الوحدة الأولى: الوقود الأحفوري والبيئة
Fossil Fuels and the Environment

الدرس الأول: الوقود الأحفوري وغازات الدفيئة Fossil Fuels and Greenhouse gases

تُعد غازات الدفيئة المنتشرة في الغلاف الجوي والناتجة من القطاعات المختلفة، وخاصة تلك القطاعات التي تعتمد على احتراق الوقود الأحفوري، عاملاً رئيسا في تلوث الهواء، ومنها: أكاسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت. **فما الآثار البيئية الناجمة عن انبعاثات غازات الدفيئة؟**

تتسبب انبعاثات غازات الدفيئة في حدوث العديد من المشكلات البيئية مثل الاحترار العالمي، والهطل الحمضي، والضباب الدخاني واستنزاف الأوزون في طبقة الستراتوسفير.

الفكرة العامة:

تؤدي العمليّات التي تنتج غازات الدفيئة، وخاصة عمليّة احتراق الوقود الأحفوري، إلى إطلاق كميات هائلة من تلك الغازات، التي تؤثر في تركيب الغلاف الجوي وخصائصه، مما يؤدي مع الزمن إلى حدوث التغير المناخي.

تجربة استهلالية

نمذجة الاحتباس الحراري

يُعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون من غازات الدفيئة التي تحبس الحرارة في الغلاف الجوي. حيث يمتصّ الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض ولا يسمح لها بالخروج إلى الفضاء الخارجي.

الموادّ والأدوات: حوضا سَمَك زجاجيان بعمق 30 cm، طبقان زجاجيان، كأسٌ زجاجية سعتها 300 mL، بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$، حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف HCl، كميّتان متساويتان من التُّربة، مقياسا درجة حرارة، مصدرا طاقة ضوئيان، ساعة توقيت، شريط لاصق شفاف، قلم تخطيط، قلم رصاص، مسطرة، ورق رسم بياني أو برمجية إكسل Excel.

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

خطوات العمل:

1. أكتب على أحد الأحواض الحرف (A) وعلى الحوض الآخر الحرف (B).
2. أثبّت مقياس درجة الحرارة في كلّ حوض زجاجيّ على أحد جدرانه من الداخل بالشريط اللاصق الشفاف، حيث يكون على ارتفاع 3 cm تقريبًا من قاع الحوض.
3. أضع في قاع كلّ حوض كميّة متساوية من التّربة بحيث تشكّل طبقة رقيقة، ثم أضع الطبق الزجاجيّ فوق التربة في وسط الحوض.
4. أثبّت مصدر الطاقة الضوئيّ الذي يمثّل الشمس على أحد جوانب كلّ حوض على المسافة والزاوية أنفسهما، وأسلّطه على التّربة.
5. أضع 60 g من بيكربونات الصوديوم في الطبق الزجاجيّ في كلا الحوضين (A, B).سيمثّل الحوض (A) عنصرًا ضابطًا لمقارنة درجة الحرارة في الحوضين.
6. أدوّن في جدولٍ عند بداية التجربة قراءة درجة الحرارة الأوليّة في الحوضين (A) و (B)، ثم أكرّر القراءة كلّ (1 min) ولمدة (6 min).
7. أسكُب ببطءٍ 300 mL من حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف فوق بيكربونات الصوديوم في الطبق الزجاجي في الحوض (B). سيمثّل هذا الحوض نموذجًا للاحتباس الحراري على الأرض.
8. أواصل تدوين قراءة درجات الحرارة في الحوضين (A) و (B)، بعد الانتهاء من سكْب حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف في الحوض (B) كلّ (1 min) ولمدة (6 min) أخرى.
9. أنشئُ رسمًا بيانيًّا يمثل العلاقة بين الزمن، ودرجة الحرارة باستخدام برمجية إكسل.

Activate Window

التحليل والاستنتاج:

1 . أكتب معادلة تفاعل حمض الهيدروكلوريك المخفف مع بيكربونات الصوديوم.

2 . أفسّر سبب اختلاف درجة الحرارة في كال الحوضين (A, B) بعد سكب حمض الهيدروكلوريك المخفف.

3 . أصف العلاقة بين غاز ثاني أكسيد الكربون والاحتباس الحراري في الغلاف الجوي.

الاجابات

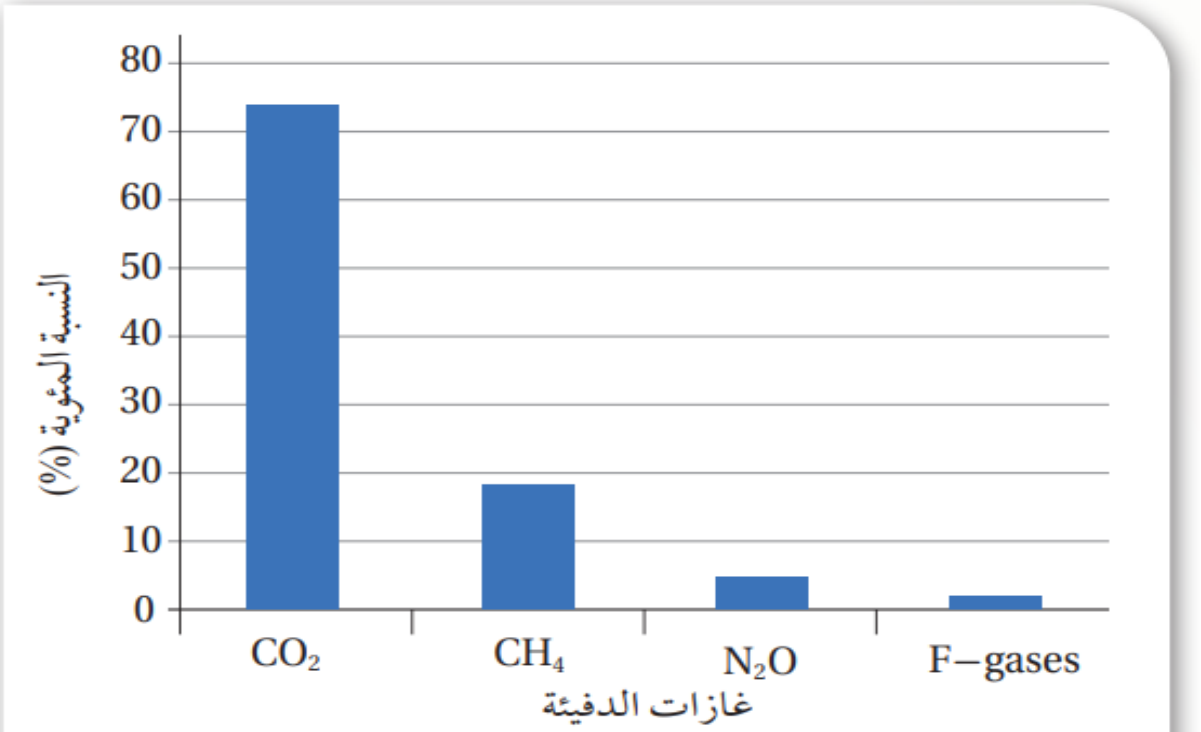
1. $HCl_{(aq)} + NaHCO_{3\,(s)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$ + طاقة حرارية

2. يعود اختلاف درجة الحرارة في الحوضين (A,B) إلى تفاعل حمض الهيدروكلوريك المخفف مع بيكربونات الصوديوم في الحوض B تفاعلًا كيميائيًّا حيث نتج عن هذا التفاعل الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون ومركب كلوريد الصوديوم وطاقة حرارية، ولأن غاز ثاني أكسيد الكربون من غازات الدفيئة التي تحبس الحرارة فإنه عمل على حبس الحرارة الناتجة عن هذا التفاعل الكيميائي داخل الحوض ولم يسمح لها بالخروج منه ما أدى إلى زيادة درجة الحرارة فيه.

3. يعد غاز ثاني أكسيد الكربون أحد غازات الدفيئة التي تؤدي إلى حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. لكن تزايد تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد تسبب استمرارًا في ارتفاع معدل درجات الحرارة ما يؤدي إلى حدوث الاحترار العالمي.

غازات الدفيئة gases Greenhouse

ارتفع تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي منذ الثورة الصناعية. وتُعد الأنشطة البشرية المصدر الرئيس لغازات الدفيئة، إذ تشير الدراسات أنها تشكل % 70 تقريباً من هذه المصادر. ويُعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون(CO_2) والميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) والغازات المفلورة (مثل: غازات الكلوروفلوروكربون، وهيدروفلوروكربون) أكثر غازات الدفيئة المنبعثة من الأنشطة البشرية التي تؤثر في التغير المناخي، ويمثل الشكل (1) النسبة المئوية لبعض غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في عام 2023م. وتختلف فترات مكوث تلك الغازات في الغلاف الجوي، فبعضها يمكث مُدّاً طويلة، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تتراوح مدة مكوثه من 200 سنة إلى آلاف السنين، وبعضها الآخر يمكث مُدّاً قصيرة، مثل غاز الميثان الذي يبقى في الغلاف الجوي 11.8 years تقريباً؟

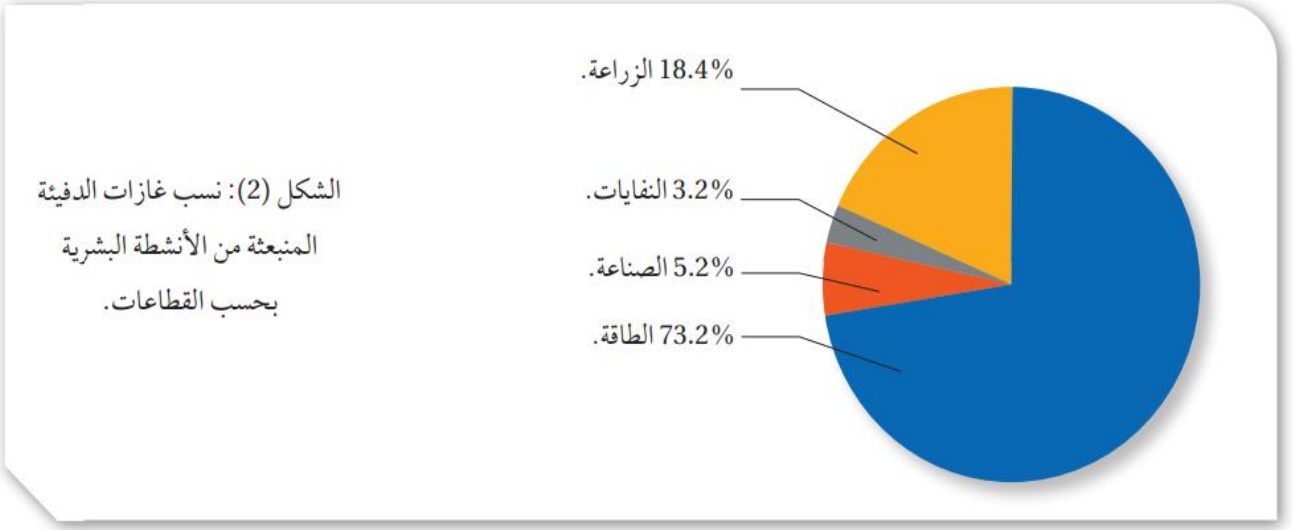


الشكل (1): النسبة المئوية لبعض غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في عام 2023م.

القطاعات المسؤولة عن انبعاثات غازات الدفيئة

Sectors Responsible for Greenhouse Gas Emissions

تتنوع القطاعات التي تنتج غازات الدفيئة، ومن أهمها: قطاع الطاقة، وقطاع الصناعة، وقطاع الزراعة، وقطاع النفايات. ويمثل الشكل (2) نسب غازات الدفيئة المنبعثة من الأنشطة البشرية بحسب القطاعات.



الشكل (2): نسب غازات الدفيئة المنبعثة من الأنشطة البشرية بحسب القطاعات.

يُعدّ قطاع الطاقة أكثر القطاعات إنتاجاً لغازات الدفيئة، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، إذ تُقدّر نسبة انبعاثاتها حوالي 73.2 % تقريباً، ويشمل قطاع الطاقة كل من الطاقة المُستخدمة في الصناعة والنقل والأبنية. يليه قطاع الزراعة الذي تُقدّر نسبة غازات الدفيئة المنبعثة منه، مثل غاز الميثان، حوالي 18.4، % ويشمل قطاع الزراعة: إزالة الغابات، واستخدامات الأراضي، والماشية. ثم يأتي قطاع الصناعة، مثل: صناعة الإسمنت، وصناعة الأمونيا، في المرتبة الثالثة، إذ تُقدّر نسبة انبعاث غازات الدفيئة منه حوالي 5.2. % وأخيراً يُعدّ قطاع النفايات الذي يشمل معالجة المياه العادمة، وطمر النفايات الصلبة أقل القطاعات مساهمة في انبعاثات غازات الدفيئة، مثل غاز الميثان، إذ تُقدّر انبعاثاتها حوالي 3.2 %.

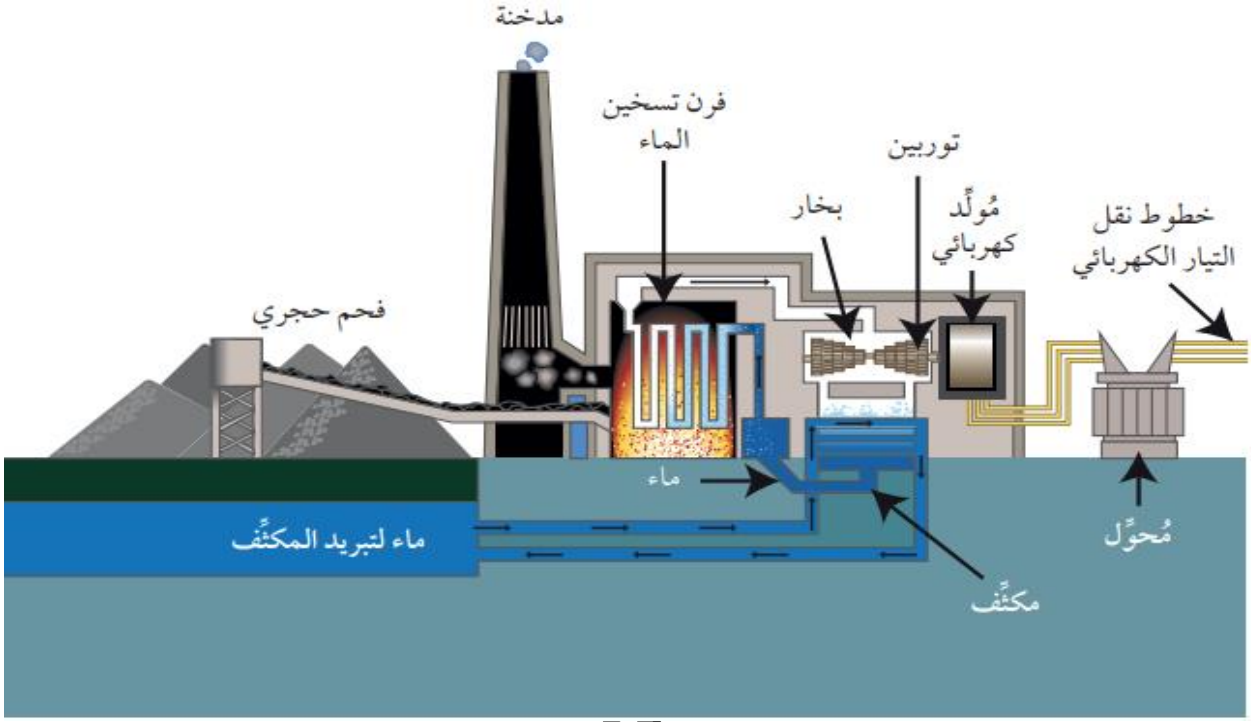
احتراق الوقود الأحفوري Fossil Fuels Burning

يُستخدم الوقود الأحفوري على نطاق واسع في معظم القطاعات؛ لأنه يُطلق الطاقة المختزنة فيه بيُسر وسهولة عند احتراقه. ومعظم الطاقة التي نستخدمها اليوم في قطاع الطاقة (النقل، وتوليد الطاقة الكهربائية، والأبنية) تأتي من حرق الوقود الأحفوري بأشكاله المختلفة، مثل: الفحم الحجري، والنفط، والغاز الطبيعي. ويُعرَّف الاحتراق بأنه تفاعل كيميائي يحدث فيه اتحاد الأكسجين مع عناصر الكربون

مصطفى دعمس

والهيدروجين. وبصورة عامّة فإن المعادلة الكيميائية البسيطة لاحتراق الوقود الأحفوري في الهواء يمكن كتابتها على النحو الآتي:

وقود أحفوري + أكسجين ⇦ ثاني أكسيد الكربون+ بخار ماء + طاقة



الشكل (3): محطة طاقة حرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الفحم الحجري

ومن الأمثلة على حرق الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة الكهربائية: محطات الطاقة الحرارية التي تستخدم أنواع الوقود الأحفوري المختلفة في توليد الطاقة الكهربائية، أنظر الشكل (3) الذي يمثل إحدى محطات الطاقة الحرارية التي تستخدم الفحم الحجري في إنتاج الطاقة الكهربائية.

حيث يتم نقل الفحم الحجري من أماكن وجوده إلى محطة توليد الطاقة الحرارية، وفيها يتم حرقه في فرن التسخين بعد طحنه إلى قطع صغيرة، فيولد طاقة حرارية تستخدم في تسخين الماء البارد المار في الأنابيب الفولاذية الموجودة في جدار فرن التسخين، ثم ينتقل بخار الماء الناتج من عملية التسخين عبر توربينات موصولة بمولد كهرباء فيتسبب في دورانها، ويتم تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في مولد الكهرباء. تُنقل الكهرباء المولدة إلى المحولات عبر خطوط نقل التيار الكهربائي لتوزيعها إلى المنازل والمصانع. في النهاية، يخرج البخار من التوربينات وينتقل إلى المكثف حيث يتم تبريده ليعود مرة أخرى إلى ماء يعاد استخدامه في فرن التسخين.

مصطفى دعمس

الربط بالكيمياء : للطاقة أشكال مختلفة، منها: الطاقة الكهربائية، والحرارية، والكيميائية.
وتتحوّل الطاقة باستمرار من شكل إلى آخرَ ، فمحرك السيارة الذي يعمل بالوقود الأحفوري يحول طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة حرارية تتحوّل بدورها إلى طاقة حركية، فضًلاً عن أن جزءاً من الطاقة الكيميائية يتحول إلى طاقة حرارية تؤدي إلى سخونة المحرّك.

الغازات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري

Gases Produced from Burning Fossil Fuels

تُعدُّ الغازات الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري والمنبعثة إلى الغلاف الجوي من عوادم السيارات والمصانع، ومولدات الطاقة وغيرها، من أخطر مُلوّثات الهواء، ومنها: أكاسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت، وغيرها من الغازات التي أخذت تتراكم في الغلاف الجوي بنسب عالية جدا.

أكاسيد الكربون: للكربون أكسيدان، أحدهما أول أكسيد الكربون CO الذي ينتج بفعل الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري ويوجد بكميات قليلة في الهواء، وهو سامّ ويمكن أن يسبِّب الوفاة بسبب تفاعله مع هيموجلوبين الدّم، أما الأكسيد الآخر فهو ثاني أكسيد الكربون CO_2 الأكثر شيوعاً، وهو غير سامّ ، وتسبّب تراكماته زيادة الحرارة المُحتبَسة في الغلاف الجوي.
وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون من حرق الوقود الأحفوري المُستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية ووسائل النقل والمصانع، فمثلاً: في محرك السيارات التي تعمل بالبنزين فإن حرق الأوكتان H_8C_{18} الذي يعد أحد مكوناته الرئيسة يُنتج غاز ثاني أكسيد الكربون وفق المعادلة الآتية:

$$2C_8H_{18}\ (g) + 25\ O_2\ (g) \rightarrow 16\ CO_2\ (g) + 18\ H_2O\ (g) + \text{energy}$$

أكاسيد النيتروجين: تؤدي هذه الأكاسيد (مثل: أول أكسيد النيتروجينNO ، وثاني أكسيد النيتروجين NO_2، وأكسيد النيتروز N_2O) دوراً رئيساً في التفاعلات الكيميائية التي تقود إلى **تكوين الضباب الدخاني.**

أكاسيد الكبريت: تنتج هذه الأكاسيد من المحطات الحرارية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ومحطات تكرير البترول ومصانع الورق، ومن أهم أكاسيد الكبريت: غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2، وغاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3، وهي تسهم في **تكوين الهطل الحمضي.**

اعداد المعلم مصطفى دعمس

أتحقق: لماذا يتم تكثيف بخار الماء في محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم الفحم الحجري؟

ليعاد استخدامه مرة أخرى في فرن التسخين إذ أن محطات توليد الطاقة الكهربائية تعتمد على ضغط بخار الماء، الذي يؤدي إلى تحريك محور التوربينات ودورانها، وتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية في مولد الكهرباء.

استهلاك الوقود الأحفوري Fossil Fuels Consumption

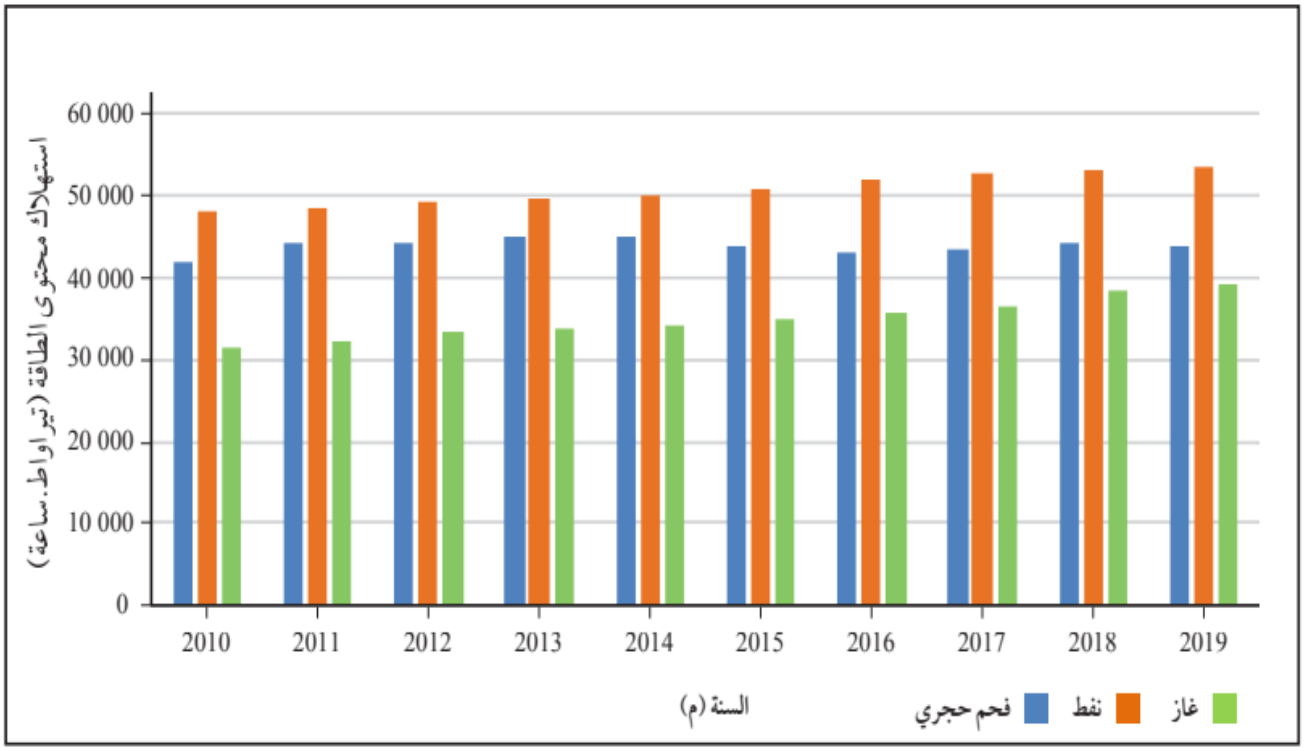
يُستخدَم الوقود الأحفوري على نطاق واسع في إنتاج الطاقة؛ بسبب سهولة تخزينه ونقله من مكان إلى آخر، وسهولة تحويله من حالة إلى أخرى، ما يؤدي دورًا رئيسًا في الاقتصاد العالمي، ويُعَدّ الأردن أحد هذه الدول، إذ يستخدم الغاز الطبيعي والصخر الزيتي في توليد الطاقة الكهربائية.

يُعَدُّ الوقود الأحفوري أحد مصادر الطاقة غير المتجدّدة؛ لأن تكوّنه يستغرق ملايين السنين، وقد يؤدي استهلاكه بصورة كبيرة إلى استنزافه.

فمثلًا: يستخدم النفط في تصنيع الوقود اللازم لتحريك السيارات والحافلات والطائرات والقطارات وغيرها، في حين يُستخدَم الفحم الحجري والغاز الطبيعي عالميًّا بصورة رئيسة وقودًا في محطات توليد الطاقة الكهربائية. ونظرًا إلى التطور الكبير في الصناعات، وبسبب زيادة عدد سكان العالم، فإن الحاجة إلى استهلاك الوقود الأحفوري تزداد يوميًّا؛ ما يؤدي إلى زيادة الطلب عليه، وزيادة احتمالية نضوبه. أنظر الشكل (5) الذي يوضّح كمية استهلاك محتوى الطاقة من الغاز والنفط والفحم الحجري في العالم بوحدة تيراواط.ساعة.

أتحقق: أفسر: لماذا تزداد احتمالية نضوب الوقود الأحفوري

لأن تكوُّن الوقود الأحفوري يستغرق ملايين السنين إذ يعد من مصادر الطاقة غير المتجددة؛ وبسبب زيادة عدد سكان العالم، فإن الحاجة إلى استهلاك الوقود الأحفوري تزداد يوميًّا؛ ما يؤدي إلى زيادة الطلب عليه ، لذلك فإن استهلاكه استهلاكًا كبيرًا يؤدي إلى استنزافه، وتزداد احتمالية نضوبه.



الشكل (5): كمية استهلاك محتوى الطاقة من الغاز والنفط والفحم الحجري في العالم.

أحدّد: ما أعلى كمية استهلاك لمحتوى الطاقة في سنة 2019 م؟

أعلى كمية استهلاك لمحتوى الطاقة في سنة 2019 كان للنفط، ويقدر بنحو 54000 (تيراواط. ساعة)

نشاط : الاستهلاك العالمي للوقود الأحفوري

يُعدّ الوقود الأحفوري مصدراً من مصادر الطاقة التي حرّكت – وما زالت تحرك – التطوّر الصناعي في العالم، إذ تُعدّ نسبة مساهمته في الطاقة التي نحتاج إليها في الوقت الحالي كبيرةً جداً. ويمثل الجدول الآتي استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري عالمياً.

السنة (م)	كمية استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري (تيراواط.ساعة)
2010	121 691.136
2011	124 939.047
2012	126 562.097
2013	128 448.117
2014	128 962.368
2015	129 516.27
2016	130 705.831
2017	132 512.67
2018	135 807.237
2019	136 761.607

التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد السّنة التي تُظهر أعلى كمية استهلاك وأقل كمية استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري.
2. **أحسُب:** كم (واطًا) استهلك العالم في سنة (2019م) من محتوى الطاقة في الوقود الأحفوري؟ علمًا أنّ 1 تيراواط = 10^{12} واط.
3. **أستنتج** سبب الزيادة في كمية استهلاك محتوى الطاقة من الوقود الأحفوري.
4. **أتوقّع:** إذا نفِد الوقود الأحفوري، فكيف يؤثر ذلك في حياتنا؟

التحليل والاستنتاج:

1. – السنة التي تظهر أعلى كمية استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري هي سنة 2019

– السنة التي تظهر أقل كمية استهلاك لمحتوى الطاقة من الوقود الأحفوري هي سنة 2010

2.

ملاحظة: كل 1 تيراواط يعادل 10^{12} واط

(واط) $1.36761607 \times 10^{17}$ = (واط) 10^{12} × (تيراواط. ساعة) 136761.607

3. لأن الوقود الاحفوري يستخدم على نطاق واسع في انتاج الطاقة لسهولة تخزينه ونقله من مكان لآخر وسهولة تحويله من حالة إلى أخرى.

4. ستتوقف أغلب أنشطة الحياة التي تعتمد بشكل مباشر على الوقود الأحفوري مثل توليد الكهرباء وتسيير السيارات ووسائل النقل المختلفة، والتدفئة وغيرها.

حساب انبعاثات غازات الدفيئة Greenhouse Gas Emissions Calculation

مع زيادة التطور الصناعي زادت انبعاثات غازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي بشكل كبير، ما أدى إلى تراكمها وزيادة احتباس الحرارة فيه، ومن ثم حدوث التغير المناخي. وللحد من الآثار السلبية الناجمة عن تراكم تلك الغازات وتخفيفا من انبعاثاتها، يجب حساب كمياتها الناتجة من القطاعات المختلفة عن طريق تطبيق منهجيات علمية تعتمد على جمع البيانات المتعلقة بتلك الأنشطة والقطاعات المنتجة لها، وتحليلها. وتُحسّب هذه الكميات اعتماداً على **معامل الانبعاث Factor Emission** الذي يُعرَّف بأنه قيمة عددية تمثل كمية انبعاثات غاز دفيئة محدد ناتج من نشاط معين، مثل: حرق أحد أنواع الوقود الأحفوري، أو إنتاج الإسمنت. وتختلف قيم معامل الانبعاث لغاز الدفيئة الواحد اعتماداً على مصدره.

ويُعبَّر عنه بوحدة كمية الانبعاثات لكل وحدة من النشاط، فمثلاً: معامل الانبعاث لغاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من حرق الديزل يساوي 2.68 kg CO_2/L أي أنه ينتج من حرق 1L من الديزل 2.68 kg من CO_2. أنظر الجدول (1) الذي يبين معامل الانبعاث لعدد من غازات الدفيئة بحسب مصدرها. **ولحساب كمية انبعاثات غازات الدفيئة تُستخدم المعادلة الآتية:**

$$E = EF \times A$$

حيث:

E: كمية انبعاثات غاز الدفيئة.

EF: معامل الانبعاث.

A: كمية المادة (مصدر الانبعاث).

الجدول (1): *معامل الانبعاث لعدد من غازات الدفيئة بحسب المصدر الذي نتجت منه.

المصدر	الغاز	معامل الانبعاث
احتراق الديزل	CO_2	2.68 kg CO_2/L
احتراق البنزين	CO_2	2.31 kg CO_2/L
احتراق الغاز الطبيعي	CO_2	0.185 kg CO_2/1000L
التخلص من المخلفات العضوية	CH_4	0.5 kg CH_4/kg
تصنيع الأسمدة	N_2O	0.1 kg N_2O/kg
إنتاج الإسمنت	CO_2	0.9 kg CO_2/kg

* الجدول للمطالعة الذاتية.

مثال ١

إذا علمت أن معامل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج من احتراق الديزل يساوي 2.68 kg CO_2/L، فما كمية غاز ثاني أكسيد الكربون بوحدة (kg) المنبعثة من احتراق 1000 L من الديزل؟

الحل:

$$E = EF \times A$$
$$= 2.68 \times 1000$$
$$= 2680 \text{ kg}$$

مثال 2

إذا علمت أن معامل انبعاث غاز الميثان (CH_4) الناتج من روث الأبقار يساوي 100 kg من الميثان لكل بقرة سنويًّا، فما كمية غاز الميثان المنبعثة من روث 50 بقرة؟

الحل:

$$E = EF \times A$$
$$= 100 \times 50$$
$$= 5000 \text{ kg}$$

تمرين

تحتوي مزرعة أغنام على 1200 رأس من الغنم. إذا علمت أن معامل انبعاث الميثان (CH_4) من روث الغنم الواحد يساوي 15 kg سنويًّا، فما كمية غاز الميثان المنبعثة في السنة من روث الأغنام الموجودة في المزرعة؟

الحل:

$$E = EF \times A$$
$$E = 15 \times 1200$$
$$= 1800 \text{ Kg}$$

مصطفى دعمس

مكافئ ثاني أكسيد الكربون Carb Dioxide Equivalent

تعلمت سابقاً أن المصادر التي تنتج منها غازات الدفيئة متعددة، وأن وحدة قياس هذه الغازات تختلف باختلاف تلك المصادر، وتعلمت أيضاً أن تأثير هذه الغازات على الاحتباس الحراري مختلف. ولحساب كمية انبعاثات غازات الدفيئة كافة في الغلاف الجوي وتحديد أثرها، اتُّفِق على استخدام وحدة قياس تُسمّى مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e)، وهي وحدة قياس تُستخدم للتعبير عن تأثير غازات الدفيئة الأخرى على الاحترار العالمي مقارنة بغاز ثاني أكسيد الكربون.

ولإيجاد مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) لغاز الدفيئة تُستخدم المعادلة الآتية:

$$CO_2e = GWP \times E$$

حيث:

CO_2e: مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

GWP: إمكانية إحداث الاحترار العالمي Global Warming Potential، ويُقصد بذلك إمكانية كل غاز دفيئة على احتجاز حرارة الغلاف الجوي مقارنة بإمكانية غاز ثاني أكسيد الكربون في مدة زمنية محددة عادة ما تكون 100 عام. وتبلغ قيمة GWP لغاز ثاني أكسيد الكربون (1). أنظر الجدول (2).

E: كمية انبعاثات غاز الدفيئة.

ولمعرفة تأثير غازات الدفيئة جميعها في الغلاف الجوي في منطقة ما تُجمّع كل مكافئات ثاني أكسيد الكربون من القطاعات كافة في فترة زمنية محددة في تلك المنطقة.

الجدول (2): *إمكانية إحداث الاحترار العالمي لعدد من غازات الدفيئة ومصادرها.

غاز الدفيئة	إمكانية إحداث الاحترار العالمي (GWP)	المصدر الرئيس
ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	1	الوقود الأحفوري، استعمال الأراضي، الإسمنت.
أكسيد النيتروز (N_2O)	273	الزراعة.
الميثان (CH_4)	21	الوقود الأحفوري، الزراعة.
مواد هيدروفلوروكربون منها (CH_2F_2)	771	مواد صناعية تُستخدَم في قطاع التبريد.
مواد كلوروفلوروكربون منها (CCl_3F)	6230	مواد صناعية تُستخدَم في قطاع التبريد.

* الجدول للمطالعة الذاتية

مثال 3

استهلكت إحدى الشركات 20000 L من الديزل لتشغيل مولدات الطوارئ الخاصة بها. إذا نتج من احتراق مادة الديزل: 50000 kg من ثاني أكسيد الكربون، و480 g من غاز الميثان، و150 g من أكسيد النيتروجين، وإذا علمت أن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لكل من CO_2 و CH_4 و N_2O هي على التوالي 1 و 27 و 273 ، فأجد مجموع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون بوحدة الكيلوغرام (kg).

الحل:

$$CO_2\ e\ (CO_2) = GWP \times E$$
$$= 1 \times 50000$$
$$= 50000\ kg$$
$$CO_2\ e\ (CH_4) = GWP \times E$$
$$= 27 \times 480$$
$$= 12.96\ kg\ 12960\ g$$
$$CO_2\ e\ (N_2O) = GWP \times E$$
$$= 273 \times 150$$
$$= 40.95\ kg\ 40950\ g$$

مجموع مكافئات ثاني أكسيد الكربون:

$$CO_2\ e\ (total) = CO_2\ e\ (CO_2) + CO_2\ e\ (CH_4) + CO_2\ e\ (N_2O)$$
$$50000 + 40 + 12.96 = 50053.91\ kg$$

اعداد المعلم

تمرين

يُطلق مصنع 50 طنًّا من أكسيد النيتروز (N_2O) إلى الغلاف الجوي. إذا كانت إمكانية أكسيد النيتروز لإحداث الاحترار العالمي تساوي 265، فما كمية مكافئ ثاني أكسيد الكربون المنبعثة في الغلاف الجوي؟

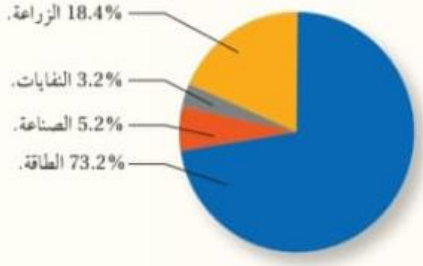
الحل:

$$CO_2\ e\ (N_2O) = GWP \times E$$
$$= 265 \times 50$$
$$= 13250\ ton = 13250000\ kg$$

دعمس

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة**: أحدد ثلاثة غازات دفيئة تنتج من احتراق الوقود الأحفوري.
2. **أفسّر** سبب استخدام الوقود الأحفوري على نطاق واسع في معظم القطاعات.
3. أرتّب غازات الدفيئة الآتية بحسب نسب كمياتها المتراكمة في الغلاف الجوي: (CH_4, CH_2F_2, N_2O, CO_2).
4. يمثل الشكل المجاور نسب غازات الدفيئة المنبعثة في القطاعات المختلفة. أدرسه، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ. أحدد أي القطاعات تنتج غاز الميثان بصورة رئيسة.

ب. **أستنتج** أي غازات الدفيئة التي تنبعث من قطاع الصناعة.

جـ. **أقارن** بين قطاعي الطاقة والزراعة من حيث نسبة غازات الدفيئة المنبعثة منهما، ونوعها.

5. تُنتج إحدى شركات التبريد 75 kg من غاز CFC–11، وهو أحد مركبات الكلوروفلوروكربون. إذا علمت أن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لغاز CFC–11 تساوي 6230، فما مكافئ ثاني أكسيد الكربون له؟

6. **أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

1. ينبعث من أحد مصانع الأسمدة 250 kg من غاز الميثان. إذا علمت أن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لغاز الميثان تساوي 27، فإن مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) لهذا الانبعاث:

أ. 6750 kg CO_2e ب. 9.26 kg CO_2e

جـ. 182250 kg CO_2e د. 277 kg CO_2e

2. أكثر غازات الدفيئة وفرة في الغلاف الجوي هو غاز:

أ. الميثان. ب. ثاني أكسيد الكربون. جـ. أكسيد النيتروز. د. الأوزون.

3. الغاز الذي يتفاعل مع الهيموغلوبين في الدم ويسبب الوفاة هو غاز:

أ. الميثان. ب. ثاني أكسيد الكربون. جـ. الأوزون. د. أول أكسيد الكربون.

4. الغاز الذي يُعدّ من غازات الدفيئة:

أ. النيتروجين. ب. الأكسجين. جـ. الأرغون د. الكلوروفلوروكربون.

5. أي من العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بمعامل الانبعاث:

أ. يمثل تأثير غازات الدفيئة مقارنة بتأثير غاز ثاني أكسيد الكربون.

ب. يمثل كمية انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة في منطقة ما.

جـ. يمثل كمية انبعاثات غاز دفيئة ناتج من نشاط معين.

د. تتساوى قيم معامل الانبعاث لغاز الدفيئة بغض النظر عن مصدره.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس الأول ص20

السؤال الأول: الفكرة الرئيسة: أحدد ثلاثة غازات دفيئة تنتج من احتراق الوقود الأحفوري.

ثاني أكسيد الكربون CO_2

أكسيد النيتروز N_2O

بخار الماء H_2O

السؤال الثاني: أفسر سبب استخدام الوقود الأحفوري على نطاق واسع في معظم القطاعات.

بسبب سهولة تخزينه ونقله من مكان إلى آخر، وسهولة تحويله من حالة إلى أخرى، ما يؤدي دوراً رئيساً في الاقتصاد العالمي.

السؤال الثالث: أرتب غازات الدفيئة الآتية بحسب نسب كمياتها المتراكمة في الغلاف الجوي:

CH_4 , CH_2F_2 , N_2O , CO_2

$CO_2 > CH_4 > N_2O > CH_2F_2$

السؤال الرابع:

أ- أحدد أي القطاعات تنتج غاز الميثان بصورة رئيسة. قطاع الزراعة والنفايات الصلبة.

ب- أستنتج أي غازات الدفيئة التي تنبعث من قطاع الصناعة. بحسب طبيعة الصناعة، منها: ثاني أكسيد الكربون، الميثان.

ج- أقارن بين قطاعي الطاقة والزراعة من حيث نسبة غازات الدفيئة المنبعثة منهما، ونوعها.

نسبة غازات الدفيئة المنبعثة من قطاع الطاقة 73.2% مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، بينما نسبة غازات الدفيئة المنبعثة من قطاع الزراعة 18.4% مثل غاز الميثان.

السؤال الخامس: تُنتج إحدى شركات التبريد 75 kg من غاز CFC-11، وهو أحد مركبات الكلوروفلوروكربون. إذا علمت أن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لغاز CFC11- تساوي 6230، فما مكافئ ثاني أكسيد الكربون له؟

$$CO_2e\ (CFC-11) = GWP \times E$$
$$= 6230 \times 75$$
$$= 467250\ kg$$

السؤال السادس: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. ينبعث من أحد مصانع الأسمدة 250 kg من غاز الميثان. إذا علمت أن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لغاز الميثان تساوي 27، فإن مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) لهذا الانبعاث:

$$CO_2\ e\ (CH4) = GWP \times E$$
$$= 27 \times 250$$

اعداد المعلم مصطفى دعمس

= 6750 kg CO_2e

أ- 6750 kg CO_2e

ب- 9.26 kg CO_2e

ج- 182250 kg CO2e

د- 27 kg CO2e

2. أكثر غازات الدفيئة وفرة في الغلاف الجوي هو غاز

أ- الميثان.

ب- ثاني أكسيد الكربون.

ج- أكسيد النيتروز.

د- الأوزون.

3. الغاز الذي يتفاعل مع الهيموغلوبين في الدم ويسبب الوفاة هو غاز:

أ- الميثان.

ب- ثاني أكسيد الكربون.

ج- الأوزون.

د- أول أكسيد الكربون.

4. الغاز الذي يُعدّ من غازات الدفيئة:

أ- النيتروجين.

ب- الأكسجين.

ج- الأرغون

د- الكلوروفلوروكربون.

5. أي من العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بمعامل الانبعاث:

أ- يمثل تأثير غازات الدفيئة مقارنة بتأثير غاز ثاني أكسيد الكربون.

ب- يمثل كمية انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة في منطقة ما.

ج- يمثل كمية انبعاثات غاز دفيئة ناتج من نشاط معين.

د- تتساوى قيم معامل الانبعاث لغاز الدفيئة بغض النظر عن مصدره.

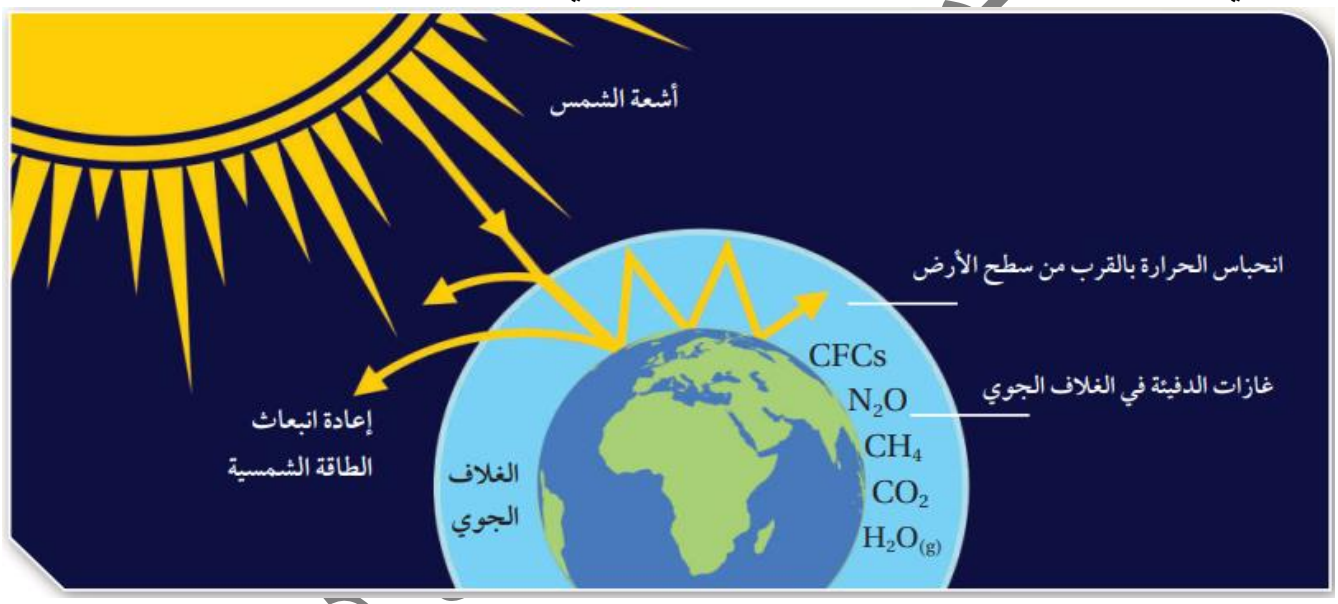
اعداد المعلم مصطفى دعمس

الدرس2: الوقود الأحفوري والتغير المناخي Fossil Fuels and Climate Change

الاحتباس الحراري (تأثير الدفيئة) Greenhouse Effect

تعلمت في الدرس السابق أن الأنشطة البشرية هي المصدر الرئيس لغازات الدفيئة، وأن هذه الغازات تنبعث من القطاعات المختلفة خاصة تلك التي تستخدم الوقود الأحفوري، ويُعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون أكثر غازات الدفيئة المنبعثة تراكماً في الغلاف الجوي.

وتتميز غازات الدفيئة بقدرتها على امتصاص الأشعة تحت الحمراء طويلة الموجة المنبعثة من سطح الأرض نحو الغلاف الجوي، إذ تؤدي هذه الغازات إلى المحافظة على درجة حرارة سطح الأرض عن طريق التوازن بين الطاقة الشمسيّة الساقطة على سطح الأرض، وتلك التي تفقدها إلى الفضاء الخارجي. أنظر الشكل (6) الذي يوضح التوازن الإشعاعي.



الشكل (6): التوازن الإشعاعي.

ويحدث الاحتباس الحراري Greenhouse Effect عندما تنتقل أشعة الشمس عبر الغلاف الجوي لتصل إلى سطح الأرض على شكل طاقة حرارية، أو أشعة قصيرة الطول الموجي (الأشعة المرئية/الأشعة فوق البنفسجية). وفي المتوسط فإن ثلث الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض تنعكس مرة أخرى إلى الفضاء عبر الغلاف الجوي، وتمتص اليابسة والمسطحات المائية معظم الأشعة الباقية، وبذلك يصبح سطح الأرض دافئاً. ثم تشِع اليابسة والمسطحات المائية الطاقة الواصلة إليها مرة أخرى؛ ولكن على شكل أشعة طويلة الموجة (الأشعة تحت الحمراء)، فتمتص غازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي هذه الأشعة وتحبس جزءاً منها، وبذلك يسخن الغلاف

الجوي الأرضي، وترتفع درجة الحرارة، ولولا ذلك لكانت درجة الحرارة على سطح الأرض منخفضة جدا، ما يجعل الحياة عليها أمراً مستحيلاً . وتشبه هذه العملية إلى حد كبير ما يُعرَف **بظاهرة البيت الزجاجي**، أو **ظاهرة الدفيئة الزجاجية**؛ لأن وظيفة غازات الدفيئة مشابهة لوظيفة جدران البيت الزجاجي وسقفِه، التي تسمح بدخول الأشعة الشمسية، لكنها تمنع خروج الأشعة طويلة الموجة المنبعثة من سطح الأرض، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة داخله نظراً إلى عدم تسرّب الحرارة إلى خارج الدفيئة الزجاجية.

ولكن، أدت أنشطة الإنسان المختلفة (مثل: استخدام الوقود الأحفوري، أو إزالة الغطاء النباتي) إلى زيادة في مستويات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وهذا بدوره سبّب ارتفاعاً متزايداً في درجة حرارة الأرض وحدوث **الاحترار العالمي**.

أتحقق: أصف كيف تحدث عملية الاحتباس الحراري.

√ **أتحقّقُ**: عندما تنتقل أشعة الشمس عبر الغلاف الجوي لتصل إلى سطح الأرض على شكل طاقة حرارية أو أشعة قصيرة الطول الموجي، فإن ثلث الأشعة الشمسية الواصلة تنعكس مرة أخرى إلى الفضاء عبر الغلاف الجوي، وتمتص اليابسة والمسطحات المائية معظم الأشعة الباقية، وبذلك يصبح سطح الأرض دافئًا. ثم تشع اليابسة والمسطحات المائية الطاقة الحرارية الواصلة إليها مرة أخرى؛ ولكن على شكل أشعة طويلة الموجة فتمتص غازات الدفيئة تلك الأشعة وتحبس جزءًا منها، وبذلك يسخن الغلاف الجوي الأرضي وترتفع درجة الحرارة.

أفكر: قال تعالى:﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [سورة الروم: 41] أناقش دلالة هذه الآية الكريمة في ضوء دراستي ظاهرتي الاحتباس الحراري والاحترار العالمي وأثرهما في استقرار الحياة على سطح الأرض.

أن التلوث والفساد البيئي في البر والبحر إنما نتج عن الإنسان، فالناس هم المسؤولون عن هذه التغيرات البيئية مثل زيادة الاحتباس الحراري وظهور مشكلة الاحترار العالمي ما تسبب في عدم استقرار الحياة على سطح الأرض، وتتضمن هذه الآية تحذيرًا للناس في أن يرجعوا إلى الاصلاح في الأرض وتدارك هذا الفساد البيئي الذي نتج بسبب تجاوزهم الحدود التي خلق الله الأرض عليها، وأن يعيدوا للغلاف الجوي توازنه ويقللوا من كمية الملوثات التي يطلقونها كل يوم والتي تعد بملايين الأطنان.

الاحترار العالمي Global Warming

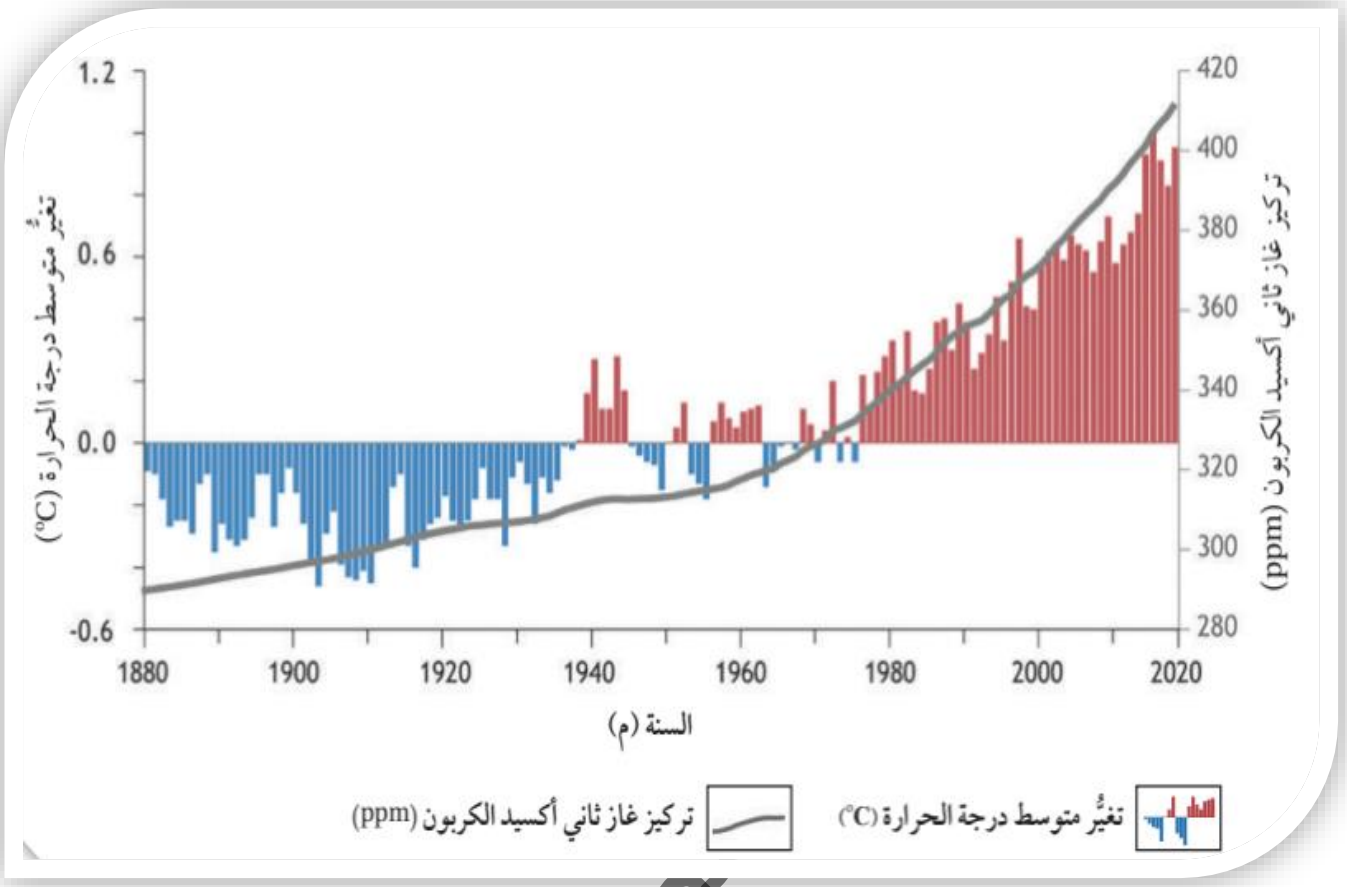
تعلمت سابقاَ أن الاحترار العالمي هو زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية بسبب زيادة نسبة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية، مثل: البراكين، والأنشطة الصناعية بفعل نشاط الإنسان، إذ يؤدي احتراق الوقود الأحفوري إلى زيادة تركيز غازات

الدفيئة(خصوصاً غاز ثاني أكسيد الكربون) في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن، وهذا يؤدي إلى ارتفاع مستمر في درجة حرارة سطح الأرض، ومن ثم تباطؤ الحياة النباتية والحيوانية التي قد تجد نفسها في نظام مناخي مختلف ربما يكون أكثرَ أو أقلَّ ملاءمةً لها. ونتيجة لذلك، فإن التغيرات المناخية يُتوقع أن تؤدي إلى انقراض ماليين الكائنات الحية بحلول عام 2050م، وانصهار الجليد في القطبين الجنوبي والشمالي؛ نتيجة لارتفاع معدل درجة حرارة سطح الأرض، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات، وغمر الجزر والشواطئ والأراضي المنخفضة بالماء، ويتوقع استمرار ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات. مع الزمن، ليصل بحلول 2100م إلى 30 cm تقريبا.

ومن التغيرات الأخرى التي قد تنتج من التغيرات المناخية: زيادة حموضة البحار والمحيطات بسبب زيادة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في مياهها، وهذا يهدّد الكائنات البحرية مثل الشعاب المرجانية والكائنات التي تمتلك أصدافًا مكونة من كربونات الكالسيوم، مما يؤثر في النظام البيئي البحري بأكمله. ويوضح الشكل (7) العلاقة بين نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ومقدار التغير في متوسط درجة الحرارة في years (1880–2020)م. إذ قُدِّر متوسط درجة الحرارة في هذه السنوات 13.9 °C ويمكن تفسير القيمة (0.0) °C في الشكل على أنَّه لا يوجد تغير في درجات الحرارة عن متوسط درجة الحرارة، في حين تمثِّل القِيَم الموجبة مقدار الزيادة في درجة الحرارة عن متوسط درجة الحرارة 13.9 °C، وتمثِّل القِيَم السالبة مقدار النقصان في درجة الحرارة عن متوسط درجة الحرارة، فمثلًا، عام 2000 م زادات درجة الحرارة العالمية عن متوسط درجة الحرارة بمقدار 0.59 °C

✓ **أتحقّق:** أوضح المقصود بالاحترار العالمي.

الاحترار العالمي هو زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية؛ بسبب زيادة نسبة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية كالبراكين، أو الصناعية بفعل نشاط الإنسان.



الشكل (7): نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بمرور الزمن، والتغير متوسط درجة الحرارة، **أصف** العلاقة بين تغير متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون. فيه.

علاقة طردية؛ إذ يزداد تغير متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه

تكوّن الأوزون واستنزافه Ozone Formation and Depletion

يتكوّن غاز الأوزون (O_3) من ثلاث ذرات من الأكسجين متّحدّة مع بعضها بعضاً، ويوجد بصورة رئيسة على ارتفاع يُقدّر ما بين km(20–30) ضمن طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي في حالة توازن لحماية الحياة على سطح الأرض؛ إذ يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس الضارّة بالكائنات الحية، لكن تدخل الإنسان أدى إلى إحداث خلل في هذا التوازن، فأصبح معدل تحلّله يفوق معدل تشكله طبيعيا.

يُعدّ غاز الأوزون ملوثاً خطراً إذا وُجِد قرب سطح الأرض في طبقة التروبوسفير؛ لأنه يضرّ أنسجة النباتات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة مثل العيون والرئتين. ويتكون غاز الأوزون بالقرب من

سطح الأرض بسبب زيادة تراكيز غازات أكاسيد النيتروجين الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري وغيرها من الأنشطة وفقا للمعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:

$$NO_2 \xrightarrow{UV} NO + O$$

$$O + O_2 \xrightarrow{UV} O_3$$

وتعد مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs المسؤول الأول عن التآكل الذي أصاب الأوزون ما سمح للأشعة فوق البنفسجية بالوصول إلى سطح الأرض، وتُستخدم هذه المركبات على نطاق واسع في أجهزة التبريد في الثلاجات، وفي مكيفات الهواء، خصوصا أجهزة تكييف السيارات. وهي تمتاز بأنها خاملة فلا تتفاعل مع مكونات الغلاف الجوي، ولكنها تصعد إلى أعلى بفعل تيارات الحمل وصولاً إلى غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير فتحدِثُ سلسلة من التفاعلات الكيميائية الآتية، والسبب في ذلك هو قدرة الأشعة فوق البنفسجية على تحليلها.

$$CCl_3F \xrightarrow{UV} CCl_2F + Cl$$

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$

أتحقق: أقارن بين غاز الأوزون الموجود ضمن طبقة الستراتوسفير وغاز الأوزون المتكون في طبقة التروبوسفير قريباً من سطح الأرض من حيث أثر كل منهما على الكائنات الحية.

يساعد الأوزون الموجود ضمن طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي على حماية واستمرار الحياة على سطح الأرض، حيث يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس الضارة بالكائنات الحية، أما الأوزون المتكون في طبقة التروبوسفير قريبًا من سطح الأرض فهو مضر ويعد من ملوثات الهواء؛ لأنه يضر أنسجة النباتات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة كالعيون والرئتين.

أفكر: كيف يمكن الحدُّ من مشكلة تكون غاز الأوزون في طبقة التروبوسفير؟

الجواب: الحدُّ من استخدام مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs وانتاج مواد بديلة لها.

التَّجربة 1

نمذجة الاحتباس الحراري

عند دخولك بيتًا زجاجيًّا، ستشعر بتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري؛ وذلك لأن الزجاج يمرر أشعة الشمس ويحتجز الحرارة المنبعثة من سطح الأرض، فيسخُن الهواء في الداخل. وبالطريقة نفسها تحتجز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الحرارةَ بالقرب من سطح الأرض.

الموادّ والأدوات:

مقياسا درجة حرارة (ثيرمومتر)، كأسان زجاجيتان سعة كل منهما 100 mL، قارورة مياه شُربٍ بلاستيكية سعة 1L بحيث يكون قطرها أكبرَ قليلًا من قُطر الكأس الزجاجية، مصدر ضوئيّ (الشمس)، مِقص.

إرشادات السلامة: توخي الحذَر عند التعامل مع الكأسين الزجاجيتين ومقياسَي درجة الحرارة.

خطوات العمل:

1. أضع في كلّ كأس زجاجية مقياسَ درجة الحرارة.
2. أضع الكأسين الزجاجيّتين بجانب بعضهما في منطقة تسقط عليهما أشعة الشمس مباشرة.
3. أنتظر نصف ساعة، ثم أقرأ درجة حرارة كل مقياس وأدوّنها.
4. أقص الجزء السفلي من قارورة مياه الشرب البلاستيكية.
5. أقفل بإحكام فوهة قارورة مياه الشّرب البلاستيكية بوساطة غطاء.
6. أضع قارورة مياه الشّرب البلاستيكية حول إحدى الكأسين الزجاجيّتين، بحيث تحيط بها من الجوانب كافة.
7. أنتظر نصف ساعة أخرى، مع بقاء الكأسين الزجاجيّتين في منطقة تسقط فيها أشعة الشمس سقوطًا مباشرًا.
8. أقرأ درجة حرارة كلّ مقياس وأدوّنها.
9. **أحسُب** الفرق بين درجة الحرارة في كل من الكأسين الزجاجيّتين.

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسّر** سبب ارتفاع درجة حرارة الكأس الزجاجية المغطّاة بقارورة مياه الشرب البلاستيكية.
2. **أقارن** بين آلية عمل نموذج قارورة مياه الشّرب البلاستيكية وظاهرة الاحتباس الحراري.

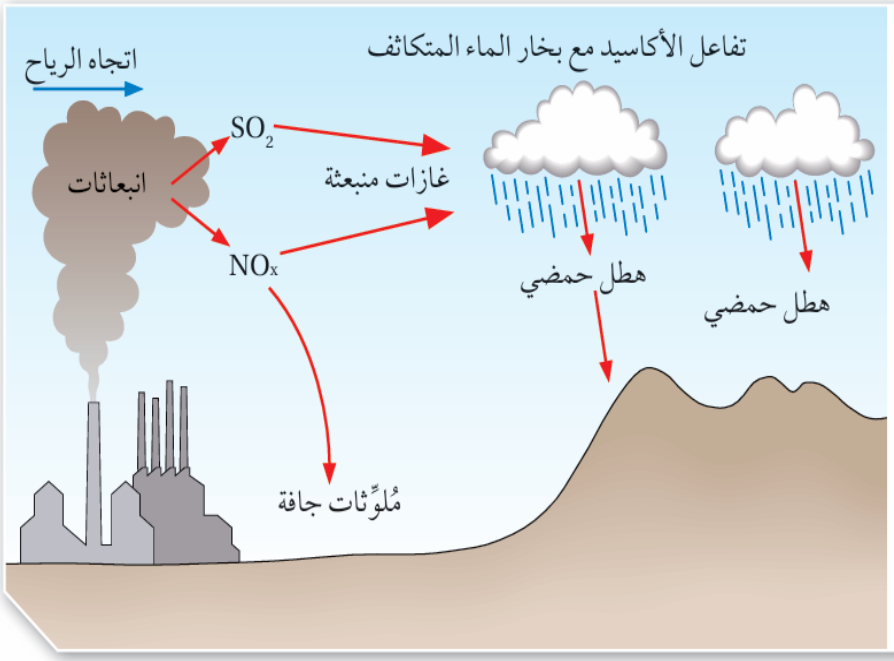
التحليل والاستنتاج:

1. بسبب سماح قارورة مياه الشرب البلاستيكية بدخول الأشعة الشمسية من خلالها، ومنع خروج الأشعة طويلة الموجة التي يشعها الهواء في الكأس الزجاجية.

2. تمتص قارورة مياه الشرب البلاستيكية الأشعة طويلة الموجة التي يشعها الهواء في الكأس الزجاجية وتحبس جزءا منها؛ فيسخن الهواء وبالطريقة نفسها تمتص غازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي الأشعة طويلة الموجة المنبعثة عن سطح الأرض وبذلك يسخن الغلاف الجوي وترتفع درجة الحرارة على سطح الأرض بحيث تكون ملائمة للعيش.

الهطل الحمضي Acid Precipitation

عندما يحترق الوقود الأحفوري المُستعمل في وسائط النقل، وفي محطات إنتاج الطاقة الكهربائية والمصانع، فإن ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأكاسيد النيتروجين NO_X تنتشر في الغلاف الجوي، وتتفاعل مع بخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي مُشكِّلة هطلاً حمضياً يحتوي على حمضي الكبريتيك H_2SO_4 ، والنيتريك HNO_3 ، وأحياناً يسقط الهطل الحمضي بعيداً عن مصدر التلوث؛ بفعل الرياح السائدة في تلك المنطقة.



الشكل (8): رسم توضيحي لعملية تكوّن الهطل الحمضي.

أنظر الشكل (8) الذي يوضّح رسمًا توضيحيًّا لعملية تكوّن الهطل الحمضي.

يتفاعل الهطل الحمضي مع كلّ من الماء والصخور والتربة والنبات مسبّبًا إخلالًا بالتوازن البيئي، إذ يؤدي تساقطه على المسطّحات المائية إلى موت أعداد كبيرة من النباتات المائية والأسماك، ونتيجة لذلك يحدث انخفاض في أعداد الأسماك، وفقدان بعض الأنواع، ومن ثم ، الحد من التنوع الحيوي. وأيضًا يؤثر الهطل الحمضي في الصخور والمنشآت فيعمل على تآكلها، كما ويزيد من حموضة التربة؛ ما يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها الزراعية والقضاء على العناصر الرئيسة فيها. ومن الآثار السلبية للهطل الحمضي أيضًا: تلف أوراق النباتات وتقليل قدرتها على القيام بعملية البناء الضوئي، ما يؤدي إلى القضاء على الغطاء النباتي، ومن ثم التأثير على الإنسان والكائنات الحية الأخرى.

ويمكن توضيح كيفية تكوّن الهطل الحمضي عن طريق التفاعلات الكيميائية الآتية:

تكوُّن الهطل الحمضي بتفاعل بخار الماء المتكاثف مع غاز ثاني أكسيد النيتروجين:

$$3NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)} + NO_{(g)}$$

تكوُّن الهطل الحمضي بتفاعل بخار الماء المتكاثف مع غاز ثاني أكسيد الكبريت:

$$S_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$$

$$SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{3(aq)}$$

$$O_{2(g)} + 2H_2SO_{3(aq)} \longrightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

أفكر: لماذا يتكون الهطل الحمضي من أكاسيد الكبريت والنيتروجين وليس الكربون، مع أن أكثر الأكاسيد في الغلاف الجوي هو ثاني أكسيد الكربون؟

المطر الحمضي يتكوّن من أكاسيد الكبريت والنيتروجين لأنها تُنتج أحماض قوية تتسبب في حموضة ماء المطر. أما أكاسيد الكربون تُنتج حمضًا ضعيفًا (حمض الكربونيك) ولا تُسبب حموضة كافية لتُعد مطرًا حمضيًا.

أتحقق: أوضح: كيف يتكون الهطل الحمضي؟

عندما يحترق الوقود الأحفوري المُستعمل في وسائط النقل، وفي محطات إنتاج الطاقة الكهربائية والمصانع، فإن ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأكاسيد النيتروجين NO_X تنتشر في الغلاف الجوي، وتتفاعل مع بخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي مُشكِّلة هطلاً حمضياً يحتوي على حمضي الكبريتيك H_2SO_4 ، والنيتريك HNO_3.

التّجربة 2

محاكاة الهطل الحمضي

تحدث ظاهرة الهطل الحمضي عندما يتلوّث الغلاف الجوي بالأكاسيد، مثل أكاسيد النيتروجين والكبريت، التي تنطلق من مصادر طبيعية ومصادر غير طبيعية (صناعية).

الموادّ والأدوات:

قِطع صخريّة صغيرة الحجم متساوية تقريبًا، مثل: (الرخام، الصخر الجيري، الصخر الرملي، البازلت)، ميزان رقمي، قفازات وقائية، 3 كؤوس زجاجية سعتها 500 mL، خَلّ (حمض الإيثانويك CH_3COOH) (يمثّل الأحماض المسببة للهطل الحمضي).

إرشادات السلامة:

- ارتداء القفازات الوقائية.
- توخي الحذر عند وضع القطع الصخرية داخل الكؤوس الزجاجية.
- عدم استبدال الخل بأحد الأحماض القوية.

خطوات العمل:

1. أستخدم الميزان في إيجاد كتلة كل قطعة صخرية، وأدوّن البيانات في جدول.
2. أضَع كلّ قطعة صخرية في كأس زجاجية منفصلة.
3. أسكب الخَلّ فوق كلّ قطعة صخرية في الكأس الزجاجية، وأنتظر يومين.
4. أُفرغ الكأس الزجاجية من الخلّ، وأنتظر أن تجفّ القطع الصخرية يومًا آخرَ.
5. **ألاحظ** أي تغيرات في سطح كل قطعة صخرية.
6. أستخدم الميزان مرة أخرى في إيجاد كتلة كلّ قطعة صخرية، وأدوّن البياناتِ في جدول.
7. **أحسُب** مقدار الكتلة التي فقدتْها كلُّ قطعة صخرية، وأدوّن البيانات في جدول.
8. **أحسُب** النسبة المئوية لمقدار الكتلة التي فقدتْها كلُّ قطعة صخرية، وأدوّن البيانات في جدول.

التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد: أيُّ الصخور (الرخام، الصخر الجيري، الصخر الرملي، البازلت)، هو الأفضلُ لمقاومة الهطل الحمضي؟
2. **أستنتج** أثر الهطل الحمضي في الصخور.

التجربة 2 محاكاة الهطل الحمضي

التحليل والاستنتاج:

1. صخر البازلت.
2. يؤثر الهطل الحمضي بشكل كبير على الصخور التي تتكون أساسًا من كربونات الكالسيوم مثل الرخام والحجر الجيري فيعمل على تآكلها.

تأثيرات التغير المناخي Impacts of Climate Change

يُعدّ التغير المناخي من أهم المشكلات التي يواجهها العالم في وقتنا الحالي، ويشير إلى اختلال في الظروف المناخية المعتادة التي تميز كل منطقة على سطح الأرض، مما ينعكس سلباً على أنماط المعيشة، واقتصاديات الدول.

ومع زيادة تراكم غازات الدفيئة بفعل أنشطة الإنسان المختلفة وأهمها استخدام الوقود الأحفوري ، بدأ العالم يتأثر بما توقعه العلماء نتيجة التغير المناخي، مثل: انصهار الجليد، وارتفاع مستوى سطح البحر، وموجات الحر الشديدة. ويُتوقّع استمرار تلك التأثيرات وزيادة شدتها مستقبَل وزيادة تأثيرها على مناخ الأرض.

ومن أهم تأثيرات التغير المناخي:

ارتفاع مستوى سطح البحر Sea Level Rise: يُتوقّع أن يرتفع منسوب مستوى سطح البحر بمقدار m (0.4–0.63) بحلول عام 2100م وفي أسوأ التوقعات قد تصل إلى 2m وينتج ذلك بفعل انصهار الجليد وتمدد مياه البحار والمحيطات؛ بسبب ازدياد درجة حرارة الأرض.

زيادة قوة الأعاصير وكثافتها Increase in hurricane Strength and Intensity:

يُتوقّع أن تزداد شدة العواصف المرتبطة بالأعاصير ومعدلات هطول الأمطار مع استمرار ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي.

المزيد من الجفاف وموجات الحر More Droughts and Heat Waves:

يُتوقّع أن تزداد شدة حالات الجفاف في مناطق مختلفة من العالم، وكذلك فترات الطقس الحار غير الطبيعي التي قد تستمر من أيام إلى أسابيع.

زيادة حرائق الغابات ومددها Increased Forest Fires and Their Duration :

تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى إطالة موسم حرائق الغابات، ويقدر العلماء أن تغير المناخ الناجم عن الإنسان قد ضاعف بالفعل مساحة الغابات المحروقة في العقود الأخيرة. أنظر الشكل (9).

الشكل (9): أثر التغير المناخي في زيادة مساحة الغابات المحروقة بسبب ارتفاع درجات الحرارة.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

التغيرات في أنماط هطول الأمطار Changes in Precipitation Patterns:

يؤدي التغير المناخي إلى توزيع الهطول على سطح الأرض بشكل غير متساوٍ، إذ ستشهد بعض المواقع زيادة في هطول الأمطار وحدوث الفيضانات، في حين ستعاني مناطق أخرى الجفاف.

انخفاض نسبة الغطاء الجليدي Decrease in Ice Cover: يُتوقع استمرار تناقص الغطاء الجليدي البحري في القطبين، فمثلً: تتناقص نسبة الغطاء الجليدي في المحيط المتجمد الشمالي، ويُتوقع قبل منتصف هذا القرن أن يصبح خالياً من الجليد تماماً في نهاية كل صيف بحسب الدراسات الحالية، أنظر الشكل (10).

التأثير على النظم البيئية Impact on Ecosystems: يؤدي التغير المناخي إلى القضاء على النظم البيئية والتنوع الحيوي، وتدهور التربة، وفقدان المراعي الطبيعية، والقضاء على الثروة السمكية، وانتشار الأمراض بين الحيوانات، وتراجع التنوع الحيوي، وهذا بدوره يؤثر في توفر الغذاء للإنسان، وانتقال الأمراض إليه، وازدياد معدلات سوء التغذية، ويسهم في زيادة نسبة الفقر.

الشكل (10): يؤدي التغير المناخي إلى تناقص نسبة الغطاء الجليدي في القطب الشمالي

أفكر ص28: يسجل التنوع الحيوي تراجعا ملحوظا على المستوى العالمي. أذكر بعضا منها.

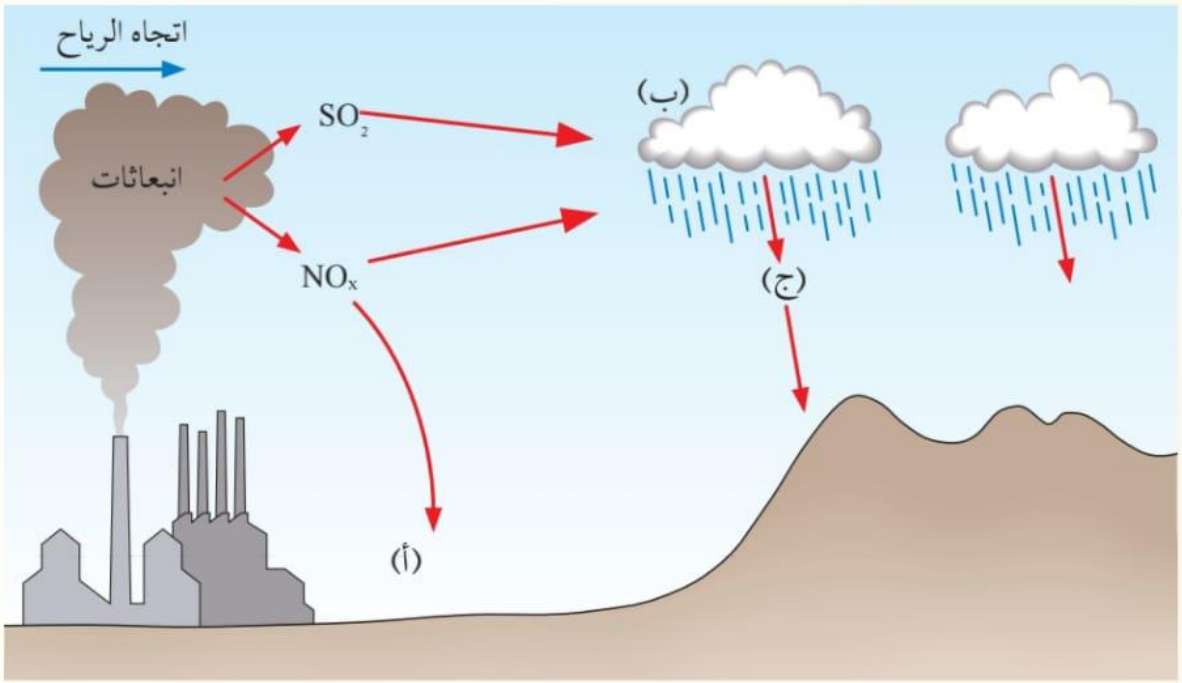
قد يتوصل الطلبة إلى بعض الأمثلة على تراجع التنوع البيولوجي بسبب التغير المناخي مثل: اختفاء بعض مواطن الكائنات الحية الطبيعية مثل مواطن الكائنات القطبية والشعاب المرجانية، انقراض بعض الكائنات الحية التي لا تستطيع التأقلم مع الظروف البيئية الجديدة، اختلال مواسم الهجرة والتكاثر، انتشار الأمراض.

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة**: أذكر بعض المُلوِّثات الموجودة في الغلاف الجويّ التي تؤثّر سَلْبًا في صحّة الإنسان والنباتات والحيوانات.

2. **أقارن** بين الاحتباس الحراري والاحترار العالمي من حيث مفهوم كل منهما.

3. أبيّن في الشكل الآتي ما تدل عليه الأحرف (أ، ب، ج) في أثناء تكوّن الهطل الحمضي:



4. أتتبّع كيف يتكوّن الهطل الحمضي بفعل ثاني أكسيد الكبريت بكتابة ثلاث معادلات كيميائية.

5. **أفسّر** سبب اختلاف تركيز ثاني أكسيد الكربون فوق المناطق الصناعية والمدن عنه في المناطق الريفية.

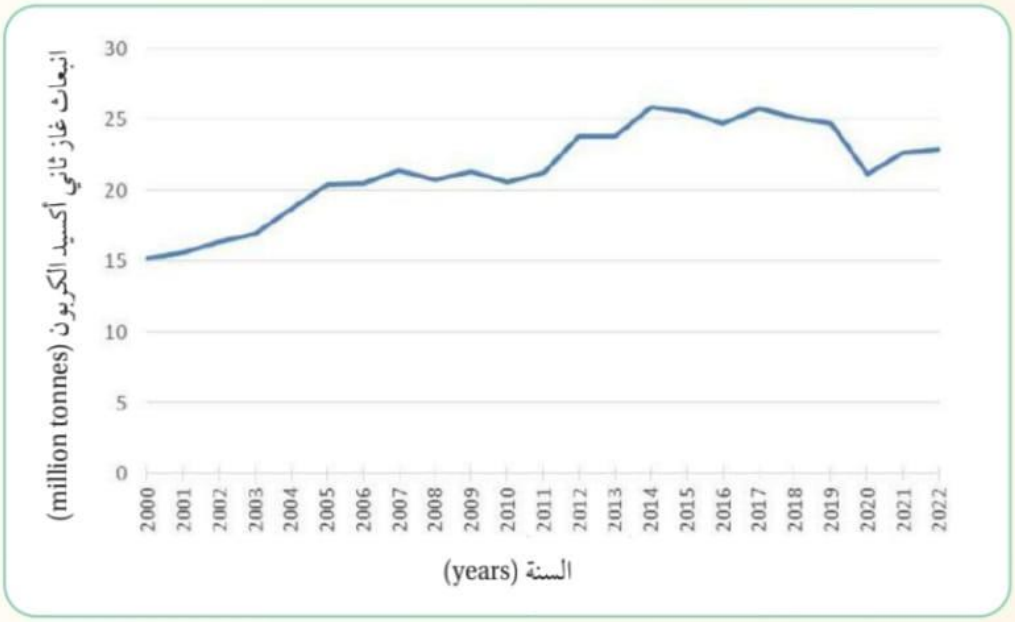
6. أحدّد مصادر الغازات التي تكوّن الهطل الحمضي.

7. **أربط** بين درجة حرارة الغلاف الجوي وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون فيه.

8. **أقترح** بعض طرق تقليل ظاهرة الاحترار العالمي.

9. **أختار رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:**

1. أدرس الشكل الآتي الذي يمثل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الأردن؛ ثم أحدد العام الذي حدث فيه أكبر انبعاث لهذا الغاز.



أ . 2007. ب. 2014. جـ. 2019. د. 2022.

2. يُتوقَّع أن تؤدي التغيرات المناخية إلى انقراض ملايين الكائنات الحية بحلول العام:

أ . 2030م. ب. 2035م. جـ. 2040م. د. 2050م.

3. يتكون غاز الأوزون بالقرب من سطح الأرض؛ بسبب زيادة تراكيز:

أ . أكاسيد النيتروجين. ب. ثاني أكسيد الكربون. جـ. الميثان. د. بخار الماء.

4. يحدث الاحتباس الحراري عندما يمتص الغلاف الجوي الأشعة المنبعثة من سطح الأرض على شكل طاقة:

أ . كيميائية. ب. حركية. جـ. حرارية. د. نووية.

5. من تأثيرات التغير المناخي على العالم:

أ . زيادة مساحة الغطاء الجليدي في القطبين.

ب. انخفاض درجات الحرارة العالمية.

جـ. ازدياد نسبة حرائق الغابات.

د . زيادة نسبة الهطول وحدوث الفيضانات في المناطق كافة.

مراجعةُ الدرسِ

1. غاز ثاني أكسيدالكربون، غاز الأوزون، غازات أكاسيد النيتروجين، مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs .
2. الاحتباس الحراري: ظاهرة طبيعية تحبس فيها غازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي بعضًا من طاقة الشمس، والأشعة طويلة الموجة المنبعثة عن سطح الأرض ما يؤدي إلى سخونة الغلاف الجوي وارتفاع درجة حرارته وتسخين الأرض بحيث تصبح ملاءمة للعيش.

– الاحترار العالمي: تؤدي زيادة الاحتباس الحراري نتيجة زيادة نسبة غازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية إلى زيادة تدريجية في معدلات درجات الحراة العالمية.

3. (أ): ملوثات جافة. (ب): أكاسيد تتفاعل مع بخار الماء المتكاثف. (ج): هطل حمضي.
4.

$$S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$$
$$SO_{2(g)} + H_2O_{(aq)} \rightarrow H_2SO_{3(aq)}$$
$$O_{2(g)} + 2H_2SO_{3(aq)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

5. يكون تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في المناطق الصناعية والمدن أكبر؛ بسبب إزالة الغطاء النباتي وزيادة الملوثات الناتجة من عوادم السيارات والمصانع ومولدات الطاقة فيها والمدن مقارنة بالمناطق الريفية.
6. محطات انتاج الطاقة الكهربائية والمصانع ووسائط النقل التي تستخدم الوقود الأحفوري، التي ينبعث عنها ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين.
7. يزداد متوسط درجات الحرارة بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.
8. من الطرق المقترحة:

– زراعة الأشجار والنباتات، وإيجاد أنواع منها قادرة على الاستفادة من تراكيز منخفضة وكذلك مرتفعة من غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكن التنبيه إلى أهمية الهندسة الوراثية في ذلك.

– تقليل مصادر انبعاث الملوثات، وذلك باستخدام تكنولوجيا متقدمة في محركات الاحتراق لحرق الوقود الأحفوري حرقا كاملا.

9. 1. ب. 2014
2. د. 2050م
3. أ. أكاسيد النيتروجين
4. ج. حرارية
5. ج. ازدياد نسبة حرائق الغابات

الدرس3: الحد من التغير المناخي والتكيف مع آثاره

Mitigation of Cimate Change and Adaption to its Effects

إدارة موارد الطاقة Management of Energy Resources

تعلمت سابقاً أن هناك تسارُع في استخدام الوقود الأحفوري بسبب زيادة النمو السكاني والطلب المتزايد على الطاقة، وبالرغم من سهولة استخدامه في القطاعات المختلفة، والفوائد التي يوفرها؛ إلا أنه يتسبب في حدوث مشكلات بيئية عديدة ناجمة عن انبعاثات أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت، مثل مشكلة التغير المناخي؛ لذا تُعدّ إدارة موارد الطاقة أمراً مهماً للتحقق من التوازن بين احتياجات المجتمع من الطاقة، وتقليل الآثار السلبية الناتجة من حرق الوقود الأحفوري في البيئة.

ومن الطرق المستخدمة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة من القطاعات المختلفة وخاصة ثاني أكسيد الكربون: استخدام الطاقة المتجددة، وتقليل استهلاك الوقود الأحفوري عن طريق استخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة، أو تطوير المصادر الموجودة، وتعديل السياسات الحكومية للحد من استخدام الوقود الأحفوري وخاصة في قطاع الطاقة.

استخدام الطاقة المتجددة Using of Renewable Energy

تتجه العديد من دول العالم نحو استخدام مصادر **الطاقة المتجددة** Renewable Energy لإنتاج الكهرباء بدَل من استخدام الوقود الأحفوري، وهي طاقة لا تنفد وغير ملوثة للبيئة. وبالرغم من الفوائد الكبيرة لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة فإن التحول إلى تلك المصادر يتطلب استثمارات كبيرة ومكلفة لا تستطيع العديد من الدول تحملها، وخاصة أن الوقود الأحفوري أرخص وأسهل في الاستخدام، أنظر الشكل (11).

الشكل (11): إحدى محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم الغاز الطبيعي.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

وفي ما يأتي بعض أنوع الطاقة المتجددة:

طاقة الرياح Power Wind : تُستخدم طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق تحريك توربينات متصلة بمولدات لتوليد الطاقة الكهربائية ومن ثم تغذية شبكة الكهرباء. وتُعد طاقة الرياح من مصادر الطاقة النظيفة ؛ إذ لا توجد انبعاثات لغازات الدفيئة منها، وفي الوقت نفسه هي طاقة متجددة لا تنضب بوجود الرياح.

لكن هناك بعض المعيقات لاستخدام طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية، منها أن معظم الأماكن التي تتميز برياح قوية ودائمة هي المناطق الجبلية والنائية، وتكلفة إنتاج وحدة واحدة من الكهرباء بفعل الرياح قد تكون أكثر تكلفة من استخدام الوقود الأحفوري في بعض المناطق.

طاقة المد والجزر Power Tidal Wave : تُستخدم حركة الأمواج في أثناء المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية، إذ تعمل المياه المتحركة بفعل المد على تحريك التوربينات المُستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية بشكل مباشر، أو تُحجز المياه المتقدمة بفعل المد في برك صناعية وتُستخدم في تحريك التوربينات. تُعد الطاقة الناتجة من المد والجزر أحد أنواع الطاقة النظيفة والصديقة للبيئة؛ لأنها تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة، ولكن من معيقات استخدام هذا النوع من الطاقة: أن التكلفة الأولية لبناء محطة توليد الطاقة الكهربائية عالية، وقد يكون لهذه المحطات تأثيرات سلبية على البيئة البحرية، وقد تؤثر في المالحة البحرية في المنطقة.

أفكر: أحدد: معيقات استخدام طاقة المد والجزر في الأردن بوصفها أحد مصادر الطاقة المتجددة.

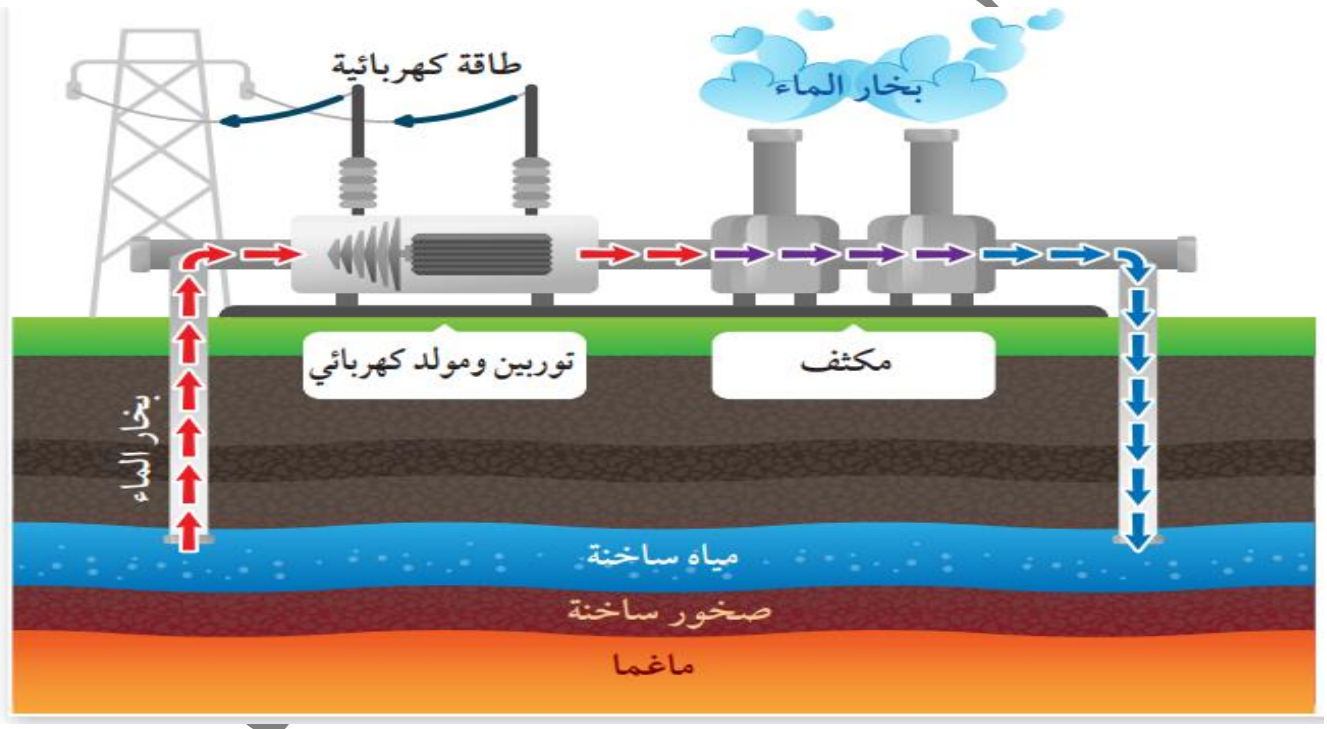
التكلفة الأولية لبناء محطة توليد الطاقة الكهربائية عالية، وقد يكون لهذه المحطات تأثيرات سلبية على البيئة البحرية، وقد تؤثر في المالحة البحرية في المنطقة.

الطاقة الشمسية Solar Power : يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية بعدة طرق، منها: الخلايا الكهرضوئية، أو استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه وإنتاج البخار الذي يعمل على تحريك التوربينات الخاصة بتوليد الكهرباء.

يتميز هذا النوع من الطاقة المتجددة بأنه مصدر طاقة متجدد ونظيف لا يلوث الهواء، وسهل الصيانة، وأنه هادئ لا يصدر أي ضجيج، ويمكن أن يُستخدم على نطاق واسع أو ضيّق. ومن معيقات استخدام الطاقة الشمسية: التكلفة الأولية المرتفعة، وتأثرها بالأحوال الجوية فتقل كميات الطاقة المنتجة في مُدد زمنية طويلة في السنة. ويوجد في الأردن محطات متنوعة للطاقة الشمسية، منها: محطة بينونة في الموقر.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

طاقة الحرارة الجوفية Geothermal Power : تعرف **طاقة الحرارة الجوفية** بأنها الطاقة الحرارية المخزنة في باطن الأرض، وتستخدم هذه الطاقة في توليد الطاقة الكهربائية، إذ يستفاد من المياه الجوفية القريبة من مناطق تجمُّع الماغما أو تضخ المياه عبر آبار إلى تلك المناطق، ثم تضخ المياه الساخنة إلى السطح وتحوَّل إلى بخار لتشغيل التوربينات الخاصة في توليد الطاقة الكهربائية، ثم يُكثّف بخار الماء ويُضخ مرة أخرى إلى باطن الأرض لاستخدامه مرة أخرى أنظر الشكل (14). ولاستخدام هذا النوع من الطاقة يجب أن تكون درجة حرارة المياه مرتفعة تتراوح ما بين 370 (^{o}C) – 150)، وهذا النوع يتميز بالتكلفة المنخفضة مقارنة بباقي أنواع الطاقة المتجددة؛ بسبب انخفاض تكاليف التشغيل. ومن معيقات استخدام هذا النوع من الطاقة: محدودية أماكن استخدامه، ويمكن أن يؤدي حفر الآبار إلى حدوث مشكلات بيئية بسبب انبعاث غازات الدفيئة من باطن الأرض.



الشكل (14): تستخدم طاقة الحرارة الجوفية في توليد الطاقة الكهربائية.

الطاقة الكهرمائية Hydroelectric Power تعرف الطاقة الكهرمائية بأنها الطاقة الكهربائية الناتجة عن حركة المياه، وفي هذا النوع من الطاقة تُبنى سدود وتستخدم المياه المتجمعة خلفها لتحريك توربينات توليد الطاقة الكهربائية، ويمكن أن تكون محطات توليد الطاقة كبيرة الحجم أو صغيرة الحجم. يتميز استخدام هذا النوع من الطاقة بأنه غير مُلوث فلا تنبعث منه أي غازات دفيئة، ويمكن الاستفادة من السدود في أغراض أخرى، مثل: الحد من الفيضانات، واستخدامها مصادر لمياه الشرب أو الزراعة. ومن معيقات استخدام هذا النوع من الطاقة: التكلفة العالية لبناء السدود وصيانتها،

وأن المياه المتجمعة في السدود تغمر مساحات كبيرة، ويمكن أن تنشأ الزلازل بسبب الضغط الزائد على صخور القشرة الأرضية بسبب بناء السدود.

أفكر ص35: أي أنواع الطاقة المتجددة الأكثر جدوى لاستخدامها في الأردن؟ لماذا؟

الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الأكثر جدوى لاستخدامها في الأردن وذلك لتوفر الظروف الملائمة، إذ تستخدم الطاقة الشمسية في المناطق التي تتميز باشعاع شمسي عال وطقس مستقر قليل الغيوم، خاصة في المناطق الصحراوية والمكشوفة. أما طاقة الرياح فتُستخدم بكفاءة في الأماكن التي تهب فيها رياح قوية وثابتة، مثل المناطق الجبلية والمناطق النائية المفتوحة البعيدة عن العوائق والمناطق السكنية.

أتحقق: أحدد معيقات استخدام طاقة الرياح.

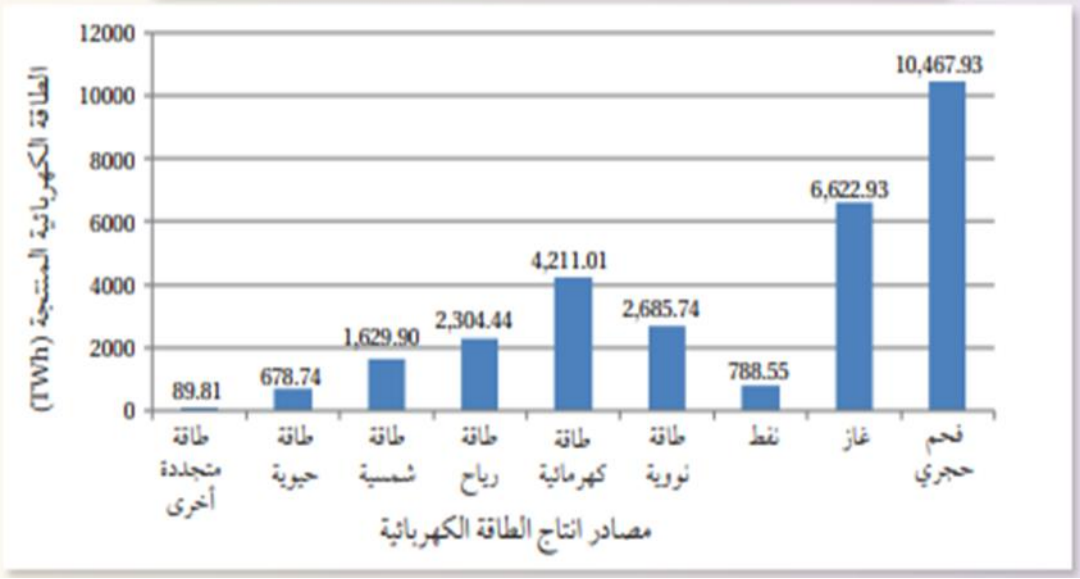
أن معظم الأماكن التي تتميز برياح قوية ودائمة هي المناطق الجبلية والنائية، وتكلفة إنتاج وحدة واحدة من الكهرباء بفعل الرياح قد تكون أكثر تكلفة من استخدام الوقود الأحفوري في بعض المناطق.

نشاط

مصادر الطاقة

تتعدد مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية، فبعضها طاقة غير متجددة (مثل الطاقة المنتجة من حرق الوقود الأحفوري)، وبعضها طاقة متجددة (مثل الطاقة النووية، والطاقة الحيوية). أدرس الشكل الآتي الذي يمثل الطاقة الكهربائية المُنتَجة من المصادر المختلفة بوحدة ـ تيراواط . ساعة (TWh)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

إنتاج الطاقة الكهربائية (TWh) في العالم حسب المصدر للعام 2023



التحليل والاستنتاج:

1. أحدد مصدر الطاقة المتجددة الذي ينتج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية ومصدر الطاقة غير المتجددة الذي ينتج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية.
2. أقارن بين مصادر الطاقة المتجددة والطاقة غير المتجددة من حيث كمية الطاقة الكهربائية المُنتَجة منهما.
3. أرتّب تصاعديًّا إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة غير المتجددة.

نشاط: مصادر الطاقة

1. مصدر الطاقة المتجددة الذي ينتج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية: الطاقة الكهرمائية.
   مصدر الطاقة غير المتجددة الذي ينتج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية: الفحم الحجري.
2.

الطاقة المتجددة	الطاقة المنتجة منها (TWh)	الطاقة غير المتجددة	الطاقة المنتجة منها (TWh)
طاقة حيوية	678.74	نفط	788.55
طاقة شمسية	1,629.90	غاز	6,622.93
طاقة رياح	2,304.44	فحم حجري	10,467.93
طاقة كهرمائية	4,211.01	طاقة نووية	2,685.74
طاقة متجددة أخرى	89.81		

3. النفط (788.55)، الطاقة النووية (2,685.74)، الغاز (6,622.93)، الفحم الحجري (10,467.93).

تقليل استهلاك الوقود الأحفوري Reduce fossil fuel consumption

تستطيع دول العالم التقليل من استهلاك الوقود الأحفوري باستخدام طرائق مختلفة، منها: تطوير تكنولوجيا أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، وتصميم المباني الجديدة الذكية وتخطيطها بحيث تأخذ في الحسبان التقليل من استخدام الطاقة، أنظر الشكل (15). وزيادة وعي المواطنين بأهمية تقليل استهلاك الوقود الأحفوري وتغيير سلوكهم، وزيادة كفاءة استهلاك الوقود في محركات السيارات وخاصة الوسائط العامة، واستخدام الوقود الحيوي أو بدائل الطاقة فيها.

الشكل (15): استخدام المباني الذكية للتقليل من كميات الطاقة المُستهلكة.

تعديل السياسات الحكومية Changing Government Policies

يجب على الحكومات تشجيع المواطنين والمواطنات على الحد من استخدام الوقود الأحفوري عن طريق: تقليل استخدام المركبات الخاصة التي تعمل على الوقود الأحفوري، واستخدام المواصلات العامة أو السيارات الكهربائية بدلاً منها، واستخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية، ويتم ذلك عن طريق تعديل التشريعات والسياسات، وتحديث منظومة النقل الجماعي، وإعطاء حوافز وتسهيلات للمواطنين والمواطنات لاستخدام المواصلات العامة والصديقة للبيئة.

التكيف مع التغير المناخي Climate Change Adaptation

تعلمت سابقا أن التغير المناخي يؤثر في دول العالم كافة، وخاصة فيما يتعلق بارتفاع درجات الحرارة وزيادة فترات الجفاف وحوادث الفيضانات المتكررة والعواصف الشديدة، أنظر الشكل (16)، وتؤثر هذه المخاطر جميعها في مختلف القطاعات فيها، بما في ذلك: الزراعة، والتنوع الحيوي، والمياه، والصحة؛ لذلك على المجتمع التكيف مع هذه التغيرات لتخفيف آثارها.

الشكل (16): يؤدي التغير المناخي إلى تغيير في أنماط هطول الأمطار، مما يجعلها أقل تكرارًا وأقل غزارة في مناطق عديدة، مما يزيد من خطر الجفاف.

أفكر ص37: كيف تسهم السياسات والتشريعات التي تضعها الحكومات في التكيف مع آثار التغير المناخي؟

تتضمن السياسات والتشريعات التي تضعها الحكومات بعض الأساليب والخطط والبرامج والمشاريع المقترحة للتكيف مع التغير المناخي والاستعداد المسبق لآثاره في القطاعات المختلفة مثل قطاع المياه، وقطاع الزراعة، وقطاع الصحة.

المؤسسات الرسمية والتكيف مع التغير المناخي:

Official Institutions and Climate Change Adaptation

تؤدي المؤسسات الرسمية دوراً حاسماً في التكيف مع التغير المناخي عن طريق إجراءات عديدة، منها: تطوير السياسات التشريعية بصياغة سياسات وطنية إقليمية تهدف إلى التكيف مع آثار التغير المناخي، وقد طُوِّر أول إطار سياسات وطني للتكيف مع التغير المناخي في الأردن عام 2013. ومن الإجراءات أيضا: مشاركة المؤسسات الرسمية في الجهود الدولية لمكافحة التغير المناخي عن طريق التزاماتها في اتفاقيات عالمية، مثل اتفاقية باريس للمناخ التي يُعد الأردن أحد الدول المشاركة فيها.

وتسهم المؤسسات الرسمية والمؤسسات غير الحكومية في تخطيط المدن والمجتمعات بشكل يضمن التكيف مع التغيرات المناخية، مثل: تصميم مبانٍ أكثر مقاومة للفيضانات ودرجات الحرارة المرتفعة، وإنشاء أنظمة لجمع مياه الأمطار واستخدامها، وتحسين شبكات الصرف الصحي لمنع حدوث الفيضانات، وزيادة مساحة الأراضي الخضراء كالحدائق العامة.

أفكر ص37: كيف تسهم المؤسسات الرسمية في تخطيط المدن والمجتمعات بشكل يضمن التكيف مع التغيرات المناخية؟

تُسهم المؤسسات الرسمية في تخطيط المدن والمجتمعات بشكل يضمن التكيف مع التغيرات المناخية، مثل: تصميم مبانٍ أكثر مقاومة للفيضانات ودرجات الحرارة المرتفعة، وإنشاء أنظمة لجمع مياه الأمطار وصرفها، وتحسين شبكات الصرف الصحي، وزيادة مساحة الأراضي الخضراء كالحدائق العامة.

الشباب والتكيف مع التغير المناخي Youth and Climate Change Adaptation

يسهم الشباب في نشر الوعي حول القضايا المتعلقة في التغير المناخي وتأثيراته، وذلك عن طريق مبادرات التوعية عبر وسائل الإعلام الاجتماعية، والأنشطة المجتمعية، وحملات التثقيف في المدارس والجامعات، والتشجيع على تبنّي الأفراد والمؤسسات ممارسات مستدامة، خصوصا أن لديهم القدرة على تنظيم مجتمعاتهم للتكيف مع التغير المناخي عن طريق المبادرات المحلية، مثل: إنشاء مشروعات للبنية التحتية المستدامة، أو تشكيل فرق تطوعية للتعامل مع الكوارث الطبيعية كالفيضانات والعواصف.

يساعد امتلاك الشباب مهارات متنوعة في استخدام التكنولوجيا الحديثة على تطوير حلول مبتكرة

اعداد المعلم مصطفى دعمس

للتكيف مع آثار التغير المناخي، وتصميم تطبيقات وتقنيات جديدة لمراقبة التغيرات المناخية، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، أو تطوير تقنيات زراعية مقاومة للجفاف، ويبرز دور الشباب في المناطق النائية في تبنّي ممارسات زراعية مبتكرة تتكيف مع التغيرات المناخية، مثل:

استخدام أساليب الري الحديثة، أو اعتماد المحاصيل المقاومة للجفاف. ويدعم الشباب التحول نحو نظم زراعية أكثر استدامة عن طريق التدريب والمشاركة في برامج التكيف الزراعي.

المرأة والتكيف مع التغير المناخيWomen and Climate Change Adaptation

للمرأة دور كبير في التكيف مع التغير المناخي، ففي كثير من المجتمعات الريفية تعد المرأة المسؤولة عن جمع المياه، والحطب، والطعام. ومن ثم لديها خبرة في إدارة الموارد الطبيعية بطرق مستدامة. عندما تتعرض هذه الموارد للضغط نتيجة التغير المناخي، تتبنّى المرأة ممارسات جديدة للتكيف، مثل: الحفاظ على المياه، واستخدام تقنيات الزراعة المستدامة.

تمثل المرأة في أغلب الدول النامية نسبة كبيرة من القوى العاملة في الزراعة، وهذا يجعلها في الخط الأمامي للتعامل مع تغيرات المناخ التي تؤثر في المحاصيل والموارد المائية عن طريق استخدام أساليب زراعية مقاومة لتغير المناخ. وأيضاً تؤدي المرأة دورا قيادي في المجتمعات المحلية، إذ تعمل على تنظيم المبادرات الهادفة إلى تعزيز القدرة على التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة المسببة للتغير المناخي. عن طريق استخدام الطاقة المتجددة، مثل استخدام مواقد الطهي النظيفة.

وتسهم المرأة بصورة كبيرة في نشر الوعي حول تأثيرات التغير المناخي على مستوى الأسر والمجتمعات المحلية عن طريق التعليم والتوعية، وتحفيز تغيير السلوكات اليومية، وغالباً ما يُقْدَنَ جهود التعافي من الكوارث، بإعادة بناء المنازل، وتحسين الصحة، ودعم أفراد الأسرة الأكثر ضعفا.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** أذكر بعض الطرق التي يمكن بها التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة وأخرى تساعدنا على التكيف مع آثار التغير المناخي.
2. **أفسّر:** لماذا يُستخدَم الوقود الأحفوري بكثرة على الرغم من مشكلاته البيئية؟
3. **أستنتج** المناطق الملائمة لبناء محطات طاقة الرياح.
4. أذكر ثلاثة مصادر للطاقة النظيفة.
5. **أستنتج:** لماذا يجب أن تتجاوز درجة حرارة المياه المُستخدَمة في طاقة الحرارة الجوفية $150\ ^{\circ}C$؟
6. **أُصدر حكمًا** على العبارة الآتية: تُعدّ الطاقة الكهرمائية أفضل الطرق لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ لأنها نظيفة، ولا يوجد أي أضرار من استخدامها.
7. أوضح بعض السلوكات التي يمكن أن تزيد من مشكلة التغير المناخي.
8. أذكر ثلاثة أعمال يمكن أن ينفذها الشباب في المناطق النائية للتكيف مع آثار التغير المناخي.
9. أوضح كيف تسهم المرأة في نشر الوعي بالتغير المناخي على مستوى الأسرة.
10. **أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:**

1. من الإجراءات التي لا تُعدّ جزءًا من جهود المؤسسات الدولية للتكيف مع التغير المناخي:
   أ . تصميم أنظمة لجمع مياه الأمطار. ب . تحسين شبكات الصرف الصحي.
   جـ. زيادة الاعتماد على الوقود الأحفوري. د . زيادة مساحة الأراضي الخضراء.
2. طُوّر أول إطار سياسات وطني للتكيف مع التغير المناخي في الأردن عام:
   أ . 2007 م . ب. 2013 م. جـ. 2015 م. د . 2020م.
3. من معيقات استخدام طاقة المد والجزر:
   أ . الأماكن التي يمكن بناء المحطات فيها هي المناطق النائية. ب. ذات تأثير سلبي على البيئة البحرية.
   جـ. تتأثر بالحالة الجوية وبالفصل من السنة. د . تنتج بعض غازات الدفيئة أحيانًا.
4. تختلف الطاقة الشمسية عن الطاقة الكهرمائية في أنها:
   أ . طاقة نظيفة. ب. مرتفعة التكلفة الأولية.
   جـ. يمكن أن تُستخدَم على نطاق ضيّق. د . ذات تأثير سلبي في البيئة.
5. جميع الطرق الآتية تقلل من استهلاك الوقود الأحفوري ما عدا:
   أ .تطوير تكنولوجيا أكثر كفاءة في استخدام الطاقة. ب. استخدام الصخر الزيتي بدل النفط.
   جـ. استخدام المنازل الذكية. د . استخدام الطاقة المتجددة.

إجابات مراجعة الدرس ص 40

1- بعض الطرق التي يمكن بها التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة

- تقليل استخدام المركبات الخاصة التي تعمل على الوقود الأحفوري.
- استخدام المواصلات العامة أو السيارات الكهربائية بدلاً منها.
- استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية.

بعض الطرق التي تساعدنا على التكيف مع آثار التغير المناخي.

- تصميم مبانٍ أكثر مقاومة للفيضانات ودرجات الحرارة المرتفعة.
- إنشاء أنظمة لجمع مياه الأمطار وصرفها.
- تحسين شبكات الصرف الصحي.
- وزيادة مساحة الأراضي الخضراء كالحدائق العامة

2- يُستخدم الوقود الأحفوري بكثرة على الرغم من مشكلاته البيئية بسبب زيادة النمو السكاني والطلب المتزايد على الطاقة، إضافة إلى سهولة استخدامه في القطاعات المختلفة.

3- المناطق الجبلية والنائية.

4- طاقة الرياح والمد والجز والشمس.

5- لإنتاج البخار اللازم لتشغيل التوربينات وتوليد الكهرباء.

6- عبارة غير صحيحة؛ لأن المياه المتجمعة في السدود تغمر مساحات كبيرة، ويمكن أن تنشأ الزلازل بسبب الضغط الزائد على صخور القشرة الأرضية بسبب بناء السدود.

7- زيادة استهلاك الوقود الأحفوري (النفط، الغاز، الفحم)؛ إزالة الغابات وتقليل المساحات الخضراء. الاستهلاك المفرط للطاقة الكهربائية كاستخدام أجهزة التكييف والثلاجات التي تستخدم الكلوروفلوروكربون.

8- 1- مبادرات التوعية عبر وسائل الإعلام الاجتماعية، والأنشطة المجتمعية.

2- إنشاء مشروعات للبنية التحتية المستدامة، أو تشكيل فرق تطوعية للتعامل مع الكوارث الطبيعية كالفيضانات والعواصف.

3- تبنّي ممارسات زراعية مبتكرة تتكيف مع التغيرات المناخية، مثل: استخدام أساليب الري الحديثة، أو اعتماد المحاصيل المقاومة للجفاف

9- تسهم المرأة بصورة كبيرة في نشر الوعي حول تأثيرات التغير المناخي على مستوى الأسر والمجتمعات المحلية عن طريق التعليم والتوعية، وتحفيز تغيير السلوكات اليومية، وغالباً ما يُقْدَنَ جهود التعافي من الكوارث، بإعادة بناء المنازل، وتحسين الصحة، ودعم أفراد الأسرة الأكثر ضعفا.

10- 1-ج ، 2- ب ، 3- ب، 4-ج ، 5- ب

اعداد المعلم مصطفى دعمس

الإثراء والتوسّع

الضّباب الدخانيّ Smog

جاءت تسمية الضّباب الدخانيّ، أو ما يعرَف (بالضّبخن) Smog من دمج كلمتَي دخان Smoke وضباب Fog، ويعَدّ الضباب الدخانيّ شكلًا من أشكال مُلوِّثات الهواء الناتجة من أنشطة الإنسان في المناطق الصناعية الكبيرة المكتظّة بالسكان، التي يكون فيها الهواء ساكنًا، وينشأ عندما يتفاعل ضوء الشمس مع المُلوِّثات الناتجة من احتراق الوقود الأحفوري؛ ما يؤدي إلى تركيز هذه الملوّثات في الهواء على هيئة غيمة تتكوّن من مجموعة من الغازات والقُطَيرات العالقة مع دقائق صُلبة، تلفُّ جوَّ المدينة وتسمّى الضّبخن.

عادةً ما يُميَّز بين نوعين من الضباب الدخاني وفقًا للفصل من السنة ونوع المُلوِّثات، وهما:

الضباب الدخاني الشتوي: يحدث في فصل الشتاء نتيجة احتراق النفط أو الفحم الحجري في محطات توليد الكهرباء. ويؤدي هذا النوع من الضباب الدخاني إلى إنتاج تراكيز عالية من أكاسيد الكبريت والهيدروكربونات، مكوّنًا ما يُسمّى الضبخن الكبريتي (Sulfurous Smog). يتسم هذا النوع من الضباب الدخاني بوجود دخان كثيف، ما يجعل الرؤية محدودة، وغالبًا ما يصاحبه انخفاض في درجات الحرارة؛ بسبب تراكم الهواء المُلوَّث في الطبقات السفلية من الغلاف الجوي.

الضباب الدخاني الصيفي: يحدث في فصل الصيف عندما تزداد تراكيز المُلوِّثات، مثل الأوزون (O_3)، وحمض النيتريك (HNO_3)، وثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، والهيدروكربونات (HC)، وأول أكسيد الكربون (CO)، بالتزامن مع وجود الأشعة الشمسية، وخاصة الأشعة فوق البنفسجية. يُعرّف هذا النوع بـ الضبخن الكيميائي الضوئي (Photochemical Smog)، ويُعدّ مُلوِّثًا ضارًّا بالجهاز التنفسي والنباتات.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أكتب فقرة حول الضبخن الكيميائي الضوئي، ثمّ أشارِكُ ما أكتبهُ مع زملائي/ زميلاتي في الصفّ.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. نسبة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي المتكوّنة بفعل الأنشطة البشرية تشكّل تقريبًا:
   أ . 5 %
   ب. 20 %
   جـ. 45 %
   د . 70 %

2. أكثر القطاعات إنتاجًا لغازات الدفيئة هو قطاع:
   أ . الطاقة.
   ب. النفايات.
   جـ. الصناعة.
   د . الزراعة.

3. إذا علمت أن معامل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من احتراق البنزين يساوي 2.31 kg CO_2/L، فإن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون بوحدة (kg) المنبعثة من احتراق 500 L من الديزل تساوي:
   أ . 0.00462 kg
   ب. 216.45 kg
   جـ. 1155 kg
   د . 2310 kg

4. تمتلك غازات الدفيئة القدرة على امتصاص الأشعة:
   أ . السينية.
   ب. تحت الحمراء.
   جـ. غاما.
   د . فوق البنفسجية.

5. تزداد الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى سطح الأرض بسبب استنزاف:
   أ . الأوزون.
   ب. الميثان.
   جـ. بخار الماء.
   د . ثاني أكسيد الكربون.

6. المسؤول الأول عن التآكل الذي أصاب الأوزون في طبقة الستراتوسفير ممّا يأتي هو:
   أ . بخار الماء.
   ب. الفلوروكلوروكربون.
   جـ. أول أكسيد الكربون.
   د . ثاني أكسيد الكربون.

7. يوجد غاز الأوزون في الغلاف الجوي على ارتفاع يُقدَّر ما بين:
   أ . (20–30) km
   ب. (40–50) km
   جـ. (50–60) km
   د . (60–70) km

8. من أشكال تلوّث الهواء الناتج من تفاعل ضوء الشمس مع الغازات المنبعثة من احتراق الوقود الأحفوري:
   أ . الأشعة فوق البنفسجية.
   ب. الضباب الدخاني.
   جـ. المطر الحمضي.
   د . الأوزون.

9. ينتج الأوزون من تفاعل كيميائي بين ضوء الشمس وغاز:
أ . الميثان.
ب. الأكسجين.
جـ. أول أكسيد الكربون.
د . ثاني أكسيد الكربون.

10. يُنتَج غاز ثاني أكسيد الكربون في محرك السيارات التي تعمل بالبنزين وفق المعادلة:
أ . $2C_8H_{18(g)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(g)} + energy$
ب. $C_6H_{8(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)} + energy$
جـ. $C_4H_{12(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 8H_2O_{(g)} + energy$
د . $4C_6H_{8(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)} + 12H_2O_{(g)} + energy$

11. يُتوقَّع أن يرتفع منسوب مستوى سطح البحر بمقدار (0.63–0.4) m بحلول عام:
أ . 2030م.
ب. 2050م.
جـ. 2070م.
د . 2100م.

12. يوجد الأوزون بصورة رئيسة ضمن طبقة:
أ . الثيرموسفير.
ب. الأيونوسفير.
جـ. التروبوسفير.
د . الستراتوسفير.

13. أكثر غازات الدفيئة التي تساعد على ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض هو:
أ . ثاني أكسيد الكربون.
ب. ثاني أكسيد الكبريت.
جـ. بخار الماء.
د . الميثان.

14. الغاز الذي يسبّب تكوّن الهطل الحمضي هو:
أ . ثاني أكسيد النيتروجين.
ب. أوّل أكسيد الكربون.
جـ. بُخار الماء.
د . الميثان.

15. إذا افترضت عدم وجود ظاهرة الاحتباس الحراري على الأرض، فأي من العبارات الآتية صحيحة؟
أ . تكون درجة حرارة الأرض متساوية.
ب. ترتفع درجة حرارة سطح الأرض.
جـ. تنخفض درجة حرارة سطح الأرض.
د . ينصهر الغطاء الجليدي في القطبين.

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

أ . معظم الطاقة التي نستخدمها تأتي من حرق الأشكال المختلفة من الوقود الأحفوري، مثل: .....، ..... ،.....

ب. تسمّى الطاقة المتجددة التي تستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية بفعل حركة المياه.....

جـ. تفاعل كيميائي يحدث فيه اتّحاد الأكسجين مع عناصر الكربون والهيدروجين هو .....

د . تُعرَف الزيادة التدريجية في معدّلات درجات الحرارة العالمية الناجمة عن النشاطات الطبيعية والإنسانية بـــ .....

هـ. تسمّى الطاقة التي لا تنفد وهي غير ملوثة للبيئة الطاقة: .....

السؤال الثالث:

أفسّر كلًّا مما يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ . يسهم الهطل الحمضي في تآكل الصخور والمنشآت.

ب. عند دخولي بيتًا زجاجيًّا أشعر بتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري.

جـ. يُعدّ غاز الأوزون ملوِّثًا خطِرًا إذا وجِدَ قُربَ سطح الأرض في طبقة التروبوسفير.

د . يحدّ التقليل من استخدام الوقود الأحفوري من الاحترار العالمي.

السؤال الرابع:

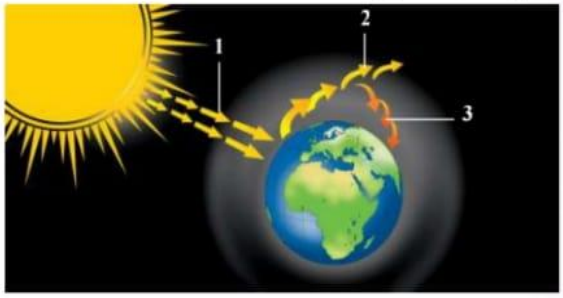
أوضّح العلاقة بين كلّ مصطلحين مما يأتي:

أ . تركيز غازات الدفيئة – التغير المناخي.

ب. الهطل الحمضي – الوقود الأحفوري.

السؤال الخامس:

أتتبّع ما تشيرُ إليه الأرقام (3 ، 2 ، 1) في الشكل الآتي الذي يوضّح ظاهرة الاحتباس الحراريّ.



السؤال السادس:

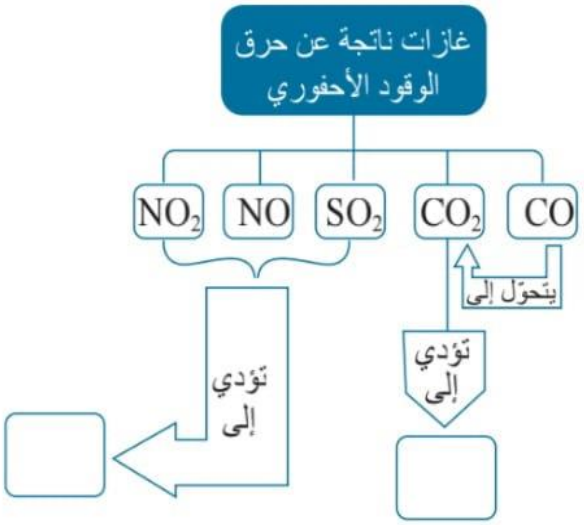
أوضّح ظاهرة الاحترار العالمي ، وأبيّن أهمّ العوامل المسبِّبة لها، وأبرز آثارها على الكائنات الحيّة؛ ثم أقترح طُرُقًا لمعالجتها والحدّ منها.

السؤال السابع:

أوضّح: كيف يمكن الحدّ من انصهار مستودعات الجليد التي تهدّد العالم بالغرق بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتزايد المرتبط بزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؟

السؤال الثامن:

أكمِلُ الخريطة المفاهيميّة الآتية التي توضّح غازات ناتجة عن حرق الوقود الأحفوري والظواهر الناتجة منها.



السؤال التاسع:

أستنتج: العلاقة بين زيادة تركيز غازات الدفيئة وارتفاع مستوى سطح البحر.

السؤال العاشر:

أقارن بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية من حيث: أماكن استخدامها، والضجيج الناتج عن استخدام كل منهما.

السؤال الحادي عشر:

أناقش مدى صحة العبارة الآتية: «توصف ظاهرة الاحتباس الحراريّ بأنها ضرورية للحياة على سطح الأرض».

السؤال الثاني عشر:

أستنتج: ماذا يحدث إذا استمرت عملية استنزاف الأوزون ضمن طبقة الستراتوسفير؟

السؤال الثالث عشر:

أكتب معادلات تكوُّن غاز الأوزون واستهلاكه.

إجابات مراجعة الوحدة ص 42

السؤالُ الأولُ: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. د. 70%
2. أ. الطاقة
3. ج. 1155 kg
4. ب. تحت الحمراء
5. أ. الأوزون
6. ب. الفلوروكلوروكربون
7. أ. (20–30) km
8. ب. الضباب الدخاني
9. ب. الأكسجين
10. أ. $2C_8H_{18}\ (g) + 25O_2\ (g) \rightarrow 16CO_2\ (g) + 18H_2O\ (g) + energy$
11. د. 2100م
12. د. الستراتوسفير
13. أ. ثاني أكسيد الكربون
14. أ. ثاني أكسيد النيتروجين
15. ج. تنخفض درجة حرارة سطح الأرض

السؤالُ الثاني: أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ– النفط، الفحم الحجري، الغاز الطبيعي.

ب_ الكهرمائية.

ج_ الاحتراق.

د_ بالاحترار العالمي.

هـ– الطاقة المتجددة

السؤالُ الثالث: أفسرُ كلا مما يأتي تفسيرا علميا دقيقا:

أ. وذلك لأنه تتفاعل معظم الصخور مع المطر الحمضي، وخاصة في المناطق التي يكون فيها الهواء ملوثا بالأكاسيد الحمضية مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت. ومثال ذلك صخر الرخام أو الصخور الجيرية، التي تتكون بصورة أساسية من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) .

ب. لأن الزجاج المكون للبيت الزجاجي يحبس الحرارة، فيسخن الهواء في الداخل. بنفس الطريقة التي تحبس فيها غازات الدفيئة الحرارة في الغلاف الجوي الحرارة بالقرب من سطح الأرض، حيث تقوم هذه الغازات بدور الزجاج في البيت الزجاجي.

ج. لأنه يضرّ أنسجة النباتات وبعض أجزاء جسم الإنسان الحساسة مثل العيون والرئتين.

د. بما أن الاحترار العالمي يعزى إلى تزايد تراكيز غازات الدفيئة خاصة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي نتيجة حرق االوقود الأحفوري، لذا؛ يؤدي التقليل من استخدام الوقود الأحفوري إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ما يسبب انخفاض درجة حرارة الأرض.

السؤالُ الرابعُ: أوضح العلاقة بين كل مصطلحين مما يأتي:

أ. يؤدي احتراق الوقود الاحفوري إلى زيادة تركيز غازات الدفيئة، وخاصة غازَ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن، ما تسببت في ارتفاع متزايدٍ في درجة حرارة الأرض وحدوث ما يُسمّى الاحتباسَ الحراريَّ الذي يؤدي زيادته بشكل مفرط إلى حدوث التغير المناخي.

ب. يؤدي تفاعل بعض الأكاسيد الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري مثل ثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت مع بخار الماء المتكاثف في الغلاف الجوي، إلى تشكيل رذاذ حمضي على هيئة مطر من حمض النيتريك وحمض الكبريتيك.

السؤالُ الخامسُ:

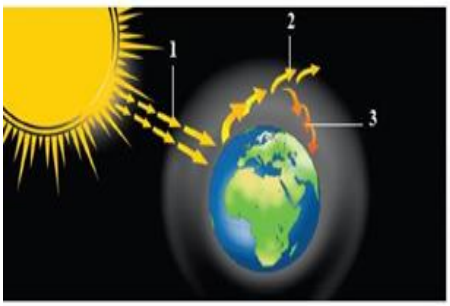
(1): أشعة الشمس.

(2): اعادة انبعاث الطاقة الشمسية.

(3): انحباس جزء من الأشعة تحت الحمراء طويلة الموجة بالقرب من سطح الأرض.

السؤالُ السادس:

الاحترار العالمي : هو زيادة تدريجية في معدلات درجات الحرارة العالمية بسبب المستويات المتزايدة من غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن بعض الأنشطة الطبيعية كالبراكين أو الصناعية بفعل نشاط الإنسان.



العوامل المسببة له: زيادة تركيز غازات الدفيئة وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن نتيجة احتراق الوقود الأحفوري، واستنزاف الغطاء النباتي.

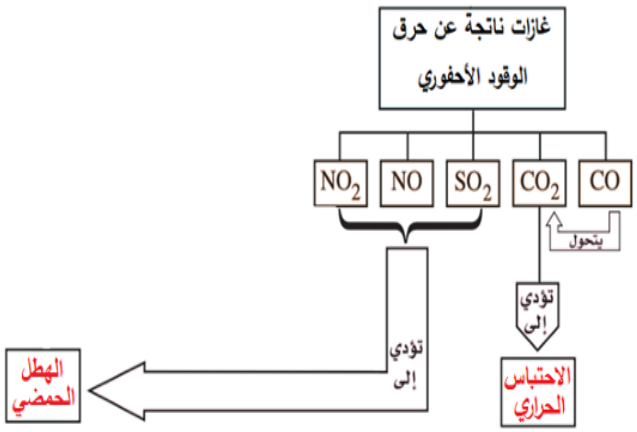
أبرز آثارها على الكائنات الحية: تؤدي ظاهرة الاحترار العالمي إلى تغير الأنظمة المناخية على سطح الأرض؛ مما ينتج عن ذلك تباطؤ الحياة النباتية والحيوانية، التي قد تجد نفسها في نظام مناخي مختلف ربما يكون أكثر أو أقل ملاءمة لها.

طرق الحد من ظاهرة الاحترار العالمي : اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل نسبة غازات الدفيئة في جو الأرض، وفي مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي قد ينقذ العديد من أنواع الكائنات الحية من الهلاك؛ وذلك بتطوير تقنيات الحصول على الطاقة غير القابلة للاستنفاد مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الماء كونها صديقة البيئة، وتشجيع زراعة الأشجار الحرجية وعدم قطع الأشجار المزروعة، والتوقف الكلي عن انتاج مركبات الكلوروفلوروكربون والمعروفة باسم غازات الفريون والاستعاضة عنها بمركبات بديلة، وأيضا رفع كفاءة محركات وسائل النقل التي تعتمد على حرق الوقود الأحفوري، كما ويمكن جمع غاز الميثان المتكون في مكبات النفايات والاستفادة منه كوقود.

السؤال السابع

تتمثل في العودة إلى إعادة التوازن البيئي، وذلك بالحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الجو، عن طريق تحسين أداء آلات حرق الوقود الأحفوري والسيطرة على ما ينفث منها من غازات، والاعتماد على مصادر طاقة أقل تلويثًا باستخدام الطاقة البديلة، والحد من استنزاف الغطاء النباتي وذلك بزراعة الأشجار التي تعمل كمرشحات طبيعية تقلل من ملوثات الهواء.

السؤالُ الثامن:



السؤال التاسع

العلاقة طردية؛ لأن زيادة تركيز غازات الدفيئة (خصوصًا غازَ ثاني أكسيد الكربون) في الغلاف الجوي للأرض بمرور الزمن، يؤدي إلى ارتفاع مستمر في درجة حرارة سطح الأرض ونتيجة لذلك، فإن التغيرات المناخية يُتوقَّع أن تؤدي إلى انصهار الجليد في القُطبين الجنوبي والشمالي؛ وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة ارتفاع منسوب المياه في البحار والمحيطات، وغمر الجزر والشواطئ والأراضي المنخفضة بالماء.

السؤال العاشر

من حيث	طاقة الرياح	الطاقة الشمسية
أماكن استخدامها	المناطق الجبلية والنائية.	في جميع المناطق التي تصلها أشعة الشمس.
الضجيج الناتج عن استخدام كل منهما	تصدر توربينات الرياح بعض الضجيج.	هادئة لا تصدر أي ضجيج.

السؤال الحادي عشر:

العبارة صحيحة؛ لأنه من سنن الله في كونه أن هيأ لكوكب الأرض غلاف جوي طبيعي حابس للحرارة يحوي غازات الدفيئة بنسب ثابتة تقريبا تؤدي دورا مهما في المحافظة على درجة حرارة سطح الأرض، عن طريق التوازن بين طاقة الشمس الواصلة للأرض وتلك التي تفقدها إلى الفضاء، لذا؛ تحدث ظاهرة الاحتباس الحراري. ولو لم يكن الغلاف الجوي يحبس طاقة شمسية بهذه الطريقة، لكانت معظم طاقة الشمس ترتد مباشرة إلى الفضاء الخارجي، وأصبحت الأرض كوكبا باردا غير صالح للحياة.

السؤال الثاني عشر:

هذا سوف يسمح للأشعة فوق البنفسجية مع بعض الإشعاعات الكونية الأخرى بالوصول إلى سطح الأرض بنسبة أكبر من المقدر لها؛ الشيء الذي يمكن أن يسبب ارتفاع معدلات درجات الحرارة بالإضافة إلى أنها تشكل خطرا على الكائنات الحية.

السؤال الثالث عشر:

تكون الأوزون:

$$NO_2 \xrightarrow{U.V} NO + O$$

$$O + O_2 \xrightarrow{U.V} O_3$$

استهلاك الأوزون:

$$CCl_3F \xrightarrow{UV} Cl + CCl_2F$$

$$Cl + O_3 \rightarrow Cl + O_2$$

أسئلة الأنشطة لمادة علوم الأرض والبيئة الثاني عشر الأكاديمي الفصل الأول (2025)

التحليل والاستنتاج:

أكتب معادلة تفاعُل حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف مع بيكربونات الصوديوم.

.....

.....

أصف العلاقة بين غاز ثاني أكسيد الكربون والاحتباس الحراري في الغلاف الجوي.

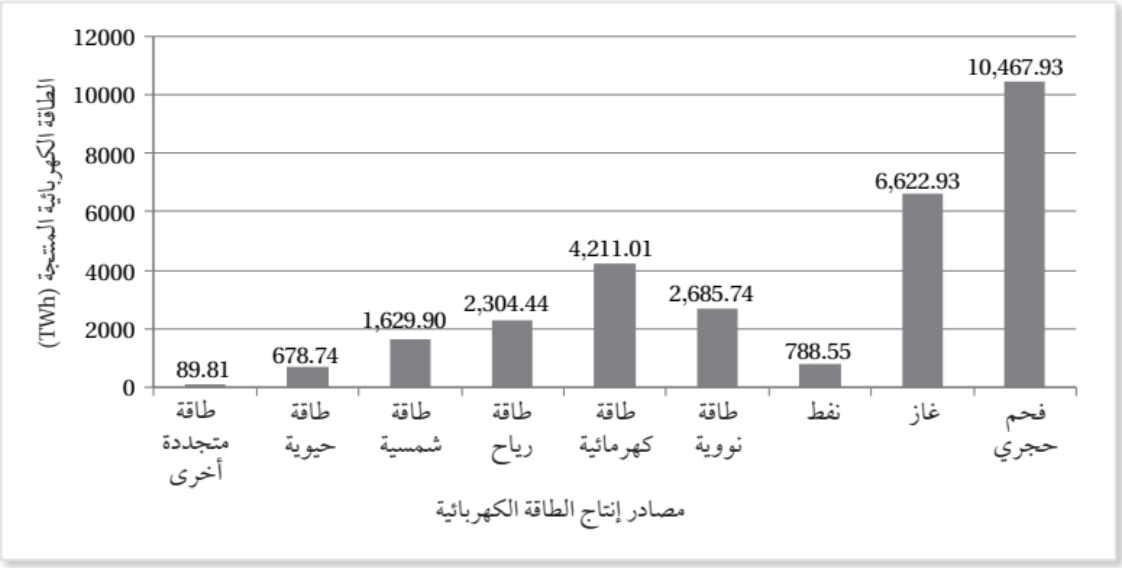
.....

.....

.....

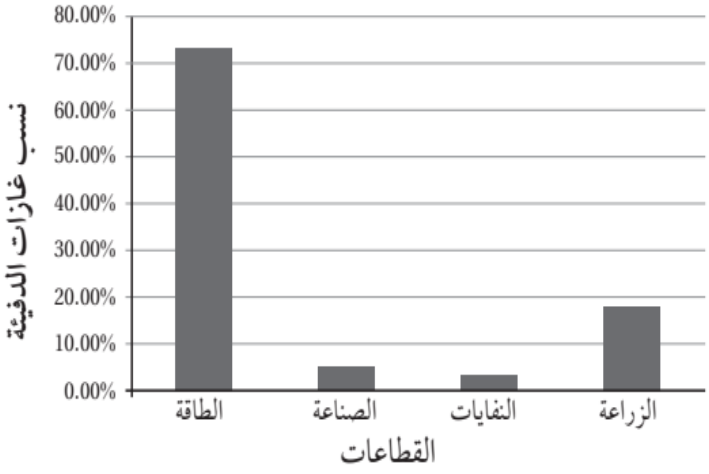
تتعدد مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية، فبعضها طاقة غير متجددة (مثل الطاقة المنتجة من حرق الوقود الأحفوري)، وبعضها طاقة متجددة (مثل: الطاقة النووية، والطاقة الحيوية). أدرس الشكل الآتي الذي يمثل الطاقة الكهربائية المُنتَجة من المصادر المختلفة بوحدة ـ تيرا واط. ساعة (TWh)، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

إنتاج الطاقة الكهربائية (TWh) في العالم حسب المصدر للعام 2023



أحدِّد مصدر الطاقة المتجددة الذي يُنتِج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية ومصدر الطاقة غير المتجددة الذي يُنتِج أكبر كمية من الطاقة الكهربائية.

* أتأمل الشكل المجاور الذي يمثل نسب غازات الدفيئة المنبعثة من الأنشطة البشرية بحسب القطاعات ثم أجيب عن السؤالين (1 و2) الآتيين.



1. أي القطاعات أكثر إنتاجًا لغازات الدفيئة؟

أ . الطاقة. ب. الصناعة.

جـ. النفايات. د. الزراعة.

2. ما نسبة غازات الدفيئة المنبعثة من قطاع الزراعة؟

أ . 3.20 % ب. 5.30 % جـ. 18.40 % د. 73.20 %

3. لحساب كمية انبعاثات جميع غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ولتحديد أثرها، اتُّفِق على استخدام وحدة قياس، هي:

أ . $(CO_2\ e)$ ب. $(CO\ e)$ جـ. $(CH_4\ e)$ د. $(NO_2\ e)$

4. ما العلاقة بين التغير المناخي وحدوث الأعاصير؟

أ . التغير المناخي يقلل من عدد الأعاصير سنويًّا. ب. التغير المناخي يزيد من شدة الأعاصير وهطول الأمطار المرتبط بها

جـ. لا علاقة بين التغير المناخي والأعاصير. د . التغير المناخي يمنع تكوّن الأعاصير تمامًا.

5. يتكوّن غاز الأوزون بالقرب من سطح الأرض بسبب زيادة تراكيز غازات أكاسيد:

أ . الكربون. ب. النيتروجين. جـ. الكبريت. د. الحديد.

6. من سلبيات استخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية:

أ . التكلفة الأولية لاستخدامها مرتفعة. ب. تُصدر ضجيجًا عند استخدامها.

جـ. تُستخدَم دائمًا على نطاق ضيق. د. يصعب صيانة خلاياها الكهرضوئية.

7. يجب أن تكون درجة حرارة المياه الجوفية لاستخدامها في توليد الطاقة الكهربائية تتراوح ما بين:

أ . $(20-50)°C$ ب. $(50-70)°C$ جـ. $(70-100)°C$ د. $(150-370)°C$

8. أي مصادر الطاقة المتجددة الآتية تحوّل عند استخدامها الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية؟

أ . الكهرمائية. ب. الشمسية. جـ. المد والجزر. د. الرياح.

9. أيّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بغاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

أ . يُعَدّ غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير مُلوِّثًا خطرًا.

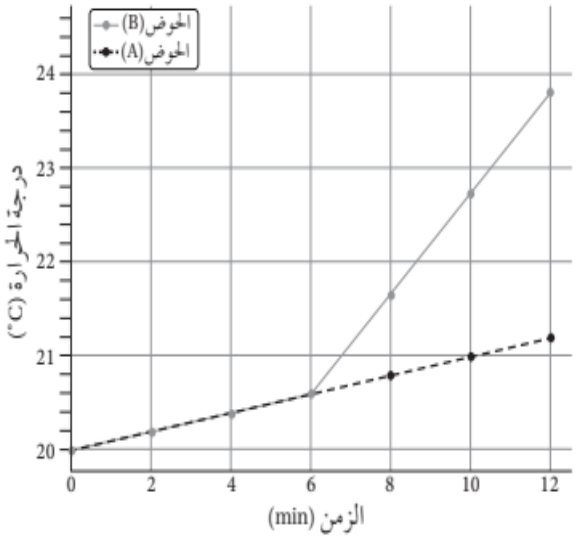
ب. يتكوّن غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير بسبب وجود مركبات CFCs.

جـ. يمنع غاز الأوزون وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارّة بالكائنات الحية إلى سطح الأرض.

د . يتكوّن غاز الأوزون بسبب زيادة تراكيز غازات أكاسيد النيتروجين.

* يمثل الرسم البياني المجاور نتائج التجربة الاستهلالية التي أجراها مجموعة من الطلبة لتوضيح العلاقة بين الزمن ودرجة الحرارة.

اعتمادًا على دراستي للتجربة الاستهلالية في بداية الوحدة، أجيب عن الأسئلة (10، 11، 12، 13):



10. الغرض من الحوض (A) في التجربة هو:

أ . نمذجة أثر غاز ثاني أكسيد الكربون في الاحتباس الحراري.

ب. قياس سرعة التفاعل الكيميائي.

جـ. استخدامه عنصرًا ضابطًا لمقارنة درجة الحرارة بين الحوضين.

د . إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.

11. ما ناتج التفاعل الكيميائي بين حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف وبيكربونات الصوديوم؟

أ . ماء فقط. ب. غازا الأكسجين والهيدروجين.

جـ. أسيتات الصوديوم وغاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون. د . غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكلوريد الصوديوم.

12. أي العوامل الآتية يمكن أن يزيد من تأثير الاحتباس الحراري في هذه التجربة؟

أ . زيادة كمية التربة في الحوضين. ب. استخدام طبق زجاجي أكبر في الحوض (B).

جـ. زيادة كمية بيكربونات الصوديوم في الحوض (B). د . استخدام طبق زجاجي أكبر في الحوض (A).

13. أي العبارات الآتية يمكن استنتاجها بعد دراسة الرسم البياني؟

أ . درجة الحرارة في الحوض (B) ثابتة طوال مدة التجربة.

ب. درجة الحرارة في الحوض (A) أعلى من درجة الحرارة في الحوض (B) في الأوقات جميعها.

جـ. درجة الحرارة في الحوض (A) ارتفعت بشكل ملحوظ بعد 6 min؛ بسبب إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون.

د . درجة الحرارة في الحوض (B) ارتفعت بشكل ملحوظ بعد 6 min؛ بسبب إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون.

14. أيّ العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بقطاعات إنتاج غازات الدفيئة؟

أ . يمثّل قطاع الطاقة النسبة الأكبر من إنتاج غازات الدفيئة بنسبة تصل إلى 73.2 %

ب. يسهم قطاع الصناعة في إنتاج غاز الميثان بصورة رئيسة عن طريق صناعة الأسمنت.

جـ. يمثّل قطاع الزراعة أقل نسبة من غازات الدفيئة بنسبة 5 %

د . لا يسهم قطاع النفايات في إنتاج غاز الميثان.

15. يصنع أحد مصانع الأسمدة 20 ton يوميًا من السماد، فإذا علمت أن كل 1 kg من السماد ينتج 0.1 من أكسيد النيتروز. فما كمية أكسيد النيتروز الناتج يوميًّا من المصنع؟

أ . 20 kg ب. 200 kg جـ. 2000 kg د. 200000 kg

عمس

16. يُستخدم الوقود الأحفوري على نطاق واسع في معظم القطاعات؛ لأنه:

أ . أوفر من بدائل الطاقة المتجددة وبأسعار منخفضة. ب. يطلق الطاقة المختزنة فيه بسهولة عند احتراقه.

جـ. لا ينتج أي غازات ضارة عند احتراقه. د . لا يحتاج إلى الأكسجين للاحتراق.

17. المعادلة الكيميائية البسيطة لاحتراق الوقود الأحفوري في الهواء هي:

أ . وقود أحفوريّ + أكسجين ⇦ ثاني أكسيد الكربون + نيتروجين + ماء + طاقة.

ب. وقود أحفوريّ + أكسجين ⇦ غاز الميثان + طاقة.

جـ. وقود أحفوريّ + أكسجين ⇦ غاز ثاني أكسيد الكربون+ بخار ماء + طاقة.

د . وقود أحفوريّ + أكسجين ⇦ غاز ثاني أكسيد الكبريت + ماء + طاقة.

18. تتحول الطاقة في محرك السيارة الذي يعمل بالوقود الأحفوري من الطاقة:

أ . الكهربائية إلى الطاقة الكيميائية، ثم إلى الطاقة الحركية.

ب. الكيميائية إلى الطاقة الحرارية، ثم إلى الطاقة الحركية.

جـ. الكهربائية إلى الطاقة الحركية، ثم إلى الطاقة الكيميائية.

د . الحركية إلى الطاقة الكيميائية، ثم إلى الطاقة الحرارية.

19. يُعرَّف معامل الانبعاث (Emission Factor) بأنه:

أ . قيمة عددية تمثل كمية انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة من نشاط معين.

ب. كمية الوقود المُستخدَم في الأنشطة الصناعية.

جـ. نسبة غاز الدفيئة المتراكم في الغلاف الجوي.

د . معامل يحدد نوع الغازات الناتجة من الصناعات المختلفة.

20. تتمثل أهمية غازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي للأرض بـ:

أ . زيادة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض.

ب. المحافظة على درجة حرارة سطح الأرض وزيادة التوازن الحراري.

جـ. تقليل كمية الطاقة الحرارية المُخزَّنة في الغلاف الجوي.

د . زيادة الانبعاثات الحرارية الصادرة من الأرض نحو الفضاء.

21. عند زيادة تراكيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي:

أ . تقل كمية الأشعة تحت الحمراء الواصلة إلى سطح الأرض.

ب. تزداد درجة حرارة سطح الأرض؛ بسبب زيادة الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي.

د . يبرد الغلاف الجوي؛ بسبب تقليل انبعاثات الطاقة الصادرة منه.

جـ. يزداد الإشعاع الحراري المُرسَل إلى الفضاء.

22. نوع الأشعة التي تنبعث من سطح الأرض بعد امتصاصه الطاقة الشمسية:

أ . مرئية. ب. فوق البنفسجية. جـ. تحت الحمراء. د. غاما.

23. أدرس الشكل المجاور الذي يوضح التوازن الإشعاعي على سطح الأرض، ثم أحدّد: ماذا يمثل السهم المشار إليه بالرمز (س)؟

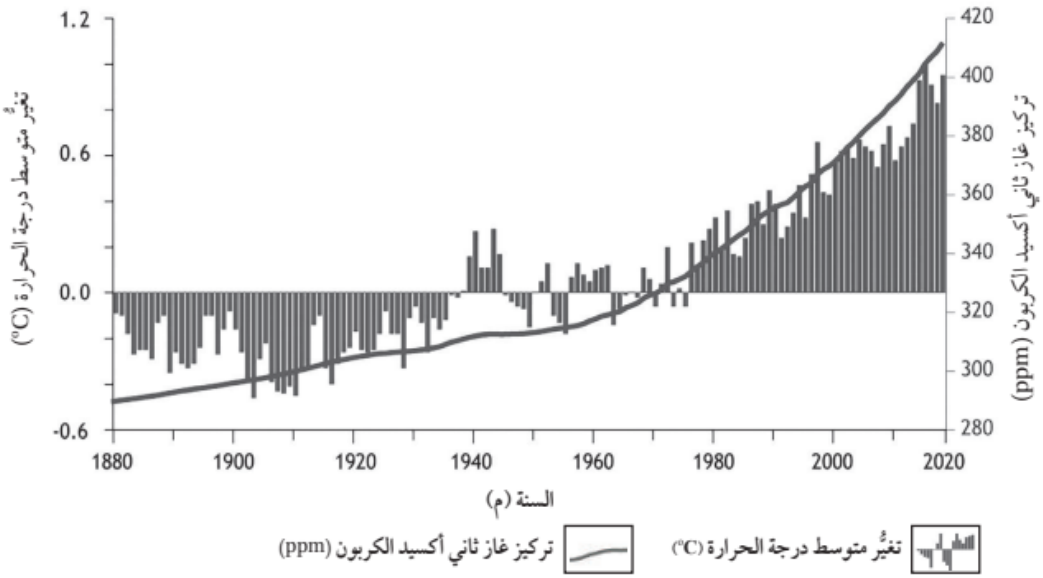
أ . إعادة انبعاث الطاقة الشمسية من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي.

ب. انعكاس الطاقة الشمسية عن السطح الخارجي نحو الغلاف الجوي.

جـ. الأشعة فوق البنفسجية المنعكسة من الغلاف الجوي.

د . انتقال الحرارة داخل الغلاف الجوي.

* يمثل الشكل الآتي تغيُّر متوسط درجة الحرارة وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مع الزمن. أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن السؤالين (24، 25):



24. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بتركيز ثاني أكسيد الكربون وعلاقته بالتغيُّر في متوسط درجة الحرارة اعتمادًا على الشكل:

أ. يقل في الغلاف الجوي مع الزمن، ما يؤدي إلى تناقص متوسط درجة الحرارة.

ب. يزداد في الغلاف الجوي مع الزمن، ما يؤدي إلى تناقص متوسط درجة الحرارة.

جـ. يزداد في الغلاف الجوي مع الزمن، ما يؤدي إلى زيادة متوسط درجة الحرارة.

د. يقل في الغلاف الجوي مع الزمن، ما يؤدي إلى زيادة متوسط درجة الحرارة.

25. أي من العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بتغيُّر متوسط درجة الحرارة في الفترة الزمنية من عام 1880م إلى 2020م؟

أ. يوجد تغيُّر موجب في متوسط درجة الحرارة في عام 1965م.

ب. تمثّل القِيَم السالبة في الشكل مقدار الزيادة في درجة الحرارة عن متوسط درجة الحرارة العالمي في تلك الفترة.

جـ. تمثّل القِيَم الموجبة في الشكل مقدار النقصان في درجة الحرارة عن متوسط درجة الحرارة العالمي في تلك الفترة.

د. توجد علاقة طردية بين ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون والزيادة في درجة الحرارة عن متوسط درجة الحرارة العالمية بعد عام 1980م.

26. ما مقدار مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) الناتج من انبعاث غاز الميثان (CH_4) في أحد مكاب النفايات نتيجة التخلص من 6500 kg من المخلفات العضوية، علمًا بأن إمكانية إحداث الاحترار العالمي لغاز الميثان يساوي 21؟

أ. 6521 kg ب. 2866500 kg جـ. 309.5 kg د. 136500 kg

دعمس