

دليل المعلم

علوم الأرض والبيئة

الصف العاشر

الفصل الدراسي الثاني

10

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

سكينة محي الدين جبر

د. خولة يوسف الأطرم

د. محمود عبد اللطيف حبوش

سكينة محي الدين جبر (منسقًا)

إضافة إلى جهود فريق التأليف، فقد جاء هذا الدليل ثمره جهود وطنية مشتركة من لجان مراجعة وتقييم علمية وتربوية ولغوية، ومجموعات مُركّزة من المعلمين والمُشرفين التربويين، وملاحظات مجتمعية من وسائل التواصل الاجتماعي، وإسهامات أساسية دقيقة من اللجنة الاستشارية والمجلس التنفيذي والمجلس الأعلى في المركز، ومجلس التربية والتعليم ولجانه المتخصصة.

الناشر

المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، ووزارة التربية والتعليم - إدارة المناهج والكتب المدرسية، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب

عن طريق العناوين الآتية: هاتف: 4617304/5-8، فاكس: 4637569، ص. ب: 1930، الرمز البريدي: 11118،

أو بواسطة البريد الإلكتروني: scientific.division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدرّيس هذا الدليل في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم (2020/)، تاريخ 2020/ / م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/) تاريخ 2020/ / م بدءاً من العام الدراسي 2020 / 2021 م.

© Harper Collins Publishers Limited 2020.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

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

ISBN: - - - -

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

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

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

ج1 () ص.

ر.إ.: 2020/8/2989

الواصفات: علوم الارض / البيئة / التعليم الاعدادي / المناهج /

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

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

British Library Cataloguing -in- Publication Data

A catalogue record for this publication is available from the Library.

قائمة المحتويات

الصفحة

الموضوع

5	الوحدة 3: الأرصاد الجوية
8	الدرس 1: الكتل والجبهات الهوائية
16	الدرس 2: أنظمة الضغط الجوي
22	الإثراء والتوسُّع
23	مراجعة الوحدة
27	الوحدة 4: المحيطات
30	الدرس 1: خصائص مياه المحيطات
37	الدرس 2 : أمواج المحيط
44	الدرس 3: تيارات المحيط والمناخ
52	الإثراء والتوسُّع
53	مراجعة الوحدة
57	الوحدة 3: المياه العادمة
60	الدرس 1: مفهوم المياه العادمة
65	الدرس 2 : الآثار السلبية للمياه العادمة
75	الدرس 3: معالجة المياه العادمة
83	الإثراء والتوسُّع
84	مراجعة الوحدة
87	ملحق إجابات أسئلة كتاب الأنشطة والتجارب العملية
94	قائمة المراجع

الوحدة الثالثة: الأرصاد الجوية Meteorological

التجربة الاستهلاكية: الكتل والجبهات الهوائية

الدرس	النتائج	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: الكتل والجبهات الهوائية	<ul style="list-style-type: none"> يبيّن أنواع الكتل الهوائية والجبهات الهوائية. يقارن بين الكتل الهوائية والجبهات الهوائية. يفسر كيفية تكون الجبهات الهوائية. 	<ul style="list-style-type: none"> نشاط: خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس. 	2
الثاني: أنظمة الضغط الجوي	<ul style="list-style-type: none"> يبيّن بعض صفات المرتفعات والمنخفضات الجوية من حيث: درجة الحرارة، والضغط الجوي. يعطي أمثلة على المرتفعات والمنخفضات الجوية في شرقي البحر المتوسط. 	<ul style="list-style-type: none"> نشاط: أنظمة الضغط الجوي. 	3

النتائج السابقة	الصف	النتائج اللاحقة	الصف
<ul style="list-style-type: none"> يعدد عناصر الطقس من مثل: درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي. يدرس كيفية قياس بعض عناصر الطقس. يدرس تأثير عناصر الطقس في حركة الهواء والغيوم. يتنبأ بحالة طقس بسيطة. 	الخامس	<ul style="list-style-type: none"> يوضح المقصود بخرائط الطقس وخطوط تساوي الضغط. يتعرف المرتفعات والمنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والرموز المستخدمة في خرائط الطقس. يتنبأ بحالة الطقس. 	الحادي عشر
		<ul style="list-style-type: none"> يتعرف مظاهر طقس قاسية (خطرة). يوضح مفهوم الأعاصير القمعية (تورنادو)، والعواصف البحرية (هوريكان): كيف تحدث؟ وأين تحدث؟ 	الثاني عشر

أنواع الغيوم والكتل الهوائية.

- وجه الطلبة إلى تأمل الصورة في مقدمة الوحدة، وإجابة السؤال الآتي في بند (أتأمل الصورة):
- ما العوامل التي يعتمد عليها تصنيف أنواع الغيوم؟
- استمع إلى إجابات الطلبة، وناقشها لاستنتاج أن الغيوم لها عدة أنواع؛ صُنفت بالاعتماد على كيفية ظهورها في السماء وكيف يراها الناظر من سطح الأرض؛ إذ تختلف الغيوم في أنواعها عند اختلاف ظروف تكونها من حيث: درجة الحرارة، ورطوبة الهواء، والارتفاع المتشكلة عنده.
- اطرح السؤالين الآتيين على الطلبة:
- صف كيف يبدو شكل الغيوم.
- هل تتشابه الغيوم في أشكالها؟
- أخبر الطلبة أن الغيوم في الشكل تبدو متنفخة متناثرة في السماء، وتسمى غيومًا ركامية متوسطة الارتفاع، وأن الغيوم قد تتشابه في أشكالها، وقد تختلف اعتمادًا على ظروف تكونها. وأنهم سيتعرفون بعض أنواع الغيوم في هذه الوحدة.

المناقشة:

الرياح المبشرة بالمطر.

- اطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة في بداية الوحدة، ثم ناقشهم 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 أجذبت أرضه، ويست أشجاره وزرعه؛ فيخرج به الكلاً والأشجار والزرع.

الأرصاد الجوية

Meteorological

الوحدة

3

قَالَ تَعَالَى: ﴿وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ
بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا
سُقِّتْهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجَ بِهِ مِنْ كُلِّ
الشَّجَرِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ﴾
(سورة الأعراف، الآية: 57)

أتأمل الصورة

يؤدي التقاء الكتل الهوائية إلى تشكيل الغيوم، وتختلف الغيوم عن بعضها في لونها، وكمية الأمطار التي تحملها؛ إذ تشير إلى طبيعة الطقس وظروفه المختلفة. فما العوامل التي يعتمد عليها تصنيف أنواع الغيوم؟

5

إضاءة للمعلم

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، وتكون ظلاً 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 الطباقية 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، وتشكل في الجبهات الهوائية عند رفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد.

الفكرة العامة:

الكتل الهوائية.

- اعرض 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؟

- استمع إلى إجابات الطلبة، وناقشهم فيها.
- كيف أثرت الكتلة الهوائية على المملكة؟

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

- هل تتشابه الكتل الهوائية في تأثيرها على المناطق؟
ستنوع إجابات الطلبة، وتعدد 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

اطلب إلى الطلبة متابعة النشرة الجوية في إحدى الجرائد الرسمية، أو موقع دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، أو المواقع الأخرى المتخصصة بشكل يومي ولمدة شهر، 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).

- وزّع الطلبة إلى ثلاث مجموعات، ثم حدّد مهام كل منها على النحو الآتي:

- المجموعة الأولى: متابعة درجة الحرارة بشكل يومي، ثم تقديم ملخص تبين فيه المجموعة درجة الحرارة

الفكرة العامة:

تؤثر الكتل الهوائية في حالة الطقس، إذ تنتقل من مكان إلى آخر على سطح الأرض، بتأثير أنظمة الضغط الجوي المختلفة، وتحدد الكتل الهوائية نوع الجبهات الهوائية المتشكلة في منطقة ما.

الدرس الأول: الكتل والجبهات الهوائية.

الفكرة الرئيسة: تتنوع الكتل الهوائية في خصائصها، وتتجّع عن التقائها الجبهات الهوائية المختلفة، وهما تؤثران في حالة الطقس المتوقعة في منطقة ما.

الدرس الثاني: أنظمة الضغط الجوي.

الفكرة الرئيسة: تُقسّم أنظمة الضغط الجوي؛ اعتماداً على قيمة الضغط الجوي في المناطق المختلفة إلى: مرتفع جوي ومنخفض جوي.

العظمى، ودرجة الحرارة الصغرى خلال الشهر، وكذلك المتوسط الشهري لدرجة الحرارة: كل حسب منطقته.

- المجموعة الثانية: متابعة 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: متابعة 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 جداً أو الحارة جداً؛ تجنباً لزيادة حجم الخسائر الناجمة عن وقوع أية كارثة طبيعية؛ إذ يعد ذلك من أهم الإجراءات اللازمة لإدارة الكوارث الطبيعية.

تجربة استعلائية

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

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

المهارات العلمية: الملاحظة، التواصل.

إرشادات السلامة:

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

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.

- وفر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.

استعمل استراتيجية التعلم التعاوني (Collaborative Learning)

وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهر كل طالب في المجموعة مسؤولية في التعلم.

- تابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستعمال استراتيجية أكواب إشارة المرور (Traffic Light Cups)، 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 يمنعه ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

- اطلب إلى الطلبة رفع حاجر الألمنيوم ببطء في الخطوة (6)، وملاحظة انتقال المحلولين في المنطقتين.

النتائج المتوقعة: يتوقع من الطلبة ملاحظة حركة المحلولين بالنسبة إلى بعضهما، وتفسير سبب حركة المحلول الأزرق إلى الأسفل، والمحلل الأحمر إلى الأعلى.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج



والمواد الدراسية

* التفكير: التنبؤ

وضّح للطلبة - في أثناء حل السؤال الرابع من أسئلة التحليل والاستنتاج - أن التنبؤ هو إحدى المهارات المرتبطة بالتفكير الذي نعتمد فيه على أساس علمي مدروس، ومعلومات وبيانات علمية متوافرة سابقاً؛ للتوصل إلى نتائج محددة، وتحليل ظواهر معينة.

تجربة استعلائية

الكتل والجبهات الهوائية

تتنوع الكتل الهوائية، وتختلف في خصائصها؛ فقد تكون كتلاً هوائية باردة وقد تكون كتلاً هوائية دافئة، وعند التقاء كتلتين هوائيتين فإنهما لا تندمجان معاً لتكوين كتلة واحدة، فماذا ينتج عن التقاء كتلتين هوائيتين؟

المواد والأدوات:

صبغة طعام ذات لون أحمر، وأخرى ذات لون أزرق، ماء ساخن بدرجة حرارة (70°)، ماء بارد، مكعبات من الثلج، كأسان زجاجيان سعة كل منهما (600 ml)، وعاء زجاجي، ملعقة فلزية صغيرة، قفازات حرارية، رقائق الألمنيوم.

إرشادات السلامة:

- غسل اليدين جيداً بالماء والصابون بعد استخدام أصباغ الطعام.
- الحذر من انسكاب الماء الساخن على الجسم.
- الحذر عند استخدام الكأسين الزجاجيتين؛ خشية الإصابة بجروح في حال كسرت إحداهما أو كلاهما.

خطوات العمل:

- 1 أرقم الكأسين الزجاجيتين (1، 2).
- 2 أسكب الماء الساخن في الكأس الزجاجية رقم (1)، ثم أضيف إليها ملعقة صغيرة من صبغة الطعام الحمراء.
- 3 أسكب الماء البارد في الكأس الزجاجية رقم (2)، ثم أضيف إليها ملعقة صغيرة من صبغة الطعام الزرقاء وعدداً من مكعبات الثلج.
- 4 أستخدم رقائق الألمنيوم في صنع حاجز، ثم أثبت في الوعاء الزجاجي بحيث يقسمه إلى نصفين متماثلين.
- 5 أسكب المحلول من الكأس الزجاجية رقم (1) في النصف الأول من الوعاء، والمحلول من الكأس الزجاجية رقم (2) في النصف الثاني من الوعاء معاً في الوقت نفسه.
- 6 أسحب حاجز الألمنيوم الذي يفصل بين المحلولين الأحمر والأزرق، وأدوّن ملاحظاتي.



التحليل والاستنتاج:

- 1 أصف اتجاه حركة المحلولين في الوعاء بعد إزالة حاجز الألمنيوم.
- 2 أقرّن بين كثافة المحلولين في الكأسين الزجاجيتين.
- 3 أفسر سبب اختلاف كثافة المحلولين.
- 4 أتنبأ ماذا سيحدث إذا تقاربت كتلتان من الهواء إحداهما دافئة وأخرى باردة؟

7

التحليل والاستنتاج:

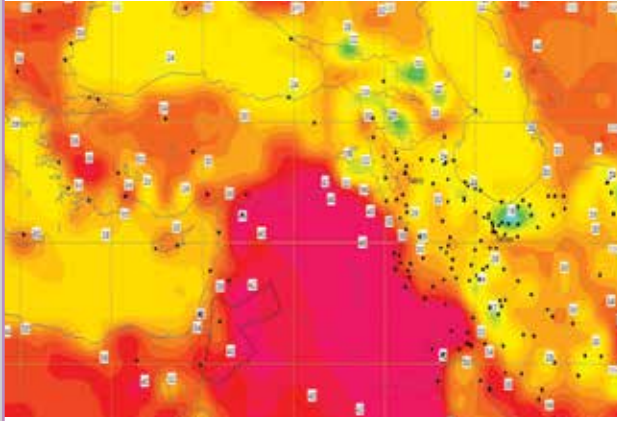
- 1 عند إزالة حاجز الألمنيوم الذي يفصل بين المحلولين؛ سيتحرك المحلول الأزرق إلى الأسفل من المحلول الأحمر الذي يرتفع إلى الأعلى.
- 2 كثافة المحلول الأزرق أكبر من كثافة المحلول الأحمر.
- 3 يعود سبب اختلاف كثافة المحلولين إلى اختلاف درجة حرارتهما؛ إذ تقل الكثافة بزيادة درجة الحرارة.
- 4 تتحرك الكتلة الهوائية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

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.		أداة التقويم: سُلم تقدير.			
الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	يراعي إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	يصف حركة المحلولين عند إزالة الحاجز بينهما.				
3	يفسر سبب اختلاف كثافة المحلولين الأزرق والأحمر.				
4	يتنبأ ماذا سيحدث إذا تقاربت كتلتان من الهواء إحداهما باردة والأخرى ساخنة.				

الكتلة الهوائية Air Mass

لعله تكررَ على مسمعك عند مشاهدة نشرة الأخبار الجوية في فصل الشتاء، أنَّ كتلةً باردةً من الهواء تتحرك باتجاهنا، ستؤدي إلى خفض درجات الحرارة في المنطقة، وأحياناً أخرى قد تسمع أنَّ كتلةً هوائيةً دافئةً قادمةً باتجاهنا ستؤدي إلى رفع درجات الحرارة المتوقعة، وبناءً على ذلك ستحدد أنشطتك التي ستؤديها، وكذلك ملابسك التي سترديها. فما الكتلة الهوائية؟ وما أنواعها؟ وكيف تؤثر في حالة الطقس؟

تعرفُ **الكتلة الهوائية Air Mass** بأنها كميةٌ ضخمةٌ من الهواء المتجانس في خصائصه من حيث درجات الحرارة والرطوبة. وتمتدُّ الكتلة الهوائية أفقياً فوق مساحةٍ واسعةٍ على سطح الأرض، قد تصلُّ إلى آلاف الكيلومترات، كما تمتدُّ بضعة كيلومترات رأسيّاً قد تصلُّ إلى 10 كيلومترات تقريباً، وتنتقلُ الكتلُ الهوائيةُ من مكانٍ إلى آخرٍ، اعتماداً على سرعة الرياح وأنظمة الضغط الجوي، أنظرُ الشكل (1) الذي يوضح إحدى خرائط الطقس المستخدمة للتنبؤ بحالة الطقس.



تزداد درجة حرارة الكتلة الهوائية.

الفكرة الرئيسية:

تتنوع الكتل الهوائية في خصائصها، وتنتج عن التقائها الجبهات الهوائية المختلفة، وهما تؤثران في حالة الطقس المتوقعة في منطقة ما.

نتائج التعلم:

- أبين أنواع الكتل الهوائية والجبهات الهوائية.
- أفرق بين الكتل الهوائية والجبهات الهوائية.
- أفسر كيفية تكون الجبهات الهوائية.

المفاهيم والمصطلحات:

Air Mass	الكتلة الهوائية
Continental Tropical Air Mass	الكتلة الهوائية المدارية القارية
Maritime Tropical Air Mass	الكتلة الهوائية المدارية البحرية
Continental Polar Air Mass	الكتلة الهوائية القطبية القارية
Maritime Polar Air Mass	الكتلة الهوائية القطبية البحرية
Air Front	الجبهة الهوائية
Warm Air Front	الجبهة الهوائية الدافئة
Cold Air Front	الجبهة الهوائية الباردة

الشكل (1): إحدى خرائط الطقس التي تستخدم للتنبؤ بحالة الطقس؛ تبين كتلة هوائية حارة وجافة أثرت على الأردن بتاريخ 31/8/2020. إذ يمثل التغير في اللون التغير في درجات حرارة الكتلة الهوائية.

أثباتاً ما اللون الذي يشير إلى الكتلة الهوائية الأعلى درجة حرارة.

8

الكتل والجبهات الهوائية

Air Masses and Fronts

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

الكتلة الهوائية.

- مهد لموضوع الدرس بتذكير الطلبة بالنشرة الجوية التي عرضتها في بداية الوحدة، واطلب إلى أحد الطلبة أن يردد على مسمعك ما يسمعه في نشرة الأخبار الجوية.
- اكتب بعض المصطلحات التي ترد في النشرة على اللوح، مثل: الكتلة الهوائية، الجبهة الهوائية، مصدر الكتلة الهوائية، ودرجة حرارتها.
- اطرح على الطلبة أسئلة لتعرف ما يمتلكونه من معلومات عن مفهوم الكتلة الهوائية، والجبهة الهوائية.
- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون مفهوم الكتلة الهوائية وأنواعها، ومفهوم الجبهة الهوائية في هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

الطقس.

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

2 التدريس

بناء المفهوم:

الكتلة الهوائية.

اطرح 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 من درجة الحرارة والرطوبة من تلك المناطق، وتبعاً لها؛ فالمناطق الحارة الجافة يكون الهواء فوقها حاراً جافاً، والمناطق الباردة الرطبة يكون الهواء فوقها بارداً رطباً.

- ماذا يمكن أن نسمي الكمية الضخمة من الهواء المتشابه في خصائصه من حيث درجة الحرارة والرطوبة؟ الكتلة الهوائية.

استخدام الصور والأشكال:

درجة حرارة الكتل الهوائية.

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

- وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (1) الذي يبين إحدى خرائط الطقس التي تستخدم للتنبؤ بحالة الطقس؛ وفيها كتلة هوائية حارة وجافة تؤثر على الأردن بتاريخ 31/8/2020.
- وضح للطلبة دلالة الألوان في الشكل؛ حيث إن اللون الأحمر واللون الفوشي يدلان على كتلة هوائية حارة، واللون الأزرق والأخضر المزرقي يدلان على كتلة هوائية باردة.
- تتبع مع الطلبة تدرج الألوان، و درجات الحرارة في الخريطة.



حل سؤال الشكل (1):

اللون الفوشي، يليه اللون الأحمر.

ويمكنُ تعرّف بعض خصائص الكتل الهوائية وأثرها في المناطق التي تمرُّ فوقها بتنفيذ النشاط الآتي:

نشاط

نشاط:

خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف:

وصف العلاقة بين خصائص الكتل الهوائية وحالة الطقس.

المهارات العلمية:

التحليل، التوقع، الاستنتاج، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

● استعمل استراتيجية «كنت أعتقد، والآن أعرف»

(I USED TO THINK, BUT NOW I KNOW)، بالطلب إلى الطلبة أن

يكتبوا في ورقة: (كنت أعتقد والآن أعرف) ويدونوا

فيها ما يعتقدونه عن أثر الكتل الهوائية في المناطق التي

تمكث فوقها وكيف تؤثر المناطق في خصائص الكتل

الهوائية، ثم يدونوا ما تعرّفوه من معلومات جديدة عن

ذلك بعد تنفيذ النشاط.

● وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط: (خصائص الكتل الهوائية

وأثرها على حالة الطقس) الوارد في كتاب الأنشطة

والتجارب العملية.

● وزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.

● اطلب إلى أفراد المجموعات دراسة النشرة الجوية

الصادرة عن دائرة الأحوال الجوية، ثم الإجابة عن

الأسئلة المتعلقة بها.

● استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها لاستنتاج

أن الكتل الهوائية تختلف في خصائصها؛ اعتماداً على

المنطقة التي تأتي منها أو تمكث فوقها.

النتائج المتوقعة:

● يتوقع من الطلبة أن يتوصلوا إلى أن الكتل الهوائية

تختلف باختلاف المنطقة القادمة منها، وأن الكتل

الهوائية تتعدل خصائصها؛ اعتماداً على المنطقة التي

تمكث فوقها، كذلك تؤثر الكتل الهوائية على حالة

الطقس للمنطقة التي تمكث فوقها.

خصائص الكتل الهوائية وأثرها على حالة الطقس

تُستخدم النشرة الجوية لوصف حالة الطقس في منطقة ما، وفيها يجري نشر المعلومات التي تمّ جمعها وتحليلها عن حالة الطقس، باستخدام وسائل مختلفة كالرادار، والأقمار الصناعية.

اقرأ النشرة الجوية الآتية، التي صدرت عن دائرة الأرصاد الجوية بتاريخ 21/1/2020:

تتأثر المملكة بكتلة هوائية باردة جداً ورطبة، من أصل قطبي مرافقة لمنخفض جوي، لذا؛ تنخفض درجات الحرارة بشكل ملموس، وتكون الأجواء باردة جداً وغائمة مع هطول الأمطار بإذن الله تعالى على فترات في أغلب مناطق المملكة، وقد تكون غزيرة أحياناً في ساعات الصباح ويصحبها الرعد وتساقط حبات البرد في بعض المناطق؛ ما يفضي إلى تشكل السيول في الأودية والمناطق المنخفضة، كما يُتوقع اعتباراً من ساعات الصباح الباكر تساقط زخات من الثلج بين الحين والآخر فوق المرتفعات الجبلية العالية التي يصل ارتفاعها إلى 1000 m عن سطح البحر، بينما تشهد المناطق الجبلية الأقل ارتفاعاً أمطاراً مخلوطة بالثلج، ومع ساعات الليل الأولى يُتوقع أن تضعف الهطولات تدريجياً ويحصل الانجماد في ساعات الليل المتأخرة في المرتفعات الجبلية والبادية، الرياح شمالية غربية نشطة السرعة، تضعف تدريجياً أثناء الليل.

التحليل والاستنتاج:

1 - أحدد خصائص الكتلة الهوائية في النشرة الجوية السابقة.

2 - أبين مصدر الكتلة الهوائية التي تأثرت بها المملكة.

3 - أصف: كيف أثرت الكتلة الهوائية على حالة الطقس في المملكة؟

4 - أوقع: هل سيتشابه تأثير الكتلة الهوائية على حالة الطقس؛ إذا كانت قادمة من صحراء الجزيرة العربية ومصدرها شمال الهند؟

التحليل والاستنتاج:

1. باردة جداً 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.

أداة التقويم: أكثر نقطة أهمية.

استراتيجية التقويم: مراجعة الذات.

السبب	أكثر نقطة أهمية

خصائص الكتل الهوائية.

ناقش 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 إما مدارية قارية، وإما مدارية بحرية.

- ما خصائص كل من الكتل الهوائية المدارية البحرية، والكتل المدارية القارية؟ تتميز الكتل الهوائية المدارية القارية بأنها حارة جافة، أما الكتل 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. تتعدل خصائصها أو تتغير، وتصبح كتلة هوائية حارة جافة.

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

استخدام الصور والأشكال:

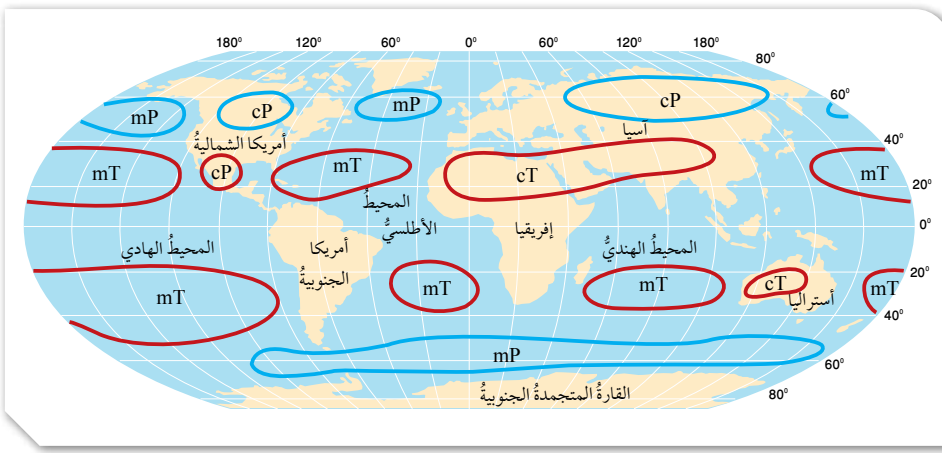
أنواع الكتل الهوائية.

• وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2): أنواع الكتل الهوائية المختلفة، وأماكن تكونها في نصفي الكرة الأرضية: الشمالي الجنوبي.

• وضح للطلبة أنواع الكتل الهوائية، والرموز الخاصة بها، وأخبرهم أنهم سيتعرفون أنواع الكتل الهوائية بالتفصيل.

• اطرح مجموعة من الأسئلة على الشكل مثل:

- اذكر اسم قارتين تتكون فيهما الكتل الهوائية المدارية القارية، ثم حدد دوائر العرض التي تتوزع عندها



أنواع الكتل الهوائية Types of Air Masses

تعتمد خصائص الكتلة الهوائية على المنطقة التي تأتي منها؛ فالكتل الهوائية القادمة من المناطق المدارية (T) Tropical Air Masses تتصف بأنها كتل هوائية حارة، أما تلك الكتل الهوائية القادمة من المناطق القطبية (P) Polar Air Masses فتتصف بأنها كتل هوائية باردة، والكتل الهوائية المتكونة فوق القارات (c) Continental Air Masses جافة بعكس الكتل الهوائية المتكونة فوق المحيطات (m) Maritime Air Masses التي تتميز برطوبتها المرتفعة.

ومع تحرك الكتل الهوائية قد تتعدل خصائصها اعتماداً على خصائص المنطقة التي تمر أو تمكث فوقها، كذلك تؤثر في خصائص المنطقة التي تمر فوقها. فالكتل الهوائية الجافة القادمة من المناطق الصحراوية مثلاً قد تصبح كتلة هوائية رطبة عند مكوثها فوق المحيطات، والكتل الهوائية الرطبة القادمة من المحيطات، قد تؤثر في حالة الطقس للمناطق الصحراوية وتسبب هطول الأمطار فوقها؛ وبناءً على ذلك صنف العلماء الكتل الهوائية اعتماداً على: موقعها بالنسبة إلى خطوط العرض، وسطح الأرض الذي تشكل فوقه، إلى عدة أنواع، أنظر الشكل (2) الذي يبين بعض أنواع الكتل الهوائية، وأماكن توزعها.

الشكل (2): أنواع الكتل الهوائية المختلفة وأماكن تكونها في نصفي الكرة الأرضية: الشمالي والجنوبي.

أحد: ما خطوط العرض التي تتوزع عندها الكتلة الهوائية القطبية البحرية؟

أعمل فلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) بوضوح الأماكن التي تتوزع فيها الكتل الهوائية المختلفة، وأحرص على أن أستخدم خاصية السرد الصوتي فيه لإضافة الشروحات المناسبة لصور هذه الأماكن، ثم أشاركه معلومي وزملائي في الصف.

هذه الكتل الهوائية. قارة إفريقيا عند خط عرض (15°-35°) شمالاً، وقارة أستراليا عند خط عرض (20°-35°) جنوباً تقريباً.



حل سؤال الشكل (2):

تتوزع الكتل الهوائية القطبية البحرية عند خط عرض (55°-70°) جنوباً تقريباً. تتوزع الكتل الهوائية القطبية البحرية على خط عرض (55°-65°) شمالاً تقريباً.

التدريس المدمج: توزع الكتل الهوائية.

وجّه أحد الطلبة إلى عمل فلم قصير باستخدام برنامج صانع 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 زملائه في الصف.

◀ المناقشة:

أنواع الكتل الهوائية.

● ذكر الطلبة بمفهوم الكتلة الهوائية، وكيف تتأثر الكتل الهوائية بخصائص المنطقة التي تأتي منها، أو تمكث فوقها.

● ا طرح 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 خطوط العرض المنخفضة مثل:

مناطق شمال إفريقيا، ومنطقة شبه الجزيرة العربية.

- كيف تؤثر الكتل الهوائية المدارية القارية على طقس المناطق التي تمكث فوقها؟

قد تسبب 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؟

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

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

تتميز الكتل الهوائية المدارية البحرية بدرجات حرارة أقل من الكتل الهوائية المدارية القارية، وهي أيضاً أكثر رطوبة منها، كذلك يختلف تأثير الكتلة الهوائية المدارية البحرية في المنطقة التي تمر فوقها؛ إذ تعمل على رفع درجات الحرارة فيها، وتكون الغيوم الرعدية، وتسبب هطول زخات من المطر والبرد.



الشكل (3):
جزء من الصحراء الكبرى التي تحتل الجزء الأكبر من شمال إفريقيا، وتعد إحدى المناطق التي تنشأ فوقها الكتل الهوائية المدارية القارية.

الشكل (4):
إحدى المناطق الشاطئية في المحيط الأطلسي التي تنشأ فوقها الكتل الهوائية المدارية البحرية.



الكتلة الهوائية المدارية القارية: Continental Tropical Air Mass

يُرمز إلى الكتلة الهوائية المدارية القارية (cT)، وتعد هذه الكتل الهوائية كتلاً هوائية حارة جافة، تتكون فوق المناطق المدارية القارية، والمناطق شبه المدارية القارية، مثل: مناطق شمال إفريقيا، ومنطقة شبه الجزيرة العربية، أنظر الشكل (3). وعند تحرك هذه الكتل الهوائية من منطقة نشأتها وتكونها قد تسبب في ارتفاع درجات الحرارة وخفض رطوبة المناطق التي تمر أو تمكث فوقها، وتؤثر الكتل الهوائية المدارية القارية على منطقة الشرق الأوسط وخاصة في الأردن في أوقات مختلفة من السنة، إلا أنه يزداد تأثيرها خلال أشهر الصيف.

الكتلة الهوائية المدارية البحرية: Maritime Tropical Air Mass

يُرمز إلى الكتلة الهوائية المدارية البحرية (mT)، وتتميز هذه الكتلة الهوائية بدرجات حرارة أقل من الكتل الهوائية المدارية القارية، وهي أيضاً أكثر رطوبة، تنشأ فوق المحيطات في المناطق المدارية الرطبة، مثل: المنطقة المدارية التي يمتد فيها جزء من المحيط الأطلسي، أنظر الشكل (4). وقد تؤثر الكتلة الهوائية المدارية البحرية في المنطقة التي تمر فوقها بارتفاع درجات الحرارة فيها، وتكون الغيوم الرعدية وتسبب هطول زخات من المطر والبرد، وتمتد هذه الكتل إلى منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا عبر البحر الأحمر خاصة في فصلي الربيع والخريف.

◀ استخدام الصور والأشكال:

الكتل الهوائية المدارية.

- وجه الطلبة إلى الاطلاع على الشكلين (3،4) لتعرف طبيعة المناطق التي تشكل فوقها الكتل الهوائية المدارية.
- اطلب إلى الطلبة البحث في مواقع الإنترنت الآمنة عن مناطق أخرى تشكل فوقها الكتل الهوائية المدارية.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الكتل الهوائية المدارية، علماً بأنه يمكنك إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس. شارك الطلبة هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◀ المناقشة:

أنواع الكتل الهوائية.

• اطرح مجموعة الأسئلة الآتية على الطلبة:

- ما رمز الكتل الهوائية القطبية القارية؟ cP

- أين تتشكل الكتل الهوائية القطبية القارية؟

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

- كيف تؤثر الكتل الهوائية القطبية القارية على طقس المناطق التي تمكث فوقها؟

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

- في أي فصول السنة تؤثر هذه الكتل الهوائية على 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 خطوط العرض المرتفعة، مثل منطقة شمال المحيط الأطلسي.

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

قد تسبب الكتلة القطبية البحرية انخفاضاً كبيراً في درجات حرارة المناطق التي تمر أو تمكث فوقها، ويمكن أيضاً 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

• وجه الطلبة إلى الاطلاع على الشكل (5)، لتعرف أحد المناطق التي تتشكل فوقها الكتل الهوائية القطبية القارية.

• اطلب إلى الطلبة البحث في مواقع الإنترنت الآمنة عن مناطق أخرى تتشكل فوقها الكتل الهوائية القطبية القارية.



الكتلة الهوائية القطبية القارية Continental Polar Air Mass

يُرمز إلى الكتلة الهوائية القطبية القارية Continental Polar Air Mass

بالرمز (cP)، وتعد هذه الكتلة الهوائية باردةً جافةً، تتشكل فوق

المناطق القطبية الباردة، مثل المناطق الثلجية الواسعة في سيبيريا وكندا، أنظر الشكل (5)، وعند تحرك هذه الكتلة الهوائية من منطقة نشأتها وتكونها قد تسبب في انخفاض درجات الحرارة، وقد تُشكل الصقيع والانجماد في المناطق التي تمر أو تمكث فوقها، وتؤثر الكتلة الهوائية القطبية القارية على منطقة الشرق الأوسط في أواخر فصل الخريف وفصل الشتاء.

الكتلة الهوائية القطبية البحرية Maritime Polar Air Mass

يُرمز إلى الكتلة الهوائية القطبية البحرية Maritime Polar Air Mass

بالرمز (mP)، وتمتاز هذه الكتلة الهوائية بأنها باردة ورطبة؛ إذ تتشكل فوق المحيطات القريبة من المناطق القطبية الباردة، مثل منطقة شمال المحيط الأطلسي.

وعند تحرك هذه الكتلة الهوائية من منطقة تشكلها قد تسبب انخفاضاً كبيراً في درجات حرارة المناطق التي تمر أو تمكث فوقها، ويمكن أيضاً أن تسبب تساقط الأمطار والثلوج فيها، وتؤثر الكتلة الهوائية القطبية البحرية على منطقة الشرق الأوسط وبلاد الشام في أشهر الشتاء.

الشكل (5): مرتفعات جبال التاي

في سيبيريا المغطاة بالثلوج، وهي من المناطق التي تنشأ فيها الكتلة الهوائية القطبية القارية في فصل الشتاء.

أفكر

في فصل الشتاء عادةً تتجه الكتلة الهوائية القطبية القارية (cP) القادمة من منطقة سيبيريا نحو شمال المحيط الهادي.

أستنتج: ما التغيرات التي ستطرأ على الكتلة الهوائية القطبية القارية أثناء عبورها فوق المحيط الهادي؟

✓ أنحقّق: أوضح العوامل التي تؤثر في خصائص الكتل الهوائية.

12

أفكر تغير خصائص الكتل الهوائية.

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

✓ أنحقّق: 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.

◀ بناء المفهوم:

الجبهة الهوائية.

● ا طرح 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 فإنها لا تختلط مع بعضها؛ والسبب هو اختلاف خصائصها.

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

الجبهة الهوائية.

◀ المناقشة:

أنواع الجبهات الهوائية .

● ا طرح 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؟

عندما تتحرك 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.

● وجّه الطلبة إلى الاطلاع على الشكل (6) لتعرف

كيفية تشكل الجبهة الهوائية الدافئة.

● ا طرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

- بماذا يرمز إلى الجبهة الهوائية الدافئة على خريطة الطقس؟

بخط تبرز منه أقواس باللون الأحمر.

- على ماذا يعتمد اتجاه الأقواس على الخط؟

على اتجاه حركة الكتلة الهوائية الدافئة؛ إذ يكون

اتجاهها باتجاه الكتلة الهوائية الدافئة.

Air Fronts الجبهات الهوائية

تختلف الكتل الهوائية في خصائصها؛ من حيث درجة الحرارة والرطوبة، ويطلق على الكتل الهوائية المدارية (الكتل الهوائية الدافئة) Warm Air Masses، أما الكتل الهوائية القطبية فيطلق عليها (الكتل الهوائية الباردة) Cold Air Masses ولكن ماذا يحدث عندما تلتقي الكتل الهوائية؟

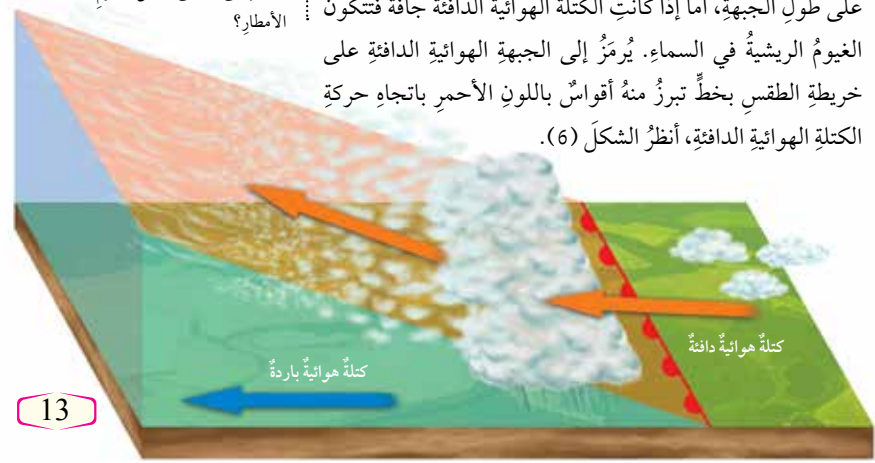
عند التقاء الكتل الهوائية المختلفة فإنها لا تختلط مع بعضها؛ بسبب اختلاف خصائصها، وتسمى المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في خصائصها عند التقائهما: الجبهة الهوائية Air Front. تعتمد خصائص الجبهات الهوائية، وأنواعها، وطريقة تأثيرها في حالة الطقس على نوع الكتل الهوائية، واتجاه حركتها بالنسبة إلى بعضها. ومن أهم أنواع الجبهات الهوائية: الجبهة الهوائية الدافئة، والجبهة الهوائية الباردة.

الجبهة الهوائية الدافئة: Warm Air Front

تتكون الجبهة الهوائية الدافئة Warm Air Front عندما تتحرك كتلة هوائية دافئة بشكل سريع نحو كتلة هوائية باردة تتحرك ببطء، ولأن الكتلة الهوائية الدافئة ذات كثافة أقل من الكتلة الهوائية الباردة فإنها ترتفع إلى الأعلى فوقها؛ فإذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة رطبة تتكون الغيوم الطبقة المتوسطة، وتساقط الأمطار والثلوج الخفيفة على طول الجبهة، أما إذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة جافة فتتكون الغيوم الريشية في السماء. يرمز إلى الجبهة الهوائية الدافئة على خريطة الطقس بخط تبرز منه أقواس باللون الأحمر باتجاه حركة الكتلة الهوائية الدافئة، أنظر الشكل (6).

أصم باستخدام برنامج السكراتش (Scratch) عرضاً يبين كيفية تشكل الجبهات الهوائية بنوعها الدافئة والباردة، ثم أشركه معلمي وزملائي في الصف.

الشكل (6): كتلة هوائية دافئة متجهة نحو كتلة هوائية باردة، و جبهة هوائية دافئة متشكلة بينهما، يرمز إليها بخط أحمر تبرز منه أقواس باتجاه حركة الكتلة الهوائية الدافئة. أوضح: كيف يسبب ارتفاع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى تشكل الغيوم وتساقط الأمطار؟



حل سؤال الشكل (6):

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

معلومة إضافية:

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 لطيفاً، سميت بالغيوم الريشية لأنها تشبه ريش الطيور، وتسمى بالغيوم الرقيقة أيضاً، ولا تشكل هذه الغيوم هطولاً.

التدريس المدمج: تشكل الجبهة الهوائية

وجّه الطلبة إلى تصميم عرض يبين كيفية تشكل الجبهات الهوائية بنوعها الدافئة والباردة، باستخدام برنامج السكراتش (Scratch)، وأن يعرضه أمام زملائه في الصف.

الجبهة الهوائية الباردة.

• اطرح 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 المشكّلة في الجبهة الهوائية الباردة؟

غيوم المزن الركامية.

- صف حالة الطقس المتوقعة عند تكوّن الجبهة الهوائية الباردة.

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

◀ استخدام الصور والأشكال:

آلية تشكّل الجبهة الهوائية الباردة

• وجّه الطلبة إلى الاطلاع على الشكل (7)؛ لتعرف

كيفية تشكّل الجبهة الهوائية الباردة.

• اطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

- بماذا يرمز إلى الجبهة الهوائية الباردة على خريطة الطقس؟

بخط تبرز منه مثلثات باللون الأزرق.

- على ماذا يعتمد اتجاه المثلثات على الخط؟

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

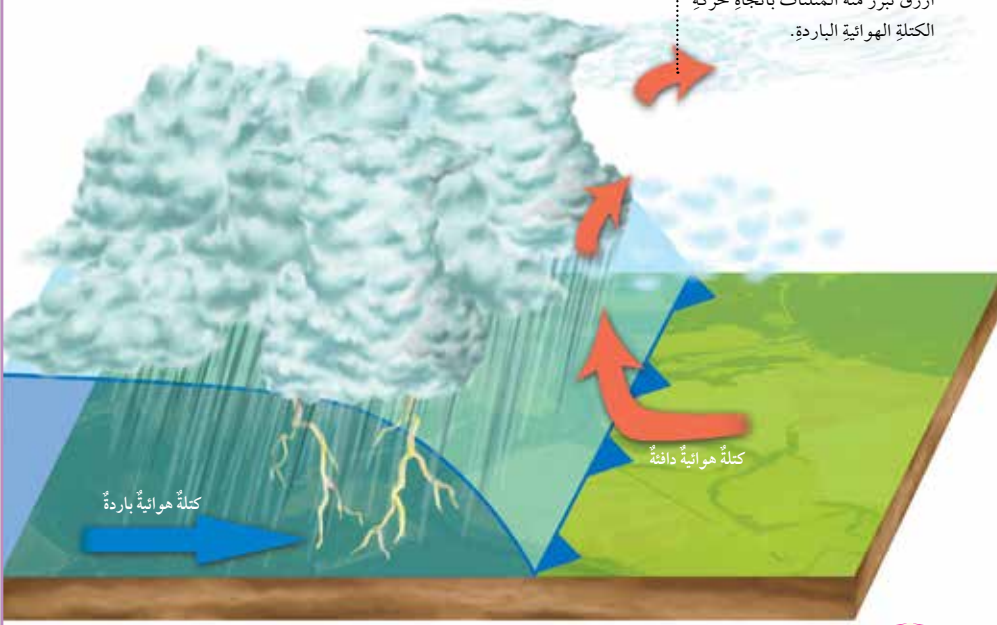
الربط مع اللغة العربية:

الجبهة الهوائية الباردة: Cold Air Front

تتكوّن الجبهة الهوائية الباردة Cold Air Front عندما تتحرك كتلة هوائية باردة بشكل سريع نحو كتلة هوائية دافئة تتحرك ببطء، ولأنها أكثر كثافة منها تغوص أسفلها، فترتفع الكتلة الهوائية الدافئة للأعلى وتبرد، ويتكاثف بخار الماء فيها على شكل أمطار وثلوج خفيفة، عندما تحتوي الكتلة الهوائية الدافئة على كمية كبيرة من بخار الماء تساقط الأمطار الغزيرة والثلوج الكثيفة، تتشكل في الجبهة الهوائية الباردة غيوم المزن الركامية التي تتطور لتصبح عواصف رعدية. ويرمز إلى الجبهة الهوائية الباردة على خريطة الطقس بخط تبرز منه مثلثات باللون الأزرق باتجاه حركة الكتلة الهوائية الباردة، أنظر الشكل (7).

الشكل (7): كتلة هوائية باردة متجهة نحو كتلة هوائية دافئة، وجبهة هوائية باردة متشكلت بينهما، يرمز إليها بخط أزرق تبرز منه مثلثات باتجاه حركة الكتلة الهوائية الباردة.

✓ **أنتحق:** أوضح كيف تتكوّن الجبهة الهوائية الباردة.



14

معلومة إضافية

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

نشاط سرية

• ارسم كتلتين من الهواء على اللوح.

• اختر أحد الطلبة عشوائيًا باستخدام **استراتيجية الرؤوس المرقمة**، واطلب إليه تسمية الكتلتين الهوائيتين، ووضع سهم يشير إلى اتجاه حركة أحدهما نحو الأخرى.

• اختر طالبًا آخر ليوضح نوع الجبهة الهوائية المتكونة؛ اعتمادًا على اتجاه الحركة الذي حددها زميله، راسمًا الرمز الخاص بها.

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

الربط مع اللغة العربية:

حالة الطقس.

وجّه الطلبة إلى مشاهدة نشرة الأخبار الجوية ليوم غد، وتسجيل ما يسمعون عن حالة الطقس المتوقعة من: درجات الحرارة، ونوع الكتل الهوائية، والجبهات الهوائية التي ستعرض لها المملكة ومصدرها، ثم كتابة نشرة جوية تبين كيف ستؤثر الجبهة الهوائية على حالة الطقس، وأن يعرضها أمامك وأمام زملائه في الصف.



تعدّ الجبهة الهوائية المستقرة إحدى أنواع الجبهات الهوائية. مستعينا بمصادر المعرفة المتوفرة، أعددْ كيفية تكوّن الجبهة الهوائية المستقرة، وتغيرات الطقس المصاحبة لها، ورمزها على الخريطة الجوية، ثمّ أعدْ عرضاً تقديمياً عنها، وأعرضه أمام زملائي في الصفّ.

مراجعة الدرس

1. اتّبع بخطوات كيفَ تحدثّ الجبهة الهوائية الباردة.

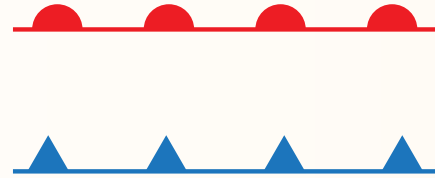
2. أوضّح كيفَ تؤثرُ الكتل الهوائية في حالة الطقس.

3. أصفُ ما يحدثُ عندما تلتقي كتلتان هوائيتان: إحداهما دافئة والأخرى باردة؛ علمًا بأنّ الكتلة الهوائية الدافئة تتحركُ بسرعةٍ نحوَ الكتلة الهوائية الباردة.

4. أقرنُ في جدولٍ بينَ الكتلة الهوائية القطبية القارية، والكتلة الهوائية المدارية البحرية، من حيثَ رمزها الذي تعرفُ به، ومصدرها، ودرجة حرارتها، ورطوبتها.

5. أوضّح العلاقة بينَ مصدرِ الكتل الهوائية وخصائصها.

6. أعددْ نوعَ الجبهة الهوائية لكلِّ رمزٍ من الرموز الآتية:



الجبهة الهوائية المستقرة.

وجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الجبهة الهوائية المستقرة محددين كيفية تكوّنهما، وتغيرات الطقس المصاحبة لها، ورمزها على الخريطة الجوية، ثمّ اطلب إليهم إعداد عرض تقديمي عنها، وعرضه أمامك وأمام 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 رطباً لعدة أيام بسبب بطء حركة الجبهة. يرمز إلى الجبهة الهوائية المستقرة على خريطة الطقس بخط تبرز على أحد جوانبه مثلثات باللون الأزرق، وفي الجانب الآخر تبرز أقواس باللون الأحمر.

مراجعة الدرس

1 - تتحرك كتلة هوائية باردة بشكل سريع 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 مشكّلة الغيوم.

2 تؤثر الكتل الهوائية في حالة الطقس اعتماداً على نوعها؛

فالكتلة الهوائية الحارة تسبب ارتفاعاً في درجات الحرارة للمنطقة التي تمكث فوقها، والكتلة الهوائية الباردة تسبب انخفاضاً 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 تقلل من رطوبة المنطقة التي تمكث فوقها، أيضاً فإن التقاء الكتل الهوائية المختلفة في خصائصها يكون الجبهات الهوائية المختلفة التي تتسبب في تغير حالة الطقس.

3 عندما تتحرك كتلة هوائية دافئة بسرعة نحو كتلة

هوائية باردة تتحرك ببطء، وتتشكل بينهما جبهة هوائية دافئة؛ إذ ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة إلى الأعلى، وتتكون الغيوم المختلفة التي تعتمد على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة.

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

5 تعتمد خصائص الكتلة الهوائية على المنطقة التي تأتي منها إذ أنها تأخذ خصائصها من حيث الرطوبة ودرجة الحرارة.

6 الخط الذي تبرز منه أقواس باللون الأحمر: جبهة هوائية دافئة.

الخط الذي تبرز منه مثلثات باللون الأزرق: جبهة هوائية باردة.

الفكرة الرئيسية:

أنظمة الضغط الجوي.

- اعرض أمام الطلبة نشرة جوية ورد فيها أن المملكة ستعرض لمنخفض جوي، وأخرى ورد فيها أن المملكة ستعرض لمرتفع جوي، وذلك باستخدام data show بحيث تكون النشرة (مكتوبة)، أو اعرض مقطع فيديو يوضح نشرة الطقس، يمكنك أيضًا أن تقسم الطلبة إلى مجموعات، وتوزع نشرة جوية مطبوعة لمناقشتها بين أفراد المجموعة.
- اكتب بخط كبير بعض المصطلحات التي ترد في النشرة على اللوح مثل: مرتفع جوي، منخفض جوي.
- اطرح 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.

- ذكر الطلبة بمفهوم الكتل الهوائية، وأن سبب حركتها وانتقالها مكان لآخر هو اختلاف أنظمة الضغط الجوي.
- ذكر الطلبة بأن الضغط الجوي أحد عناصر الطقس، ويُعرف بأنه وزن عمود الهواء الممتد من سطح الأرض حتى ارتفاع مئات الكيلومترات على وحدة المساحة، ويقاس بوحدتي المليبار أو الهكتوباسكال.

2 التدريس

- بين للطلبة أن قيم الضغط الجوي لا تتشابه على سطح الأرض

استخدام الصور والأشكال:

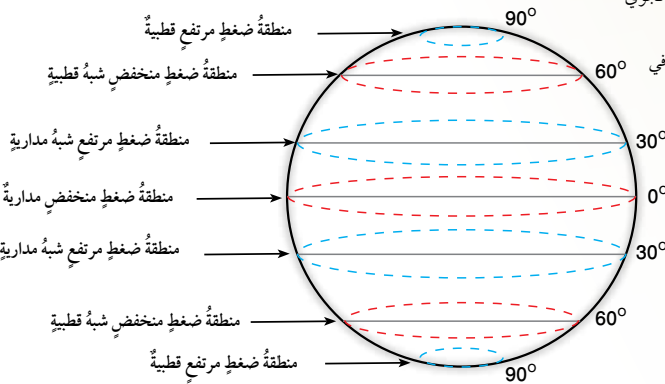
- وجه الطلبة لدراسة الشكل (8)، تعتمد قيم الضغط على اختلاف درجة حرارة الهواء ورطوبته. ويمكن تفسير هذا التوزيع كالآتي:
- منطقة الضغط المنخفض المدارية: تمتد تقريبًا بين دائرتي عرض 5° شمال وجنوب خط الاستواء، وفي هذه المنطقة يكون تأثير درجة الحرارة أكبر من تأثير الرطوبة؛ فتقل قيم الضغط الجوي.

الضغط الجوي Atmospheric Pressure

يعدّ الضغط الجوي أحد عناصر الطقس، ويتأثر بعدة عوامل منها درجة حرارة الهواء ورطوبته، حيث تعمل درجة الحرارة على تباعد جزيئات الهواء وزيادة حجمه، وبذلك تتوزع جزيئاته على حجم أكبر، فتتخفف كثافته، ويقلّ ضغطه لأنّ عمود الهواء الأقلّ كثافةً أقلّ وزنًا، أي يتناسب الضغط الجوي عكسيًا مع درجة الحرارة، فضغط الهواء الدافئ أقلّ من ضغط الهواء البارد؛ ولذلك يختلف توزيع قيم الضغط الجوي على سطح الأرض؛ فمثلاً تتميز المناطق الاستوائية بقيم ضغط جوي منخفض؛ لارتفاع درجة حرارة الهواء فيها، وكذلك في المقابل، فإن المناطق القطبية تتميز بأنها ذات قيم ضغط جوي مرتفع لانخفاض درجة حرارة الهواء فيها.

إنّ اختلاف قيم الضغط الجوي من مكان إلى آخر على سطح الأرض يعمل على تحريك الهواء وتشكّل ما يُعرف بأنظمة الضغط الجوي، أنظر الشكل (8) الذي يبيّن توزيع الضغط الجوي على سطح الأرض.

✓ **أنحقّق:** أوضح كيف تؤثر درجة الحرارة في اختلاف قيم الضغط الجوي على سطح الأرض.



الشكل (8): نقاط الضغط الجوي في العالم.
انتبا: كيف تؤثر رطوبة الهواء في اختلاف قيم الضغط الجوي؟

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

منطقة الضغط المرتفع القطبية: يتمركز حول منطقة القطبين الشمالي والجنوبي، وفي هذه المنطقة يكون انخفاض درجات الحرارة كبيرًا جدًا؛ 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.



حل سؤال الشكل (8):

تعمل الرطوبة على زيادة كتلة الهواء، فتزداد كثافته، ويزداد ضغطه؛ لأن عمود الهواء الأكثر كثافة أكثر وزنًا.

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

نشاط

نشاط:

أنظمة الضغط الجوي.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف:

تعرف أنظمة الضغط الجوي.

المهارات العلمية:

الملاحظة، التوقع، الاستنتاج، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

● وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (أنظمة الضغط الجوي)

الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

● وزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة.

● اطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الشكل، وتتبع

الأرقام المبعثرة فيه.

● وضح للطلبة كيفية رسم خطوط تساوي الضغط

الجوي في الخريطة؛ بحيث يصل بين الأرقام المتشابهة

بخطوط منحنية مغلقة غير متقاطعة.

● تابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط باستعمال استراتيجية

أكواب إشارة المرور (Traffic Light Cups)، 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 ضمن

شروط الرسم المطلوبة، لذا؛ ساعد الطلبة أثناء رسمهم

لخطوط تساوي الضغط الجوي.

● ناقش الرسومات التي توصل إليها الطلبة، وبيّن لهم

الفرق بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي؛ من حيث

قيم الضغط في كل منهما.

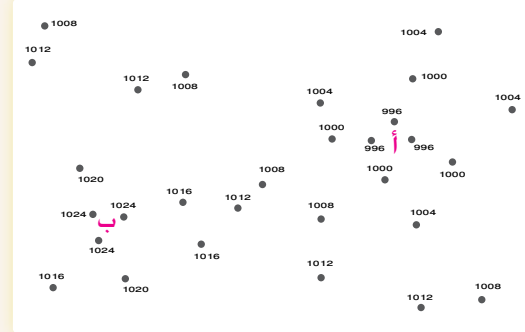
● النتائج المتوقعة: يتوقع من الطلبة أن يرسموا خريطة

منظمة واضحة المعالم، تسهل قراءتها تمثل أنظمة الضغط:

المرتفع الجوي، المرتفع الجوي.

أنظمة الضغط الجوي

تمثل الأرقام المبعثرة الآتية قيمًا مختلفة من الضغط الجوي المصحح إلى مستوى سطح البحر بوحدة المليبار لمنطقتين مختلفتين (أ) و (ب).



خطوات العمل:

- أصل بخطوطٍ منحنية بين الأرقام المتشابهة في قيم الضغط الجوي، وأبدأ من المنطقة (أ) حيث أصل بمنحني مغلقي بين الأرقام (996) أولاً، ثم أصل بمنحني مغلقي آخر بين الأرقام (1000) وهكذا. - أحرص على ألا تتقاطع الخطوط المنحنية التي أرسُمها، وأن تكون متتالية؛ بحيث تكون المنحنيات المغلقة والخطوط المنحنية التي تمثل الأرقام كالاتي: 996 في الوسط، يليها 1000، ثم 1004 وهكذا.

التحليل والاستنتاج:

- 1 - أصف: كيف تتغير قيم الضغط الجوي كلما انتقلت من مركز المنطقة (أ) نحو الخارج؟
- 2 - لاحظ: هل يشابه التغير في قيم الضغط الجوي إذا انتقلنا من مركز المنطقة (ب) نحو الخارج كما في المنطقة (أ)؟
- 3 - أتوقع: إذا علمت أن الرمز (H) باللون الأزرق يشير إلى مركز المرتفع الجوي High pressure، فأين يمكن أن أضعه على الرسم؟
- 4 - أتوقع: بم نرسم إلى المنخفض الجوي Low pressure؟

17

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 الأزرق.

أداة التقويم: سُلّم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معايير الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	يراعي شروط رسم خطوط تساوي الضغط الجوي في الخريطة.				
2	يصف كيف تتغير قيم الضغط الجوي في الخريطة.				
3	يوضح مفهوم المرتفع الجوي.				
4	يوضح مفهوم المنخفض الجوي.				

بناء المفهوم:

أنظمة الضغط الجوي.

• بين للطلبة أن ما رسموه هو خريطة بسيطة لأحد أنظمة الضغط الجوي، وأن هذه الخريطة يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية لوصف حالة الطقس، وأيضاً أن خطوط تساوي 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؛ تقسم أنظمة الضغط الجوي إلى: منخفض جوي، ومرتفع جوي.

• اطرح 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.

- بماذا يرمز 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، وتنحرف إلى الداخل باتجاه مركز المنخفض الجوي، ويحدث عكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة 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 رطوبته مشكلة الغيوم، ومؤدية إلى سقوط الأمطار المتفرقة.

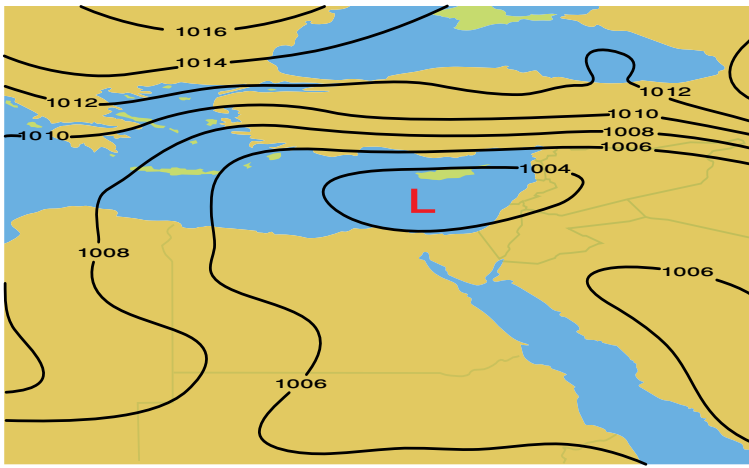
استخدام الصور والأشكال:

قيم الضغط الجوي في المنخفض الجوي.

• وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (9)؛ لتعرف كيفية تغير قيم الضغط الجوي في المنخفض الجوي. اطرح 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.



الشكل (9): منخفض جوي
يتمركز فوق منطقة الشرق الأوسط، تقل فيه قيم الضغط الجوي في المركز عن المناطق المجاورة له.

إن ما رسمته يمثل خريطة سطحية لأنظمة الضغط الجوي، وتسمى الخطوط المنحنية خطوط تساوي الضغط الجوي Isobar، وتعرف خطوط تساوي الضغط الجوي بأنها الخطوط التي تصل بين القيم المتساوية من الضغط الجوي.

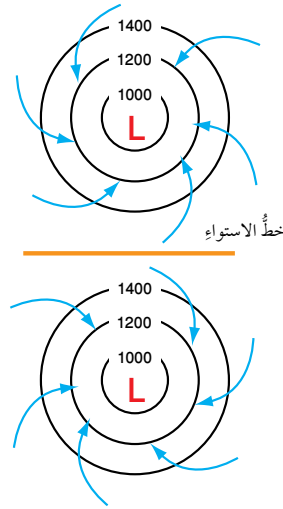
أنواع أنظمة الضغط الجوي

Types of Atmospheric Pressure Systems

تقسم أنظمة الضغط الجوي؛ اعتماداً على قيم الضغط الجوي إلى قسمين، هما: المنخفض الجوي، والمرتفع الجوي.

المنخفض الجوي Low Pressure

يُعرف المنخفض الجوي Low Pressure بأنه المنطقة التي تكون قيم الضغط الجوي في مركزها أقل من قيم الضغط الجوي في المناطق المجاورة لها، ويزداد بالابتعاد نحو الخارج، أنظر الشكل (9). ويرمز إلى المنخفض الجوي على الخريطة السطحية للطقس بحرف (L) بلون أحمر، وتتحرك الرياح حول مركز المنخفض الجوي عكس عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الداخل باتجاه مركز المنخفض الجوي وتجمع فيه، ويحدث عكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة الأرضية؛ إذ تتحرك الرياح مع عقارب الساعة في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الداخل باتجاه مركز المنخفض الجوي وتجمع فيه، أنظر الشكل (10).



الشكل (10): حركة الرياح في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي نحو مركز المنخفض الجوي.

18

- 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 ضغطاً.

استخدام الصور والأشكال:

حركة الرياح في مركز المنخفض الجوي.

• وجه الطلبة إلى الاطلاع على الشكل (10)؛ لتعرف حركة الرياح في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي في المنخفض الجوي.
• اطلب إلى الطلبة وصف حركة الرياح حول مركز المنخفض الجوي في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* التفكير: التأمل والتساؤل.

أخبر الطلبة أن التأمل أحد مهارات التفكير، وأن تعلم مهارات التفكير وتنميتها مهم جداً؛ لأنها تجعل الإنسان ناجحاً في حياته أكاديمياً واجتماعياً، ومهنياً، إضافة إلى أنها تصنع الإنسان المفكر، والإنسان العالم، والباحث عن الحقيقة.

استخدام الصور والأشكال:

قيم الضغط الجوي في المرتفع الجوي.

- وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (11)؛ لتعرف كيفية تغير قيم الضغط الجوي في المرتفع الجوي. ا طرح 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 تأمل الشكل (11) أنه يمكنهم بناء عليه؛ تعريف مفهوم المرتفع الجوي.
- اطلب إلى أحد الطلبة توضيح مفهوم المرتفع الجوي.
- ا طرح الأسئلة الآتية على الطلبة:
- بماذا يرمز إلى المرتفع الجوي على خريطة الطقس؟
- يرمز للمرتفع الجوي على خريطة الطقس بالرمز H باللون الأزرق.

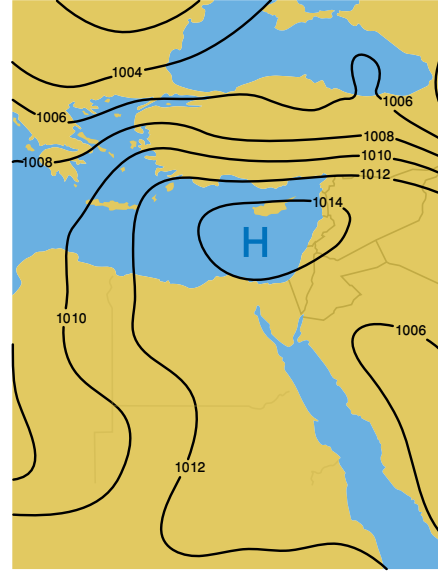
- كيف تتحرك الرياح في المرتفع الجوي؛ اعتمادًا على قيمة الضغط الجوي في مركز ذلك المرتفع؟
- بما أن قيمة الضغط الجوي في مركز المرتفع الجوي أكبر من قيم الضغط الجوي في المناطق المجاورة؛ فإن الرياح ستتحرك من مركز المرتفع الجوي نحو الخارج.
- صف حالة الطقس في المرتفع الجوي؟

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

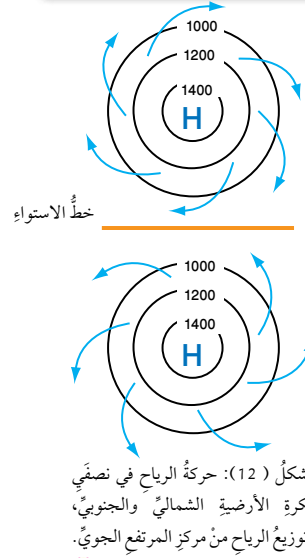
استخدام الصور والأشكال:

حركة الرياح في مركز المرتفع الجوي.

- وجه الطلبة إلى الاطلاع، وتأمل الشكل (12)، ثم ا طرح 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.



الشكل (11): مرتفع جوي يتمركز فوق منطقة الشرق الأوسط تزداد فيه قيم الضغط الجوي في المركز عن المناطق المجاورة له. أصف: كيف تتغير قيم الضغط الجوي؟



الشكل (12): حركة الرياح في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي، وتوزيع الرياح من مركز المرتفع الجوي.

19

يتصف المنخفض الجوي بوجود تيارات هوائية صاعدة إلى الأعلى تعمل على رفع الهواء إلى الأعلى، وتخفيض درجة الحرارة فيه، وزيادة رطوبته مشكّلةً الغيوم ومؤديّةً إلى سقوط الأمطار المتفرقة.

وتتعرض منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط إلى مجموعة من المنخفضات الجوية تنشأ فوق البحر الأبيض المتوسط ويتمركز بعضها فوق جزيرة قبرص، وبعض آخر يتمركز فوق الجزر اليونانية أو جنوب تركيا، ويبدأ نشاطها غالباً في فصل الشتاء.

المرتفع الجوي High Pressure

يُعرف المرتفع الجوي High Pressure بأنه منطقة تكون قيم الضغط الجوي في مركزها أكبر من قيم الضغط الجوي في المناطق المجاورة، ويقل كلما ابتعدنا نحو الخارج، أنظر الشكل (11).

يُرمز إلى المرتفع الجوي على خريطة الطقس بالرمز (H) باللون الأزرق، وتتحرك الرياح حول مركز المرتفع الجوي مع عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وتتحرك إلى الخارج بعيداً عن مركز المرتفع الجوي، وبالعكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة الأرضية؛ إذ تتحرك الرياح عكس عقارب الساعة في النصف الجنوبي للكرة الأرضية وتتحرك إلى الخارج بعيداً عن مركز المرتفع الجوي، أنظر الشكل (12). يتصف المرتفع الجوي بوجود تيارات هوائية هابطة إلى الأسفل تمنع تشكل الغيوم؛ وبذلك تكون السماء في المرتفع الجوي صافية.



حل سؤال الشكل (11):

تقل قيم الضغط الجوي كلما ابتعدنا عن المركز.

نشاط سريع أصف تعليمي.

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



استخدام الصور والأشكال:

أنظمة الضغط الجوي على خرائط الطقس.

- استخدم استراتيجية الطلاقة اللفظية لتعزيز عمليتي المناقشة والتأمل.
- قسم الطلبة إلى مجموعات لدراسة الشكل (13) الذي يبين حركة الرياح بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي في النصف الشمالي للكرة الأرضية.
- امنح أفراد المجموعة الوقت الكافي لتبادل الأدوار؛ للتحديث عن الموضوع المطروح، والاستماع لبعضهم.

✓ **أنتحق:** تتحرك الرياح حول مركز المرتفع الجوي مع عقارب الساعة في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الخارج بعيداً عن مركز المرتفع الجوي.

وبعكس ذلك في النصف الجنوبي للكرة الأرضية؛ إذ تتحرك الرياح عكس عقارب الساعة في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، وتنحرف إلى الخارج بعيداً عن مركز المرتفع الجوي.

استخدام الصور والأشكال:

خريطة طقس.

- اطلب إلى الطلبة تأمل خريطة الطقس في الشكل (14)، ثم اطرح مجموعة من الأسئلة حول الشكل مثل:

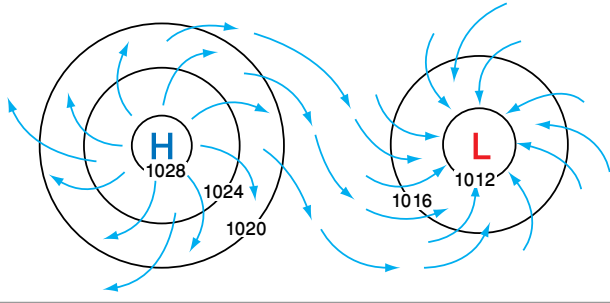
- ما أكبر قيمة للضغط الجوي في الشكل؟ 1020
- ما أقل قيمة للضغط الجوي في الشكل؟ 1010
- أين يتركز المنخفض الجوي؟ فوق البحر الأحمر.

تعزيز:

أنظمة الضغط الجوي.

- اكتب على السبورة مجموعة الأرقام الآتية: (1003، 1009، 1012، 1015، 1018).

- اطلب إلى أحد الطلبة رسم خريطة منخفض جوي باستخدام هذه الأرقام، مراعيًا رمز المنخفض الجوي، ولونه، ومكانه على الخريطة.
- اطلب إلى أحد الطلبة رسم خريطة مرتفع جوي بجانب الرسم السابق باستخدام الأرقام السابقة؛ مراعيًا رمز المرتفع الجوي، ولونه، ومكانه على الخريطة.



أنظمة الضغط الجوي على خرائط الطقس

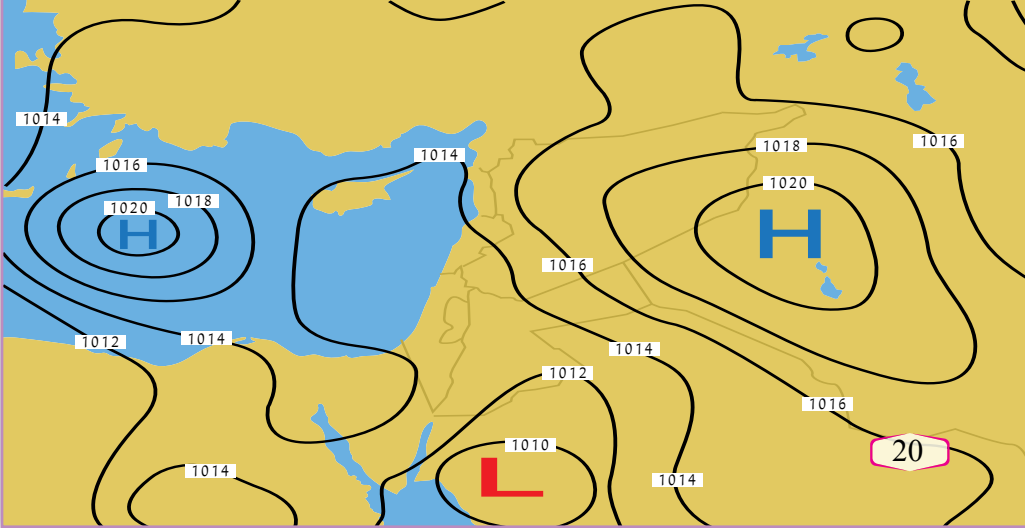
Atmospheric Pressure Systems on the Weather Maps

تظهر المنخفضات والمرتفعات الجوية على خرائط الطقس متجاورة دائماً؛ إذ إنها تكمل بعضها، أنظر الشكل (13)، فالرياح التي تتحرك من منطقة المرتفع الجوي تصل إلى منطقة المنخفض الجوي وترتفع للأعلى في مركز المنخفض الجوي لتعود وتهبط في مركز المرتفع الجوي، أنظر الشكل (14) الذي يوضح خريطة طقس تبين خطوط تساوي الضغط الجوي وأنظمة الضغط الجوي المختلفة.

✓ **أنتحق:** أوضح: كيف تتحرك الرياح في مركز المرتفع الجوي في نصفي الكرة الأرضية؟

الشكل (13): اتجاه حركة الرياح في النصف الشمالي للكرة الأرضية بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي.

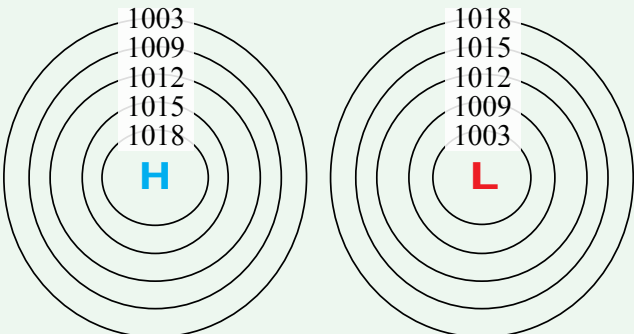
الشكل (14): خريطة طقس لمنطقة جغرافية واسعة توضح خطوط تساوي الضغط الجوي، وأنظمة الضغط الجوي المختلفة، ويظهر فيها منخفض جوي يتركز فوق البحر الأحمر يؤثر على المملكة. أبين: ما عدد المنخفضات والمرتفعات الجوية الظاهرة في خريطة الطقس؟



حل سؤال الشكل (14):

المرتفع الجوي: 2 المنخفض الجوي: 1

- اطلب إلى أحد الطلبة رسم اتجاه الرياح بين المنخفض الجوي والمرتفع الجوي؛ على افتراض أن الرسم في النصف الشمالي للكرة الأرضية.



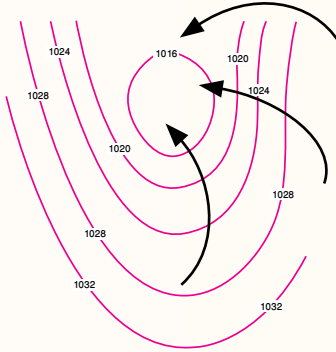
الحرارة؛ إذا كان مصدر الكتلة الهوائية المرافقة له دافئاً، مثل المنخفضات الجوية الخاسينية التي تؤثر على الأردن، و تعمل على رفع درجات الحرارة، ويمكن للمرتفع الجوي أن يصاحبه انخفاض في درجات الحرارة؛ إذا كان مصدر الكتلة الهوائية المرافقة له بارداً (مثل المرتفع الجوي السيبيري شتاءً) الذي تنخفض درجات الحرارة فيه بشكل كبير.

التقويم

3

مراجعة الدرس

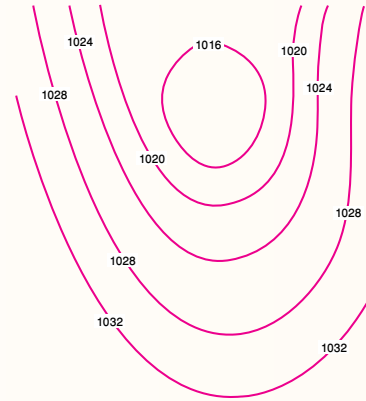
- 1 عندما تتعرض المملكة لمرتفع جوي عدة أيام تتشكل تيارات هوائية هابطة؛ تعمل على رفع درجات الحرارة، وتمنع تشكل الغيوم؛ فتكون السماء صافية.
- 2 أ. خطوط تساوي الضغط الجوي.
ب. منخفض جوي.
ج. حرف L باللون الأحمر.
د. سيرسم الطالب أسهماً تدل على اتجاه الرياح، التي تكون بعكس عقارب الساعة من الخارج نحو الداخل.



افكر من الأخطاء الشائعة التي يقع فيها بعض الناس أحياناً: ربطهم ارتفاع درجة الحرارة بالمرتفع الجوي، وانخفاض درجة الحرارة بالمنخفض الجوي. أبحث في مصادر المعرفة المتوفرة لدي: كيف يؤدي المرتفع الجوي إلى خفض درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر عليها؟ وكيف يؤدي المنخفض الجوي إلى رفع درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر عليها.

مراجعة الدرس

1. أبين: ما حالة الطقس المتوقعة في المنطقة التي ستأثر بمرتفع جوي لعدة أيام؟
2. أدرس الشكل الآتي الذي يمثل أحد أنظمة الضغط الجوي في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- أ - أذكر: ماذا تسمى الخطوط المنحنية في الشكل؟
- ب - أوضح ما نظام الضغط الجوي الذي يمثله الشكل.
- ج - أعبّر عن النظام الجوي السائد برمز أضعه في منتصف الشكل.
- د - أرسم اتجاه الرياح على الشكل.

21

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 تتضمنها المهارات الحياتية، وهي المهارات الشخصية والاجتماعية التي تلزمهم للتعامل بثقة وكفاءة مع أنفسهم، ومع الآخرين.

افكر اطلب إلى الطلبة قراءة بند (أفكر)، ثم استخدم استراتيجية اثن ومرر Fold and Pass، وزّع الطلبة إلى مجموعات ومرّر ورقة على المجموعات بعد ثنيها، اطلب إلى أفراد المجموعة أن يتناقشوا في الإجابة، وكتابة مجموعة الحلول المقترحة التي توصلوا إليها في الورقة؛ بحيث تمرر المجموعة الورقة للمجموعة الأخرى بعد ثنيها. وتستمر العملية حتى تصدر لهم إشارة بالتوقف، ثم يقرأ أحد أفراد المجموعة ما كُتب في الورقة بصوت عالٍ. وبهذا يمكنك جمع معلومات عن إجابات الطلبة، ويمكن للطلبة المشاركة بحرية أكبر، وتقديم التغذية الراجعة، وتقويم الآخرين عندما يقرؤون إجابات غيرهم. اطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة المتوفرة، ومنها شبكة الانترنت كيف يؤدي المرتفع الجوي إلى خفض درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر عليها؟ وكيف يؤدي المنخفض الجوي إلى رفع درجة حرارة منطقة ما عندما يؤثر عليها للتأكد من صحة ما توصلوا إليه. يجب أن يتوصل الطلبة إلى الإجابة الآتية:

من الأخطاء الشائعة التي يقع فيها كثيرون: أن المنخفض الجوي يعني انخفاضاً في درجات الحرارة والمرتفع الجوي يعني ارتفاعاً في درجات الحرارة، إلا أن (المنخفض الجوي) و(المرتفع الجوي) مصطلحات متعلقة بقيم الضغط الجوي، فيمكن لمنخفض جوي أن يصاحبه ارتفاع في درجات

Weather Balloons الطقس

الجيولوجيا والصناعة

الهدف:

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

الإجراءات والتوجيهات:

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

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج



والمواد الدراسية

* المهارات الحياتية: الاتصال، والحوار.

أخبر 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؛ لتعرف 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.

بالونات الطقس

Weather balloons

الإثراء والتوسع

تُعرف بالونات الأرصاد الجوية بالونات الطقس، وهي بالونات تقيس الأحوال الجوية في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، تُصنع من مواد جلدية ذات درجة مرونة عالية؛ لتساعد على تمدده أثناء الارتفاع من سطح الأرض إلى ارتفاعات شاهقة في الغلاف الجوي، تُعبأ هذه البالونات بغاز الهيدروجين أو الهيليوم لتمدّد حجمه تدريجياً ليصل إلى نحو 100 ضعف حجمه الأصلي؛ ما يساعده على الوصول إلى ارتفاعات كبيرة شاهقة. ويحمل بالون الأرصاد الجوية جهازاً يُسمى المسبار اللاسلكي، وهو جهاز يثبت المعلومات الجوية إلى المحطات الأرضية بواسطة جهاز إرسال لاسلكي، من مثل درجة الحرارة، والضغط الجوي، ورطوبة الجو على ارتفاعات مختلفة. أما اتجاه الرياح وسرعته فيمكن تحديدهما على الأرض عن طريق تتبع حركة البالون بواسطة جهاز تحديد الاتجاه. وينفجر البالون عندما يصل إلى ارتفاع حوالي 27.000m، حينئذٍ تفتح مظلة الهبوط (الباراشوت) المتصلة بالمسبار اللاسلكي، فتعيده إلى الأرض.

تُطلق بالونات الطقس من جهات محددة حكومية أو عسكرية، حيث يجري إطلاق ما يقارب 1800 بالون من 900 منطقة مختلفة حول العالم بتوقيت موحد، التوقيت الموحد يُمكن خبراء الطقس من إدخال هذه البيانات إلى نماذج التنبؤات العددية التي من شأنها رفع مقدار دقة هذه التوقعات الصادرة عن هذه النماذج. وفي الوطن العربي يوجد كثير من محطات الرصد التي تُستخدم بالونات الأرصاد الجوية، أما في وطننا الأردن فدائرة الأرصاد الجوية هي المسؤولة عن إطلاق هذا البالون بشكل يومي؛ حيث تمتلك الدائرة محطة خاصة لهذه الغاية تقع في منطقة المفرق، وتطلق هذا البالون يومياً عند الساعة 00:00 بتوقيت غرينيتش. وهناك نوع آخر من بالونات الأرصاد الجوية يسمى البالون ثابت المستوى، وهو يحلّق على ارتفاع معين يعتمد على حجم البالون، ويظل الغاز بداخله عند ضغط ثابت تقريباً. ويحدد حجم البالون الارتفاع الذي يحلّق عليه. ويمكن للبالونات ثابتة المستوى أن تظل في الهواء شهراً كثيرة، وهي تزودنا بقياسات طويلة الأجل للأحوال الجوية على ارتفاع معين. وتثبت البالونات البيانات إلى الأقمار الصناعية التي توصلها بدورها إلى المحطات الأرضية.

الكتابة في الجيولوجيا

أبحث في مصادر المعرفة المتوفرة لدي عن وسائل أخرى يستخدمها متنبؤ الأرصاد الجوية؛ لتعرف حالة الطقس، ثم أكتب مقالة حول ذلك.

22

الكتابة في الجيولوجيا

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

السؤال السادس:

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

السؤال السابع:

عندما تتحرك كتلة هوائية باردة نحو كتلة هوائية دافئة فإن الكتلة الهوائية الدافئة ترتفع إلى الأعلى؛ لأنها أقل كثافة.

السؤال الثامن:

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

ب. لأن المنخفض الجوي يتميز بوجود 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؛ اعتماداً على رطوبة الكتلة الهوائية الدافئة فيها: فإذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة رطبة تتكون الغيوم الطبقة المتوسطة، وتساقط الأمطار والثلوج الخفيفة على طول الجبهة، أما إذا كانت الكتلة الهوائية الدافئة جافة فتتكون الغيوم الريشية في السماء.

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

السؤال الأول:

أما الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

أ - كمية ضخمة من الهواء المتجانس في خصائصه من حيث درجات الحرارة والرطوبة.

ب-: الخطوط التي تصل بين القيم المتساوية من الضغط الجوي، التي تتصف بأنها لا تتقاطع.

ج-: منطقة يكون الضغط الجوي في مركزها منخفضاً، ويزداد بالابتعاد نحو الخارج.

السؤال الثاني:

أنتبه: لماذا تتكون بعض الغيوم من قطرات ماء، وبعضها من بلورات ثلجية؟

السؤال الثالث:

أحدد خصائص الكتلة الهوائية التي يُرمز إليها بالرمز (cP)؟

السؤال الرابع:

أحدد نوع الغيوم المتكونة عند انتقال كتلة هوائية دافئة نحو كتلة هوائية باردة.

السؤال الخامس:

أرسم كيف تتشكل جبهة هوائية دافئة، مبيناً العناصر الآتية: الكتلة الهوائية، واتجاه كل منها نحو الأخرى، ورمز الجبهة الهوائية، وحالة الطقس المصاحبة لها.

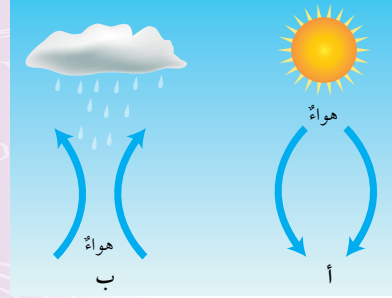
السؤال السادس: أبين نوع الكتلة الهوائية التي تتميز بهواء دافئ ورطب.

السؤال السابع:

أصف ماذا سيحدث عندما تتجه كتلة هوائية باردة نحو كتلة هوائية دافئة.

السؤال الثامن:

أدرس الشكل الآتي؛ لأجيب عن الأسئلة التي تلي:



أ - أصف حركة الهواء في الشكل (أ).

ب- أبين سبب ارتفاع الهواء في الشكل (ب) إلى الأعلى.

ج- أبين نظام الضغط الجوي في كل من: الشكل (أ) والشكل (ب)؛ اعتماداً على حالة الطقس في كل منهما.

السؤال التاسع:

أقارن بين الجبهة الهوائية الدافئة والجبهة الهوائية الباردة من حيث حالة الطقس المتوقعة.

السؤال الثالث:

تتميز الكتلة الهوائية cP بأنها كتلة هوائية جافة وباردة.

السؤال الرابع:

تتكون غيوم طبقة متوسطة.

السؤال الخامس:

يمكن الاستعانة بالشكل الموجود في الكتاب.



السؤال الأول:

أ. الكتلة الهوائية.

ب. خطوط تساوي الضغط الجوي.

ج. خطوط تساوي الضغط 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 العاشر:

1. ب
2. ج
3. ب
4. أ
5. د

السؤال الحادي عشر:

(أ)

- أ - منخفض جوي.
- ب - مرتفع جوي.
- ج - منخفض جوي.

(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) 1012.

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

السؤال العاشر:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. تتصف الكتلة الهوائية المتكونة فوق الصحراء الكبرى بأنها:
أ - جافة وباردة. ب - جافة وحارة.
ج - رطبة وباردة. د - رطبة وحارة.

2. يشير الرمز (cP) إلى كتلة هوائية:

- أ - مدارية قارية. ب - مدارية بحرية.
- ج - قطبية قارية. د - قطبية بحرية.

3. أي من الكتل الهوائية الآتية تتسبب في انخفاض درجة الحرارة وتساقط الثلوج في المناطق التي تمكث فوقها:

- أ - كتلة هوائية قطبية قارية.
- ب - كتلة هوائية قطبية بحرية.
- ج - كتلة هوائية مدارية قارية.
- د - كتلة هوائية مدارية بحرية.

4. تعتمد خصائص الجبهات الهوائية، وأنواعها، وطريقة تأثيرها في حالة الطقس على:

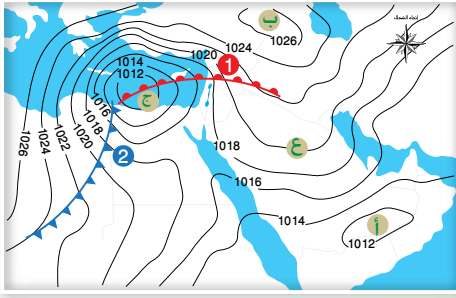
- أ - نوع الكتل الهوائية واتجاه حركتها.
- ب - نوع الكتل الهوائية فقط.
- ج - اتجاه حركة الكتل الهوائية فقط.
- د - المنطقة التي تمكث فوقها الكتل الهوائية.

5. يكون المنخفض الجوي مصحوبًا بـ:

- أ - تيارات هوائية هابطة.
- ب - ارتفاع في درجة الحرارة.
- ج - سماء تخلو من الغيوم.
- د - تيارات هوائية صاعدة.

السؤال الحادي عشر:

أدرس الشكل الآتي الذي يمثل مجموعة من أنظمة الضغط الجوي فوق منطقة الشرق الأوسط، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ - أعبّر بالرموز عن نظام الضغط الجوي السائد

في كل من المناطق (أ، ب، ج).

ب - أحدد نوع الجبهة الهوائية المشار إليها بالرقم (1).

ج - أصف حالة الطقس المتوقعة في المنطقة المشار إليها بالرقم (2).

د - أحدد قيمة الضغط الجوي عند النقطة (ع).

هـ - أرسّم اتجاه الرياح لنظام الضغط الجوي (ج).

التجربة الاستهلاكية: توزيع المحيطات على سطح الأرض.

الدرس	التتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: خصائص مياه المحيطات.	<ul style="list-style-type: none"> • يبين بعض صفات مياه المحيطات. • يرسم مقطعاً رأسياً لتغير درجة الحرارة في مياه المحيط؛ موضحاً على الرسم الكتل المائية، وبعض خصائصها الطبيعية. 	<ul style="list-style-type: none"> • نشاط: تغير درجة حرارة المحيط مع العمق. 	2
الثاني: أمواج المحيط.	<ul style="list-style-type: none"> • يذكر أنواع الأمواج البحرية. • يشرح تشكل الأمواج البحرية. • يقارن بين الأمواج البحرية؛ بحسب أسباب حدوثها. 	<ul style="list-style-type: none"> • تجربة 1: حركة الأمواج. 	2
الثالث: تيارات المحيط والمناخ.	<ul style="list-style-type: none"> • يدرس أنواع التيارات البحرية وأسباب حدوثها. • يربط بين أنواع التيارات البحرية وحالة الطقس. • يبين تأثير المحيطات على مناخ الأرض. 	<ul style="list-style-type: none"> • تجربة 2: تيارات الكثافة. 	2

الصف	التتاجات اللاحقة	الصف	التتاجات السابقة
الأول الثانوي	<ul style="list-style-type: none"> • يعطي أمثلة على تأثير الغازات الناتجة عن الحرق المضرّة بالإنسان والمناخ ومياه المحيطات. • يتعرف الأرض البدائية وتكون المحيطات والقارات. • يبين البداية التقريبية لتكون المحيطات والقارات. 	الثالث	<ul style="list-style-type: none"> • يستكشف مظاهر الأرض الرئيسة: محيطات وقارات وجبالاً.
الثاني الثانوي	<ul style="list-style-type: none"> • يناقش توسع قاع المحيطات بديلاً عن انزياح القارات. 	الرابع	<ul style="list-style-type: none"> • يتعرف أن المياه في الأرض عذبة أو مالحة. • يعدد أشكال المياه السطحية. • يفسر علاقة مياه الأمطار بالمياه السطحية.
		السادس	<ul style="list-style-type: none"> • يصنف الموجات إلى موجات طولية، وموجات مستعرضة بإجراء تجارب بسيطة. • يُفسّر كيف تغيّر العمليات الجيولوجية الخارجية سطح الأرض. • يقارن خصائص الموجات بطاقة الموجات الزلزالية، والضوئية، والصوت.

المحيطات:

● وجه الطلبة إلى تأمل الصورة في مقدمة الوحدة، وإجابة السؤال الآتي في بند (أتأمل الصورة):

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

● استمع إلى إجابات الطلبة، وناقشهم 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.

● اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

- ما خصائص مياه المحيطات؟

● ناقش الطلبة في خصائص مياه المحيطات؛ لتتوصل معهم إلى أن المحيطات تتميز بالملوحة لوجود الأيونات الذائبة فيها، وأنهم سوف يتعرفون خصائص مياه المحيطات في هذه الوحدة.

المناقشة:

بحر لحي:

● اطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة في بداية الوحدة، وناقشهم 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 اسأل:

- ما خصائص المحيطات التي يمكن استنتاجها من الآية الكريمة؟

أولاً: أنه بحر لحي أي واسع كبير وعميق.

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

المحيطات

Oceans

قال تعالى: ﴿أَوْ كَظُلُمَاتٍ فِي بَحْرٍ لُّجِّيٍّ يَغْشَاهُ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ سَحَابٌ طُمُتْ بِعَصَاهُ فَوْقَ بَعْضٍ إِذَا أَخْرَجَ يَدَهُ لَمْ يَكْذِبْهَا وَمِنْ لَّدُنِّيَّجَعِلُ اللَّهُ لَهُ نُورًا فَمَالَهُ مِنْ نُورٍ﴾

(سورة النور، الآية: 40).

أتأمل الصورة

تغطي المحيطات مناطق واسعة من سطح الأرض، فما أهمية المحيطات؟ وما خصائص مياهها؟

إهداء للمعلم

نشأة المحيطات:

وضع العلماء كثيراً من النظريات المتعلقة بنشأة الأرض، ومنها نشأة المحيطات، ومن هذه النظريات الانجراف القاري لفغنر، 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.

الفكرة العامة:

المحيطات.

- اعرض أمام الطلبة خريطة للعالم، أو استخدم نموذج الكرة الأرضية، ثم اسألهم 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 نسبيًا.

- هل هناك تأثير للمحيطات في مناخات الأرض؟ نعم.
- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها، وأخبرهم أنهم سوف يتعرفون كثيرًا من خصائص المحيط وكيفية تأثير المحيطات في المناخ في هذه الوحدة.

مشروع الوحدة

الحزام الناقل العالمي في المحيطات:

قسم الطلبة إلى مجموعات، ووجههم إلى عمل نموذج يمثل حركة تيار الحزام الناقل العالمي في المحيطات مستخدمين فيها منحى STEAM في التدريس، وذلك بربط العلوم بالفن والهندسة والرياضيات. اطلب إليهم عمل النموذج متبعين 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 بدلاً 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 دائرة 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 اطلب إلى كل مجموعة عرض نموذجها وتوضيح حركة تيارات الكثافة.

الفكرة العامة:

معرفة خصائص مياه المحيطات تساعدنا على فهم تأثير المحيطات على المناخ، والبيئة المحيطة بها.

الدرس الأول: خصائص مياه المحيطات.

الفكرة الرئيسة: تختلف مياه المحيطات في خصائصها التي منها: درجة الحرارة، والملوحة، والكثافة.

الدرس الثاني: أمواج المحيط.

الفكرة الرئيسة: تنشأ معظم الأمواج البحرية بفعل الرياح، وتختلف خصائصها؛ اعتمادًا على قوة الرياح ومدّة تأثيرها.

الدرس الثالث: تيارات المحيط والمناخ.

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

26

طريقة أخرى للتدريس

المحيطات

استخدم جدول التعلم (What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned)

في التمهيد لوحدة المحيطات ولمعرفة الخبرات السابقة. وزع جدول التعلم على الطلبة في مجموعات واطلب إليهم كتابة ما يعرفون عن المحيطات، وعلاقتها بالمناخات على سطح الأرض في العمود الأول من جدول التعلم. ثم اطلب إليهم كتابة ما يرغبون في معرفته حول المحيطات في العمود الثاني. استعرض معهم خبراتهم السابقة وناقشهم فيها. استلم منهم جداول التعلم على أن توزعها عليهم في نهاية تدريس الوحدة؛ ليكملوا تعبئة العمود الثالث بشكل فردي، ويمكن استخدامه أيضًا بصفته تقويًا لما تعلموه.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* القضايا ذات العلاقة بالعمل: إدارة المشاريع.

وضّح 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.

زمن التنفيذ: 25 دقيقة

الهدف: تحديد نسبة مساحة المحيطات واليابسة على سطح الأرض.

المهارات العلمية: الملاحظة، الاستنتاج، القياس.

الإجراءات والتوجيهات:

• وزّع الطلبة إلى مجموعات، ووجههم إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة، واستخدام الخريطة الصماء للعالم الموجودة في صفحة 15 في نهاية التجربة.

• تابع الطلبة في أثناء تقسيم خريطة العالم إلى مربعات متساوية، وتأكد من أنهم يرسمونها بدقة وبالشكل الصحيح.

• راجع الطلبة في مفهوم النسبة وكيفية حسابها؛ وضح لهم أن نسبة مساحة اليابسة تمثل مجموع المربعات التي تمثل مساحة اليابسة مقسومة على مجموع المربعات الكلي، وبالكيفية نفسها يجري قياس نسبة مساحة المحيطات.

النتائج المتوقعة:

سيحصل الطلبة إلى أن نسبة مساحة اليابسة تساوي تقريباً 29% ونسبة مساحة البحار والمحيطات تساوي تقريباً 71%، وسوف يحسب الطلبة مساحة اليابسة والمساحات 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 km² =

المطلوب: مساحة كل من اليابسة والبحار والمحيطات

مساحة اليابسة = مساحة الكرة الأرضية × نسبة اليابسة

$$0.29 \times 510.072.000 =$$

$$147920880 \text{ km}^2 =$$

توزيع المحيطات على سطح الأرض

يتكون سطح الأرض من مجموعة من القارات تحيط بها المسطحات المائية المختلفة من بحار ومحيطات، وقد أظهرت صور الأقمار الصناعية أو المركبات الفضائية المحيطات وهي تغطي مساحات واسعة من الأرض. فما نسبة مساحة المحيطات على سطح الأرض؟

المواد والأدوات:

خريطة صماء للعالم، مسطرة، قلم.

خطوات العمل:

1 أقسم باستخدام المسطرة والقلم خريطة العالم الصماء إلى مربعات متساوية، وأحسب عددها، وأسجله في جدول.

2 أعد المربعات التي تحتوي القارات بشكل كامل، وأسجل عددها في الجدول.

3 أعد المربعات التي تحتوي جزءاً من القارة - آخذاً بالحسبان تقريب المساحات؛ بحيث تمثل مربعات كاملة، وأسجل عددها في الجدول.

4 أجمع المربعات التي حصلت عليها في الخطوتين السابقتين.

5 أكرر الخطوات 2، 3، 4، للمناطق المغطاة بالبحار والمحيطات.

التحليل والاستنتاج:

1 - أحسب نسبة مساحة اليابسة على سطح الأرض.

2 - أحسب نسبة مساحة المحيطات والبحار على سطح الأرض.

3 - ألاحظ: أي جزأي سطح الأرض مساحة البحار والمحيطات فيه أكبر: الشمالي أم الجنوبي؟

4 - أحدد: إذا علمت أن مساحة الكرة الأرضية تساوي 510.072.000 km²؛ فما المساحة التقريبية لكل من: اليابسة والمساحات المائية؟

مساحة البحار والمحيطات = مساحة الكرة الأرضية × نسبة البحار والمحيطات

$$0.71 \times 510.072.000 =$$

$$362151120 \text{ Km}^2 =$$

أداة التقويم: سُلم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معايير الأداء	التقدير
		4 3 2 1
1	يقسم باستخدام المسطرة خريطة العالم إلى مربعات متساوية.	
2	يحسب نسبة اليابسة والمساحات المائية على الأرض بشكل صحيح.	
3	يتعاون مع زملائه في أثناء تنفيذ التجربة.	
4	يجد مساحة اليابسة والبحار والمحيطات بدقة.	

توزع المحيطات على سطح الأرض

Oceans Distribution on the Earth's Surface

تُشكل المحيطات حوالي 71% من مساحة سطح الأرض، ويوجد معظمها في الجزء الجنوبي من سطح الأرض، وترتبط المحيطات ببعضها مشكلةً جسمًا واحدًا يحيط بالقارات، ويوضح الشكل (1) المحيطات الرئيسية على سطح الأرض، وهي: المحيط الهادي، والمحيط الأطلسي، والمحيط الهندي. ويعدّ المحيط الهادي أكبر المحيطات مساحةً؛ حيث تساوي مساحته وحده تقريبًا نصف مساحة المحيطات جميعها. ثمّ المحيط الأطلسي فالمحيط الهندي. ويوجد أيضًا محيطان أحدهما بالقرب من القطب الجنوبي يسمى المحيط المتجمد الجنوبي، والآخر بالقرب من القطب الشمالي يُسمى المحيط المتجمد الشمالي، وهو أصغر المحيطات مساحةً.

مكونات مياه المحيطات Compositions of Oceans Water

تتكون مياه المحيطات من موادّ ذائبة وموادّ غير ذائبة، تشتمل الموادّ الذائبة على أيونات العناصر المكونة للأملاح، وبخاصّة عناصر الكلور والصوديوم والمغنيسيوم، وعلى غازات ومنها الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون، وعلى موادّ عضوية مثل بعض الأحماض الأمينية. أما الموادّ غير الذائبة فتشتمل الموادّ الصلبة، وتختلف كميات هذه الموادّ من منطقة إلى أخرى في المحيطات؛ اعتمادًا على: الحركة الرأسية للمياه، وحركة الأمواج، ونشاط الكائنات الحية.



الشكل (1):
توزع المحيطات الرئيسية
على سطح الأرض.

28

- هل خصائص مياه المحيطات متشابهة؟

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

✓ **أتحقّق:** 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 تشكلت 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.

خصائص مياه المحيطات Properties of Oceans Water

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

خصائص مياه المحيط:

• اطلب إلى الطلبة كتابة قائمة بأشياء يعرفونها عن المحيطات، ثم لخص 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. ستجد أن 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:

• استخدم نموذج الكرة الأرضية أو فلماً يمثل توزيع المحيطات على سطح الأرض أو الشكل (1) من الكتاب، ثم اطرح 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؟
تؤثر 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:

توزيع المحيطات:

• وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أسألهم:

- ما المحيطات الرئيسية على سطح الأرض؟

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

- ما علاقتها بالقارات؟

تحيط المحيطات بالقارات.

- ما أكبر المحيطات مساحةً؟

المحيط الهادي.

تعزيز:

حساب الملوحة:

• اشرح على الطلبة السؤال الآتي:

- إذا جرى تبخير 10 kg من مياه المحيطات، فكم غراماً من الملح سوف يتبقى؟ ناقش الطلب في كيفية حل السؤال، والفت انتباههم إلى أن 10 kg تساوي 10000 g، وأن نسبة الملوحة في المحيطات تساوي 35%.

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

ثم اشرح السؤال التالي:

- كم نسبة كلوريد الصوديوم التي يمكن أن تنتج من عينة ماء المحيط نفسها؟ اطلب إليهم استخدام الجدول (1).

بها أن نسبة كلوريد الصوديوم تساوي 2.6 فإن

كمية كلوريد الصوديوم تساوي:

$$10000 \times \frac{2.6}{1000} = 260 \text{ g}$$

أكد 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.

• اشرح على الطلبة السؤال الآتي:

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

• استمع إلى إجاباتهم، ثم ناقشهم فيها للتوصل إلى أن: مياه المحيطات مياه مالحة، بينما المياه العذبة الصالحة للشرب التي يمكن استخدامها فتوجد 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.

Properties of Oceans water خصائص مياه المحيطات

تتصف مياه المحيطات بعدد من الخصائص، بعضها خصائص كيميائية، مثل: الملوحة وبعضها خصائص فيزيائية، مثل: درجة الحرارة والكثافة.

الملوحة Salinity

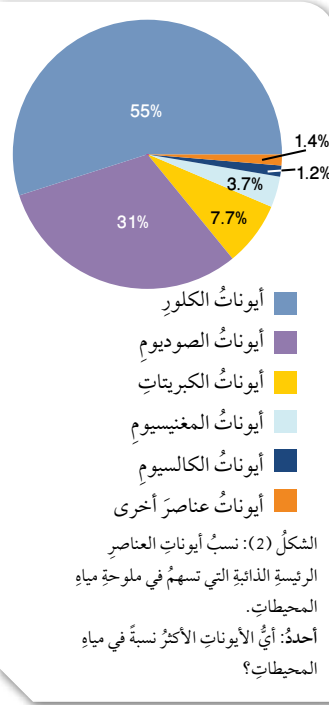
تُعرف الملوحة Salinity بأنها مجموع كميات المواد الصلبة الذائبة في الماء، ويُعبّر علماء المحيطات عن الملوحة بأنها النسبة بين كتلة المواد الذائبة مقيسة بالغرام إلى كتلة 1 كيلوغرام من الماء، وتقاس بوحدة (g/kg)، وقد يعبر عنها بوحدة قياس مختلفة منها جزء من الألف (‰) أو نسبة مئوية (%). ويساوي متوسط الملوحة لمياه المحيط 35‰ أو 3.5%، ويوضح الشكل (2) نسب أيونات العناصر الرئيسة الذائبة في 1Kg من مياه المحيطات التي تسهم في الملوحة. نلاحظ أن أكثر أيونات العناصر وفرة في مياه المحيطات هي أيونات الكلور، ومن ثم أيونات الصوديوم، وهذا يفسر سبب وفرة أملاح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في مياه المحيطات. ويوضح الجدول (1) نسب الأملاح في مياه المحيطات.*

مصادر أملاح مياه المحيطات Sources of Oceans Salts

ما المصادر الأساسية للأملاح الذائبة في المحيطات؟ يوجد مصدران أساسيان للمواد الذائبة في مياه المحيطات، أحدهما البراكين الموجودة تحت الماء، حيث تنبعث من البراكين مواد محددة وخاصة ثاني أكسيد الكبريت وغاز الكلور اللذين يذوبان في المياه مكونين أيونات الكبريتات وأيونات الكلور. أما المصدر الآخر فهو التجوية الكيميائية لمعادن صخور القشرة الأرضية، ومنها معدن الفلسبار حيث تصل معظم الأيونات الذائبة في مياه المحيط، ومنها: الصوديوم والكالسيوم إلى المحيط بواسطة مياه الأنهار والجدول.

العمليات المؤثرة في الملوحة Processing Affecting Salinity

على الرغم من أن متوسط ملوحة مياه المحيطات يساوي، 35‰، إلا أن الملوحة الفعلية تتغير من مكان إلى آخر، وتتراوح الملوحة السطحية في مياه المحيطات عادة ما بين 33‰ إلى 38‰.



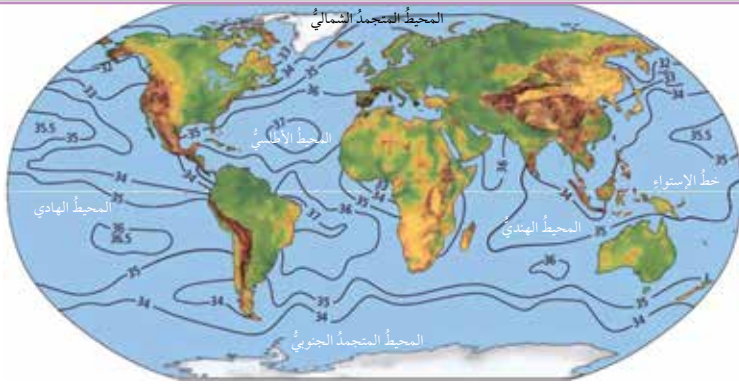
الجدول (1): نسب الأملاح في مياه المحيطات.

الملح	النسبة المئوية (%)
كلوريد الصوديوم	2.6
كلوريد المغنيسيوم	0.3
كبريتات المغنيسيوم	0.2
كبريتات الكالسيوم	0.1
كلوريد البوتاسيوم	0.1
بروميث البوتاسيوم	0.01
عناصر أخرى	0.01

* للاطلاع فقط

نشاط سريع مصادر أملاح المحيط:

• وضح للطلبة في البداية أن أيونات الأملاح والتربة تنتج بسبب التجوية الكيميائية والفيزيائية للصخور، وأنها في هذا النشاط سوف نعمل نمذجة لكيفية دخول أيونات الأملاح إلى المحيط. اطلب إلى الطلبة في مجموعات ثنائية عمل مخلوط مكون من التربة والملح بالتساوي. ثم اطلب إليهم إحضار كأس ورقية وعمل خمسة ثقوب في قاعها، ووضع ورقة ترشيح فيها، ثم وضع ملعقتين من المخلوط فوق ورقة الترشيح. اطلب إلى الطلبة حمل الكأس وجعلها على ارتفاع 2cm 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 اطلب إليهم وضع قطعة الكرتون في الشمس حتى تجف. وسوف يجد الطلبة أملاحاً جافة متبقية على قطعة الكرتون. اطلب إليهم تفسير النتائج التي توصلوا إليها.



وتؤثر في الملوحة عمليات مختلفة، منها: الهطل والتبخّر وانصهار الجليد وتشكله. ففي عملية الهطل تضاف كميات كبيرة من المياه العذبة إلى مياه المحيطات؛ مما يؤدي إلى تقليل الملوحة. كما يحدث في المناطق الاستوائية؛ حيث نجد أن درجة الملوحة هناك أقل من المعدل وتساوي تقريباً 34.34٪، أنظر الشكل (3) الذي يمثل توزيع نسب الملوحة في العالم. وتقل الملوحة أيضاً في فصل الصيف في المناطق القطبية؛ بسبب انصهار الجليد.

وتزداد الملوحة بسبب عملية التبخر كما في المناطق شبه المدارية التي يتجاوز فيها معدل التبخر معدل الهطل، حيث تصل الملوحة في الطبقات السطحية للمحيط هناك حوالي 37.37٪، كذلك تزداد الملوحة بسبب تشكل الجليد في الشتاء في المناطق القطبية؛ فعندما تتجمد مياه المحيط السطحية تبقى الأملاح، وتزداد ملوحة المياه المتبقية.

درجة حرارة مياه المحيطات Oceans Water Temperature

تختلف درجة حرارة مياه المحيطات اعتماداً على موقعها بالنسبة إلى خطوط العرض، وتتراوح درجات حرارة سطح المحيط من 2°C في المناطق القطبية إلى حوالي 30°C في المناطق الاستوائية، ويبلغ متوسط درجة حرارة مياه المحيط حوالي 15°C . ويؤثر العمق في درجة حرارة مياه المحيط فتقل درجة حرارة المياه مع العمق، ولهذا فإن المياه في أعماق المحيطات دائماً باردة حتى في المناطق الاستوائية. وتختلف درجة حرارة المياه أيضاً بحسب الوقت الذي قيس فيه من السنة. ويمكن تعرف كيف تتوزع درجات الحرارة مع العمق في المحيطات بتنفيذ النشاط الآتي:

الشكل (3): خطوط تساوي الملوحة التي تصل بين المناطق المتساوية في ملوحتها. إذ تختلف قيم الملوحة من مكان إلى آخر؛ اعتماداً على عمليات متنوعة منها التبخر.

✓ **أنتحق:** أعدد العمليات التي تؤثر في ملوحة المياه.

أعمل فلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح كيف تؤثر العوامل الآتية: الهطل والتبخّر وانصهار الجليد وتشكله في ملوحة البحار والمحيطات، وأحرص على أن يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشاركه معلمي وزملائي في الصف.

30

استخدام الصور والأشكال:

توزيع الملوحة في المحيطات:

- وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم اسألهم: ما أعلى قيمة ملوحة في مياه المحيطات؟ وما أقل قيمة؟ أعلى قيمة هي 37% وأقل قيمة تقريباً 32%.
- ما المناطق التي تمثل أعلى قيم للملوحة في المحيطات؟ المناطق شبه المدارية.

- ما المناطق التي تمثل أقل قيم للملوحة؟ عند خط الاستواء، وقريباً من الأقطاب.
- فسر: لماذا تنخفض قيم الملوحة عن 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:

- اعرض خريطة العالم، أو استخدم الشكل (3)، واطرح على الطلبة الأسئلة الآتية: أين سُجّلت 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 سُجّلت أدنى درجات حرارة؟ عند الأقطاب.

- هل تخترق أشعة الشمس المياه إلى الأعماق؟ لا.

- ناقشهم في درجات حرارة المياه في أعماق المحيطات جميعها لتتوصل 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.

✓ **أنتحق:** 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، وتشكل الجليد في فصل الشتاء في المناطق القطبية.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* بناء الشخصية: المشاركة.

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

التدريس المدمج: ملوحة مياه المحيط

- قسم الطلبة في مجموعات، ووضح لهم المطلوب من النشاط، وبيّن للطلبة أن عليهم الحصول على صور تتعلق بالملوحة أو مقاطع يوتيوب، وتصميم فلم منها يوضح تأثير بعض العوامل في الملوحة، وبعد الانتهاء من صنع الفلم اطلب إليهم عرضه أمام زملائهم.
- تأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

نشاط:

تغير درجة حرارة المحيط مع العمق

زمن التنفيذ: 30 دقيقة

الهدف:

تعرّف التوزيع الرأسي لدرجة حرارة مياه المحيط مع العمق.

المهارات العلمية:

الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

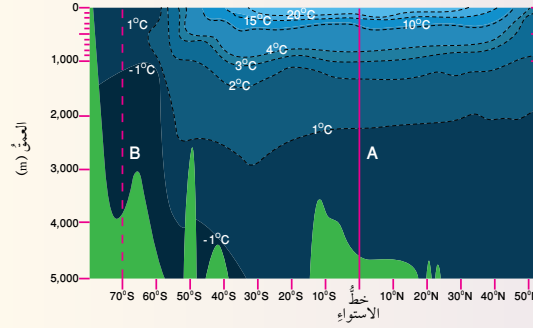
- وجه الطلبة إلى استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ النشاط.
- قبل البدء بتنفيذ النشاط - ناقش معهم مفهوم خطوط تساوي درجة الحرارة؛ مبيّنًا أن كل خط يمثل الأعماق المتساوية في درجة الحرارة، وأن المحور الرأسي في الشكل يمثل العمق، بينما يمثل المحور الأفقي قيم خطوط العرض.
- تأكد من أن الطلبة يعرفون أن خط عرض (صفر) يمثل خط الاستواء وخط عرض (70°) شمالًا وجنوبًا يمثل المنطقة القطبية، وأن القطب الشمالي والقطب الجنوبي للأرض تقع على خط عرض (90°).
- تابع الطلبة في أثناء تنفيذ الرسم البياني وساعدهم في العمل.

النتائج المتوقعة:

سيظهر الرسم البياني أن درجة الحرارة عند خط الاستواء تتغير مع العمق بشكل مختلف عن تغير درجة الحرارة عند خط عرض 70°، حيث تتغير عند خط 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.

تغير درجة حرارة المحيط مع العمق

تتأثر درجة حرارة مياه المحيطات بحسب الموقع نسبةً إلى خطوط العرض؛ لذلك تختلف درجات الحرارة في المناطق القطبية عنها في المناطق الاستوائية، كذلك تختلف درجة الحرارة مع العمق، فكيف تختلف مع العمق؟ وما شكل الرسم البياني الذي يمثلها؟



المواد والأدوات:

خريطة تمثل التوزيع الرأسي لدرجة الحرارة في المحيط الهادي في فصل الصيف، ورق رسم بياني أو برمجية إكسل، قلم رصاص، مسطرة.

خطوات العمل:

1. أنشئ رسمًا بيانيًا للعلاقة بين درجة الحرارة والعمق بحيث يمثل المحور الأفقي درجة الحرارة، والمحور العمودي العمق مستخدمًا برمجية إكسل أو ورق رسم بياني من خلال تطبيق الخطوات الآتية:
 - أ - ألاحظ الخط (A) الذي يمثل خط عرض صفر (خط الاستواء) الذي يمتد بشكل رأسي على خريطة توزيع درجة حرارة مياه المحيط.
 - ب - أمثل درجة حرارة مياه المحيط نسبةً إلى العمق على الرسم البياني؛ عن طريق تحديد قيمة نقطة تقاطع خطوط تساوي درجة الحرارة مع الخط (A)، وتحديد العمق الممثل لكل منها، وأرسمها على الرسم البياني.
 - ج - أصل بين النقاط للحصول على رسم بياني.
2. أكرر الخطوات (أ، ب، ج) باستخدام الخط (B) الذي يمثل خط عرض 70° جنوبًا (المنطقة القطبية) الذي يمتد بشكل رأسي على خريطة توزيع درجة حرارة مياه المحيط.

التحليل والاستنتاج:

- 1 - أحدد قيمة أعلى درجة حرارة للمياه، وعمقها، وأدنى (أقل) درجة، وعمقها عند خط عرض صفر.
- 2 - أحدد قيمة أعلى درجة حرارة للمياه، وعمقها، وأدنى درجة، وعمقها عند خط عرض 70°.
- 3 - أقرن بين منحنى توزيع درجة الحرارة مع العمق في كلا الموقعين.
- 4 - أستنتج أكثر الأماكن ملوحةً في مياه المحيط؛ اعتمادًا على منحنى درجة الحرارة.

31

التحليل والاستنتاج:

1. أعلى درجة حرارة عند خط عرض صفر هي (20°C)، وتقع على عمق 150 m، وأدنى درجة حرارة عند خط عرض صفر هي (1°C)، وتقع على عمق 2300 m.
2. أعلى درجة حرارة عند خط عرض 70° هي تقريبًا (1°C)، وتقع من سطح مياه المحيط وتمتد إلى الأسفل حتى تصل تقريبًا إلى عمق 200 m، وأدنى درجة حرارة عند خط عرض 70° هي (-1°C) وتقع على عمق 1200 m.
3. عند خط 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 منخفضة، وتساوي تقريبًا (1°C) وعند عمق 1200 m تصبح (-1°C) تقريبًا، وتثبت مع العمق.
4. تنخفض قيم الملوحة مع العمق مع انخفاض درجة الحرارة، ولكن 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.

أداة التقويم: سُلّم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معايير الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	ينشئ رسمًا بيانيًا يمثل العلاقة بين درجة الحرارة والعمق بشكل سليم.				
2	يتعاون مع زملائه في أثناء تنفيذ النشاط.				
3	يقارن بين منحنيات توزيع درجة الحرارة مع العمق في مواقع مختلفة من المحيط.				
4	يستنتج أكثر الأماكن ملوحةً في مياه المحيطات.				

أدر نقاشاً 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 لخص 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، وتناسب عكسياً مع درجة الحرارة؛ حيث تقل الكثافة بزيادة درجة الحرارة، وتناسب طردياً مع الملوحة؛ حيث تزداد الكثافة بزيادة الملوحة. وبذلك تزداد الكثافة مع زيادة العمق.

طريقة أخرى للتدريس

الكثافة

استخدم جدول التعلم:

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

(What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned)

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

اعرض على الطلبة ثلاثة منحنيات تمثل كلاً من:

(تغير الكثافة ودرجة الحرارة والملوحة) مع عمق المحيط، وناقشهم في شكل المنحنيات، والعلاقة بين تغير منحنى 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 اطلب إلى الطلبة تعبئة العمود الثالث من جدول التعلم: «ماذا تعلمت؟»

يتبين مما سبق أن درجة الحرارة بالقرب من خط الاستواء في فصل الصيف تكون بشكل عام مرتفعة نسبياً في طبقة المياه السطحية التي تصل إلى حوالي 200 m، ثم تنخفض بشكل كبير حتى عمق 1000 m، ثم تثبت بعد هذا العمق وتتراوح بين (1° إلى 4°) سلسيوس. أما في المنطقة القطبية فتكون درجة الحرارة منخفضة وثابتة نسبياً، وتتراوح بين (1° إلى -1°) سلسيوس.

كثافة مياه المحيطات Oceans Water Density

تعد الكثافة إحدى الخصائص الفيزيائية المهمة لمياه المحيطات، وتؤدي إلى حركة المياه ونشوء تيارات محيطية مختلفة. وتعتمد كثافة مياه المحيط على عاملين رئيسيين، هما: الملوحة ودرجة الحرارة.

تزداد الكثافة بزيادة الملوحة، فكثافة المياه النقية تساوي 1.00 g/cm^3 بينما يبلغ متوسط كثافة مياه المحيطات حوالي 1.025 g/cm^3 بسبب ذوبان أيونات الأملاح فيها. وكلما زادت الملوحة زادت الكثافة. وتؤثر درجة الحرارة أيضاً في الكثافة؛ فالمياه الباردة أكثر كثافة من المياه الدافئة؛ لذلك تتحرك المياه الباردة إلى أسفل المياه الدافئة لأن كثافتها أكبر.

✓ **أنحقق:** أفسر كيف تؤثر الملوحة في كثافة مياه المحيطات.

طبقات المحيط Ocean Layers

قسّم علماء المحيطات مياه المحيط رأسياً؛ اعتماداً على التغير في الكثافة إلى ثلاث طبقات رئيسية في معظم المحيطات، يُسمى كلٌّ منها نطاقاً، وهي: النطاق المختلط (الطبقة السطحية) Mixed Zone والنطاق الانتقالي Transition Zone والنطاق العميق Deep Zone. أنظر الشكل (4).

✓ **أنحقق:** 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:

وجّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ لتعرف درجة حرارة مياه المحيطات مع العمق في المناطق المعتدلة بخط عرض (40°)، ومقارنة النتائج التي يحصلون عليها مع قيم درجات الحرارة في المناطق القطبية وعند خط الاستواء ثم تصميم عرض تقديمي يلخصون فيه النتائج التي يحصلون عليها وأخيراً عرضها أمام زملائهم الطلبة. سيجد الطلبة أن تغير درجة الحرارة في المناطق المعتدلة يشابه التغير الذي يحصل في المناطق الاستوائية، ولكن ستكون درجات الحرارة قريباً من سطح المحيط في المناطق المعتدلة أقل ولا تتعدى (15°C).

استخدام الصور والأشكال:

طبقات المحيط:

● وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، ثم أسألهم:

- كم عدد طبقات المحيط؟ ثلاث طبقات.
- ما الأساس الذي اعتمد عليه العلماء في تقسيم المحيط رأسياً؟ 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 رأسياً 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:

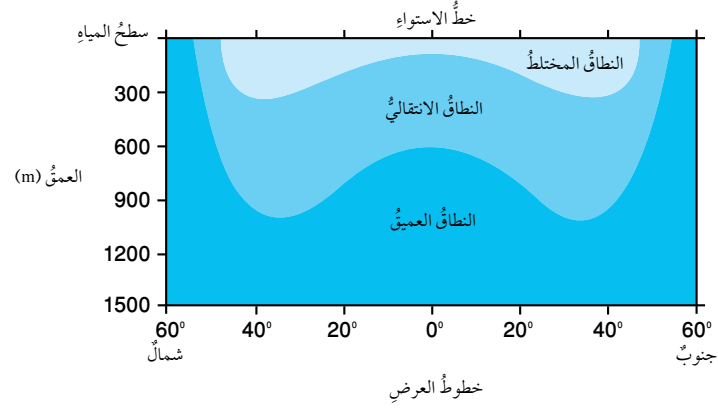
● استخدم استراتيجية (اثن ومرر) (Fold and Pass)

عن طريق تقسيم الطلبة إلى مجموعات، ثم توزيع ورقة على كل مجموعة مكتوب فيها السؤال الآتي:

- اذكر إحدى الخصائص التي تتميز فيها أي من طبقات المحيط الثلاثة.

● اطلب إلى أحد أفراد المجموعة الإجابة، ثم يثنيها ويمررها إلى أحد زملائه، ويتكرر الأمر إلى أن تصدر أمراً بالتوقف. اطلب إلى كل مجموعة استعراض خصائص المجموعات، وناقشهم في ما توصلوا إليه.

33



الشكل (4): توزيع طبقات المحيط من الأعلى إلى الأسفل. أوضح خصائص النطاق الانتقالي.

النطاق المختلط Mixed Zone: يمثل هذا النطاق الطبقة السطحية من المحيطات التي تتأثر بأشعة الشمس، وتعمل حركة الأمواج البحرية على خلط المياه فيها. يتميز هذا النطاق بتجانس الكثافة وارتفاع درجة الحرارة فيه. ويمتد إلى حوالي 300 m ، ويمثل حوالي 2٪ من مياه المحيط.

النطاق الانتقالي Transition Zone: يمتد هذا النطاق من نهاية النطاق المختلط إلى حوالي 1000 m حيث تنخفض درجة الحرارة فيه بشكل مفاجئ وسريع مع العمق. ويسمى هذا النطاق طبقة الميل الحراري Thermocline، ويمثل حوالي 18٪ من مياه المحيط.

النطاق العميق Deep Zone: يقع هذا النطاق أسفل النطاق الانتقالي حيث لا تصل أشعة الشمس إليه، لذلك يتميز هذا النطاق من المحيط بأنه طبقة باردة ومظلمة، ودرجة الحرارة فيها قريبة من درجة التجمد. ونتيجة لذلك؛ فإن كثافة الماء تبقى ثابتة ومرتفعة في هذه الطبقة. ويمثل هذا النطاق حوالي 80٪ من مياه المحيط.

✓ **أنحقق:** أذكر الأنطقة الرئيسة لمياه المحيطات في المناطق الاستوائية.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* التفكير: التحليل.

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

حل سؤال الشكل (2):

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

✓ **أنحقق:** الأنطقة الثلاثة هي: النطاق المختلط، والنطاق الانتقالي، والنطاق العميق.

مراجعة الدرس

1 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 .

2 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؛ مما يؤدي إلى زيادة الملوحة.

3 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؛ مما يؤدي إلى زيادة الملوحة.

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

5 تنخفض درجة الحرارة في النطاق الانتقالي بشكل مفاجئ وسريع مع العمق. بينما يتميز النطاق العميق بثبات درجة الحرارة فيه حيث تكون درجة الحرارة فيه قريبة من درجة التجمد.

6 أ. أيون الكلور أكثر الأيونات وفرة في مياه المحيط. ب. $10.76 + 19.35 = 30.11$ جزءاً من ألف (PPT)

ج. بما أن (1Kg) يحتوي على 30.11g

فإن $2 \times 30.11 = 60.22g = 2Kg$

مراجعة الدرس

1. أعدد المكونات الرئيسة لمياه المحيطات.
2. أقرن بين تأثير كل من: الهطل والتبخر في ملوحة مياه المحيطات.
3. أوضح كيف تؤثر التجوية الكيميائية في ملوحة مياه المحيطات.
4. أتبأ لماذا تُعد السباحة في البحر الميت أكثر سهولة من باقي البحار.
5. أقرن بين النطاق الانتقالي والنطاق العميق من حيث التغير في درجة الحرارة مع العمق.
6. يمثل الجدول الآتي أيونات العناصر الرئيسة الذائبة في مياه المحيطات (بالنسبة المئوية وبالجزء من ألف)، أدرس الجدول ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

أيون العنصر	الكلور	الصوديوم	الكبريتات	المغنسيوم	الكالسيوم	عناصر أخرى	المجموع
النسبة المئوية (%)	55	31	7.7	3.7	1.2	1.4	100
الجزء بالألف ppt (‰)	19.35	10.76	2.71	1.29	0.41	0.64	35.16

- أ - أذكر أكثر أيونات العناصر وفرة في مياه المحيط.
- ب - أحسب: ما كمية ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في مياه المحيط بالجزء بالألف؟
- ج - أحسب: إذا حصلت على 2 Kg من ماء المحيط، فكم كمية ملح كلوريد الصوديوم التي يمكن الحصول عليها بالجزء بالألف؟

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* التفكير: التنبؤ.

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

الفكرة الرئيسية:

تشكل الأمواج:

- اسأل الطلبة: هل زار أحدهم العقبة أو البحر الميت؟ وهل شاهد الأمواج البحرية فيه؟ أو شاهد أمواجاً محيطية في التلفاز؟ ثم اسأل: كيف تشكل الأمواج؟ وما سبب تشكلها؟
- اكتب إجاباتهم على اللوح، وناقش الطلبة فيها. أخبرهم أنهم سوف يتعرفون كثيراً من خصائص الأمواج في هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

خصائص الموجة:

- راجع الطلبة بمفهوم الموجة بأن تطلب إلى أحدهم الإمساك بطرف حبل، وأمسك أنت بطرفه الآخر، ثم اصنع موجة بواسطة تحريك الحبل للأسفل وللأعلى. واطلب إلى الطلبة ملاحظة القمم والقيعان المتشكلة، وكيفية تحرك الموجة خلال الحبل. ناقش الطلبة في مفهوم الموجة وخصائصها، وأخبرهم أن الأمواج البحرية لها الخصائص نفسها.

عمل نموذج:

الأمواج البحرية:

- وجه الطلبة إلى عمل نموذج يمثل أمواجاً بحرية باستخدام مواد من البيئة مثل قطع من الأسفنج أو الخشب، وأن يحددوا عليه خصائص الموجة الرئيسية، ومنها: القمة، والقاع، وطول الموجة، وارتفاع الموجة، وسعة الموجة. ثم استخدم النموذج لتوضيح المفاهيم المطلوبة.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع أمواج المحيط، علماً بأنه يمكنك إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس. شارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (MICROSOFT TEAMS)، أو استعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

أمواج المحيط Ocean Waves

تقسم الأمواج التي تتكون في المحيطات بحسب القوة المسببة لها إلى ثلاثة أنواع: هي الأمواج الناتجة عن حركة الرياح، وأمواج تسونامي الناتجة عن الزلازل البحرية، والمد والجزر الناتج عن قوة جذب القمر والشمس للأرض.

خصائص الموجة Wave Characteristic

تسمى أعلى نقطة في الموجة قمة الموجة Wave Crest، وأدنى نقطة فيها قاع الموجة Wave Trough. أما المسافة الرأسية بين قمة الموجة وقاعها فهو ارتفاع الموجة Wave Height، ويُطلق على منتصف ارتفاع الموجة سعة الموجة Amplitude، بينما تسمى المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين الطول الموجي Wavelength، أنظر الشكل (5) الذي يوضح تلك الخصائص.

تنشأ معظم الأمواج التي نشاهدها في المحيطات بفعل الرياح، وتعتمد خصائص الموجة التي تنشأ بفعل الرياح على ثلاثة عوامل رئيسية هي:

الفكرة الرئيسية:

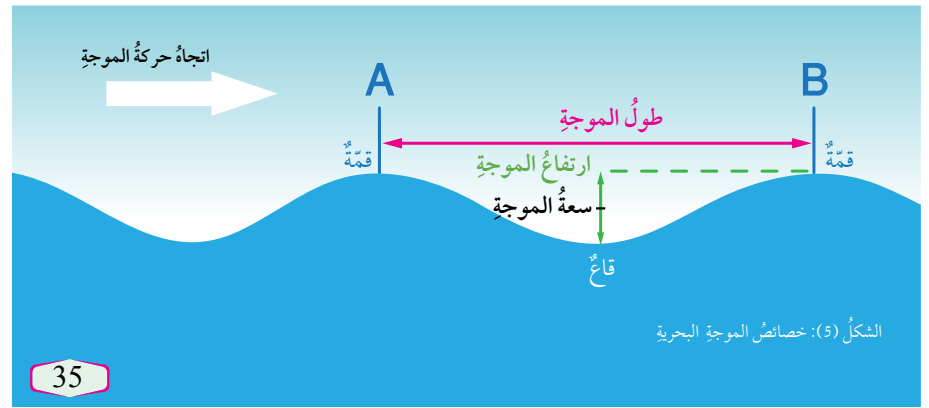
تنشأ معظم الأمواج البحرية بفعل الرياح، وتختلف خصائصها اعتماداً على قوة الرياح، ومدة تأثيرها.

نتائج التعلم:

- أذكر أنواع الأمواج البحرية.
- أشرح تشكل الأمواج البحرية.
- أفرق بين الأمواج البحرية؛ بحسب أسباب حدوثها.

المفاهيم والمصطلحات:

ارتفاع الموجة	Wave Height
سعة الموجة	Amplitude
الطول الموجي	Wavelength
تكسر الأمواج	Breaking Waves
أمواج تسونامي	Waves Tsunami
المد والجزر	Tides



الشكل (5): خصائص الموجة البحرية

استخدام الصور والأشكال:

خصائص الموجة:

- وزّع الطلبة إلى مجموعات، واعرض عليهم باستخدام جهاز العرض الشكل (5)، ثم وزّع 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؟
- تابع الطلبة في أثناء الحل، ثم اطلب إليهم عرض ما توصلوا إليه أمام زملائهم، وتحديد أجزاء الموجة على الشكل، وصحح الأخطاء إن وجدت.

◀ المناقشة:

العوامل المؤثرة في الموجة:

• اطرح السؤال الآتي على الطلبة:

- ما العوامل المؤثرة في الموجة التي تنشأ بفعل الرياح؟
- استقبل إجاباتهم وسجلها على اللوح. **تعتمد الموجة على:** سرعة الرياح، ومدة هبوبها، والمسافة التي تقطعها الرياح.
- ناقش الطلبة في تأثير تلك العوامل على نشأة الموجات.
- وأخبرهم أن جميع العوامل السابقة تؤثر تأثيراً طردياً في نشأة الرياح.

طريقة أخرى للتدريس

العوامل المؤثرة في الموجة

- قسم الطلبة إلى مجموعات، ووزع على كل مجموعة ورقة عمل تتكون من الأسئلة الآتية:
- ما العوامل المؤثرة على الموجة التي تنشأ بفعل الرياح؟
- هل يؤثر كل عامل على نشأة الرياح تأثيراً طردياً أم عكسياً؟
- تابع المجموعات في أثناء الحل، ثم اطلب إليهم عرض نتائجهم، واكتب ما يتوصلون إليه على اللوح.

◀ استخدام الصور والأشكال:

خصائص الموجة:

- وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، واعرضه بجهاز العرض ما أمكن، ثم أسألهم:
- 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.

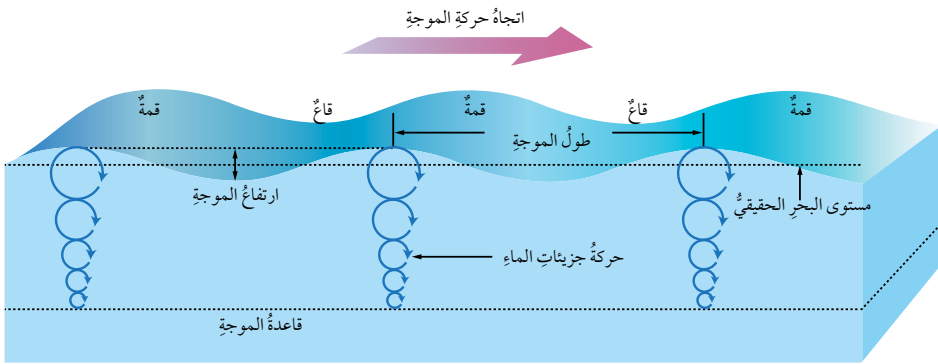
بمعرفة طول الموجة حيث تساوي قاعدة الموجة منتصف طول الموجة.

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

سرعة الرياح، ومدة هبوبها، والمسافة التي تقطعها الرياح في المحيطات. وتؤثر هذه العوامل تأثيراً طردياً في خصائص الموجة. ويفسر العلماء كثيراً من المظاهر التي تتعلق بأموال المحيط من خلال دراسة خصائص الموجة الفيزيائية؛ فمثلاً يستدل العلماء من قياس سعة الموجة على المستوى الحقيقي لمياه المحيط عندما يكون هادئاً بلا أمواج.

تحصل الأمواج البحرية على الطاقة من الرياح؛ ما يؤدي إلى تحريك جزيئات الماء في الموجة حركة دائرية، وتسمح الحركة الدائرية للطاقة بالانتقال خلال المياه إلى الأمام؛ بينما لا يحدث تحرك لجزيئات الماء نفسها إلى الأمام، بل تعود جزيئات الماء بحركتها الدائرية إلى موقعها الأصلي. ويسمى عمق الماء الذي تؤثر فيه الموجة قاعدة الموجة، ويساوي نصف الطول الموجي، وتقل حركة جزيئات الماء مع العمق حتى تتلاشى عند قاعدة الموجة. ويوضح الشكل (6) العمق الذي تصله الأمواج البحرية. ويمكن تعريف حركة الأمواج بتنفيذ التجربة الآتية:

الشكل (6): تصل الأمواج البحرية إلى عمق يساوي نصف طولها الموجي.



36

◀ تعزيز:

حركة جزيئات الماء:

- وضح مفهوم حركة جزيئات الماء في الأمواج البحرية بواسطة عرض فلم يمثل حركة الأمواج التي يصنعها الجمهور في المباريات الرياضية -والتي تسمى الأمواج المكسيكية (Mexican wave)- ثم اطرح السؤال الآتي:
- ماذا يشكل الجمهور في المباراة؟
- موجة تتحرك في المدرجات حول الملعب.
- هل انتقل الجمهور من أماكنهم مع تحرك الموجة. لا.
- وضح 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.

التجربة 1

حركة الأمواج

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف: تحديد آلية حركة الأمواج البحرية.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، التفسير.

إرشادات السلامة:

اطلب إلى الطلبة ارتداء القفازين قبل البدء بتنفيذ التجربة، وحذّرهم من انسكاب الماء على الأرض.

الإجراءات والتوجيهات:

1 وزّع الطلبة إلى مجموعات لتنفيذ التجربة، ووفّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة.

2 وجّه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.

3 ناقش مع الطلبة سبب وضع القطعة النقدية في منتصف قاع الحوض، ووضّح لهم أنها توضع بصفتها مؤشراً وعلامة لموقع قطعة الفلين قبل تنفيذ التجربة؛ لتحديد: هل تتحرك أم لا؟

4 استخدم قطعة فلين ويمكنك أيضاً استخدام مكعب خشبي.

5 استخدم حوضاً واسعاً وتأكد من أن الطلبة يضعون قطعة الفلين في وسط الحوض، واطلب 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 قليلاً.

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. تشابه حركة جزيئات الماء وحركة قطعة الفلين اذ تتحرك بشكل دائري إلى الأعلى وإلى الأسفل ولكنها تبقى تقريباً في موقعها.

التجربة 1

حركة الأمواج

تتحرك جزيئات الماء في المياه السطحية للمحيطات حركة دائرية أثناء حدوث الأمواج البحرية بحيث ترجع هذه الجزيئات إلى مكانها الأصلي، وتتلاشى الموجة عند عمق محدد.

المواد والأدوات:

حوض واسع، ماء، قطعة نقدية، قطعة فلين أو بوليسترين.

إرشادات السلامة:

- ارتداء القفازين قبل البدء بتنفيذ التجربة.

- الحذر من انسكاب الماء على الأرض.

خطوات العمل:

1. أملأ الحوض بالماء.
2. أضغ القطعة النقدية في منتصف قاع الحوض.
3. أضغ قطعة الفلين بهدوء على سطح الماء؛ بحيث تقع فوق القطعة النقدية مباشرة.
4. أضغ (أحدث) أمواجاً من أحد جوانب الحوض بتحريك سطح الماء بهدوء.
5. لاحظ حركة قطعة الفلين.

التحليل والاستنتاج:

1. أوضح حركة قطعة الفلين.
2. أقرّن بين حركة الأمواج وحركة قطعة الفلين.
3. أفسر حركة جزيئات الماء من خلال حركة قطعة الفلين.

أفكر

هل يحدث تكسير للأمواج البحرية في المياه العميقة؟ أم يحدث فقط في المياه الضحلة؟
أبحث عن ذلك ثم أعرض ما أتوصل إليه أمام زملائي في الصف.

يتبين مما سبق أنّ قطعة الفلين ترتفع وتنخفض مع حركة الموجة، ولكنها لا تغير موقعها إلا قليلاً للأمام وللخلف مع كلّ موجة من الأمواج المتتالية.

تكسر الأمواج Breaking Waves

يختلف سلوك الأمواج البحرية في المياه اعتماداً على عمق الماء؛ فعندما 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 إهليلجي، أنظر الشكل (7).

37

أداة التقويم: سلّم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معيّار الأداء	4	3	2	1
1	ينفذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبدقة.				
2	يصنع موجات مائية بواسطة النقر الخفيف على سطح الماء من أحد أطراف الحوض.				
3	يتعاون مع زملائه في أثناء تنفيذ النشاط.				
4	يقارن بين حركة الأمواج وحركة قطعة الفلين.				
5	يفسر عدم تحرك قطعة الفلين وبقائها تقريباً في موقعها.				

أفكر

تكسر الأمواج في المياه العميقة

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 الأمواج أكبر من سبع طولها الموجي لا يزداد ارتفاع الموجة أكثر، وبدلاً من ذلك تتكسر الموجة وتتحول إلى زبد البحر أو تنشي قمة الموجة إلى الأمام، ثم تسقط على سطح الماء.

- وضّح للطلبة أن الأمواج في المياه العميقة قد يحدث لبعضها تكسر؛ ولكن اعتماداً على عوامل أخرى تختلف عن ما يحدث في المياه الضحلة، وأن تكسر الأمواج في المياه الضحلة يعتمد على انخفاض عمق الماء، وقد شُرحت في الدرس.
- بينما يعتمد تكسر الأمواج في المياه العميقة على انحدار الموجة wave steepness

استخدام الصور والأشكال:

تكسر الأمواج:

وجه 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 إهليلجية، وتميل باتجاه الشاطئ، ويقل عمق قاعدتها.

المناقشة:

حركة جزيئات الماء:

استخدم استراتيجية فكر، انتق زميل، شارك

(Think- Pair- Share) لتوضيح آلية حركة جزيئات

الماء، قسم الطلبة إلى مجموعات، ثم اطرح السؤال الآتي عليهم:

لماذا تتحول حركة جزيئات الماء في الموجة من حركة دائرية إلى حركة إهليلجية؟

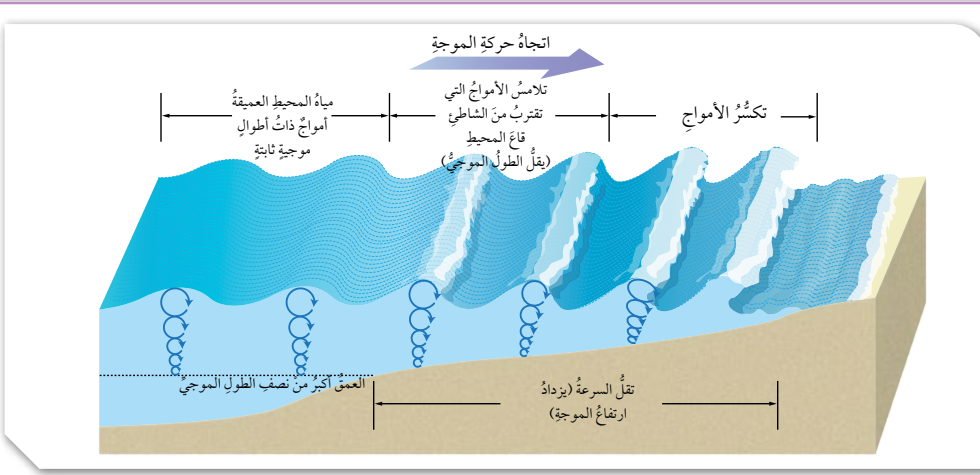
اطلب إلى كل طالب الإجابة على السؤال بشكل فردي ووضع الإجابة على ورقة، ثم مناقشة أحد زملائه في المجموعة بالإجابة، ثم يتم مناقشة الإجابة على مستوى المجموعة.

اطلب إلى المجموعات عرض الإجابات وناقشهم فيها وصحح الأخطاء إن وجدت ثم اكتب 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 إهليلجي.

أنحقق:

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



عندما تقترب الأمواج من الشاطئ تبدأ سرعتها بالتباطؤ أو التناقص، ويقل طولها الموجي ويزداد ارتفاعها فتتأخم بعضها مع بعض. ونتيجة لذلك تصبح الأمواج القادمة أعلى وأكثر ميلًا، وغير مستقرة، وتنهال القمم الأمامية. ويسمى انهيار الأمواج وارتطامها بالقاع **تكسر الأمواج** Breaking Waves، أنظر الشكل (7)، وجدير بالذكر أنه تلعب الأمواج المتكسرة دورًا أساسيًا في تشكيل الشواطئ.

الشكل (7): تتميز حركة الجزيئات في المياه القريبة من الشاطئ بحركتها في مسار إهليلجي، بينما تتحرك في المياه العميقة في مسار دائري، وكلما اقتربت الأمواج من الشاطئ تصبح أكثر ارتفاعًا وأكثر انحداً، ثم تنكسر على الشاطئ.

✓ **أنحقق:** أوضح العلاقة بين طول الموجة وقاعدة الموجة.

أمواج تسونامي Tsunami Waves

تعرف أمواج تسونامي Tsunami Waves بأنها أمواج بحرية ضخمة ينتج معظمها بفعل الزلازل خاصة التي تحدث تحت قاع المحيطات، وتنتقل هذه الأمواج في جميع الاتجاهات وبسرعة كبيرة جدًا قد تصل إلى 800 km/h، وقد تنتقل آلاف الكيلومترات. تتولد أمواج تسونامي في البداية في المياه العميقة على شكل أمواج طويلة الموجة قد يصل طولها إلى 200 km بينما لا يتجاوز ارتفاعها 1m ولكنها عندما تنتشر وتقترب من المياه القريبة من الشاطئ يقل طولها الموجي ويزداد ارتفاعها ليصل إلى حوالي 30 m، أنظر الشكل (8).

أعمل فلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح حركة جزيئات الماء الدائرية في المياه العميقة والإهليلجية بالقرب من الشاطئ وكيفية تكسر الموجة، وأحرص على أن يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشاركه معلمي وزملائي في الصف.

38

إذاعة للمعلم

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 دائماً على عمق الماء فقط، ولا تعتمد على الطول الموجي.

التدريس المدمج: حركة جزيئات الماء:

- قسم الطلبة إلى مجموعات ووضح لهم المطلوب من النشاط، ويُن للطلبة أن عليهم الحصول على صور أو مقاطع يوتيوب تتعلق بحركة جزيئات الماء وتفسير الأمواج، وتصميم فلم منها يوضح هذه الحركة، وبعد الانتهاء من صنع الفلم اطلب إليهم عرضه أمام زملائهم.
- تأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

بناء المفهوم:

موجة تسونامي:

استخدم استراتيجية الطاولة المستديرة (Round Table)

بتدريس مفهوم موجة تسونامي من خلال توزيع الطلبة إلى مجموعات، وتوزيع ورقة عمل على كل مجموعة مكتوب فيها السؤال التالي:

- اكتب معلومة تعرفها عن أمواج تسونامي.

اطلب إليهم تمرير الورقة على جميع الطلبة، وتكرار ذلك حتى تشير إليهم بالتوقف.

اطلب إلى المجموعات مناقشة ما توصلوا إليه ضمن المجموعة، ثم عرض ما يتوصلون إليه أمام باقي المجموعات.

استخدام الصور والأشكال:

أمواج تسونامي:

وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم اسأل:

- ما الذي يسبب حدوث أمواج تسونامي؟

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

وضّح لهم أن أمواج تسونامي يمكن أن تحدث بسبب الثورات البركانية أو الانزلاقات الأرضية في قاع المحيط، أو بسبب حدوث انفجارات نووية تحت سطح الماء.

- ثم اطلب إليهم مقارنة خصائص الأمواج في المياه العميقة، وقريباً من الشاطئ.

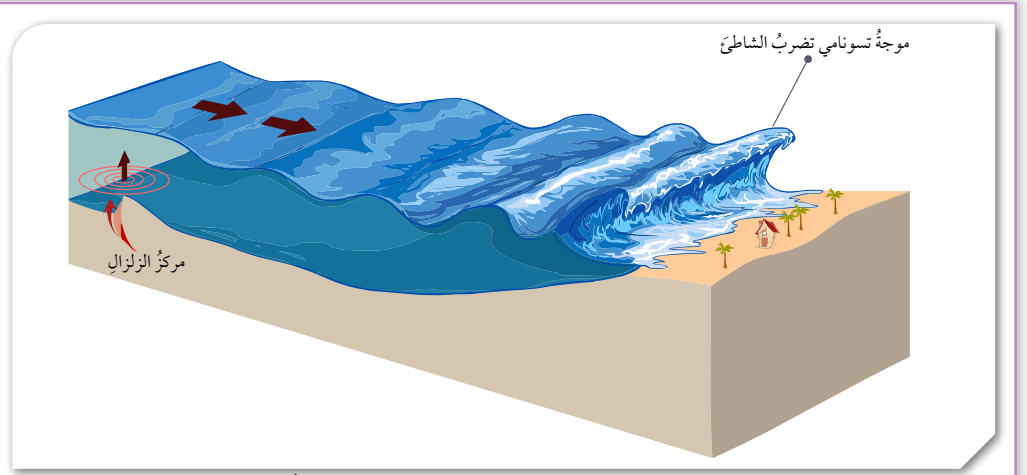
يكون الطول الموجي في المياه العميقة كبيراً وارتفاعها قليلاً، ثم يقل طولها الموجي كلما اقتربت من الشاطئ ويزداد ارتفاعها.

تحقق: 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 قريب 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.



الشكل (8): عندما تقترب أمواج تسونامي من الشاطئ يزداد ارتفاعها. أصف أمواج تسونامي في المياه العميقة.

الشكل (9) بعض الدمار الناتج عن أمواج تسونامي التي حدثت في عام 2011 في اليابان.

وبسبب السرعة العالية والارتفاع الكبير للأمواج تسونامي؛ فإنها تسبب دماراً كبيراً في المناطق الشاطئية التي تصلها، ومن أشهر أمواج تسونامي ما حدث في اليابان في عام 2011 حيث سببت هذه الأمواج دماراً كبيراً في المناطق الشاطئية التي وصلتها وقتلت أكثر من ألف شخص. ويوضح الشكل (9) تسونامي اليابان والدمار الذي سببه فيها.

تحقق: أقرن بين أمواج تسونامي والأمواج التي تحدث بشكل اعتيادي بسبب الرياح في المحيطات من حيث ارتفاع الأمواج.



نشاط سريع أمواج تسونامي:

اطلب 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: يُعرّف 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 رئيسيين: 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.

● استخدم جدول التعلم

(What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned)

في تعرف خبرات الطلبة السابقة حول موضوع المد والجزر:
● اطلب إليهم ويشكل فردي كتابة ما يعرفونه حول الموضوع في جزء (ماذا أعرف؟) ثم اطلب إليهم وفي مجموعات مناقشة ما يعرفونه. وتعبئة الجزء الثاني (ماذا أريد أن أعرف؟) اطلب إليهم عرض ما يعرفونه حول المد والجزر ولخص المعلومات على اللوح. ثم اطلب إلى المجموعات كتابة ما يودون معرفته حول الموضوع على اللوح. أخبرهم أنه سيتم التوصل إلى تلك المعلومات من خلال الدرس. وفي نهاية تدريس الموضوع اطلب إلى الطلبة تعبئة ما تعلموه في الحصة حول المد والجزر.

أبحث:

تأثير الشمس في المد والجزر:

وجّه الطلبة للبحث في شبكة الانترنت حول تأثير قوة جذب الشمس في ظاهرة المد والجزر وكتابة تقرير أو عرض تقديمي متضمناً صوراً لتأثير الشمس عندما تتعامد مع الأرض وعندما تكون هي والقمر والأرض بخط مستقيم.

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 القمر 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.

المد والجزر Tides

يُعرف المد والجزر Tides بأنه تعاقب ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه بسبب تأثير قوتي جذب القمر والشمس على الأرض. والمد موجة ضخمة يصل طولها إلى آلاف الكيلومترات لكن ارتفاعها في المحيطات لا يتجاوز 1-2 m.

كيف تحدث عملياً المد والجزر؟ How do tides happen?

يظهر تأثير جذب القمر بشكل واضح على مياه المحيطات أكثر من اليابسة، وتعرض المناطق المواجهة للقمر والمناطق المقابلة له للتأثير بشكل أكبر من المناطق الأخرى؛ فينتج عن ذلك ارتفاع في مستوى المياه المواجهة للقمر، وارتفاع آخر في المناطق التي تقع في الجهة المقابلة فيحدث فيهما المد. أما المناطق الأخرى فيحدث فيها انخفاض في مستوى سطح الماء ويحدث فيها الجزر. وتحدث عملياً المد والجزر في كل منطقة من المحيطات مرتين في اليوم بينهما 12 ساعة. وكذلك يحدث تغير في مواقع المد والجزر بشكل مستمر بسبب دوران الأرض حول نفسها خلال اليوم، أنظر الشكل (10).

أبحث:

ما تأثير الشمس على حدوث ظاهرة المد والجزر؟ بالاستعانة بمصادر المعرفة المختلفة أجد تأثير الشمس عندما تكون الأرض والقمر في المستوى نفسه، وعندما تكون الشمس والأرض والقمر متعامدة مع بعضها.

الشكل (10): يحدث المد في الجهة المواجهة للقمر والمقابلة من الأرض بينما يحدث الجزر في الجهتين الأخرى.

أفكر:

ما سبب حدوث ارتفاع وانخفاض في مستوى المياه في الجهة البعيدة عن القمر؟ أبحث في مصادر المعرفة المختلفة، وأكتب مقالاً حول ذلك، وأعرضه أمام زملائي.



أفكر: انتفاخ الجهة البعيدة عن القمر:

● اشرح على الطلبة السؤال الآتي:

- ما سبب حدوث ارتفاع وانخفاض في مستوى الماء في الجهة البعيدة عن القمر؟

● اطلب إليهم استخدام مصادر المعرفة المختلفة لحل السؤال، ثم إعداد تقرير. وفي الحصة التالية اطلب إلى بعضهم عرضه أمام زملائهم. قد يتوصل الطلبة إلى أنه ينشأ انتفاخ للجهة البعيدة من الأرض عن القمر بسبب قوة القصور الذاتي؛ حيث تقاوم مياه المحيطات قوة جذب القمر، وبما أن تأثير جذب القمر على المياه في الجانب البعيد يكون ضعيفاً؛ فإن القصور الذاتي يتغلب على قوة جذب القمر فيها، ويرتفع الماء.

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة ❌

تخلط العديد 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.

مراجعة الدرس

1 تعتمد الأمواج السطحية الناتجة بفعل الرياح على سرعة الرياح، ومدة هبوبها، والمسافة التي تقطعها الرياح في المحيطات. وتؤثر هذه العوامل تأثيراً طردياً 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 الأمام 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 حتى تصل إلى الشواطئ.

5 تعمل قوة جذب القمر على التأثير على مياه المحيطات المواجهة له؛ فينتج عن ذلك ارتفاع في مستوى المياه فيها، وكذلك يحدث ارتفاع آخر في المناطق التي تقع في الجهة المقابلة للقمر؛ ويحدث لذلك فيها 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.

مراجعة الدرس

1. أحدد العوامل التي تعتمد عليها الموجة الناشئة بفعل الرياح.

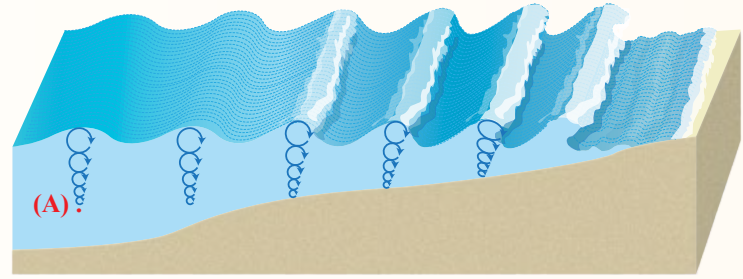
2. أوضح العلاقة بين ارتفاع الموجة وسعتها.

3. أفسر عدم تحرك المياه إلى الأمام مع حركة الأمواج.

4. أوضح كيفية حدوث أمواج تسونامي.

5. أفسر كيف يحدث المد.

6. يمثل الشكل الآتي حركة جزيئات الماء في مياه المحيطات، أدرس الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



أ - أوضح: كيف تتحرك جزيئات الماء في داخل الأمواج البحرية؟

ب - أذكر: تمثل النقطة (A) عمق الماء الذي تؤثر فيه الموجة، ماذا يسمى هذا العمق؟

ج - أقرن بين مسار حركة جزيئات الماء في أثناء تحرك الموجة في المياه العميقة وبين تحركها في المياه قليلة العمق.

أنواع تيارات المحيط Types of Ocean Currents

تعلمت سابقاً أن مياه المحيط تختلف في درجة الحرارة ونسبة الملوحة والكثافة. فكيف يؤثر هذا الاختلاف في نوع التيارات المحيطية. وما تيار المحيط؟

يُعرف تيار المحيط Ocean Current بأنه حركة مياه المحيط باستمرار في مسارات محددة باتجاه أفقي أو عمودي، وتنشأ التيارات المحيطية بسبب حركة الرياح أو الاختلاف في كثافة المياه أو بسبب المد والجزر. كذلك تؤثر طبيعة الشواطئ، وتضاريس قاع المحيط وتأثير كوريوليس على مكان التيارات المحيطية واتجاهها وسرعتها. وتُقسم تيارات المحيط بحسب القوة المسببة إلى ثلاثة أنواع هي: التيارات السطحية، والتيارات العميقة، وتيارات المد والجزر. أنظر الشكل (11) الذي يمثل تيارات سطحية وعميقة.

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

نتائج التعلم:
- أدرك 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

الشكل (11): تقسم تيارات المحيط إلى تيارات سطحية والتيارات العميقة يتم فيها تحرك كتل ضخمة من المياه حركة مستمرة.

42

تيارات المحيط والمناخ Ocean Currents and Climate

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

تشكل التيارات المحيطية:

- اعرض على الطلبة فلماً عن التيارات المحيطية، يمكن استخدام فلم من اليوتيوب حول تيارات المد يظهر حركة الماء، وهو: <https://www.youtube.com/watch?v=nUB7IfBBrc>
- بعد عرض الفلم ناقش الطلبة في الأسباب المتوقعة لتشكيل التيارات في المحيط. بعد ذلك أخبرهم أنهم سيتعرفون ثلاثة أنواع لتيارات المحيط تختلف عن بعضها؛ بحسب القوة المسببة لها.

الربط بالمعرفة السابقة:

التيارات:

اسأل الطلبة:

- هل شاهد أحدكم شخصاً يسبح في أحد الأنهار؟ أو شاهد أحدهم يحاول قطع أحد الوديان في الشتاء والمياه تجري فيه؟
- هل تدفع المياه هؤلاء الأشخاص؟ وتجرفهم باتجاه حركتها؟
- أخبر الطلبة أن المحيطات تحتوي على تيارات تشابه التيارات النهرية، وأنهم سوف يدرسون تلك التيارات وكيفية نشأتها.

2 التدريس

المناقشة:

الأمواج والتيارات المحيطية:

• اطرح 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.

- ما الذي يسبب تشكل التيارات المحيطية؟

الرياح، الاختلاف في الكثافة، والمد والجزر.

- ما أنواع التيارات المحيطية؟

التيارات السطحية والتيارات العميقة والتيارات 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 أخرى للتدريس

الأمواج والتيارات المحيطية

- استخدم استراتيجية لعب الدور في توضيح الفرق بين خصائص الأمواج والتيارات المحيطية، اختر أحد الطلبة لتقمص دور الموجة، وآخر لتقمص دور التيار المحيطي، اطلب إلى كل منهما تحديد الأنواع، وآلية الحركة ومسبب الحركة وكيفية تشكل كل منها. ثم أدر نقاشاً مع باقي طلبة الصف لتحديد الفرق بين الأمواج والتيارات البحرية.

◀ استخدام الصور والأشكال:

التيارات السطحية:

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

- ما المسبب لحدوث التيارات السطحية؟

الرياح العالمية الدائمة (التجارية والرياح الغربية).

- ما اتجاه الرياح التجارية؟ شمال شرق.

وضّح 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) ويسمونها بعض

الأشخاص الدوامات المحيطية.

الربط مع الجغرافيا

الرياح العالمية الدائمة:

وضّح للطلبة أنواع الرياح الدائمة قبل الحديث عن التيارات السطحية، وذلك باستخدام خريطة للرياح العالمية الدائمة من الإنترنت أو استخدام الشكل (12)، وضّح 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:

- وزّع الطلبة إلى مجموعات وأعط كل مجموعة صحناً ورقياً وقلمًا، وضّح لهم أنهم سوف يحاكون حركة جسم ينطلق من القطب الشمالي نحو خط الاستواء بشكل حر. واطلب إليهم افتراض أن مركز الصحن يمثل القطب الشمالي؛ بحيث يرسم أحدهم خطأ مستقيماً من مركز الصحن نحو الأطراف، بينما يلف زميل له في الوقت نفسه الصحن بعكس عقارب الساعة ببطء. سوف يرسم الطالب خطأً ينحني نحو يمين حركة القلم. وضّح للطلبة أن هذا ما يحدث بسبب تأثير كوريوليس في نصف الكرة الشمالي.

✓ **أتحقّق:**

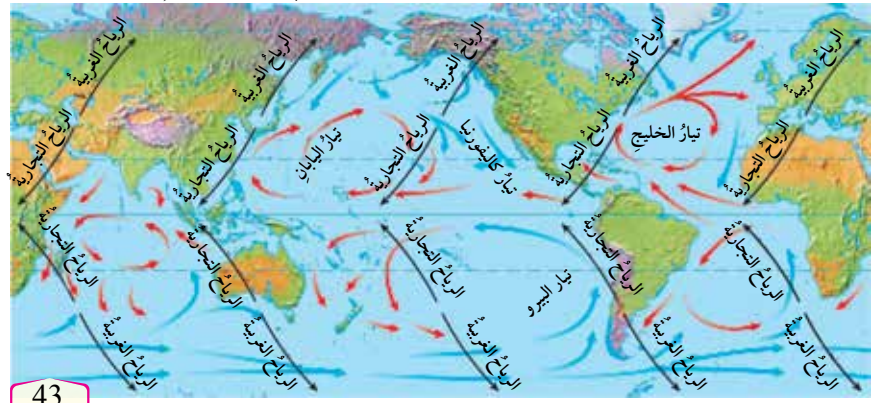
يؤدي هبوب الرياح العالمية الدائم إلى تشكيل تيارات محيطية سطحية دائمة الجريان تتحرك باتجاه حركتها نفسها.

تيارات المحيط السطحية Surface Ocean Currents

تُسمّى حركة المياه بشكل أفقي في الجزء العلوي من سطح المحيط بالتيارات السطحية Surface Currents. ويتراوح عمقها ما بين 100 m إلى 200 m، وتنشأ التيارات السطحية بشكل عام بسبب احتكاك الرياح العالمية الدائمة، ومنها الرياح التجارية والرياح الغربية العكسية بسطح المحيطات؛ ما يؤدي إلى حركة المياه السطحية بشكل دائم؛ فمثلاً عندما تهبّ الرياح التجارية من الشرق إلى الغرب في الجزء الشمالي من خط الاستواء تنشأ تيارات سطحية استوائية تتحرك من الشرق إلى الغرب. يوضح الشكل (12) حركة الرياح التجارية وتأثيرها على اتجاه التيارات السطحية.

ويتأثر اتجاه التيارات المحيطية أيضًا بتأثير كوريوليس Coriolis effect وهو انحراف التيارات الهوائية أو المحيطية نتيجة لدوران الأرض حول نفسها؛ حيث تنحرف التيارات المحيطية نحو يمين حركتها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وتتحرك مع عقارب الساعة، ونحو يسار حركتها في نصفها الجنوبي، وتتحرك عكس عقارب الساعة. ويؤدي تأثير كوريوليس وتأثير مواقع القارات إلى انحراف تيارات المحيط وتشكيل أنظمة من الدوائر المغلقة تُسمى الحركة الدائرية gyres، أنظر الشكل (12) حيث تظهر هذه الحركة باللونين الأحمر والأزرق.

✓ **أنحقّق:** أوضح كيف تؤثر الرياح العالمية الدائمة على التيارات السطحية.



43

معلومة إضافية

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

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع التيارات السطحية، علماً بأنه يمكنك إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس. شارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.



التيارات السطحية:

وجّه 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 مضمناً بالصور وتحديد أهمية بعض التيارات للإنسان. راجع التقارير، وقومها ثم اطلب إلى بعض منهم عرضها أمام زملائهم.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج

والمواد الدراسية

* القضايا ذات العلاقة بالعمل: الأمان والسلامة.

وضّح للطلبة أنّ تطبيق مفهوم الأمان والسلامة مهم جداً في أثناء العمل؛ فهو يتعلّق بوعينا الصحي، وبقي أنفسنا وممتلكاتنا من المخاطر المقصودة وغير المقصودة والطوارئ، وذلك بتوفير الظروف والأحوال المادية والنفسية التي نلزمنا.

التجربة 2

تيارات الكثافة

زمن التنفيذ: 20 دقيقة

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

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج، التفسير.

إرشادات السلامة:

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

الإجراءات والتوجيهات:

- وزّع الطلبة إلى مجموعات لتنفيذ التجربة ووفّر لكل مجموعة المواد والأدوات اللازمة قبل البدء بالتجربة.
- تابع الطلبة أثناء تنفيذ التجربة، والفت انتباههم إلى الدقة في 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.
- اطلب إلى الطلبة استخدام كتاب الأنشطة والتجارب العملية لكتابة إجاباتهم، وناقشهم في الإجابات وصحح الخاطئ منها، وتأكد من وصول المفاهيم المطلوبة للجميع.



أبحث: أرجع إلى مصادر المعرفة المختلفة، ومنها شبكة الإنترنت للحصول على معلومات تتعلق بالتيارات السطحية وتحديد الباردة والدافئة منها وأماكنها وأهميتها، ثم أكتب تقريراً وأعرضه أمام زملائي.

تتكوّن تيارات أخرى في المحيط بسبب اختلاف الكثافة، ولتعرف كيفية حدوث ذلك أنفذ التجربة الآتية:

التجربة 2

تيارات الكثافة

للمياه درجة حرارة محددة، ودرجة ملوحة محددة، ماذا يحصل عندما تلتقي كتل مائية مختلفة في درجات الحرارة أو الملوحة؟

المواد والأدوات:

حوض زجاجي مرتفع الحواف، كأسان ورقيتان، ماء ساخن، ماء بارد، قلج، ملح طعام، دبوس ورق، صبغة حمراء، صبغة زرقاء.

إرشادات السلامة:

- الحذر من انسكاب الماء الساخن على الجسم.

- الحذر عند استخدام الحوض الزجاجي خشية الإصابة بجروح في حال كسره.

- الحذر عند استخدام الدبوس خشية الإصابة بجروح.

خطوات العمل:

1. أملأ الحوض بالماء إلى ارتفاع 5 cm.
2. أملأ إحدى الكأسين بالماء الساخن، والكأس الأخرى بالماء البارد.

التحليل والاستنتاج:

1. أفسر لماذا أضيف الملح إلى الماء البارد.
2. أقرّن بين موقع الماء البارد وموقع الماء الدافئ بعد دخول كل منهما في الحوض، وبين علاقة كلتيهما بالكثافة.
3. استنتج سلوك تيارات المحيط في الماء بسبب الكثافة.

يتبيّن مما سبق أنّ المياه الباردة ذات الكثافة المرتفعة تتحرك إلى أسفل، والمياه الدافئة ذات الكثافة المنخفضة تتحرك إلى أعلى.

النتائج المتوقعة:

2. الماء البارد يكون بالأسفل؛ لأن كثافته أكبر، بينما يكون الماء الدافئ في الأعلى؛ لأنه الأقل كثافة.

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.

التحليل والاستنتاج:

1. لمحاكاة مياه المحيط الباردة وزيادة ملوحتها، ومن ثم كثافتها؛ حيث تكون أكثر ملوحة وكثافة من المياه الدافئة.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سلّم تقدير.

الرقم	معيّار الأداء	1	2	3	4
1	ينفذ خطوات عمل التجربة بالترتيب وبدقة.				
2	يحدد ارتفاع الماء وارتفاع الثقوب في الكأسين بدقة.				
3	يتعاون مع زملائه في أثناء تنفيذ التجربة.				
4	يقارن بين أماكن التيارات العميقة والتيارات السطحية بالشكل الصحيح.				
5	يستنتج سلوك التيارات المحيطية بسبب الكثافة بالشكل الصحيح.				

◀ بناء المفهوم:

تيارات المحيط العميقة:

● اطرح 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 اسأل 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:

● وزّع الطلبة إلى مجموعات، وزّع 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؟

● تابعهم في أثناء حل ورقة العمل، وساعدهم إن لزم

الأمر، ثم اطلب إلى المجموعات عرض ما توصلوا

إليه، وناقشهم فيها واطلب إلى أحدهم تلخيص ما

توصلتم 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.

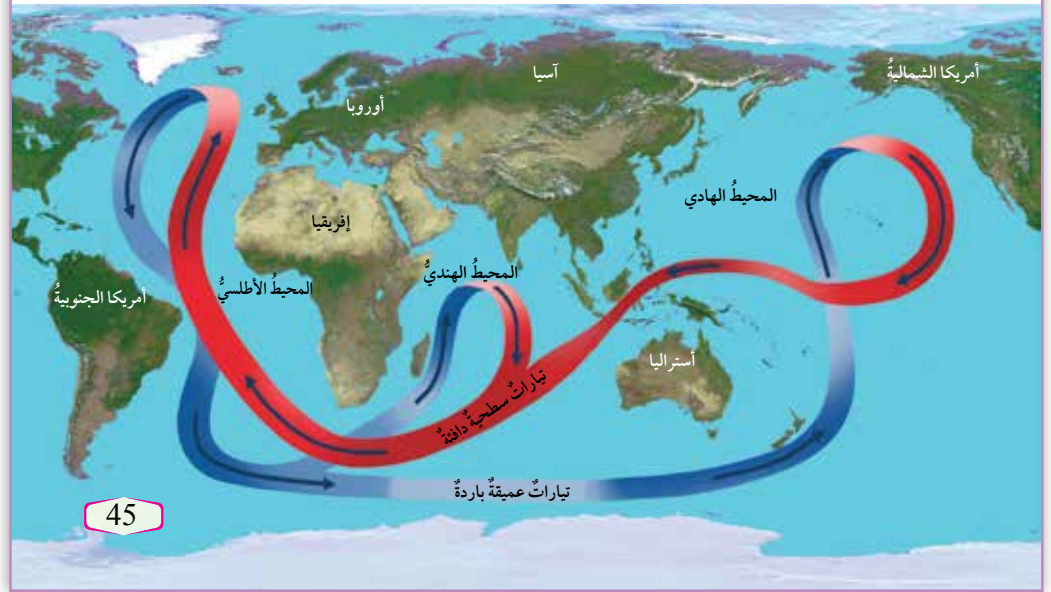
تيارات المحيط العميقة Deep ocean currents

تنشأ التيارات العميقة (تيارات الكثافة) بسبب الاختلاف في كثافة الماء التي تنتج عن الاختلاف في حرارة مياه المحيط وملوحتها، وتعد كل من: درجة حرارة الهواء، والتبخّر، والهطل، وتجمّد المياه في الأقطاب أهم العوامل التي تؤثر في تشكيل تيارات الكثافة وحركتها. وتتحرك التيارات العميقة ببطء في قاع المحيط سالكةً طرقاً عامةً محددةً تُسمى **الحزام الناقل العالمي** Global Conveyor Belt، تنقل المياه فيها حول العالم.

يوضح الشكل (13) الحزام الناقل العالمي، حيث تتحرك المياه الدافئة نحو الشمال فتتبخّر وتزداد ملوحتها، وعندما تقترب كثيراً من القطب الشمالي تبرد وقد تتجمّد فتصبح المياه المتبقية أكثر ملوحةً وتزداد كثافتها، وتغطس إلى أسفل مكونةً تياراً شمال المحيط الأطلسي العميق. وبعد الغطس يتحرك التيار العميق ببطء مبتعداً عن القطب الشمالي باتجاه الجنوب، وتدور المياه في أثناء حركتها في المحيطات ثم تعود المياه العميقة في النهاية إلى السطح من خلال التيارات الصاعدة. وقد تستغرق هذه الدورة في الحزام الناقل حوالي 1000 سنة.

الشكل (13): الحزام الناقل العالمي.

أتبع حركة التيار السطحي الدافئ وحركة التيار العميق البارد.



◀ تعزيز: تشكل تيارات الكثافة:

● استخدم استراتيجية جيكسو (Jigsaw) في تعزيز المفهوم: وزّع الطلبة إلى مجموعات رئيسية، وكلّف كل طالب في المجموعة بأحد العوامل التي تعتمد عليها كثافة تيارات المحيط وهي: درجة حرارة الهواء، والتبخّر، والهطل، وتجمّد المياه في الأقطاب، وزّع الطلبة مرة أخرى؛ بحسب العامل الذي أخذ بعين الاعتبار في مجموعات جديدة (الخبراء)، وزّع على كل مجموعة ورقة عمل تحتوي على سؤال حول تأثير العامل الذي جرى اختياره على كثافة مياه المحيط. تابع المجموعات في أثناء حل ورقة العمل، وبعد انتهاء المجموعات اطلب إليهم الرجوع إلى مجموعاتهم السابقة؛ بحيث يوضح كل طالب لمجموعته تأثير العامل الذي درسه في مجموعة الخبراء. ثم لخص 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. وأيضاً يؤدي تجمّد مياه المحيط عند الأقطاب إلى زيادة ملوحة المياه المتبقية؛ وذلك لأن الماء النقي هو الذي يتجمّد، بينما تبقى الأملاح الذائبة؛ وبالتالي تحدث زيادة الكثافة.

استخدام الصور والأشكال:

التيارات الصاعدة:

- وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (14)، موضعاً لهم أن الأسهم الزرقاء تمثل حركة المياه. ثم اسأل:

- 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، والمخلص أن الرياح تعمل على إزاحة المياه؛ ونتيجة تأثير كوريوليس تتحرك المياه بعيداً عن الشاطئ، فتحل بدلاً منها مياه باردة صاعدة من أسفل.

أبحاث:

التيارات الهابطة:

- وجّه الطلبة في مجموعات إلى البحث في مصادر المعرفة المختلفة؛ لتعرف التيارات الهابطة وعلاقتها بالتيارات الصاعدة والحزام الناقل. ساعد الطلبة في البحث حول الموضوع، وقوم عرضهم التقديمي، واطلب 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 إلى 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

وضّح 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.

التيارات الصاعدة Upwelling Currents

تؤثر الرياح أيضاً في تكوين حركات رأسية للمياه تُسمى **التيارات الصاعدة Upwelling Currents** وتعني صعود تيارات المياه الباردة إلى الأعلى؛ لتحل محل المياه السطحية الدافئة التي أزيحت بواسطة الرياح. وتنتشر التيارات الصاعدة على امتداد السواحل الغربية للقارات، وتنشأ باستمرار حاملةً معها مياهًا باردة؛ ما يفضي إلى خفض درجة حرارة المياه السطحية قريباً من الشاطئ، أنظر الشكل (14).

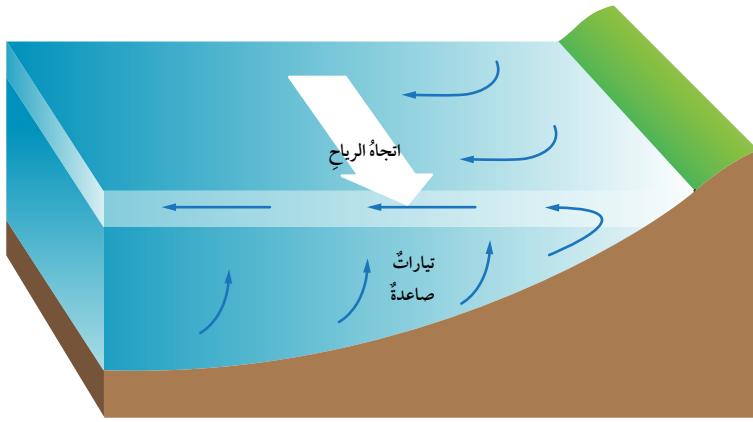
وللتيارات الصاعدة أهمية كبيرة؛ فهي تحمل معها إلى سطح المحيط العناصر الغذائية الذائبة الناتجة من تحلل الكائنات الحية في الأعماق مثل: التترات والفسفات. وتساعد هذه العناصر الغذائية على نمو العوالق المجهرية التي تدعم بدورها نمو الأسماك والكائنات الحية البحرية الأخرى.

أبحاث:

أبحث مستعيناً بمصادر المعرفة المتوافرة، ومنها شبكة الإنترنت عن معلومات تتعلق بالتيارات الهابطة، والفرق بينها وبين التيارات الصاعدة، وتحديد علاقتها بالحزام الناقل، ثم أعمل عرضاً تقديمياً وأعرضه أمام زملائي في الصف.

الشكل (14): تزيخ الرياح المياه الدافئة فتحل محلها تيارات باردة صاعدة من أسفل.

✓ **أنتحق:** أوضح سبب تكون التيارات العميقة في الحزام الناقل.



46

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 تخزن 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؛ اعتماداً على العوامل المسببة لها مما يؤدي إلى الاختلاف في كميات الأسماك في تلك المناطق من سنة إلى أخرى؛ ولهذا تتأثر صناعة الأسماك بهذا التغير، وتعد السنوات التي يحدث فيها ضعف للتيارات الصاعدة كارثة اقتصادية للدول التي تعتمد على صيد الأسماك.

✓ **أنتحق:**

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

◀ المناقشة:

تيارات المد والجزر:

● ا طرح السؤالين الآتيين:

- ما المد؟ وما الجزر؟

تعاقب ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه بسبب

تأثير قوتي 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 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: الربط مع الفيزياء

● ناقش الطلبة في مفهوم الحرارة النوعية، واربط هذا

المفهوم بامتصاص أشعة الشمس وفقدانها في كل من

المحيطات واليابسة، وكيف يؤثر هذا الاختلاف في

حركة الهواء من اليابسة إلى المحيطات وبالعكس؛

في ما يسمى (بنسيم البر والبحر).

نشاط سريري: الاتزان الحراري على الأرض:

● وُزَّع الطلبة إلى مجموعات واطلب إليهم التفكير في العوامل

المؤثرة في حدوث اتزان حراري على سطح الأرض، ثم

تصميم لوحة توضح ذلك. اطلب إليهم عرض اللوحة،

وناقشهم فيها. يجب أن تحتوي اللوحة على الأشعة الساقطة

من الشمس، والأشعة المنبعثة من الأرض.

◀ تعزيز: التيارات المحيطية والمناخ:

● وُجِّه 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. مثلاً 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.

تيارات المد والجزر Tidal Currents

تختلف تيارات المد والجزر عن التيارات الأخرى في أنها غير دائمة، وتغير اتجاهها بسبب الارتفاع والانخفاض في منسوب المياه؛ حيث يؤدي ارتفاع منسوب المياه في المناطق المواجهة للقمر والمناطق البعيدة عنه إلى حركة أفقية للماء. وتحدث تيارات المد والجزر بالقرب من الشواطئ، وفي الخلجان ومصبات الأنهار.

التيارات المحيطية والمناخ Ocean Currents and Climate

تلعب المحيطات دورًا مهمًا في المحافظة على بقاء كوكب الأرض دافئًا؛ عن طريق امتصاص غالبية الأشعة الشمسية الساقطة عليه، والاحتفاظ بها ثم إشعاعها (أي بثها وإرسالها) إلى الغلاف الجوي، وهذا يؤثر بشكل كبير في حالات الطقس والمناخ على سطح الأرض. وتتفاعل المحيطات مع الغلاف الجوي، ويحدث بينهما تبادل للغازات وبخاصة الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون، علمًا بأنه تعدد المحيطات مخزنًا ضخماً لغاز ثاني أكسيد الكربون حيث يستقر في أعماق المحيط لفترات زمنية طويلة، ولولا ذلك لتراكم ثاني أكسيد الكربون في الجو، ولزادت درجة حرارة الغلاف الجوي، وتغيرت مناخات الأرض.

وتلعب التيارات المحيطية المختلفة دورًا رئيسًا في المحافظة على التوازن الحراري للأرض، وهي من أقوى العوامل تأثيرًا في حالات الطقس والمناخ، فمثلاً من دون وجود تيارات المحيط السطحية سترتفع درجات الحرارة عند خط الاستواء كثيرًا جدًا، وستنخفض في المقابل - كثيرًا جدًا كلما اتجهنا نحو القطبين؛ وبذلك ستصبح الأرض غير صالحة للعيش. ولكن تعمل تيارات المياه السطحية الدافئة المتحركة نحو الأقطاب على نقل الحرارة إلى تلك المناطق الباردة، وتشكل حالات من عدم الاستقرار الجوي، ثم التأثير في حالات الطقس في المناطق الساحلية التي تمر قريباً منها، وفي المقابل

إهداء للمعلم

نقل إيكمان:

وضع العالم السويدي فاغن إيكمان نظرية الحركة Ekman motion theory، وقد تضمنت تلك النظرية جزءًا يفسر كيفية حدوث التيارات الصاعدة، والتيارات الهابطة وسُمي 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 سُمي هذا الانحراف نقل إيكمان، وتكون حركة المياه مع عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وبالعكس عقارب الساعة في الجزء الجنوبي من الكرة الأرضية، ويحل مكان تلك المياه المزاحة مياه صاعدة من أسفل. أما إذا سحب 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.

استخدام الصور والأشكال:

تيار الخليج:

• وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (15)، وأخبرهم أن هذا الشكل جزء من التيارات السطحية الدائرية التي درسوها سابقاً، وأن هذا التيار الدائري المحيطي - وهو تيار المحيط الأطلسي الشمالي الدائري - أحد خمسة تيارات محيطية دائرية في المحيطات. ثم اطرح 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.

طريقة أخرى للتدريس: التيارات المحيطية والمناخ

• استخدم استراتيجية فكر - انتق زميلاً - شارك

(Think - Pair - Share) من خلال توزيع الطلبة في مجموعات وتوفير صورة لكل مجموعة تمثل التيارات السطحية (gyres)، أو صورة تمثل تيار الحزام الناقل ووزع عليهم ورقة عمل تحتوي على الأسئلة الآتية: كيف تؤثر التيارات المحيطية الموجودة في الصورة على المناخ؟ وما المناطق التي يمكن أن تتأثر في ذلك؟ وكيف تتأثر؟ اطلب إلى كل طالب حل الأسئلة وحده، ثم بمناقشة حل الأسئلة مع أحد زملائه، ثم مناقشة حل الأسئلة بشكل جماعي. تابعهم في أثناء الحل، ثم اطلب إلى كل مجموعة عرض ما يتوصلون إليه وناقشهم فيه.

✓ **أنتحقق:**

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

تتحرك تيارات المياه الباردة نحو خط الاستواء؛ لذلك فإنها تعمل على تقليل درجات الحرارة المرتفعة في تلك المناطق التي تصلها، وتجعلها أكثر اعتدالاً. ويوضح الشكل (15) أحد التيارات الدائرية المحيطية وهو تيار المحيط الأطلسي الشمالي الذي يتكون من عدد من التيارات السطحية الفرعية، الذي يحمل الماء الساخن نحو الشمال والماء البارد نحو خط الاستواء.

ويلعب تيار الحزام الناقل دوراً كبيراً في استقرار مناخات الأرض؛ فهو يحمل المياه الباردة من أعماق المحيط، ويرفعها إلى السطح على شكل تيارات صاعدة بالقرب من خط الاستواء؛ فيخفض من درجة حرارة الجو وأيضاً يعمل التيار السطحي منه على نقل الحرارة إلى المناطق الباردة فيرفع من درجة حرارة الجو فيها.

كذلك تعمل تيارات المد والجزر مع التيارات السطحية على زيادة قوة الحالات الجوية المحلية ومدة تأثيرها، في المناطق التي تتكون فيها تلك التيارات.

✓ **أنتحقق:** كيف تؤثر التيارات السطحية في طقس المناطق التي تمر قريباً منها.



أعمل فلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح كيفية تأثير حركة الحزام الناقل العالمي على مناخ الأرض، وأحرص على أن يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشركه معلمي وزملائي في الصف.



الشكل (15): تيار المحيط الأطلسي الشمالي الدائري. أوضح تأثير حركة تيار المحيط الأطلسي الشمالي على المناخ.



التدريس المدمج: الحزام الناقل والمناخ:

- قسم الطلبة إلى مجموعات، ووضح لهم المطلوب من النشاط، وبيّن 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 اطلب إليهم عرضه أمام زملائهم.
- تأكد قبل البدء بالنشاط من أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* القضايا الأخلاقية: المسؤولية.

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

مراجعة الدرس

1 تتكون التيارات السطحية بسبب احتكاك الرياح العالمية الدائمة، ومنها الرياح التجارية والرياح الغربية العكسية بسطح المحيطات؛ ما يؤدي إلى تحرك المياه السطحية بشكل دائم.

2 بسبب تأثير كوريوليس تنحرف التيارات الهوائية والتيارات المحيطية نحو يمين حركتها في نصف الكرة الشمالي، وتنحرف مع عقارب الساعة؛ بينما في نصف الكرة الجنوبي تنحرف نحو يسار حركتها، وتنحرف عكس عقارب الساعة.

3 يعد تيار الخليج جزءاً 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.

4 تعمل التيارات الصاعدة الباردة على خفض درجة حرارة المياه السطحية القريبة من الشاطئ فيصبح الطقس معتدلاً فيها، وكذلك تحمل معها إلى سطح الماء العناصر الغذائية الذائبة التي تساعد العوالق المجهرية على النمو، ومن ثم زيادة نمو الأسماك.

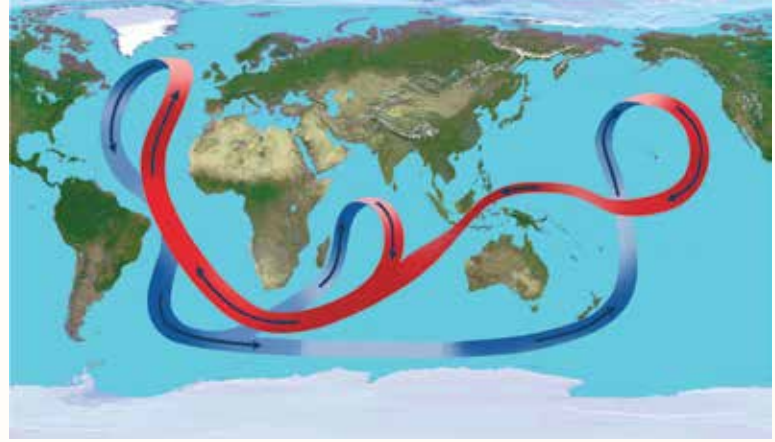
5 أ - تيارات عميقة باردة، وتيارات سطحية دافئة.

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 فتتهبط إلى أسفل وتنحرف نحو الجنوب على شكل تيارات عميقة باردة.

مراجعة الدرس

1. أحدد أسباب تكون التيارات السطحية.
2. أقارن بين تأثير كوريوليس في شمال الكرة الأرضية وجنوبها.
3. أوضح أهمية تيار الخليج في توازن المناخ على سطح الأرض.
4. أفسر تأثير التيارات الصاعدة على الطقس والكائنات الحية.
5. يمثل الشكل الآتي الحزام الناقل العالمي، أدرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- أ - أذكر: ما نوع التيارات المحيطية المكونة للحزام الناقل العالمي؟
- ب - أوضح: ما أهمية الحزام الناقل في استقرار المناخات على سطح الأرض.
- ج - اتبع حركة الحزام الناقل في المحيط الأطلسي.

إملاء للمعلم

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 الجنوبية على طول خط الاستواء، ما يؤدي 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 التغيرات في العوالق والأعشاب البحرية، ومن ثم تؤثر في الأسماك والطيور البحرية، ويفضي هذا إلى هجرة الأسماك والطيور البحرية، أو موتها؛ بسبب عدم وجود ما يكفي من الغذاء للعيش عليه.

دراسة المحيطات بالأقمار الصناعية

Study of the Oceans by Satalites

الهدف:

تتبع تطور الأقمار الصناعية المستخدمة في دراسة المحيطات.

الإجراءات والتوجيهات:

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

حاول الإنسان منذ القدم دراسة البحار والمحيطات لتعرّف مكوّناتها واستكشاف أعماقها والكائنات الحية التي تعيش فيها وخصائصها المختلفة، وقد تطورت طرائق الدراسة؛ فاستخدم السفن ومنها سفينة تشالنجر والغواصات والسونار، ثم استخدم الأقمار الصناعية.

يعدّ القمر الصناعي TOPEX / Poseidon الذي أطلق عام 1992 بالتعاون بين وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) ومركز الفضاء الفرنسي العالمي - أحد أهم الأقمار الصناعية التي درست مستويات مياه المحيطات بدقة كبيرة، وقد رصد أيضاً آثار التيارات المحيطية على تغير المناخ العالمي، وراقب تضاريس المحيطات، مع دراسة الظواهر الجوية المتعلقة بالمحيطات مثل ظاهرة النينو.

كذلك ساعدت الصور الملتقطة منه في عمل خرائط دقيقة للمدّ والجزر. وقد استمر عمله لمدة 13 عاماً حيث انتهت مهمته سنة 2006.

واستكمالاً لمهام القمر الصناعي TOPEX / Poseidon فقد قامت وكالة ناسا بالتعاون والتنسيق مع مركز الفضاء الفرنسي وهيئات أوروبية أخرى بإطلاق سلسلة من الأقمار الصناعية، وهي: Jason-1 و Jason-2 وكان آخرها Jason-3 في عام 2016؛ لقياس ارتفاع مستوى سطح المحيطات، ودرجة حرارة مياهها، والتيارات المحيطية، بالإضافة إلى تأثيرها في تغير المناخ.

أما وكالة الفضاء الأوروبية فقد أطلقت عدة أقمار، منها القمر الصناعي Sentinel-3A في عام 2016، والقمر الصناعي Sentinel-3B، في عام 2018 لمراقبة تضاريس المحيطات، وقياس سطح الماء، ودرجة حرارته، وكذلك لمراقبة تلوث المياه ومراقبة تأثيرات الاحتباس الحراري. كما أطلقت كوريا الجنوبية القمر الصناعي Chollan-2B لدراسة المحيطات في شهر شباط من عام 2020، كذلك أطلقت الصين أربعة أقمار صناعية لرصد المحيطات، ودراسة تغير المناخ العالمي كان آخرها HY-D1 في شهر حزيران عام 2020.

الكتابة في الجيولوجيا

أستخدم مصادر البحث المختلفة للحصول على معلومات عن المهمات التي أنجزها أحد الأقمار الصناعية التي ذُكرت في الإثراء، وكيف أثرت في المحافظة على المناخ والبيئة، ثم أكتب مقالة حول ذلك.

50

إدناء للمعلم

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 - تمكّن 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 ثم التنبؤ بموعد حدوثها بشكل أفضل.

الكتابة في الجيولوجيا

- وجّه 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.

السؤال الأول:

أضغ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:
1. أي من المحيطات الآتية هو الأقل مساحةً:

- أ - المحيط الأطلسي.
- ب- المحيط الهندي.
- ج- المحيط الهادي.
- د- المحيط المتجمد الشمالي.

2. أي من الأملاح الآتية هو الأكثر وفرة في مياه المحيطات:

- أ - كلوريد المغنيسيوم.
- ب- كلوريد الصوديوم.
- ج- بروميد البوتاسيوم.
- د- كبريتات المغنيسيوم.

3. أي من المصطلحات الآتية يعبر عن العمق الذي تؤثر فيه الموجة في الماء:

- أ - قاعدة الموجة.
- ب- طول الموجة.
- ج- سعة الموجة.
- د- قمة الموجة.

4. يحدث المد والجزر في المنطقة الواحدة كل يوم:

- أ - مرة واحدة.
- ب- ثلاث مرات.
- ج- مرتين.
- د- لا يوجد عدد محدد.

5. تحدث التيارات السطحية في المحيطات بسبب:

- أ - الرياح.
- ب- الحرارة.
- ج- الملوحة.
- د- الكثافة.

6. أي من الآتية لا تنقلها التيارات الصاعدة:

- أ - الفوسفات.
- ب- النترا.
- ج- الحرارة.
- د- ثاني أكسيد الكربون.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

- أ - طبقة تقع أسفل النطاق الانتقالي لا تصل أشعة الشمس إليها، وتتميز بأنها باردة ومظلمة ودرجة الحرارة فيها قريبة من درجة التجمد.
- ب- مجموع كميات المواد الصلبة الذائبة في الماء، ويُعبر عنها بجزء من الألف (‰) و g/kg.
- ج - المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين في الموجة.
- د - أمواج بحرية ضخمة ينتج معظمها بفعل الزلازل، وبخاصة التي تحدث تحت قاع المحيطات.
- هـ - انحراف التيارات الهوائية أو المحيطية نتيجة لدوران الأرض حول نفسها.

السؤال الثالث:

أفسر كلاً مما يأتي تفسيراً علمياً دقيقاً:

- أ- يمتاز النطاق المختلط بدرجة حرارة أعلى من النطاق الانتقالي.
- ب- المسبب الرئيس لحدوث المد والجزر هو القمر وليس الشمس.
- ج- لا توجد طبقة الميل الحراري في مناطق الأقطاب.

السؤال الرابع:

أوضح كيف يؤثر تكون الجليد وانصهاره في ملوحة مياه المحيطات.

السؤال الخامس:

أقارن بين الطبقات المكونة للمحيطات عند خط الاستواء، وعند القطبين الشمالي والجنوبي للأرض.

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 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 حجماً منها.

ج- وذلك لأن مناطق الأقطاب تتميز بانخفاض درجة حرارة المياه السطحية فيها التي تساوي تقريباً 1°C وهي قريبة من درجة حرارة المياه العميقة التي تساوي تقريباً 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 مخلقة 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 والنطقة العميق، بينما تتكون المحيطات في مناطق الاقطاب من طبقة واحدة مشابهة للنطاق العميق.

السؤال الثاني:

- أ - النطاق العميق.
- ب- الملوحة.
- ج - طول الموجة.
- د - أمواج تسونامي.
- هـ- كوريوليس.

السؤال الأول:

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

السؤال السادس:

لأن أشعة الشمس لا تصل إلى أعماق المحيطات؛ فتكون درجات الحرارة باردة وقليلة، وقريبة من درجة التجمد.

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، والتيارات الكثافة، والتيارات 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، وتتزاخم ويزداد ارتفاعها، وتميل ثم تنكسر.

السؤال الرابع عشر:

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

السؤال السادس:

استنتج: لماذا تقل درجات الحرارة في مياه المحيطات مع العمق؟

السؤال السابع:

أقارن بين أمواج تسونامي في المياه العميقة، وبالقرب من الشواطئ من حيث: طول الموجة وارتفاعها.

السؤال الثامن:

استنتج: إذا التقى تيار مائي قادم من البحر الأبيض المتوسط ملوحتة تساوي 39% بتيار مائي قادم من المحيط الأطلسي ملوحتة تساوي 34% فصف كيف سيكون موقع كل منهما وأين.

السؤال التاسع:

أحدد العوامل التي تؤثر في كمية المواد المكونة لمياه البحار والمحيطات في كل منطقة من مناطق المحيطات.

السؤال العاشر:

أصنف التيارات المحيطية بناءً على القوة المسببة لها.

السؤال الحادي عشر:

أقوم العبارة الآتية:

"تنشأ التيارات الناتجة عن المد والجزر مع التيارات السطحية في استمراريته وتحركها في اتجاه واحد دائم".

السؤال الثاني عشر:

أنتبأ كيف يتأثر المناخ إذا توقفت التيارات السطحية والتيارات الكثافة عن الحركة.

السؤال الثالث عشر:

أوضح كيف يحدث تكسر الأمواج.

52

السؤال الرابع عشر:

أوضح كيف تؤثر الرياح التجارية في نشأة التيارات المحيطية.

السؤال الخامس عشر:

أدرس الشكل الآتي، ثم أجب عن الأسئلة التي تلي:



أ - أحدد: أي التيارات يحمل المياه الدافئة؟ وأيهما يحمل المياه الباردة؟

ب- أبين: كيف يؤثر تيار الخليج في مناخ مناطق شمال أوروبا؟

ج - أفسر سبب تحرك التيارات مع اتجاه حركة عقارب الساعة.

السؤال السادس عشر:

استنتج أثر حركة الحزام الناقل العالمي في المحافظة على حياة الكائنات الحية.

السؤال السابع عشر:

أحسب العمق الذي تبلغه موجة طولها الموجي 400 m.

السؤال الخامس عشر:

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 اعتدالاً.

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.

السؤال السادس عشر:

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.

السؤال السابع عشر:

قاعدة الموجة هي العمق الذي تصله الموجة في أعماق المحيط، وتساوي نصف الطول الموجي، بما أن طول الموجة يساوي 400 m وبناءً عليه فالعمق يساوي $200\text{ m} = 400 \div 2$.

التجربة الاستهلاكية: تنقية المياه من الملوثات.			
الدرس	النتائج	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: مفهوم المياه العادمة.	<ul style="list-style-type: none"> يوضح مفهوم المياه العادمة. يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة. يبين مصادر المياه العادمة المنزلية والصناعية. 	<ul style="list-style-type: none"> نشاط: الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة. 	2
الثاني: الآثار السلبية للمياه العادمة.	<ul style="list-style-type: none"> يحدد الملوثات الخطرة على البيئة في نوعي المياه العادمة: المنزلية والصناعية. يوضح طرائق فحص الملوثات في المياه العادمة. يبين تأثير الملوثات الخطرة على صحة الإنسان، وعلى المياه السطحية والمياه الجوفية. 	<ul style="list-style-type: none"> نشاط: قياس بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة. 	2
الثالث: معالجة المياه العادمة.	<ul style="list-style-type: none"> يصمم تخطيطاً انسياقاً لم محطة معالجة المياه العادمة. يشرح الأفكار العلمية والتكنولوجية التي تُبنى عليها محطات التنقية. يصف بدقة إمكانية الاستفادة من المياه العادمة المنقاة في بيئته. يعطي أمثلة على أن المياه العادمة مصدر مهم من مصادر المياه. يبين من خلال بيانات حقيقية كمية المياه العادمة في مدينته. 	<ul style="list-style-type: none"> نشاط: أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة. نشاط: بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن. 	2

الصف	التتاجات اللاحقة	الصف	التتاجات السابقة
الثاني عشر	● يعي بأهمية دراسة تلوث الغلاف الجوي والمياه وأثرهما على المجتمعات الحيوية.	السادس	● يتعرف أن التلوث قد يصيب الماء والهواء والتربة.
		الثامن	● يستكشف تأثير استخدام الإنسان للمياه على الأنظمة البيئية.

المياه العادمة

Waste Water



أتأمل الصورة

يعدُّ الماء من أثمن الموارد الطبيعية على سطح الأرض، وتُستخدَم لتلبية حاجات الإنسان اليومية، وتنتج المياه العادمة نتيجة الاستهلاك اليومي للماء، فما المياه العادمة؟ وكيف يمكن الاستفادة منها؟

53

معلومة إضافية

معالجة المياه العادمة.

تجري معالجة المياه العادمة ضمن مراحل مختلفة، وقد تطورت هذه المراحل مع مرور الوقت، حيث كانت تنحصر قديماً 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.

إضاءة للمعلم

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.

الفكرة العامة:

المياه العادمة.

- اعرض صورة أو فلم يمثل مياهًا عادمة، ثم اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- ما مصادر المياه العادمة؟

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

- أين تذهب المياه العادمة؟

تُجمّع في أماكن خاصة لمعالجتها من خلال مرورها بشبكات الصرف الصحي، أو تجميعها في الحفر الامتصاصية، ثم نقلها إلى محطات معالجة المياه.

- 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

ابحث في مصادر المعرفة المتاحة والموثوقة ومنها شبكة الإنترنت حول المياه العادمة بدءًا من تجميع المياه من المنازل والمصانع والمزارع، مرورًا بمحطات المعالجة، وانتهاءً باستخدامات المياه المعالجة في مجالاتها المختلفة، وأعدّ عرضًا على شكل فيلم قصير مصور، واعرضه أمام زملائي باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker).

الفكرة العامة:

تنتج المياه العادمة من عدة مصادر، وتجري معالجتها بعدة مراحل؛ للتخلص من تأثيرها السلبي على البيئة.

الدرس الأول: مفهوم المياه العادمة.

الفكرة الرئيسة: تنتج المياه العادمة من استخدام الإنسان المياه لتلبية حاجاته اليومية، سواء في الاستخدامات المنزلية أم الصناعية أم الزراعية، وتحتوي المياه العادمة على كثير من الملوثات.

الدرس الثاني: الآثار السلبية للمياه العادمة.

الفكرة الرئيسة: يسبب التلوث الناتج عن المياه العادمة كثيرًا من الأضرار، مثل: تأثيرها على صحة الإنسان، وعلى المياه السطحية والمياه الجوفية.

الدرس الثالث: معالجة المياه العادمة.

الفكرة الرئيسة: تحدث معالجة المياه العادمة في محطات خاصة لتنقيتها، والاستفادة من المياه الناتجة عنها بعد المعالجة في مجالات عدّة.

54

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* التفكير: التأمل والتساؤل

وضّح 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.

تجربة استخلاصية

تنقية المياه من الملوثات

زمن التنفيذ: 15 دقيقة

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

المهارات العلمية: الملاحظة، التواصل، المقارنة.

إرشادات السلامة:

اطلب إلى الطلبة توخي الحذر عند وضع المكونات داخل الكؤوس الزجاجية، وعند إزالة الملوثات من المياه بواسطة الطفو والترسيب والترشيح، وغسل الأيدي جيدًا بالماء والصابون بعد الانتهاء من التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- وفر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استعمل استراتيجية التعلم التعاوني (Collaborative Learning) وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهر كل طالب في المجموعة مسؤوليته في التعلم.

● تابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستعمال استراتيجية **أكواب إشارة المرور (Traffic Light Cups)**، 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. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

1. يتعرف بعض الملوثات الموجودة في المياه العادمة.
2. يتعرف 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 المعلقة 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)

تجربة استخلاصية

تنقية المياه من الملوثات

تتنوع أشكال الملوثات في المياه العادمة، ويمكن التخلص من هذه الملوثات بالاعتماد على خصائصها. المواد والأدوات:

ثلاث كؤوس زجاجية بسعة 500 ml، 200 ml من الماء، 60 ml من الزيت، 100 g من التراب أو الرمل، ورق ترشيح، ملعقة فلزية.

إرشادات السلامة:

- غسل اليدين جيدًا بالماء والصابون بعد إجراء التجربة.
- الحذر عند وضع المكونات داخل الكؤوس الزجاجية.
- الحذر عند إزالة الملوثات من المياه بواسطة الطفو والترسيب والترشيح.

خطوات العمل:

1. أرقم الكؤوس الزجاجية الثلاث.
2. أضع الماء في الكأس الزجاجية (1)، ثم أضيف الزيت، والتراب أو الرمل، ثم أحرك المكونات جيدًا.
3. أترك الكأس لمدة 3 دقائق، ثم أدون ملاحظاتي.
4. أزيل باستخدام المعلقة طبقة الزيت الطافية على سطح الماء، وأتخلص منها بطريقة سليمة.
5. أسكب المخلوط الموجود في الكأس (1) ببطء إلى الكأس (2)، وألاحظ الراسب المتبقي في الكأس (1).
6. أفضل المخلوط الناتج في الكأس (2) باستخدام ورق الترشيح في الكأس (3)، وألاحظ لون الماء الناتج ومكوناته، ثم أدون ملاحظاتي.
7. أستخدم الماء الناتج في ري أحد المزروعات في حديقة مدرستي.

التحليل والاستنتاج:

- 1- أصف مكونات الماء في المراحل المختلفة في التجربة.
- 2- أقرن مكونات المياه قبل عملية الترشيح وبعدها.
- 3- أحدد استخدامات المياه الناتجة بعد إزالة الملوثات منها بطاقي الطفو والترسيب والترشيح.

55

أزيلت 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.

أداة التقويم: سلم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معايير الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	يراعي إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	يصف مكونات الماء في المراحل المختلفة.				
3	يقارن مكونات المياه قبل عملية الترشيح وبعدها.				
4	يحدد استخدامات المياه بعد إزالة الملوثات منها.				

مفهوم المياه العادمة

Wastewater Concept

الدرس 1

المياه العادمة Wastewater

لعلك تتساءل: إلى أين تذهب المياه الملوثة الناتجة عن الاستخدامات اليومية؟ وكيف يجري تجميعها والتخلص منها؟ تُسمى المياه الناتجة عن الاستخدامات اليومية **المياه العادمة Wastewater**، وتُعرف بأنها المياه التي تطرحها المنازل والمصانع والمزارع والمحلات التجارية في شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية بعد حدوث تغير في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، ويجري تجميعها في أماكن خاصة لمعالجتها للتخلص من الآثار السلبية التي تتركها على البيئة وصحة الإنسان، أنظر الشكل (1).

الفكرة الرئيسية:

تنتج المياه العادمة من استخدام الإنسان المياه لتلبية حاجاته اليومية، سواء في الاستخدامات المنزلية أم الصناعية أم الزراعية، وتحتوي المياه العادمة على كثير من الملوثات.

نتائج التعلم:

- أوضح مفهوم المياه العادمة.
- أوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.
- أ بين مصادر المياه العادمة المنزلية والصناعية والزراعية.

المفاهيم والمصطلحات:

Wastewater	المياه العادمة
Black Water	المياه السوداء
Grey Water	المياه الرمادية

الشكل (1): يجري تجميع المياه العادمة في أماكن خاصة لمعالجتها والتخلص منها.

56

- ما مصدر هذه المياه؟

المنازل والمصانع والمحلات التجارية.

- كيف يجري تجميع هذه المياه؟

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

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

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 عدّها مياهًا عادمة. اعرض على الطلبة أمثلة على مياه عادمة متنوعة قد تكون منزلية أو زراعية أو صناعية، وأدر حوارًا حول مصادر هذه المياه العادمة.

الدرس 1

مفهوم المياه العادمة

Wastewater Concept

تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

المياه العادمة.

- اعرض أمام الطلبة صورة لمياه استُخدمت في غسل الخضراوات والفواكه، ثم اسألهم: 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 ببقايا الخضراوات والفواكه وبالبييدات الحشرية المستخدمة.

- ما مصادر المياه العادمة؟

ستتوقع إجابات الطلبة، وتتعدد مثل: مصادر منزلية، ومصادر زراعية، ومصادر صناعية.

- أخبر الطلبة أنهم سيتعرفون خصائص المياه العادمة ومصادرها في هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

تلوث المياه.

- راجع الطلبة في مفهوم تلوث المياه قبل البدء بشرح المياه العادمة، بتوضيح الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه النقية، ثم اسألهم: كيف تميز المياه النقية من المياه الملوثة؟ - علام يدل تغير أي هذه الخصائص؟ - هل تصبح صالحة للاستخدام المقصود؟

التدريس

بناء المفهوم:

المياه العادمة.

- اعرض أمام الطلبة الشكل (1) من كتاب الطالب، ثم اسألهم:

- ما خصائص المياه في الشكل؟

إنها مياه ملوثة تحتوي على ملوثات متعددة.

نشاط:

الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

الهدف: تعرف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة.

المهارات العلمية: التفسير، المقارنة، التنبؤ، الاستقصاء.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (تعرف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

استعمل استراتيجية كنت أعتقد، والآن أعرف

(I Used to Think, But Now I know)، بالطلب إلى الطلبة

أن يكتبوا في ورقة (كنت أعتقد والآن أعرف) ما يعتقدونه عن خصائص المياه العادمة، و العودة لها بعد الانتهاء تنفيذ النشاط للكتابة في عمود (الآن أعرف).

● وزّع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إلى أفراد المجموعات

دراسة الجدول الذي يمثل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة، ثم إجابة الأسئلة التي تلي الجدول.

● استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها لاستنتاج أن أشكال الملوثات في المياه العادمة متنوعة؛ فقد تكون ذائبة أو مترسبة أو عالقة فيها. وتؤثر جميع الملوثات على خصائص المياه.

● وجه الطلبة إلى كتابة ما تعرفوه من معلومات جديدة عن ذلك.

النتائج المتوقعة:

1. يفسر اللون الداكن للمياه العادمة.
2. يقارن بين أثر وجود البكتيريا والديدان في المياه العادمة.
3. يفسر سبب وجود رائحة كريهة للمياه العادمة.

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).

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.

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

الرقم	معايير الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	يفسر اللون الداكن للمياه العادمة وسبب وجوده.				
2	يقارن بين أثر وجود البكتيريا والديدان في المياه العادمة.				
3	يتنبأ بالآثار السلبية لارتفاع الرقم الهيدروجيني في المياه العادمة.				
4	يفسر سبب وجود رائحة كريهة للمياه العادمة.				
5	يستقصي أثر الفترة الزمنية لمكوث المياه العادمة دون معالجة على وجود الغازات فيها.				

يمكنُ تعرفُ الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة بعد تنفيذ النشاط الآتي:

نشاط

الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة

أدرُس الجدول الآتي الذي يمثل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه العادمة، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

الخاصية	وصف الخاصية
اللون	يختلف لون المياه العادمة حسب طبيعة الملوثات الموجودة فيها؛ فيتباين لونها بين اللون الرمادي إلى اللون الأسود.
الرائحة	تعتمد رائحة المياه العادمة على كمية الأكسجين الذائب فيها؛ فإذا توافرت كمية من الأكسجين الذائب في المياه العادمة يجري تحلل المادة العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية، وينتج عن عملية التحلل بفعل البكتيريا الهوائية رائحة خفيفة، أما نقص الأكسجين الذائب في المياه العادمة فيؤدي إلى تحلل المادة العضوية بواسطة البكتيريا اللاهوائية، عندئذ تنتج من عملية التحلل اللاهوائي مجموعة من الغازات مثل غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يسبب الرائحة الكريهة للمياه العادمة.
العكورة	تعتمد درجة عكورة المياه العادمة على: كمية المواد العالقة، ونوعها، ولونها.
الغازات الذائبة	توجد في المياه العادمة مجموعة من الغازات الذائبة مثل الأكسجين، بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون، وكبريتيد الهيدروجين، والأمونيا. وتعتمد كمية الغازات الذائبة على الفترة الزمنية لمكوث المياه العادمة دون معالجة.
الرقم الهيدروجيني	يكون الرقم الهيدروجيني منخفضاً في المياه الحامضية وعالياً في المياه القلوية، وفي كليهما تنتج أضراراً وتحدث مخاطر سواء على شبكة الصرف الصحي أم على عمليات المعالجة.
مسببات الأمراض	تحتوي المياه العادمة على كثير من الكائنات الدقيقة والديدان، بعض هذه الكائنات يُعد وجوده ضرورياً لإتمام المعالجة البيولوجية للمياه، مثل بعض أنواع البكتيريا؛ حيث تساعد على أكسدة المواد العضوية، وبعضها الآخر يمثل وجوده خطراً على الصحة العامة، وعلى البيئة مثل الديدان وأنواع أخرى من البكتيريا.

التحليل والاستنتاج:

- 1 - أفسر اللون الداكن للمياه العادمة.
- 2 - أقرن بين أثر وجود البكتيريا والديدان في المياه العادمة.
- 3 - أتبنا بالآثار السلبية لارتفاع الرقم الهيدروجيني أو انخفاضه في المياه العادمة.
- 4 - أفسر سبب وجود رائحة كريهة للمياه العادمة.
- 5 - أستقصي أثر الفترة الزمنية لمكوث المياه العادمة دون معالجة على وجود الغازات فيها.

التحليل والاستنتاج:

1. يعود اللون الداكن للمياه العادمة إلى وجود الملوثات، وتفاعل بعضها مع بعض. وتعتمد درجة اللون على طبيعة الملوثات ومصادرها.

2. بعض أنواع البكتيريا يعد وجودها ضرورياً لإتمام المعالجة البيولوجية للمياه، وبعضها الآخر يسبب وجوده خطراً 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، وأيضاً يؤثر على عمليات المعالجة.

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 ثم زيادة كمية المواد الصلبة العالقة في المياه، التي تؤدي إلى زيادة عكورة المياه.

أفكر:

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.

اطرح على الطلبة السؤال الآتي: على ماذا تعتمد نوعية المياه العادمة؟

- باستخدام استراتيجية الطاولة المستديرة: Round Table

حيث يكتب المعلم السؤال في أعلى ورقة فارغة، ثم يمرر أفراد المجموعة الورقة على الطاولة، بحيث يضيف كل طالب فقرة جديدة تمثل إسهامًا في إجابة السؤال، ويستمر ذلك حتى يطلب المعلم إنهاء ذلك، بعدئذٍ، ينظم أفراد المجموعة مناقشة للإجابات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها على بقية المجموعات، حتى يتوصل الطلبة إلى أن نوعية المياه تعتمد على مصادر المياه العادمة.

ثم اطرح السؤال الآتي:

- ما مصادر المياه العادمة؟

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

بناء المفهوم:

المياه الرمادية والمياه السوداء.

وزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم عرض عليهم الشكل (2/أ) في كتاب الطالب، ثم وزع على كل مجموعة نسخة من ورقة العمل، ثم اطلب إلى أفرادها حل أسئلتها الآتية: - ما مصادر المياه العادمة المنزلية الموجودة في الشكل؟

أبحث:



مستعينًا بمصادر المعرفة المتوفرة لديّ أبحث عن تأثير درجة الحرارة في المياه العادمة؛ وأصمم عرضًا تقديميًا، وأعرضه أمام زملائي.

أفكر:

تحتوي المياه العادمة على حبيبات الرمل والأتربة، ما مصدر هذه الملوثات في المياه العادمة؟

يتبين مما سبق أن أشكال الملوثات في المياه العادمة متنوعة؛ فقد تكون ذائبة أو مترسبة أو عالقة فيها. وتؤثر جميع الملوثات في لون المياه العادمة؛ فيصبح لونها بين اللون الرمادي واللون الأسود، وتؤثر الملوثات أيضًا في عكورة المياه العادمة ورقمها الهيدروجيني، كذلك تتميز المياه العادمة برائحة كريهة تصدر بسبب تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج من تحلل المواد العضوية، بواسطة البكتيريا اللاهوائية، وتعتمد شدة رائحة المياه العادمة على كمية الأكسجين الذائب فيها، والتي تحدّد طبيعة تحلل المواد العضوية.

مصادر المياه العادمة Sources of Wastewater

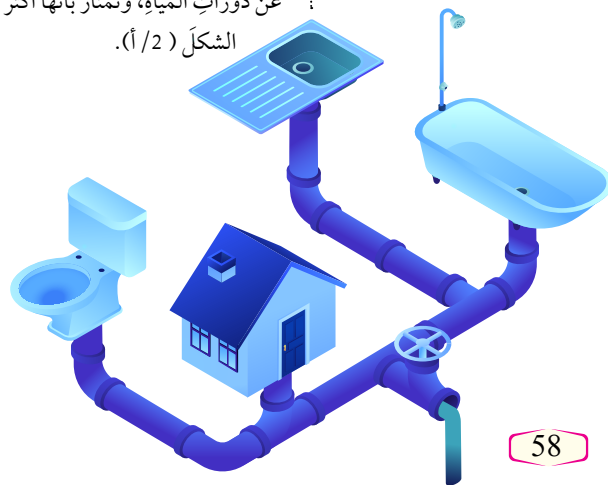
تتكون المياه العادمة من المياه المستخدمة في الأنشطة اليومية، والعديد من الملوثات التي تعتمد في نوعيتها وكميتها على مصادرها، فما مصادر المياه العادمة؟

تقسم مصادر المياه العادمة إلى عدة أنواع، منها:

المياه العادمة المنزلية Domestic Wastewater

تنتج المياه العادمة المنزلية عن الاستعمالات المنزلية المختلفة، وتُقسم إلى نوعين: المياه الرمادية Grey Water وهي المياه الناتجة عن استخدام مياه المطابخ والمغاسل، وتحتوي على بقايا طعام وصابون ودهون، ومنظفات. والمياه السوداء Black Water الناتجة عن دورات المياه، وتتميز بأنها أكثر خطورة من المياه الرمادية، أنظر الشكل (2/أ).

الشكل (2/أ): مياه عادمة منزلية



58

- قارن بين المياه الرمادية والمياه السوداء من حيث مصدرها وإمكانية الاستفادة منها.

تجول بين أفراد المجموعات موجّهًا ومُساعدًا ومُرشدًا، وأدر نقاشًا مع أفراد المجموعات للتوصل إلى ما يأتي:

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

إدناء للمعلم

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

◀ استخدام الصور والأشكال.

المياه العادمة الصناعية.

- وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (2/ب)، ثم اطرح السؤال الآتي:

- ماذا تشاهد في الشكل؟

مياه ملوثة يجري تجميعها.

- أخبر الطلبة أن هذه المياه خارجة من أحد المصانع، وتُجمّع في أماكن خاصة بجانب المصنع، ثم اطرح 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، والمواد المستعملة في التصنيع، ومعدلات استهلاك المياه.

◀ استخدام الصور والأشكال.

المياه العادمة الزراعية.

- وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (2/ج)، ثم اطرح الأسئلة الآتية:

- ماذا تشاهد في الشكل؟

ستتوقع إجابات الطلبة، منها غسل 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؟

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

✓ **أتحقّق:**

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



الشكل (2/ب): مياه عادمة صناعية

Industrial Wastewater المياه العادمة الصناعية

تتكوّن المياه العادمة الصناعية من المخلفات السائلة الناتجة عن الصناعات المختلفة، وتختلف المخلفات الصناعية اعتمادًا على طبيعة الصناعات وعمليات التصنيع، والمواد المستعملة في التصنيع، ومعدلات استهلاك المياه. علمًا بأن المياه العادمة الصناعية تحتوي على العديد من المواد غير العضوية، مثل: الأحماض، والمواد المشعة، والأملاح، والعناصر السامة، مثل الزرنيخ والرصاص، أنظر الشكل (2/ب).

Agricultural Wastewater المياه العادمة الزراعية

تنتج المياه العادمة الزراعية عن الأنشطة الزراعية المختلفة، وتشتمل على المياه المستخدمة في غسل المنتجات الزراعية، وتنظيف المعدات الزراعية. وتعدّ المياه المستخدمة في الزراعة مياهًا ملوثة؛ حيث تحتوي على مبيدات حشرية وأسمدة كيميائية وأملاح، أنظر الشكل (2/ج).

✓ **أتحقّق:** أوضّح مصادر المياه العادمة.



59

إهداء للمعلّم

المياه العادمة الصناعية.

- تعد المياه العادمة الصناعية من أخطر ملوثات المياه؛ حيث تستخدم المياه في العديد من الصناعات، فتستخدم بصفاتها 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.

- استعمل استراتيجية كنت أعتقد، والآن أعرف (I Used to Think, But Now I know) بالطلب إلى الطلبة أن يكتبوا في ورقة: (كنت أعتقد والآن أعرف) ما كان يعتقدونه عن مصادر المياه العادمة، وما تعرّفوه من معلومات جديدة عن ذلك.

مراجعة الدرس

1 المياه العادمة هي المياه التي تطرحها المنازل والمصانع والمحلات التجارية في شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية بعد حدوث تغير 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.	المواد غير العضوية، مثل: الأحماض، والمواد المشعة، والأملاح، والعناصر السامة، كالزرنيخ والرصاص.	تحتوي على مبيدات حشرية وأسمدة كيميائية وأملاح.

ب.

- المياه الناتجة عن مزارع الدواجن: مياه عادمة زراعية.
- المياه الناتجة عن غسل الأواني في المطبخ: مياه عادمة منزلية.
- المياه الناتجة عن تبريد الآلات في المصانع: مياه عادمة صناعية.

3 سيجد الطالب أن المياه العادمة ستؤثر سلباً على 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، وأيضاً معالجة المياه العادمة تعمل على توفير مصدر غير تقليدي للمياه.

6 تُجمع المياه العادمة من خلال شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية، ثم تُنقل إلى محطات خاصة لمعالجتها.

مراجعة الدرس

1. أوضح المقصود بالمياه العادمة.
2. من خلال دراستي لمصادر المياه العادمة؛ أجب عما يأتي:
أ - أقرن بين مصادر المياه العادمة من حيث مكوناتها.
ب - أصنف المياه الناتجة عن الاستخدامات الآتية إلى مصادرها:
- المياه الناتجة عن مزارع الدواجن.
- المياه الناتجة عن غسل الأواني في المطبخ.
- المياه الناتجة عن تبريد الآلات في المصانع.
3. أستقصي أثر المياه العادمة على البيئة.
4. أقرن بين المياه الرمادية والمياه السوداء من حيث مصدرها.
5. أفسر سبب معالجة المياه العادمة.
6. أذكر طرائق جمع المياه العادمة.

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 إنساناً ناجحاً قادراً على حل المشكلات، مستخدماً أفكاره وخبراته؛ لإدراك معاني الخبرات الجديدة.

الآثار السلبية للمياه العادمة Negative Effects of Wastewater

تقديم الدرس

1

الفكرة الرئيسية:

ملوثات المياه العادمة.

- اعرض أمام الطلبة صورة لمياه عادمة تم طرحها داخل أحد المسطحات المائية، ثم اسألهم:

– ماذا تشاهدون في الصورة؟

نُشاهد في الصورة مياهًا عادمة متدفقة إلى أحد المسطحات المائية.

– هل تؤثر على خصائص المياه السطحية؟

ستتنوع إجابات الطلبة، وتتعدد ومنها مثلاً: تغير من خصائص المياه أو تزيد الملوثات السامة وتقتل الأسماك.

- أدر نقاشاً مع الطلبة لاستنتاج أن المياه العادمة تؤثر سلباً على البيئة، ومن ذلك تأثيرها على المياه السطحية والجوفية.

الربط بالمعرفة السابقة:

مصادر المياه العادمة.

- ذكّر الطلبة بمصادر المياه العادمة التي تعرّفوها في الدرس السابق، بطرح الأسئلة الآتية عليهم:

– ما مصادر المياه العادمة؟

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

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

الآثار السلبية للمياه العادمة Negative Effects of Wastewater

الملوثات في المياه العادمة Pollutants in Wastewater

تشكل المياه العادمة خطراً على البيئة، وبخاصة عند تركها دون معالجة، فإذا طُرحت المياه العادمة في البحار والمحيطات ستؤثر الحياة البحرية، وتموت العديد من الكائنات الحية التي تعيش فيها بسبب الملوثات، أنظر الشكل (3).

ويعد التعامل مع المياه العادمة من أكثر القضايا التي تشغل العالم، وذلك لما تحتويه هذه المياه من ملوثات خطيرة، سواء أكانت مياهًا عادمة منزلية أم مياهًا عادمة صناعية.

الشكل (3): موت أعداد من الأسماك نتيجة اختلاط المياه العادمة بمياه البحار والمحيطات.

الفكرة الرئيسة:

يسبب التلوث الناتج عن المياه العادمة كثيراً من الأضرار، مثل: تأثيرها على صحة الإنسان، وعلى المياه السطحية والمياه الجوفية.

نتائج التعلم:

– أعدد الملوثات الخطرة على البيئة في نوعي المياه العادمة: المنزلية والصناعية.
– أوضح طرائق فحص الملوثات في المياه العادمة.
– أبين تأثير الملوثات الخطرة على صحة الإنسان، وعلى المياه السطحية والمياه الجوفية.

المفاهيم والمصطلحات:

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي
Biodegradable Organic Matters
مسببات الأمراض Pathogeneses
المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي
Non-Biodegradable Organic Matter
الفلزات الثقيلة Heavy Metals
المغذيات Nutrients
الأكسجين المستهلك حيويًا
Biological Oxygen Demand (BOD)
الأكسجين المستهلك كيميائيًا
Chemical Oxygen Demand (COD)
المواد الصلبة العالقة
Total Suspended Solids (TSS)
المواد الصلبة الذائبة
Total Dissolved Solids (TDS)

61

التدريس

2

استخدام الصور والأشكال:

الملوثات في المياه العادمة.

- وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ماذا تشاهد في الشكل؟

أشاهد أسماكاً ميتة في المياه.

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

أثر سلباً على حياة الأسماك؛ بحيث أدى إلى نفوقها.

– ما سبب نفوق الأسماك؟

ستتعدد إجابات الطلبة وتنوع، وأخبرهم أن سبب نفوق الأسماك تأثرها بالملوثات الموجودة في المياه، وأنهم سيتعلمون في هذا الدرس مزيداً من المعلومات عن الملوثات الموجودة في المياه العادمة.

◀ المناقشة:

مكونات المياه العادمة.

ناقش 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 %.

- ما مكونات المواد العضوية والمواد غير العضوية؟

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

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 ربيها بالمياه العادمة المعالجة، نظام الري المتبع في الزراعة، إعداد المزارعين وتأهيلهم في طرائق استخدام المياه العادمة المعالجة.

تعتمد ملوثات المياه العادمة على مصدرها؛ سواء أكانت منزلية أم زراعية أم صناعية، وتتكون المياه العادمة بشكل عام من مياه بنسبة 99.9 %، ومواد صلبة بنسبة 0.1 %، وهي تراكيز منخفضة من المواد الصلبة العضوية وغير العضوية، وتشكل المواد العضوية Organic Solids ما نسبته 70 % من المواد الصلبة في المياه العادمة، وتشمل المواد البروتينية والمواد الكربوهيدراتية والدهون والزيوت، أما المواد غير العضوية Nonorganic Solids فتشكل ما نسبته 30 % من المواد الصلبة، وتشمل حبيبات الرمل الدقيقة والأملاح المعدنية، مثل: أملاح الصوديوم والبوتاسيوم، وفلزات ثقيلة مثل: الرصاص والزنك.

الملوثات في المياه العادمة المنزلية

Pollutants in Domestic Wastewater

تحتوي المياه العادمة المنزلية على كثير من الملوثات، منها:

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي Biodegradable Organic Matters: تُسمى المركبات العضوية التي يمكن أن تتحلل عن طريق العمليات البيولوجية المختلفة المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي Biodegradable Organic Matters، ووجودها 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 (H_2S)، والأمونيا (NH_3)، والميثان (CH_4). ومن الأمثلة على هذه الملوثات المواد البروتينية والمواد الكربوهيدراتية والدهون والزيوت.

مسببات الأمراض Pathogens:

تتوافر في المياه العادمة مسببات الأمراض Pathogens وهي الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة التي تؤدي إلى الإصابة بالأمراض المختلفة للإنسان أو الحيوان أو النبات في حال وجودها في المياه، ومن الأمثلة عليها: البكتيريا، والديدان، والفيروسات.

أبحث:

مستعيناً بمصادر المعرفة المتوفرة لدي، أبحث عن العوامل المؤثرة في استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة، وأصمم عرضاً تقديمياً، وأعرضه أمام زملائي.

◀ بناء المفهوم:

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي.

اطرح السؤال:

- ما الملوثات الموجودة في المياه العادمة المنزلية؟
تعدد إجابات الطلبة وتنوع.

اعرض صور لمجموعة من المواد التي تعد مواد عضوية (دهون، زيوت)، ثم طرح 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

◀ بناء المفهوم:

طرحها في المياه العادمة.

البروتينات والكربوهيدرات والدهون ومخلفات

دورات المياه.

- كيف يجري التخلص من بقايا النباتات في الطبيعة؟
تحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة (المحللات).

ناقش الطلبة في إجاباتهم والتوصل معهم إلى أن المواد العضوية التي تُطرح في المياه العادمة، وتكون قابلة للتحلل الحيوي يطلق عليها مفهوم (المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي).

اطرح السؤال: ماذا ينتج عن تحلل المواد العضوية؟
غازات متعددة، منها كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والأمونيا (NH_3)، والميثان (CH_4).

مسببات الأمراض.

اعرض مجموعة صور لمسببات الأمراض (ديدان، بكتيريا، فيروسات)، وطرح الأسئلة الآتية:
- هل تسبب الأمراض للإنسان؟
نعم.

- ماذا يمكن أن نسمي هذه الكائنات؟

مسببات الأمراض.

مناقشة الطلبة والتوصل معهم إلى أن مسببات الأمراض كائنات دقيقة وغير دقيقة تؤدي إلى الإصابة بالأمراض المختلفة في حال وجودها في المياه، وإن من الأمثلة عليها: البكتيريا، والطحالب، والديدان، والفيروسات.

◀ بناء المفهوم:

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي.

• اشرح 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 كيميائية؟

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي.

✓ أنصحق:

المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، ومسببات

الأمراض، والمواد العضوية غير القابلة للتحلل

الحيوي.

◀ استخدام الصور والأشكال:

الملوثات في المياه العادمة الصناعية.

• وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (4)، ثم اسألهم:

- ما طبيعة المياه الخارجة من المصنع؟

مياه ملوثة.

- لماذا تجمع في برك خاصة؟

لتجري معالجتها في المصانع معالجة أولية قبل طرحها

في شبكة الصرف الصحي.

طريقة أخرى للتدريس

دراسة الحالة:

• اشرح 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 على خصائص المياه العادمة؟

- ما الحلول التي تقترحها للحد من الآثار السلبية

للمياه العادمة الصناعية؟

• وجه الطلبة في مجموعات إلى جمع البيانات وتنظيمها،

وتحليلها لتحديد أبعاد المشكلة، واقتراح حلول

مناسبة لها.

• اطلب إلى أفراد كل مجموعة مناقشة باقي المجموعات

في ما توصلت إليه المجموعات.

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي Non-Biodegradable

Organic Matter: تتكون المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي

Non-Biodegradable Organic Matter من مواد عضوية لا تتحلل

بفعل العمليات البيولوجية، ولكنها قد تتحلل بواسطة مؤكسدات

كيميائية قوية، وتنتج هذه المواد عن استخدام بعض المنظفات

الصناعية في المنازل.

✓ أنصحق: أبين أنواع الملوثات الموجودة في المياه العادمة المنزلية.

الملوثات في المياه العادمة الصناعية

Pollutants in Industrial Wastewater

تستخدم المياه في الصناعات المختلفة بشكل يومي في تبريد الآلات

وتنظيفها، ومعالجة المواد الخام، وينتج عن هذا الاستخدام مياه ملوثة

يجري معالجتها في المصانع معالجة أولية قبل طرحها في شبكة

الصرف الصحي لشدة خطورتها، أنظر الشكل (4).

الشكل (4): مياه عادمة صناعية يجري

تجميعها ومعالجتها بصورة أولية.

أفسر سبب المعالجة الأولية للمياه العادمة

الصناعية في المصانع.



63

◀ الربط بالمعرفة السابقة:

أنواع البكتيريا.

• اشرح 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 الأكسجين؟

ومن 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 ان تعيش في وجود الأكسجين أو غيابه.



حل سؤال الشكل (4):

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

- استخدم استراتيجية كنت أعتقد، والآن أعرف: (I Used to Think, But Now I know) اطرح سؤال في بداية الحصة حول الملوثات الصناعية واثرها، وفي نهاية الدرس اطلب اليهم مقارنة أفكارهم التي كانوا يمتلكوها في بداية الدرس حول الملوثات في المياه العادمة الصناعية وبما توصلوا إليه عند نهايته.

المناقشة:

الملوثات في المياه العادمة الصناعية.

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- ما الملوثات الموجودة في المياه العادمة الصناعية؟

ستتنوع إجابات الطلبة وتعدد، 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:

- وزع الطلبة إلى مجموعات، ثم وزع المواضيع الآتية على المجموعات (الفلزات الثقيلة، والمغذيات، والأملاح الذائبة)، ثم اطرح الأسئلة الآتية:
- كيف يمكن أن يتوافر في المياه العادمة؟
- كيف يؤثر وجوده في المياه على الإنسان والبيئة؟
- ثم إجراء مناقشة والتوصل إلى مفهوم هذه الملوثات وخصائصها.

تعزيز: الفلزات الثقيلة:

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

ومن هذه الملوثات الصناعية:

المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي Non-Degradable Organic Matter: تنتج المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي من الصناعات المختلفة، مثل المبيدات الحشرية، وبعض أنواع المنظفات الصناعية.

الفلزات الثقيلة Heavy Metals: تنتج الفلزات الثقيلة Heavy Metals من الأنشطة الصناعية، وتتميز بأنها غير قابلة للتحلل، أو تتحلل ببطء شديد، وهي ذات سمية شديدة، ويجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها، وتكمن خطورة الفلزات الثقيلة عند وصولها إلى المسطحات المائية في تراكمها داخل بعض الكائنات الحية مثل الأسماك.

المغذيات Nutrients: تحتاج الكائنات الحية إلى المغذيات Nutrients لنموها وتكاثرها، ومن الأمثلة عليها النيتروجين والفسفور، وعند وصولها إلى الأنهار والبحيرات تؤدي إلى نمو الطحالب، وحدوث ظاهرة الإثراء الغذائي.

الأملاح الذائبة Dissolved Salts: تنتج الأملاح الذائبة Dissolved Salts من الأنشطة الصناعية المختلفة، وهي أملاح غير عضوية ذائبة في الماء، ومن الأمثلة عليها أملاح الكلوريدات، وأملاح الكبريتات.

✓ **أنحقق:** أفسر سبب خطورة الفلزات الثقيلة الموجودة في المياه العادمة الصناعية.

قياس ملوثات المياه العادمة

Measuring Wastewater Pollutants

يتم قياس الملوثات في المياه العادمة بعدة طرائق تعتمد على طبيعتها إن كانت قابلة للتحلل الحيوي أو غير قابلة للتحلل الحيوي، ومن حيث هي مواد صلبة ذائبة أو مواد عالقة، ومن هذه الطرائق:

✓ **أنحقق:**

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

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الملوثات في المياه العادمة الصناعية، علماً بأنه يمكنك إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس.

شارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استعمل أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

بناء المفهوم:

الأكسجين المستهلك حيويًا.

اطرح 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 حيويًا.

● مناقشة إجابات الطلبة والتوصل معهم أن كمية الأكسجين المستهلكة حيويًا تشير إلى مقدار تلوث المياه العادمة بالمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، ويرمز إليه (BOD) فكلما كان مقدار (BOD) كبيراً كان التلوث العضوي في المياه العادمة كبيراً.

استخدام الصور والأشكال:

الأكسجين المستهلك كيميائيًا COD

● وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (5) الذي يمثل آلية قياس كمية الأكسجين المستهلك كيميائيًا، ثم اسألهم:

- ما المادة التي تُضاف إلى عينة المياه؛ المراد قياس كمية الأكسجين المستهلك كيميائيًا لها؟

دايكرومات البوتاسيوم، وحمض الكبريتيك.

- عند أية درجة يتم تسخين العينات؟ وكم مدة التسخين؟

150 درجة مئوية، مدة ساعتين.

● ناقش الطلبة بإجاباتهم، وتوصل معهم 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.

افكر

لأنه في طريقة الأكسجين المستهلك كيميائيًا يتم أكسدة جميع المواد القابلة للتأكسد، وغير القابلة للتأكسد، أما في طريقة الأكسجين المستهلك حيويًا فيتم أكسدة المواد العضوية القابلة للتأكسد فقط.

الأكسجين المستهلك حيويًا (Biological Oxygen Demand (BOD)

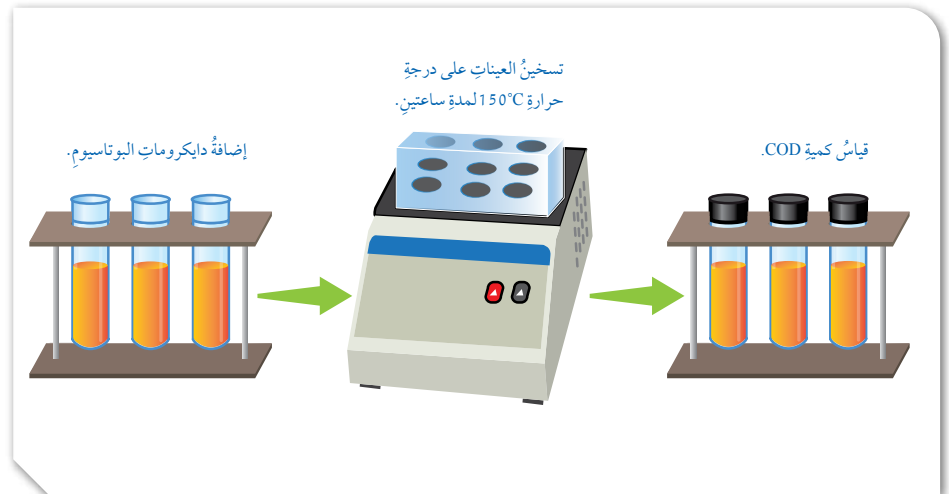
يتم في طريقة الأكسجين المستهلك حيويًا Biological Oxygen Demand (BOD) قياس كمية الأكسجين التي تستهلك حيويًا بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، عند حصولها على الطاقة من خلال أكسدة المواد العضوية في الماء؛ إذ تشير كمية الأكسجين المستهلكة إلى مقدار تلوث المياه العادمة بالمواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، فكلما كان مقدار (BOD) كبيراً كان التلوث العضوي في المياه العادمة عاليًا.

الأكسجين المستهلك كيميائيًا (Chemical Oxygen Demand (COD)

يقاس التلوث بالمواد العضوية غير القابلة للتحلل بيولوجيًا أو التي تتحلل ببطء شديد في المياه العادمة بطريقة الأكسجين المستهلك كيميائيًا Chemical Oxygen Demand (COD) وفي هذه الطريقة تُضاف مواد كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم إلى عينة المياه، وتعمل على أكسدة جميع المواد القابلة للتأكسد، وغير القابلة للتأكسد، أنظر الشكل (5).

افكر عند قياس الملوثات في المياه العادمة تكون قيمة COD دائمًا أعلى من قيمة BOD لعينة المياه الملوثة.

الشكل (5): آلية قياس كمية الأكسجين المستهلك كيميائيًا.



65

تعزيز: الأكسجين المستهلك حيويًا.

● وزع الطلبة إلى مجموعات، ثم عن طريق استراتيجية حل المشكلات Problem Solving

اطرح على الطلبة القضية الآتية:

تم قياس كمية الأكسجين المستهلك حيويًا في إحدى البحيرات، فلو حظ أن قيمته على سطح البحيرة منخفضة، وأما في قاع البحيرة فكانت القيمة مرتفعة، وجه الطلبة إلى البحث عن أسباب هذه القضية بأسلوب منظم، ثم اعرض النتائج على باقي المجموعات وناقشهم فيها.

على سطح البحيرة توجد الطحالب بكميات كبيرة، مما يؤدي إلى ارتفاع قيم الأكسجين الذائب في الماء، وانخفاض قيم الأكسجين المستهلك حيويًا، أما في قاع البحيرة؛ حيث تنزل الطحالب والكائنات البحرية التي تموت إلى الأسفل وتتحلل؛ ما يؤدي إلى ارتفاع قيم الأكسجين المستهلك حيويًا.

استخدام الصور والأشكال:

مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS).

- وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6) الذي يمثل آلية فصل المواد الصلبة العالقة في المياه، ثم اسألهم:
- 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).

- ناقش الطلبة في إجاباتهم وتوصل معهم إلى أن مجموع المواد الصلبة العالقة يشمل المواد العضوية وغير العضوية الصلبة الصغيرة العالقة في المياه، ويعد مؤشراً على درجة تلوث المياه العادمة، ويجري قياس كمية المواد الصلبة العالقة في المياه من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء، وتجفيف البقايا المترسبة على درجة حرارة عالية، ثم إيجاد كتلتها.

استخدام الصور والأشكال:

مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS).

- وجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7) الذي يمثل طريقة قياس كمية المواد الصلبة الذائبة في المياه، ثم اسألهم:
- ما خصائص عينة المياه المراد قياس كمية المواد الصلبة الذائبة في المياه؟

عينة مياه خالية من المواد العالقة، وتحتوي على أملاح ذائبة.

- كيف يتم قياس كمية المواد الصلبة العالقة في المياه؟

عن طريق تبخير كمية محددة من المياه، وإيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية بوحدة mg/l.

- ناقش 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 المياه.

معلومة إضافية:

يتم قياس كمية الأكسجين المستهلك حيويًا تحت درجة حرارة (20 ± 1) درجة مئوية وضمن مدة زمنية محددة هي (5) أيام.

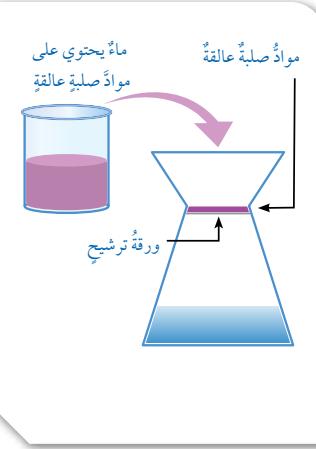
مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS)

يشمل مجموع المواد الصلبة العالقة (TSS) Total Suspended Solids (TSS) المواد العضوية وغير العضوية الصلبة الصغيرة العالقة في المياه، ويعد مؤشراً على درجة تلوث المياه العادمة، ويجري قياس كمية المواد الصلبة العالقة في المياه من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء، أنظر الشكل (6)، وتجفيف البقايا المترسبة على درجة حرارة عالية، ثم إيجاد كتلتها.

مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS)

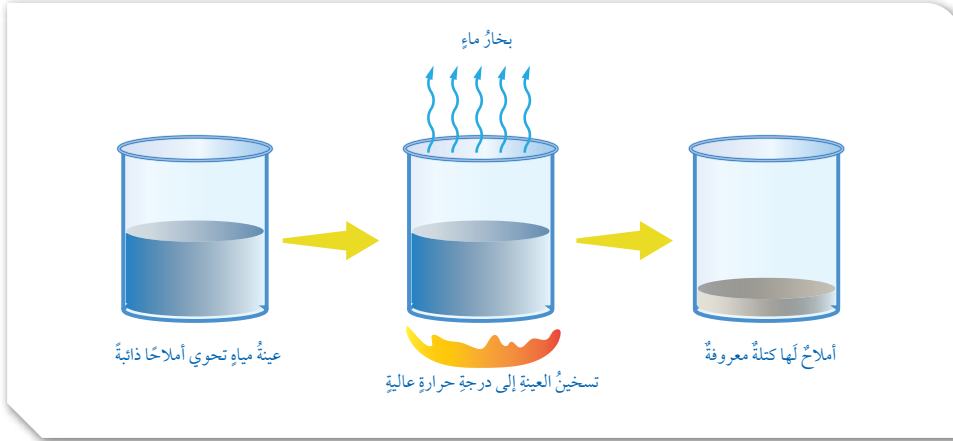
يستخدم مجموع المواد الصلبة الذائبة (TDS) Total Dissolved Solids (TDS) باعتباره أحد المؤشرات على درجة تلوث المياه العادمة، وتتكون المواد الصلبة الذائبة من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في المياه، وتقاس كمية المواد الصلبة الذائبة في المياه عن طريق تبخير كمية محددة من المياه، وإيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية بوحدة mg/l، أنظر الشكل (7)، مع مراعاة أن تكون المياه التي جرى قياس كمية المواد الصلبة الذائبة فيها خالية من المواد العالقة.

✓ **أنحقق:** أقرن بين طريقتي BOD و COD من حيث المواد المقاسة وآلية عملها.



الشكل (6): فصل المواد الصلبة العالقة في المياه.
أبين طريقة فصل المواد الصلبة العالقة.

الشكل (7): طريقة قياس كمية المواد الصلبة الذائبة.



66

حل سؤال الشكل (6):

من خلال ترشيح عينة المياه في وعاء، وتجفيف البقايا المترسبة على درجة حرارة عالية، ثم إيجاد كتلتها.

✓ **أنحقق:**

طريقة COD	طريقة BOD	المواد التي يجري قياسها بواسطتها
المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي أو تتحلل ببطء شديد.	المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي.	المواد التي يجري قياسها بواسطتها
تتم عن طريق إضافة مواد كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم وحمض الكبريتيك إلى عينة المياه، وتسخينها إلى درجة حرارة 150 درجة مئوية لمدة ساعتين.	يتم قياس كمية الأكسجين المستهلك بواسطة البكتيريا الهوائية، التي تستخدمها بأكسدة المواد العضوية.	آلية القياس

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، الملاحظة، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

● وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (قياس بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

● وزع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إلى أفراد المجموعات دراسة البيانات التي يحتويها الجدول، ثم إجابة الأسئلة التي تلي الشكل.

● استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها؛ لاستنتاج أن معالجة المياه العادمة في محطة الخبرة السمرا تعمل على خفض كمية كل من: المواد العضوية، والمواد الصلبة العالقة في المياه العادمة.

النتائج المتوقعة:

1. تحديد مواصفات المياه عند مدخل المحطة ومخرجها.
2. تفسير 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 كبير 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: سلم تقدير.

الرقم	معايير الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	يحدد مواصفات المياه عند مدخل المحطة ومخرجها.				
2	يقارن بين كمية كل من BOD، و COD، و TSS عند مدخل المحطة ومخرجها.				
3	يفسر سبب ارتفاع قيمة COD مقارنة بقيمة BOD عند مدخل المحطة.				
4	يعمل بروح الفريق الواحد.				

يمكنُ تعرفُ بعض القيم الناتجة من قياس الملوثات في بعض محطات المياه العادمة؛ من خلال تنفيذ النشاط الآتي:

نشاط:

قياس بعض الملوثات في إحدى محطات معالجة المياه العادمة

الجدول الآتي يمثل قيم BOD و COD و TSS في محطة الخبرة السمرا التنقية المياه العادمة في الأردن، والتي قيسَت في الثامن من شهر حزيران لعام 2020، حيثُ جرى فحص المياه عند مدخل المحطة والمياه عند مخرج المحطة في اليوم نفسه، أدرس الجدول الآتي، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

المحطة	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
مدخل المحطة	498	959	340
مخرج المحطة	3.0	87	40

التحليل والاستنتاج:

- 1 - أحدد مواصفات المياه عند مدخل المحطة ومخرجها.
- 2 - أقرن بين كمية كل من BOD، و COD، و TSS عند مدخل المحطة ومخرجها.
- 3 - أفسر سبب ارتفاع قيمة COD مقارنة بقيمة BOD عند مدخل المحطة.

يتبين مما سبق أن معالجة المياه العادمة في محطة الخبرة السمرا تعمل على خفض كمية كل من: المواد العضوية، والمواد الصلبة العالقة في الماء.

الآثار السلبية للمياه العادمة Negative Effects of Wastewater

للمياه العادمة آثار سلبية عديدة على البيئة؛ منها ما يتعلق بصحة الإنسان، ومنها ما يتعلق بالمياه السطحية والجوفية.

آثار المياه العادمة على صحة الإنسان

Effects of Wastewater on Human Health

تحتوي المياه العادمة على كثير من مسببات الأمراض كالـ بكتيريا والفيروسات، إذ تعد بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها؛ ما يزيد من خطورة انتشار الأمراض كالـ كوليرا والتيفوئيد، ولتعرف مسببات الأمراض والأمراض التي تسببها للإنسان، أنظر إلى الجدول (1).

المناقشة:

الآثار السلبية للمياه العادمة.

- اعرض صورة لمسطحات مائية تعرضت إلى تلوث بالمياه العادمة، ثم اطرح السؤال: - ما تأثير المياه العادمة على المسطحات المائية، وعلى صحة الإنسان؟
- قد تتعدد وتتوزع إجابات الطلبة، استمع إلى إجاباتهم، وأخبرهم أن المياه العادمة تؤثر سلباً على البيئة وعلى صحة الإنسان، حيث تسبب كثيراً من الأمراض للإنسان، أيضاً تلوث المياه السطحية والجوفية.

التدريس المدمج: الآثار السلبية للمياه العادمة

- قسم الطلبة في مجموعات ووضح لهم المطلوب من النشاط، وبين للطلبة 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 اطلب إليهم عرضه أمام زملائهم. تأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

تفسير الجدول:

مسببات الأمراض.

• وجه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم أخبرهم أنه يمثل مسببات الأمراض، والأمراض التي تسببها للإنسان، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما مسببات الأمراض الموجودة في المياه العادمة؟

البكتيريا، البروتوزوا، الفيروسات، الديدان.

- ما الأمراض التي تسببها مسببات الأمراض الموجودة في المياه العادمة؟

البكتيريا: التيفوئيد، الكوليرا. الفيروسات: التهاب

الكبد الفيروسي، التهاب الجهاز الهضمي. البروتوزوا:

الديزنتاريا الأميبية. الديدان: والقيء، والإسهال.

- لماذا تنتشر مسببات الأمراض في المياه العادمة؟

لأن المياه العادمة تعد بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها.

الربط مع الجغرافيا

ذكر 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 ثلاثة جهات، وتتصل بالمحيطات من الجهة الرابعة عبر مضيق.

استخدام الأشكال والصور:

آثار المياه العادمة على المياه السطحية والمياه الجوفية.

• وجه 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 بفعل وجود المغذيات.

- كيف يؤثر نمو الطحالب على الكائنات الحية البحرية؟

عند موت الطحالب تتراكم أسفل المسطح المائي

فتتحلل بواسطة البكتيريا الهوائية؛ ما يؤدي إلى استنزاف

الأكسجين، وموت عدد كبير من الكائنات المائية، ثم

تنشط الكائنات اللاهوائية في تحليل المواد العضوية.

• ناقش 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.

الجدول (1): مسببات الأمراض الموجودة في المياه العادمة

مسببات الأمراض	الأمراض التي تسببها للإنسان
البكتيريا	التيفوئيد، الكوليرا
الفيروسات	التهاب الكبد الفيروسي، التهاب الجهاز الهضمي
البروتوزوا	الديزنتاريا الأميبية
الديدان (ديدان الإسكارس، الديدان الشعرية، الدودة الشريطية)	الغثائ والقيء، والإسهال

آثار المياه العادمة على المياه السطحية والجوفية

Effects of Wastewater on Surface Water and Groundwater

عند وصول المياه العادمة إلى المسطحات المائية من بحار وبحيرات وأنهار، تعمل على تلوثها وتغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، فمثلاً وجود المغذيات في المياه العادمة يؤدي إلى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication، في المسطحات المائية التي تصل إليها، حيث تنمو الطحالب بشكل كبير بفعل وجود المغذيات، أنظر الشكل (8)، وعند موت الطحالب تتراكم أسفل المسطح المائي فتتحلل بواسطة البكتيريا الهوائية؛ ما يؤدي إلى استنزاف الأكسجين، وموت عدد كبير من الكائنات المائية، ثم تنشط البكتيريا اللاهوائية في تحليل المواد العضوية.

الربط مع الجغرافيا

تؤدي المياه العادمة إلى تلوث البحار المغلقة بصورة أكبر من تلوث المحيطات والبحار المفتوحة، حيث يساعد الممتد والجزر والتيارات البحرية في المحيطات على انتشار الملوثات وتقليل تركيزها؛ لذلك فإن قدرة البحار شبه المغلقة مثل البحر الأبيض المتوسط على استيعاب الملوثات محدودة.

الشكل (8): نمو الطحالب في المسطحات المائية بفعل مواد الإثراء الغذائي.



68

نشاط سريع: مسببات الأمراض.

• وجه الطلبة - ضمن مجموعات - إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أحد الأمراض الناتجة عن مسببات الأمراض، وأعراض هذا المرض، ثم وجههم إلى إعداد عرض تقديمي حول ذلك، ثم عرضه أمام زملاء.

معلومة إضافية

يتم إزالة مسببات الأمراض من خلال عملية تطهير المياه العادمة، وذلك بإحدى الطرائق الآتية: التطهير بالكلور، وذلك بإضافة الكلور إلى المياه السائلة، أو من خلال التطهير بالأوزون، أو باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

إضاءة للمعلم

من أشكال التلوث الصناعي استعمال المياه في عمليات التبريد الذي يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة مياه البحار والأنهار إذا تم تدفق المياه الصناعية إليها؛ ما يؤثر سلباً على التفاعلات البيوكيميائية، وأيضاً يؤثر على الأحياء المائية، حيث يؤدي ارتفاع درجة حرارة المياه إلى تغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، ومنها نقص كمية الأكسجين الذائب في المياه.

◀ المناقشة:

استراتيجية الطاولة المستديرة، تأثير المياه العادمة على الكائنات الحية.

- ارسم سلسلة غذائية في رأس ورقة فارغة، واكتب السؤال الآتي: كيف تؤثر المياه العادمة التي تحتوي على الفلزات الثقيلة على الكائنات الحية؟
- وزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعط كل مجموعة ورقة تحوي السؤال المذكور آنفاً.

- اطلب إلى كل فرد في المجموعة الاطلاع على السؤال، ثم إضافة جزء من إجابة السؤال.
- بعد أن ينتهي أفراد المجموعة من ذلك، اطلب إليهم التوقف، ثم وجه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجاباتهم في ما بينهم.
- اطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأخرى، ثم مناقشتهم فيها؛ للتوصل إلى ما يأتي: تترام الفلزات الثقيلة في أجسام الكائنات الحية، وتنتقل من كائن حي إلى آخر عبر السلسلة الغذائية؛ الأمر الذي يؤثر في التوازن البيئي داخل البحار والمحيطات، وتعمل الملوثات على تدمير الشعاب المرجانية، وموت كثير من الكائنات الحية التي تتخذ المرجان مأوى لها.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- تأثير المياه العادمة على المياه الجوفية.
- وجه 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.

ناقش 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.

✓ أنحقّق:

تحتوي المياه العادمة على كثير من مسببات الأمراض للإنسان، كالبكتيريا والفيروسات، إذ تعد بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها؛ ما يزيد من خطورة انتشار الأمراض كالقوليرا والتيفوئيد.

أعمل فلماً قصيراً باستخدام برنامج صانع الأفلام (movie maker) يوضح تأثير المياه العادمة على السلاسل الغذائية المائية، وأحرص على أن يشمل الفيلم صوراً توضيحية، ثم أشاركه معلمي وزملائي في الصف.

أيضاً تحتوي المياه العادمة على الفلزات الثقيلة، وفي حال وصولها إلى البحار والمحيطات قد تتراكم في أجسام الكائنات الحية، وتنتقل من كائن حي إلى آخر عبر السلسلة الغذائية؛ الأمر الذي يؤثر في التوازن البيئي داخل البحار والمحيطات، وتعمل الملوثات على تدمير الشعاب المرجانية، وموت كثير من الكائنات الحية التي تتخذ المرجان مأوى لها. كذلك يؤدي وصول المياه العادمة إلى الأحواض المائية الجوفية إلى تلوثها وتصبح غير صالحة للشرب؛ مما يقلل من كمية الموارد المائية المتاحة، أنظر الشكل (9).

✓ أنحقّق: ناقش الآثار السلبية للمياه العادمة على صحة الإنسان.



حل سؤال الشكل (9):

تلوث المياه الجوفية نتيجة تسرب المياه العادمة من الخفر 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:

- قسم الطلبة إلى مجموعات، ووضّح لهم المطلوب من النشاط، وبيّن للطلبة 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 اطلب إليهم عرضه أمام زملائهم. تأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج صانع الأفلام (Movie Maker)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب؛ للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

مراجعة الدرس

1 المواد العضوية في المياه العادمة المنزلية يمكن أن تتحلل عن طريق العمليات البيولوجية المختلفة، أما المواد العضوية في المياه العادمة الصناعية فمعظمها غير قابل للتحلل الحيوي.

2 تحتوي المياه العادمة على كثير من مسببات الأمراض كالبكتيريا والفيروسات والديدان، إذ تعدُّ بيئة مناسبة لتكاثرها وانتشارها؛ ما يزيد من خطورة انتشار الأمراض كالقوليرا والتيفوئيد.

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.

مراجعة الدرس

1. أفرق بين الملوثات العضوية المنزلية والملوثات العضوية الصناعية، من حيث قابليتها للتحلل.
2. أوضح كيف تؤثر المياه العادمة على صحة الإنسان.
3. أوضح تأثير المياه العادمة على السلسلة الغذائية المائية.
4. أصف آلية حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي.
5. أصف العلاقة بين وجود المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي ووجود الغازات في المياه العادمة.
6. أصف الملوثات الآتية إلى مواد عضوية ومواد غير عضوية: كربوهيدرات، أملاح، عناصر معدنية، دهون.
7. أذكر الطريقة التي يجري من خلالها قياس كل مما يأتي:
- المواد العضوية والمواد غير العضوية والأيونات الذائبة في الماء.
- المواد العضوية والمواد غير العضوية العالقة في الماء.
- المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي.
- المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي.

7 - كمية المواد الصلبة الذائبة (TDS).

- كمية المواد الصلبة العالقة (TSS).

- كمية الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD).

- كمية الأكسجين المستهلك حيويًا (BOD).

معالجة المياه العادمة Wastewater Treatment

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

محطات معالجة المياه العادمة.

- اعرض 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؟

ستتنوع إجابات الطلبة، وتتعدد.

- أدِرْ نقاشاً مع الطلبة لاستنتاج أن محطات معالجة المياه العادمة جميعها تمر بالمراحل نفسها، وأخبرهم أنهم سيتعلمونها خلال هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

- ذكّر 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.

- اعرض على الطلبة صورتين، إحداها لمياه عادمة، والأخرى لمياه عادمة معالجة، ثم اطرح 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 توصل 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.

محطات معالجة المياه العادمة

Wastewater Treatment Plants

تعرفت سابقاً الأضرار التي تسببها المياه العادمة في صحة الإنسان والمياه السطحية والمياه الجوفية، ولتفادي هذه الأضرار وحفاظاً على صحة الإنسان والبيئة يجري معالجتها في محطات خاصة، وتُعرف معالجة المياه العادمة Wastewater Treatment بأنها 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، ويمكن الاستفادة من المياه العادمة المعالجة بصفاتها مورداً مهماً من موارد المياه غير التقليدية، وتتم معالجة المياه العادمة في محطات خاصة تُسمى محطات معالجة المياه العادمة، أنظر الشكل (10) الذي يوضح إحدى محطات معالجة المياه العادمة.



71

الفكرة الرئيسة:

تحدث معالجة المياه العادمة في محطات خاصة لتنقيتها، والاستفادة من المياه الناتجة عنها بعد المعالجة في مجالات عدة.

نتائج التعلم:

- أصمم تخطيطاً انسيابياً لمحطة معالجة المياه العادمة.
- أشرح الأفكار العلمية والتكنولوجية التي بُنيت عليها محطات التنقية.
- أصف بدقة إمكانية الاستفادة من المياه العادمة المنقاة في بيئتي.
- أعطي أمثلة على أن المياه العادمة مصدر مهم من مصادر المياه.
- أبين من خلال بيانات حقيقية كمية المياه العادمة في مدينتي.

المفاهيم والمصطلحات:

معالجة المياه العادمة

Wastewater Treatment

المعالجة الفيزيائية

Physical Treatment

المعالجة الكيميائية

Chemical Treatment

المعالجة البيولوجية

Biological Treatment

Sludge

الحمأة

الشكل (10): إحدى محطات معالجة المياه العادمة

استخدام الصور والأشكال:

محطات معالجة المياه العادمة.

- وجّه 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

* 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.

أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

الهدف: تعرف أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة.

المهارات العلمية: التنبؤ، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- وزّع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الجدول الذي يوضح أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة، ثم الإجابة عن الأسئلة التي تلي الشكل.
- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم بالعمليات في كل مرحلة.

النتائج المتوقعة: يتوقع من الطالب أن:

1. يذكر عمليات المعالجة المصاحبة لكل نوع من أنواع المعالجة.
2. يحدد العامل الذي يعتمد عليه كل نوع من أنواع المعالجة.

التحليل والاستنتاج:

1. المعالجة الفيزيائية: الطفو، الترسيب الطبيعي بفعل الجاذبية، الترسيب عبر وسط خبيبي.
- المعالجة الكيميائية: الترويب الكيميائي، التطهير، الادمصاص بالكربون، الاسموزية المعاكسة.
- المعالجة البيولوجية: عمليات الحماة المنشطة، بحيرات الأكسدة.
2. تعتمد المعالجة الفيزيائية على الخواص الطبيعية للمواد والسوائل، أما المعالجة الكيميائية فتعتمد على التفاعلات الكيميائية، وتعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة في تحلل المواد العضوية وقابليتها للتحلل بيولوجياً.
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 ترسيبها بالطرائق الطبيعية، والمواد الذائبة في الماء.
- المعالجة البيولوجية: مواد عضوية قابلة للتحلل الحيوي.

الربط بالمعرفة السابقة

الخصائص الفيزيائية للمواد.

- ذكر الطلبة بما درسوه سابقاً عن الخصائص الفيزيائية للمواد، مثل: الطفو والترسيب.

Types of Wastewater Treatment أنواع معالجة المياه العادمة

تجري معالجة المياه العادمة من خلال مراحل متتابعة تُستخدم فيها أنواع متعددة من المعالجة، وهي المعالجة الفيزيائية Physical Treatment، والمعالجة الكيميائية Chemical Treatment، والمعالجة البيولوجية Biological Treatment، ويمكن تعرف أنواع معالجة المياه العادمة بتنفيذ النشاط الآتي:

نشاط

أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة

أدرُس الجدول الآتي الذي يوضح أنواع المعالجة الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه العادمة، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

نوع المعالجة	الوصف	عمليات المعالجة
المعالجة الفيزيائية	تعتمد المعالجة الفيزيائية على الخواص الطبيعية للمواد والسوائل، مثل الطفو والترسيب، ويجري فيها إزالة كمية كبيرة من الملوثات كبيرة الحجم.	- الطفو. - الترسيب الطبيعي بفعل الجاذبية. - الترسيب عبر وسط خبيبي.
المعالجة الكيميائية	تعتمد المعالجة الكيميائية على التفاعلات الكيميائية، ويتم من خلالها إزالة أنواع معينة من الملوثات التي تصعب إزالتها بالطرائق الأخرى.	- الترويب الكيميائي. - التطهير. - الادمصاص بالكربون. - الاسموزية العكسية.
المعالجة البيولوجية	تعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة في تحلل المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً.	- عمليات الحماة المنشطة. - بحيرات الأكسدة.

التحليل والاستنتاج:

- 1 - أذكر عمليات المعالجة المصاحبة لكل من: المعالجة الفيزيائية، والمعالجة الكيميائية، والمعالجة البيولوجية.
- 2 - أحدد العامل الذي تعتمد عليه كل من: المعالجة الفيزيائية، والمعالجة الكيميائية، والمعالجة البيولوجية.
- 3 - أتناه: ما طبيعة الملوثات التي يجري التخلص منها في كل من: المعالجة الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية.

معلومة إضافية

عمليات معالجة المياه العادمة

تتم عمليات معالجة 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	معايير الأداء	التقدير
نعم	لا	
1	يذكر عمليات المعالجة المصاحبة لكل نوع من أنواع المعالجة.	
2	يحدد العامل الذي تعتمد عليه كل نوع من أنواع المعالجة.	
3	يتنبأ بطبيعة الملوثات التي يتم التخلص منها في كل نوع من أنواع المعالجة.	
4	يعمل بروح الفريق الواحد.	

◀ استخدام الصور والأشكال:

مراحل معالجة المياه العادمة.

● وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (11) الذي يمثل مراحل

معالجة المياه العادمة، ثم أسألهم:

- ماذا تشاهد في الشكل؟

المراحل التي تمر فيها معالجة المياه العادمة.

- اذكر مراحل معالجة المياه العادمة.

معالجة تمهيدية، معالجة ابتدائية، معالجة ثانوية، معالجة

ثلاثية.

● ناقش 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.

- حدد 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.

مراحل معالجة المياه العادمة.

● بواسطة استراتيجية جدول التعلم،

(What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned)

● اطلب إلى الطلبة تصميم جدول التعلم، ماذا أريد أن

أتعلم؟ ماذا تعلمت؟

● اطلب إليهم تدوين إجابة السؤالين الآتيين:

- ماذا أعرف عن مراحل معالجة المياه العادمة؟

- ماذا أريد أن أتعلم عن مراحل معالجة المياه العادمة؟

● وجه الطلبة إلى تدوين ما تعلموه في عمود: (ماذا

تعلمت؟ (بعد الانتهاء من شرح موضوع مراحل

معالجة المياه العادمة).

تعتمد المعالجة الفيزيائية على الخواص الطبيعية للمواد، مثل عمليات ترسيب المواد بفعل الجاذبية، وإزالة المواد الطافية على سطح السائل بسبب اختلاف الكثافة، أما بالنسبة إلى المعالجة الكيميائية فتعتمد على التفاعلات الكيميائية، ويتم التخلص من الملوثات التي يصعب التخلص منها بالمعالجة الفيزيائية والبيولوجية، مثل المواد العالقة بالماء التي يصعب ترسيبها بالطرائق الطبيعية.

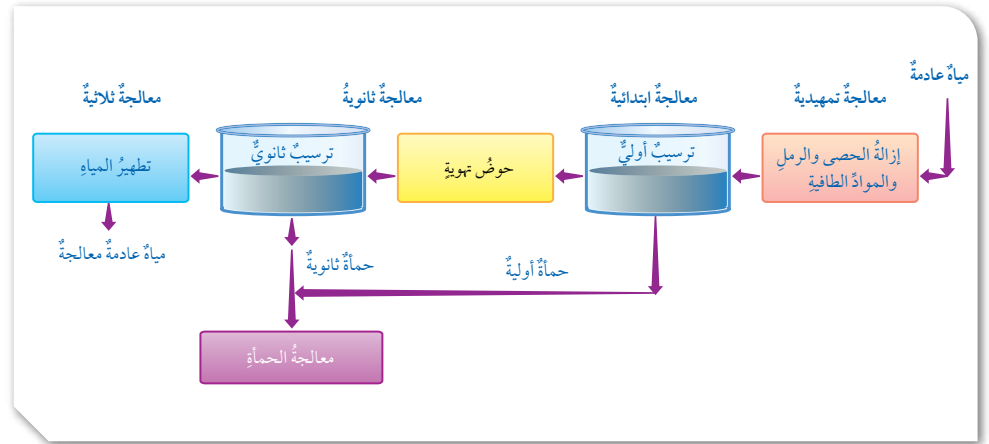
أما المعالجة البيولوجية فتعتمد على النشاط البيولوجي للكائنات الحية في تحليل المواد العضوية، مثل عمليات المعالجة ببحيرات الأكسدة التي تعد أبسط عمليات المعالجة البيولوجية، حيث يحدث تحليل المواد العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية.

✓ **أنحقق:** أفسر دور العمليات البيولوجية في تنقية المياه العادمة.

مراحل معالجة المياه العادمة

Stages of Wastewater Treatment

تمر معالجة المياه العادمة بعدد من المراحل، وفي كل مرحلة يتم إزالة نوع معين من الملوثات، أنظر الشكل (11).



73



حل سؤال الشكل (11):

معالجة ابتدائية (ترسيب أولي) ومعالجة ثانوية (ترسيب ثانوي).

✓ **أنحقق:**

تعتمد العمليات البيولوجية على تحليل المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي بوجود كائنات حية هوائية مثل البكتيريا؛ حيث تحتوي المياه العادمة على كميات كبيرة من المواد العضوية.

◀ المناقشة:

المعالجة التمهيدية.

● اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

- كيف تحدث معالجة المياه العادمة في مرحلة المعالجة التمهيدية؟

يتم تصفية المياه العادمة بواسطة استخدام مصافي كبيرة؛ لإزالة الرمل والحصى، وتجري إزالة المواد خفيفة الوزن والتي تطفو على سطح الماء.

- ما أهمية هذه المرحلة؟

حماية أجهزة المحطة، ومنع انسداد الأنابيب فيها.

◀ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة الابتدائية والحماة.

● وجه الطلبة إلى دراسة الشكل (12) الذي يمثل الحماة، ثم اسألهم:

- ماذا تشاهد في الشكل؟

ستعدد إجابات الطلبة، ومنها: الأجسام الصلبة العضوية، وغير العضوية، التي ترسب أثناء معالجة المياه العادمة.

- ما نوع المعالجة التي تنتج عنها هذه المواد؟

معالجة فيزيائية بواسطة الترسيب.

● ناقش الطلبة في إجاباتهم، وأخبرهم أن هذه المواد التي ترسب في هذه المرحلة تسمى بالحماة، وأن هذه المرحلة إحدى مراحل معالجة المياه العادمة وهي المعالجة الابتدائية.

◀ استخدام الصور والأشكال:

المعالجة الثانوية.

● وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (11) في كتاب الطالب، ثم اطرح الأسئلة الآتية:

- ما فائدة وجود حوض التهوية في المعالجة الثانوية؟

تجري فيه إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً، وذلك بوجود البكتيريا الهوائية التي تعمل على تحلل المواد العضوية.

- ماذا يحدث للمواد التي لم ترسب في المرحلة الابتدائية؟ ترسب على شكل حماة ثانوية.

◀ المناقشة:

المعالجة المتقدمة أو الثلاثية.

● وجه الأسئلة الآتية إلى الطلبة:

- لماذا 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 العالقة صغيرة الحجم، وإزالة مسببات الأمراض.

المعالجة التمهيدية Preliminary Wastewater Treatment

تتضمن مرحلة المعالجة التمهيدية عمليات المعالجة الفيزيائية مثل: التصفية بواسطة استخدام مصافي كبيرة لإزالة الرمل والحصى، وعملية الطفو لإزالة الدهون والزيوت وبعض المواد خفيفة الوزن، كذلك يتم التخلص في هذه المرحلة من نسبة قليلة من المواد العضوية القابلة للتحلل والمواد العالقة، وتنقية المياه بهذه المرحلة يعمل على حماية أجهزة المحطة، ومنع انسداد الأنابيب فيها.

المعالجة الابتدائية Primary Wastewater Treatment

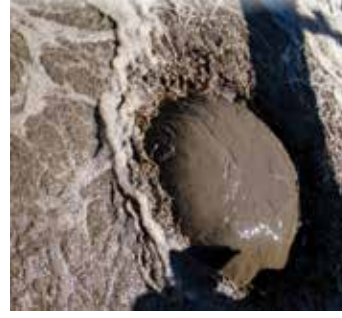
تحدث في هذه المرحلة إزالة جزء من الأجسام الصلبة العضوية وغير العضوية، والمواد العالقة عن طريق عمليات المعالجة الفيزيائية مثل: التصفية والترسيب، وفي هذه المرحلة يجري فصل الأجسام الصلبة على شكل حمأة (Sludge)، وهي المواد الصلبة العضوية وغير العضوية التي ترسبت أثناء معالجة المياه العادمة، أنظر الشكل (12).

المعالجة الثانوية Secondary Wastewater Treatment

تتضمن مرحلة المعالجة الثانوية عمليات المعالجة البيولوجية بوجود الأكسجين، وذلك باستخدام البكتيريا الهوائية التي تعمل على تحلل المواد العضوية في المياه العادمة، حيث تجري إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً، والمواد العالقة التي لم ترسب في مرحلة المعالجة الابتدائية.

المعالجة الثلاثية أو المتقدمة Tertiary Wastewater Treatment

يتم تطبيق مرحلة المعالجة الثلاثية عندما يكون هناك حاجة إلى ماء نقي بدرجة عالية، حيث تجري إزالة الملوثات مثل المغذيات والمواد السامة والمواد العالقة صغيرة الحجم، ومسببات الأمراض، وذلك من خلال عدة طرائق منها: الترويب الكيميائي، والادمصاص بالكربون، والإسموزية العكسية، وتطهير المياه العادمة.



الشكل (12): الحمأة في المياه العادمة أثناء معالجتها.

أفكر
تنتج من معالجة المياه العادمة كمية كبيرة من الحمأة التي تجري معالجتها، أفكر بمخاطر استخدام الحمأة غير المعالجة.

إدعاء للمعلم

تعد الإسموزية العكسية إحدى مراحل المعالجة المتقدمة، حيث يتم إزالة الأملاح الموجودة بتركيز عالية بطريقة الإسموزية العكسية، حيث ينتقل فيها الماء من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل عبر غشاء شبه منفذ؛ بتأثير الضغط على الماء المالح، وذلك بعكس الخاصية الأسموزية، وتعطي معالجة المياه العادمة بواسطة الإسموزية العكسية مياهاً معالجة ذات نقاوة عالية تستخدم في الري والزراعة.

أفكر
تسبب الحمأة غير المعالجة العديد 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.

الربط بالكيمياء الادمصاص بالكربون

- راجع الطلبة في مفهوم المسامية، عند الحديث عن ترسب الملوثات في مسامات حبيبات الكربون، والفرق بين الامتصاص والإدمصاص.

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.

- استعمل استراتيجية التعلم التعاوني، (Collaborative Learning)

- بتوزيع الطلبة إلى مجموعات، ثم اطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن السؤال الآتي:
- كيف يساعد الإدمصاص بالكربون على التخلص من الروائح الكريهة وبعض المواد السامة؟

استخدام الصور والأشكال:

محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

- وزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم اطلب عليهم الأسئلة الآتية:

- ماذا تشاهد في الشكل (13)؟

محطة الخربة السمرا.

- لماذا أنشئت محطة الخربة السمرا؟

لمعالجة المياه العادمة الناتجة من محافظة الزرقاء، ومحافظة العاصمة، وإنتاج مياه صالحة للزراعة والري.

- أخبر الطلبة أنه تم إنشاء حوالي اثنتين وثلاثين محطة معالجة مياه عادمة تخدم المدن والقرى والتجمعات السكنية في مختلف محافظات المملكة، ثم ناقش الطلبة كيف حصلت الاستفادة من المياه العادمة المعالجة في الأردن.

الربط بالمعرفة السابقة:

- ذكّر الطلبة بما درسوه سابقاً عن المصادر غير التقليدية للمياه، وهي المياه العادمة المعالجة؛ حيث تعد من الموارد المائية الرافدة للمياه السطحية بعد معالجتها.

الربط بالكيمياء الادمصاص بالكربون Carbon Adsorption

يعدّ الادمصاص بالكربون أحد طرائق مرحلة المعالجة المتقدمة للمياه العادمة، وذلك باستخدام الكربون المنشط، الذي يُصنّع من موادّ كربونية مختلفة أهمّها الفحم بعد معالجته بطرائق كيميائية وفيزيائية، تجعله يمتلك مساحةً سطحيةً عاليةً وسطحاً مسامياً، يساعد على التصاق الملوثات بسطحه وترسيبها في مسامات حبيبات الكربون؛ حيث تمرّ المياه العادمة على خزانات تحتوي على حبيبات الكربون المنشط، وذلك للتخلص من الروائح الكريهة وبعض المركبات العضوية السامة، والملوثات المقاومة للمعالجة البيولوجية.

محطات معالجة المياه العادمة في الأردن

Wastewater Treatment Plants in Jordan

تمّ إنشاء حوالي اثنتين وثلاثين محطة معالجة مياه عادمة تخدم المدن والقرى والتجمعات السكنية في مختلف محافظات المملكة. للتخلص من المياه العادمة وتقليل آثارها السلبية على البيئة وعلى صحة الإنسان، أنظر الشكل (13) الذي يوضّح محطة الخربة السمرا. وقد حقّق الأردن إنجازات مهمة في قطاع الصرف الصحي، حيث أصبحت محطات معالجة المياه العادمة تعمل بطرائق ووسائل علمية حديثة، وفق المعايير العلمية العالمية التي تحافظ على الصحة والبيئة، وتتم الاستفادة من المياه المعالجة في أغراض الزراعة، ففي عام 2018 قامت المحطات باستقبال 173.93 مليون متر مكعب، ونتج عنها 166.63 مليون متر مكعب، واستُورِت 149.5 مليون متر مكعب في أغراض عدة؛ إذ إنّها تُستخدم بعد خلطها بمياه الفيضانات ومياه الجريان من الأودية لأغراض زراعية وصناعية، ويمكن تعريف بعض محطات معالجة المياه العادمة بعد تنفيذ النشاط الآتي:

الشكل (13): محطة الخربة السمرا التي تقع في محافظة الزرقاء.



أبحث:

من النتائج التي سيتوصل إليها الطلبة:

تم طريقة الترويب الكيميائي بإضافة مركبات كيميائية إلى المياه العادمة، وتعمل تلك المركبات على تلاصق الجسيمات العالقة في المياه العادمة، وتكوّن كتلاً صلبة كبيرة الحجم ترسب بسهولة.

ثم وجّه الطلبة إلى عرض ما توصلوا إليه من خلال تصميم العرض التقديمي، ومناقشة باقي أعضاء المجموعات.

نشاط سريع محطة الخربة السمرا

- وجّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت عن محطة الخربة السمرا، وسبب تسميتها بهذا الاسم، وأهمية هذه المحطة، والمناطق التي تخدمها المحطة، ثم أدّر نقاشاً مع الطلبة حول ذلك.

بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

الهدف: المقارنة بين كمية المياه العادمة التي تجري معالجتها في بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن.

المهارات العلمية: التنبؤ، التواصل.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى تنفيذ نشاط (بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن) الوارد في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.
- وزّع الطلبة إلى مجموعات، واطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الجدول الذي يمثل محطات تنقية مياه الصرف الصحي في الأردن، ويمثل بيانات لعام (2018)، ثم أجب عن الأسئلة التي تلي الجدول.
- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها؛ لاستنتاج أن كمية المياه الداخلة إلى المحطات المختلفة تختلف وتباين من محطة إلى أخرى، حيث تعتمد الكمية على عوامل عدة.

النتائج المتوقعة: يتوقع من الطالب أن:

1. يقارن بين كمية المياه العادمة التي يتم معالجتها في المحطات المختلفة.
2. يحدد العوامل التي تعتمد عليها كمية المياه العادمة التي تصل محطات المعالجة.

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 على 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؛ فتحدّد بذلك من استخدامها في بعض المزروعات، ويكتفى باستخدامها في الزراعة المقيدة.

أبحث:



تتنوع إجابات الطلبة وتعدد؛ حسب المحطة التي يختارها الطالب لجمع البيانات حولها، ومن الإجابات التي قد يجمعها الطلبة: استخدام المياه في تبريد الماكينات في الصناعة، واستخدامها في الزراعة المقيدة.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية المناسبة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع محطات معالجة المياه في الأردن علماً بأنه يمكنك إعداد عروض تقديمية تتعلق بموضوع الدرس.

شارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استعمال أية وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◀ المناقشة:

استخدامات المياه المعالجة.

- أدر جلسة نقاشية مع الطلبة حول استخدامات المياه المعالجة في الزراعة والصناعة، ثم ناقشهم في ما طُرح في الجلسة النقاشية؛ بحيث يتبادل أفراد المجموعة الأدوار بالتحدث عن استخدامات المياه المعالجة في الزراعة والصناعة، والاستماع إلى بعضهم مدة من الوقت.

طريقة أخرى للتدريس استراتيجية الطاولة المستديرة

استخدامات المياه المعالجة.

- استراتيجية الطاولة المستديرة، اكتب السؤال الآتي في رأس ورقة فارغة: ما استخدامات المياه المعالجة في كل من: الزراعة والصناعة؟
- وزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعط كل مجموعة ورقة تحوي السؤال المذكور آنفاً.
- اطلب إلى كل فرد في المجموعة الاطلاع على السؤال، ثم إضافة جزء من إجابة السؤال.
- بعد أن ينتهي أفراد المجموعة من ذلك - اطلب إليهم التوقف، ثم وجه أفراد كل مجموعة إلى مناقشة إجاباتهم في ما بينهم.
- اطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض نتائجهم أمام أفراد المجموعات الأخرى، ثم مناقشتهم فيها؛ للتوصل إلى استخدامات المياه المعالجة.

◀ استخدام الصور والأشكال:

المشاريع الريادية.

- وجه الطلبة إلى تأمل الشكل (14) في الكتاب المدرسي، والذي يمثل أحد المشاريع الريادية في قطاع الصرف الصحي في الأردن، ثم ا طرح السؤال الآتي:
- ما المزارع التي تُروى بالمياه الخارجة من محطة تنقية جنوب عمان؟
- ناقش الطلبة في إجاباتهم؛ للتوصل معهم إلى أنه من المشاريع الريادية في قطاع الصرف الصحي في الأردن مشروع زراعة الأعلاف في أراضي جنوب عمان.

Uses of Wastewater

استخدامات المياه المعالجة

لقد أدى شح الموارد المائية إلى البحث عن مصادر مائية غير تقليدية، منها إعادة استخدام المياه المعالجة، ويعتمد استخدام المياه المعالجة على درجة المعالجة؛ فبعض الاستخدامات يحتاج معالجة ثانوية، وبعضها الآخر يحتاج معالجة متقدمة.

ومن استخدامات المياه المعالجة في الصناعة تبريد الماكينات، وغسل بعض المعدات والماكينات، أما استخدامها في الزراعة فيختلف حسب درجة معالجة المياه المعالجة؛ فمثلاً يمكن الاستفادة من المياه المعالجة ثانوياً في ريّ المزارع التي تكون ثمارها بعيدة عن الأرض، بحيث يمكن حمايتها من التلوث، وريّ الخضراوات التي تُطهى ولا تؤكل طازجة، وتكون سيقان نباتاتها بعيدة عن سطح الأرض، أما إذا جرت معالجة المياه بطريقة متقدمة فيمكن استعمالها لريّ النباتات التي تؤكل نيئة وجميع أنواع المحاصيل، ويمكن استخدام المياه المعالجة في استصلاح مساحات واسعة من المناطق الصحراوية، وزراعة الغابات، وريّ الحدائق والمساحات الخضراء.

ومن المشاريع الريادية في قطاع الصرف الصحي في الأردن مشروع زراعة الأعلاف في أراضي جنوب عمان التي افتتحها وزارة المياه والري في شهر تشرين الأول من عام 2015، وذلك بعد إنشاء محطة صرف صحي (تنقية جنوب عمان)، وهي من المحطات الصديقة للبيئة حيث تعمل بأحدث أنظمة المعالجة، ويتم الاستفادة من المياه المعالجة في زراعة الشعير والذرة العلفية، أنظر الشكل (14) الذي يمثل زراعة الذرة العلفية في جنوب عمان.

أمثل بيانياً باستخدام برمجية إكسل، كمية المياه الداخلة لمحطات معالجة المياه العادمة، وكمية المياه الخارجة منها، وكمية المياه المستغلة بعد المعالجة، في النشاط السابق صفحة (78)، يمكنني اختيار (4) محطات منها على الأقل، ثم أشاركه معلمي وزملائي في الصف.

الشكل (14): زراعة الذرة العلفية في جنوب عمان.



77

التدريس المدمج: بعض محطات معالجة المياه العادمة في الأردن:

- قسم الطلبة إلى مجموعات، ووضح لهم المطلوب من النشاط، ويُن لطلبتك أن عليهم اختيار أربع محطات على الأقل من المحطات الموجودة في النشاط في صفحة (76)، ثم اطلب إليهم تمثيلها بيانياً باستخدام برمجية (إكسل)، تأكد قبل البدء بالنشاط أنهم يعرفون كيفية استخدام برنامج (الإكسل)، ويمكنك الاستعانة بمعلم الحاسوب؛ للمساعدة في توضيح آلية عمل البرنامج.

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، وإلى التخلص من أكبر نسبة ممكنة من تلك الملوثات.

المعالجة الفيزيائية: هي المعالجة التي تعتمد على الخواص الطبيعية للمواد والسوائل، مثل: الطفو والترسيب، ويتم فيها إزالة كمية كبيرة من الملوثات كبيرة الحجم.

3 يعتمد استخدام المياه المعالجة على درجة المعالجة؛ فبعض الاستخدامات يحتاج معالجة ثانوية، وبعضها الآخر يحتاج معالجة متقدمة، ومن استخدامات المياه العادمة المعالجة في الصناعة تبريد الماكينات، وغسل بعض المعدات والماكينات، أما استخدامها في الزراعة فيختلف حسب درجة معالجة المياه العادمة؛ فمثلاً يمكن الاستفادة من المياه المعالجة ثانوياً في ريّ المزروعات التي تكون ثمارها بعيدة عن الأرض، بحيث يمكن حمايتها من التلوث، وريّ الخضراوات التي تُطهى ولا تؤكل طازجة، وتكون سيقان نباتاتها بعيدة عن سطح الأرض، أما إذا جرت معالجة المياه بطريقة متقدمة فيمكن استعمالها لريّ النباتات التي تؤكل نيئةً ولجميع أنواع المحاصيل، ويمكن استخدام المياه العادمة المعالجة في استصلاح مساحات واسعة من المناطق الصحراوية، وزراعة الغابات، وريّ الحدائق والمسطحات الخضراء.

4

من حيث	المعالجة الابتدائية	المعالجة الثانوية
العمليات المتضمنة داخل المرحلة	المعالجة الفيزيائية	المعالجة البيولوجية
الملوثات التي تجري إزالتها	إزالة جزء من الأجسام الصلبة العضوية وغير العضوية، والمواد العالقة.	إزالة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً، والمواد العالقة التي لم ترسب في مرحلة المعالجة الابتدائية.

مراجعة الدرس

1. أتبّع المراحل الرئيسة في معالجة المياه العادمة في محطات معالجة المياه العادمة.

2. أوضّح المقصود بالمصطلحات الآتية:

الحمأة، معالجة المياه العادمة، المعالجة الفيزيائية.

3. أصنّف استخدامات المياه العادمة بعد معالجتها.

4. أقرّن بين المعالجة الابتدائية والمعالجة الثانوية من حيث: العمليات المتضمنة داخل كلّ

مرحلة، والملوثات التي تجري إزالتها.

5. أحدد مرحلة معالجة المياه العادمة التي يجري فيها ما يأتي:

- إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً.

- إزالة المغذيات مثل: النيتروجين والفسفور.

- تطهير المياه من مسببات الأمراض.

- إزالة المواد الصلبة الكبيرة.

5 - إزالة نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً: المعالجة الثانوية.

- إزالة المغذيات مثل: النيتروجين والفسفور: المعالجة المتقدمة.

- تطهير المياه من مسببات الأمراض: المعالجة المتقدمة.

- إزالة المواد الصلبة الكبيرة: المعالجة التمهيدية.

فوائد الحمأة

The Benefits of the Sludge

الهدف:

التعرف إلى فوائد الحمأة، واستخداماتها في المجالات المختلفة.

الكتابة في الجيولوجيا:

الإجراءات والتوجيهات

• وزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم وجّه أعضاء كل مجموعة للبحث في شبكة الإنترنت، أو مصادر المعرفة المتوفرة الأخرى، عن مفهوم الكمبوست واستخداماته.

• وجّه 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 وتُقلّب 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 درجة مئوية. ويستخدم الكمبوست في تسميد التربة؛ حيث تعد ساداً آمناً للتربة والنبات.

فوائد الحمأة The Benefits of the Sludge

الإثراء والتوسع

تنتج من معالجة المياه العادمة كميات كبيرة من الحمأة التي ترسب في أحواض الترسيب الابتدائية والثانوية، وتتميز الحمأة في أحواض الترسيب الابتدائية برائحته الكريهة؛ بسبب احتوائها على الأمونيا، أما الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية فلا رائحة لها بسبب تعرضها إلى عمليات تهوية شديدة، ويتم معالجة الحمأة قبل استخدامها للتأكد من إزالة الملوثات الضارة منها، والتخلص من الماء الموجود فيها وتخزينها.

وهناك عدة استخدامات للحمأة، منها: استخدامها في الزراعة بعد معالجتها بيولوجياً وكيميائياً وحرارياً، حيث تخضع الحمأة قبل استخدامها إلى فحص نسبة المادة العضوية، والرقم الهيدروجيني، وكمية النيتروجين والأمونيا والفسفور؛ لتعرف خصائصها قبل استخدامها، ومن ثم تُستخدم الحمأة المجففة سماداً للمزروعات، حيث تزود المحاصيل الزراعية بكثير من العناصر الغذائية التي تحتاجها، مثل: النيتروجين والفسفور، فضلاً عن أنها تُستخدم في صناعة الزجاج، و باعتبارها مادة مالئة في صناعة الطوب والأسمنت؛ إذ تزيد من محتوى المادة الصلبة فيها.

الكتابة في الجيولوجيا

تُستخدم الحمأة في تصنيع الكمبوست، أبحث في مصادر المعرفة المتاحة عن مفهوم الكمبوست واستخداماته، ثم أكتب مقالة عن ذلك.



79

إهداء للمعلم

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 خطراً 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، وأيضاً 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.

السؤال الأول:

1. المياه العادمة.
2. معالجة المياه العادمة.
3. الحمأة.
4. مسببات الأمراض.

السؤال الثاني:

1. أ - غاز كبريتيد الهيدروجين.
2. ب - محطة تنقية الخربة السمرا.
3. أ - النيتروجين.
4. أ - الديزنتاريا الأميبية.

السؤال الثالث:

1- عند وصول المياه العادمة إلى المسطحات المائية من بحار وبحيرات وأنهار، تعمل على تلوثها وتغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، مما يؤثر على الكائنات البحرية، ويؤثر في السلسلة الغذائية، أيضًا يؤثر على مصادر المياه المتاحة، مما يؤدي إلى الاخلال بالتوازن البيئي.

2- تتراكم الفلزات الثقيلة في أجسام الكائنات الحية، وتنتقل من كائن حي إلى آخر عبر السلسلة الغذائية؛ مما يؤثر في النهاية على صحة الإنسان.

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، كما أن 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.

السؤال الأول:

- أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:
1. المياه التي تطرحها المنازل والمصانع والمزارع والمخلفات التجارية في شبكة الصرف الصحي أو الحفر الامتصاصية بعد حدوث تغير في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.
 2. 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.
 3. المواد الصلبة العضوية وغير العضوية التي ترسبت أثناء معالجة المياه العادمة.
 4. الكائنات الحية الدقيقة وغير الدقيقة التي يؤدي وجودها في المياه العادمة إلى الإصابة بالأمراض سواء للإنسان، أم النبات، أم الحيوان.

السؤال الثاني:

- أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:
1. سبب الرائحة الكريهة في المياه العادمة يعود إلى:
 - أ - غاز كبريتيد الهيدروجين.
 - ب - غاز ثاني أكسيد الكربون.
 - ج - غاز النيتروجين.
 - د - غاز الميثان.
 2. أكبر كمية مياه عادمة تجري معالجتها في:
 - أ - محطة تنقية عين الباشا.
 - ب - محطة تنقية الخربة السمرا.
 - ج - محطة تنقية السلط.
 - د - محطة تنقية الكرك.

80

السؤال الخامس:

تعد أبسط عمليات المعالجة البيولوجية، حيث يحدث تحلل المواد العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية.

السؤال السادس:

عمليات فيزيائية: الترسيب عبر وسط حبيبي، الطفو.

عمليات كيميائية: التطهير.

عمليات بيولوجية: عمليات الحمأة المنشطة، بحيرات الأكسدة.

3. من الأمثلة على المغذيات الموجودة في المياه العادمة التي تسبب ظاهرة الإثراء الغذائي:
 - أ - النيتروجين
 - ب - الكلوريدات.
 - ج - السليكات.
 - د - الكربونات.

4. من الأمراض التي تسببها البروتوزوا:
 - أ - الديدناتاريا الأميبية.
 - ب - التهاب الكبد الفيروسي.
 - ج - الكوليرا.
 - د - الحمى التيفية.

السؤال الثالث:

أفسر العبارات الآتية تفسيراً علمياً دقيقاً:

- 1 - يؤدي التلوث بالمياه العادمة إلى الإخلال بالتوازن البيئي.
- 2 - وجود الفلزات الثقيلة في المياه من أخطر الملوثات.
- 3 - يتراوح لون المياه العادمة بين اللون الرمادي واللون الأسود.

السؤال الرابع:

أوضح العوامل التي تعتمد عليها كمية المياه الداخلة إلى محطات تنقية المياه العادمة.

السؤال الخامس:

أوضح كيف يتم التخلص من الملوثات العضوية بطريقة بحيرات الأكسدة.

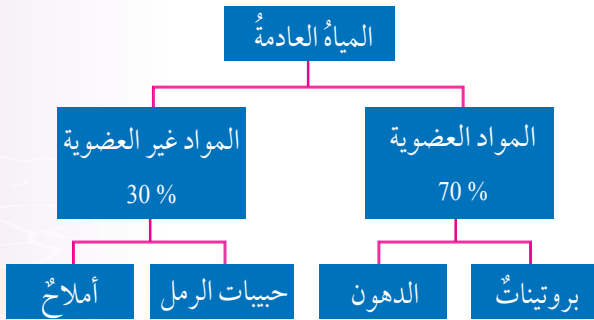
السؤال السادس:

أصنف العمليات الآتية إلى: عمليات فيزيائية، وأخرى كيميائية، وثالثة بيولوجية: التطهير، الترسيب عبر وسط حبيبي، عمليات الحمأة المنشطة، الطفو، بحيرات الأكسدة.

السؤال الثامن:

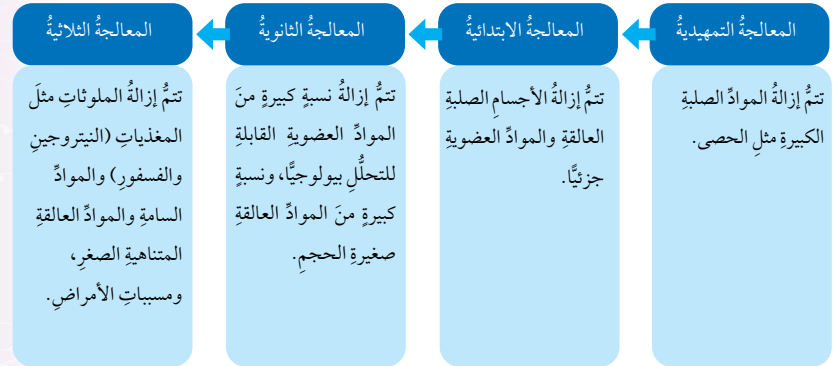
من خلال المعالجة المتقدمة للمياه، مثل الادمصاص بالكربون، ذلك باستخدام الكربون المنشط، الذي يصنع من مواد كربونية مختلفة أهمها الفحم بعد معالجته بطرائق كيميائية وفيزيائية، تجعله يمتلك مساحة سطحية عالية وسطحا مساميا، يساعده على التصاق الملوثات بسطحه وترسيبها في مسامات حبيبات الكربون.

السؤال التاسع:



السؤال السابع:

أدرس المخطط الآتي الذي يبين مراحل معالجة المياه العادمة ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



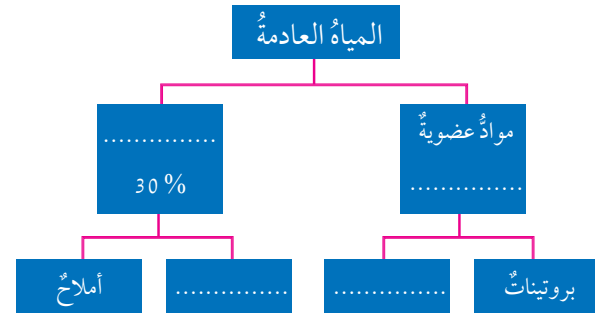
- 1 - أفسر: لماذا تعد المرحلة التمهيدية أساسية لمعالجة المياه العادمة؟
- 2 - أعدد طبيعة المواد التي تجري إزالتها في مرحلتَي المعالجة الابتدائية والثانوية.
- 3 - استنتج أهمية مرحلة المعالجة الثلاثية في تنقية المياه العادمة.

السؤال الثامن:

أوضح كيف يمكن التخلص من الملوثات غير القابلة للتحلل بيولوجياً في المياه العادمة؟

السؤال التاسع:

أكمل المخطط المفاهيمي الآتي بالإجابة الصحيحة:



السؤال السابع:

1- تعمل على حماية أجهزة المحطة، ومنع انسداد الأنابيب فيها.

2- المعالجة الابتدائية: يتم إزالة الأجسام الصلبة العالقة والمواد العضوية جزئياً. المعالجة الثانوية: نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً، ونسبة كبيرة من المواد العالقة صغيرة الحجم.

3- يتم إزالة المغذيات، والفلزات الثقيلة ومسببات الأمراض؛ ما يفضي إلى الحصول على مياه ذات درجة نقاوة عالية.

ملحق إجابات

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

تجربة إثرائية

نمذجة تشكل الغيوم

الهدف: نمذجة تشكل الغيوم.

المهارات العلمية: الملاحظة ، التواصل.

إرشادات السلامة:

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

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- وفر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استعمل استراتيجية **التعلم التعاوني (Collaborative Learning)** وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهر كل طالب في المجموعة مسؤولية في التعلم.
- تابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستعمال استراتيجية **أكواب إشارة المرور (Traffic Light Cups)**، 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. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

يتوقع من الطلبة التوصل 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 ثم 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.

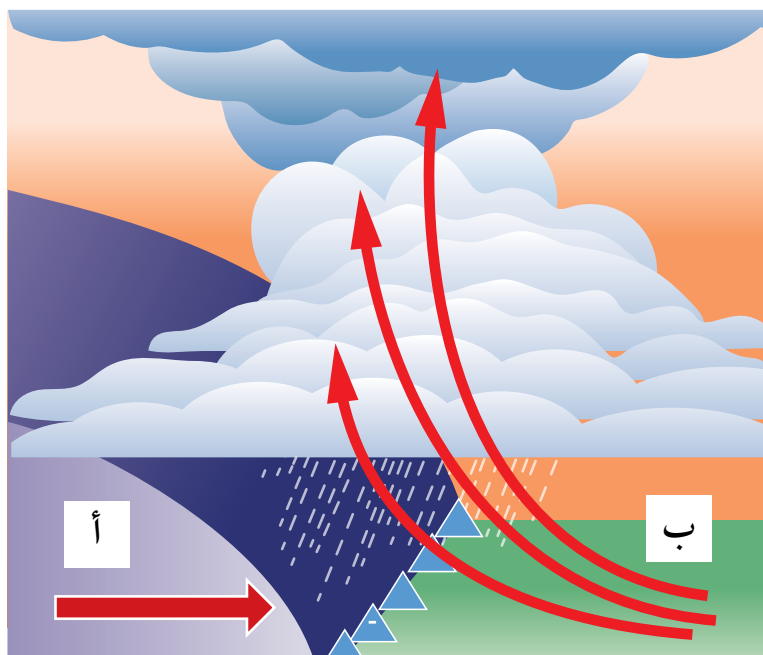
استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سلم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		4	3	2	1
1	يراعي إجراءات السلامة في أثناء تنفيذ التجربة.				
2	يفسر سبب رش كمية قليلة من مثبت الشعر داخل البرطمان.				
3	يفسر سبب وضع مكعبات من الثلج فوق الغطاء في التجربة.				
4	يصف كيفية تشكل الغيوم.				

السؤال الأول:

1. المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في خصائصها عند التقائهما.
2. تشكل الغيوم ، هطول الأمطار والثلوج، عواصف رعدية.
3. أ : كتلة هوائية باردة
ب : كتلة هوائية دافئة



السرعة = المسافة / الزمن

$$5 / 3500 =$$

$$700 \text{ Km / day}$$

السؤال الثاني:

أ) كثافة الهيليوم أقل من كثافة الهواء.

السؤال الثالث:

ج) ثبات قيم الضغط الجوي فترات زمنية طويلة.

تجربة إثرائية

تشكل الأمواج البحرية وتكسر ها.

الهدف: محاكاة كيفية تشكل الأمواج البحرية وتكسر ها.

المهارات العلمية: الملاحظة، المقارنة، التفسير، الإستنتاج.

إرشادات السلامة:

- حذّر الطلبة في أثناء استعمال المروحة الكهربائية إبعاد أيديهم عن شفراتها، وكذلك حذّرهم من انسكاب الماء من الحوض في أثناء تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- وفّر للطلبة المواد اللازمة وتجوّل بين الطلبة في تنفيذ التجربة، وتأكد من: مناسبة أبعاد قطعة القصدير وسمكها لتنفيذ التجربة.
- تأكد من أن الطلبة نفذوا التجربة باستخدام سرعتين: منخفضة ومرتفعة، وأنهم سجلوا الملاحظات.

النتائج المتوقعة:

- 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.

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 كافياً؛ 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 تقريباً % 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 تقريباً، 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، أما في الطبقة العميقة فتكون قيمة الملوحة تقريباً 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، وتتكاثر وتشكل الغيوم، وتسقط الأمطار على شكل عواصف وأعاصير.

تجربة إثرائية

نمذجة مبدأ عمل محطات معالجة المياه العادمة.

الهدف: تعرّف آلية عمل محطة معالجة المياه العادمة.

المهارات العلمية: الاستنتاج، التنبؤ، التفسير.

إرشادات السلامة:

- اطلب إلى الطلبة توخي الحذر في التعامل مع المواد والأدوات عند إنشاء نموذج لمحطة معالجة المياه العادمة، وغسل الأيدي جيداً بالماء والصابون بعد الإنهاء من التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجه الطلبة إلى الرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- وفر لمجموعات الطلبة الأدوات اللازمة لتنفيذ التجربة.
- استعمل استراتيجية **التعلم التعاوني (Collaborative Learning)** وذلك بتوزيع الطلبة إلى مجموعات؛ لمساعدة بعضهم في أثناء تنفيذ خطوات التجربة؛ على أن يُظهر كل طالب في المجموعة مسؤوليته في التعلم.
- تابع الطلبة في أثناء تنفيذ التجربة باستعمال استراتيجية **أكواب إشارة المرور (Traffic Light Cups)**، 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. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

النتائج المتوقعة:

يتوقع من الطالب أن:

- يرسم مخططاً يوضح مراحل معالجة المياه العادمة.
- يستنتج العلاقة بين مرحلة الترسيب الأولي والثانوي، وتكون الحمأة.
- يتنبأ بالملوثات التي يجري التخلص منها في كل مرحلة.

التحليل والاستنتاج:

- ستتعدد إجابات الطلبة ورسوماتهم.
- يتم وضع المصفاة؛ لتنقية المياه من الملوثات كبيرة الحجم.
- في حوض الترسيب الأولي والثانوي يحدث ترسيب معظم المواد العضوية وغير العضوية الصلبة، التي تكون الحمأة.
- 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 بيولوجياً 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	معايير الأداء	نعم	لا
1	يرسم مخططاً يوضح مراحل معالجة المياه العادمة.		
2	يستنتج العلاقة بين مرحلة الترسيب الأولي والثانوي وتكون الحمأة.		
3	يتنبأ بالملوثات التي يجري التخلص منها في كل مرحلة.		

السؤال الاول:

- 1- من المياه العادمة أثناء تسربها إلى البحار والمحيطات.
- 2- استفادت الطحالب من وجود الفسفور والنيتروجين في المياه؛ فازداد نموها بشكل كبير.
- 3- قيمة BOD عن 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- يلاحظ 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، كما أن درجة المعالجة للمياه تحدد طبيعة المحاصيل التي يمكن ريها بالمياه المعالجة، من حيث كون سيقانها قريبة من سطح الأرض أم بعيدة عنه، وإذا كانت ثمارها تؤكل نيئة أم مطبوخة؛ وذلك للحماية من التلوث.
- 3- يمكن تفعيل المعالجة الثلاثية لإزالة المواد العضوية وغير العضوية العالقة في الماء بطرائق منها: الإدمصاص بالكربون، والترويب الكيميائي.

أولاً- المراجع العربية:

1. زيد الهويدي، أساليب تدريس العلوم في المرحلة الأساسية، ط 2 ، دار الكتاب الجامعي، العين، دولة الإمارات العربية المتحدة، 0102 م.
2. عايش زيتون، أساليب تدريس العلوم، ط7، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 3102 م.
3. عايش زيتون، النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم، ط1، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، 9102 م.
4. محمد محمود الحيلة، طرائق التدريس واستراتيجياته، ط 4، العين، دار الكتاب، الامارات، 2102 م.
5. الفريق الوطني للتقويم / مديرية الاختبارات، استراتيجيات التقويم وأدواته (الاطار النظري) كانون الأول 4002 م.
6. عبد القادر عابد، جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه، دار وائل للطباعة والنشر والتوزيع، 2016 م.
7. محمد عبد الغني عثمان مشرف، أسس علم الرسوبيات، جامعة الملك سعود، الرياض، 1997 م.
8. حسن بن محمد باصرة، الاستدلال بالنجوم، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، 2013 م.

ثانياً- المراجع الأجنبية:

1. Lutgens, K. and Tarbuck, **Foundations of Earth Science**, Pearson; 7th Edition, 2014
2. Myron G. Best, **Igneous and Metamorphic Petrology**, Wiley-Blackwell; 2 edition, 2002
3. Earle, S. **Physical Geology**. Victoria, B.C.: BCcampus. 2015. Retrieved from <https://opentextbc.ca/geology/>
4. Prentice Hall Science Explorer, **Astronomy**, Astronomy Resource Material, Boston, Massachusetts; Glenview, Illinois; Shoreview, Minnesota; Upper Saddle River, New Jersey, pearson. Available at the following Url: (<https://1.cdn.edl.io/dzeXRtsWp1sOFxpMa1eBJyqHUzsb0yDAMUaxqaesfJpyrMZm.pdf>).
5. Scott., W., J., (2010). **Introduction to Astronomy from Darkness to Blazing Glory**, Astronomy Text-book, part 1; 2nd Edition, JAS Educational Publications, Printing by Minuteman Press, Berkley, California.

6. KachelrieB, M., (2011). **A Concise Introduction to Astrophysics**, Lecture Notes for FY 2450, 2nd Edition, Institute for Fysikk, NTNU, Trondheim, Norway. Available at the following URL: (http://web.phys.ntnu.no/~mika/skript_astro.pdf).
7. Basu, B.; Chattopadhyay, T., & Biswas, S., N., (2010). **An Introduction to Astrophysics**, 2nd Edition, PHI Learning Private Limited, New Delhi. Available at the following URL: (https://books.google.jo/books?id=WG-HkqCXhKgC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
8. Tran, H.; Russo, P., and Russell, T., (2005). **Black Hole Activities– a quick reference guide**. Leiden University, University of Amsterdam ,Pearson Education Inc., publishing as Addison-Wesley.
9. Hawking, S., (2001). **A Brief History of Time**, available at the following URL: (https://www.fisica.net/relatividade/stephen_hawking_a_brief_history_of_time.pdf).
10. Liddle, A., (2003). **An Introduction to Modern Cosmology**, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England.
11. Vidana, I., (2014). **A three Hours Walk through the Physics of Neutron Stars**, 26th Indian- Summer School & SPHERE School of Physics Low Energy Hadron Physics, September 3-7, 2014, Prague, Czech Republic.
12. National Science Foundation, (2005). **Astrobiology** -An Integrated Science Approach, TERC, 2067 Massachusetts Avenue, Ambit Press, Cambridge, Center, available at the following URL: (<https://www.lpi.usra.edu/education/step2012/participant/TERC.pdf>).
13. Johnston, H., (2018). **Modern Astronomy: An Introduction to Astronomy**, School of Physics , The University of Sydney, available at the following URL: (<http://www.physics.usyd.edu.au/~helenj/IAST/IA1-intro.pdf>).
14. Fraknoi, A.; Morrison, D.; and Wolff, S., (2017). **Astronomy**, OpenStax, Rice Univeristy, Houston, Texas.

ثالثاً- المواقع الإلكترونية:

1. www.starrynight.com
2. <http://nightsky.jpl.nasa.gov>
3. <http://www.seasky.org/astronomy/astronomy.html>
4. <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SKYCAL/SKYCAL.html>
5. <https://hubblesite.org/science>
6. https://chandra.harvard.edu/edu/formal/stellar_ev/
7. <http://www.jwst.nasa.gov/>
8. <https://astroedu.iau.org/en/activities/1304/model-of-a-black-hole/>
9. <https://medium.com/@iauastroedu/black-hole-classroom-activities-quick-reference-guide-chapter-2-56f4513cf92>
10. <http://www.minsocam.org/>