المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

علوم الأرض والبيئة

الصف العاشر 10

الفصل الدراسي الثاني

دليل المعلم

دليل المُعلِّم

علوم الأرض والبيئة

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

10

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

د. محمود عبد اللطيف حبوش د. خوله يوسف الاطرم سكينة محي الدين جبر (منسقًا)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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

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

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم اسـتخدام هـذا الدليـل في مـدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعـلى للمركز الوطنـي لتطوير المناهـج في جلسـته رقـم (2022/5)، تاريـخ 2022/7/21 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2022/87)، تاريـخ 2022/8/16 م، بدءًا مـن العام الدراسي 2022 / 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 125 - 4

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2020/10/4585)

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

دليل المعلم: علوم الارض والبيئة: الصف العاشر / المركز الوطني لتطوير المناهج.– عمان: المركز، 2020

ج2(96) ص.

ر.إ.: 2020/10/4585

الواصفات: / علوم الارض والبيئة/ / المقررات الدراسية/ / التعليم الاعدادي/

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

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

الطبعة الأولى (التجريبية)

منهاجي
متعة التعليم الهادف

1443 هـ – 2022 م

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
الوحدة 3: الأرصاد الجوية	5
الدرس 1 : الكتل والجبهات الهوائية	8
الدرس 2 : أنظمة الضغط الجوي	16
الإثراء والتوسع	22
مراجعة الوحدة	23
الوحدة 4: المحيطات	25
الدرس 1 : خصائص مياه المحيطات	28
الدرس 2 : أمواج المحيط	35
الدرس 3 : تيارات المحيط والمناخ	42
الإثراء والتوسع	50
مراجعة الوحدة	51
الوحدة 5: المياه العادمة	53
الدرس 1 : مفهوم المياه العادمة	56
الدرس 2 : الآثار السلبية للمياه العادمة	61
الدرس 3 : معالجة المياه العادمة	71
الإثراء والتوسع	79
مراجعة الوحدة	80
ملحق إجابات أسئلة كتاب الأنشطة والتجارب العملية	M1
قائمة المراجع	M9

الوحدة الثالثة: الأرصاد الجوية Meteorological

التجربة الاستهلالية: الكتل والجبهات الهوائية

الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: **الكتل والجبهات الهوائية**	• بيان أنواع كل من الكتل الهوائية والجبهات الهوائية. • مقارنة بينَ أنواعِ الكتلِ الهوائيّةِ المختلفةِ. • تفسير كيفية تكون الجبهات الهوائية.	○ **نشاط**: خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس.	2
الثاني: **أنظمة الضغط الجوي**	• بيان بعض صفات المرتفعات والمنخفضات الجوية من حيث: درجة الحرارة، والضغط الجوي. • إعطاء أمثلة على المرتفعات والمنخفضات الجوية في شرقي البحر المتوسط.	○ **نشاط**: أنظمة الضغط الجوي.	3

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• تعداد عناصر الطقس من مثل: درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي. • دراسة كيفية قياس بعض عناصر الطقس. • دراسة تأثير عناصر الطقس في حركة الهواء والغيوم. • تنبؤ حالة طقس بسيطة.	الخامس	• توضيح المقصود بخرائط الطقس وخطوط تساوي الضغط. • تعرُّف المرتفعات والمنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والرموز المستخدمة في خرائط الطقس. • التنبؤ بحالة الطقس.	الحادي عشر
• تفسير عدم انتظام توزيع درجات الحرارة والضغط في أجزاء الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض. • ربط عدم انتظام الضغط في أجزاء الجو بغير درجة الحرارة • استنتاج مفهوم الكتل الهوائية وبعض صفاتها. • التنبؤ باتجاه حركة الكتل الهوائية • الربط بين حركة الكتل الهوائية والطقس.	الثامن	• تعرف مفهوم الأعاصير القُمعية، والأعاصير المَدارية. • توضيح كيف تنشأ كلٌّ من الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية. • المقارنة بينَ الأعاصير القُمعية والأعاصير المَدارية من حيث: سرعة الرياح المرافقة لكلٍّ منهما، والحجم، والامتداد، ومكان النشأة، وكيفية قياسها.	الثاني عشر

إضاءة للمعلم / للمعلمة

الغيوم المتوسطة.

للغيوم أشكال متنوعة، وألوان متباينة، وأحجام وأنواع مختلفة، وتصنف الغيوم اعتمادًا على ارتفاعها إلى أربع مجموعات رئيسة هي: الغيوم المرتفعة High Clouds، والغيوم المتوسطة Middle Clouds، والغيوم المنخفضة Low Clouds، والغيوم الرأسية Vertical Clouds.

تعد الغيوم المتوسطة أسمك من الغيوم المرتفعة.

والغيوم المتوسطة على نوعين:

1 – الغيوم الركامية المتوسطة التي تعد غيومًا سميكة تحجب ضوء الشمس، وتكوِّن ظلًّا على الأرض، وتبدو على شكل كرات متموجة لونها يتراوح بين الأبيض الناصع إلى الرمادي الغامق، كذلك تعد غيومًا غير ممطرة إلا أنها تشير إلى سقوط الأمطار.

2 – الغيوم الطبقية المتوسطة التي تتكون من قطرات من الماء، ويميل لونها إلى الأزرق أو الرمادي أو الأبيض المزرق، ولأنها أرق من الغيوم الركامية المتوسطة ؛ فلا تحجب ضوء الشمس، وتتشكل في الجبهات الهوائية عند رفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد.

أتأمَّل الصورة

أنواع الغيوم والكتل الهوائية.

- أوجِّهُ الطلبة إلى تأمُّل الصورة في مقدمة الوحدة، وإجابة السؤال الآتي في بند (أتأمَّل الصورة):

– ما العوامل التي يعتمد عليها تصنيف أنواع الغيوم؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، وأناقشها لاستنتاج أن الغيوم لها عدة أنواع؛ وأن الغيوم تصنف عادة اعتمادًا على الارتفاع الذي تبدأ بالتشكل عنده؛ إذ تختلف الغيوم في أنواعها عند اختلاف ظروف تكونها من حيث: درجة الحرارة، ورطوبة الهواء، والارتفاع المتشكلة عنده.
- أطرح السؤالين الآتيين على الطلبة:

– صف كيف يبدو شكل الغيوم.

– هل تتشابه الغيوم في أشكالها؟

- أخبر الطلبة أن الغيوم في الشكل تبدو منتفخة متناثرة في السماء، وتسمى غيومًا ركامية متوسطة الارتفاع، و أن الغيوم تصنف أيضًا؛ اعتمادًا على أشكالها. وأنهم سيتعرفون بعض أنواع الغيوم في هذه الوحدة.

◄ المناقشة:

الريح المبشرة بالمطر.

- أطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة في بداية الوحدة، ثم أناقشهم في معناها المتعلق بالسحب ونزول المطر.
- أخبر الطلبة أن المفسرين بينوا أن هذه الآية الكريمة ترينا قدرة الله تعالى على إرسال الرياح الطيبة المبشرة بالغيث؛ إذ تحمل الرياح السحاب المحمل بالمطر، وبها يحيي الله تعالى بلدًا قد أجدبت أرضه، ويبست أشجاره وزرعه؛ فيخرج به الكلأ والأشجار والزرع.

الفكرة العامـة:

الكتل الهوائية.

- أعرض أمام الطلبة النشرة الجوية الآتية:
(تتأثر المملكة بكتلة هوائية باردة تعمل على خفض درجة الحرارة وتشكل الغيوم، وتتساقط زخات من المطر في ساعات متفرقة أثناء النهار)، ثم أسألهم:

– ما المقصود بالكتلة الهوائية؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، وأناقشهم فيها.

– كيف أثرت الكتلة الهوائية في المملكة؟

عملت على خفض درجات الحرارة، وتشكل الغيوم و سقوط الأمطار.

– هل تتشابه الكتل الهوائية في تأثيرها على المناطق؟

ستتنوع إجابات الطلبة، وتتعدد مثل:
تتشابه الكتل الهوائية في تأثيرها؛ فهي تعمل على خفض درجات الحرارة، وقد يجيب بعض الطلبة بأن تأثير الكتلة الهوائية يعتمد على نوعها (باردة أم دافئة).

– ما العامل الذي يسبب تحريك الهواء على سطح الأرض؟

اختلاف قيم الضغط الجوي من مكان لآخر على سطح الأرض.

- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون في هذه الوحدة مفهوم الكتلة الهوائية وأنواعها، وكيف تنتقل من مكان إلى آخر، وما يتشكل من جبهات هوائية عند التقائها.

مشروع الوحدة

أرشيف الطقس

أطلب إلى الطلبة متابعة النشرة الجوية في إحدى الجرائد الرسمية، أو موقع دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، أو المواقع الأخرى المتخصصة بشكل يومي ولمدة شهر، لمناطق مختلفة من الأردن ثم أرشفتها، والاحتفاظ بها في دفتر قلاب يطلق عليه (أرشيف الطقس)، على أن يحرص كل طالب على توثيق النشرة الجوية التي يحصل عليها من حيث: (اليوم، والتاريخ، ومصدر المعلومات، والمنطقة الجغرافية).

- أوزِّع الطلبة إلى ثلاث مجموعات، ثم أحدِّد مهام كل منها على النحو الآتي:
- **المجموعة الأولى**: تحديد درجة الحرارة بشكل يومي، ثم تقديم ملخص تبين فيه المجموعة درجة الحرارة العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى خلال الشهر، وكذلك المتوسط الشهري لدرجة الحرارة: بحسب المنطقة الجغرافية.
- **المجموعة الثانية**: تحديد المنخفضات الجوية والمرتفعات الجوية، والكتل الهوائية التي تتعرض لها المملكة، ثم تقديم ملخص يوضح أهم هذه المنخفضات والمرتفعات، ومصادرها، وأثرها في حالة الطقس في ذلك الشهر.
- **المجموعة الثالثة**: تحديد اتجاه الرياح وسرعتها، وتقديم تقرير يوضح اتجاه هبوب الرياح السائد الذي تتعرض له المملكة في ذلك الشهر.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: إدارة الكوارث الطبيعية**

أخبر الطلبة بضرورة متابعة النشرة الجوية لتوخي الحيطة والحذر في الأجواء الماطرة جدًّا أو الحارة جدًّا؛ تجنبًا لزيادة حجم الخسائر الناجمة عن وقوع أية كارثة طبيعية؛ إذ يعد ذلك من أهم الإجراءات اللازمة لإدارة الكوارث الطبيعية.

تجربةٌ استهلاليةٌ

الكتلُ والجبهاتُ الهوائيةُ

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

الموادُّ والأدواتُ:

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

إرشاداتُ السلامةِ:

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

خطواتُ العملِ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

2 – أُقارِنُ بينَ كثافةِ المحلولينِ في الكأسينِ الزجاجيتينِ.

3 – أفسرُ سببَ اختلافِ كثافةِ المحلولينِ.

4 – أتنبّأُ بما سيحدثُ إذا تقاربتْ كتلتانِ منَ الهواءِ إحداهما دافئةٌ والأُخرى باردةٌ.

7

التحليل والاستنتاج:

1. عند إزالة حاجز الألمنيوم الذي يفصل بين المحلولين؛ سيتحرك المحلولين باتجاه بعضهما، بحيث يتحرك المحلول الأزرق إلى الأسفل والمحلول الأحمر إلى الأعلى.
2. كثافة المحلول الأزرق أكبر من كثافة المحلول الأحمر.
3. يعود سبب اختلاف كثافة المحلولين إلى اختلاف درجة حرارتهما؛ إذ تقل الكثافة بزيادة درجة الحرارة.
4. تتحرك الكتلة الهوائية الباردة أسفل الكتلة الهوائية الدافئة التي سترتفع إلى الأعلى.

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

الرقم	المعيار	التقدير 1	2	3	4
1	مراعاة إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	وصف حركة المحلولين عند ازالة الحاجز بينهما.				
3	تفسير سبب اختلاف كثافة المحلولين الأزرق والأحمر.				
4	التنبؤ بما سيحدث إذا تقاربت كتلتان من الهواء أحدهما باردة و الأخرى ساخنة.				

تجربة استهلالية

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف: التنبؤ بما سيحدث إذا تقاربت كتلتان من الهواء: إحداهما دافئة، والأخرى باردة.

المهارات العلمية: الملاحظة ، التواصل، التفسير، التنبؤ.

إرشادات السلامة:

- أطلب إلى الطلبة توخي الحذر في أثناء استعمالهم الماء الساخن خشية انسكابه على الجسم، وغسل الأيدي جيدًا بالماء والصابون بعد استخدام الأصباغ، واستعمال الوعاءين الزجاجيين بحذر؛ خشية الإصابة بجروح في حال كسر أحدهما أو كليهما.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفِّر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- أستخدم **استراتيجية التعلُّم التعاوني** وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أنْ يُظهِر كل طالب في المجموعة مسؤولية في التعلُّم.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستعمال **استراتيجية أكواب إشارة المرور** وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)؛ بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.
- أطلب إلى الطلبة رفع حاجز الألمنيوم ببطء في الخطوة (6)، وملاحظة انتقال المحلولين في المنطقتين.

النتائج المتوقعة: سيلاحظ الطلبة حركة المحلولين بالنسبة إلى بعضهما، وتفسير سبب حركة المحلول الأزرق إلى الأسفل، و المحلول الأحمر إلى الأعلى.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التنبؤ**

أوضِّح للطلبة – في أثناء حل السؤال الرابع من أسئلة التحليل والاستنتاج– أنَّ التنبؤ هو إحدى المهارات المرتبطة بالتفكير الذي نعتمد فيه على أساس علمي مدروس، ومعلومات وبيانات علمية متوافرة سابقًا؛ للتوصُّل إلى نتائج محددة، وتحليل ظواهر معينة.

الدرس 1

الكتل والجبهات الهوائية
Air Masses and Fronts

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

الكتلة الهوائية.

- أمهِّد لموضوع الدرس بتذكير الطلبة بالنشرة الجوية التي عرضتها في بداية الوحدة، وأطلب إلى أحد الطلبة أن يردد على مسمعي ما يسمعه في نشرة الأخبار الجوية.
- أكتب بعض المصطلحات التي ترد في النشرة على اللوح، مثل: الكتلة الهوائية، والجبهة الهوائية، ومصدر الكتلة الهوائية، ودرجة حرارتها.
- أطرح على الطلبة أسئلة لتعرف ما يمتلكونه من معلومات عن مفهوم الكلتة الهوائية، والجبهة الهوائية.
- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون مفهوم الكتلة الهوائية وأنواعها، ومفهوم الجبهة الهوائية في هذا الدرس.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

الطقس.

- أذكِّر الطلبة بمفهوم الطقس وعناصره، وكيف تؤثر عناصر الطقس المختلفة في حركة الهواء والغيوم.

2 التدريس

◄ بناء المفهوم:

الكتلة الهوائية.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- هل تتشابه المناطق جميعها على سطح الأرض في خصائصها؟ لا.
- كيف تتأثر خصائص الهواء بخصائص المنطقة التي تمكث فوقها؟

تؤثر المناطق المختلفة في خصائص الهواء الذي يمكث فوقها؛ لأن الهواء يكتسب خصائصه مثل درجة الحرارة والرطوبة من تلك المناطق، وتبعًا لها؛ فالمناطق الحارة الجافة يكون الهواء فوقها حارًّا جافًّا، والمناطق الباردة الرطبة يكون الهواء فوقها باردًا رطبًا.

- ماذا يمكن أن نسمي الكمية الضخمة من الهواء الممتد على منطقة ما، المتشابه في خصائصه من حيث: درجة الحرارة و الرطوبة؟ الكتلة الهوائية.

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

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أبيـنُ أنـواعَ كل مـن الكتـلِ الهوائيـةِ والجبهـاتِ الهوائيـةِ.
- أقارنُ بينَ أنواعِ الكتلِ الهوائيّةِ المختلفةِ.
- أفسرُ كيفيةَ تكوينِ الجبهاتِ الهوائيةِ.

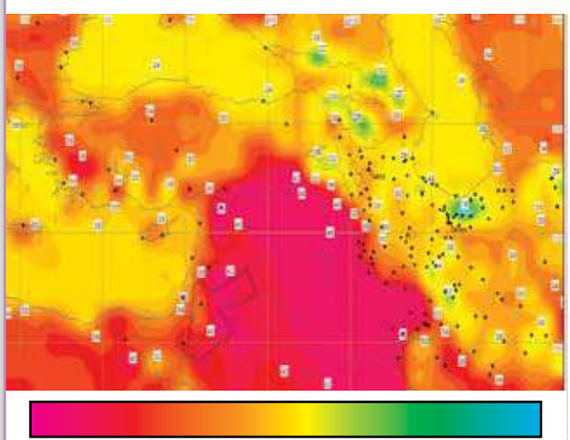
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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

الكتلةُ الهوائيةُ Air Mass

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

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



تزدادُ درجةُ حرارةِ الكتلةِ الهوائيةِ.

الشكلُ (1): إحدى خرائطِ الطقسِ التي تستخدمُ للتنبؤِ بحالةِ الطقسِ؛ تبينُ كتلةً هوائيةً حارةً وجافةً أثرت على الأردنِّ بتاريخ 31/8/2020. إذْ يمثلُ التغيرُ في اللونِ التغيرَ في درجاتِ حرارةِ الكتلةِ الهوائيةِ.
أحدّدُ اللّونَ الذي يشيرُ إلى الكتلةِ الهوائيةِ الأعلى درجةَ حرارةٍ.

- أوضِّح للطلبة مفهوم الكتلة الهوائية، وكيف تتحرك الكتل الهوائية على سطح الأرض بفعل الرياح، واختلاف أنظمة الضغط الجوي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

درجة حرارة الكتل الهوائية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1) الذي يبين إحدى خرائط الطقس التي تستخدم للتنبؤ بحالة الطقس؛ وفيها كتلة هوائية حارة وجافة أثرت على الأردن بتاريخ 31/ 8/ 2020.
- أوضِّح للطلبة دلالة الألوان في الشكل؛ حيث إنّ اللون الوردي الغامق و اللون الأحمر يدلان على كتلة هوائية حارة، واللون الأزرق والأخضر المزرق يدلان على كتلة هوائية باردة.
- أتتبع مع الطلبة تدرج الألوان، و درجات الحرارة في الخريطة.

حل سؤال الشكل (1):

اللون الوردي الغامق.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

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

نشاطٌ

خصائصُ الكتلِ الهوائيةِ وأثرُها على حالةِ الطقسِ

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

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

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحددُ خصائصَ الكتلةِ الهوائيةِ في النشرةِ الجويةِ السابقةِ.

2 – أبيّنُ مصدرَ الكتلةِ الهوائيةِ التي تأثرتْ بها المملكةُ.

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

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

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

التحليل والاستنتاج:

1. باردة جدًّا ورطبة.
2. من أصل قطبي.
3. أدت الكتلة الهوائية إلى خفض درجات الحرارة بشكل ملموس، وتشكل الغيوم مع هطول أمطار قد تكون غزيرة مصحوبة بالرعد على فترات في أغلب مناطق المملكة، وتساقط حبات البرد في بعض المناطق، وتساقط زخات من الثلج بين الحين والآخر فوق المرتفعات الجبلية العالية التي يصل ارتفاعها إلى 1000 m عن سطح البحر، وتساقط أمطار مخلوطة بالثلج على الارتفاعات الأقل من 1000 m، وحدوث الانجماد في ساعات الليل المتأخرة في المرتفعات الجبلية والبادية.
4. لا يشابه تأثير الكتلة الهوائية القادمة من صحراء الجزيرة العربية، ومصدرها شمال الهند، تأثير الكتلة الهوائية القطبية في حالة الطقس.

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

النقطة الأكثر أهمية	السبب

✓ **أتحقَّقُ:** كمية ضخمة منَ الهواءِ المتجانسِ في خصائصِهِ منْ حيث درجات الحرارةِ والرطوبةُ تمتد أفقيًا على مساحة واسعة من سطح الأرض.

نشاط:

خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف:

وصف العلاقة بين خصائص الكتل الهوائية وحالة الطقس.

المهارات العلمية:

التحليل، التوقُّع، الاستنتاج، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- استخدم **استراتيجية «كنت أعتقد، والآن أعرف»** بالطلب إلى الطلبة أن يرسموا جدولًا من عمودين في ورقة ويعنونوا أحدهما (كنت أعتقد) والآخر (الآن أعرف) بحيث يدونوا في العمود الأول ما يعتقدونه عن أثر الكتل الهوائية في المناطق التي تمكث فوقها، وكيف تؤثر المناطق في خصائص الكتل الهوائية، ثم أطلب إليهم أن يدونوا ما تعرَّفوه من معلومات جديدة عن ذلك بعد تنفيذ النشاط في العمود الثاني.
- أوجِّه الطلبة إلى تنفيذ نشاط: (خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أطلب إلى أفراد المجموعات دراسة النشرة الجوية الصادرة عن دائرة الأحوال الجوية، ثم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بها.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها لاستنتاج أن الكتل الهوائية تختلف في خصائصها؛ اعتمادًا على المنطقة التي تأتي منها أو تمكث فوقها. أبيِّن لهم أن مصدر الكتلة الهوائية يعني المنطقة التي تنشأ فيها الكتلة الهوائية، وتكتسب منها خصائصها.

النتائج المتوقعة:

- يُتوقَّع من الطلبة أن يتوصلوا إلى أن الكتل الهوائية تختلف باختلاف المنطقة القادمة منها، وأن الكتل الهوائية تتعدل خصائصها؛ اعتمادًا على المنطقة التي تمكث فوقها، كذلك تؤثر الكتل الهوائية على حالة الطقس للمنطقة التي تمكث فوقها.

◄ المناقشة:

خصائص الكتل الهوائية.

- أناقش الطلبة في سبب اختلاف الكتل الهوائية في خصائصها؛ عن طريق طرح الأسئلة الآتية:

– ما المناطق الرئيسة التي تحدد خصائص الكتل الهوائية؟ المناطق المدارية، المناطق القطبية.

– هل الكتل الهوائية القادمة من جميع المناطق المدارية لها الخصائص نفسها؟ لا، تعتمد خصائصها على طبيعة المنطقة المدارية؛ فهي إمّا مدارية قارية، وإمّا مدارية بحرية.

– ما خصائص كل من: الكتل الهوائية المدارية القارية، والكتل الهوائية المدارية البحرية؟ تتميز الكتل الهوائية المدارية القارية بأنها حارة جافة، أما الكتل الهوائية المدارية البحرية فتتميز بأنها كتل هوائية حارة رطبة.

– هل جميع المناطق القطبية قارية؟ لا، هناك مناطق قطبية بحرية.

– ما خصائص الكتل الهوائية القادمة من المناطق القطبية القارية؟ باردة جافة.

– صف ماذا سيحدث لكتلة هوائية حارة رطبة مكثت فوق منطقة صحراوية 3 أيام. قد تتعدل خصائصها أو تتغير، وتصبح كتلة هوائية حارة جافة.

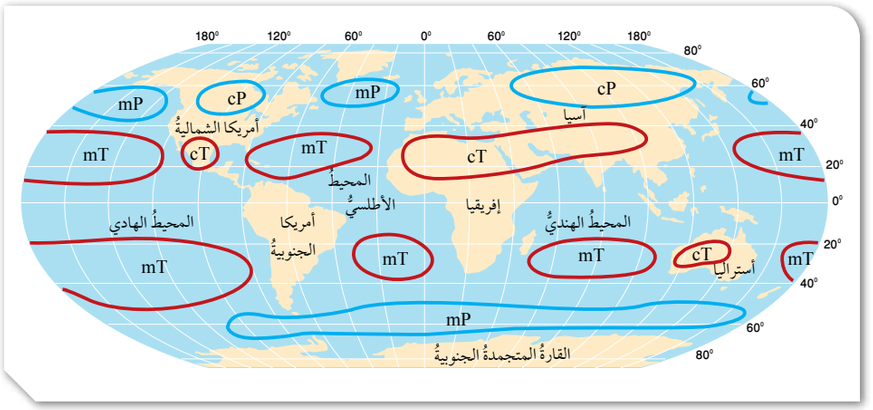
– هل تؤثر الكتل الهوائية في المناطق التي تمكث فوقها؟ فسر إجابتك. نعم، مثلًا الكتلة الهوائية الرطبة القادمة من المحيطات قد تؤثر في حالة الطقس للمناطق الصحراوية، وتسبب هطول الأمطار فوقها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

أنواع الكتل الهوائية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2): أنواع الكتل الهوائية المختلفة، وأماكن تكونها في نصفي الكرة الأرضية: الشمالي الجنوبي.
- أوضِّح للطلبة أنواع الكتل الهوائية، والرموز الخاصة بها، وأخبرهم أنهم سيتعرفون أنواع الكتل الهوائية بالتفصيل.
- أطرح مجموعة من الأسئلة على الشكل مثل :

– اذكر اسم قارتين تتكون فيهما الكتل الهوائية المدارية القارية، ثم حدد دوائرالعرض التي تتوزع عندها هذه الكتل الهوائية. قارة إفريقيا عند دائرة عرض (15°–35°) شمالًا تقريبًا، وقارة أستراليا عند دائرة عرض (20°–35°) جنوبًا تقريبًا.



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

أُحدِّدُ: ما دوائرَ العرضِ التي تتوزعُ عندَها الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ البحريةُ؟

أنواعُ الكتلِ الهوائيةِ Types of Air Masses

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

وقدْ تتعدّلُ خصائصُ الكتلِ الهوائيّةِ خلالَ حركتِها اعتمادًا على المنطقةِ التي تمرُّ أو تمكثُ 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 صنّفَ العلماءُ الكتلَ الهوائيةَ اعتمادًا على ما يأتي: موقعِها بالنسبةِ إلى دوائرِ العرضِ، وسطحِ الأرضِ الذي تتشكلُ فوقَهُ، إلى أنواعٍ عدّةٍ، أنظرُ الشكلَ (2) الذي يبينُ بعضَ أنواعَ الكتلِ الهوائيةِ، وأماكنَ تكوّنِها.

أُعِدُّ فيلمًا 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، ثمَّ أشاركه زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

حل سؤال الشكل (2):

تتوزع الكتل الهوائية القطبية البحرية عند دائرة عرض (55°–70°) جنوبًا تقريبًا. وعند دائرة عرض (55°–65°) شمالًا تقريبًا.

التدريس المدمج: توزع الكتل الهوائية.

أوجِّه أحد الطلبة إلى عمل فيلم قصير باستخدام برنامج صانعِ الأفلام MOVIE MAKER يوضح الأماكن التي تتوزع فيها الكتل الهوائية المختلفة، وأن يستخدم خاصية السرد الصوتي؛ لإضافة الشروحات المناسبة بصوته لهذه الصور، ثم يعرضها أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ القاريةُ Continental Tropical Air Mass

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

وعندَ تحرُّكِ هذهِ الكتلِ الهوائيةِ منْ منطقةِ نشأتِها 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، إذ تنشأ فوقَ المحيطاتِ في المناطقِ المداريةِ الرطبةِ، مثلَ المنطقةِ المداريةِ التي يمتدُّ فيها جزءٌ منَ المحيطِ الأطلسيِّ. أنظرُ الشكلَ(4). وقدْ تؤثرُ الكتلةُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ في المنطقةِ التي تمرُّ فوقَها بارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ فيها، وتُكوِّنُ الغيومَ الرعديةَ وتُسببُ هطولَ زخاتٍ منَ المطرِ والبرَدِ، وتؤثرُ الكتلُ الهوائيةُ المداريةُ البحريةُ على منطقةِ الشرقِ الأوسطِ وشمالِ إفريقيا في فصلَيّ 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.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الكتل الهوائية المدارية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (3،4) لتعرف طبيعة المناطق التي تتشكل فوقها الكتل الهوائية المدارية.
- أطلب إلى الطلبة البحث في مواقع الإنترنت الآمنة عن مناطق أخرى تتشكل فوقها الكتل الهوائية المدارية.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الكتل الهوائية المدارية، علمًا بأنَّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس. أشارك الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أستخدم أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ المناقشة:

أنواع الكتل الهوائية.

- أذكِّر الطلبة بمفهوم الكتلة الهوائية، وكيف تتأثر الكتل الهوائية بخصائص المنطقة التي تأتي منها، أو تمكث فوقها.
- أطرح مجموعة الأسئلة الآتية على الطلبة:

– ما أنواع الكتل الهوائية؟

الكتل الهوائية المدارية القارية، الكتل الهوائية المدارية البحرية، الكتل الهوائية القطبية القارية، الكتل الهوائية القطبية البحرية.

– ما رمز الكتل الهوائية المدارية القارية؟ cT

– أين تتكون الكتل الهوائية المدارية القارية؟

تتكون فوق المناطق المدارية القارية، والمناطق شبه المدارية القارية ذات دوائر العرض المنخفضة مثل: مناطق شمال إفريقيا، ومنطقة شبه الجزيرة العربية.

– كيف تؤثر الكتل الهوائية المدارية القارية في طقس المناطق التي تمكث فوقها؟

قد تتسبب في ارتفاع درجات الحرارة فيها، وخفض رطوبتها.

– في أي فصول السنة تؤثر هذه الكتل الهوائية على المملكة؟

في معظم أشهر السنة، إلا أنه يزداد تأثيرها في فصل الصيف.

– ما رمز الكتل الهوائية المدارية البحرية ؟ mT

– أين تنشأ الكتل الهوائية المدارية البحرية؟

تنشأُ فوق المحيطات في المناطق المدارية الرطبة ذات دوائر العرض المنخفضة مثل المنطقة المدارية التي يمتد فيها جزء من المحيط الأطلسي.

– ما الفرق بين الكتل الهوائية المدارية القارية والكتل الهوائية المدارية البحرية؟

تمتاز الكتل الهوائية المدارية البحرية بدرجات حرارة أقل من الكتل الهوائية المدارية القارية، وهي أيضًا أكثر رطوبة منها، كذلك يختلف تأثير الكتلة الهوائية المدارية البحرية في المنطقة التي تمر فوقها؛ إذ تعمل على رفع درجات الحرارة فيها، وتُكوِّن الغيوم الرعدية، وتُسبب هطول زخات من المطر والبرَد.

◄ المناقشة:

أنواع الكتل الهوائية القطبية.

- أطرح مجموعة الأسئلة الآتية على الطلبة:

– ما رمز الكتل الهوائية القطبية القارية؟ cP

– أين تتشكل الكتل الهوائية القطبية القارية؟

تتشكل فوق المناطق القطبية الباردة ذات دوائر العرض المرتفعة، مثل المناطق الثلجية الواسعة في سيبيريا وكندا.

– كيف تؤثر الكتل الهوائية االقطبية القارية في طقس المناطق التي تمكث فوقها؟

قد تتسبب في انخفاض درجات الحرارة، وقد تشكل الصقيع والانجماد في المناطق التي تمر أو تمكث فوقها.

– في أي فصول السنة تؤثر هذه الكتل الهوائية في المملكة؟

في أواخر فصل الخريف وفصل الشتاء.

– ما رمز الكتل الهوائية القطبية البحرية؟ mP

– أين تتشكل الكتل الهوائية المدارية البحرية؟

تتشكل فوق المحيطات القريبة من المناطق القطبية الباردة ذات دوائر العرض المرتفعة، مثل منطقة شمال المحيط الأطلسي.

– ما الفرق بين تأثير الكتل الهوائية القطبية القارية، وتأثيرالكتل الهوائية القطبية البحرية في المنطقة التي تمكث فوقها؟

قد تسبب الكتلة القطبية البحرية انخفاضًا كبيرًا في درجات حرارة المناطق التي تمر أو تمكث فوقها، ويمكن أيضًا أن تسبب تساقط الأمطار والثلوج فيها، أما الكتلة القطبية القارية فقد تسبب انخفاض درجات الحرارة، وقد تشكل الصقيع والانجماد في المناطق التي تمر أو تمكث فوقها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الكتل الهوائية القطبية القارية

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (5)، لتعرف إحدى المناطق التي تتشكل فوقها الكتل الهوائية القطبية القارية.
- أطلب إلى الطلبة البحث في مواقع الإنترنت الآمنة عن مناطق أخرى تتشكل فوقها الكتل الهوائية القطبية القارية.

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

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

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

أتحقّقُ: أوضحُ العواملَ التي تؤثرُ في خصائصِ الكتلِ الهوائيةِ.

الكتلةُ الهوائيةُ القطبيةُ القاريةُ Continental Polar Air Mass

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

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

أفكّرُ **تغير خصائص الكتل الهوائية.**

أطلب إلى الطلبة قراءة بند (أُفكِّر)، ثم البحث في مصادر المعرفة المتوافرة لديهم عن إجابة شاملة للأجابة عن السؤال الوارد فيه.

قد تتعدل خصائص الكتلة الهوائية القطبية القارية من كتلة هوائية جافة وباردة إلى كتلة هوائية باردة ورطبة عند عبورها فوق المحيط الهادي، إذ إن الكتل الهوائية تكتسب خصائص المنطقة التي تمر أو تمكث فوقها.

أتحقّقُ: تعتمد خصائص الكتل الهوائية على عاملين: مصدرها أي المنطقة التي تأتي منها؛ إذ تكتسب الكتل الهوائية خصائص المنطقة التي تأتي منها، والمسار الذي تسلكه أي المنطقة التي تمر أو تمكث فوقها.

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الجبهاتُ الهوائيةُ Air Fronts

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

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

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

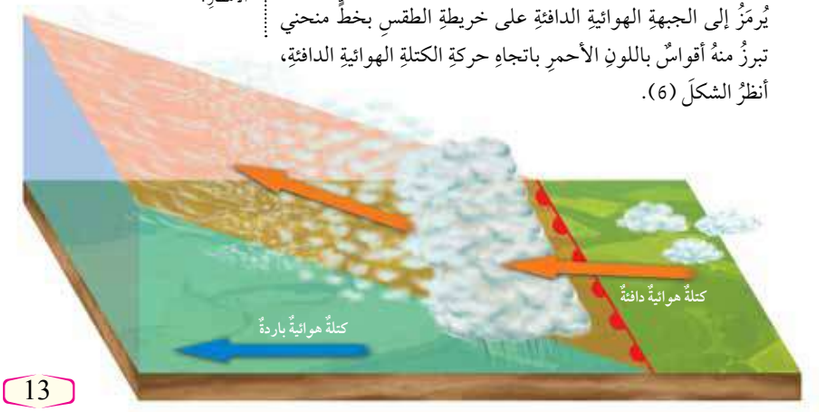
أصمّمُ -باستخدامِ برنامجِ السكراتش (Scratch)- عرضًا يبينُ كيفيةَ تشكُّلِ الجبهاتِ الهوائيةِ بنوعيْها الدافئةِ والباردةِ، ثمَّ أشاركهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الجبهةُ الهوائيةُ الدافئةُ Warm Air Front

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

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

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



حل سؤال الشكل (6):

عندما ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة الرطبة إلى الأعلى تنخفض درجة حرارتها، فيصبح الهواء فيها مشبع ببخار الماء، فيتكاثف على أسطح التكاثف؛ مما يفضي إلى تساقط الأمطار.

معلومةٌ إضافيةٌ

الغيوم الريشية.

- أخبر الطلبة أن الغيوم الريشية هي غيوم رقيقة وناعمة ذات لون أبيض، تتكون على ارتفاعات كبيرة على سطح الأرض، ويمكن رؤيتها عندما يكون الطقس لطيفًا، سميت بالغيوم الريشية لأنها تشبه ريش الطيور، وتسمى بالغيوم الرقيقة أيضًا، ولا تشكل هذه الغيوم هطولًا.

التدريس المدمج: تشكل الجبهة الهوائية

أوجّه الطلبة إلى تصميم عرض يبين كيفية تشكل الجبهات الهوائية بنوعيها الدافئة والباردة، باستخدام برنامج السكراتش (Scratch)، وأن يعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

بناء المفهوم:

الجبهة الهوائية.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– أعط وصفًا للكتل الهوائية المدارية.

كتل هوائية دافئة.

– أعط وصفًا للكتل الهوائية القطبية.

كتل هوائية باردة.

– ماذا يحدث عند التقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين عن بعضهما في الخصائص؟

قد يتوصل الطلبة إلى الإجابة الصحيحة، وهي أنه: عند التقاء الكتل الهوائية المختلفة فإنَّها لا تختلط مع بعضها؛ و السبب هو اختلاف خصائصها.

– ماذا تسمى المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص؟

الجبهة الهوائية.

المناقشة:

أنواع الجبهات الهوائية .

- أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– على ماذا تعتمد خصائص الجبهات الهوائية؟

تعتمد على خصائص الكتل الهوائية المكونة لها، واتجاهها بالنسبة إلى بعضها البعض.

– ما أنواع الجبهات الهوائية؟

للجبهة الهوائية عدة أنواع، منها: الجبهة الهوائية الباردة، والجبهة الهوائية الدافئة.

– كيف تتكون الجبهة الهوائية الدافئة؟

عندَما تتحركُ كتلة هوائية دافئة بشكل سريع نحو كتلة هوائية باردة تتحرك ببطء، ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة ذات الكثافة الأقل إلى الأعلى.

استخدام الصور والأشكال:

آلية تشكل الجبهة الهوائية الدافئة.

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6) لتعرف كيفية تشكل الجبهة الهوائية الدافئة.
- أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– بماذا يُرمز إلى الجبهة الهوائية الدافئة على خريطة الطقس؟

بخط منحنٍ تبرز منه أقواس باللون الأحمر.

– على ماذا يعتمد اتجاه الأقواس على الخط المنحني؟

على اتجاه حركة الكتلة الهوائية الدافئة؛ إذ يكون اتجاهها باتجاه حركة الكتلة الهوائية الدافئة.

◄ المناقشة:

الجبهة الهوائية الباردة.

- أطرح مجموعة الأسئلة الآتية على الطلبة:

– كيف تتكون الجبهة الهوائية الباردة؟

عندما تتحرك كتلة هوائية باردة بشكل سريع نحو كتلة هوائية دافئة تتحرك ببطء، ولأنها أكثر كثافة تغوص أسفلها؛ فترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى مشكلة الغيوم.

– ما نوع الغيوم المتشكلة في الجبهة الهوائية الباردة؟

غيوم المزن الركامية.

– صف حالة الطقس المتوقعة عند تكوُّن الجبهة الهوائية الباردة.

تتساقط الأمطار والثلوج الكثيفة التي تعتمد في شدتها على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة، وأيضًا تتشكل العواصف الرعدية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

آلية تشكل الجبهة الهوائية الباردة

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)؛ لتعرف كيفية تشكل الجبهة الهوائية الباردة.
- أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– بماذا يُرمز إلى الجبهة الهوائية الباردة على خريطة الطقس؟

بخط منحنٍ تبرز منه مثلثات باللون الأزرق.

– على ماذا يعتمد اتجاه المثلثات على الخط المنحني؟

على اتجاه حركة الكتلة الهوائية الباردة؛ بحيث يكون اتجاهها باتجاه الكتلة الهوائية الباردة.

الربط مع اللغة العربية:

حالة الطقس.

أوجِّه الطلبة إلى مشاهدة نشرة الأخبار الجوية ليوم غد، وتسجيل ما يسمعونه عن حالة الطقس المتوقعة من: درجات الحرارة، ونوع الكتل الهوائية، والجبهات الهوائية التي ستتعرض لها المملكة ومصدرها، ثم كتابة نشرة جوية تبين كيف ستؤثر الجبهة الهوائية على حالة الطقس، وأن يعرضوها أمام زملائهم في الصف.

الربط باللغة العربية

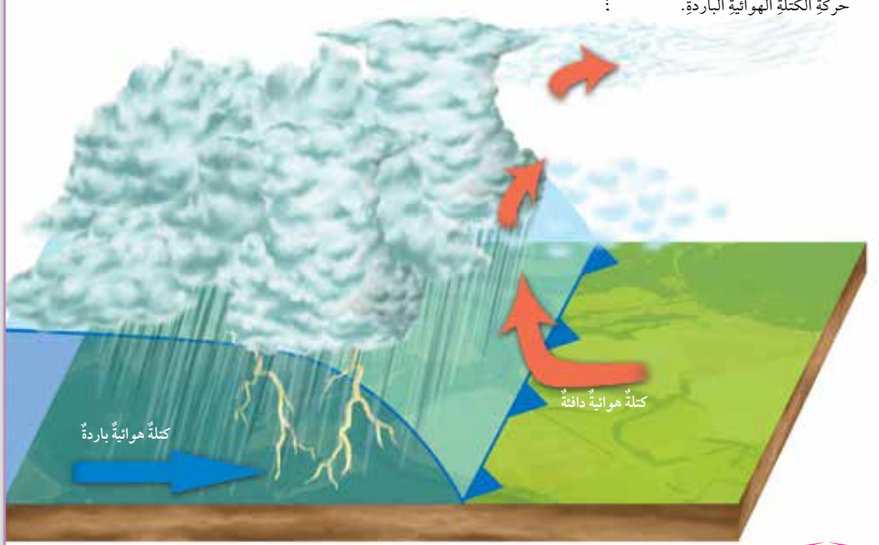
أشاهدُ نشرةَ الأخبارِ الجويّة ليومِ غدٍ، ثُمَّ أسجّلُ ملاحظاتي عنْ حالةِ الطقسِ المُتوقّعةِ منْ: درجاتِ الحرارةِ، ونوعِ الكتلِ الهوائيةِ، والجبهاتِ الهوائيةِ القادمةِ على منطقتي، ومصدرِها، ثمَّ أكتبُ نشرةً جويّةً تبينُ كيفيّة تأثيرِ الجبهةِ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ، ثمَّ أعرضُها أمامَ زملائي/ زميلاتي.

الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ Cold Air Front

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

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

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



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

معلومة إضافية

- أخبر الطلبة أن غيوم المزن الركامية غيوم منخفضة قريبة من سطح الأرض، وسمكها كبير جدًّا، وهي تغطي السماء كاملة، وسميت بالمزن لأنها غيوم ماطرة؛ إذ إن كلمة المزن في اللغة العربية تعني (السحب التي تحمل الماء)، كذلك ترافقها عادة عواصف رعدية.

نشاط سريع نوع الجبهة الهوائية

- أرسم كتلتين من الهواء على اللوح.
- أختار أحد الطلبة عشوائيًّا باستخدام **استراتيجية الرؤوس المرقمة**، واطلب إليه تسمية الكتلتين الهوائيتين، ووضع سهم يشير إلى اتجاه حركة أحدهما نحو الأخرى.
- أختار طالبًا آخر ليوضح نوع الجبهة الهوائية المتكونة؛ اعتمادًا على اتجاه الحركة الذي حددها زميله، راسمًا الرمز الخاص بها.

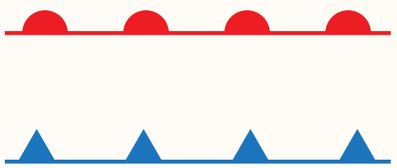
✓ **أتحقَّقُ:** تتشكل الجبهة الهوائية الباردة عندما تتحرك كتلة هوائية باردة بشكل سريعٍ نحو كتلة هوائية دافئة تتحرك ببطء، ولأنها أكثر كثافة منها تغوصُ أسفلها، فترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى وتبرد، ويتكاثف بخار الماء فيها على شكل أمطار وثلوج خفيفة.

أبحثُ:

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

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ: أصفُ** ما يحدثُ عندَما تلتقي كتلتانِ هوائيتانِ: إحداهُما دافئةٌ والأخرى باردةٌ؛ علمًا بأنَّ الكتلةَ الهوائيةَ الدافئةَ تتحركُ بسرعةٍ نحوَ الكتلةِ الهوائيةِ الباردةِ.
2. أتتبّعُ بخطواتٍ كيفيّةَ تشكُّلِ الجبهةُ الهوائيةُ الباردةُ.
3. أوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ الكتلُ الهوائيةُ في حالةِ الطقسِ.
4. **أقارنُ** –في جدولٍ– بينَ الكتلةِ الهوائيةِ القُطبيّةِ القارّيّةِ، والكتلةِ الهوائيةِ المداريّةِ البحريةِ، منْ حيثُ: رمزُها الذي تعرفُ بهِ، ومصدرُها، ودرجةُ حرارتِها، ورطوبتِها.
5. أوضّحُ العلاقةَ بينَ مصدرِ الكتلِ الهوائيةِ وخصائصِها.
6. أُحدّدُ نوعَ الجبهةِ الهوائيةِ لكلِّ رمزٍ منَ الرموزِ الآتيةِ:



تقلل من رطوبة المنطقة التي تمكث فوقها، أيضًا فإن التقاء الكتل الهوائية المختلفة في خصائصها يكوّن الجبهات الهوائية المختلفة التي تتسبب في تغير حالة الطقس.

4

من حيث	الكتلة الهوائية القطبية القارية	الكتلة الهوائية المدارية البحرية
رمزها	cP	mT
مصدرها	تتشكل فوق المناطق القطبية الباردة ذات دوائر العرض المرتفعة	تتشكل فوق المحيطات في المناطق المدارية الرطبة ذات دوائر العرض المنخفضة
درجة حرارتها	باردة	حارة
رطوبتها	قليلة	عالية

5 تعتمد خصائص الكتلة الهوائية على المنطقة التي تأتي منها إذ أنها تكتسب خصائصها من حيث الرطوبة و درجة الحرارة منها.

6 الخط الذي تبرز منه أقواس باللون الأحمر: جبهة هوائية دافئة.
الخط الذي تبرزمنه مثلثات باللون الأزرق: جبهة هوائية باردة.

أبحث:

الجبهة الهوائية المستقرة.

أوجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الجبهة الهوائية المستقرة محددين كيفية تكوّنها، وتغيرات الطقس المصاحبة لها، ورمزَها على الخريطة الجوية، ثمَّ أطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنها، وعرضه أمام طلبة الصف.

يمكن أن يتضمن العرض التقديمي المعلومات الآتية:
تحدث الجبهات الهوائية المستقرة (Stationary Air Front) عندما تلتقي كتلة هوائية دافئة وكتلة هوائية باردة دون أن تتحرك أحدهما باتجاه الأخرى، وفي هذا النوع من الجبهات الهوائية تتشكل الغيوم، ويكون الطقس رطبًا لعدة أيام بسبب بطء حركة الجبهة. يرمز إلى الجبهة الهوائة المستقرة على خريطة الطقس بخط منحنٍ تبرز على أحد جوانبه مثلثات باللون الأزرق، وفي الجانب الآخر تبرز أقواس باللون الأحمر.

3 التقويم

مراجعة الدرس

1 عندما تتحرك كتلة هوائية دافئة بسرعة نحو كتلة هوائية باردة تتحرك ببطء، تتشكل بينهما جبهة هوائية دافئة؛ إذ ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى، وتتكون الغيوم المختلفة التي تعتمد على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة.

2 – تتحرك كتلة هوائية باردة بشكل سريعٍ نحو كتلة هوائية دافئة تتحرك ببطء.
– تغوص الكتلة الهوائية الباردة أسفل الكتلة الهوائية الدافئة؛ لأنها أكثر كثافة.
– ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى؛ لأنها أقل كثافة مشكلة الغيوم.

3 تؤثر الكتل الهوائية في حالة الطقس اعتمادًا على نوعها؛ فالكتلة الهوائية الحارة تسبب ارتفاعًا في درجات الحرارة للمنطقة التي تمكث فوقها، والكتلة الهوائية الباردة تسبب انخفاضًا في درجات حرارة المنطقة التي تمكث فوقها، كما تؤثر الكتل الهوائية في رطوبة المنطقة التي تمكث فوقها فالكتلة الهوائية الرطبة تزيد من رطوبة المنطقة التي تمكث فوقها، والكتل الهوائية الجافة

الدرس 2

أنظمة الضغط الجوي
Pressure Systems

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

أنظمة الضغط الجوي.

- أعرض أمام الطلبة نشرة جوية ورد فيها أن المملكة ستتعرض لمنخفض جوي، وأخرى ورد فيها أن المملكة ستتعرض لمرتفع جوي، وذلك باستخدام data show بحيث تكون النشرة (مكتوبة)، أو أعرض مقطع فيديو يوضح نشرة الطقس، يمكنني أيضًا تقسيم الطلبة إلى مجموعات، وتوزيع نشرة جوية مطبوعة لمناقشتها بين أفراد المجموعة.
- أكتب بخط كبير بعض المصطلحات التي ترد في النشرة على اللوح مثل : مرتفع جوي، منخفض جوي.
- أطرح على الطلبة أسئلة لتعرف ما يمتلكونه من معلومات عن المنخفض الجوي، والمرتفع الجوي.
- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون مفهوم المرتفع الجوي، والمنخفض الجوي، والفرق بينهما في هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

الضغط الجوي.

- أذكّر الطلبة بمفهوم الكتل الهوائية، وأن سبب حركتها وانتقالها من مكان إلى آخر هو اختلاف أنظمة الضغط الجوي.
- أذكّر الطلبة بأن الضغط الجوي أحد عناصر الطقس، ويُعرّف بأنه وزن عمود الهواء الممتد من سطح الأرض حتى ارتفاع مئات الكيلومترات على وحدة المساحة، ويقاس بوحدة المليبار أو الهكتوباسكال.
- أبيّن للطلبة أن قيم الضغط الجوي لا تتشابه على سطح الأرض، وأنها تتأثر بمجموعة من العوامل منها الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

2 التدريس

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، تعتمد قيم الضغط على اختلاف درجة حرارة الهواء و رطوبته. و يمكن تفسير هذا التوزيع كالآتي:

منطقة الضغط المنخفض المدارية: تمتد تقريبًا بين دائرتي عرض 5° شمال وجنوب خط الاستواء، وفي هذه المنطقة يكون تأثير درجة الحرارة أكبر من تأثير الرطوبة؛ فتقل قيم الضغط الجوي .

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

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

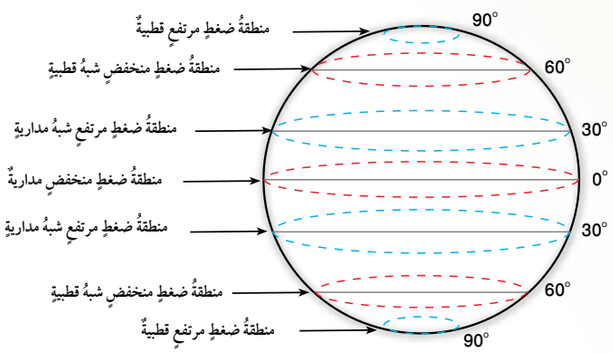
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
خطوطُ تَساوي الضغطِ الجويِّ Isobars
المنخفضُ الجويُّ Low Pressure
المرتفعُ الجويُّ High Pressure

الضغطُ الجويُّ Atmospheric Pressure

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

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

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



الشكلُ (8): نطاقاتُ الضغطِ الجويِّ في العالمِ.

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

منطقة الضغط المرتفع شبه مدارية: تمتد تقريبًا ما بين (25°-35°) شمال خط الاستواء وجنوبه، وفي هذه المنطقة يزداد تأثير الرطوبة؛ فتزداد قيم الضغط الجوي.

منطقة الضغط المنخفض شبه قطبية: تمتد تقريبًا بين دائرتي عرض (45°-65°)، وفي هذه المنطقة تكثر حركة الكتل الهوائية المختلفة؛ التي تعمل على خفض قيم الضغط الجوي.

منطقة الضغط المرتفع القطبية: يتمركز حول منطقة القطبين الشمالي والجنوبي، وفي هذه المنطقة يكون انخفاض درجات الحرارة كبيرًا جدًّا: فتزداد قيم الضغط الجوي.

حل سؤال الشكل (8):
تعمل الرطوبة على زيادة كتلة الهواء، فتزداد كثافته، و يزداد ضغطه؛ لأن عمود الهواء الأكثر كثافة أكثر وزنًا.

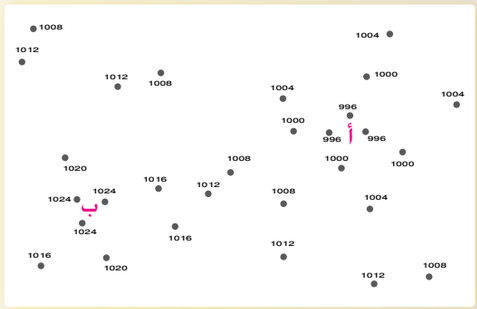
✓ **أتحقَّق:** تعمل درجة الحرارة على تباعد جزيئات الهواء وزيادة حجمه، وبذلك تتوزع جزيئاته على حجم أكبر، فتنخفض كثافته، ويقل ضغطه؛ لأن الهواء الأقل كثافة أقل وزنًا.

ولتعرُّفِ أنظمةِ الضّغطِ الجويِّ؛ أنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

أنظمةُ الضغطِ الجويِّ

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



خطواتُ العملِ:

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

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

996 في الوسطِ، يليها 1000، ثمَّ 1004 وهكذا.

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

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

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

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

التحليل والاستنتاج:

1. تزداد قيم الضغط الجوي.
2. لا، حيث إن قيم الضغط الجوي تقل كلما انتقلنا من مركز المنطقة (ب) نحو الخارج.
3. في المركز.
4. L باللون الأحمر.

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

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	مراعاة شروط رسم خطوط تساوي الضغط الجوي في الخريطة.				
2	وصف كيف تتغير قيم الضغط الجوي في الخريطة.				
3	توضيح مفهوم المرتفع الجوي.				
4	توضيح مفهوم المنخفض الجوي.				

نشاط:

أنظمة الضغط الجوي.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف:

تعرف أنظمة الضغط الجوي.

المهارات العلمية:

الملاحظة، التوقُّع، الاستنتاج، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (أنظمة الضغط الجوي) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.
- أطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الشكل، وتتبع الأرقام المبعثرة فيه.
- أوضِّح للطلبة كيفية رسم خطوط تساوي الضغط الجوي في الخريطة؛ بحيث يصل بين الأرقام المتشابهة بخطوط منحنية مغلقة غير متقاطعة.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور** وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)؛ بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.
- قد يصعب على الطلبة رسم الخطوط المنحنية بين القيم المتساوية للضغط الجوي ضمن شروط الرسم المطلوبة، لذا؛ أساعد الطلبة أثناء رسمهم لها.
- أناقش الطلبة حول الرسومات التي توصلوا اليها. وأبيِّن لهم الفرق بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي؛ من حيث قيم الضغط في كل منهما.

النتائج المتوقعة: سوف يرسم الطلبة خريطة منظمة واضحة المعالم، تسهل قراءتها تمثل أنظمة الضغط: المرتفع الجوي، المرتفع الجوي.

◄ بناء المفهوم:

أنظمة الضغط الجوي.

- أبيِّن للطلبة أن ما رسموه هو خريطة بسيطة لأنظمة الضغط الجوي، وأن هذه الخريطة يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية لوصف حالة الطقس، وأيضًا أن خطوط تَساوي الضغط الجوي تصل بين المناطق المتساوية في الضغط الجوي، وتبين توزيع الضغط الجوي في الأماكن المختلفة؛ وبذلك يمكن الاستدلال على حالة الطقس المتوقعة في تلك الأماكن.
- أخبر الطلبة أنه بالاعتماد على قيم الضغط الجوي وكيفية تغيرها من منطقة لأخرى؛ تُقسم أنظمة الضغط الجوي إلى: منخفض جوي، ومرتفع جوي.
- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- ما المنخفض الجوي؟

المنطقة التي تكون قيم الضغط الجوي في مركزها أقل من قيم الضغط الجوي في المناطق المجاورة لها، وتزداد بالابتعاد نحو الخارج.

- بِمَ يُرمز إلى المنخفض الجوي على خريطة الطقس؟

يرمز إلى المنخفض الجوي على خريطة الطقس بالرمز L باللون الأحمر.

- كيف تتحرك الرياح حول مركز المنخفض الجوي؟

تتحرك الرياح حول مركز المنخفض الجوي عكس عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ويحدث عكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة الأرضية.

وتنحرف الرياح إلى الداخل باتجاه مركز المنخفض الجوي في نصفي الكرة الأرضية.

- ما حالة الطقس المتوقعة التي تصاحب المنخفض الجوي؟

يتصف المنخفض الجوي بوجود تيارات هوائية صاعدة إلى الأعلى تعمل على رفع الهواء إلى الأعلى، وخفض درجة الحرارة فيه، وزيادة رطوبتِه مشكلة الغيوم، ومؤدية إلى سقوط الأمطار المتفرقة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

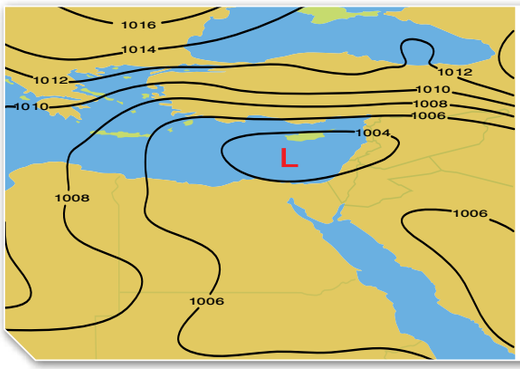
قيم الضغط الجوي في المنخض الجوي.

- أوجِّه الطلبة إلى تأمل الشكل (9)؛ لتعرف كيفية تغير قيم الضغط الجوي في المنخفض الجوي.

أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

- ما قيمة الضغط الجوي في مركز المنخفض الجوي؟ 1004
- كيف تتغير قيمة الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن مركز المنخفض الجوي؟

تزداد قيم الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن المركز.



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

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

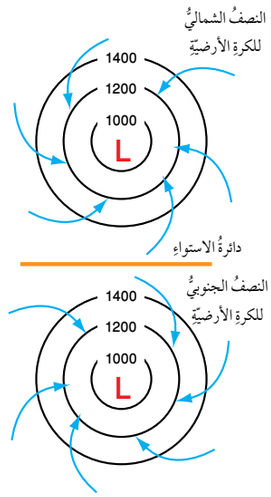
أنواعُ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ

Types of Atmospheric Pressure Systems

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

المنخفضُ الجويُّ Low Pressure

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



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

- تنبأ: ما سبب حركة الرياح من الخارج للداخل نحو مركز المنخفض الجوي.

تنتقل الرياح من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض بفعل قوة تحدر الضغط، وبذلك تتحرك الرياح نحو مركز المنخفض الجوي؛ لأنه الأقل ضغطًا.

◄ استخدام الصور والأشكال:

حركة الرياح في مركز المنخفض الجوي.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10)؛ لتعرف حركة الرياح في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي في المنخفض الجوي.
- أطلب إلى الطلبة وصف حركة الرياح حول مركز المنخفض الجوي في نصفي الكرة الأرضية الشمالي و الجنوبي.

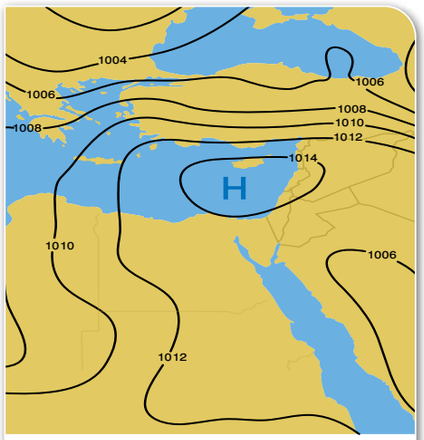
القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ التفكير: التأمل والتساؤل.

أخبر الطلبة أن التأمل أحد مهارات التفكير، وأن تعلم مهارات التفكير وتنميتها مهم جدًّا؛ لأنَّها تجعل الإنسان ناجحًا في حياته أكاديميًّا واجتماعيًّا، ومهنيًّا، إضافةً إلى أنها تصنع الإنسان المفكر ، والإنسان العالم، والباحث عن الحقيقة.

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

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

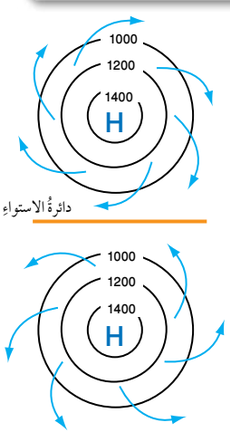


الشكل (11): مرتفعٌ جويٌّ يتمركزُ فوقَ منطقةِ الشرقِ الأوسطِ تزدادُ فيهِ قيمُ الضغطِ الجويِّ في المركزِ عنِ المناطقِ المجاورةِ لهُ.
أصفُ: كيفَ تتغيرُ قيمُ الضغطِ الجويِّ؟

المرتفعُ الجويُّ High Pressure

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

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



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

حل سؤال الشكل (11):

تقل قيم الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن المركز.

نشاط سريع أصف تعلمي.

- أرسم شكل يد على اللوح.
- أكتب على كل إصبع الجمل الآتية بالترتيب: (نظام الضغط الجوي)/ (قيم الضغط الجوي)/ (اتجاه الرياح)/ (تكون الغيوم) / (درجة الحرارة).
- أرسم في باطن اليد مربعًا، وأطلب إلى أحد الطلبة كتابة ملخص بداخله يصف ما تعلمه؛ باستخدام الجمل المفتاحية السابقة على كل إصبع.

◄ استخدام الصور والأشكال:

قيم الضغط الجوي في المرتفع الجوي.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)؛ لتعرف كيفية تغير قيم الضغط الجوي في المرتفع الجوي. أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– ما قيمة الضغط الجوي في مركز المرتفع الجوي؟ 1014

– هل يتشابه التغير في قيم الضغط الجوي في المنخفض الجوي والمرتفع الجوي كلما اتجهنا من المركز نحو الخارج؟ لا

◄ المناقشة:

المرتفع الجوي.

- أخبر الطلبة بعد دراسة الشكل (11) أنه يمكنهم بناء عليه؛ تعريف مفهوم المرتفع الجوي.
- أطلب إلى أحد الطلبة توضيح مفهوم المرتفع الجوي.
- أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– بِمَ يرمز إلى المرتفع الجوي على خريطة الطقس؟

يرمز للمرتفع الجوي على خريطة الطقس بالرمز H باللون الأزرق.

– كيف تتحرك الرياح في المرتفع الجوي؛ اعتمادًا على قيمة الضغط الجوي في مركز ذلك المرتفع؟

بما أن قيمة الضغط الجوي في مركز المرتفع الجوي أكبر من قيم الضغط الجوي في المناطق المجاورة؛ فإن الرياح ستتحرك من مركز المرتفع الجوي نحو الخارج.

– صف حالة الطقس في المرتفع الجوي.

يتصف المرتفع الجوي بوجود تيارات هوائية هابطة إلى الأسفل تمنع تشكل الغيوم؛ وبذلك تكون السماء في المرتفعِ الجوي صافية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

حركة الرياح في مركز المرتفع الجوي.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، ثم أطرح السؤال الآتي:

– هل تتحرك الرياح حول مركز المرتفع الجوي مع عقارب الساعة أم عكسها في النصف الشمالي للكرة الأرضية؟

تتحرك الرياح في مركز المرتفع الجوي مع عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

أنظمة الضغط الجوي على خرائط الطقس.

- أستخدم **استراتيجية الطلاقة اللفظية** لتعزيز عمليّتي المناقشة والتأمُّل.
- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات لدراسة الشكل (13) الذي يبين حركة الرياح بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي في النصف الشمالي للكرة الأرضية.
- أمنح أفراد المجموعة الوقت الكافي لتبادل الأدوار؛ للتحدث عن الموضوع المطروح، والاستماع لبعضهم.

✓ **أتحقَّق:** تتحرك الرياح حول مركز المرتفعِ الجوي مع عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الخارج بعيدًا عن مركز المرتفعِ الجوي.

وبعكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة الأرضية؛ إذ تتحرك الرياح عكس عقارب الساعة في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الخارجِ بعيدًا عن مركز المرتفعِ الجوي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

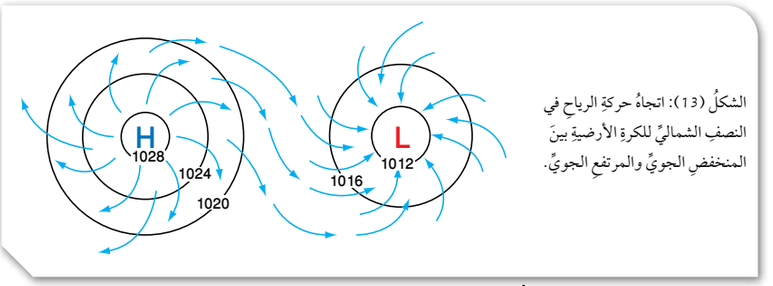
خريطة طقس.

- أطلب إلى الطلبة دراسة خريطة الطقس في الشكل (14)، ثم أطرح مجموعة من الأسئلة حول الشكل مثل :

– ما أكبر قيمة للضغط الجوي في الشكل؟ 1020

– ما أقل قيمة للضغط الجوي في الشكل؟ 1010

– أين يتمركز المنخفض الجوي؟ فوق البحر الأحمر.



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

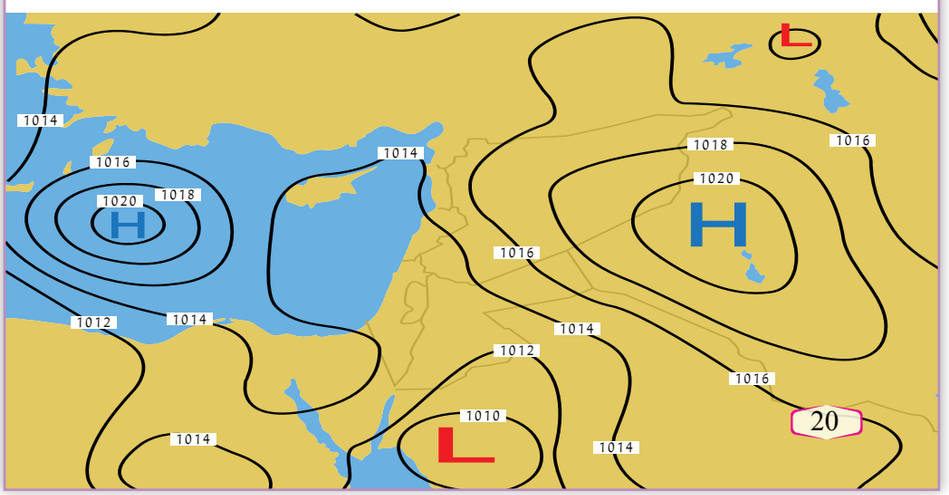
أنظمةُ الضغطِ الجويِّ على خرائطِ الطقسِ

Atmospheric Pressure Systems on the Weather Maps

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

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

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



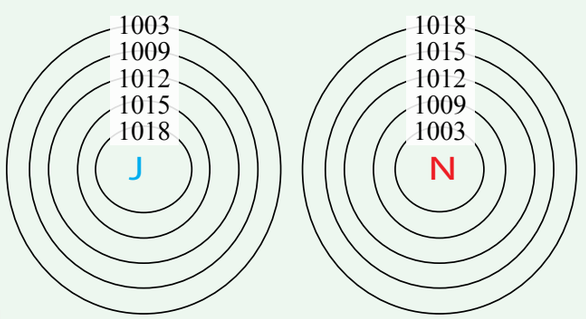
حل سؤال الشكل (14):

قيمة الضغط الجوي في مركز المرتفعات الجوية يساوي 1020

◄ تعزيز:

أنظمة الضغط الجوي.

- أكتب على اللوح مجموعة الأرقام الآتية: (1003، 1009، 1012، 1015، 1018).
- أطلب إلى أحد الطلبة رسم خريطة منخفض جوي باستخدام هذه الأرقام، مراعيًا رمز المنخفض الجوي، ولونه، ومكانه على الخريطة.
- أطلب إلى أحد الطلبة رسم خريطة مرتفع جوي بجانب الرسم السابق باستخدام الأرقام السابقة؛ مراعيًا رمز المرتفع الجوي، ولونه، ومكانه على الخريطة.
- أطلب إلى أحد الطلبة رسم اتجاه الرياح بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي؛ على افتراض أن الرسم في النصف الشمالي للكرة الأرضية.

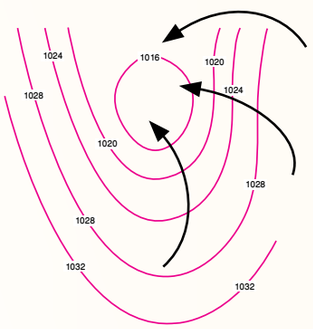


مراجعة الدرس

1 من صفات المنخفض الجوي أن الضغط الجوي في مركزه أقل ويزداد كلما ابتعدنا من المركز نحو الخارج.
أما المرتفع الحوي فيكون الضغط الجوي في مركزه أكبر ويقل كلما ابتعدنا نحو الخارج.
اما بالنسبة لدرجة الحرارة فيعتمد على موقع المنخفض الجوي والمرتفع الجوي.

2 عندما تتعرض المنطقة لمرتفع جوي عدة أيام تتشكل تيارات هوائية هابطة؛ تعمل على رفع درجات الحرارة، وتمنع تشكل الغيوم؛ فتكون السماء صافية.

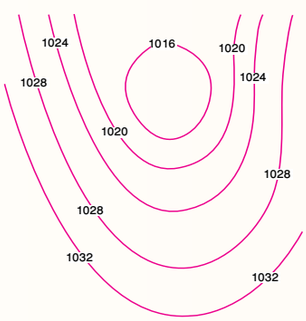
3 أ . خطوط تساوي الضغط الجوي.
ب. منخفض جوي.
ج. حرف N باللون الأحمر.
د. سيرسم الطالب أسهمًا تدل على اتجاه الرياح، التي تكون بعكس عقارب الساعة من الخارج نحو الداخل.



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

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أوضّحُ بعضَ صفاتِ المرتفعاتِ والمنخفضاتِ الجويّةِ منْ حيثُ درجةُ الحرارةِ والضغطُ الجويُّ.
2. أُبيّنُ: ما حالةُ الطقسِ المتوقعةُ في المنطقةِ التي ستتأثرُ بمرتفعٍ جويٍّ لعدةِ أيامٍ؟
3. أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يمثّلُ أحدَ أنظمةِ الضغطِ الجويِّ في النصفِ الشماليِّ للكرةِ الأرضيةِ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



أ – أذكرُ: ماذا تُسمّى الخطوطُ المنحنيةُ في الشكلِ؟
ب–أستنتجُ نظامُ الضغطِ الجويِّ الذي يمثّلُهُ الشكلُ.
ج –أعبّرُ عنِ النظامِ الجويِّ السائدِ برمزٍ أضعُهُ فيْ المكانِ المناسبِ على الشكلِ (مركزُ النّظامِ الجويِّ).
د –أرسمُ اتّجاهَ الرياحِ على الشكلِ.

أبحث:

أطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة المتوافرة، ومنها شبكة الإنترنت للإجابة على السؤالين الاتيين: كيف يؤدي المرتفع الجوي إلى خفض درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر فيها؟ وكيف يؤدي المنخفض الجوي إلى رفع درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر فيها؛ ظنهم يجب أن يتوصل الطلبة إلى الإجابة الآتية:
من الأخطاء الشائعة التي يقع فيها كثيرون: أن المنخفض الجوي يعني انخفاضًا في درجات الحرارة والمرتفع الجوي يعني ارتفاعًا في درجات الحرارة ، إلّا أن (المنخفض الجوي) و(المرتفع الجوي) مصطلحات متعلقة بقيم الضغط الجوي، فيمكن لمنخفض جوي أن يصاحبه ارتفاع في درجات الحرارة؛ إذا كان مصدر الكتلة الهوائية المرافقة له دافئًا، مثل المنخفضات الجوية الخماسينية التي تؤثر على الأردن، و تعمل على رفع درجات الحرارة، ويمكن للمرتفع الجوي أن يصاحبه انخفاض في درجات الحرارة؛ إذا كان مصدر الكتلة الهوائية المرافقة له بارداً (مثل المرتفع الجوي السيبيري شتاءً) الذي تنخفض درجات الحرارة فيه بشكل كبير.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الاتصال، والحوار.**

أخبر الطلبة أن مشاركة بعضهم في الأفكار يعني أنهم يتواصلون مع المعلم والزملاء بخصوص المعلومات، وأن ذلك من المهارات الأساسية التي تتضمّنها المهارات الحياتية، وهي المهارات الشخصية والاجتماعية التي تلزمهم للتعامل بثقة وكفاءة مع أنفسهم، ومع الآخرين.

بالونات الطقس Weather Balloons

الهدف:

تعرُّف الوسائل الحديثة التي يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية في معرفة حالة الطقس، مثل بالونات الطقس.

الإجراءات والتوجيهات:

- أناقش الطلبة في مبدأ عمل بالونات الطقس.
- أبيِّن للطلبة أن بالونات الطقس تمكث في الغلاف الجوي أكثر من ساعتين، وتنفجر بسبب انخفاض الضغط الجوي في طبقات الجو العليا.
- أؤكِّد للطلبة أنه يمكن إعادة استخدام المسبار اللاسلكي المثبت في بالون الطقس؛ حيث يعود إلى الأرض عند انفجار بالونات الطقس؛ عن طريق مظلة هبوط خاصة مثبته عليه.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الاتصال، والحوار.**

أخبِر الطلبة أن مشاركة بعضهم في كتابة المقالة يعني أنهم يتواصلون مع المعلم والزملاء بخصوص المعلومات والأفكار التي توصلوا إليها في أثناء بحثهم عن الوسائل التي يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية؛ لتعرُّف حالة الطقس المتوقعة، وأن ذلك من المهارات الأساسية التي تتضمنها المهارات الحياتية، وهي المهارات الشخصية والاجتماعية التي تلزمهم للتعامل بثقة وكفاءة مع أنفسهم، ومع الآخرين، والمجتمع المحلي.

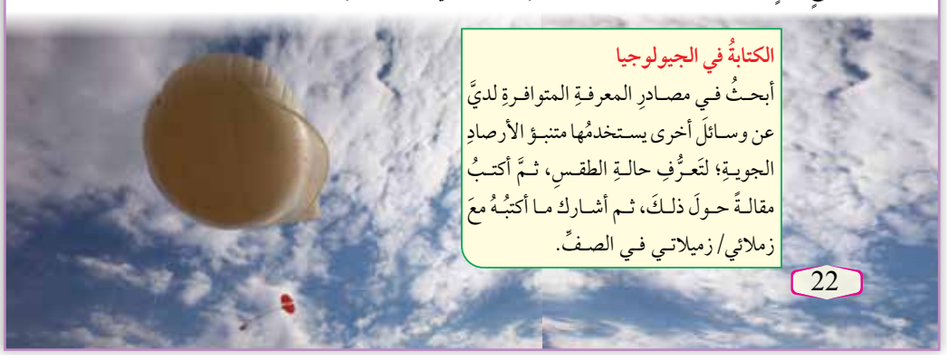
بالوناتُ الطقسِ
Weather Ballons

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

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

وفي الوطنِ العربيِّ يوجدُ كثيرٌ منْ محطاتِ الرصدِ التي 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. ويحدّدُ حجمَ البالونِ الارتفاعُ الذي يحلِّقُ عليهِ. ويمكنُ للبالوناتِ ثابتةِ المستوى أنْ تظلَّ في الهواءِ شهورًا كثيرةً، وهيَ تزوِّدُنا بقياساتٍ طويلةِ الأجلِ للأحوالِ الجويةِ على ارتفاعٍ مُعيّنٍ. وتبثُّ البالوناتُ البياناتِ إلى الأقمارِ الصناعيةِ التي توصلُها بدورِها إلى المحطاتِ الأرضيةِ.



الكتابةُ في الجيولوجيا

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

الكتابة في الجيولوجيا

- أوجِّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت أو مصادر المعرفة الأخرى المتوافرة عن الوسائل التي يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية لتعرف حالة الطقس.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أقسم الموضوعات التي يمكن البحث عنها، مثل: (محطات الأرصاد الجوية، الأقمار الصناعية، رادار الطقس، أجهزة الكمبيوتر) على كل مجموعة منها .
- أطلب إلى الطلبة كتابة مقالة حول كيفية استخدام هذه الوسائل في تعرف حالة الطقس، وميزات كل وسيلة، ودقة المعلومات التي يحصلون عليها باستخدام كل وسيلة.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال الأول:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

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

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

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

السؤال الثاني:

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

السؤال الثالث:

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

السؤال الرابع:

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

السؤال الخامس:

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

السؤال السادس:

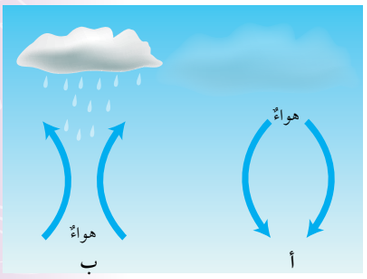
أحدّدُ نوعَ الكتلةِ الهوائيةِ التي تتميزُ بهواءٍ دافئٍ ورطبٍ.

السؤال السابع:

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

السؤال الثامن:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ؛ لأُجيبَ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:



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

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

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

السؤال التاسع:

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

السؤال الأول:

أ . الكتلة الهوائية.

ب. خطوط تساوي الضغط الجوي.

ج . المنخفض الجوي.

السؤال الثاني:

تعتمد مكونات الغيوم من بخار ماء أو من بلورات ثلجية على ارتفاع الغيوم عن سطح الأرض؛ فالغيوم القريبة من سطح الأرض تتكون من قطرات من الماء، وكلما ارتفعت الغيوم عن سطح الأرض قلت درجة الحرارة في طبقات الجو العليا، لذا؛ تتشكل البلورات الثلجية فيها.

السؤال الثالث:

تتميز الكتلة الهوائية cP بأنها كتلة هوائية جافة وباردة.

السؤال الرابع:

إذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة رطبة تتكون غيوم طبقية متوسطة، أما إذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة جافة فتتكون الغيوم الريشية.

السؤال الخامس:

يمكن الاستعانة بالشكل الموجود في الكتاب.

السؤال السادس:

الكتلة الهوائية التي تتميز بهواء دافئ ورطب هي كتلة هوائية مدارية بحرية.

السؤال السابع:

عندما تتجه كتلة هوائية باردة بسرعة نحو كتلة هوائية دافئة تتحرك ببطء فإن الكتلة الهوائية الدافئة ترتفع إلى الأعلى؛ لأنها أقل كثافة وتتكون الجبهة الهوائية الباردة بينهما.

السؤال الثامن:

أ. يتحرك الهواء على شكل تيارات هوائية هابطة إلى الأسفل .

ب. لأن المنخفض الجوي يتميز بجود تيارات هوائية صاعدة من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض.

ج. الشكل (أ) مرتفع جوي / الشكل (ب) منخفض جوي.

السؤال التاسع:

تتفاوت حالة الطقس في الجبهة الهوائية الدافئة؛ اعتمادًا على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة فيها:

فإذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة رطبة تتكون الغيوم الطبقية المتوسطة، وتتساقط الأمطار على طول الجبهة، أما اذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة جافة فتتكون الغيوم الريشية في السماء.

وكذلك تتفاوت حالة الطقس في الجبهة الهوائية الباردة اعتمادًا على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة، فعندما تحتوي الكتلة الهوائية الدافئة على كمية قليلة من بخار الماء تتساقط الأمطار والثلوج الخفيفة، وعندما تحتوي الكتلة الهوائية الدافئة على كمية كبيرة من بخار الماء تتساقط الأمطار الغزيرة والثلوج الكثيفة، وتتشكل في الجبهة الهوائية الباردة غيوم المزن الركامية التي تتطور لتصبح عواصف رعدية.

السؤال العاشر:

1. ب- جافة وحارة.
2. ج- قطبية قارية.
3. ب- كتلة هوائية قطبية بحرية.
4. أ - نوع الكتل الهوائية واتجاه حركتها.
5. د- تيارات هوائية صاعدة.

السؤال الحادي عشر:

أ)

أ- L

ب- H

ج- L

ب) جبهة هوائية دافئة.

ج) إذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة تحتوي على كمية قليلة من بخار الماء؛ تتساقط الأمطار والثلوج خفيفة، وعندما تحتوي الكتلة الهوائية الدافئة على كمية كبيرة من بخار الماء؛ تتساقط الأمطار الغزيرة والثلوج الكثيفة، أيضًا تتشكل في الجبهة الهوائية الباردة غيوم المزن الركامية التي تتطور لتصبح عواصف رعدية.

د) 1020.

هـ) رسم اتجاه الرياح عكس عقارب الساعة من الخارج نحو الداخل.

السؤال 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.

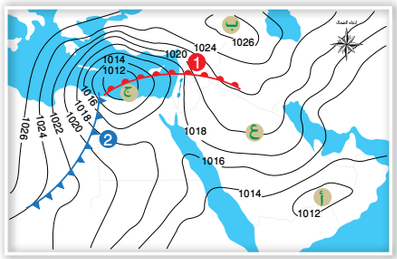
3. أيٌّ منَ الكتلِ الهوائيةِ الآتيةِ تتسببُ في انخفاضِ درجةِ الحرارةِ وتساقطِ الثلوجِ في المناطقِ التي تمكثُ فوقَها:
   أ - كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ قاريةٌ.
   ب- كتلةٌ هوائيةٌ قطبيةٌ بحريةٌ.
   ج- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ قاريةٌ.
   د- كتلةٌ هوائيةٌ مداريةٌ بحريةٌ.

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

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

السؤال الحادي عشرَ:

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



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

ب- أحدّدُ نوعَ الجبهةِ الهوائيةِ المشارِ إليْها بالرقمِ (1).

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

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

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

التجربة الاستهلالية: توزيع المحيطات على سطح الأرض.

الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: **خصائص مياه المحيطات.**	• بيان بعض صفات مياه المحيطات. • رسم مقطعًا رأسيًّا لتغير درجة الحرارة في مياه المحيط؛ موضحًا على الرسم الكتل المائية، وبعض خصائصها الطبيعةِ.	◦ **نشاط:** تغير درجة حرارة المحيط مع العمق.	2
الثاني: **أمواج المحيط.**	• ذكر أنواع الأمواج البحرية. • شرح تشكل الأمواج البحرية. • المقارنة بين الأمواج البحرية؛ بحسب أسباب حدوثها.	◦ **تجربة 1:** حركة الأمواج.	2
الثالث: **تيارات المحيط والمناخ.**	• دراسة أنواع التيارات البحرية وأسباب حدوثها. • الربط بين أنواع التيارات البحرية وحالة الطقس. • بيان تأثير المحيطات على مناخ الأرض.	◦ **تجربة 2:** تيارات الكثافة.	2

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• استكشاف مظاهر الأرض الرئيسة: محيطات وقارات وجبالًا.	الثالث	• ذكر أمثلة على تأثير الغازات الناتجة عن الحرق المضرة بالإنسان والمناخ ومياه المحيطات. • تعرف الأرض البدائية وتكون المحيطات والقارات. • مناقشة البداية التقريبية لتكون المحيطات والقارات.	الأول الثانوي
• تعرُّف أن المياه في الأرض عذبة أو مالحة. • تعداد أشكال المياه السطحية. • تفسير علاقة مياه الأمطار بالمياه السطحية.	الرابع	• مناقشة توسع قاع المحيطات بديلاً عن انزياح القارات.	الثاني الثانوي
• تصنيف الموجات إلى موجات طولية، وموجات مستعرضة بإجراء تجارب بسيطة. • تفسير كيف تغيِّر العمليات الجيولوجية الخارجية سطح الأرض. • مقارنة خصائص الموجات بطاقة الموجات الزلزالية، والضوئية، والصوت.	السادس		
• تعرُّف الأشكال الأرضية السطحية التي تنتج عن مياه الأمطار.	التاسع		

إضاءة للمعلم / للمعلمة

نشأة المحيطات:

وضع العلماء كثيرًا من النظريات والفرضيات المتعلقة بنشأة الأرض، ومنها نشأة المحيطات، وفرضية انجراف القارات، ونظرية انفصال القمر عن الأرض. وأما عملية تشكل مياه المحيطات فأفضل التفسيرات المقبولة التي وضعت أن بخار الماء والغازات الأخرى التي نتجت من الصخور المصهورة في بداية تكون الأرض قد انطلقت إلى الغلاف الجوي البدائي، وعندما بدأت درجة حرارة الأرض بالانخفاض تكاثف بخار الماء، ثم بدأت الأمطار بالهطول وبدأت تتكون المحيطات البدائية في المناطق المنخفضة من الأرض أي أن الماء الموجود على الأرض قد أتى من باطنها. ومع الزمن تغيرت مواقع المحيطات في خلال الزمن الجيولوجي وقد أطلق علماء الجغرافيا أسماء المحيطات عليها؛ بحسب مواقعها بين القارات.

أتأمَّل الصورة

المحيطات:

- أوجِّه الطلبة إلى تأمُّل الصورة في مقدمة الوحدة، وإجابة السؤال الآتي في بند (أتأمَّل الصورة):

– تغطي المحيطات مناطق واسعة من سطح الأرض، فما أهمية المحيطات؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن للمحيطات أهمية كبيرة في مجالات عدة، منها:

ذوبان ثاني أكسيد الكربون الزائد في الغلاف الجوي في المحيطات، وتحرر الأكسجين الناتج عن عمليات البناء الضوئي في العوالق النباتية إلى الغلاف الجوي، والمساعدة في اتزان المناخات على سطح الأرض، وتوفير الغذاء للإنسان، كذلك تعد إحدى وسائل نقل البضائع.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما خصائص مياه المحيطات؟

- أناقش الطلبة في خصائص مياه المحيطات؛ للتوصل معهم إلى أن المحيطات تتميز بالملوحة لوجود الأيونات الذائبة فيها، وأنهم سوف يتعرفون خصائص مياه المحيطات في هذه الوحدة.

◄ المناقشة:

بحر لجي:

- أطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة في بداية الوحدة، وأناقشهم في معاني الكلمات، وأخبرهم أن الآية الكريمة تقارن أعمال الكفار بظلمات البحار والمحيطات، ثم أخبرهم أن هذه الآية فيها إعجاز؛ حيث تحدد بعض خصائص المحيطات، ثم أسأل:

– ما خصائص المحيطات التي يمكن استنتاجها من الآية الكريمة؟

أولًا: أنه بحر لُجِّيٌّ أي واسع كبير وعميق.

ثانيًا: أنه يحتوي على أمواج تتحرك فيه بعضها فوق بعض، ويدل هذا على أن المحيطات مقسمة إلى طبقات، وأن الطبقة السفلية العميقة طبقة مظلمة جدًّا حتى إن الإنسان لا يستطيع رؤية يده فيها، ووجد العلماء أن هناك أمواجًا داخلية مشابهة للأمواج السطحية، وأنها أكبر حجمًا منها. وأخبرهم أن المنطقة السطحية التي يصل عمقها في بعض المناطق إلى 300 m في المحيطات هي فقط التي يخترقها الضوء.

الفكرة العامة:

المحيطات:

- أعرض أمام الطلبة خريطة للعالم، أو أستخدم نموذج الكرة الأرضية، ثم أسألهم أسئلة متنوعة، منها:
  - مم يتكون سطح الأرض؟ من يابسة ومسطحات مائية.
  - ما أكبر المسطحات المائية على الأرض؟ المحيطات
  - ما المناخ؟ حالة الطقس في منطقة ما لفترة زمنية طويلة نسبيًّا.
  - هل هناك تأثير للمحيطات في مناخات الأرض؟ نعم.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقِشهم فيها، وأخبرهم أنهم سوف يتعرفون كثيرًا من خصائص المحيط وكيفية تأثير المحيطات في المناخ في هذه الوحدة.

مشروع الوحدة

الحزام الناقل العالمي في المحيطات:

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات، وأوجِّههم إلى عمل نموذج يمثل حركة تيار الحزام الناقل العالمي في المحيطات مستخدمين فيها منحى STEAM في التدريس، وذلك بربط العلوم بالفن والهندسة والرياضيات. أطلب إليهم عمل النموذج متتبعين التعليمات الآتية:
- استخدام مواد من البيئة المحلية لتصميم مجسم للكرة الأرضية مثبت عليه تيارات الحزام الناقل مع تصميم قاعدة له، ويمكن تصميم لوحة تمثل خريطة العالم تحتوي على تيارات الحزام الناقل بدلًا من مجسم الكرة الأرضية.
- استخدام البرامج الحاسوبية وشبكة الإنترنت لتصميم خريطة العالم ورسمها، والحزام الناقل العالمي لتيارات المحيط، ولصقها على المجسم أو على اللوحة.
- توضيح حركة الحزام الناقل عن طريق عمل دارة كهربائية مكونة من أسلاك ذات إضاءة متحركة وتثبيت هذه الأسلاك على تيارات الحزام الناقل؛ بحيث يجري استخدام أسلاك ذات إضاءة حمراء للتيارات السطحية، وأسلاك ذات إضاءة زرقاء للتيارات العميقة.
- بعد الانتهاء من عمل النموذج، والتأكد من دقة صنعه أطلب إلى كل مجموعة عرض نموذجها وتوضيح حركة تيارات الكثافة.

الفكرة العامة:

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

الدرسُ الأولُ: خصائصُ مياهِ المحيطاتِ.

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

الدرسُ الثاني: أمواجُ المحيطِ.

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

الدرسُ الثالثُ: تياراتُ المحيطِ والمُناخُ.

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

طريقة أخرى للتدريس — المحيطات

أستخدم **جدول التعلم (KWL)** في التمهيد لوحدة المحيطات ولمعرفة الخبرات السابقة. أوزِّع جدول التعلم على الطلبة في مجموعات وأطلب إليهم كتابة ما يعرفون عن المحيطات، وعلاقتها بالمناخات على سطح الأرض في العمود الأول من جدول التعلم. ثم أطلب إليهم كتابة ما يرغبون في معرفته حول المحيطات في العمود الثاني. أستعرض معهم خبراتهم السابقة وأناقشهم فيها. أتسلَّم منهم جداول التعلم على أن تُوزَّع عليهم في نهاية تدريس الوحدة؛ ليكملوا تعبئة العمود الثالث بشكل فردي، ويمكن استخدامه أيضًا بصفته تقويمًا لما تعلموه.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

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

أوضِّح للطلبة قبل البدء بالعمل في مشروعهم أن عليهم إدارة المشروع الذي سينفذونه بواسطة تنظيم الموارد التي يحتاجونها، وتحديد المتاح منها، والتخطيط لآلية التنفيذ بشكل دقيق، وأن يراعوا عوامل الوقت وجودة المنتج وتكلفة المشروع قبل التنفيذ.

تجربةٌ استهلاليّة

توزيعُ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ

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

الموادُّ والأدواتُ:

خريطةٌ صماءُ للعالمِ، مسطرةٌ، قلمٌ.

خطواتُ العملِ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحسبُ نسبةَ مساحةِ اليابسةِ على سطحِ الأرضِ.

2 – أحسبُ نسبةَ مساحةِ المحيطاتِ والبحارِ على سطحِ الأرضِ.

3 – ألاحظُ: أيُّ جزأيْ سطحِ الأرضِ أجدُ مساحةَ البحارِ والمحيطاتِ فيهِ أكبرُ: الشماليُّ أمِ الجنوبيُّ؟

4 – أحددُ: إذا علمتُ أنَّ مساحةَ الكرةِ الأرضيةِ تساوي $510.072.000\ km^2$؛ فما المساحةُ التقريبيةُ لكلٍّ منَ: اليابسةِ والمسطحاتِ المائيةِ؟

مساحة البحار والمحيطات = مساحة الكرة الأرضية × نسبة البحار والمحيطات

$= 510,072,000 \times 0.71$

$= 362151120\ Km^2$

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

الرقم	معيار الأداء	التقدير 1	2	3	4
1	تقسيم خريطة العالم باستخدام المسطرة إلى مربعات متساوية.				
2	حساب نسبة اليابسة والمسطحات المائية على الأرض بشكل صحيح.				
3	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				
4	إيجاد مساحة اليابسة والبحار والمحيطات بدقة.				

زمن التنفيذ: 25 دقيقة

الهدف: تحديد نسبة مساحة المحيطات واليابسة على سطح الأرض.

المهارات العلمية: الملاحظة، الاستنتاج، القياس.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، وأوجّههم إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة، واستخدام الخريطة الصماء للعالم الموجودة في صفحة 15 في نهاية التجربة.
- أتابع الطلبة في أثناء تقسيم خريطة العالم إلى مربعات متساوية، مع التأكد من أنهم يرسمونها بدقة وبالشكل الصحيح.
- أراجع الطلبة في مفهوم النسبة وكيفية حسابها؛ أوضّح لهم أن نسبة مساحة اليابسة تمثل مجموع المربعات التي تمثل مساحة اليابسة مقسومًا على مجموع المربعات الكلي، وبالكيفية نفسها يجري قياس نسبة مساحة المحيطات.

النتائج المتوقعة:

سيتوصل الطلبة إلى أن نسبة مساحة اليابسة تساوي تقريبًا 29%، ونسبة مساحة البحار والمحيطات تساوي تقريبًا 71%، وسوف يحسب الطلبة مساحة اليابسة والمسطحات المائية.

التحليل والاستنتاج:

1. سيختلف عدد المربعات التي تمثل اليابسة، وعدد المربعات الكلي بحسب طول ضلع المربع الذي يرسمه الطلبة، ولكن يجب أن تكون نسبة اليابسة قريبة من 29%.
2. سيختلف عدد المربعات التي تمثل البحار والمحيطات وعدد المربعات الكلي؛ بحسب طول ضلع المربع الذي يرسمه الطلبة، ولكن يجب أن تكون نسبة البحار والمحيطات قريبة من 71%.
3. في الجزء الجنوبي.
4. المعطيات: مساحة الكرة الأرضية

$= 510,072,000\ km^2$

المطلوب: مساحة كل من اليابسة والبحار والمحيطات

مساحة اليابسة = مساحة الكرة الأرضية × نسبة اليابسة

$= 510,072,000 \times 0.29$

$= 147920880\ km^2$

الدرس 1

خصائص مياه المحيطات
Properities of Oceans Water

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

خصائص مياه المحيط:

- أطلب إلى الطلبة كتابة قائمة بأشياء يعرفونها عن المحيطات، ثم ألخّص ما كتبوه على اللوح على شكل جدول يحتوي على عدد الطلبة الذين ذكروا أن مياه المحيطات مالحة، وعدد الطلبة الذين حددوا مصادر الأملاح في المحيطات. ستكون هناك معلومات عامة يعرفها جميع الطلبة، ومنها أن البحار والمحيطات مالحة. أخبر الطلبة أنهم سوف يتعرفون كثيرًا من الخصائص المتعلقة بالمحيطات؛ ومنها سبب ملوحة مياه المحيطات.

الربط بالمعرفة السابقة:

دورة الماء في الطبيعة:

- أستخدم نموذج الكرة الأرضية أو فيلمًا يمثل توزع المحيطات على سطح الأرض أو الشكل (1) من الكتاب، ثم أطرح على الطلبة أسئلة، منها:

- ما دور المحيطات في دورة الماء؟ ماذا يحدث للمياه عندما تسقط على سطح الأرض؟ هل تؤثر العمليات التي تحدث في دورة الماء في خصائص مياه المحيطات؟

تعد البحار والمحيطات مصدرًا رئيسا لبخار الماء، الذي يتكاثف، ويسقط على سطح الأرض ويعود إلى البحار والمحيطات بشكل مباشر أو على شكل جريان سطحي، وتؤثر العمليات التي تحدث في دورة الماء في الطبيعة، ومنها التبخر والهطل على تغيير خصائص مياه المحيطات السطحية، وخاصة ملوحة الطبقة السطحية منها.

2 التدريس

استخدام الصور والأشكال:

توزع المحيطات:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أسألهم:

- ما المحيطات الرئيسة على سطح الأرض؟

المحيط الهادي، والمحيط الأطلسي، والمحيط الهندي والمحيط المتجمد الجنوبي، والمحيط المتجمد الشمالي.

- ما علاقتها بالقارات؟ تحيط المحيطات بالقارات.

- ما أكبر المحيطات مساحة؟ المحيط الهادي.

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

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أبيّنُ بعضَ صفاتِ مياهِ المحيطاتِ.
- أرسمُ مقطعًا رأسيًّا لتغيرِ درجةِ الحرارةِ في مياهِ المحيطِ مُوضّحًا على الرسمِ: الكتلَ المائيةَ، وبعضَ خصائصِها الطبيعيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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

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

توزُّعُ المحيطاتِ على سطحِ الأرضِ
Oceans Distribution on the Earth's Surface

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

مكوناتُ مياهِ المحيطاتِ Compositions of Oceans Water

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

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

- هل خصائص مياه المحيطات متشابهة؟

بشكل عام تتشابه مياه المحيطات في احتوائها على الأملاح؛ لأنها مرتبطة مع بعضها، ولكن تختلف خصائص مياه المحيطات؛ بحسب عمقها وبعدها عن خط الاستواء من حيث: الملوحة ودرجة الحرارة.

✓ **أتحقَّقُ:** مساحة المحيطات من الأكبر للأصغر: المحيط الهادي، المحيط الأطلسي، المحيط الهندي، المحيط المتجمد الجنوبي، المحيط المتجمد الشمالي.

معلومة إضافية

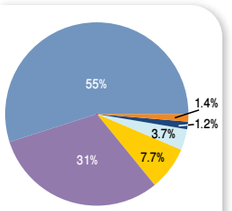
المحيطات: اختلفت مواقع المحيطات خلال الزمن الجيولوجي. وقد كانت المحيطات قديمًا محيطًا ضخمًا يسمى محيط التيثس الذي كان يفصل القارات القديمة عن بعضها، ومع حركة الصفائح أخذت القارات الشكل الحالي وتشكلت المحيطات بينها، وأطلق الجغرافيون عليها أسماء بحسب مواقعها بين القارات، وفي الوقت الحاضر فإن جميع المحيطات متصلة مع بعضها. ويبلغ متوسط عمق المحيطات حوالي 3682 m، بينما يبلغ الحجم الكلي لمياه المحيطات حوالي 1.35 بليون كيلومتر مكعب.

خصائصُ مياهِ المحيطاتِ Properties of Oceans Water

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

الملوحةُ Salinity

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



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

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

أحدّدُ: أيُّ الأيوناتِ الأكثرُ نسبةً في مياهِ المحيطاتِ؟

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

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

* الجدولُ للمطالعةِ الذاتيّةِ.

مصادرُ أملاحِ مياهِ المحيطاتِ Sources of Oceans Salts

ما المصادرُ الأساسيةُ للأملاحِ الذائبةِ في المحيطاتِ؟

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

العملياتُ المؤثرةُ في الملوحةِ Processing Affecting Salinity

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

نشاط سريع مصادر أملاح المحيط:

- أوضِّح للطلبة في البداية أن أيونات الأملاح والتربة تنتج بسبب التجوية الكيميائية والفيزيائية للصخور، وأننا في هذا النشاط سوف ننفِّذ نمذجة لكيفية دخول أيونات الأملاح إلى المحيط. أطلب إلى الطلبة في مجموعات ثنائية عمل مخلوط مكون من التربة والملح بالتساوي. ثم أطلب إليهم إحضار كأس ورقية وعمل خمسة ثقوب في قاعها، ووضع ورقة ترشيح فيها، ثم وضع ملعقتين من المخلوط فوق ورقة الترشيح.
- أطلب إلى الطلبة حمل الكأس وجعلها على ارتفاع 2 cm فوق قطعة من الكرتون سوداء اللون، ثم سكب ثلاث ملاعق كبيرة من المياه في الكأس، سوف يبدأ الماء بالتسرب على قطعة الكرتون. وعندما يتسرب جميع الماء أطلب إليهم وضع قطعة الكرتون في الشمس حتى تجف. وسوف يجد الطلبة أملاحًا جافة متبقية على قطعة الكرتون. عندئذٍ أطلب إليهم تفسير النتائج التي توصلوا إليها.

تعزيز:

حساب الملوحة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– إذا جرى تبخير 10 kg من مياه المحيطات، فكم غرامًا من الملح سوف يتبقى؟ أناقش الطلبة في كيفية حل السؤال، وألفت انتباههم إلى أن 10 kg تساوي 10000 g، وأن نسبة الملوحة في المحيطات تساوي 35‰ .

$$10000 \times \frac{35}{1000} = 350 \text{ g}$$

ثم أطرح السؤال الآتي:

– كم كتلة ملح كلوريد الصوديوم التي يمكن أن تنتج من عينة ماء المحيط نفسها؟ أطلب إليهم استخدام الجدول (1).

بما أن النسبة المئوية لملح كلوريد الصوديوم تساوي 2.6% فإن كتلته تساوي:

$$10000 \times \frac{26}{1000} = 260 \text{ g}$$

أؤكد لهم أن ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) يمثل المركب الأكثر وفرة في مياه المحيطات؛ وذلك بسبب ذائبية الكلور والصوديوم العالية في الماء.

المناقشة:

تحلية مياه المحيطات.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– على الرغم من أن المحيطات تغطي 71% من سطح الأرض؛ فإن هناك نقصًا في كمية مياه الشرب في العالم، فما سبب ذلك؟

- أستمع إلى إجاباتهم، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أن: مياه المحيطات مياه مالحة، بينما المياه العذبة الصالحة للشرب التي يمكن استخدامها توجد في بعض مصادر المياه السطحية كالأنهار والبحيرات، أو على صورة مياه جوفية. ثم أسألهم:

– كيف يمكن الاستفادة من مياه المحيطات في الشرب؟ من خلال تحلية المياه المالحة.

حل سؤال الشكل (2):

أيونات الكلور ثم أيونات الصوديوم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

توزيع الملوحة في المحيطات:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم أسألهم:

– ما أعلى قيمة ملوحة في مياه المحيطات؟ وما أقل قيمة؟

أعلى قيمة هي ‰ 37 . وأقل قيمة تقريبًا ‰ 32.

– ما المناطق التي تمثل أعلى قيم للملوحة في المحيطات؟

المناطق شبه المدارية.

– ما المناطق التي تمثل أقل قيم للملوحة؟

عند خط الاستواء، وقريبًا من الأقطاب.

– فسر: لماذا تنخفض قيم الملوحة عند خط الاستواء وعند الأقطاب؟

على امتداد خط الاستواء؛ بسبب معدلات الهطل العالية، وعند الأقطاب بسبب انصهار الجليد في فصل الصيف.

– ما سبب ارتفاع نسبة الملوحة في المناطق شبه المدارية؟

بسبب عملية التبخر العالية في تلك المناطق.

◄ بناء المفهوم:

درجة حرارة مياه المحيط:

- أعرض أمام طلبتي خريطة العالم، أو أستخدم الشكل (3)، وأطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– أين سُجِّلت أعلى درجة حرارة للمياه السطحية في المحيطات؟ لماذا؟

قرب خط الاستواء؛ لأن أشعة الشمس تكون عمودية في تلك المناطق وتمثل أعلى درجات حرارة جوية.

– أين سُجِّلت أدنى درجات حرارة؟

عند الأقطاب.

– هل تخترق أشعة الشمس المياه إلى الأعماق؟ لا.

- أناقشهم في درجات حرارة المياه في أعماق المحيطات جميعها للتوصل معهم إلى أن درجة حرارة مياه المحيط في الأعماق منخفضة، وقيمها متقاربة في جميع المناطق. وأنهم سيتوصلون إلى ذلك عن طريق تنفيذ نشاط تغير درجة الحرارة مع العمق.

✓ **أتحقَّقُ:** العمليات التي تؤثر في الملوحة:

1. العمليات التي تقلل الملوحة هي: الهطل عند خط الاستواء، وانصهار الجليد عند الأقطاب في فصل الصيف.
2. العمليات التي تزيد من الملوحة هي: التبخر في فصل الصيف في المناطق شبه المدارية، وتشكّل الجليد في فصل الشتاء في المناطق القطبية.

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

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

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

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

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

درجةُ حرارةِ مياهِ المحيطاتِ Oceans Water Temperature

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

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية: المشاركة.**

أحثُّ الطلبة في أثناء تنفيذ الأنشطة على المشاركة بفاعلية، موضِّحًا لهم أن المشاركة تعزز الثقة في النفس وتغذي روح المسؤولية، وأن الثقة بالنفس سلوك مُكتسَب يمكن تطويره وتعزيزه؛ بالمشاركة في الأنشطة الجماعية التي تعطي الشخص الفرصة للتواصل مع الآخرين، وإبداء رأيه بحرية.

التدريس المدمج: ملوحة مياه المحيط

- أقسم الطلبة في مجموعات، وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، ومبيِّنًا أن عليهم الحصول على صور تتعلق بالملوحة أو مقاطع يوتيوب، وتصميم فلم منها يوضح تأثير بعض العوامل في الملوحة، وبعد الانتهاء من صنع الفلم سأطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

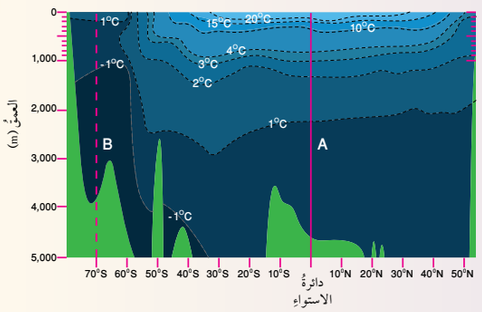
نشاطٌ

تغيرُ درجةِ حرارةِ المحيطِ معَ العمقِ

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

الموادُّ والأدواتُ:

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



خطواتُ العملِ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

التحليل والاستنتاج:

1. أعلى درجة حرارة عند دائرة العرض صفر هي (20° C)، وتقع على عمق 150 m، وأدنى درجة حرارة عند دائرة العرض صفر هي (1° C)، وتقع على عمق 2300 m.
2. أعلى درجة حرارة عند دائرة العرض 70° هي تقريبًا (1° C)، وتقع على عمق 200 m، وأدنى درجة حرارة عند دائرة العرض 70° هي (-1°C) وتقع على عمق 1200 m.
3. عند دائرة الاستواء تتناقص درجات الحرارة مع العمق بشكل تدريجي حتى عمق حوالي 800 m ثم يصبح تغير درجة الحرارة مع العمق قليلًا ليصل إلى (-1°C) على عمق 2200 m ثم تثبت مع العمق. بينما تكون درجات حرارة المياه السطحية في المناطق القطبية ما بين °C (2-1). وتساوي (1°C) على عمق 200 m وعند عمق 1200 m تصبح (-1°C) تقريبًا، وتثبت مع العمق.
4. تنخفض قيم الملوحة مع العمق مع انخفاض درجة الحرارة، وولكن بما أن الخريطة تمثل توزيع درجة الحرارة في الصيف فإن هناك عوامل أخرى تؤثر في الملوحة منها: انصهار الجليد عند الأقطاب؛ لذلك قد يحدث تغير في قيم الملوحة مع العمق في الأقطاب؛ بحيث تزداد الملوحة قليلًا مع العمق ثم تثبت.

نشاط:

تغير درجة حرارة المحيط مع العمق

زمن التنفيذ: 30 دقيقة

الهدف:

تعرُّف التوزيع الرأسي لدرجة حرارة مياه المحيط مع العمق.

المهارات العلمية:

الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- قبل البدء بتنفيذ النشاط- أناقش معهم مفهوم خطوط تَساوي درجة الحرارة؛ مبينًا أن كل خط يمثل الأعماق المتساوية في درجة الحرارة، وأن المحور الرأسي في الشكل يمثل العمق، بينما يمثل المحور الأفقي قيم دوائر العرض.
- أتأكد من أن الطلبة يعرفون أن دائرة العرض (صفر) تمثل دائرة الاستواء ودائرة العرض (70°) شمالًا وجنوبًا يمثل المنطقة القطبية، وأن القطب الشمالي والقطب الجنوبي للأرض تقع على دائرة العرض (90°).
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ الرسم البياني وأساعدهم على العمل.

النتائج المتوقعة:

سيُظهر الرسم البياني أن درجة الحرارة عند دائرة الاستواء تتغير مع العمق بشكل مختلف عن تغير درجة الحرارة عند دائرة العرض 70°، حيث تتغير عند دائرة الاستواء بشكل تدريجي في البداية، ثم تتغير بشكل سريع، ثم تثبت، أما في المناطق القطبية فيكون التغير قليلًا، ومن ثم تثبت درجة الحرارة مع العمق.

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

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	تمثيل العلاقة بيانيًا بين درجة الحرارة والعمق بشكل سليم.				
2	التعاون مع زملائي/ زميلاتي في أثناء تنفيذ النشاط.				
3	المقارنة بين منحنيات توزيع درجة الحرارة مع العمق في مواقع مختلفة من المحيط.				
4	استنتاج أكثر الأماكن ملوحة في مياه المحيطات.				

◄ المناقشة:

الكثافة:

- أدير نقاشًا مع الطلبة بطرح الأسئلة الآتية:

– ما الكثافة؟ ما العلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة؟

– ما العلاقة بين الكثافة والملوحة؟

– أي المناطق في المحيط كثافتها أكبر: السطحية أم العميقة؟

ثم ألخِّص ما جرى التوصل إليه على اللوح. يمكن عرض أشكال بيانية تمثل التوزيع الرأسي لدرجة الحرارة، والملوحة والكثافة مع العمق لتوضيح العلاقات.

الكثافة هي النسبة بين الكتلة والحجم، وتتناسب عكسيًّا مع درجة الحرارة؛ حيث تقل الكثافة بزيادة درجة الحرارة، وتتناسب طرديًّا مع الملوحة؛ حيث تزداد الكثافة بزيادة الملوحة. وبذلك تزداد الكثافة مع زيادة العمق.

طريقة أُخرى للتدريس — الكثافة

- أستخدم **جدول التعلم**:

«ماذا أعرف؟ ماذا أريد أن أعرف؟ ماذا تعلمت؟»

(KWL) في تدريس مفهوم الكثافة وعلاقتها بدرجة الحرارة والملوحة. أطلب إلى الطلبة كتابة ما يعرفون عن مفهوم الكثافة، وعلاقتها بدرجة الحرارة والملوحة في العمود الأول من جدول التعلم. ثم أطلب إليهم كتابة ما يريدون معرفته حول كثافة مياه المحيطات في العمود الثاني.

- أعرض على الطلبة ثلاثة منحنيات تمثل كلًّا من: (تغير الكثافة ودرجة الحرارة والملوحة) مع عمق المحيط، وأناقشهم في شكل المنحنيات، والعلاقة بين تغير منحني الملوحة ودرجة الحرارة مع التغير في كثافة مياه المحيط مع العمق. يمكن الحصول على صورة من خلال الدخول للموقع الإلكتروني:

https://gotbooks.miracosta.edu/oceans/images/clines.jpg

- بعد الانتهاء من توضيح المفهوم أطلب إلى الطلبة تعبئة العمود الثالث من جدول التعلم: «ماذا تعلمت»؟

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

كثافةُ مياهِ المحيطاتِ Oceans Water Density

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

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

✓ **أتحقَّقُ:** أفسرُ كيفيّةَ تأثيرِ الملوحةِ في كثافةِ مياهِ المحيطاتِ.

طبقاتُ المحيطِ Ocean Layers

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

أبحثُ:

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

(KWL)

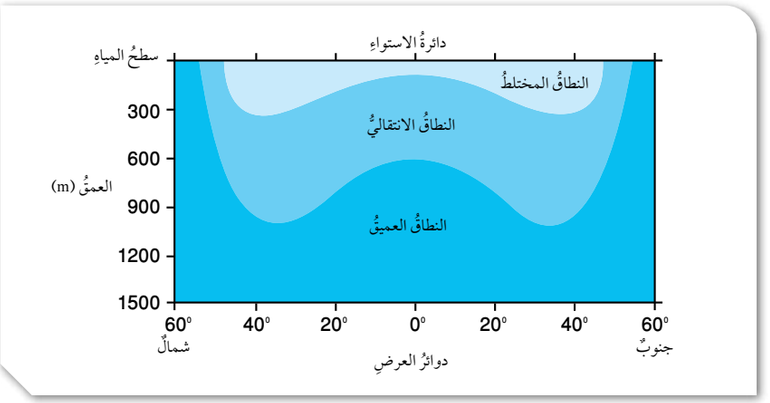
✓ **أتحقَّقُ:** تؤدي زيادة ذوبان أيونات الأملاح في المحيطات إلى زيادة قيم ملوحة مياه المحيطات، وبزيادة الملوحة تزداد كثافة مياه المحيطات.

أبحث:

تغير درجات الحرارة في المناطق المعتدلة:

أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ لتعرُّف درجة حرارة مياه المحيطات مع العمق في المناطق المعتدلة بدائرة العرض (40°)، ومقارنة النتائج التي يحصلون عليها مع قيم درجات الحرارة في المناطق القطبية وعند دائرة الاستواء ثم تصميم عرض تقديمي يلخصون فيه النتائج التي يحصلون عليها وأخيرًا عرضها أمام زملائهم الطلبة.

سيجد الطلبة أن تغير درجة الحرارة في المناطق المعتدلة يشابه التغير الذي يحصل في المناطق الاستوائية، ولكن ستكون درجات الحرارة بالقرب من سطح المحيطات في المناطق المعتدلة أقل ولا تتعدى (15°C).



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

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

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

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

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

أتحقَّقُ: أذكرُ النطاقاتِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ في المناطقِ الاستوائيةِ.

33

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التحليل.**

ألفت انتباه الطلبة – في أثناء دراسة الشكل (4) إلى أن مهارة التحليل هي إحدى مهارات التفكير وأنه يتعين عليهم في أثناء تحليل الشكل تفحُّص المعلومات، وتفكيكها إلى أجزائها الرئيسة، ثم تحديد أوجه التشابه والاختلاف بينها؛ للتوصُّل إلى استنتاجات منطقية صحيحة.

حل سؤال الشكل (4):

يتميز النطاق الانتقالي بأنه يمتد من (300 m -1000 m) وتنخفض فيه درجة الحرارة بشكل سريع ومفاجئ مع العمق.

أتحقَّقُ: النطاقات الثلاثة هي: النطاق المختلط، والنطاق الانتقالي، والنطاق العميق.

◄ استخدام الصور والأشكال:

طبقات المحيط:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، ثم أسألهم:
  - كم عدد طبقات المحيط؟ ثلاث طبقات.
  - ما الأساس الذي اعتمد عليه العلماء في تقسيم المحيط رأسيًّا؟ التغير في الكثافة مع العمق.
  - لماذا سميت الطبقة العلوية بالنطاق المختلط؟ لأن الأمواج البحرية تعمل على خلط المياه فيها فتكون متجانسة.
  - هل تتكرر الطبقات الثلاث رأسيًّا في جميع المناطق في المحيطات؟ لا.
  - كم طبقة في المنطقة الاستوائية؟ وما هي؟ ثلاث طبقات: النطاق المختلط، والنطاق الانتقالي، والنطاق العميق.

◄ بناء المفهوم:

خصائص طبقات المحيط:

- أستخدم **استراتيجية (اثن ومرر)** عن طريق تقسيم الطلبة إلى مجموعات، ثم توزيع ورقة على كل مجموعة مكتوب فيها السؤال الآتي:
  - أذكر إحدى الخصائص التي تتميز فيها أي من طبقات المحيط الثلاثة.
- أطلب إلى أحد أفراد المجموعة الإجابة، ثم ثنيها وتمريرها إلى أحد زملائه، ويتكرر الأمر إلى أن أصدر أمرًا بالتوقف. أطلب إلى كل مجموعة استعراض خصائص طبقات المحيط، وأناقشهم في ما توصلوا إليه.

أفكّرُ نطاقات المحيط الثلاثة:

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى الإجابة عن السؤال الآتي:
  - هل تتشكل النطاقات الثلاثة في منطقتَي القطبين الشمالي والجنوبي؟ ولماذا؟ أطلب إليهم استخدام الشكل (4)، والبحث في شبكة الإنترنت لتفسير عدم تكرار النطاقات الثلاثة. ثم إعداد عرض تقديمي أو تقرير وعرضه أمام الطلبة. لا تتشكل الطبقات الثلاث في مناطق الاقطاب؛ لأن درجة حرارة الماء عند القطبين تقريبًا ثابتة ومتساوية؛ فلا يظهر التمايز في درجات الحرارة كما في باقي المناطق؛ فتظهر أشبه بطبقة واحدة.

مراجعة الدرس

1 تختلف مياه المحيطات في خصائصها ومنها الملوحة ودرجة الحرارة والكثافة؛ فمثلًا تقل الملوحة في المناطق الاستوائية بسبب الهطل، وتزداد في مناطق الأقطاب بسبب تجمد المياه، ويؤدي انصهار الجليد في الاقطاب في الصيف إلى تقليل الملوحة. كذلك تختلف درجة حرارة مياه المحيطات السطحية اعتمادًا على موقعها؛ فهي مرتفعة بالقرب من دائرة الإستواء ومنخفضة عند الأقطاب، وتقل درجة حرارة المياه مع العمق، وتعتمد كثافة مياه المحيطات على إختلاف الملوحة ودرجة الحرارة؛ فهي تزداد بزيادة الملوحة وبانخفاض درجة الحرارة.

2 تتكون مياه المحيطات من مواد ذائبة، منها: أيونات العناصر كأيونات الكلور والصوديوم، ومواد غير ذائبة صلبة، وغازات مثل الأكسجين، ومواد عضوية مثل بعض الأحماض الأمينية .

3 تعمل عملية الهطل على إضافة كميات كبيرة من المياه العذبة إلى مياه المحيطات؛ مما يؤدي إلى تقليل الملوحة. بينما تعمل عملية التبخر على فقد كميات من المياه على شكل بخار؛ ما يؤدي إلى زيادة الملوحة.

4 تعمل التجوية الكيميائية على تحليل المعادن الأصلية المكونة للصخور وتفتيتها، وإنتاج معادن جديدة مختلفة عن المعادن الأصلية، وإنتاج العديد من العناصر الجديدة التي تذوب أيوناتها في مياه المحيطات؛ ما يفضي إلى زيادة الملوحة.

5 لأن كثافة مياه البحر الميت أكبر بحوالي 10 أضعاف كثافة باقي البحار والمحيطات؛ فيسهل على السباحين الطفو فيه.

6 تنخفض درجة الحرارة في النطاق الانتقالي بشكل مفاجئ وسريع مع العمق. بينما يتميز النطاق العميق بثبات درجةُ الحرارة فيه حيث تكون درجة الحرارة فيه قريبة من درجةِ التجمدِ.

7 لأن أشعة الشمس لا تصل إلى عمق أكبر من نطاق الخلط، فلا يحدث تسخين للمياه أسفل منه فتبدأ بالبرودة في النطاق الانتقالي وتنخفض درجة الحرارة فيه بشكل سريع، ثم تثبت تقريبًا في النطاق العميق.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ: أصفُ** كيفَ تختلفُ مياهُ المحيطاتِ في خصائصِها.
2. أحددُ المكوناتِ الرئيسةَ لمياهِ المحيطاتِ.
3. **أُقارِنُ** بينَ تأثيرِ كلٍّ منَ: الهطلِ والتبخرِ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.
4. أوضحُ كيفَ تؤثرُ التجويةُ الكيميائيةُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.
5. **أتنبأُ** لماذا تُعدُّ السباحةُ في البحرِ الميتِ أكثرَ سهولةً منْ باقي البحارِ.
6. **أقارنُ** بينَ النطاقِ الانتقاليِّ والنطاقِ العميقِ منْ حيثُ التغيرُ في درجةِ الحرارةِ معَ العمقِ.
7. **أفسرُ**: لماذا تنخفضُ درجةُ الحرارةِ في النطاقِ الانتقاليِّ بشكلٍ سريعٍ؟
8. يمثّلُ الجدولُ الآتي أيوناتِ العناصرِ الرئيسةَ الذائبةَ في مياهِ المحيطاتِ (بالنسبةِ المئويةِ وبالجزءِ منْ ألفٍ)، أدرسُ الجدولَ ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

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

أ – أذكرُ أكثرَ أيوناتِ العناصرِ وفرةً في مياهِ المحيطِ.

ب– **أحسبُ**: ما كميةُ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ (ملحِ الطعامِ) في مياهِ المحيطِ (g)؟

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

8 أ . أيون الكلور أكثر الأيونات وفرة في مياه المحيط.

ب. 30.11 = 10.76 + 19.35 جزءًا من ألف (PPT)

ج. بما أن (1 Kg) يحتوي على 30.11 ppt

فإن 2 Kg = 2 × 30.11 = 60.22 ppt

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التنبؤ.**

أوضِّح للطلبة أن التنبؤ العلمي عملية تهدف إلى توقع نتائج تجربة أو حدث أو ظاهرة إذا ما توافرت شروط معينة، وهو يختلف جذريًّا عن التخمين؛ حيث يعتمد التنبؤ على صحة عمليات الملاحظة والقياس والاستنتاج المرتبطة بالظاهرة أو الحدث الذي يجري التنبؤ بشأنه.

الدرس 2
أمواج المحيط
Ocean Waves

1 تقديم الدرس

◄ **الفكرة الرئيسة:**

تشكُّل الأمواج:

- أسأل الطلبة: هل زار أحدهم العقبة أو البحر الميت؟ وهل شاهد الأمواج البحرية فيهما؟ أو شاهد أمواجًا محيطية في التلفاز؟ ثم أسأل: كيف تتشكل الأمواج؟ وما سبب تشكلها؟
- أكتب إجاباتهم على اللوح، وأناقش الطلبة فيها. أخبرهم أنهم سوف يتعرفون كثيرًا من خصائص الأمواج في هذا الدرس.

◄ **الربط بالمعرفة السابقة:**

خصائص الموجة:

- أراجع الطلبة بمفهوم الموجة بالطلب إلى أحدهم الإمساك بطرف حبل، وأمسكه أنا بطرفه الآخر، ثم أصنع موجة بواسطة تحريك الحبل للأسفل وللأعلى. وأطلب إلى الطلبة ملاحظة القمم والقيعان المتشكلة، وكيفية تحرك الموجة خلال الحبل. أناقش الطلبة في مفهوم الموجة وخصائصها، وأخبرهم أن الأمواج البحرية لها الخصائص نفسها.

2 التدريس

◄ **عمل نموذج:**

الأمواج البحرية:

- أوجِّه الطلبة إلى عمل نموذج يمثِّل أمواجًا بحرية باستخدام مواد من البيئة مثل قطع من الأسفنج أو الخشب، وأن يحددوا عليه خصائص الموجة الرئيسة، ومنها: القمة، والقاع، وطول الموجة، وارتفاع الموجة، وسعة الموجة. ثم أستخدم النموذج لتوضيح المفاهيم المطلوبة.

توظيف التكنولوجيا أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع أمواج المحيط، علمًا بأنه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس. أشارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft Teams)، أو أستعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

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

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

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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

أمواجُ المحيطِ Ocean Waves

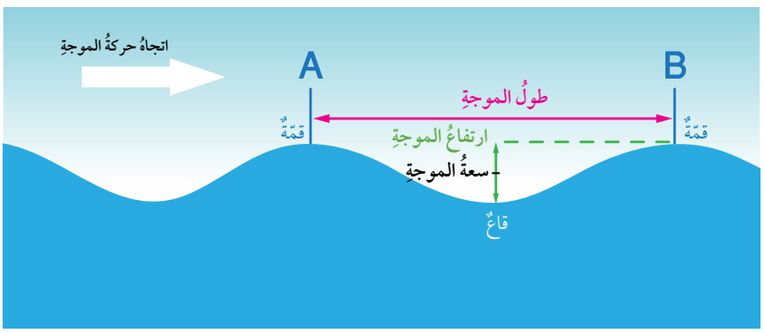
تقسمُ الأمواجِ التي تتكونُ في المحيطاتِ بحسبِ القوةِ المسببةِ لها إلى ثلاثةِ أنواعٍ: هيَ الأمواجُ الناتجةُ عنْ حركةِ الرياحِ، وأمواجُ تسونامي الناتجةُ عنِ الزلازلِ البحريةِ، والمدُّ والجزرُ الناتجانِ عنْ قوةِ جذبِ القمرِ والشمسِ للأرضِ.

خصائصُ الموجةِ Wave Characteristic

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

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

الشكلُ (5): خصائصُ الموجةِ البحريةِ



◄ **استخدام الصور والأشكال:**

خصائص الموجة:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأعرض عليهم باستخدام جهاز العرض الشكل (5)، ثم أوزِّع عليهم ورقة عمل تحتوي على الأسئلة الآتية:
  - ما خصائص الأمواج الظاهرة في الشكل؟
  - ما الفرق بين طول الموجة وارتفاع الموجة؟
  - ما الفائدة من دراسة ارتفاع الموجة؟
- أتابع الطلبة في أثناء الحل، ثم أطلب إليهم عرض ما توصلوا إليه أمام زملائهم/ زميلاتهن، وتحديد أجزاء الموجة على الشكل، وأصحح الأخطاء إن وجدت.

من خصائص الأمواج: القمة، والقاع، وطول الموجة، وارتفاعها، وسعتها. ويمثل طول الموجة المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين، بينما يمثل ارتفاع الموجة المسافة الرأسية بين القمة والقاع. ويستدل من ارتفاع الموجة على قوة الرياح المسببة للأمواج البحرية السطحية ويطلق على منتصف المسافة بين القمة والقاع سعة الموجة، وتمثل سعة الموجة مستوى البحر الحقيقي وهو هادئ.

◄ المناقشة:

العوامل المؤثرة في الموجة:

- أطرح السؤال الآتي على الطلبة:

– ما العوامل المؤثرة في الموجة التي تنشأ بفعل الرياح؟

أستقبل إجاباتهم وأسجلها على اللوح. تعتمد الموجة على: سرعة الرياح، ومدة هبوبها، والمسافة التي تقطعها الرياح.

- أناقش الطلبة في تأثير تلك العوامل على نشأة الأمواج. وأخبرهم أن جميع العوامل السابقة تؤثر تأثيرًا طرديًّا في نشأة الأمواج.

طريقة أُخرى للتدريس — **العوامل المؤثرة في الموجة**

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات، وأوزع على كل مجموعة ورقة عمل تتكون من الأسئلة الآتية:

– ما العوامل المؤثرة على الموجة التي تنشأ بفعل الرياح؟

– هل يؤثر كل عامل في نشأة الرياح تأثيرًا طرديًّا أم عكسيًّا؟

- أتابع المجموعات في أثناء الحل، ثم أطلب إليهم عرض نتائجهم، وأكتب ما يتوصلون إليه على اللوح.

◄ استخدام الصور والأشكال:

خصائص الموجة:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، وأعرضه بجهاز العرض ما أمكن، ثم اسألهم:

– ماذا تمثل الدوائر في الشكل؟

حركة جزيئات الماء.

– ماذا يحدث لحركة جزيئات الماء مع العمق؟

تقل حركة جزيئات الماء مع العمق حتى تتلاشى.

– ماذا يسمى العمق الذي تتلاشى فيه حركة جزيئات الماء؟

قاعدة الموجة.

– كيف يمكن الاستدلال على قاعدة الموجة.

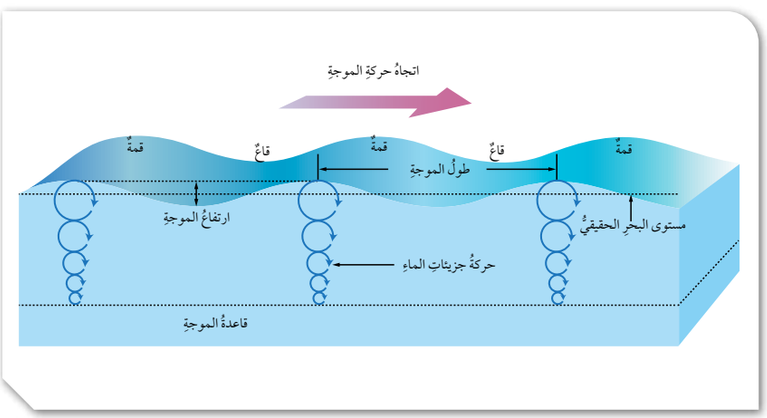
بمعرفة طول الموجة؛ حيث تساوي قاعدة الموجة منتصف طول الموجة.

- أراجع الطلبة في مفهوم ارتفاع الموجة وسعة الموجة، ولماذا يتم تحديد سعة الموجة؟

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

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

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



◄ تعزيز:

حركة جزيئات الماء:

- أوضِّح مفهوم حركة جزيئات الماء في الأمواج البحرية بواسطة عرض فلم يمثل حركة الأمواج التي يصنعها الجمهور في المباريات الرياضية –التي تسمى الأمواج المكسيكية (Mexican wave)– ثم أطرح السؤال الآتي:

– ماذا يشكل الجمهور في المباراة؟

موجة تتحرك في المدرجات حول الملعب.

– هل انتقل الجمهور من أماكنهم مع تحرك الموجة؟ لا.

- أوضِّح لهم أن ما يحدث لانتقال جزيئات الماء في الموجة يشبه ما يحدث مع الأمواج المكسيكية؛ حيث تتحرك الجزيئات حركة دائرية في الموجة، والذي ينتقل هو الطاقة.

ولتعرُّفِ حركةِ الأمواجِ؛ أُنفِّذُ التجربةَ الآتيةَ:

التجربةُ 1

حركةُ الأمواجِ

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

الموادُّ والأدواتُ:

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

إرشاداتُ السلامةِ:

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

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 عن طريقِ حركةِ قطعةِ الفلينِ.

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

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/ زميلاتي في الصفِ.

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).

التجربة 1

حركة الأمواج

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف: تحديد آلية حركة الأمواج البحرية.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، التفسير.

إرشادات السلامة:

أطلب إلى الطلبة ارتداء القفازين قبل البدء بتنفيذ التجربةِ، وأحذِّرهم من انسكاب الماء على الأرض.

الإجراءات والتوجيهات:

1. أوزِّع الطلبة إلى مجموعات لتنفيذ التجربة، وأوفِّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة.
2. أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
3. أناقش مع الطلبة سبب وضع القطعة النقدية في منتصف قاع الحوض، وأوضِّح لهم أنها توضع بصفتها مؤشرًا وعلامة لموقع قطعة الفلين قبل تنفيذ التجربة؛ لتحديد: هل تتحرك أم لا؟
4. أستخدم قطعة فلين ويمكن أيضًا استخدام مكعب خشبي.
5. أستخدم حوضًا واسعًا مع التأكد من أن الطلبة يضعون قطعة الفلين في وسط الحوض، وأطلب إليهم إحداث أمواج خفيفة، إما باستخدام أيديهم، وإما باستخدام ملعقة، وبواسطة النقر بلطف على الماء في طرف الحوض؛ حتى لا يتم إحداث تيار مائي يسبب تحريك قطعة الفلين من مكانها.

النتائج المتوقعة:

ستتحرك الأمواج من طرف الحوض إلى الجهة الأخرى، بينما ستبقى قطعة الفلين ثابتة في مكانها، ستكون حركتها إلى الأعلى وإلى الأسفل فقط.

التحليل والاستنتاج:

1. تتحرك قطعة الفلين إلى الأعلى وإلى الأسفل، وقد تتقدم إلى الأمام قليلًا.
2. تتحرك الأمواج على امتداد الحوض مبتدئة من طرف الحوض؛ حيث جرى إحداث الموجة بينما ستتحرك قطعة الفلين في موقعها إلى الأعلى وإلى الأسفل.
3. تتشابه حركة جزيئات الماء وحركة قطعة الفلين اذ تتحرك بشكل دائري إلى الأعلى وإلى الأسفل ولكنها تبقى تقريبًا في موقعها.

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

الرقم	معيار الأداء	1	2	3	4
1	تنفيذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبدقة.				
2	صنع أمواج مائية بواسطة النقر الخفيف على سطح الماء من أحد أطراف الحوض.				
3	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ النشاط.				
4	المقارنة بين حركة الأمواج وحركة قطعة الفلين.				
5	تفسير عدم تحرك قطعة الفلين وبقاءها تقريبًا في موقعها.				

أفكّرُ **تكسر الأمواج في المياه العميقة**

- أوضِّح للطلبة ما يلي: أن الأمواج في المياه العميقة قد يحدث لبعضها تكسر؛ ولكن اعتمادًا على عوامل أخرى تختلف عن ما يحدث في المياه الضحلة، وأن تكسر الأمواج في المياه الضحلة يعتمد على انخفاض عمق الماء، وقد شُرِحَت في الدرس.
- بينما يعتمد تكسُّر الأمواج في المياه العميقة على انحدار الموجة wave steepness وهو يساوي حاصل قسمة ارتفاع الموجة على طول الموجة، وقد وجد أن قيمة الانحدار القصوى التي يحدث عندها تكسر للموجة تساوي 0.14 أو $(\frac{1}{7})$؛ فعندما يؤدي هبوب الرياح القوية إلى زيادة ارتفاع الامواج أكبر من سبع طولها الموجي لا يزداد ارتفاع الموجة أكثر، وبدلًا من ذلك تتكسر الموجة وتتحول إلى زبد البحر أو تنثني قمة الموجة إلى الأمام، ثم تسقط على سطح الماء.

◄ استخدام الصور والأشكال:

تكسُّر الأمواج:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، ثم أسألهم:

– صف التغير في طول الموجات وسرعتها وارتفاعها كلما اقتربت من الشاطئ.

يقل طول الموجة وسرعتها ويزيد ارتفاعها كلما اقتربت من الشاطئ.

– قارن بين حركة جزيئات الماء في المياه العميقة وبالقرب من الشاطئ.

تتحرك جزيئات الماء بشكل دائري ويقل قطرها كلما اتجهنا إلى الأسفل حتى تتلاشى، ولكنها عندما تقترب من الشاطئ تصبح إهليليجية، وتميل باتجاه الشاطئ، ويقل عمق قاعدتها.

◄ المناقشة:

حركة جزيئات الماء:

- أستخدم استراتيجية **فكِّر، انتقِ زميلً، شارِك** لتوضيح آلية حركة جزيئات الماء، أقسم الطلبة إلى مجموعات، ثم أطرح السؤال الآتي عليهم:

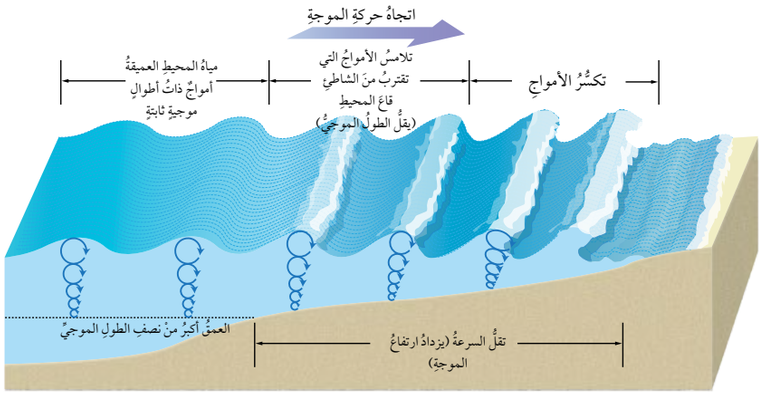
– لماذا تتحول حركة جزيئات الماء في الموجة من حركة دائرية إلى حركة إهليليجية؟

- أطلب إلى كل طالب الإجابة على السؤال بشكل فردي ووضع الإجابة على ورقة، ثم مناقشة أحد زملائه في المجموعة بالإجابة، ثم تجري مناقشة الإجابة على مستوى المجموعة.
- أطلب إلى المجموعات عرض الإجابات، وأناقشهم فيها، وأصحح الأخطاء إن وجدت ثم أكتب الإجابة النموذجية على اللوح.

عندما تقترب الأمواج البحرية من الشاطئ فإن عمق الماء يقل فيصبح عمق قاعدة الموجة أكبر من عمق الماء في تلك المنطقة؛ لذلك لا تستطيع جزيئات الماء الحركة بشكل دائري، الأمر الذي يتسبب في إحداث تغير في حركتها الدائرية فتتحرك بسبب ذلك في مسار إهليليجي.

✓ **أتحقَّقُ:**

عمق قاعدة الموجة يساوي نصف الطول الموجي، والعلاقة طردية؛ فكلما زاد طول الموجة زاد عمق قاعدة الموجة.



الشكل (7): تميزُ حركةُ الجزيئاتِ في المياهِ القريبةِ منَ الشاطئِ بحركتِها في مسارٍ إهليليجيٍّ، 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 الموجيُّ ويزدادُ ارتفاعُها فتتزاحمُ بعضُها معَ بعضٍ. ونتيجةً لذلكَ تصبحُ الأمواجُ القادمةُ أعلى وأكثرَ ميلًا، وغيرَ مستقرةٍ، وتنهارُ القممُ الأماميةُ. ويُسمّى انهيارُ الأمواجِ وارتطامُها بالقاعِ **تكسرَ الأمواجِ Breaking Waves**، أنظرُ الشكلَ (7)، وجديرٌ بالذكرِ أنَّ الأمواجَ المُتكسّرةَ تلعبُ دورًا أساسيًّا في تشكيلِ الشواطئِ.

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

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

أمواجُ تسونامي Tsunami Waves

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

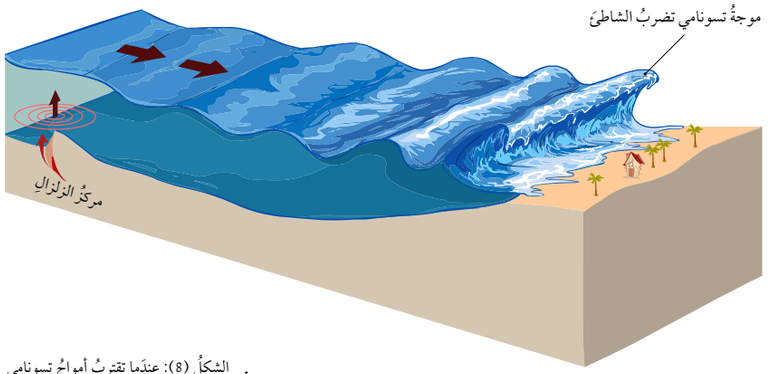
إضاءة للمعلم/للمعلمة

الأمواج البحرية:

تتناسب سرعة الموجة في المياه العميقة مع الجذر التربيعي للطول الموجي ، حيث يكون عمق قاع المحيط أكبر من قاعدة الموجة. وتنتقل الأمواج البحرية طويلة الموجة في المياه العميقة بشكل أسرع من الأمواج الأقصر. وعندما يصبح عمق المحيط بالقرب من الشاطئ أقل من عمق قاعدة الموجة؛ فإن احتكاك قاعدة الموجة مع القاع يبدد الطاقة ويقلل من سرعة الموجة. وتعتمد سرعة الأمواج في المياه الضحلة دائما على عمق الماء فقط، ولا تعتمد على الطول الموجي.

التدريس المدمج: حركة جزيئات الماء:

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، وأبيّن للطلبة أن عليهم الحصول على صور أو مقاطع يوتيوب تتعلق بحركة جزيئات الماء وتكسير الأمواج، وتصميم فلم منها يوضح هذه الحركة ، وبعد الانتهاء من صنع الفلم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.



الشكلُ (8): عندَما تقتربُ أمواجُ تسونامي منَ الشاطئِ يزدادُ ارتفاعُها. أصفُ أمواجَ تسونامي في المياهِ العميقةِ.

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

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

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

39

نشاط سريع أمواج تسونامي:

- أطلب إلى الطلبة محاكاة خصائص أمواج تسونامي بواسطة رسم موجة تسونامي في ساحة المدرسة؛ بحيث يكون طولها 20 m على الأقل، وارتفاعها 10 m على الأقل. يمكن زيادة طولها وارتفاعها بحسب أبعاد ساحة المدرسة.

معلومة إضافية

الزلازل: يُعرَّف الزلزال Earthquake بأنه اهتزاز يحصل في القشرة الأرضية، وتتكون الزلازل نتيجة كسر يحدث في الصخور، وتسمى نقطة الكسر بؤرة الزلزال؛ حيث تنشأ فيها الأمواج الزلزالية، ثم تنتشر في جميع الاتجاهات، وتقسم الزلازل إلى نوعين رئيسين: زلازل تكتونية تنتج بسبب حركة الصفائح الأرضية وزلازل بركانية تصاحب البراكين. وتنتج عن الزلازل أمواج تسمى الأمواج الزلزالية. تقسم الأمواج الزلزالية إلى نوعين: أمواج جسمية وهي أمواج تنتقل داخل الأرض. ومن أنواعها: الأمواج الأولية والثانوية، وأمواج سطحية، ومن أنواعها: أمواج رالي Rayleigh وأمواج لف Love.

بناء المفهوم:

موجة تسونامي:

- أستخدم استراتيجية **الطاولة المستديرة** بتدريس مفهوم موجة تسونامي من خلال توزيع الطلبة إلى مجموعات، وتوزيع ورقة عمل على كل مجموعة مكتوب فيها السؤال التالي:
  - أكتب معلومة تعرفها عن أمواج تسونامي.
- أطلب إليهم تمرير الورقة على جميع الطلبة، وتكرار ذلك حتى تشير إليهم بالتوقف.
- أطلب إلى المجموعات مناقشة ما توصلوا إليه ضمن المجموعة، ثم عرض ما يتوصلون إليه أمام باقي المجموعات.

استخدام الصور والأشكال:

أمواج تسونامي:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم أسأل:
  - ما الذي يسبب حدوث أمواج تسونامي؟

حدوث زلزال في قاع المحيط بسبب كسر في صخور القشرة الأرضية.

- أوضِّح لهم أن أمواج تسونامي يمكن أن تحدث بسبب الثورانات البركانية أو الانزلاقات الأرضية في قاع المحيط، أو بسبب حدوث انفجارات نووية تحت سطح الماء.
  - ثم أطلب إليهم مقارنة خصائص الأمواج في المياه العميقة، وقريبًا من الشاطئ.

يكون الطول الموجي في المياه العميقة كبيرًا وارتفاعها قليلًا، ثم يقل طولها الموجي كلما اقتربت من الشاطئ ويزداد ارتفاعها.

✓ **أتحقَّقُ:** تتميز أمواج تسونامي بارتفاعها القليل الذي لا يتجاوز (1 m) في بداية تكونها في المياه العميقة، ولكنها عندما تقترب من الشاطئ يزداد ارتفاعها ليصل إلى حوالي (30 m). في حين أن الأمواج الاعتيادية التي تنتج بفعل الرياح قد يكون ارتفاعها في المياه العميقة أكبر بكثير من (1 m) ولكن ارتفاعها قريبًا من الشاطئ أقل من أمواج تسونامي.

حل سؤال الشكل (8):

يبلغ طول موجة تسونامي في المياه العميقة 200 km، بينما لا يتجاوز ارتفاعها 1 m وقد تبلغ سرعتها في المياه العميقة 800 km/h.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

المد والجزر:

- **استخدم جدول التعلم (KWL)** في تعرُّف خبرات الطلبة السابقة حول موضوع المد والجزر:
- أطلب إليهم وبشكل فردي كتابة ما يعرفونه حول الموضوع في جزء (ماذا أعرف؟) ثم أطلب إليهم وفي مجموعات مناقشة ما يعرفونه. وتعبئة الجزء الثاني (ماذا أريد أن أعرف؟)، أطلب إليهم عرض ما يعرفونه حول المد والجزر ولخص المعلومات على اللوح. ثم أطلب إلى المجموعات كتابة ما يودون معرفته حول الموضوع على اللوح. أخبرهم أنه سيتم التوصل إلى تلك المعلومات من خلال الدرس. وفي نهاية تدريس الموضوع أطلب إلى الطلبة تعبئة ما تعلموه في الخصة حول المد والجزر.

أبحث:

تأثير الشمس في المد والجزر:

أوجِّه الطلبة للبحث في شبكة الإنترنت حول تأثير قوة جذب الشمس في ظاهرة المد والجزر وكتابة تقرير أو عرض تقديمي متضمنًا صورًا لتأثير الشمس عندما تتعامد مع الأرض وعندما تكون هي والقمر والأرض بخط مستقيم.

سيتوصل الطالب إلى أنه عندما تكون الشمس بخط مستقيم مع القمر سوف يحدث أكبر مدّ ويسمى المد المرتفع وذلك حين يكون القمر بدرًا أو محاقًا. وحين تكون الشمس متعامدة مع الأرض والقمر فإنّه يحدث أقلّ مدّ ويسمى المد المنخفض.

معلومة إضافية

المد المرتفع والمد المنخفض:

لقوة جذب الشمس تأثير على الأرض مثل القمر، ولكنه أقل من تأثير القمر؛ بسبب البعد الكبير للشمس عن الأرض. ويقسم المد والجزر إلى نوعين بناءً على موقع القمر والشمس والأرض؛ فعندما يكون القمر والشمس والأرض على المستوى نفسه، يحدث ما يسمى المد المرتفع spring tides، وفيه تكون قوة الجذب المؤثرة على الأرض أعلى ما يمكن لأنها تمثل محصلة تأثير الأرض والقمر والشمس، فيحدث مد أعلى من المعدل الطبيعي وجزر أدنى من المعدل الطبيعي، إما إذا كانت مواقع كل من القمر والشمس والأرض متعامدة مع بعضها فيسمى المد في هذه الحالة المد المنخفض neap tides، وفيه يحدث مد أقل من المستوى الطبيعي وجزر أعلى من المستوى الطبيعي. حيث يعمل المد والجزر المتكون بفعل تأثير جاذبية الشمس على تقليل المد والجزر المتكون بفعل تأثير جاذبية القمر على الأرض. ويتكرر حدوث المد المرتفع والمد المنخفض كل أسبوعين.

الأخطاء الشائعة

تخلط كثير من المواقع الإلكترونية بين أمواج المد والجزر، وأمواج تسونامي؛ حيث يستخدمون مصطلح (Tidal Wave) للإشارة إلى أمواج تسونامي، بينما يشير هذا المصطلح إلى أمواج المد والجزر التي تنتج بفعل قوة جذب القمر للأرض، أما موجات تسونامي فتنتج في معظمها عن حدوث زلازل في أعماق المحيط.

المدُّ والجزرُ Tides

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

أبحثُ:

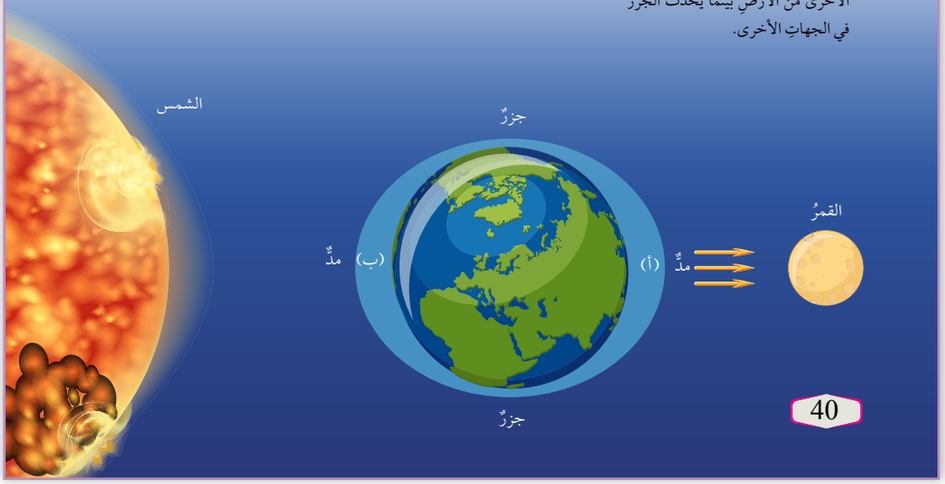
ما تأثيرُ الشمسِ على حدوثِ ظاهرةِ المدِّ والجزرِ؟

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

كيفَ تحدثُ عمليَّتا المدِّ والجزرِ؟ How do Tides Happen?

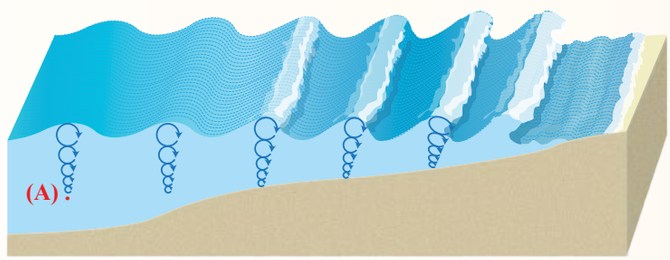
يظهرُ تأثيرُ جذبِ القمرِ بشكلٍ واضحٍ على مياهِ المحيطاتِ أكثرَ منَ اليابسةِ، أنظرُ الشكلَ (10) إذ تتعرضُ المناطقُ المواجهةُ للقمرِ (أ) والمناطقِ المقابلةِ لهَا في الجهةِ الأُخرى (ب) للتأثيرِ بشكلٍ أكبرَ منَ المناطقِ الأخرى؛ فينتجُ عنْ ذلكَ ارتفاعٌ في مستوى المياهِ المواجهةِ للقمرِ، وارتفاعٌ آخرُ في المناطقِ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

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



مراجعةُ الدرسِ

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



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

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

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

مراجعة الدرس

1. تعتمد الأمواج السطحية الناتجة بفعل الرياح على سرعة الرياح، ومدة هبوبها، والمسافة التي تقطعها الرياح في المحيطات. وتؤثر هذه العوامل تاثيرًا طرديًّا في خصائص الموجة.
2. سعة الموجة تساوي منتصف ارتفاع الموجة؛ لذلك كلما زاد ارتفاع الموجة زادت سعتها.
3. لا يتحرك الماء إلى الأمام مع حركة الموجة؛ وذلك لأن الجزيئات المكونة للماء تتحرك حركة دائرية بحيث ترجع إلى موقعها الأصلي بينما الذي يتحرك إلى الامام هو الطاقة.
4. تنشأ معظم أمواج تسونامي بفعل الزلازل التي تحدث أسفل قاع المحيط نتيجة حدوث كسر في صخور القشرة الأرضية، ثم تنتشر الأمواج بسرعة في جميع الاتجاهات حى تصل إلى الشواطئ.
5. تعمل قوة جذبِ القمرِ على التأثير على مياهِ المحيطات المواجهة له؛ فينتج عن ذلك ارتفاع في مستوى المياه فيها، وكذلك يحدث ارتفاع آخر في المناطقِ التي تقع في الجهة المقابلة للقمر؛ ويحدث لذلك فيهما المد.
6. أ - تتحرك بشكل دائري.

ب- قاعدة الموجة.

ج - تتحرك جزيئات الماء في المياه العميقة في مسار دائري، في حين تتحرك في المناطق قليلة العمق في مسار إهليلجي؛ بسبب احتكاك قاعدة الموجة في قاع المحيط قليل العمق.

الدرس 3

تيارات المحيط والمناخ
Ocean Currents and Climate

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

تشكل التيارات المحيطية:

- أعرض على الطلبة فلمًا عن التيارات المحيطية، يمكن استخدام فلم من اليوتيوب حول تيارات المد يُظهر حركة الماء، وهو: https://www.youtube.com/watch?v=nUB7IflBBrc

بعد عرض الفلم أناقش الطلبة في الأسباب المتوقعة لتشكل التيارات في المحيط. بعد ذلك أخبرهم أنهم سيتعرفون ثلاثة أنواع لتيارات المحيط تختلف عن بعضها؛ بحسب القوة المسببة لها.

الربط بالمعرفة السابقة:

التيارات:

- أسأل الطلبة:

– هل شاهد أحدكم شخصًا يسبح في أحد الأنهار؟ أو شاهد أحدهم يحاول قطع أحد الوديان في الشتاء والمياه تجري فيه؟ سوف تتنوع الاجابات ومنها نعم.

– هل تدفع المياه هؤلاء الاشخاص؟ وتجرفهم باتجاه حركتها؟ إذا كانت سرعة المياه كبيرة سوف تجرفهم.

- أخبر الطلبة أن المحيطات تحتوي على تيارات تشابه التيارات النهرية، وأنهم سوف يدرسون حول تلك التيارات وكيفية نشأتها.

2 التدريس

المناقشة:

الأمواج والتيارات المحيطية:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما أنواع الأمواج البحرية؟

أمواج ناشئة بواسطة الرياح، وأمواج تسونامي وأمواج المد والجزر

– هل تتحرك المياه في الأمواج البحرية؟

لا، بل تنقل الطاقة فقط.

– ما التيارات المحيطية؟

حركة مياه المحيط باستمرار في مسارات محددة باتجاه أفقي أو عمودي.

الفكرة الرئيسة:
تنشأ تيارات المحيط بسبب حركة الرياح، أو اختلاف الكثافة، أو المد والجزر، وتؤثر بشكل كبير في توزيع المناخات على سطح الأرض.

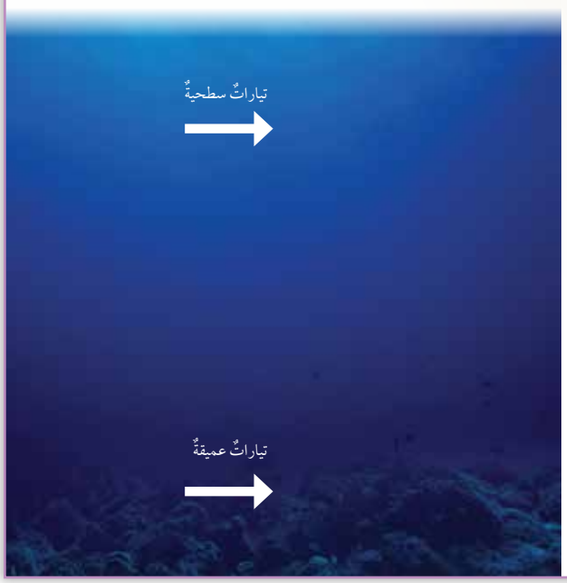
نتاجات التعلم:
- أدرس أنواع التيارات البحرية وأسباب حدوثها.
- أربط بين أنواع التيارات البحرية وحالة الطقس.
- أبين تأثير المحيطات على مناخ الأرض.

المفاهيم والمصطلحات:
تيار المحيط Ocean Current
التيارات السطحية Surface Currents
تأثير كوريوليس Coriolis Effect
الحزام الناقل العالمي Global Conveyer Belt
التيارات الصاعدة Upwelling Currents

أنواع تيارات المحيط Types of Ocean Currents

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

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



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

– ما الذي يسبب تشكل التيارات المحيطية؟

الرياح، الاختلاف في الكثافة، والمد والجزر.

– ما أنواع التيارات المحيطية؟

التيارات السطحية والتيارات العميقة وتيارات المد والجزر.

– ما الفرق بين التيارات المحيطية والأمواج؟

في التيارات المحيطية تتحرك المياه من مكان إلى آخر، بينما في الأمواج تتحرك جزيئات الماء بشكل دائري دون حركة للماء من مكانها.

طريقة أُخرى للتدريس — الأمواج والتيارات المحيطية

- أستخدم **استراتيجية لعب الدور** في توضيح الفرق بين خصائص الأمواج والتيارات المحيطية، أختار أحد الطلبة لتقمص دور الموجة، وآخر لتقمص دور التيار المحيطي، أطلب إلى كل منهما تحديد الأنواع، وآلية الحركة ومسبب الحركة وكيفية تشكل كل منها. ثم أدير نقاشًا مع باقي طلبة الصف لتحديد الفرق بين الأمواج والتيارات البحرية.

تياراتُ المحيطِ السطحيةُ Surface Ocean Currents

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

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

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

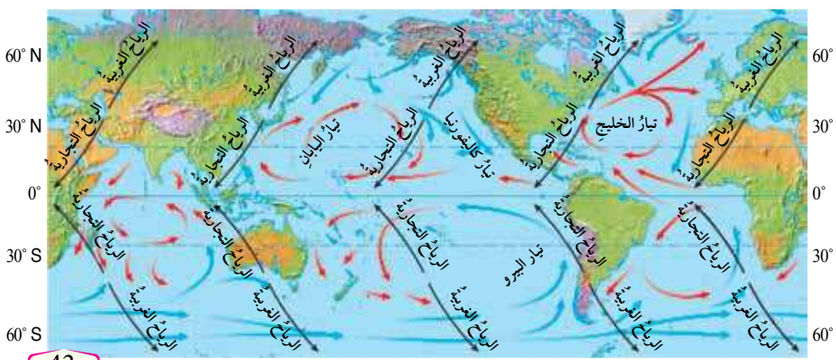
الرّبطُ بالجغرافيا

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

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

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

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



معلومةٌ إضافيةٌ

التنقل والتيارات المحيطية: استخدم البحارة القدماء التيارات الهوائية والتيارات البحرية في تسيير سفنهم، حيث استخدموا الأشرعة الضخمة للاستفادة من الرياح وخاصة الرياح التجارية في تحريكها، وكذلك استغلوا حركة التيارات السطحية في تحريك سفنهم دون بذل أي مجهود، وكانوا يسلكون الطرق البحرية التي تتوافق مع حركة التيارات ومن هذه التيارات تيار الخليج بمحاذاة أمريكا. وفي الوقت الحاضر فإن السفن والبواخر تستخدم محركات تعمل بالوقود، ومع ذلك فإن معظم البحارة يتحركون في اتجاه التيار نفسه؛ من أجل تقليل استهلاك الوقود.

توظيف التكنولوجيا أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع التيارات السطحية، علمًا بأنه يمكن إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس. أشارك الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أو أستعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

التيارات السطحية:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، ثم أسألهم:

– ما المسبب لحدوث التيارات السطحية؟

الرياح العالمية الدائمة (التجارية والرياح الغربية).

– ما اتجاه الرياح التجارية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية؟ شمال شرق.

- أوضّح للطلبة أن اتجاه الريح يكون من المكان الذي تنطلق منه. ثم أسألهم: ما شكل التيارات المحيطية السطحية؟

دائرية الشكل.

– لماذا تتحرك التيارات السطحية حركة دائرية؟

بسبب تأثير كوريوليس؛ حيث تنحرف التيارات الهوائية والمحيطية إلى يمين حركتها.

– ماذا تسمى التيارات المحيطية السطحية؟

التيارات المحيطية الدائرية (gyres) ويسميها بعض الأشخاص الدوامات المحيطية.

الربطُ معَ الجغرافيا

الرياح العالمية الدائمة:

أوضّح للطلبة أنواع الرياح الدائمة قبل الحديث عن التيارات السطحية، وذلك باستخدام خريطة للرياح العالمية الدائمة من الإنترنت أو استخدام الشكل (12)، أوضّح للطلبة أن اتجاه حركة الرياح من المنطقة التي هبت منها، اربط مفهوم الرياح بما تعلموه في الوحدة الثالثة عن حركة الهواء، وأنه يتحرك من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض.

نشاط سريع تأثير كوريوليس:

- أوزّع الطلبة إلى مجموعات وأعطِ كل مجموعة صحنًا ورقيًّا وقلمًا، أوضّح لهم انهم سوف يحاكون حركة جسم ينطلق من القطب الشمالي نحو خط الاستواء بشكل حر. وأطلب إليهم افتراض أن مركز الصحن يمثل القطب الشمالي؛ بحيث يرسم أحدهم خطًّا مستقيمًا من مركز الصحن نحو الأطراف، بينما يلف زميل له في الوقت نفسه الصحن بعكس عقارب الساعة ببطء. سوف يرسم الطالب خطًّا ينحني نحو يمين حركة القلم. أوضّح للطلبة أن هذا ما يحدث بسبب تأثير كوريوليس في نصف الكرة الشمالي.

✓ **أتحقَّقُ:**

يؤدي هبوب الرياح العالمية الدائم إلى تشكيل تيارات محيطية سطحية دائمة الجريان تتحرك باتجاه حركتها نفسه.

أبحث:

التيارات السطحية:

أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى البحث حول التيارات السطحية وأسماء تيارات الحركة الدائرية (gyres) وتحديد: أيها بارد وأيها دافئ. ثم إعداد تقرير أو عرض تقديمي باستخدام الحاسوب مضمنًا بالصور وتحديد أهمية بعض التيارات للإنسان. أراجع التقارير، وأقوِّمها ثم أطلب إلى بعض منهم عرضها أمام زملائهم/ زميلاتهن.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا ذات العلاقة بالعمل: الأمان والسلامة.**

أوضِّح للطلبة أنَّ تطبيق مفهوم الأمان والسلامة مهم جدًّا في أثناء العمل؛ فهو يتعلَّق بوعينا الصحي، ويقينا وممتلكاتنا المخاطر المقصودة وغير المقصودة والطارئة، وذلك بتوفير الظروف والأحوال المادية والنفسية التي تلزمنا.

التجربة 2

تيارات الكثافة

زمن التنفيذ: 20 دقيقة

الهدف: تحديد آلية عمل التيارات المحيطية العميقة؛ اعتمادًا على اختلاف الكثافة.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج، التفسير.

إرشادات السلامة:

- أحذِّر الطلبة من انسكاب الماء الساخن على أجسامهم، وأطلب إليهم التعامل بحذر عند استخدام الحوض الزجاجي خشية الإصابة بجروح في حال كسره، وكذلك الحذر عند استخدام الدبوس خشية الإصابة بجروح.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزع الطلبة إلى مجموعات لتنفيذ التجربة وأوفِّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة قبل البدء بالتجربة.
- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة. وأتابعهم أثناء تنفيذ التجربة، وألفت انتباههم إلى توخي الدقة في أثناء تحديد ارتفاع الماء في الحوض والثقب في كل كأس.
- ستُضاف أملاح للكأس الباردة لمحاكاة خصائص التيارات الباردة؛ التي تكون أكثر ملوحة وأكثر كثافة من المياه الدافئة.
- أناقش الطلبة في الإجابات وأصحح غير الصحيح منها، وأتأكد من وصول المفاهيم المطلوبة للجميع.

النتائج المتوقعة:

ستتحرك المياه الزرقاء الباردة ذات الملوحة الأعلى (الكثافة الأعلى) أسفل المياه الحمراء الدافئة ذات الملوحة الأقل (الكثافة الأقل).

التحليل والاستنتاج:

1. لمحاكاة مياه المحيط الباردة وزيادة ملوحتها، ومن ثم كثافتها؛ حيث تكون أكثر ملوحة وكثافة من المياه الدافئة.
2. الماء البارد يكون بالأسفل؛ لأن كثافته أكبر، بينما يكون الماء الدافئ في الأعلى؛ لأن كثافته أقل.
3. تسلك التيارات الباردة مسارات في قاع المحيط؛ بسبب زيادة كثافتها، بينما تتحرك التيارات الدافئة في مسارات تقع في المياه السطحية للمحيط بسبب قلة كثافتها.

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

الرقم	معيار الأداء	1	2	3	4
1	تنفيذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبدقة.				
2	تحديد ارتفاع الماء وارتفاع الثقوب في الكأسين بدقة.				
3	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				
4	المقارنة بين أماكن التيارات العميقة والتيارات السطحية بالشكل الصحيح.				
5	استنتاج سلوك التيارات المحيطية بسبب الكثافة بالشكل الصحيح.				

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

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

التجربةُ 2

تياراتُ الكثافةِ

المواد والأدوات:

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

إرشاداتُ السلامةِ:

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

خطواتُ العملِ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

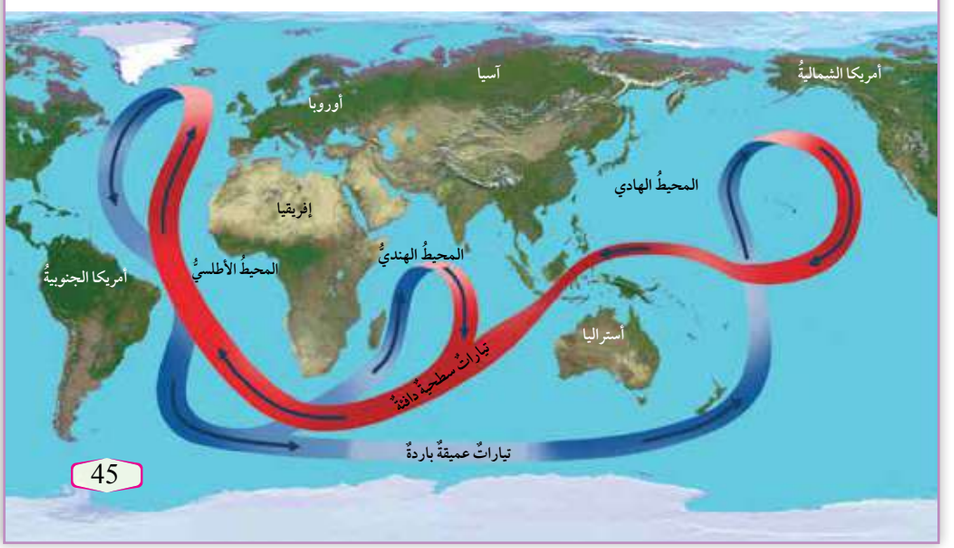
1. **أفسرُ** لماذا أُضيفَ الملحُ إلى الماءِ البارِدِ.
2. **أقارنُ** بينَ موقعِ الماءِ البارِدِ وموقعِ الماءِ الدافئِ بعدَ دخولِ كلٍّ منهُما في الحوضِ، وبينَ علاقتِهما بالكثافةِ.
3. **أستنتجُ** سلوكَ تياراتِ المحيطِ في الماءِ اعتمادًا على كثافتِها.

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

تياراتُ المحيطِ العميقةُ Deep Ocean Currents

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

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



الشكلُ (13): الحزامُ الناقلُ العالميُّ.
أتتبعُ حركةَ التيارِ السطحيِّ الدافئِ وحركةَ التيارِ العميقِ البارِدِ.

◄ تعزيز: تشكل تيارات الكثافة:

- أستخدم **استراتيجية جيسكوا** في تعزيز المفهوم: أوزِّع الطلبة إلى مجموعات رئيسة، وأكلِّف كل طالب في المجموعة بأحد العوامل التي تعتمد عليها كثافة تيارات المحيط وهي: درجة حرارة الهواء، والتبخر، والهطل، وتجمد المياه في الأقطاب، أوزِّع الطلبة مرة أخرى؛ بحسب العامل الذي أُخذ بعين الاعتبار في مجموعات جديدة (الخبراء)، وأوزِّع على كل مجموعة ورقة عمل تحتوي على سؤال حول تأثير العامل الذي جرى اختياره على كثافة مياه المحيط. أتابع المجموعات في أثناء حل ورقة العمل، وبعد انتهاء المجموعات أطلب إليهم الرجوع إلى مجموعاتهم السابقة؛ بحيث يوضح كل طالب لمجموعته تأثير العامل الذي درسه في مجموعة الخبراء. ثم ألخِّص تأثير العوامل التي تعتمد عليها كثافة مياه المحيط على اللوح. تقل كثافة الماء بزيادة درجة حرارة الهواء وبزيادة الهطل، بينما يؤدي التبخر إلى زيادة الملوحة ومن ثم زيادة الكثافة. وأيضًا يؤدي تجمد مياه المحيط عند الأقطاب إلى زيادة ملوحة المياه المتبقية؛ وذلك لأن الماء النقي هو الذي يتجمد، بينما تتبقى الأملاح الذائبة؛ و بالتالي تحدث زيادة الكثافة.

◄ بناء المفهوم:

تيارات المحيط العميقة:

- أطرح السؤال الآتي على الطلبة:

– ما الكثافة؟

كمية المادة في حجم معين، وتقاس بقسمة الكتلة على الحجم.

– ما العوامل التي تعتمد عليها كثافة مياه المحيطات؟

تعتمد الكثافة على درجة الحرارة والملوحة.

– ما العلاقة بين الكثافة وكل من درجة الحرارة والملوحة؟

علاقة عكسية بين الكثافة ودرجة الحرارة، وعلاقة طردية بين الكثافة والملوحة.

- أخبرهم أن التيارات العميقة تسمى تيارات الكثافة، ثم أسأل بناءً على مفهوم الكثافة.

– ماذا نعني بتيارات الكثافة؟

تيارات تنشأ في المحيطات بسبب الاختلاف في كثافة مياه المحيطات في مواقع مختلفة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الحزام الناقل العالمي:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأوزِّع عليهم ورقة عمل تحتوي على الشكل (13) وعلى عدد من الأسئلة وهي:

– ماذا يسمى التيار الظاهر في الشكل؟

– مم يتكون الحزام الناقل العالمي؟

– ما المسبب لحركة تيارات الحزام الناقل؟

– ما خصائص التيارات العميقة المكونة لتيار الحزام الناقل؟

– ما المحيطات التي يمر فيها الحزام الناقل؟

- أتابعهم في أثناء حل ورقة العمل، وأساعدهم إن لزم الأمر، ثم أطلب إلى المجموعات عرض ما توصلوا إليه، وأناقشهم فيها وأطلب إلى أحدهم تلخيص ما توصلوا إليه على اللوح. يتكون تيار الحزام الناقل العالمي من تيارات سطحية وتيارات عميقة، وتختلف هذه التيارات بالكثافة. فالتيارات العميقة تيارات باردة ذات ملوحة عالية وكثافة عالية. بينما التيارات السطحية ذات كثافة أقل من العميقة، ويمر الحزام الناقل العالمي في جميع المحيطات حيث يبدأ من المحيط المتجمد الشمالي، وينتهي به.

حل سؤال الشكل (13):

تتحرك مياه التيار السطحي الدافئ نحو الشمال وعندما تقترب من القطب الشمالي تبرد فتزداد كثافتها فتغطس إلى اسفل مكونة التيار العميق البارد والذي يتحرك نحو الجنوب وفي النهاية تعود إلى السطح عن طريق التيارات الصاعدة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

التيارات الصاعدة:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (14)، موضحًا لهم أن الأسهم الزرقاء تمثل حركة المياه. ثم أسأل:

– كيف تتحرك الرياح؟

تتحرك موازية لسواحل القارات.

– ما تأثير الرياح على المياه السطحية للمحيط؟

تحتك بالمياه السطحية وتحركها.

– ما العلاقة بين حركة الرياح وحركة المياه؟

أخبرهم أن هناك علماء حاولوا تفسير ذلك، والملخص أن الرياح تعمل على إزاحة المياه؛ ونتيجة تأثير كوريوليس تتحرك المياه بعيدًا عن الشاطئ، فتحل بدلا منها مياه باردة صاعدة من أسفل.

أبحث:

التيارات الهابطة:

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ لتعرُّف التيارات الهابطة وعلاقتها بالتيارات الصاعدة والحزام الناقل. أساعد الطلبة في البحث حول الموضوع، وأقوِّم عرضهم التقديمي، وأطلب إليهم عرض ما توصلوا إليه أمام زملائهم.

تصف التيارات الهابطة والتيارات الصاعدة حركة الكتل المائية في المحيطات بين تيارات المياه السطحية والتيارات العميقة، وتؤدي تلك التيارات إلى نقل المواد والطاقة في المحيطات، حيث تعمل التيارات الهابطة على نقل الحرارة والأكسجين إلى الأعماق، بينما تنقل التيارات الصاعدة المواد الغذائية إلى السطح. وتتكون التيارات الهابطة عندما تصبح المياه السطحية أكثر كثافة بسبب تجمد المياه في الأقطاب أو تأثير كوريوليس (تأثير نقل إيكمان).

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** المهارات الحياتية: الاتصال**

أوضِّح للطلبة في أثناء دراسة الشكل (14) إلى أن مهارة الاتصال تتحقق عندما يجيبون على الأسئلة التي يطرحها المعلم ويناقشونه وزملاءهم في الإجابات، حيث تتم أثناء مناقشة الشكل تبادل الآراء والأفكار؛ للوصول من خلالها إلى فهم مشترك للمفاهيم المتضمنة في الشكل.

أبحثُ:

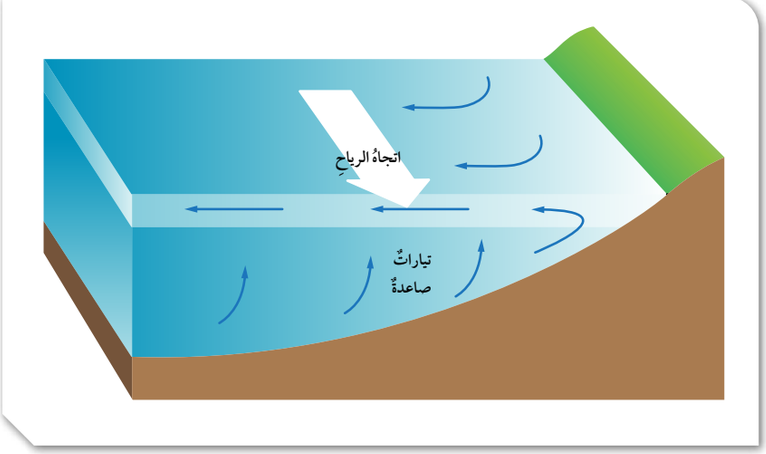
أبحثُ مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، ومنْها شبكةُ الإنترنتِ عنْ معلوماتٍ تتعلقُ بالتياراتِ الهابطةِ، والفرقِ بينَها وبينَ التياراتِ الصاعدةِ، وتحديدِ علاقتِها بالحزامِ الناقلِ، ثمَّ أُعدُّ عرضًا تقديميًا وأعرضهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

التياراتُ الصاعدةُ Upwelling Currents

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

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

✓ **أتحقَّقُ:** أوضحُ سببَ تكوُّنِ التياراتِ العميقةِ في الحزامِ الناقلِ.



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

معلومة إضافية

أهمية التيارات الصاعدة للصيد:

تعد المناطق **الممتدة** على طول سواحل المحيطات، وخاصة الجزء الشرقي للمحيطات من أفضل مناطق الصيد؛ لأن التيارات الصاعدة الباردة تجلب معها إلى تلك السواحل المغذيات التي تحفز نمو العوالق النباتية. وتعد العوالق النباتية غذاء للعوالق الحيوانية، في حين تتغذى الأسماك على العوالق النباتية والعوالق الحيوانية. وتختلف قوة التيارات الصاعدة من سنة إلى أخرى؛ اعتمادًا على العوامل المسببة لها مما يؤدي إلى الاختلاف في كميات الأسماك في تلك المناطق من سنة إلى أخرى؛ ولهذا تتأثر صناعة الاسماك بهذا التغير، وتعد السنوات التي يحدث فيها ضعف للتيارات الصاعدة كارثة اقتصادية للدول التي تعتمد على صيد الاسماك.

✓ **أتحقَّقُ:**

تتكون التيارات العميقة في الحزام الناقل؛ بسبب تبريد المياه السطحية الدافئة أو تجمدها عندما تقترب من القطب الشمالي؛ فتصبح المياه أكثر ملوحة وتزداد كثافتها، وتغطس إلى أسفل مكونة تيارات عميقة.

تياراتُ المدِّ والجزرِ Tidal Currents

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

التياراتُ المحيطيةُ والمُنـاخُ Ocean Currents and Climate

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

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

الربطُ بالفيزياءِ

الحرارةُ النوعيَّةُ:

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

إضاءة للمُعلِّم

نقل إيكمان:

وضع العالم السويدي فاغن إيكمان نظرية الحركة Ekman motion theory، وقد تضمنت تلك النظرية جزءًا يفسر كيفية حدوث التيارات الصاعدة، والتيارات الهابطة وسُمّي هذا الجزء نقل إيكمان (Ekman transport) الذي يشير فيه إلى أن الرياح هي مصدر الطاقة الرئيس لحركة التيارات السطحية؛ فعندما تهب الرياح تسحب معها الجزء العلوي من مياه المحيط السطحية على أعماق يمكن أن تصل إلى 100 m فإذا سحبتها بعيدًا عن الشاطئ، وبسبب تأثير كوريوليس تنحرف المياه بزاوية مقدارها 90 درجة عن اتجاه الرياح، وقد سُمّي هذا الانحراف نقل إيكمان، وتكون حركة المياه مع عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وبعكس عقارب الساعة في الجزء الجنوبي من الكرة الأرضية، ويحل مكان تلك المياه المزاحة مياه صاعدة من أسفل. أما إذا سحبت الرياح المياه بعكس الاتجاه السابق فإن اتجاه نقل إيكمان يكون نحو الشواطئ، فتضغط المياه السطحية على المياه التي تقع أسفل منها، وتهبط للأسفل على شكل تيارات هابطة.

◄ المناقشة:

تيارات المد والجزر:

- أطرح على طلبتي السؤالين الآتيتين:

– ما المد؟ وما الجزر؟

تعاقب ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه بسبب تأثير قوتيْ القمر والشمس على الأرض.

- أخبرهم أننا درسنا أن المد موجة ضخمة؛ فهل يؤدي المد إلى نشأة تيارات محيطية أيضًا؟ نعم.

– هل تختلف تيارات المد والجزر عن باقي أنواع التيارات؟

نعم. كيف؟ تيارات المد والجزر غير دائمة، وتغير اتجاهها بعكس باقي أنواع التيارات.

– أين يمكن أن تظهر حركة المياه؟

في الخلجان وبالقرب من الشواطئ.

الحرارة النوعية: الربطُ معَ الفيزياءِ

- أناقش الطلبة في مفهوم الحرارة النوعية، وأربط هذا المفهوم بامتصاص أشعة الشمس وفقدها في كل من المحيطات واليابسة، وكيف يؤثر هذا الاختلاف في حركة الهواء من اليابسة إلى المحيطات وبالعكس؛ وهو يسمى (بنسيم البر والبحر).

نشاط سريع الاتزان الحراري على الأرض:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات واطلب إليهم التفكير في العوامل المؤثرة في حدوث اتزان حراري على سطح الأرض، ثم تصميم لوحة توضح ذلك. أطلب إليهم عرض اللوحة، وأناقشهم فيها. يجب أن تحتوي اللوحة على الأشعة الساقطة من الشمس، والأشعة المنبعثة من الأرض.

◄ تعزيز: التيارات المحيطية والمناخ:

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة عن أحد تيارات المحيط السطحية وتحديد كيفية تأثيره على المناخ في المناطق التي يمر فيها، ثم عمل عرض تقديمي يتضمن صورًا يدعم ما يتوصلون له وعرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن. مثلًا حركة تيار الخليج الدافئ نحو الشمال وتأثير كوريوليس عليه يجعل مناخ المناطق الشمالية الغربية من أوروبا أكثر دفئًا من المناطق الشرقية من أمريكا الشمالية؛ وذلك بسبب وصول المياه الدافئة إلى تلك المناطق التي يسودها مناخ بارد.

◄ استخدام الصور والأشكال:

تيار الخليج:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (15)، وأخبرهم أن هذا الشكل جزء من التيارات السطحية الدائرية التي درسوها سابقًا، وأن هذا التيار الدائري المحيطي -وهو تيار المحيط الأطلسي الشمالي الدائري- أحد خمسة تيارات محيطية دائرية في المحيطات. ثم أطرح السؤال الآتي:

- ما التيارات المحيطية التي يتكون منها تيار المحيط الأطلسي الشمالي؟

تيار الخليج، وتيار الكناري، والتيار الاستوائي الشمالي، وتيار الأطلسي الشمالي.

- ما الفرق بين تيار الخليج وتيار الكناري من حيث درجة حرارة المياه الجارية فيه؟

تيار الخليج مياهه دافئة بينما تيار كناري مياهه باردة.

- كيف يؤثر تيار الخليج في المناخ؟

يحمل تيار الخليج الماء الساخن نحو الشمال؛ مما يؤدي إلى تدفئة الجو في المناطق الشمالية الباردة التي يمر فيها فيتغير المناخ فيها فتصبح أدفئ شتاء.

حل سؤال الشكل (15):

يحمل تيار المحيط الأطلسي الشمالي الماء الساخن نحو القطب الشمالي مما يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة في تلك المناطق الباردة وتصبح أكثر دفئًا. وعندما يحمل الماء البارد نحو دائرة الاستواء فتقلل من درجة حرارة المرتفعة فيها وتصبح أكثر اعتدالًا.

✓ أتحقَّقُ:

تعمل التيارات السطحية الباردة على خفض حرارة الهواء الجوي الذي يقع فوقه؛ ما يؤدي لأن يصبح مناخ تلك المناطق أكثر اعتدالًا كما في تيار كناري. بينما تعمل التيارات الدافئة على تدفئة الهواء الجوي الذي يقع فوقه؛ ما يؤدي لأن يصبح مناخ تلك المناطق أكثر دفئًا كما في تيار الخليج.

المرتفعةِ في تلكَ المناطقِ التي تصلُها، وتجعلُها أكثرَ اعتدالًا.

ويوضحُ الشكلُ (15) أحدَ التياراتِ الدائريةِ المحيطيةِ وهوَ تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليُّ الذي يتكونُ منْ عددٍ منَ التياراتِ السطحيةِ الفرعيةِ، الذي يحملُ الماءَ الساخنَ نحوَ الشمالِ والماءَ الباردَ نحوَ دائرةِ الاستواءِ.

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

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

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

أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا

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

الشكلُ (15): تيارُ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليُّ الدائريُّ.

أوضِّحُ تأثيرَ حركةِ تيارِ المحيطِ الأطلسيِّ الشماليِّ على المناخِ.

التدريس المدمج: الحزام الناقل والمناخ:

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات، وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، مبيِّنًا للطلبة أن عليهم الحصول على صور أو مقاطع يوتيوب تتعلق بحركة الحزام الناقل وتأثيره في المناخ، وتصميم فلم منها يوضح هذه الحركة، وبعد الانتهاء من صنع الفلم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن.
- أتأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

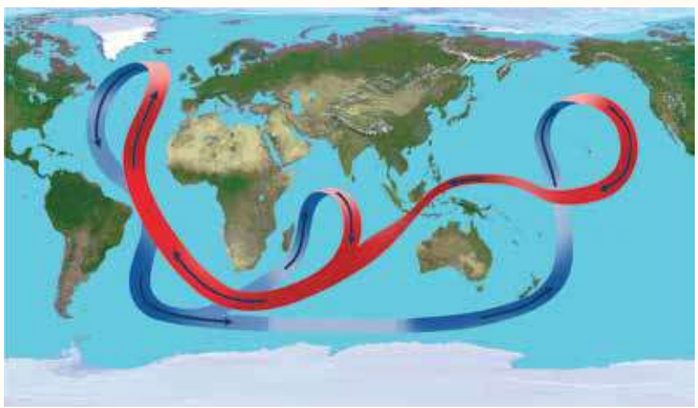
القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا الأخلاقية: المسؤولية.**

أوضِّح للطلبة عند شرح موضوع المحيطات والمناخ أهمية التحلي بالمسؤولية تجاه الأرض التي نعيش عليها، وأن المسؤولية تعني التزام الشخص بما يصدر عنه من قول أو عمل، وأن عليه التحلي بالمسؤولية في جميع تصرفاته، وأبيِّن لهم أن المسؤولية تقسم إلى قسمين إما أخلاقية توجب على الشخص تحمل تبعات أعماله وآثاره أو اجتماعية توجب عليه الالتزام بقوانين المجتمع وأنظمته وتقاليده.

مراجعةُ الدرسِ

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



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

ب- أوضحُ: ما أهميةُ الحزامِ الناقلِ في استقرارِ المناخاتِ على سطحِ الأرضِ؟

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

إضاءة للمعلم/للمعلمة

ظاهرة النينو:

تحدث ظاهرة النينو (El Nino) في المحيط الهادي في شهر كانون الأول بسبب انعكاس اتجاه الرياح التجارية؛ الأمر الذي يسبب عكس اتجاه التيارات المحيطية السطحية؛ حيث تنتقل كتل هائلة من المياه الدافئة من الجهة الغربية من المحيط الهادي باتجاه سواحل أمريكا الجنوبيّة على طول خط الاستواء، ما يفضي إلى تغيرات كبيرة في الطقس؛ بحيث يحدث جفاف في مناطق كثيرة الأمطار الواقعة في الجهة الغربية مثل: إندونيسيا والفلبين وأستراليا، وفيضانات وأمطار غزيرة وعواصف في المناطق الشرقية، وتؤثر هذه التغييرات في العوالق والأعشاب البحرية، ومن ثم تؤثرفي الأسماك والطيور البحرية، ويفضي هذا إلى هجرة الأسماك والطيور البحرية، أو موتها؛ بسبب عدم وجود ما يكفي من الغذاء للعيش عليه.

3 التقويم

مراجعة الدرس

1. تنشأ تيارات المحيط السطحية نتيجة احتكاك الرياح بطبقة المياه السطحية، بينما تنشأ التيارات العميقة بسبب الإختلاف في كثافة مياه المحيط والتي تنتج عن الاختلاف في حرارة مياه المحيط وملوحتِها مما يؤدي إلى نشأة تيارات صاعدة وتيارات هابطة، بينما تنشأ تيارات المدّ والجزر غير الدائمة بسبب قوة جذب القمر للأرض.
2. تتكون التيارات السطحية بسبب احتكاك الرياح العالمية الدائمة، ومنها الرياح التجارية والرياح الغربية العكسية بسطح المحيطات؛ ما يؤدي إلى تحرك المياه السطحية بشكل دائم.
3. بسبب تأثير كوريوليس تنحرف التيارات الهوائية والتيارات المحيطية نحو يمين حركتها في نصف الكرة الشمالي؛ بينما في نصف الكرة الجنوبي تنحرف نحو يسار حركتها.
4. يعد تيار الخليج جزءًا من تيار المحيط الأطلسي الشمالي؛ حيث يعمل على نقل المياه الساخنة نحو الشمال؛ ما يؤدي إلى تدفئة الجو في المناطق الشمالية التي يمر فيها، وفي المقابل تعمل تيارات أخرى على نقل الماء البارد من الشمال نحو خط الاستواء، فيحدث توازن للمناخ على سطح الأرض.
5. تعمل التيارات الصاعدة الباردة على خفض درجة حرارة المياه السطحية القريبة من الشاطئ فيصبح الطقس معتدلاً فيه، وكذلك تحمل معها إلى سطح الماء العناصر الغذائية الذائبة التي تساعد العوالق المجهرية على النمو، ومن ثم زيادة نمو الأسماك.
6. أ - تيارات عميقة باردة، وتيارات سطحية دافئة.

ب- يساعد تيار الحزام الناقل في استقرار مناخات الأرض؛ بتخفيض درجات الحرارة في المناطق الاستوائية مثلما يحدث في المحيط الهندي بسبب التيارات الصاعدة الباردة. أو رفع درجة حرارة الجو في المناطق الباردة؛ نتيجة نقل الحرارة بواسطة التيارات السطحية، كما في شمال المحيط الأطلسي.

ج- تتحرك مياه التيارات السطحية الدافئة من جنوب المحيط الأطلسي نحو شماله فتتبخر وتزداد ملوحتها، وعندما تصل إلى المناطق الباردة في الشمال تقل درجة حرارة المياه، وتزداد كثافتها فتهبط إلى أسفل وتتحرك نحو الجنوب على شكل تيارات عميقة باردة.

دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الصناعيةِ
Study of the Oceans by Satalites

الهدف:

تتبُّع تطور الأقمار الصناعيـة المستخدمـة في دراسـة المحيطات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أفرِّغ المعلومات الموجودة في الإثراء بإعداد جدول على اللوح يتكون من اسم القمر الصناعي وسنة الإطلاق، والدولة أو الدول التي أطلقته.
- أناقش الطلبة في تطور إرسال الأقمار الصناعية، والمعلومات التي ترسلها هذه الأقمار وأهمية إرسالها.
- أركِّز على الجهد الجماعي للدول في إرسال الأقمار الصناعية، وكيف يشير ذلك إلى أهمية المحيطات للعالم، والتحديات التي قد يواجهها العالم أجمع.

الكتابة في الجيولوجيا

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة عن أحد الأقمار الصناعية، وتحديد المهمات التي أنجزوها، وكتابة مقالة موثقة بالمعلومات والصور، ثم عرضها في لوحة الصف.

الإثراءُ والتوسعُ

دراسةُ المحيطاتِ بالأقمارِ الصناعيةِ
Study of the Oceans by Satellites

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

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

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

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

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

الكتابةُ في الجيولوجيا

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

إضاءة للمعلم/للمعلمة

دراسة المحيطات:

بدأ العلماء حقبة جديدة من دراسة المحيطات باستخدام الأقمار الصناعية؛ حيث كانت المعلومات التي حصل عليها العلماء قبل استخدام الأقمار الصناعية محدودة وغير شاملة، وكان يجري الحصول عليها بأخذ عينات من مياه المحيطات مرتبطة ببعض الأماكن أو الأعماق. ولكن، عن طريق تحليل البيانات التي يجري الحصول عليها بواسطة الأقمار الصناعية وبطرق الاستشعار عن بعد- تمكَّن العلماء من إعداد خرائط عالمية لتضاريس قيعان المحيطات، وحركة التيارات، والأمواج المحيطية، ومحتوى العوالق النباتية وكمية الجليد بالقرب من الأقطاب ودرجات حرارة مياه المحيطات وغيرها من الخصائص. وتساعد دراسة هذه الخصائص في التنبؤ بالكوارث الطبيعية التي منها: الفيضانات والجفاف، والتخفيف منها، وظاهرة النينو، ودورات المناخ العالمية والإقليمية الأخرى. كذلك يطور العلماء بناء على تلك الخرائط برامج لمحاكاة تلك الظواهر المرتبطة بالمحيطات، ومن ثَم التنبؤ بموعد حدوثها بشكل أفضل.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال الأول:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

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

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

3. أيٌّ منَ المصطلحاتِ الآتيةِ يعبّرُ 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.

السؤال 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 متتاليْنِ 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.

السؤال الثالث:

أفسّرُ 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.

السؤال الرابع:

أوضحُ كيفَ يؤثرُ تكوُّنُ الجليدِ وانصهارُهُ في ملوحةِ مياهِ المحيطاتِ.

السؤال الخامسُ:

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

51

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

1. د – المتجمد الشمالي.
2. ب– كلوريد الصوديوم.
3. أ – قاعدة الموجة.
4. ج– مرتين.
5. أ – الرياح
6. ج– الحرارة.

السؤال الثاني:

أ – النطاق العميق.

ب– الملوحة.

ج – طول الموجة.

د – أمواج تسونامي.

هـ– كوريوليس.

السؤال الثالث:

أ – لأن النطاق المختلط يتأثر بأشعة الشمس؛ فترتفع درجة حرارته، كذلك تعمل الأمواج البحرية على خلط مياهه، لذا؛ يمتاز بدرجة حرارة أعلى من النطاق الانتقالي الذي يقع أسفل منه، ولا تصله أشعة الشمس.

ب– يعد القمر المؤثر الرئيس في حدوث المد والجزر على الأرض؛ لأن المسافة بين القمر والأرض أقل بكثير من المسافة بين الشمس والأرض، فيؤثر بصورة أكبر من الشمس حتى لو كان أصغر حجمًا منها.

ج– وذلك لأن مناطق الأقطاب تتميز بانخفاض درجة حرارة المياه السطحية فيها التي تساوي تقريبًا 1°C وهي قريبة من درجة حرارة المياه العميقة التي تساوي تقريبًا 1°C– ولذلك لا يحدث انخفاض مفاجئ أو كبير في المنطقة الواقعة بين المياه السطحية والمياه العميقة؛ فلا يتكون نطاق انتقالي بينهما كما في المناطق الأخرى.

السؤال الرابع:

يؤدي تكون الجليد إلى ارتباط جزيئات الماء مع بعضها مخلفة الأملاح في المياه المتبقية فتزداد ملوحتها، بينما يعمل انصهار الجليد على إضافة كميات من المياه النقية إلى المحيط؛ فتقل ملوحة المياه في تلك المناطق.

السؤال الخامس:

تتكون المحيطات في المناطق الاستوائية من ثلاث طبقات: النطاق المختلط والنطاق الانتقالي والنطاق العميق، بينما تتكون المحيطات في مناطق الأقطاب من طبقة واحدة مشابهة للنطاق العميق.

مراجعة الوحدة

السؤال السادس:

لأن أشعة الشمس تصل إلى عمق 300 m فقط ولا تصل إلى أعماق المحيطات؛ فتكون درجات الحرارة مرتفعة نسبيًّا في الطبقة السطحية وتقل مع العمق لتصبح باردة وقليلة، وقريبة من درجة التجمد في الأعماق.

السؤال السابع:

يكون طول موجة تسونامي في المناطق العميقة أكبر من الطول الموجي بالقرب من الشواطئ، بينما يكون ارتفاعها بالقرب من الشواطئ أكبر بكثير من ارتفاعها في المياه العميقة.

السؤال الثامن:

بما أن ملوحة المياه القادمة من البحر المتوسط أكبر من ملوحة مياه المحيط الأطلسي؛ فسوف تغوص وتتحرك أسفل التيارات القادمة من المحيط الأطلسي الأقل ملوحة.

السؤال التاسع:

تعتمد كمية المواد المكونة لمياه المحيطات على: الحركة الرأسية للمياه، وحركة الأمواج، ونشاط الكائنات الحية.

السؤال العاشر:

التيارات السطحية، وتيارات الكثافة، وتيارات المد والجزر.

السؤال الحادي عشر:

عبارة غير صحيحة؛ لأن تيارات المد والجزر تختلف عن باقي أنواع التيارات في أنها غير دائمة، وتغير اتجاهها بسبب الارتفاع والانخفاض في منسوب المياه.

السؤال الثاني عشر:

إذا توقفت التيارات المحيطية عن الحركة ستؤثر في التوازن الحراري، واستقرار مناخات الأرض؛ وسيؤدي ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الاستوائية بشكل كبير، وانخفاض أكبر في درجات حرارة المناطق الباردة القريبة من الأقطاب.

السؤال الثالث عشر:

عندما تقترب الأمواج من الشاطئ فإن عمق الماء يكون أقل من عمق قاعدة الموجة؛ فتحتك قاعدة الموجة بقاع المحيط وتقل سرعتها ويقل طولها الموجي؛ فتقترب منها الأمواج اللاحقة، وتتزاحم ويزداد ارتفاعها، وتميل ثم تتكسر.

السؤال الرابع عشر:

تحتك الرياح التجارية المتحركة بسطح المياه السطحية للمحيطات فيتحرك الجزء العلوي من هذه المياه حركة دائمة مستمرة في اتجاه الرياح التجارية نفسه، وتنشأ التيارات المحيطية السطحية.

السؤال السادس:

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

السؤال السابع:

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

السؤال الثامنُ:

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

السؤال التاسعُ:

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

السؤال العاشرُ:

أصنفُ التياراتِ المحيطيةَ بناءً على القوةِ المسببةِ لَها.

السؤال الحادي عشرَ:

أقوّمُ العبارةَ الآتيةَ:

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

السؤال الثاني عشرَ:

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

السؤال الثالثَ عشرَ:

أوضّحُ: كيفَ يحدثُ تكسُّرُ الأمواجِ؟

السؤال الرابعَ عشرَ:

أوضحُ كيفيّةَ تأثيرِ الرياحِ التجاريةِ في نشأةِ التياراتِ المحيطيةِ.

السؤال الخامسَ عشرَ:

أدرسُ الشكلَ الآتيَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

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

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

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

السؤال السادسَ عشرَ:

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

السؤال السابعَ عشرَ:

أحسبُ العمقَ الذي تبلغهُ موجةٌ طولُها الموجيُّ 400 m.

السؤالُ الخامسَ عشرَ:

أ - تيار الخليج يحمل المياه الدافئة وتيار كناري يحمل المياه الباردة.

ب- ينقل تيار الخليج المياه الساخنة نحو الشمال، وعندما ينحرف نحو مناطق شمال أوروبا يسخن الهواء الذي يقع فوقه؛ فيحول مناخ شمال أوروبا من مناخ بارد إلى مناخ أكثر اعتدالًا.

ج- يعمل تأثير كوريوليس على انحراف اتجاه التيارات المحيطية في القسم الشمالي من الكرة الأرضية إلى يمين حركتها، وينتج عن ذلك تحرك التيارات بشكل عام مع اتجاه عقارب الساعة.

السؤالُ السادسَ عشرَ:

عندما تتحرك تيارات الحزام الناقل إلى السطح على شكل تيارات صاعدة تحمل معها العناصر الغذائية الذائبة مثل الفوسفات والنترات التي تعد غذاء للعوالق النباتية؛ فيزداد نموها، ومن ثم تتغذى عليها العوالق الحيوانية التي تعد -بدورها- غذاء للأسماك.

السؤالُ السابعَ عشرَ:

قاعدة الموجة هي العمق الذي تصله الموجة في أعماق المحيط، وتساوي نصف الطول الموجي، بما أن طول الموجة يساوي 400 m؛ وبناء عليه فالعمق يساوي 400 ÷ 2 = 200 m.

التجربة الاستهلالية: تنقيةُ المياهِ منَ الملوثاتِ.

الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: **مفهوم المياه العادمة.**	• توضيح مفهوم المياه العادمة. • توضيح الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة. • تبيان مصادر المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعية.	○ **نشاط**: الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.	2
الثاني: **الآثار السلبية للمياه العادمة.**	• تحديد الملوثات الخطرة على البيئة في نوعي المياه العادمة: المنزلية والصناعية. • توضيح طرائق فحص الملوثات في المياه العادمة. • بيان تأثير الملوثات الخطرة على صحة الإنسان، وعلى المياه السطحية والمياه الجوفية.	○ **نشاط**: قياس بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة.	2
الثالث: **معالجةُ المياه العادمة.**	• تصميم تخطيطًا انسيابيًّا لمحطة معالجة المياه العادمة. • شرح الأفكار العلمية والتكنولوجية التي تُبنى عليها محطات التنقية. • وصف إمكانية الاستفادة من المياه العادمة المنقاة في بيئته بدقة. • ذكر أمثلة على أنَّ المياه العادمة مصدر مهم من مصادر المياه. • بيان كمية المياه العادمة في مدينته باستخدام بيانات حقيقية.	○ **نشاط**: أنواع معالجة المياه العادمة. ○ **نشاط**: محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.	2

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• تعرُّف أن التلوث قد يصيب الماء والهواء والتربة.	السادس	• ذكر أمثلة على دور الإنسان في تخريب بيئته الأرضية في البر والبحر والجو. – استقصاء بعض المؤشرات الحيوية الدالة على تلوث الماء.	الثاني عشر
• استكشاف تأثير استخدام الإنسان للمياه على الأنظمة البيئية.	الثامن		

الوحدة 5

المياهُ العادمةُ
Wastewater

أتأمَّلُ الصورةَ

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

53

إضاءة للمعلم/للمعلمة

المياه العادمة.

تعد المياه العادمة المعالجة إحدى مصادر المياه غير التقليدية، ولقد ازداد الاهتمام في الآونة الأخيرة بمعالجة المياه العادمة؛ بسبب زيادة كمياتها الناتجة عن الزيادة الكبيرة في معدلات استهلاك المياه في المجالات المنزلية والصناعية والتجارية، وذلك بصورة مترافقة مع التقدم الصناعي وزيادة أعداد السكان وارتفاع مستوى المعيشة؛ فلجأ الإنسان إلى معالجة المياه العادمة للعمل على استدامة الموارد المائية للأجيال الحالية والقادمة، وحماية المسطحات المائية السطحية والجوفية من التلوث، وإيقاف انتشار الأوبئة، وتوفير مصدر مائي غير تقليدي للمياه.

أتأمَّل الصورة

مياه عادمة.

- أوجِّه الطلبة إلى تأمُّل الصورة في مقدمة الوحدة؛ للتمهيد للموضوع، وأناقشهم في أهمية المياه، ثم أباشر الحديث في موضوع المياه العادمة عن طريق طرح السؤال الوارد في بند أتأمل الصورة: ما المياه العادمة؟

الاستماع إلى إجابات الطلبة ومناقشتها؛ لاستنتاج: تنتج المياه العادمة من الاستخدام اليومي للمياه في الانشطة المنزلية والصناعية، ويتم طرحها في شبكة الصرف الصحي، ويتم تجميعها في أماكن خاصة في محطات معالجة المياه لمعالجتها.

- أطرح السؤال الآتي على الطلبة :

– كيف يمكن الاستفادة من المياه العادمة؟

أستمع إلى إجابات الطلبة ثم أخبرهم أن المياه العادمة تجري معالجتها وفق مراحل مختلفة، ومرحلة المعالجة هي التي تحدد نوع الاستخدام، وللمياه العادمة المعالجة استخدامات عديدة في مجالات متنوعة، وأخبرهم أنهم سيتعرفونها في هذه الوحدة.

معلومة إضافية

معالجة المياه العادمة.

تجري معالجة المياه العادمة ضمن مراحل مختلفة، وقد تطورت هذه المراحل مع مرور الوقت، حيث كانت تنحصر قديما في إزالة المواد العالقة والمواد الطافية، والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض مسببات الأمراض، ولكن نتيجة للتقدم العلمي في مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الدقيقة، ومع التقدم الصناعي وانتشار الصناعات المختلفة، وتنوع المخلفات السائلة والملوثات الموجودة فيها؛ أصبح من الضروري تطوير طرائق للمعالجة؛ بحيث تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرائق التقليدية، وبخاصة مع التطور المعرفي حول آثار الملوثات الموجودة في المياه العادمة سواء على المدى القريب أم البعيد، وهنا تكمن الحاجة إلى تطوير عمليات معالجة المياه العادمة.

الفكرة العامة:

المياه العادمة.

- أعرض صورة أو فلمًا يمثل مياهًا عادمة، ثم أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما مصادر المياه العادمة؟

أستمع إلى إجابات الطلبة التي قد تتعدد وتتنوع مثل: مصادر منزلية، ومصادر صناعية، ومصادر زراعية.

– أين تذهب المياه العادمة؟

يتم نقل المياه العادمة من خلال شبكات الصرف الصحي إلى محطات معالجة المياه العادمة. أو يتم تجميع المياه العادمة في الحفر الامتصاصية، وعند امتلائها يتم نقلها إلى محطات المعالجة.

– ما تأثير المياه العادمة على البيئة لو تركت دون معالجة؟

ستتعدد إجابات الطلبة وتتنوع.

- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون في هذه الوحدة مفهوم المياه العادمة، ومصادرها، والآثار السلبية التي تتركها على المياه السطحية والجوفية، وعلى الإنسان.

مشروع الوحدة:

المياه العادمة

أوجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المتاحة والموثوقة ومنها شبكة الإنترنت حول المياه العادمة بدءًا من تجميع المياه من المنازل والمصانع والمزارع، مرورًا بمحطات المعالجة، وانتهاء باستخدامات المياه المعالجة في مجالاتها المختلفة، وأوجّههم إلى إعداد عرض على شكل فيلم قصير مصور، وعرضه أمام زملائهم باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker).

الفكرةُ العامةُ:

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

الدرسُ الأولُ: مفهومُ المياهِ العادمةِ

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

الدرسُ الثاني: الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ

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

الدرسُ الثالثُ: معالجةُ المياهِ العادمةِ

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

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **التفكير: التأمل والتساؤل**

أوضِّح للطلبة – في أثناء تنفيذ النشاط– أنَّ التساؤل حول الظواهر والمعلومات التي نحصل عليها وتأملها يزيد من قدرتهم على البحث عن الأسباب والتفكير بها؛ ما يجعل منهم أشخاصًا قادرين على التفكير ناجحين في مجالات الحياة المختلفة.

تنقيةُ المياهِ منَ الملوثاتِ

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

الموادُّ والأدواتُ:

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

إرشاداتُ السلامةِ:

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

خطواتُ العملِ:

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

أُزيلت معظم المواد العالقة صغيرة الحجم، فأصبح محتوى الماء أملاحًا ذائبة.

2. قبل عملية الترشيح كانت المياه تحتوي على مواد عالقة صغيرة الحجم وأملاح ذائبة، وبعد عملية الترشيح أصبحت تحتوي على كمية من الأملاح الذائبة فقط.

3. زراعة النباتات التي تطهى، وتكون ثمارها بعيدة عن الأرض، تبريد الآلات في المصانع.

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

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	مراعاة إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	وصف مكونات الماء في المراحل المختلفة.				
3	مقارنة مكونات المياه قبل عملية الترشيح وبعدها.				
4	تحديد استخدامات المياه بعد إزالة الملوثات منها.				

تنقية المياه من الملوثات

زمن التنفيذ: 15 دقيقة

الهدف: تعرف آلية تنقية المياه من بعضِ الملوثات التي تحتوي عليها.

المهارات العلمية: الملاحظة ، الوصف، التواصل، المقارنة.

إرشادات السلامة:

أطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند وضعِ المكونات داخل الكؤوس الزجاجية، وعند إزالة الملوثات من المياه بواسطة الطفوِ والترسيب والترشيحِ، وغسل الأيدي جيدًا بالماء والصابون بعد الانتهاء من التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفِّر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استخدم **استراتيجية التعلُّم التعاوني** وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أنْ يُظهِر كل طالب في المجموعة مسؤوليته في التعلُّم.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور** وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (بالألوان: أحمر، أصفر، أخضر)، بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

1. يتعرَّف بعض الملوثات الموجودة في المياه العادمة.
2. يتعرَّف بعض عمليات معالجة المياه العادمة.
3. يحدد استخدامات المياه العادمة المعالجة.

التحليل والاستنتاج:

1. عند إضافة المواد المختلفة إلى المياه في الكأس رقم (1)، أصبح الماء محتويًا على مواد طافية وهي الزيت، ومواد عالقة وهي مكونات التربة أو الرمل، ومواد ذائبة وهي أملاح من التربة، وعند استعمال الملعقة جرت إزالة الزيت وهو المادة الطافية، وعند سكب المخلوط من الكأس (1) ببطء إلى الكأس(2) تخلص الماء من معظم المواد الصلبة كبيرة الحجم، وعند فصل المخلوط الناتج في الكأس(2) باستخدام ورق الترشيح في الكأس(3)

الدرس 1

مفهوم المياه العادمة

Wastewater Concept

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

المياه العادمة.

- أعرض أمام الطلبة صورة لمياه استُخدمَت في غسل الخضراوات والفواكه، ثم أسألهم:

– ماذا يمكن أن نسمي هذه المياه؟

المياه العادمة.

– ما مصدر هذه المياه؟

غسل الخضراوات والفواكه في المنزل.

– كيف تغيرت صفات هذه المياه؟

أصبحت مياهًا ملوثة بالغبار والأتربة الموجودة على الخضروات والفواكة وبالمبيدات الحشرية المستخدمة.

– ما مصادر المياه العادمة؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد مثل: مصادر منزلية، ومصادر زراعية، ومصادر صناعية.

- أخبر الطلبة أنَّهم سيتعرَّفون خصائص المياه العادمة ومصادرها في هذا الدرس.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

تلوث المياه.

- أراجِع الطلبة في مفهوم تلوث المياه قبل البدء بشرح المياه العادمة، بتوضيح الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه النقية، ثم أسألهم:

– كيف تميز المياه النقية من المياه الملوثة؟ تتنوع الاجابات منها: لا لون لها أو رائحة.

– علام يدل تغير أي هذه الخصائص؟ **إجابة:** بتلوثها

– هل تصبح المياه العادمة صالحة للاستخدام بعد إزالة الملوثات منها؟ نعم

2 التدريس

◄ استخدام الصور والأشكال:

المياه العادمة.

- أعرض أمام الطلبة الشكل (1) من كتاب الطالب، ثم أسألهم:

– ما خصائص المياه في الشكل؟

إنها مياه ملوثة تحتوي على ملوثات متعددة.

– ما مصدر هذه المياه؟

المنازل والمصانع والمحلات التجارية.

– كيف يجري تجميع هذه المياه؟

في محطات خاصة من خلال شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية.

الأخطاء الشائعة

المياه العادمة: يعتقد بعض الطلبة خطأً أن المياه العادمة هي المياه التي تنتج من الأنشطة المنزلية فقط، دون أخذ المياه العادمة الصناعية أو المياه العادمة الزراعية- بعين الاعتبار، أو دون عدِّها مياهًا عادمة.

أعرض على الطلبة أمثلة على مياه عادمة متنوعة قد تكون منزلية أو زراعية أو صناعية، وأدير حوارًا حول مصادر هذه المياه العادمة.

✓ **أتحقَّقُ:** المياهُ التي تطرحها المنازل، والمصانع، والمزارع، والمحلات التجارية في شبكة الصرف الصحيِّ أوِ الحفر الامتصاصية بعد حدوث تغيّرٍ في خصائصِها الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

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.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

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

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المياهُ العادمةُ	Wastewater
المياهُ 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، والحيويّةِ (البيولوجيّةِ)، ويجري تجميعُها في أماكنَ خاصةٍ لمعالجتِها للتخلصِ من الآثارِ السلبيةِ التي تتركُها على البيئةِ وصحةِ الإنسانِ، أنظرُ الشكلَ (1).

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

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

ولتعرُّفِ الخصائصِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ والحيويّة (البيولوجيّة) للمياهِ العادمةِ؛ أنفّذُ النشاطَ الآتي:

نشاطٌ

الخصائصُ الفيزيائيةُ والكيميائيةُ والحيويّةُ (البيولوجيّةُ) للمياهِ العادمةِ

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

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أفسّرُ اللونَ الداكنَ للمياهِ العادمةِ.

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

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

4 – أفسّرُ سببَ وجودِ رائحةٍ كريهةٍ للمياهِ العادمةِ.

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

نشاط:

الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف: تعرُّف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.

المهارات العلمية: التفسير، المقارنة، التنبؤ، الاستقصاء.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط..
- أستخدم **استراتيجية كنت أعتقد، والآن أعرف** بالطلب إلى الطلبة أنْ يكتبوا في ورقة (كنت أعتقد والآن أعرف) ما يعتقدونه عن خصائص المياه العادمة، و العودة لها بعد الانتهاء من تنفيذ النشاط للكتابة في عمود (الآن أعرف).
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الجدول الذي يمثل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة، ثم إجابة الأسئلة التي تلي الجدول.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها لاستنتاج أن أشكال الملوثات في المياه العادمة متنوعة؛ فقد تكون ذائبة أو مترسبة أو عالقة فيها. وتؤثر جميع الملوثات على خصائص المياه.
- أوجِّه الطلبة إلى كتابة ما تعرَّفوه من معلومات جديدة عن ذلك.

النتائج المتوقعة:

1. سوف يتوصل الطلبة إلى تفسير اللون الداكن للمياه العادمة والمقارنة بين أثر وجود البكتيريا والديدان في المياه العادمة. و تفسير سبب وجود رائحة كريهة للمياه العادمة.

التحليل والاستنتاج:

1. يعود اللون الداكن للمياه العادمة إلى وجود الملوثات، وتفاعل بعضها مع بعض. وتعتمد درجة اللون على طبيعة الملوثات ومصادرها.
2. بعضُ أنواع البكتيريا يعد وجودها ضروريًّا لإتمام المعالجة البيولوجية للمياه، وبعضها الآخر يسبب وجوده خطرًا على الصحة والبيئة، أما وجود الديدان فوجودها خطر على الصحة العامة.
3. تؤثر على تآكل الأنابيب في شبكة الصرف الصحي، أو في محطات معالجة المياه العادمة، وأيضًا يؤثر على عمليات المعالجة.
4. يؤدي نقص الأكسجين الذائب في المياه العادمة إلى تحلل المادة العضوية بواسطة البكتيريا اللاهوائية، فتنتج من عملية التحلل اللاهوائي مجموعة من الغازات مثل :غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يسبب الرائحة الكريهة.
5. سيجد الطالب أنه كلما زادت الفترة الزمنية لمكوث المياه العادمة دون معالجة سوف تزداد كمية الغازات؛ بسبب زيادة تحلل المواد العضوية الموجودة فيها، ومن أهم الغازات كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والأمونيا (NH_3)، والميثان (CH_4).

استراتيجية التقويم: الملاحظة. **أداة التقويم:** سلم تقدير.

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	تفسير اللون الداكن للمياه العادمة وسبب وجوده.				
2	المقارنة بين أثر وجود البكتيريا والديدان في المياه العادمة.				
3	التنبؤ بالآثارِ السلبية لارتفاع الرقم الهيدروجيني في المياه العادمة.				
4	تفسير سبب وجود رائحة كريهة للمياه العادمة.				
5	استقصاء أثر الفترة الزمنية لمكوث المياه العادمة دون معالجة على وجود الغازات فيها.				

أبحث:

من النتائج التي سيتوصل إليها الطلبة في تأثير درجة الحرارة على المياه العادمة: تأثير ارتفاع درجة الحرارة مباشرة على الكائنات الحية المائية في حال تم ضخ المياه العادمة إلى المسطحات المائية، كما يقلل من كمية الأكسجين الذائبة في المياه؛ مما يؤدي إلى القضاء على كثير من أنواع الكائنات المائية، كذلك فإن ارتفاع درجة الحرارة يسهم في زيادة سرعة تحلل المواد العضوية، ومن ثَم زيادة كمية المواد الصلبة العالقة في المياه، التي تؤدي إلى زيادة عكورة المياه.

أفكّرُ تلتقط المياه الجارية الناتجة عن هطل الأمطار، في أثناء جريانها على سطح الأرض، حبيبات الرمل والأتربة، وتنقلها إلى المياه العادمة في حال جرى تصريفها في شبكة الصرف الصحي.

◄ المناقشة:

مصادر المياه العادمة.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي: على ماذا تعتمد نوعية المياه العادمة؟

– استخدم **استراتيجية الطاولة المستديرة** من خلال كتابة سؤال في أعلى ورقة فارغة، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة تمرير الورقة بينهم، بحيث يضيف كل طالب فقرة جديدة تمثل إسهامًا في إجابة السؤال، وعند الانتهاء من تمرير الورقة أطلب إلى كل مجموعة مناقشة الإجابات، ثم عرض نتائجها على بقية المجموعات، حتى يتوصل الطلبة إلى: أن نوعية المياه تعتمد على مصادر المياه العادمة.

- ثم أطرح السؤال الآتي:

– ما مصادر المياه العادمة؟

المياه العادمة المنزلية، والمياه العادمة الزراعية، والمياه العادمة الصناعية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المياه الرمادية والمياه السوداء.

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعرض عليهم الشكل (2/ أ) في كتاب الطالب، ثم أوزِّع على كل مجموعة نسخة من ورقة العمل، ثم أطلب إلى أفرادها حل أسئلتها الآتية:

– ما مصادر المياه العادمة المنزلية الموجودة في الشكل؟

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

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

مصادرُ المياهِ العادمةِ Sources of Wastewater

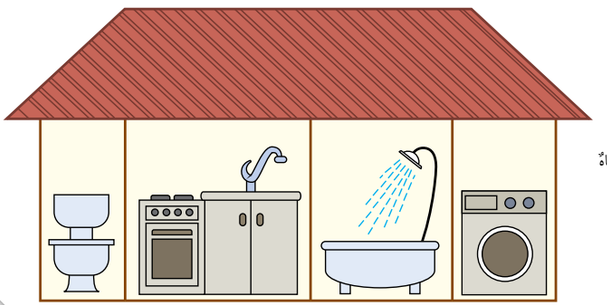
تتكونُ المياهُ العادمةُ منَ المياهِ المستخدمةِ في الأنشطةِ اليوميةِ، والعديدِ منَ الملوّثاتِ التي تعتمدُ في نوعيتِها وكميتِها على مصادرِها، فما مصادرُ المياهِ العادمةِ؟

تقسمُ مصادرُ المياهِ العادمةِ إلى أنواعٍ عدّةٍ، منها:

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

المياهُ العادمةُ المنزليةُ Domestic Wastewater

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



الشكلُ (2/ أ): مياهٌ عادمةٌ منزليةٌ.

– أقارن بين المياه الرمادية والمياه السوداء من حيث مصدرها وإمكانية الإستفادة منها.

- أتجوَّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُساعِدًا ومُرشِدًا، وأدير نقاشًا مع أفراد المجموعات للتوصُّل إلى ما يأتي:

من مصادر المياه العادمة المنزلية مياه المطابخ والمغاسل ودورات المياه، وتختلف المياه الرمادية عن المياه السوداء بأن المياه الرمادية تنتج من مياه المطابخ والمغاسل، وتحتوي على بقايا طعام وصابونٍ ودهونٍ، ومنظفاتٍ، ويمكن استخدامها في ري المزروعات أو تنظيف الحدائق، أما المياه السوداء فهي التي تنتج من دورات المياه، ولا يمكن إعادة استخدامها إلا بعد معالجتها.

إضاءة للمعلم/للمعلمة

ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين في الماء نتيجة تحلل المواد العضوية تحلُّلًا لاهوائيًّا، ويتميز برائحته الكريهة التي تشبه رائحة البيض الفاسد، ويعد وجوده في المياه من العوامل المساعدة على تآكل الأنابيب المعدنية، حيث يتحد مع الحديد مكونًا مركبات من الحديد والكبريت، وقد يذوب في الماء مكونًا أحماضًا تتفاعل مع الحديد مباشرة.

المياهُ العادمةُ الصناعيةُ Industrial Wastewater

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

الشكلُ (2/ب): مياهٌ عادمةٌ صناعيةٌ.

المياهُ العادمةُ الزراعيةُ Agricultural Wastewater

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

الشكلُ (2/ج): مياهٌ عادمةٌ زراعيةٌ.

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

◄ استخدام الصور والأشكال.

المياه العادمة الصناعية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2/ب)، ثم أطرح السؤال الآتي:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

مياهًا ملوثة يجري تجميعها.

- أخبر الطلبة أن هذه المياه خارجة من أحد المصانع، وتُجمَّع في أماكن خاصة بجانب المصنع، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

– كيف تنتج المياه العادمة الصناعية؟

تنتج من المخلفات السائلة الناتجة عن الصناعات المختلفة.

– لماذا تختلف المخلفات الصناعية عن بعضها ؟

اعتمادًا على طبيعة الصناعات وعمليات التصنيع، والموادّ المستعملة في التصنيع، ومعدلات استهلاك المياه.

المياه العادمة الزراعية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2/ج)، ثم أطرح الأسئلة الآتية:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

ستتنوع إجابات الطلبة، ومنها غسيل ثمار الزيتون باستخدام المياه.

– أين تذهب هذه المياه؟

إلى أماكن تجميع المياه العادمة.

– ما خصائص المياه الناتجة عن غسل ثمار الزيتون؟

مياه ملوثة قد تحتوي على دقائق الغبار، وبعض المبيدات الحشرية.

– ماذا يمكن أن نسمي المياه الناتجة؟

المياه العادمة الزراعية.

– كيف تنتج المياه العادمة الزراعية؟

تنتج من الأنشطة الزراعية المختلفة، وتشتمل على المياه المستخدمة في غسل المنتجات الزراعية، وتنظيف المعدات الزراعية.

✓ **أتحقَّقُ:**

مياه عادمة منزلية، مياه عادمة صناعية، مياه عادمة زراعية.

إضاءة للمُعلِّم

المياه العادمة الصناعية.

- تعد المياه العادمة الصناعية من أخطر ملوثات المياه؛ حيث تستخدم المياه في العديد من الصناعات، فتستخدم بصفتها مادة من المواد الخام، ومادة منظفة، وتستخدم في تبريد الآلات، وأيضًا تستخدم في إنتاج الطاقة عن طريق البخار، كذلك تدخل في مجالات واسعة في الصناعات الكيميائية، وتنتج من هذه الصناعات مخلفات سائلة تحتوي على العديد من المواد منها: الحموض، والقواعد، والمغذيات، والعناصر الثقيلة.

نشاط سريع **مصادر المياه العادمة.**

- أستخدم **استراتيجية كنت أعتقد، والآن أعرف** بالطلب إلى الطلبة أن يكتبوا في ورقة: (كنت أعتقد والآن أعرف) ما كان يعتقدونه عن مصادر المياه العادمة، قبل دراسة خصائص المياه العادمة ثم العودة بعد الانتهاء من دراسة مصادر المياه العادمة والكتابة في عمود (الآن أعرف) المعلومات الجديدة التي تعلموها.

مراجعة الدرس

1 المياه العادمة هي المياه التي تطرحها المنازل والمصانع والمحلات التجارية في شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية بعد حدوث تغيُّر في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، ويجري تجميعها في محطات خاصة.

2 أ.

من حيث	المياه العادمة المنزلية	المياه العادمة الصناعية	المياه العادمة الزراعية
مكوناتها	بقايا طعام وصابون ودهون، ومنظفات، ومخلفات عضوية من دورات المياه.	الأحماض، والمواد المشعة، والأملاح، والعناصر السامة، كالزرنيخ والرصاص.	مبيداتٍ حشرية وأسمدة كيميائية وأملاحٍ.

ب.

- المياه الناتجة عن مزارعِ الدواجن: مياه عادمة زراعية.
- المياه الناتجة عن غسل الأواني في المطبخِ: مياه عادمة منزلية.
- المياه الناتجة عن تبريد الآلات في المصانعِ: مياه عادمة صناعية.

3 تؤثر المياه العادمة سلبًا في البيئة؛ لاحتوائها على بقايا مبيدات حشرية وأسمدة وفلزات ثقيلة، حيث سيؤثر ذلك على صحة الإنسان، كذلك فإن الرائحة الكريهة للمياه العادمة وتكاثر الحشرات الضارة ومسببات الأمراض تؤثر على صحة الإنسان.

4 تنتج المياه الرمادية عن استخدام مياه المطابخ والمغاسل، أما المياه السوداء تنتج عن دورات المياه.

5 من أجل إزالة معظم الملوثات الموجودة في المياه العادمة، من أجل تقليل الآثار السلبية على البيئة الناتجة من تدفق المياه العادمة إلى المسطحات المائية أو حتى تجميعها في أماكن خاصة، وأيضًا معالجة المياه العادمة تعمل على توفير مصدر غير تقليدي للمياه.

مراجعةُ الدرسِ

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

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

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

– المياهُ الناتجةُ عنْ مزارعِ الدواجنِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ غسلِ الأواني في المطبخِ.

– المياهُ الناتجةُ عنْ تبريدِ الآلاتِ في المصانعِ.

3. أوضّحُ أثرَ المياهِ العادمةِ على البيئةِ.
4. **أقارنُ** بينَ المياهِ الرماديةِ والمياهِ السوداءِ منْ حيثُ مصدرُها.
5. **أفسّرُ** سببَ معالجةِ المياهِ العادمةِ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **بناء الشخصية: التعلم المستمر**

أخبر الطلبة أن التعلم المستمر يحدث عن طريق عمليات التفكير والبحث، وبالتعلم المستمر يتم بناء المعرفة بشكل نشط، فتجعل منه إنسانًا ناجحًا قادرًا على حل المشكلات، مستخدمًا أفكاره وخبراته؛ لإدراك معاني الخبرات الجديدة.

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

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

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

الملوثاتُ في المياهِ العادمةِ Pollutants in Wastewater

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

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

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

2 التدريس

استخدام الصور والأشكال:

الملوثات في المياه العادمة.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

أشاهد أسماكًا ميتة في المياه.

– كيف أثر تدفق المياه العادمة إلى المسطحات المائية في حياة الأسماك؟

أثر سلبًا على حياة الأسماك؛ بحيث أدى إلى نفوقها.

– ما سبب نفوق الأسماك؟

ستتعدد إجابات الطلبة وتتنوع، أخبرهم أن سبب نفوق الأسماك تأثرها بالملوثات الموجودة في المياه، حيث تحتوي العديد منها على مواد سامة وأنهم سيتعلمون في هذا الدرس مزيدًا من المعلومات عن الملوثات الموجودة في المياه العادمة.

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

ملوثات المياه العادمة.

- أعرض أمام الطلبة صورة لمياه عادمة تم طرحها داخل أحد المسطحات المائية، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟

مياهًا عادمة متدفقة إلى أحد المسطحات المائية.

– هل تؤثر على خصائص المياه السطحية؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد ومنها مثلا: تغير من خصائص المياه أو تزيد الملوثات السامة وتقتل الاسماك.

- أدير نقاشًا مع الطلبة لاستنتاج أنَّ المياه العادمة تؤثر سلبًا على البيئة، ومن ذلك تأثيرها في المياه السطحية والجوفية.

الربط بالمعرفة السابقة:

مصادر المياه العادمة.

- أذكِّر الطلبة بمصادر المياه العادمة التي تعرَّفوها في الدرس السابق، بطرح الأسئلة الآتية عليهم:

– ما مصادر المياه العادمة؟

المياه العادمة المنزلية، المياه العادمة الصناعية، والمياه العادمة الزراعية.

- أذكِّر الطلبة بما تعلموه سابقا عن المواد العضوية والمواد غير العضوية؛ فالمواد العضوية هي بعض المواد التي تحتوي على كربون في تركيبها وروابطها دائما تساهمية. أما المواد التي لا تحتوي على الكربون في تركيبها فهي المواد غير العضوية.

◄ المناقشة:

مكونات المياه العادمة.

- أناقش الطلبة في مكونات المياه العادمة بطرح الأسئلة الآتية عليهم:

– مم تتكون المياه العادمة؟

تتكون المياه العادمة من مياه بنسبة 99.9 %، ومواد صلبة بنسبة 0.1 %.

– ما مكونات المواد الصلبة الموجودة في المياه العادمة؟

مواد صلبة عضوية وغير عضوية، وتشكل المواد العضوية ما نسبته 70 % من المواد الصلبة في المياه العادمة، والمواد غير العضوية تشكل ما نسبته 30 %، كذلك توجد في المياه العادمة مجموعة من الغازات الذائبة.

– ما مكونات المواد العضوية والمواد غير العضوية؟

تتكون المواد العضوية من المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون والزيوت، وتتكون المواد غير العضوية من حبيبات الرملِ الدقيقة والأملاح المعدنية، مثل: أملاح الصوديوم والبوتاسيوم، وفلزات ثقيلة مثل: الرصاص والزئبق.

أبحث:

من النتائج التي سيتوصل إليها الطلبة عند البحث عن العوامل المؤثرة في استخدام المياه العادمة في الزراعة ما يأتي:

درجة معالجة المياه العادمة، نوعية المحاصيل التي سيجري ريها بالمياه العادمة المعالجة، نظام الري المتبع في الزراعة، إعداد المزارعين وتأهيلهم في طرائق استخدام المياه العادمة المعالجة.

◄ بناء المفهوم:

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما الملوثات الموجودة في المياه العادمة المنزلية؟

تتعدد إجابات الطلبة وتتنوع.

- أعرض صورًا لمجموعة من المواد التي تعد مواد عضوية (من دهون، أو زيوت)، ثم أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– ما المكون الأساسي لهذه المواد؟

الكربون

– ماذا يطلق على المواد التي تتكون في أساسها من الكربون؟

المواد العضوية.

– ما المواد العضوية الموجودة في منازلنا ويتم طرحها في المياه العادمة.

البروتينات والكربوهيدرات والدهون ومخلفات دورات المياه.

– كيف يجري التخلص من بقايا النباتات في الطبيعة؟

تتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (المحللات).

- مناقشة الطلبة في إجاباتهم؛ للتوصل معهم إلى أن المواد العضوية التي تُطرَح في المياه العادمة، وتكون قابلة للتحلل الحيوي يطلق عليها مفهوم (المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي). ثم أطرح السؤال الآتي:

– ماذا ينتج عن تحلل المواد العضوية؟

غازات متعددة، منها كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، الأمونيا (NH_3)، والميثانُ (CH_4).

◄ بناء المفهوم:

مسببات الأمراض.

- أعرض مجموعة صور لمسببات الأمراض (ديدان، بكتيريا، فيروسات)، وأطرح الأسئلة الآتية:

– هل تسبب هذه الكائنات الأمراض للإنسان؟

نعم.

– ماذا يمكن أن نسمي هذه الكائنات؟

مسببات الأمراض.

- أناقش الطلبة وأتوصل معهم إلى الآتي: تعد مسببات الأمراض كائنات دقيقة وغير دقيقة تؤدي إلى الإصابة بالأمراض المختلفة في حال وجودها في المياه، وإن من الأمثلة عليها: البكتيريا، والطحالب، والديدان، والفيروسات.

أبحثُ:

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

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

الملوّثاتُ في المياهِ العادمةِ المنزليةِ

Pollutants in Domestic Wastewater

تحتوي المياهُ العادمةُ المنزليةُ على كثيرٍ منَ الملوثاتِ، منْها:

الموادُّ العضويةُ القابلةُ للتحللِ الحيويِّ Biodegradable Organic Matters:

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

مسبباتُ الأمراضِ Pathogens:

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

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي :

Non-Biodegradable Organic Matters

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

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

الملوثاتُ في المياهِ العادمةِ الصناعيةِ

Pollutants in Industrial Wastewater

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

الشكلُ (4): مياهٌ عادمةٌ صناعيةٌ يجري تجميعُها ومعالجتُها بصورةٍ أوليةٍ.
أفسّرُ سببَ المعالجةِ الأوليةِ للمياهِ العادمةِ الصناعيةِ في المصانعِ.

63

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

أنواع البكتيريا.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما أنواع البكتيريا التي تعيش في الأوساط التي تحتوي على الأكسجين؟ وما أنواع البكتيريا التي تعيش في وسط لا يحتوي على الاكسجين؟

من الاجابات المحتملة ما يلي: تختلف الأوساط التي تعيش فيها البكتيريا، فبعض الأنواع تسمى البكتيريا اللاهوائية، حيث تعيش في وسط لا يحتوي على الأكسجين، وبكتيريا هوائية تعيش في وسط هوائي يحتوي على الأكسجين، وبكتيريا متقلبة وهي التي يمكنها أن تعيش في وجود الأكسجين أو غيابه.

حل سؤال الشكل (4):

لأن المياه العادمة الصناعية تحتوي على ملوثات شديدة الخطورة مثل الفلزات الثقيلة.

◄ بناء المفهوم:

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل جميع المواد العضوية قابلة للتحلل بواسطة البكتيريا؟

لا

– ماذا نسمي المواد العضوية التي لا تتحلل في الطبيعة إلا بوجود مؤكسدات كيماوية؟

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي.

✓ **أتحقَّقُ:**

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، ومسببات الأمراض، والمواد العضويـة غير القابلـة للتحلل الحيوي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

الملوثات في المياه العادمة الصناعيةِ.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، ثم أسألهم:

– ما طبيعة المياه الخارجة من المصنع؟

مياه ملوثة.

– لماذا تجمَّع في برك خاصة؟

لتجري معالجتها في المصانع معالجة أولية قبل طرحها في شبكة الصرف الصحي.

طريقة أُخرى للتدريس — **الملوثات في المياه العادمة الصناعية**

دراسة الحالة:

- أطرح على الطلبة الموضوع الآتي: يسكب مصنع دهانات المياه الناتجة عن الصناعات فيه مباشرة دون معالجتها بصورة أولية إلى شبكة المياه العادمة ليتم تجميعها ومعالجتها.

– كيف سيؤثر ذلك في خصائص المياه العادمة؟

– ما الحلول التي تقترحها للحد من الآثار السلبية للمياه العادمة الصناعية؟

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها لتحديـد أبعـاد المشكلـة، واقتراح حلـول مناسبة لها.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة مناقشة باقي المجموعات في ما توصلت إليه.

نشاط سريع الملوثات في المياه العادمة الصناعية.

- أستخدم استراتيجية **كنت أعتقد، والآن أعرف**: أطرح سؤالًا في بداية الحصة حول الملوثات الصناعية وأثرها، وفي نهاية الدرس أطلب إليهم مقارنة أفكارهم التي كانوا يمتلكونها في بداية الدرس حول الملوثات في المياه العادمة الصناعية وبما توصَّلوا إليه عند نهايته.

◄ المناقشة:

الملوثات في المياه العادمة الصناعية.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما الملوثات الموجودة في المياه العادمة الصناعية؟

ستتنوع إجابات الطلبة وتتعدد، منها: المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي، والفلزات الثقيلة، والمغذيات.

– ما مصدر المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي في المياه العادمة الصناعية؟

المبيدات الحشرية، وبعض أنواع المنظفات الصناعية.

بناء المفهوم:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوزع المواضيع الآتية على المجموعات (الفلزات الثقيلة، والمغذيات، والأملاح الذائبة)، ثم أطرح الأسئلة الآتية:

– كيف يمكن أن يوجد في المياه العادمة؟

– كيف يؤثر وجوده في المياه على الإنسان والبيئة؟

- أطلب إليهم إجابة الاسئلة ثم أناقشهم بالإجابات، وأتوصل معهم إلى مفهوم هذه الملوثات وخصائصها.

◄ تعزيز: الفلزات الثقيلة:

- أوجِّه الطلبة في مجموعات إلى مناقشة الموضوع الآتي: (تعد الفلزات الثقيلة من المواد الخطرة حتى لو وجدت بتراكيز قليلة).
- يعمل الطلبة في مجموعات على جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها للوصول إلى إيضاح كافٍ للموضوع، وتحديد أبعاد المشكلة.

أعمل على التوصُّل مع الطلبة إلى أن خطورة الفلزات تكمن في تراكمها في أجسام الكائنات الحية وعدم قابليتها للتحلل، وبخاصة عند وصولها إلى المسطحات المائية.

معلومة إضافية

عند ري التربة باستمرار في مياه تحتوي على تراكيز من العناصر الثقيلة، فإن ذلك يؤدي إلى تراكم هذه العناصر في التربة، وهو بدوره يؤدي إلى تراكمها في النبات، وقد تدخل جسم الإنسان بواسطة السلسلة الغذائية.

ومنْ هذهِ الملوّثاتِ الصناعيةِ:

الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلّلِ الحيويِّ:

Non-Biodegradable Organic Matters

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

الفلزاتُ الثقيلةُ Heavy Metals

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

المغذّياتُ Nutrients:

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

الأملاحُ الذائبةُ Dissolved Salts:

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

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

✓ **أتحقَّقُ:**

قد تنتقل المياه العادمة الصناعية حاملة الفلزات الثقيلة إلى المياه السطحية فتؤثر في الكائنات الحية فيها؛ إذ تتراكم هذه الفلزات الثقيلة في أجسام الكائنات الحية البحرية، ومن ثم تؤثر في صحة الإنسان بعد تناوله للمأكولات البحرية.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الملوثات في المياه العادمة الصناعية، علمًا بأنَّه يمكن إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أستعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

قياسُ ملوّثاتِ المياهِ العادمةِ
Measuring Wastewater Pollutants

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

الأكسجينُ المستهلكُ حيويًّا Biological Oxygen Demand (BOD)

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

الأكسجينُ المستهلكُ كيميائيًّا Chemical Oxygen Demand (COD)

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

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

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

تعزيز: الأكسجين المستهلك حيويًّا.

- أوزع الطلبة إلى مجموعات، ثم عن طريق **استراتيجية حل المشكلات** أطرح على الطلبة القضية الآتية:

تم قياس كمية الأكسجين المستهلك حيويًّا في إحدى البحيرات، فلوحظ أن قيمته على سطح البحيرة منخفضة، أمّا في قاع البحيرة فكانت القيمة مرتفعة، أوجِّه الطلبة إلى البحث عن أسباب هذه القضية بأسلوب منظم، ثم أعرض النتائج على باقي المجموعات وأناقشهم فيها.

على سطح البحيرة توجد الطحالب بكميات كبيرة، مما يؤدي إلى ارتفاع قيم الأكسجين الذائب في الماء، وانخفاض قيم الأكسجين المستهلك حيويًّا، أمّا في قاع البحيرة؛ حيث تنزل الطحالب والكائنات البحرية التي تموت إلى الأسفل وتتحلل؛ ما يؤدي إلى ارتفاع قيم الأكسجين المستهلك حيويًّا.

المناقشة:

- أطرح السؤال الآتي على الطلبة:

– هل يمكن قياس الملوثات الموجودة في المياه؟ نعم.

- أناقش الطلبة بإجابة السؤال ثم أخبر الطلبة أنه يوجد عدة طرائق لقياس الملوثات في المياه العادمة، حيث سيتم تعلمها في هذا الدرس.

بناء المفهوم:

الأكسجين المستهلك حيويًّا.

- أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

– كيف تحصل البكتيريا الهوائية الموجودة في المياه العادمة على الطاقة؟

عن طريق أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي الموجودة في الماء.

– ماذا يحصل لقيمة كمية الأكسجين الذائب في الماء عند أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي؟ تقل.

– ماذا يمكن أن نسمي كمية الأكسجين التي تستهلك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، للحصول على الطاقة؟

الأكسجين المستهلك حيويًّا.

- أناقش الطلبة بإجاباتهم؛ للتوصل معهم إلى أن كمية الأكسجين المستهلكة حيويًّا تشير إلى مقدار تلوث المياه العادمة بالمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، ويرمز إليه (BOD) فكلما كان مقدار (BOD) كبيرا كان التلوث العضوي في المياه العادمة كبيرًا.

المناقشة:

الأكسجين المستهلك كيميائيًّا COD

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف يقاس التلوث بالمواد العضوية غير القابلة للتحلل بيولوجيًّا أو التي تتحلل ببطء شديد في المياه العادمة؟

بطريقة الأكسجين المستهلك كيميائيًّا.

– ما المادة التي تُضاف إلى عينة المياه؛ المراد قياس كمية الأكسجين المستهلك كيميائيًّا لها؟

دايكرومات البوتاسيوم، وحمض الكبريتيك.

- أناقش الطلبة بإجاباتهم؛ لأتوصل معهم إلى أنه يتم إضافة مؤكسدات قوية، مثل: دايكرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك؛ لقياس التلوث بالمواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي أو تتحلل ببطء شديد في المياه العادمة.

أفكّرُ لأنه في طريقة الأكسجين المستهلك كيميائيًّا يتم أكسدة جميع المواد القابلة للتأكسد، وغير القابلة للتأكسد، أمّا في طريقة الأكسجين المستهلك حيويًّا فيتم أكسدة المواد العضوية للقابلة للتأكسد فقط.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مجموع الموادّ الصلبةِ العالقة (TSS).

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6) الذي يمثل آلية فصل المواد الصلبة العالقة في المياه، ثم أسألهم:

– ما خصائص المياه المراد قياس كمية المواد الصلبة العالقة فيها؟

تحتوي على مواد صلبة عالقة.

– كيف يتم فصل المواد الصلبة العالقة في المياه؟

من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء باستخدام ورق الترشيح.

– ماذا يطلق على المواد الصلبة التي توجد على ورقة الترشيح؟

مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS).

- أناقش الطلبة في إجاباتهم؛ لأتوصل معهم إلى الآتي:

يشمل مجموع المواد الصلبة العالقة المواد العضوية وغير العضويةِ الصلبة الصغيرة العالقة في الماء، ويعد مؤشرًا على درجة تلوث المياه العادمة، ويجري قياس كمية المواد الصلبة العالقة في الماء من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء، وتجفيف البقايا المترشحة على درجة حرارة عالية، ثم إيجاد كتلتها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS).

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7) الذي يمثل طريقة قياس كمية المواد الصلبة الذائبة في الماء، ثم أسألهم:

– ما خصائص عينة المياه المراد قياس كمية المواد الصلبة الذائبة فيها؟

عينة مياه خالية من المواد العالقة، وتحتوي على أملاح ذائبة.

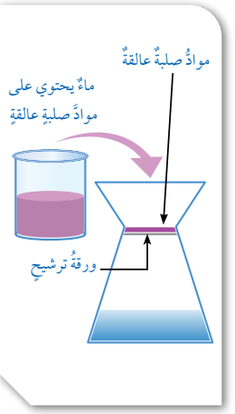
– كيف يتم قياس كمية المواد الصلبة العالقة في الماء؟

عن طريق تبخير كمية محددة من المياه، وإيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية بوحدةِ mg/L.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم للتوصل معهم إلى أن مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS) يعد أحد المؤشرات على درجة تلوث المياه العادمة، وتتكون المواد الصلبة الذائبة من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في الماء.

معلومة إضافية

يتم قياس كمية الأكسجين المستهلك حيويًّا عند درجة حرارة (20°C ± 1°C) وضمن مدة زمنية محددة هي (5) أيام.



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

أبينُ طريقةَ فصلِ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ.

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

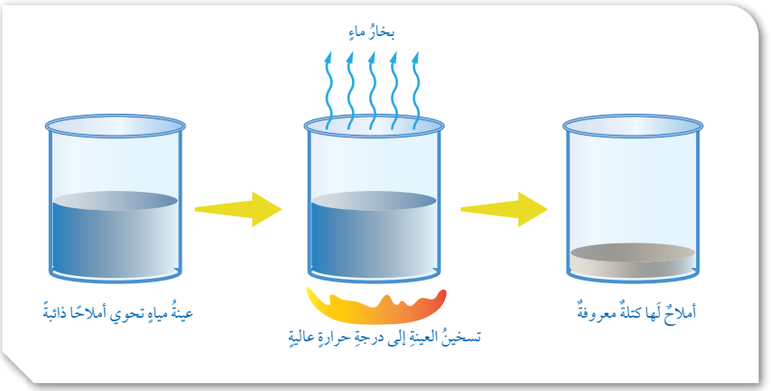
مجموعُ الموادِّ الصلبةِ العالقةِ Total Suspended Solids (TSS)

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

مجموعُ الموادِّ الصلبةِ الذائبةِ Total Dissolved Solids (TDS)

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

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



حل سؤال الشكل (6):

من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء، وتجفيف البقايا المترشحة على درجة حرارة عالية، ثم إيجاد كتلتها.

✓ **أتحقَّقُ:**

	طريقة BOD	طريقة COD
المواد التي يجري قياسها بواسطتها	المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي.	المواد العضوية غير القابلةِ للتحلل الحيوي أوْ تتحللُ ببطء شديد.
آلية القياس	يتم قياس كمية الأكسجين المستهلك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة عن طريق أكسدتها المواد العضوية في الماء.	تتم عن طريق إضافة مواد كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك إلى عينة المياه، وتعمل على أكسدة جميع المواد القابلة للتأكسد وغير قابلة للتاكسد.

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

نشاطٌ

قياسُ بعضِ الملوّثاتِ في إحدى محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ

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

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

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

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

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

الآثارُ السلبيةُ للمياهِ العادمةِ Negative Effects of Wastewater

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

آثارُ المياهِ العادمةِ على صحةِ الإنسانِ

Effects of Wastewater on Human Health

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

أُعدُّ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker)، يوضحُ الآثارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على الإنسانِ والبيئةِ، وأحرصُ على أنْ يشملَ الفيلمُ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

المناقشة:

الآثار السلبية للمياه العادمة.

- أعرض صورة لمسطحات مائية تعرضت إلى تلوث بالمياه العادمة، ثم أطرح السؤال:

– ما تأثير المياه العادمة على المسطحات المائية، وعلى صحة الإنسان؟

قد تتعدد وتتنوع إجابات الطلبة، بعد الاستماع إلى إجاباتهم أخبرهم أن المياه العادمة تؤثر سلبًا في البيئة وفي صحة الإنسان، حيث تسبب كثيرًا من الأمراض للإنسان، أيضًا تُلوِّث المياه السطحية والجوفية.

التدريس المدمج: الآثار السلبية للمياه العادمة

- أقسِّم الطلبة في مجموعات وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، مع بيان أن عليهم الحصول على صور تتعلق بالآثار السلبية للمياه العادمة أو مقاطع يوتيوب وتصميم فلم منها يوضح الآثار السلبية للمياه العادمة، وبعد الانتهاء من صنع الفلم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن. أتأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

نشاط:

قياس بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

الهدف: المقارنة بين قيم بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة عند مدخل المحطة ومخرجها.

المهارات العلمية: المقارنة، التفسير، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إلى أفراد المجموعات دراسة البيانات التي يحتويها الجدول، ثم إجابة الأسئلة التي تلي الشكل.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها؛ لاستنتاج أن معالجة المياه العادمة في محطة الخربة السمرا تعمل على خفض كمية كل من: المواد العضوية، والمواد الصلبة العالقة في المياه العادمة.

النتائج المتوقعة:

تحديد مواصفات المياه عند مدخل المحطة ومخرجها. وتفسير سبب ارتفاع قيم COD مقارنة بقيم BOD.

التحليل والاستنتاج:

1. تتميز المياه العادمة عند مدخل المحطة بأنها تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية مقارنة بمخرجها.
2. كمية كل من BOD و COD و TSS، عند مدخل المحطة أكبر بكثير من قيمها عند مخرج المحطة.
3. قيمة COD عند مدخل المحطة كبيرة؛ لأنها تمثل أكسدة المواد العضوية القابلة للتأكسد وغير القابلة للتأكسد مقارنة بطريقة BOD التي تمثل أكسدة المواد العضوية القابلة للتأكسد.

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

الرقم	معيار الأداء	التقدير 1	2	3	4
1	تحديد مواصفات المياه عند مدخل المحطة ومخرجها.				
2	المقارنة بين كمية كل من BOD، وCOD، و TSS عند مدخل المحطة ومخرجها.				
3	تفسير سبب ارتفاع قيمة COD مقارنة بقيمة BOD عند مدخل المحطة.				
4	العمل بروح الفريق الواحد.				

◄ تفسير الجدول:

مسببات الامراض.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم أخبرهم أنَّه يمثل مسببات الأمراض، والأمراض التي تسببها للإنسان، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ما مسببات الأمراض الموجودة في المياه العادمة؟

البكتيريا، الأميبا، الفيروسات، الديدان.

– ما الأمراض التي تسببها مسببات الأمراض الموجودة في المياه العادمة؟

البكتيريا: التيفوئيد، الكوليرا. الفيروسات: التهاب الكبد الفيروسي، التهاب الجهاز الهضمي. الأميبا: الزحار الأميبي. الديدان: القيء، والإسهال.

– لماذا تنتشر مسببات الأمراض في المياه العادمة؟

لأن المياه العادمة تعد بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها.

الربط مع الجغرافيا

أذكِّر الطلبة بمفهوم البحار المفتوحة، والبحار المغلقة، والفرق بينهما.

البحار المغلقة هي البحار التي تحيط بها اليابسة من جميع الجهات، وهي منفصلة عن باقي المحيطات، أما البحار المفتوحة فهي البحار المتصلة بالمحيطات، وأما البحار شبه المفتوحة فهي التي تحيطها اليابسة من ثلاث جهات، وتتصل بالمحيطات من الجهة الرابعة عبر مضيق.

◄ استخدام الأشكال والصور:

آثار المياه العادمة على المياه السطحية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8) الذي يمثل ظاهرة الإثراء الغذائي، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهد في الشكل؟ أشاهد طحالب.

– ما علاقة المياه العادمة بنمو الطحالب في المسطحات المائية؟

وجود المغذيات في المياه العادمة يؤدي إلى نمو الطحالب بشكل كبير.

– كيف يؤثر نمو الطحالب في الكائنات الحية البحرية؟

تنمو الطحالب بشكل كبير بفعل وجود المغذيات، وعند موت الطحالب تتحلل بوساطة البكتيريا الهوائية، فيستنزف الأكسجين الذائب في المياه، ويموت عدد كبير من الكائنات المائية، ثم تنشط البكتيريا اللاهوائية في الماء وتعمل على تحلل المواد العضوية.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم، وأخبرهم أن المياه العادمة تعمل على تلوث المسطحات المائية وتغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، ومن الآثار السلبية للمياه العادمة تشكل ظاهرة الإثراء الغذائي.

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

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

الربطُ بالجغرافيا

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

آثارُ المياهِ العادمةِ على المياهِ السطحيةِ والمياهِ الجوفيةِ

Effects of Wastewater on Surface Water and Groundwater

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

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

نشاط سريع مسببات الأمراض.

- أوجِّه الطلبة –ضمن مجموعات– إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أحد الأمراض الناتجة عن مسببات الأمراض، وأعراض هذا المرض، ثم أوجِّههم إلى تلخيص تلك المعلومات، ثم عرضها أمام للمعلم/ للمعلمة.

معلومة إضافية

يتم إزالة مسببات الأمراض عن طريق عملية تعقيم المياه العادمة، وذلك بإحدى الطرائق الاتية: التعقيم بالكلور ، وذلك بإضافة الكلور إلى المياه السائلة، أو من خلال التعقيم بالأوزون، أو باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

إضاءة للمعلم/ للمعلمة

من أشكال التلوث الصناعي استعمال المياه في عمليات التبريد للآلات الصناعية ثم سكبها في البحار والأنهار مما يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة المياه فيها؛ ما يؤثر سلبًا في التفاعلات البيوكيميائية، وأيضًا يؤثر في الأحياء المائية، حيث يؤدي ارتفاع درجة حرارة المياه إلى تغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، ومنها نقص كمية الأكسجين الذائب في المياه.

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

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

أتحقَّقُ: أناقشُ الآثارَ السلبيةَ للمياهِ العادمةِ على صحةِ الإنسانِ.

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

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

أوضّح: كيفَ تتلوثُ المياهُ الجوفيةُ منَ المياهِ العادمةِ؟

حل سؤال الشكل (9):

تتلوث المياه الجوفية نتيجة تسرب المياه العادمة من الحفر الامتصاصية المنزلية والمزارع ومن البحيرات والمياه السطحية التي تحتوي على مياه عادمة إلى باطن الأرض، وتصل إلى المياه الجوفية وتغير من خصائصها.

التدريس المدمج: تأثير المياه العادمة على السلاسل الغذائية:

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات، وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، وأبيِّن لهم أن عليهم الحصول على صور تتعلق بتأثير المياه العادمة على السلاسل الغذائية، أو مقاطع يوتيوب وتصميم فلم منها يوضح تأثير المياه العادمة على السلاسل الغذائية، وبعد الانتهاء من صنع الفلم أطلب إليهم عرضه أمام زملائهم/ زميلاتهن. أتأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب؛ للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

المناقشة:

تأثير المياه العادمة على الكائنات الحية.

- أرسم سلسلة غذائية في رأس ورقة فارغة، وأكتب السؤال الآتي: كيف تؤثر المياه العادمة التي تحتوي في الفلزات الثقيلة في الكائنات الحية؟
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطي كل مجموعة ورقة تحوي السؤال المذكور آنفًا.
- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الاطِّلاع على السؤال، ثم إضافة جزء من إجابة السؤال.
- بعد أنْ ينتهي أفراد المجموعة من ذلك، أطلب إليهم التوقُّف، ثم أوجِّه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجاباتهم في ما بينهم.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأُخرى، ثم مناقشتهم فيها؛ للتوصُّل إلى ما يأتي:

تتراكم الفلزات الثقيلة في أجسام الكائنات الحية، وتنتقل من كائن حي إلى آخر عبر السلسلة الغذائية؛ الأمر الذي يؤثر في التوازن البيئيّ داخل البحار والمحيطات، وتعمل الملوثات على تدمير الشعاب المرجانية، وموت كثير من الكائنات الحية التي تتخذ المرجان مأوًى لَها.

استخدام الصور والأشكال:

تأثير المياه العادمة على المياه الجوفية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9) الذي يمثل تلوث المياه الجوفية بسبب تسرب المياه العادمة، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

أشاهد مياهًا عادمة منزلية، ومياهًا عادمة صناعية، ومياهًا عادمة زراعية جرى طرحها داخل المسطحات المائية السطحية.

– كيف أثر هذا التلوث على المياه الجوفية؟

تسربت المياه الملوثة إلى المياه الجوفية.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم، وأخبرهم أن وصول المياه العادمة إلى المياه الجوفية يؤدي إلى تلوثها وتصبح غير صالحة للشرب؛ الأمر الذي يقلل من كمية الموارد المائية المتاحة.

أتحقَّقُ:

تحتوي المياه العادمة على كثير من مسببات الأمراض للإنسان، كالبكتيريا والفيروسات، إذ تعد بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها؛ ما يزيد من خطورة انتشار الأمراض كالكوليرا والتيفوئيد.

مراجعة الدرس

1 تحتوي المياه العادمة على كثير من مسببات الأمراض كالبكتيريا والفيروسات والديدان، إذ تعدُّ بيئة مناسبة لتكاثرِها وانتشارِها؛ ما يزيد من خطورة انتشار الأمراض كالكوليرا والتيفوئيد.

2 المواد العضوية في المياه العادمة المنزلية يمكن أن تتحلل عن طريق العمليات البيولوجية المختلفة، أما المواد العضوية في المياه العادمة الصناعية فمعظمها غير قابل للتحلِل الحيوي.

3 تحتوي المياه العادمة على الفلزات الثقيلة التي تتراكم في أجسام الكائنات الحية المائية، وتنتقل من كائن حيٍّ إلى آخر عبر السلسلة الغذائية المائية.

4 تعمل المغذيات التي توجد في المياه العادمة على زيادة نمو الطحالب على سطح المياه في المسطحات المائية، ومنها: البحيرات والأنهار، وعندما تموت هذه الطحالب تتحلل وتستهلك الأكسجين المذاب في المياه.

5 وجود المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي داخل المياه يؤدي إلى استنزاف الأكسجين الذائب فيها عن طريق التحلل الحيوي، وينتج عن تحلل المواد العضوية غازات متعددة، بخاصة عندما تمكث المياه العادمة فترة طويلة دون معالجة، ومن هذه الغازات كبريتيد الهيدروجين، والأمونيا، والميثان .

6 **مواد عضوية**: كربوهيدرات ، دهون.
مواد غير عضوية: ، أملاح، عناصر معدنية.

7 – مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS).
– مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS).
– الأكسجين المستهلك كيميائيًّا (COD).
– الأكسجين المستهلك حيويًّا (BOD).

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أوضّحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ في صحةِ الإنسانِ.
2. **أقارنُ** بينَ الملوثاتِ العضويةِ المنزليةِ والملوثاتِ العضويةِ الصناعيةِ، منْ حيثُ قابليتُها للتحللِ.
3. أوضحُ تأثيرَ المياهِ العادمةِ على السلاسلِ الغذائيةِ المائيةِ.
4. **أصفُ** آليةَ حدوثِ ظاهرةِ الإثراءِ الغذائيِّ.
5. **أصفُ** العلاقةَ بينَ وجودِ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحللِ الحيويِّ ووجودِ الغازاتِ في المياهِ العادمةِ.
6. **أصنّفُ** الملوثاتِ الآتيةَ إلى موادَّ عضويةٍ وموادَّ غيرِ عضويةٍ:
كربوهيدراتٌ، أملاحٌ، عناصرُ معدنيةٌ، دهونٌ.
7. أذكرُ الطريقةَ التي يُقاسُ بها كلٌّ ممّا يأتي:
– الموادُّ الصلبةُ الذائبةُ منْ موادَّ عضويّةٍ، وأخرى غيرِ العضويّةِ، وأيوناتٍ في الماءِ.
– الموادُّ العضويةُ والموادُّ غيرُ العضويةِ العالقةُ في الماءِ.
– الموادُّ العضويةُ غيرُ القابلةِ للتحلُّلِ الحيويِّ.
– الموادُّ العضويةُ القابلةُ للتحلُّلِ الحيويِّ.

معالجةُ المياه العادمة
Wastewater Treatment

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

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

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
معالجةُ المياهِ العادمةِ
Wastewater Treatment
المعالجةُ الفيزيائيةُ
Physical Treatment
المعالجةُ الكيميائيةُ
Chemical Treatment
المعالجةُ الحيويةُ (البيولوجيةُ)
Biological Treatment
الحمأةُ Sludge

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ
Wastewater Treatment Plants

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

الشكل (10): إحدى محطّاتِ مُعالجةِ المياهِ العادمةِ.

استخدام الصور والأشكال:
محطات معالجة المياه العادمة.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10) الذي يمثل إحدى محطات معالجة المياه العادمة، ثم أسألهم:
  - ماذا تشاهد في الشكل؟

    مجموعة من الأحواض موصولة مع بعضها، وتمثل محطة لمعالجة المياه العادمة.
- أخبر الطلبة أنه تجري معالجة المياه العادمة من خلال مراحل متتابعة تُستخدم فيها أنواع متعددة من المعالجة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** القضايا البيئية: التوازن البيئي**

أخبر الطلبة أثناء مناقشة مفهوم معالجة المياه العادمة أنه من خلال محطات المعالجة يمكن الحد من التلوث الذي قد يلحق بالبيئة بسبب وجود المياه العادمة، ويؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي، حيث إن التلوث من القضايا البيئية التي تشغل العالم؛ وذلك لما له من آثار سلبية على التوازن البيئي، والتأثير على أنظمة البيئة جميعها.

معالجة المياه العادمة
Wastewater Treatment

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:
محطات معالجة المياه العادمة.

- أعرض أمام الطلبة صورتين لمحطتين مختلفتين لمعالجة المياه العادمة، ثم أسألهم:
  - ماذا يمثل الشكل؟

    محطات معالجة المياه العادمة.
  - هل تمر معالجة المياه العادمة بالمراحل نفسها في جميع المحطات؟

    ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد.
- أدير نقاشا مع الطلبة لاستنتاج أن محطات معالجة المياه العادمة جميعها تمر بالمراحل نفسها، وأخبرهم أنهم سيتعلمونها خلال هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:
- أذكِّر الطلبة بما تعلموه عن تأثير المياه العادمة على البيئة، وعلى صحة الإنسان، وعن مخاطر المياه العادمة لو تركت دون معالجة.

2 التدريس

بناء المفهوم:
معالجة المياه العادمة.

- أعرض على الطلبة صورتين، إحداهما لمياه عادمة، والأخرى لمياه عادمة معالجة، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:
  - بماذا تختلف المياه في الصورة الأولى عن الصورة الثانية؟

    ستتنوع إجابات الطلبة وتتعدد، وبعد الاستماع إلى إجابات الطلبة أخبرهم أن الصورة الثانية تمثل المياه العادمة بعد معالجتها.
  - أين يتم معالجة المياه العادمة؟

    في محطات خاصة لمعالجة المياه العادمة.
  - ماذا تعني معالجة المياه العادمة؟

    ستتعدد إجابات الطلبة، وبعد الاستماع إلى إجابات الطلبة سأتوصل معهم إلى أن معالجة المياه العادمة تعني مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تهدف إلى إزالة الملوثات العضوية وغير العضوية من المياه العادمة، والتخلص من أكبر نسبة ممكنة من تلك الملوثات.

◄ الربط بالمعرفة السابقة

الخصائص الفيزيائية للمواد.

- أذكِّر الطلبة بما درسوه سابقًا عن الخصائص الفيزيائية للمواد، مثل: الطفو والترسيب.

نشاط:

أنواع معالجة المياه العادمة

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

الهدف: تعرُّف أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة.

المهارات العلمية: التنبؤ، التحليل، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الجدول الذي يوضح أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة، ثم الإجابة عن الأسئلة التي تلي الشكل.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم بالعمليات في كل مرحلة.

النتائج المتوقعة:

سوف يذكر الطلبة عمليات المعالجة المصاحبة لكل نوع من أنواع المعالجة، ويحددوا العامل الذي يعتمد عليه كل نوع من أنواع المعالجة.

التحليل والاستنتاج:

1. المعالجة الفيزيائية: الطفو، الترسيب الطبيعي بفعل الجاذبية، الترسيب عبر وسط حُبَيبيٍّ.
المعالجة الكيميائية: الترويب الكيميائيّ، التعقيم، الادمصاص بالكربون، الأسموزية العكسية.
المعالجة البيولوجية: عمليات الحمأة المنشطة، بحيرات الأكسدة.
2. تعتمد المعالجة الفيزيائية على الخواصِّ الطبيعية للمواد والسوائل، أما المعالجة الكيميائية فتعتمد على التفاعلات الكيميائية، وتعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجيّ للكائنات الحية الدقيقة في تحلل المواد العضوية وقابليتها للتحلل بيولوجيًّا.
3. المعالجة الفيزيائية: ملوثات كبيرة الحجم التي يمكن تصفيتها أو ترسيبها، أو المواد ذات الكثافة القليلة التي يمكن أن تطفو على سطح الماء.
المعالجة الكيميائية: الملوثات التي تكون عالقة بالماء ويصعب ترسيبُها بالطرائق الطبيعية، والمواد الذائبة في الماء.
المعالجة البيولوجية: مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيًّا.

أنواعُ معالجةِ المياهِ العادمةِ Types of Wastewater Treatment

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

نشاطٌ

أنواعُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

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

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

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

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

معلومة إضافية

عمليات معالجة المياه العادمة

ثمة عمليات عدة لمعالجة المياه العادمة، ويتم تحديد نوع المعالجة المستخدمة في معالجة المياه من خلال عدة أسس، منها: معدل صرف المخلفات الصناعية في شبكة المياه العادمة، ومدى الحاجة إلى إعادة استخدام المياه المعالجة، ونوعية المياه المعالجة المراد الحصول عليها، وخصائصها ، وكمية المياه العادمة الموجودة ونوعيتها.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الملاحظة. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	التقدير	
		نعم	لا
1	ذكر عمليات المعالجة المصاحبة لكل نوع من أنواع المعالجة.		
2	تحديد العامل الذي يعتمد عليه كل نوع من أنواع المعالجة.		
3	التنبؤ بطبيعة الملوثات التي يتم التخلص منها في كل نوع من أنواع المعالجة.		
4	العمل بروح الفريق الواحد.		

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

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

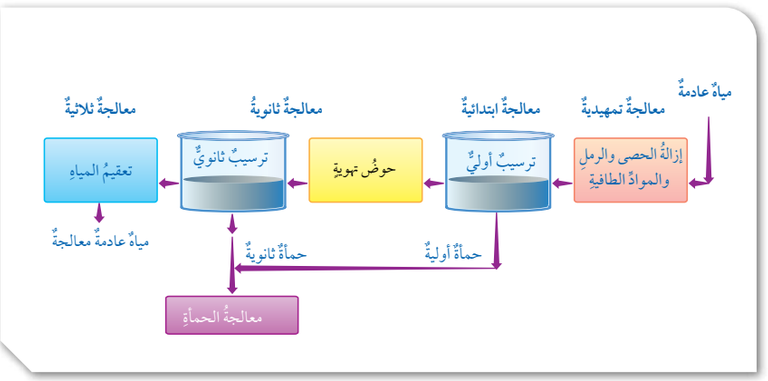
✓ **أتحقَّقُ:** أُفسّرُ دورَ العملياتِ الحيويةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ

Stages of Wastewater Treatment

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

الشكلُ (11): مراحلُ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
أحددُ مراحلَ المعالجةِ التي تنتجُ عن طريقِها الحمأةُ.



حل سؤال الشكل (11):

معالجة ابتدائية (ترسيب أولي) ومعالجة ثانوية (ترسيب ثانوي).

✓ **أتحقَّقُ:**

تعتمد العمليات البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة في في تحليل المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا بوجود كائنات حية هوائية مثل البكتيريا؛ حيث تحتوي المياه العادمة على كميات كبيرة من المواد العضوية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

مراحل معالجة المياه العادمة.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11) الذي يمثل مراحل معالجة المياه العادمة، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهدون في الشكل؟

المراحل التي تمر فيها معالجة المياه العادمة.

– أذكر مراحل معالجة المياه العادمة.

معالجة تمهيدية، معالجة ابتدائية، معالجة ثانوية، معالجة ثلاثية.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم، وأخبرهم أنهم سيدرسون هذه المراحل بالتفصيل في هذا الدرس.

– ما أنواع المعالجة المستخدمة في المحطة؟

تشمل أنواع المعالجة الثلاثة: المعالجة الفيزيائية، والمعالجة البيولوجية، والمعالجة الكيميائية.

– أحدد المراحل التي يُستخدم فيها كل نوع من أنواع المعالجة.

في المرحلة التمهيدية والابتدائية تعتمد على المعالجة الفيزيائية، وتعتمد المرحلة الثانوية على المعالجة البيولوجية، وتعتمد المرحلة المتقدمة على المعالجة الكيميائية.

طريقة أُخرى للتدريس — مراحل معالجة المياه العادمة

- أستخدم **استراتيجية جدول التعلُّم (KWL)**،
- أطلب إلى الطلبة تصميم جدول التعلُّم.
- أطلب إليهم تدوين إجابة السؤالين الآتيين:

– ماذا أعرف عن مراحل معالجة المياه العادمة؟

– ماذا أريد أن أعرف عن مراحل معالجة المياه العادمة؟

- أوجِّه الطلبة إلى تدوين ما تعلَّموه في عمود: (ماذا تعلمت؟ (بعد الانتهاء من شرح موضوع مراحل معالجة المياه العادمة).

◄ المناقشة:

المعالجة التمهيدية.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– كيف تحدث معالجة المياه العادمة في مرحلة المعالجة التمهيدية؟

يتم تصفية المياه العادمة بواسطة استخدام مصافٍ كبيرة؛ لإزالة الرمل والحصى، ويتم إزالة المواد خفيفة الوزن عندما تطفو على سطح الماء.

– ما أهمية هذه المرحلة؟

حماية أجهزة المحطة، ومنع انسداد الأنابيب فيها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة الابتدائية والحمأة.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12) الذي يمثل الحمأة، ثم أسألهم:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

ستتعدد إجابات الطلبة، ومنها: المواد الصلبة العضوية، وغير العضوية، التي تترسب أثناء معالجة المياه العادمة.

– ما نوع المعالجة التي تنتج عنها هذه المواد؟

معالجة فيزيائية بواسطة الترسيب.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم، وأخبرهم بما يلي: أن هذه المواد التي تترسب في هذه المرحلة تسمى بالحمأة، وأن هذه المرحلة إحدى مراحل معالجة المياه العادمة وهي المعالجة الابتدائية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة الثانوية.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11) في كتاب الطالب في الصفحة السابقة، ثم أطرح الأسئلة الآتية:

– ما فائدة وجود حوض التهوية في المعالجة الثانوية؟

تجري فيه إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا، وذلك بوجود البكتيريا الهوائية التي تعمل على تحلل المواد العضوية.

– ماذا يحدث للمواد التي لم تترسب في المرحلة الابتدائية؟

تترسب على شكل حماة ثانوية.

◄ المناقشة

المعالجة المتقدمة أو الثلاثية.

- أوجِّه الأسئلة الآتية إلى الطلبة:

– لمذا سميت هذه المرحلة بالمعالجة المتقدمة؟

لأنه من خلالها نحصل على ماء نقي بدرجة عالية.

– ما أنواع الملوثات التي تتم إزالتها في هذه المرحلة؟

المغذيات، والمواد السامة، والمواد العالقة صغيرة الحجم، وإزالة مسببات الأمراض.

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

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

المعالجةُ التمهيديةُ Preliminary Wastewater Treatment

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

المعالجةُ الابتدائيةُ Primary Wastewater Treatment

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

المعالجةُ الثانويةُ Secondary Wastewater Treatment

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

المعالجةُ الثلاثيةُ أوِ المتقدمةُ Tertiary Wastewater Treatment

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

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

أفكّرُ

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما مخاطر استخدام الحكأة غير المعالجة؟

استمع إلى إجاباتهم وأناقشهم فيها للتوصل إلى الآتي: تسبب الحمأة غير المعالجة كثيرًا من المشكلات في حال استخدامها، مثل: الروائح الكريهة المنبعثة من الحمأة، والمخاطر الصحية التي يمكن أن تسببها للأشخاص الذين يستخدمون الحمأة، ومن الممكن أن تتراكم مسببات الأمراض في التربة، وتنتقل إلى المياه الجوفية.

✓ **أتحقَّقُ:**

يتم في مرحلة المعالجة التمهيدية التخلص من الرمل والحصى والدهون والزيوت، ومن نسبة قليلة من المواد العضوية القابلة للتحلل، ويؤدي ذلك إلى حماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب فيها.

الربطُ بالكيمياءِ

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

محطاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ
Wastewater Treatment Plants in Jordan

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

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

أبحثُ:

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

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

أبحثُ:

من النتائجِ التي سيتوصلُ إليها الطلبةُ:

تتم طريقة الترويب الكيميائي بإضافة مركبات كيميائية إلى المياه العادمة، وتعمل تلك المركبات على تلاصق الجسيمات العالقة في المياه العادمة، وتكوِّن كتلًا صلبة كبيرة الحجم تترسب بسهولة.

ثم أوجِّه الطلبة إلى عرض ما توصلوا إليه عن طريق تصميم العرض التقديمي، ومناقشة باقي أعضاء المجموعات.

نشاطٌ سريعٌ محطة الخربة السمراء

- أوجِّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت عن محطة الخربة السمرا، وسبب تسميتها بهذا الاسم، وأهمية هذه المحطة، والمناطق التي تخدمها المحطة، ثم أدير نقاشًا مع الطلبة حول ذلك.

الربطُ بالكيمياءِ الادمصاص بالكربون

- أراجع الطلبة في مفهوم المسامية، عند الحديث عن ترسب الملوثات في مسامات حبيبات الكربون، والفرق بين الامتصاص والادمصاص.

المسامية هي نسبة الفراغات في الصخر إلى نسبة الحجم الكلي للصخر، وهنا بالنسبة إلى الكربون: كلما زادت المسامات فيه زادت قدرته على ترسيب الملوثات داخل هذه المسامات.

- استخدم **استراتيجية التعلُّم التعاوني**، بتوزيع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن السؤال الآتي:

– كيف يساعد الادمصاص بالكربون على التخلص من الروائح الكريهة وبعض المواد السامة؟

– ثم أناقش الطلبة بإجاباتهم، من خلال التصاق الملوثات بسطح الكربون وترسبها في مساماته.

◄ استخدام الصور والأشكال:

محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ماذا تشاهد في الشكل (13)؟

محطة الخربة السمرا.

– أين توجد محطة الخربة السمرا؟

توجد محطة الخربة السمرا في محافظة الزرقاء.

- أخبر الطلبة أنه تم إنشاء حوالي اثنتين وثلاثين محطة معالجة مياه عادمة تخدم المدن والقرى والتجمعات السكنية في مختلف محافظات المملكة، ثم أناقش الطلبة كيف حصلت الاستفادة من المياه العادمة المعالجة في الأردن.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكِّر الطلبة بما درسوه سابقًا عن المصادر غير التقليدية للمياه، وهي المياه العادمة المعالجة؛ حيث تعد من الموارد المائية الرافدة للمياه السطحية بعد معالجتها.

إضاءة للمعلم/للمعلمة

تعد الإسموزية العكسية إحدى مراحل المعالجة المتقدمة، حيث تجري إزالة الأملاح الموجودة بتراكيز عالية بطريقة الاسموزية العكسية، حيث ينتقل فيها الماء من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل عبر غشاء شبه منفذ؛ بتأثير الضغط في الماء المالح، وذلك بعكس الخاصية الأسموزية، وتعطي معالجة المياه العادمة بواسطة الاسموزية العكسية مياهًا معالجة ذات نقاوة عالية تستخدم في الري والزراعة.

نشاط:

محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

الهدف: المقارنة بين كمية المياه العادمة التي تتم معالجتها في بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

المهارات العلمية: المقارنة، التنبؤ، التواصل، التوقع.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، وأطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الجدول الذي يمثل محطات معالجة المياه العادمة في الأردن، ويمثل بيانات لعام (2018)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تلي الجدول.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها؛ لاستنتاج أن كمية المياه الداخلة إلى المحطات المختلفة تختلف وتتباين من محطة إلى أخرى، حيث تعتمد الكمية على عوامل عدة.

النتائج المتوقعة: سوف يحدد الطلبة العوامل التي تعتمد عليها كمية المياه العادمة التي تصل محطات المعالجة، ومقارنة كميات المياه العادمة التي يتم معالجتها في كل محطة.

التحليل والاستنتاج:

1. محطة تنقية الخربة السمرا تحتوي على أكبر كمية مياه عادمة تتم تنقيتها، ومحطة تنقية الكرك تحتوي على أقل كمية تتم تنقيتها.
2. تعتمد كمية المياه العادمة الداخلة إلى محطة المعالجة على عوامل عدة، منها عدد سكان المنطقة، وطبيعة الأنشطة المنزلية والتجارية.
3. يعتمد ذلك على مرحلة معالجة المياه العادمة، وهذا يؤثر في الاستعمالات المختلفة لمياه السد؛ فقد تتأثر المياه بالمغذيات الموجودة في المياه العادمة؛ ما يفضي إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي في السد، كما قد تنتقل مسببات الأمراض إلى مياه السد؛ فتحدّ بذلك من استخدامها في بعض المزروعات، ويُكتَفى باستخدامها في الزراعة المقيدة.

✓ **أتحقَّقُ:** من العوامل التي تعتمد عليها كمية المياهِ الداخلة إلى محطات معالجة المياه العادمة: عدد سكان المنطقة، وطبيعة الأنشطة المنزلية والتجارية.

نشاطٌ

محطّاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ في الأردنِّ

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

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أحدِّدُ: 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 – **أتوقّعُ:** أثرَ المياهِ العادمةِ الخارجةِ منْ هذهِ المحطاتِ على السدودِ التي تصبُّ فيها.

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

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

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

أبحث:

تتنوع إجابات الطلبة وتتعدد؛ حسب المحطة التي يختارها الطالب لجمع البيانات حولها، ومن الإجابات التي قد يجمعها الطلبة: استخدام المياه في تبريد الآلات في الصناعة، واستخدامها في الزراعة المقيدة.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع محطات معالجة المياه في الأردن؛ علما بأنَّه يُمكِن إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

أشارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو أستعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

استخداماتُ المياهِ المعالجةِ Uses of Wastewater

لقد أدى شحُّ الموارد 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 والآلاتِ، أما استخدامُها في الزراعةِ فيختلفُ حسبَ درجةِ معالجةِ المياهِ العادمةِ؛ فمثلًا يمكنُ الاستفادةُ منَ المياهِ المعالجةِ ثانويًّا في ريِّ المزروعاتِ التي تكونُ ثمارُها بعيدةً عنِ الأرضِ، بحيثُ يمكنُ حمايتُها منَ التلوثِ، وريِّ الخضراواتِ التي تُطهى ولا تؤكلُ طازجةً، وتكون سيقانُ نباتاتِها بعيدةً 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 2015م، 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 العلفيّةِ، أنظرُ الشكلَ (14).

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

✓ **أتحقَّقُ:** أحدِّدُ بعضَ استخداماتِ المياهِ العادمةِ المعالَجةِ.

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

التدريس المدمج: بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن:

- أقسِّم الطلبة إلى مجموعات، وأوضِّح لهم المطلوب من النشاط، وأبيِّن لطلبتي أن عليهم اختيار أربع محطات على الأقل من المحطات الموجودة في النشاط في صفحة (76)، ثم أطلب إليهم تمثيلها بيانيًّا باستخدام برمجية (excel)، أتأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج (excel)، ويمكن الاستعانة بمعلم الحاسوب؛ للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

✓ **أتحقَّقُ:** من استخدامات المياه العادمة المعالَجة: تبريد الماكينات، وغسل بعضِ المعداتِ والآلات، وريِّ المزروعات.

المناقشة:

استخدامات المياه المعالجة.

- أدير جلسة نقاشية مع الطلبة حول استخدامات المياه المعالجة في الزراعة والصناعة، بطرح أسئلة متنوعة منها:
  - ما استخدامات المياه المعالجة في الزراعة؟
  - ما استخدامات المياه المعالجة في الصناعة؟
  - ما العلاقة بين مرحلة المعالجة ونوع الاستخدام؟
- أستمع إلى آرائهم، وألخِّص أهم الأفكار التي يتوصلون إليها على اللوح.

طريقة أُخرى للتدريس استراتيجة الطاولة المستديرة

استخدامات المياه المعالجة.

- **أستخدم استراتيجية الطاولة المستديرة،** أكتب السؤال الآتي في رأس ورقة فارغة: ما استخدامات المياه العادمة المعالجة في كل من: الزراعة والصناعة؟
- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطي كل مجموعة ورقة تحوي السؤال المذكور آنفًا.
- أطلب إلى كل فرد في المجموعة الاطِّلاع على السؤال، ثم إضافة جزء من إجابة السؤال.
- بعد أن ينتهي أفراد المجموعة من ذلك- أطلب إليهم التوقُّف، ثم أوجِّه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجابتهم في ما بينهم.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأُخرى، ثم أبدأ مناقشتهم فيها؛ للتوصُّل إلى استخدامات المياه العادمة المعالجة. من استخدامات المياه العادمة المعالجة: تبريد الماكنات، وغسل بعض المعدات، ري المزروعات والحدائق.

استخدام الصور والأشكال:

المشاريع الريادية.

- أوجِّه الطلبة إلى تأمل الشكل (14) في الكتاب المدرسي، الذي يمثل أحد المشاريع الريادية في قطاع الصرف الصحي في الأردن، ثم أطرح السؤال الآتي:
  - ما المزروعات التي تُروى بالمياه الخارجة من محطة تنقية جنوب عمان؟
- أناقش الطلبة في إجاباتهم؛ للتوصُّل معهم إلى الآتي: أنه من المشاريع الريادية في قطاع الصرف الصحي في الأردن مشروع زراعة الأعلاف في أراضي جنوب عمان.

مراجعة الدرس

1 معالجة تمهيدية، معالجة ابتدائية، معالجة ثانوية، معالجة متقدمة أو ثلاثية.

2 **الحمأة**: المواد الصلبة العضوية وغير العضوية التي ترسبت أثناء معالجة المياه العادمة.

معالجة المياه العادمة: مجموعة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تهدف إلى إزالة الملوثات العضوية وغير العضوية من المياه العادمة، والتخلص من أكبر نسبة ممكنة من تلك الملوثات.

المعالجة الفيزيائية: هي المعالجة التي تعتمد على الخواص الطبيعية للمواد والسوائل، مثل: الطفو والترسيب، ويجري فيها إزالة كمية كبيرة من الملوثات كبيرة الحجم.

3 يعتمد استخدام المياه المعالجة على درجة المعالجة؛ فبعض الاستخدامات يحتاج إلى معالجة ثانوية، وبعضها الآخر يحتاج معالجة متقدمة، ومن استخدامات المياه العادمة المعالجة في الصناعة تبريد الآلات، وغسل بعض المعدات والآلات، أما استخدامها في الزراعة فيختلف حسب درجة معالجة المياه العادمة؛ فمثلا يمكن الاستفادة من المياه المعالجة ثانويًّا في ريِّ المزروعات التي تكون ثمارها بعيدة عن الأرض، بحيث يمكن حمايتها من الملوثات، وريّ الخضراوات التي تُطهى ولا تؤكل طازجة، وتكون سيقان نباتاتها بعيدة عن سطح الأرض، أما إذا جرت معالجة المياه بطريقة متقدمة فيمكن استعمالها لري النباتات التي تؤكل نيئةً ولجميع أنواع المحاصيل، ويمكن استخدام المياه المعالجة في استصلاح مساحات واسعة من المناطق الصحراوية، وزراعة الغابات، وريِّ الحدائق والمسطحات الخضراء.

4

من حيث	المعالجة الإبتدائية	المعالجة الثانوية
العمليات المتضمنة داخل المرحلة	عمليات المعالجة الفيزيائية مثل الطفو والترسيب	عمليات المعالجة البيولوجة مثل عمليات الحمأة المنشطة وبحيرات الاكسدة.
الملوثات التي تجري إزالتها	إزالة جزء من الأجسام الصلبة العضوية وغير العضوية، والمواد العالقة.	إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا والمواد العالقة التي لم تترسب في مرحلة المعالجة الابتدائية.

5 – إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا: **المعالجة الثانوية**.
– إزالة المغذيات مثل: النيتروجين والفسفور: **المعالجة المتقدمة**.
– تعقيم المياه من مسببات الأمراض: **المعالجة المتقدمة**.
– إزالة المواد الصلبة الكبيرة: **المعالجة التمهيدية**.

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ**: أتتبّعُ المراحلَ الرئيسةَ في معالجةِ المياهِ العادمةِ في محطاتِ معالجةِ المياهِ العادمةِ.
2. أوضحُ المقصودَ بالمصطلحاتِ الآتيةِ:
الحمأةُ، معالجةُ المياهِ العادمةِ، المعالجةُ الفيزيائيةُ.
3. **أصفُ** استخداماتِ المياهِ العادمةِ بعدَ معالجتِها.
4. **أقارنُ** بينَ المعالجةِ الابتدائيةِ والمعالجةِ الثانويةِ منْ حيثُ: العملياتُ المتضمّنةُ داخلَ كلِّ مرحلةٍ، والملوثاتُ التي تجري إزالتُها.
5. أحدّدُ مرحلةَ معالجةِ المياهِ العادمةِ التي يجري فيها ما يأتي:
– إزالةُ نسبةٍ كبيرةٍ منَ الموادِّ العضويةِ القابلةِ للتحلُّلِ حيويًّا.
– إزالةُ المغذياتِ مثلَ: النيتروجينِ والفسفورِ.
– تعقيمُ المياهِ منْ مسبباتِ الأمراضِ.
– إزالةُ الموادِّ الصلبةِ الكبيرةِ.

78

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

ثمّةَ استخداماتٌ عدّةٌ للحمأةِ، منْها: استخدامُها في الزراعةِ بعدَ معالجتِها حيويًّا وكيميائيًّا وحراريًّا، حيثُ تخضعُ الحمأةُ قبلَ استخدامِها إلى فحصِ نسبةِ المادةِ العضويةِ، والرقمِ الهيدروجينيِّ، وكميةِ النيتروجينِ والأمونيا والفسفورِ؛ لتعرُّفِ خصائصِها قبلَ استخدامِها، ومن ثَمَّ تُستخدَمُ الحمأةُ المجفّفةُ سمادًا للمزروعاتِ، حيثُ تزودُ المحاصيلَ الزراعيةَ بكثيرٍ منَ العناصرِ الغذائيةِ التي تحتاجُها، مثلَ: النيتروجينِ والفسفورِ، 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 ثمَّ أشاركُ ما أكتبُهُ معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

إضاءة للمعلم/ للمعلمة

أسباب معالجة الحمأة.

تنتج الحمأة من معالجة المياه العادمة؛ حيث تُنتج كميات كبيرة منها، وتحتوي على أعداد هائلة من مسببات الأمراض، وبعض العناصر الثقيلة؛ لذلك تمثل خطرًا على صحة الإنسان وعلى البيئة، لذا يلزم معالجتها قبل استخدامها، وقد تكون درجة ملوحتها عالية، فيتم تخفيف الحمأة بخلطها بالرمال بنسبة معينة، أو بخلطها بالتربة، وأيضًا قد تحتوي الحمأة على مستويات عالية من بعض المواد التي قد تؤدي إلى الإضرار بالنبات.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: سلامة البيئة**

أخبر الطلبة – في أثناء الحديث عن استخدامات الحمأة وأسباب معالجتها– أن سلامة البيئة تعني الحفاظ على البيئة بجميع عناصرها وتحقيق التوازن، وذلك من أجل الحفاظ على البيئة وجميع مواردها الطبيعية؛ لتلبي حاجات الحاضر والمستقبل.

فوائد الحمأة

The Benefits of the Sludge

الهدف:

تعرُّف فوائد الحمأة، واستخداماتها في المجالات المختلفة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إلى كل مجموعة قراءة الفقرات وتلخيص أهم النقاط الواردة فيها.
- أناقش الطلبة في المعلومات الرئيسة المتضمنة في الإثراء.

الكتابةُ في الجيولوجيا:

- أوزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أوجِّه أعضاء كل مجموعة للبحث في شبكة الإنترنت، أو مصادر المعرفة المتوافرة الأخرى، عن مفهوم الكمبوست واستخداماته.
- أوجِّه الطلبة إلى كتابة مقالة عن مفهوم الكمبوست واستخداماته، من المتوقع أن تتضمن المقالات ما يأتي:

– الكمبوست هو السماد الذي يجري الحصول عليه من تخمير المواد العضوية، مثل: بقايا النباتات، مخلفات الحيوانات، والحمأة الناتجة من معالجة المياه العادمة؛ حيث تُجمع المواد العضوية، وتوضع في الأرض وتُقلَّب مع باقي المكونات من المخلفات الحيوانية ونشارة الخشب بواسطة معدات، إلى أن تصل درجة الحرارة المنبعثة من الأنشطة الحيوية الهوائية إلى مستوى ترتفع معه درجة الحرارة إلى أكثر من 50 °C.

ويستخدم الكمبوست في تسميد التربة؛ حيث تعد سمادًا آمنًا للتربة والنبات.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

1. المياه العادمة.
2. معالجة المياه العادمة.
3. الحمأة.
4. مسببات الأمراض.

السؤال الثاني:

1. أ – كبريتيد الهيدروجين.
2. ب– الخربة السمرا.
3. أ – النيتروجين.
4. أ – الزحار الأميبي.

السؤال الثالث:

1 – عند وصول المياه العادمة إلى المسطحات المائية من بحار وبحيرات وأنهار، تعمل على تلوثها وتغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، مما يؤثر في الكائنات البحرية، ويؤثر في السلسة الغذائية، ويؤثر أيضًا في مصادر المياه المتاحة، مما يؤدي إلى الاخلال بالتوازن البيئي.

2– تتراكم الفلزات الثقيلة في أجسام الكائنات الحية، وتنتقل من كائن حيّ إلى آخر عبر السلسلة الغذائية؛ حتى تصل إلى الإنسان، وبما أنها ذات سمية شديدة ولا تتحلل؛ فخطرها كبير عليه.

3– يعتمد ذلك على طبيعة الملوثات الموجودة في المياه العادمة، فلون المياه التي تحتوي على ملوثات منزلية يختلف عن لونها عندما تحتوي على ملوثات صناعية، أيضًا فإن المياه العادمة الصناعية يختلف لونها بناء على طبيعة الملوثات الموجودة فيها.

السؤال الرابع:

تعتمد على عوامل عدة، منها: عدد سكان المنطقة، وطبيعة الأنشطة المنزلية والتجارية.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

أملأُ الفراغ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

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

السؤال الثاني:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

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

السؤال الثالث:

أفسّرُ العباراتِ الآتيةَ تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

1 - يؤدي التلوثُ بالمياهِ العادمةِ إلى الإخلالِ بالتوازنِ البيئيِّ.

2 - وجودُ الفلزّاتِ الثقيلةِ في المياهِ منْ أخطرِ الملوثاتِ.

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

السؤال الرابع:

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

السؤال الخامسُ:

أوضّحُ أهميّةَ البكتيريا الهوائيّةِ في مرحلةِ المعالجةِ الثانويّةِ للمياهِ العادمةِ.

السؤال السادسُ:

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

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

80

السؤال الخامس:

تكمن أهمية استخدام البكتيريا الهوائية في أنها تعمل على تحلل المواد العضوية في المياه العادمة، حيث تجري إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا.

السؤال السادس:

عمليات فيزيائية: الترسيب عبر وسط حبيبي، الطفو.

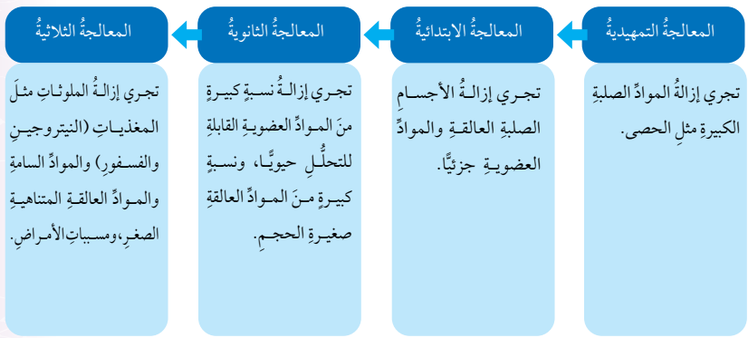
عمليات كيميائية: التعقيم.

عمليات بيولوجية: عمليات الحمأة المنشطة، بحيرات الأكسدة.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال 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.

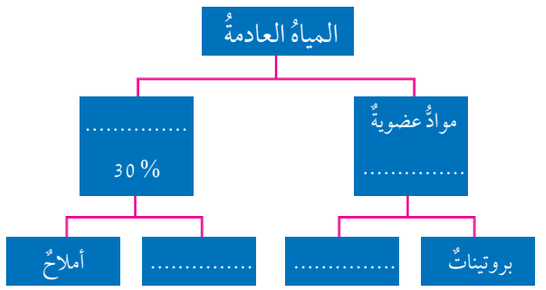
3 - **أستنتجُ** أهميةَ مرحلةِ المعالجةِ الثلاثيةِ في تنقيةِ المياهِ العادمةِ.

السؤال الثامنُ:

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

السؤال التاسعُ:

أكملُ المخططَ المفاهيميَّ الآتيَ بالإجابةِ الصحيحةِ:



السؤال السابع:

1 – تعمل على حماية أجهزة المحطة، ومنع انسداد الأنابيب فيها.

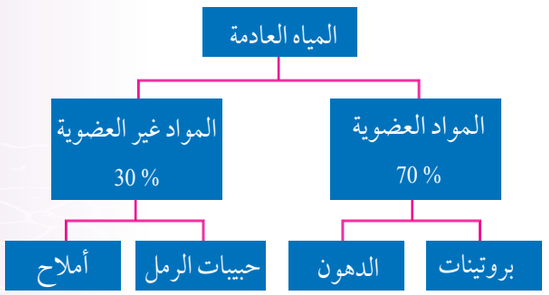
2 – **المعالجة الابتدائية:** يجري إزالة الأجسام الصلبة العالقة والمواد العضوية جزئيًّا.
المعالجة الثانوية: تجري إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا، ونسبة كبيرة من المواد العالقة صغيرة الحجم.

3 – تجري إزالة المغذيات، والمواد السامة، والمواد العالقة المتناهية الصغر، ومسببات الأمراض؛ما يفضي إلى الحصول على مياه ذات درجة نقاوة عالية.

السؤال الثامن:

من خلال المعالجة المتقدمة للمياه، مثل الادمصاص بالكربون، وذلك باستخدام الكربون المنشط، الذي يصنع من مواد كربونية مختلفة أهمها الفحم بعد معالجته بطرائق كيميائية وفيزيائية، تجعله يمتلك مساحة سطحية عالية وسطحًا مساميًّا، يساعده على التصاق الملوثات بسطحه وترسبها في مسامات حبيبات الكربون.

السؤال التاسع:



ملحق إجابات

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

إجابات أسئلة التجربة الإثرائية والأسئلة التي تحاكي أسئلة الاختبارات الدولية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الصفحة 9 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

تجربة إثرائية

نمذجة تشكل الغيوم

الهدف: نمذجة تشكل الغيوم.

المهارات العلمية: الملاحظة، التفسير، المقارنة، التوقع.

إرشادات السلامة:

- أطلب إلى الطلبة توخي الحذر في أثناء استعمالهم الماء الساخن خشية انسكابه على الجسم، وغسل الأيدي جيدًا بالماء والصابون بعد استخدام الأصباغ، واستعمال البرطمان الزجاجي بحذر؛ خشية الإصابة بجروح في حال كسره.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفِّر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استخدم **استراتيجية التعلُّم التعاوني** وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهِر كل طالب في المجموعة مسؤولية في التعلم.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور** وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)؛ بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

سوف يتوصل الطلبة إلى الشروط اللازمة لحدوث التكاثف، وكيفية تشكل الغيوم.

التحليل والاستنتاج:

1. يوفر مثبت الشعر الأسطح اللازمة لتكاثف بخار الماء في البرطمان.
2. لتقليل درجة الحرارة داخل البرطمان.
3. الماء الساخن يوفر بخار الماء في البرطمان الذي سيتكاثف ويحاكي تكون الغيوم، واستبداله بماء بارد يعني عدم وجود بخار ماء داخل البرطمان، ومن ثمَّ لن تحدث عمليتا التكاثف ونمذجة تشكل الغيوم.
4. يتشابه تشكل الغيوم في الطبيعة و ما حدث داخل البرطمان؛ حيث إن الغيوم تتشكل عندما يتكاثف بخار الماء على أسطح التكاثف في الطبقات العليا للغلاف الجوي.
5. عندما تلتقي الكتل الهوائية المختلفة في الكثافة ترتفع الكتلة الأقل كثافة إلى الأعلى (الكتلة الهوائية الدافئة)، وفي أثناء ارتفاعها تقل درجة حرارتها؛ ما يزيد من احتمالية وصول الهواء إلى حالة الإشباع، وعند توفر أسطح التكاثف يتكاثف بخار الماء على شكل غيوم.

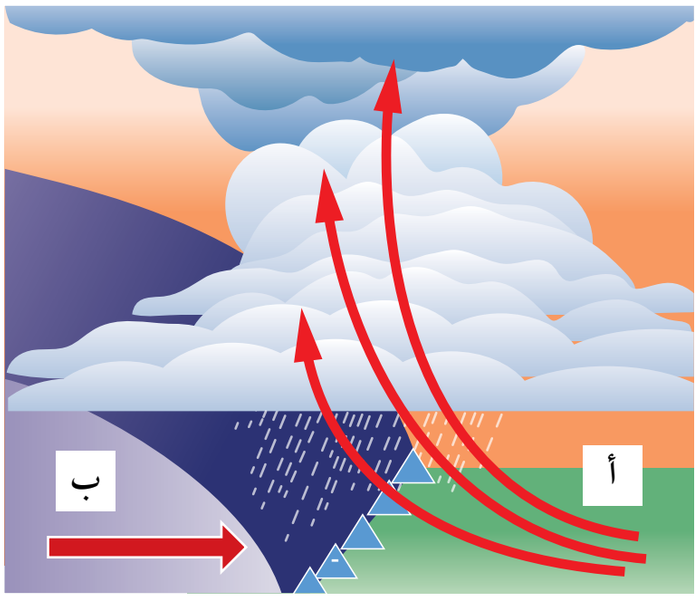
استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		1	2	3	4
1	مراعاة إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	تفسير سبب رش كمية قليلة من مثبت الشعر داخل البرطمان.				
3	تفسير سبب وضع مكعبات من الثلج فوق الغطاء في التجربة.				
4	وصف كيفية تشكل الغيوم.				

السؤال الأول:

1. المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في خصائصها عند التقائهما.
2. تشكل الغيوم ، هطْل الأمطار والثلوج، عواصف رعدية.
3. أ : كتلة هوائية دافئة.

ب : كتلة هوائية باردة.



السرعة = المسافة / الزمن

= 3500 /5

700 km / day

السؤال الثاني:

أ) كثافة الهيليوم أقل من كثافة الهواء.

السؤال الثالث:

ج) ثبات قيم الضغط الجوي فترات زمنية طويلة.

تجربة إثرائية

الصفحة 23 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 40 دقيقة.

تشكل الأمواج البحرية وتكسرها.

الهدف: محاكاة كيفية تشكل الأمواج البحرية وتكسرها.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، التفسير، الإستنتاج.

إرشادات السلامة:

- أحذِّر الطلبة في أثناء استعمال المروحة الكهربائية إبعاد أيديهم عن شفراتها، وكذلك أحذِّرهم من انسكاب الماء من الحوض في أثناء تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفِّر للطلبة المواد اللازمة وأتجوَّل بين الطلبة في تنفيذ التجربة، وأتأكد من: مناسبة أبعاد قطعة القصدير وسمكها لتنفيذ التجربة.
- أتأكد من أن الطلبة نفذوا التجربة باستخدام سرعتين: منخفضة ومرتفعة، وأنهم سجلوا الملاحظات.

النتائج المتوقعة:

سيتوصل الطلبة إلى أنه بزيادة سرعة المروحة ستزداد سرعة الأمواج، وأن الطول الموجي للموجات في مناطق المحيط العميقة يكون أكبر من المناطق القريبة من الشاطئ، وكلما اقتربت الموجة من الشاطئ سيقل طولها الموجي وسرعتها ويزداد ارتفاعها.

التحليل والاستنتاج:

1. سرعة الأمواج البحرية المتشكلة في النقطة 6 أكبر من سرعة الأمواج المتشكلة في النقطة 5 بسبب استخدام سرعة مرتفعة للمروحة في النقطة 6، واستخدام سرعة منخفضة للمروحة في النقطة 5.
2. في وسط الحوض يكون الطول الموجي للموجة أكبر، وارتفاعها أقل من المناطق القريبة من الشاطئ.
3. كلما زادت سرعة الرياح زادت الطاقة المؤثرة في المياه؛ فتزيد سرعة الأمواج البحرية.
4. يؤدي تقليل عمق المحيط بالقرب من الشاطئ إلى احتكاك قاعدة الموجة بالقاع؛ فتقل سرعة الموجات وتتقارب فيقل الطول الموجي لها، ويزداد ارتفاعها كلما اتجهنا إلى الشاطئ.

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

الرقم	المعيار	التقدير			
		1	2	3	4
1	تنفيذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبدقة.				
2	تفسير العلاقةَ بينَ سرعةِ الرياحِ وسرعةِ الأمواجِ البحريةِ.				
3	التعاون مع الزملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ التجربة.				
4	استنتاج تأثيرَ تناقصِ العمقِ قريبًا منَ الشاطئِ على طولِ الموجةِ وارتفاعِها.				

محاكاة لأسئلة اختبارات دولية

السؤال الأول:

1. عندما ينصهر الجليد تقل ملوحة المياه السطحية؛ ما يفضي إلى انخفاض كثافة المياه السطحية فتصبح أقل كثافة من المياه التي تقع أسفل منها؛ فلا يحدث للمياه السطحية هبوط إلى الأسفل على شكل تيارات هابطة وتتوقف التيارات الهابطة، وهذا يقلل من سرعة تحرك الحزام الناقل العالمي.
2. يؤدي توقف الحزام الناقل عن الحركة إلى توقف التيارات الصاعدة التي تحمل معها المغذيات ومنها الفسفور والنترات إلى المياه السطحية؛ لذلك لا تجد الكائنات الحية التي تعيش في تلك المناطق غذاء كافيًا؛ فتقل أعدادها.
3. سوف يؤدي توقفه إلى توقف التيارات السطحية الدافئة التابعة له عن الوصول إلى المناطق الشمالية ومنها شمال أوروبا وجزيرة غرينلاند؛ ما يفضي إلى عدم تدفئة الهواء الواقع في تلك المناطق؛ فتزداد برودة تلك المناطق والحالات الجوية الشديدة البرودة.

السؤال الثاني:

1. أعلى قيمة ملوحة هي 35.5 ‰ على عمق صفر، وأقل قيمة تقريبًا 34.3 ‰ على عمق 750 m.
2. بسبب عمليات التبخر التي تحدث على السطح.
3. يحدث في تلك المنطقة تغير سريع في قيم الملوحة مع العمق.
4. في الأعماق الأكبر من 2000 m التغير في الملوحة قليل وقيمة الملوحة ثابتة تقريبًا، أما في الأعماق الأقل من 700 m فالملوحة تتناقص بشكل كبير مع العمق.
5. في نطاق الخلط تتناقص الملوحة مع العمق، وفي النطاق الانتقالي تتناقص الملوحة بشكل كبير مع العمق، أمّا في الطبقة العميقة فتكون قيمة الملوحة تقريبًا ثابتة.

السؤال الثالث:

1. تيارات سطحية دافئة.
2. كتلة هوائية دافئة.
3. عندما تتحرك الكتلة الهوائية الدافئة المتشكلة نحو قارة أمريكا الجنوبية، وتلتقي بكتلة هوائية باردة هناك فإنها ترتفع إلى أعلى، وتتكاثف وتشكل الغيوم، وتسقط الأمطار على شكل عواصف وأعاصير.

الصفحة 35 من كتاب الأنشطة والتجارب العملية. زمن التنفيذ: 30 دقيقة.

تجربة إثرائية

نمذجة مبدأ عمل محطات معالجة المياه العادمة.

الهدف: تعرُّف آلية عمل محطة معالجة المياه العادمة.

المهارات العلمية: الاستنتاج، التنبؤ، التفسير.

إرشادات السلامة:

- أطلب إلى الطلبة توخي الحذر في التعامل مع المواد والأدوات عند إنشاء نموذج لمحطة معالجة المياه العادمة، وغسل الأيدي جيدًا بالماء والصابون بعد الإنتهاء من التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوجِّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أوفِّر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استخدم **استراتيجية التعلُّم التعاوني**، وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهِر كل طالب في المجموعة مسؤوليته في التعلُّم.
- أتابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستخدام **استراتيجية أكواب إشارة المرور**، وذلك باستعمال أكواب متعددة الألوان: (بالألوان: أحمر، أصفر، أخضر)؛ بحيث يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

- سوف يرسم الطلبة مخططًا يوضح مراحل معالجة المياه العادمة، ويستنتجوا العلاقة بين مرحلة الترسيب الأولي والثانوي، وتكون الحمأة، ويتنبؤا بالملوثات التي يجري التخلص منها في كل مرحلة.

التحليل والاستنتاج:

1. ستتعدد إجابات الطلبة ورسوماتهم.
2. يتم وضع المصفاة؛ لتنقية المياه من الملوثات كبيرة الحجم.
3. في حوض الترسيب الأولي والثانوي يحدث ترسيب معظم المواد العضوية وغير العضوية الصلبة، التي تكوِّن الحمأة.
4. حتى يتم ترسيب الأجسام الصلبة العضوية وغير العضوية والمواد العالقة عن طريق عمليات المعالجة الفيزيائية في مرحلة الترسيب الأولي، أما في حوض الترسيب الثانوي فتجري إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا بوساطة عمليات المعالجة الحيوية.
5. في المرحلة التمهيدية تُزال الملوثات كبيرة الحجم، أما المعالجة الابتدائية فيتم إزالة الأجسام الصلبة العضوية وغير العضوية والمواد العالقة، وفي مرحلة المعالجة الثانوية تُزال نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيًّا ونسبة كبيرة من المواد العالقة، أما في مرحلة المعالجة الثلاثية فتُزال المغذيات والمواد السامة ومسببات الأمراض.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	رسم مخططًا يوضح مراحل معالجة المياه العادمة.		
2	استنتاج العلاقة بين مرحلة الترسيب الأولي والثانوي وتكون الحمأة.		
3	التنبؤ بالملوثات التي يجري التخلص منها في كل مرحلة.		

محاكاة لأسئلة اختبارات دولية

السؤال الأول:

1- من المياه العادمة أثناء تسربها إلى البحار والمحيطات.

2- استفادت الطحالب من وجود المغذيات مثل الفسفور والنيتروجين في المياه؛ فازداد نموها بشكل كبير.

3- قيمة BOD عند عمق (أ) أقل من قيمته عند عمق (ب).

4- تنمو الطحالب بشكل كبير؛ ما يشكل طبقة كبيرة على سطح المياه؛ الأمر الذي يمنع وصول الأشعة الشمسية إلى الأعماق.

السؤال الثاني

1- يمكن استخدام المياه العادمة المعالجة من المحطات (1) و (2) في ري كل من: الأشجار المثمرة وجوانب الطرق الخارجية، والمسطحات الخضراء، وكذلك المحاصيل الحقلية والمحاصيل الصناعية والأشجار الحرجية، أما المحطة (3) فيمكن ري الخضار المطبوخة والمتنزهات والملاعب بالإضافة إلى الأشجار المثمرة، وجوانب الطرق الخارجية والمسطحات الخضراء والمحاصيل الحقلية والصناعية والأشجار الحرجية.

2- يلاحَظ من الجدول أنه كلما زادت درجة المعالجة ونقاوة المياه ازداد التوسع في استخدام المياه في ري المزروعات وتنوعت المزروعات، وذلك لعدة أسباب، منها: ما يعود إلى اختلاف قدرة المحاصيل على تحمل الملوحة؛ فبعضها يستطيع تحمل ملوحة عالية، وبعضها الآخر لا يستطيع، كذلك فإن درجة المعالجة للمياه تحدد طبيعة المحاصيل التي يمكن ريها بالمياه المعالجة، من حيث إن سيقانها قريبة من سطح الأرض أم بعيدة عنه، وإذا كانت ثمارها تؤكل نيئة أم مطبوخة؛ وذلك للحماية من الملوثات.

3- في المحطات الثلاث يمكن تفعيل المعالجة الثلاثية لإزالة المواد العضوية وغير العضوية العالقة في الماء بطرائق منها: الادمصاص بالكربون، والترويب الكيميائي.

أولًا- المراجع العربية:

1. زيد الهويدي، (2010 م)، **أساليب تدريس العلوم في المرحلة الأساسية**، ط 2 ، دار الكتاب الجامعي، العين، دولة الإمارات العربية المتحدة.

2. عايش زيتون، (2013 م)، **أساليب تدريس العلوم**، ط7، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان.

3. عايش زيتون، (2019 م)، **النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم**، ط1، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان.

4. محمد محمود الحيلة، (2021 م)، **طرائق التدريس واستراتيجياته**، ط 4، العين، دار الكتاب، الإمارات، 2102 م.

5. الفريق الوطني للتقويم/ مديرية الاختبارات، كانون الأول (2004 م)، **استراتيجيات التقويم وأدواته (الإطار النظري)**.

6. ابراهيم، إسلام (2010)، **اختبارات ومواصفات المياه**، عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

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

8. آن لوفيڤر- باليديه، تعريب مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (2013)، **البحار والمحيطات**، فرنسا: دار لاروس للنشر.

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

10. السامرائي، قصي (2007)، **مبادئ الطقس والمناخ**، عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع.

11. السروى، أحمد (2011)، **إعادة استخدام المياه العادمة (مياه الصرف المعالجة)، الأهمية والمنافع والتطبيقات**، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

12. غانم، علي (2003)، **الجغرافيا المناخية**، عمان: دار المسيرة للنشر والطباعة.

13. فهد، حارث وربيع، عادل (2010)، **التلوث المائي، مصادره، مخاطره، معالجته**، عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

14. مؤسسة المواصفات والمقاييس، المملكة الأردنية الهاشمية (2006)، **المياه- مياه الصرف الصحي المنزلية والمستصلحة**.

15. وزارة المياه والري، **التقرير السنوي** (2018)، سلطة المياه – سلطة وادي الأردن، المملكة الأردنية الهاشمية.

16. وزارة المياه والري، سلطة المياه، (2020)، المملكة الأردنية الهاشمية.

ثانيًا- المراجع الأجنبية:

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- المواقع الإلكترونية:

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

تمَّ بحمد الله تعالى

Collins