضارةِ منْها، والتخلصِ منَ الماءِ الموجودِ فيها وتخزينِها.

وهناكَ عدةُ استخداماتٍ للحمأةِ، منْها: استخدامُها في الزراعةِ بعدَ معالجتِها بيولوجيًّا 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 المجففةُ سمادًا للمزروعاتِ، حيثُ تزودُ المحاصيلُ الزراعيةُ بكثيرٍ منَ العناصرِ الغذائيةِ التي تحتاجُها، مثلَ: النيتروجينِ والفسفورِ، فضلاً 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.

السؤالُ الأولُ:

املأ الفراغ فيما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

1. ..... المياهُ التي تطرحُها المنازلُ والمصانعُ والمزارعُ والمحلاتُ التجاريةُ في شبكةِ الصرفِ الصحيِّ أوِ الحفرُ الامتصاصيةُ بعدَ حدوثِ تغيرٍ في خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والبيولوجيةِ.
2. ..... مجموعةٌ منَ العملياتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والبيولوجيةِ التي تهدفُ إلى إزالةِ الملوثاتِ العضويةِ وغيرِ العضويةِ منَ المياهِ العادمةِ والتخلصِ منْ أكبرِ نسبةٍ ممكنةٍ منْ تلكَ الملوثاتِ.
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 سواءَ 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:
   - أ - غازُ كبريتيدِ الهيدروجين.
   - ب- غازُ الأمونيا.
   - ج- غازُ الميثانِ.
   - د- حمضُ الفورميكِ.

2. أكبرُ كميةِ مياهٍ عادمةٍ تجري معالجتُها في:
   - أ - محطةِ تنقيةِ عينِ الباشا.
   - ب- محطةِ تنقيةِ الخربةِ السمرا.
   - ج- محطةِ تنقيةِ السلطِ.
   - د- محطةِ تنقيةِ الكركِ.

3. منَ الأمثلةِ على المغذياتِ الموجودةِ في المياهِ العادمةِ التي تسببُ ظاهرةَ الإثراءِ الغذائيِّ:
   - أ - النيتروجينُ
   - ب- الكلوريداتُ.
   - ج- السليكاتُ.
   - د- الكربوناتُ.

4. منَ الأمراضِ التي تسببُها البروتوزوا:
   - أ - الديزانتاريا الأميبيةُ.
   - ب- التهابُ الكبدِ الفيروسيُّ.
   - ج- الكوليرا.
   - د- الحمى التيفيةُ.

السؤالُ الثالثُ:

أفسرُ العباراتِ الآتيةَ تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

1 - يؤدي التلوثُ بالمياهِ العادمةِ إلى الإخلالِ بالتوازنِ البيئيِّ.

2 - وجودُ الفلزاتِ 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 الداخلةِ إلى محطاتِ تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

السؤالُ الخامسُ:

أوضحُ كيفَ يتمُّ التخلصُ منَ الملوثاتِ العضويةِ بطريقةِ بحيراتِ الأكسدةِ.

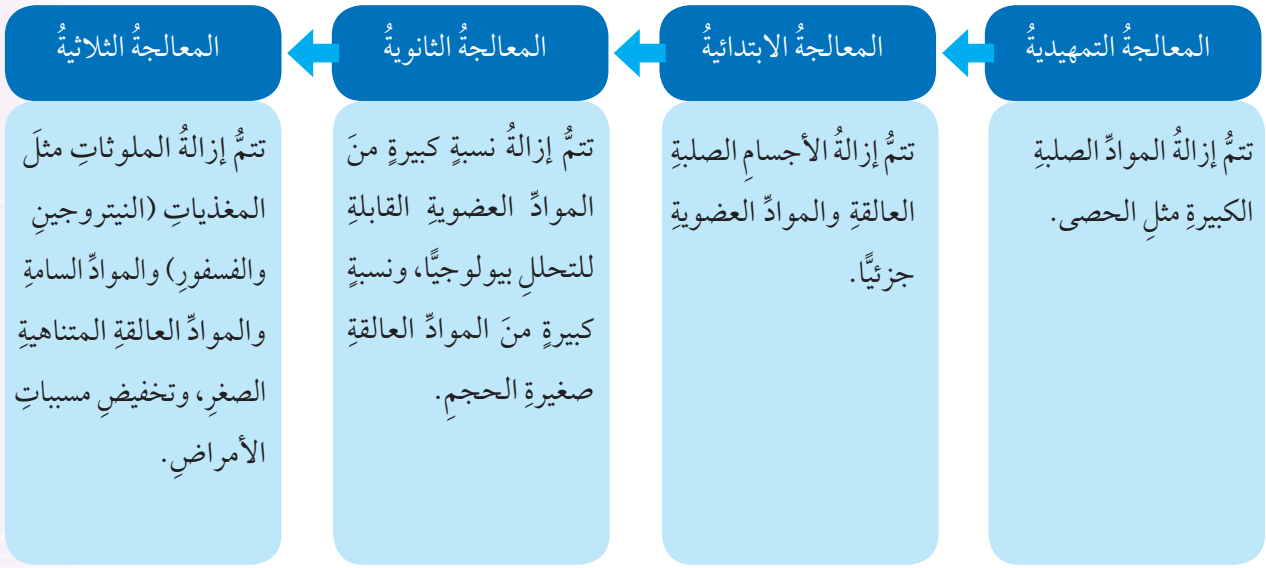
السؤالُ السادسُ:

أصنفُ العملياتِ الآتيةَ إلى: عملياتٍ فيزيائيةٍ، وأخرى كيميائيةٍ، وثالثةٍ بيولوجيةٍ:

التطهيرُ، 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.

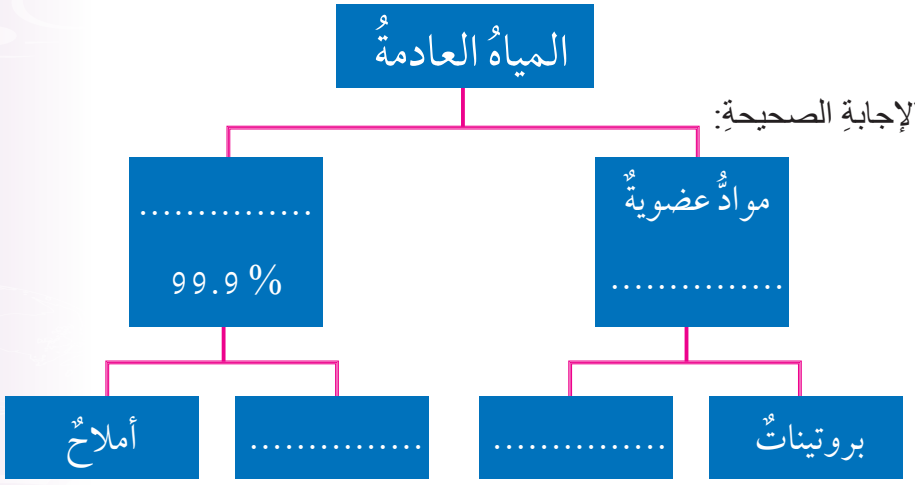
3 - **أستنتجُ** أهميةَ مرحلةِ المعالجةِ الثلاثيةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

السؤالُ الثامنُ:

أوضحُ كيفَ يمكنُ التخلصُ منَ الملوثاتِ غيرِ القابلةِ للتحللِ بيولوجيًّا 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 بواسطةِ 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 للتحللِ بيولوجيًّا، أوْ تتحللُ ببطءٍ شديدٍ، بإضافةِ موادَّ كيميائيةٍ مؤكسدةٍ قويةٍ مثلَ: دايكروماتِ البوتاسيومِ 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، تنتجُ منَ الأنشطةِ الصناعيةِ المختلفةِ.

أمواجُ تسونامي Tsunami Waves : أمواجٌ بحريةٌ ضخمةٌ ينتجُ معظمُها بفعلِ الزلازلِ التي تحدثُ تحتَ 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، وتتحركُ عندئذٍ معَ عقاربِ الساعةِ، ونحوَ يسارِ حركتِها في نصفِها الجنوبيِّ فتتحركُ بعكسِ عقاربِ الساعةِ.

تكسُّرُ الأمواجِ Breaking Waves: انهيارُ الأمواجِ وارتطامُها بالقاعِ؛ 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.

(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.

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

(خ)

خطوطٌ تَساوي الضغطِ الجويِّ Isobar: الخطوطُ التي تصلُ بينَ القيمِ المتساويةِ منَ الضغطِ الجويِّ.

(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 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 تبرزُ منهُ أقواسٌ باللونِ الأحمرِ باتجاهِ حركةِ الكتلةِ الهوائيةِ الدافئةِ.

(س)

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

(ص)

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

(ف)

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

(ك)

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

كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ بحريةٌ Maritime Tropical Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ تنشأُ فوقَ المحيطاتِ في المناطقِ المداريةِ الرطبةِ ذاتِ خطوطِ العرضِ المنخفضةِ، 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 ذاتِ خطوطِ العرضِ المنخفضةِ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (cT).

كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ بحريةٌ Maritime Polar Air Mass: كتلةٌ هوائيةٌ تتشكلُ فوقَ المحيطاتِ القريبةِ منَ المناطقِ القطبيةِ الباردةِ ذاتِ خطوطِ العرضِ المرتفعةِ، 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 ذاتِ خطوطِ العرضِ المرتفعةِ ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ(cP).

(م)

مرتفعٌ جويٌّ High- Pressure: منطقةُ تكوُّنِ قيمِ الضغطِ الجويِّ في مركزِها أكبرُ منْ قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ، ويقلُّ كلَّما ابتعدْنا نحوَ الخارجِ ، يُرمَزُ إلى المرتفعِ الجويِّ على خريطةِ الطقسِ بالرمزِ(H) بلونٍ أزرقَ.

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

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

معالجةٌ بيولوجيةٌ Biological Treatment: تعتمدُ على النشاطِ البيولوجيِّ للكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ في تحليلِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ بيولوجيًّا.

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

معالجةٌ كيميائيةٌ Chemical Treatment: تعتمدُ على التفاعلاتِ الكيميائيةِ، ويتمُّ منْ خلالِها إزالةُ أنواعٍ معينةٍ منَ الملوثاتِ التي يصعبُ إزالتُها بالطرائقِ الأخرى.

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

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

مغذياتٌ 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 الضغطِ الجويِّ في مركزِها أقلَّ منْ قيمِ الضغطِ الجويِّ في المناطقِ المجاورةِ لَها ويزدادُ 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 للتحللِ Non-Degradable Organic Matter: موادٌّ عضويةٌ لا تتحللُ بفعلِ العملياتِ البيولوجيةِ، ولكنَّها قدْ تتحللُ بواسطةِ 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 البيولوجيةِ المختلفةِ.

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

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

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

ميلٌ حراريٌّ Thermocline: الطبقةُ الرئيسةُ منَ المحيطِ التي تنخفضُ فيها درجةُ الحرارةِ بشكلٍ مفاجئٍ معَ العمقِ، ويمثلُها 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)، **إختبارات 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، سلطة المياه، (2020)، المملكة الأردنية الهاشمية.

ثانيًا- المراجعُ الأجنبيةُ:

1. Andrié, C. and Fieux, M.(2017), **The Planetary Ocean**, France: EDP Sciences, p: 579 .
2. Lutgens, K. and Tarbuck,E. (2014), **Foundations of Earth Science**, (7th) edition, Lake Street Newjersey: Pearson Education.
3. Passow, M. and Hei thous, M.(2018), **Earth and Space Science**, San_Diego_California: HMH Science
4. Shammas, N. and Wang, L. (2011), **Water and Wastewater Engineering**, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
5. Tarbuck, E. and. Lutgens , F. (2017), **Earth Science**, Lake Street New jersey: Pearson Education.
6. 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