التخنيون- المعهد التكنولوجي الإسرائيلي
قسم تدريس التكنولوجيا والعلوم
طاقم الكيمياء والبيئة
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה

المركز الإسرائيلي للتربية العلمية والتكنولوجية على
اسم عاموس دي شليط
מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה שליט

وزارة التربية
السكرتارية التربوية
مركز تخطيط وتطوير المناهج التعليميّة
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים

جودة الهواء حولنا
איכות האוויר סביבנו

د. أوريت هيرشكوفيتس
ד"ר אורית הרשקוביץ

بروفيسور يهوديت دوري
פרופ' יהודית דורי

ترجمة: نهال ناصر
תרגום: ניהאל נאסר

الطبعة العبريّة

نودّ أنّ نشكر:

- د. دوريت باوم، مركزة جناح التربية والشروحات، مكتب حماية البيئة، فرع حيفا، على القراءة المتعمّقة والتوجيه العلمي.
- د. تسفيا كابيرمان على القراءة المتعمّقة وإبداء اقتراحات مفيدة.
- شارون براك على المساعدة الكبيرة في تجميع المعلومات للطبعة المُحتلنة للكتاب وترقية الرسومات في التخطيطات المختلفة في الكتاب.
- أميرة ألوش على مساعدتها في تنظيم فعالية في فصل الاحتباس الحراريّ.
- د. ميخال نحشون، مفتشة تعليم العلوم والتكنولوجيا في المجتمع، وزارة التربية والتعليم ود. ركيفت دناي، مركزة موضوع العلوم والتكنولوجيا في المجتمع، جناح تخطيط وتطوير البرامج التعليميّة، وزارة التربية والتعليم وأيضًا مرشدات موضوع العلوم والتكنولوجيا في المجتمع، عنات أسولين، ميخال بن إلياهو وطوفا جولان على قراءتهنّ للنسخة المُجدّدة من الكتاب وإعطاء ملاحظات هامة.
- د. عيريت ساسون، د. عنات أبراموفيتش، د. سيجال كورم ويجآل أورجاد على المساعدة في النسخة الأولى من الكتاب.

استشارة علمية: بروفيسور طالي طال

تحرير لغوي: سارة أوفيك

تصميم وفنون تخطيطيّة: نوعام شوشان

تخطيط وتصميم الغلاف: طال هيرشكوفيتس

الرسوم التوضيحية: شارون براك

تحرير: د. أوريت هيرشكوفيتس

الطبعة العربيّة

الترجمة العربيّة: نهال ناصر

المراجعة اللغويّة: منير سلامة

أشرف على إعداد الطبعة العربيّة: د. عوني جبارة مفتّش المناهج والموادّ التعليميّة في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا في مركز تخطيط وتطوير المناهج التعليميّة

© جميع حقوق الطبع محفوظة، وزارة التربية

جميع حقوق الطبع محفوظة، وزارة التربية
لا يجوز تكرار أو نقل أو تصوير أو ترجمة أو خزن بمخزن معلومات أو نقل أو استيعاب بأية طريقة أو وسيلة الكترونية، ضوئية أو ميكانيكية أو أخرى، أي جزء من المادة في هذا الكتاب.
استعمال تجاري من كل نوع بالمادة التي يشملها هذا الكتاب ممنوع كليًا إلا بإذن صريح وخطّي من المؤلفين.

نسخة موسّعة ومُحتلنة – 2014

مُقدّمة

تتطرّق الوحدة التعليميّة إلى جوانب مختلفة لجودة الهواء، من خلال تطبيق توجّه تربوي – علمي – بيئي يدمج بين أهداف معرفيّة لإعطاء معرفة متعدّدة المجالات وبين أهداف سلوكية – اجتماعية لتطوير الوعي، أخذ مسؤولية وحكم قيمي.

التوجّه العلمي يتطرّق إلى معرفة تركيبة الهواء في الطبقات المختلفة للغلاف الجوّيّ، في كيمياء الملوثات والتفاعلات في الغلاف الجوّيّ، في الدورات البيو جيوكيميائيّة (دورة الكربون، النيتروجين والأكسجين) وفي التغييرات الإقليميّة العالميّة (الاحتباس الحراريّ والانخفاض في طبقة الأوزون المُحيطة بالكرة الأرضيّة).

التوجّه التكنولوجي يتطرّق إلى تأثير التطوّر التكنولوجي على جودة الهواء، وتطوير وسائل تكنولوجية لمراقبة وتقلّيل تلّوث الهواء.

التوجّه البيئي يتطرّق إلى معرفة البيئة كنظام بيئي، في العلاقات المُتبادلة بين مكوّنات البيئة الطبيعية (هواء – ماء – تربة) وبمعرفة الأضرار الناجمة عن طريق العوامل الخارجيّة التي تخل التوازن الطبيعيّفي البيئة.

التوجّه الاجتماعي يتعلّق بتأثير نشاطات الإنسان على جودة البيئة وبالحاجة إلى وعي وتدخل الإنسان، كمواطن مستنير في المجتمع، أنّ يعمل لتحسين جودة الحياة بشكل عام وجودة الهواء بشكل خاص.

التوجّه الاقتصادي يُعالج تكاليف تتعلّق بتلوّث الهواء: أضرار للزراعة والمباني، أمراض نتيجة لتلوّث الهواء، تكلفة تركيب وسائل مراقبة ومنع وتطبيقها القانوني.

التوجّه الطبي يتطرّق إلى الأضرار الصحية الناجمة عن الإنسان من ملوثات مختلفة في الهواء.

مبادئ كتابة المادة التعليميّة

- دمج بحث حوادث تتعلّق بالمواضيع التعليميّة، منها: حادث تاريخي مهم، حادث محلي معروف أو مشكلة عالميّة. بحث الحادث يتضمن استعمال قطع من مقالات، قطع من جرائد أصلية أو معالجة وتحليل المعلومات التي في الحادث بواسطة أسئلة في مستويات تفكير مختلفة.
- تحفيز التفكير بالمستوى المعرفي العالي بواسطة تحليل معلومات من قطعة، من رسم بياني، من جدول وتخطيط; حكم قيمي وإبداء رأي مُفسّر، حل مشاكل وإبداع.
- توجيه إلى مصادر معلومات في الشبكة العنكبوتية في البلاد والعالم.

النسخة المُجدّدة

التغييرات التي تمّ إدخالها في هذه النسخة المُحتلَنة والموسّعة تمّت حتّى تتمّ ملاءمة الكتاب للتطورات التي حدثت في البلاد في التربية البيئية في القرن الواحد والعشرين في التوجّه لموضوع جودة الهواء في العالم وفي طرق التعامل معها. في ما يلي التغييرات المركزية في هذه النسخة إضافة إلى تحسين التصميم والفنون التخطيطيّة:

- جميع جداول المعطيات والرسوم البيانيّة التي احتوت على معلومات بالنسبة لجودة الهواء في سنوات الـ 90، تمّ تغييرها وملائمتها لسنوات الألفين.
- جميع المقالات تمّ تغييرها لمقالات مُحَتْلَنَة تتعلّق بموضوع جودة الهواء في البلاد.
- تمّت إضافة فعاليات للطلاب تتضمّن توجيه للشبكة العنكبوتية ولمواقع مركزية في البلاد: موقع مكتب حماية البيئة، موقع الإنسان الطبيعة والقانون، مواقع اتحاد المدن الكبيرة في البلاد وموقع مكتب البنية التحتية القومية لدولة إسرائيل.

- تمّت إضافة مهام للطلاب تسلّط الضوء على مهارة المقارنة، إبداء الحجج والتبريرات، ألعاب وظيفية والتفكير الناقد.
- تمّت حتلنة المعلومات بالنسبة للمحوّل المحفّز وأُضيفت معلومات بالنسبة للمركّبات الكهربائيّة، بما يتضمّن مبادرات جديدة في الموضوع.
- تمّت ملاءمة كل فصل عامل الدفيئة للتوجه للموضوع كمشكلة الاحتباس الحراريّ. تمّت إضافة معلومات تتعلّق بالنشاطات العالميّة في الموضوع (اتفاقيات ومعايير عالميّة)، التحضّر لمعالجة الموضوع في البلاد، ونشاطات السكان لتقليل إطلاق غازات الدفيئة (بصمة قدم كربونية كمقياس للإطلاق الشخصي والجمهوري).
- تمّت حتلنة كل موضوع استعمال الفيريئونات للسنوات الأخيرة، وتمت إضافة معلومات في موضوع استعمال المثيل بروميد في البلاد والعالم.
- تمّت حتلنة معايير جودة الهواء في البلاد، بما يتضمّن قوانين الهواء النقي الذي يدخل إلى قيد التنفيذ في هذه الأيّام.

....لم نحصل على الكرة الأرضيّة كهدية من آبائنا، حصلنا عليها بالاستعارة لأولادنا....

المحتويات

ماذا نتنفس؟ 7

أكاسيد النيتروجين 15

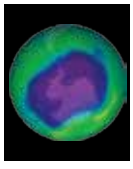
أكاسيد الكبريت وجسيمات 31

الاحتباس الحراريّ وأكاسيد الكربون 45

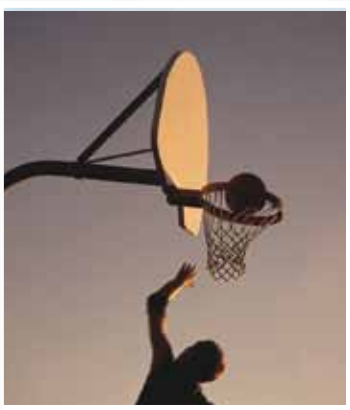
الثقب في طبقة الأوزون 65

تلخيص 81

ملاحق 95



ماذا نتنفّس؟



طبقات الغلاف الجوّيّ المُحيطة بالكرة الأرضيّة

نُسمّي طبقات الهواء أو الغاز المُحيطة بالكرة الأرضيّة أو بأيّ كوكب آخر **بالغلاف الجوّيّ** (الأتموسفيرا). يُنتج الغلاف الجوّيّ للكرة الأرضيّة ضغطًا على جسم الإنسان، لكنّنا لا نشعر بهذا الضغط لأنّه يتوازن بواسطة ضغط الهواء الموجود داخل جسمنا. كلّما ارتفعنا أكثر، يقلّ الضغط وهكذا تقلّ أيضًا كثافة الهواء. كثافة الهواء بمحاذاة سطح الكرة الأرضيّة مساوية لِـ – $1.3x10^{-3}$ غرام/سم3 . فيما يقارب 100 كم فوق سطح الكرة الأرضيّة فإنّ كثافة الهواء أقلّ بستّة أضعاف.

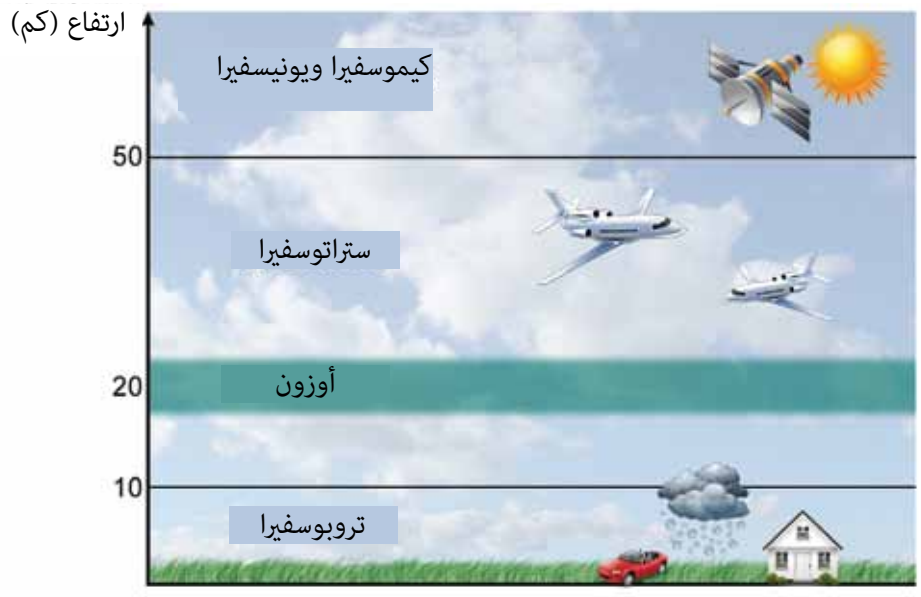
تُسمّى الطبقة الأكثر انخفاضًا **تروبوسفيرا**. هذه هي الطبقة التي نحيا بها، تروبوسفيرا. تحتوي على ما يقارب 75% من الكتلة الكلّيّة للأتموسفيرا. تحدث في هذه الطبقة كلّ العمليّات المناخيّة، وتنتج أغلب أنّواع الغيوم. كلّما ارتفعنا أكثر في التروبوسفيرا ، تنخفض درجة الحرارة. يتغيّر ارتفاع التروبوسفيرا من 8 كم في أغلب مناطق الكرة الأرضيّة إلى 18 كم في منطقة خطّ الاستواء.

الطبقة الثانية في الغلاف الجوّيّ هي **الستراتوسفيرا**. يتمّ استغلال ضغط الهواء المنخفض والرياح الثابتة التي تهبّ فيها (تصل سرعتها إلى 300 كم/ساعة) لحركة الطائرات. يمرّ في هذه الطبقة أمواج إلكترومغناطيسيّة، مثل تلك التي يتمّ استعمالها في بثّ الراديو، التّلفاز وما يشابه. يوجد بها امتصاص وإرجاع للطاقة الشمسيّة وأيضًا بقايا التفجيرات النوويّة والانفجارات البركانيّة. يوجد في هذه الطبقة الأوزون الذي يمتصّ الأشعّة فوق البنفسجيّة من الشمس، ويمنع اختراقها للتروفوسفيرا.

تُسمّى الطبقة الثالثة **كموسفيرا** والرابعة **يونيسفيرا**. يوجد في هذه الطبقات جزيئات قليلة من الغازات المتوزعّة بشكل كبير. ها هو المجال الذي تتحرّك به الأقمار الصناعيّة في مسارات حول الكرة الأرضيّة. بالإضافة إلى هذا تكمن أهمّيّة هذه الطبقات في مجال أمواج الراديو وموضوع تلوّث الهواء، نتيجة لامتصاص وانتشار الطاقة الشمسيّة اللذان يؤثران على كميّة الأشعّة الكونيّة التي تصل إلى الستراتوسفيرا والتروفوسفيرا.

التخطيط التالي يرينا طبقات الغلاف الجوّيّ المختلفة:

مبنى الغلاف الجوّيّ كعلاقة بالارتفاع فوق سطح الكرة الأرضيّة



مهمّة 1: تحليل معلومات – تخطيط

1. لخّصوا في جدول مميّزات الطبقات المختلفة للغلاف الجوّيّ. تساعدوا أيضًا بتخطيط مبنى الغلاف الجوّيّ.
2. في أيّ من طبقات الغلاف الجوّيّ يحدث تلوّث الهواء الذي يؤثّر على صحّتنا؟ اشرحوا.

ما هو الهواء النقيّ؟

مهمّة 2: فعاليّة في مجموعة - نقاش

1. هل حسب رأيكم جودة الهواء الذي حولنا جيّدة؟
2. في أيّة مناطق في البلاد يكون الهواء أقلّ جودة حسب رأيكم؟ لماذا؟
3. ما هو العامل أو ما هي العوامل التي تعرفونها والتي تضرّ بجودة الهواء؟
4. لماذا حسب رأيكم، لم تكن هذه الظاهرة موجودة في الماضي؟
5. لخّصوا باختصار نتائج النقاش في مجموعتكم، وأكملوا الجدول التالي:

مصادر تلوّث الهواء في الحاضر	مصادر تلوّث الهواء في الماضي

6. اشتركوا في النقاش الصفّيّ لمناقشة الموضوع.

مهمّة 3: تحليل معلومات – جدول

الهواء النقيّ هو عمليًّا مصطلح نظريّ فقط. هذا هواء التي تلائم تركيبته وضعًا لا يوجد فيه بشر على وجه الأرض. فالهواء في الصحاري، الأقطاب وفي البحار البعيدة يعتبر الهواء الأقرب للهواء النّقيّ وغير الملوّث.

تركيب الغازات في الهواء النّقيّ (تروبوسفيرا) معطى في الجدول التالي. تمعّنوا في الجدول وأجيبوا على الأسئلة التي تليه:

تركيب الغازات في الهواء النّقيّ

الغاز	الصيغة	الحجم (ppm)*	الحجم (%)
نيتروجين	N_2	780,900	78.09
أوكسجين	O_2	209,400	20.94
ماء	H_2O	غير ثابت**	غير ثابت **
آرغون	Ar	9,300	0.93
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	315	0.03
نيون	Ne	18	< 0.01
هيليوم	He	5.2	< 0.01
ميثان	CH_4	1.0-1.2	< 0.01
كريبتون	Kr	1.0	< 0.01
أكاسيد النيتروجين	NOx	0.5	< 0.01
هيدروجين	H_2	0.5	< 0.01
كسينون	Xe	0.08	< 0.01
أبخرة موادّ عضويّة		0.02	< 0.01

ملاحظات حول الجدول:

- وحدات حجم للغازات:

من المتّبع اعتبار تراكيز الغازات في الهواء بشكل نسبيّ (نسبة للهواء)، تركيز نسبيّ يمكن أن يكون:

- نسبة مئويّة (%) أي حجم الغاز في 100 وحدة حجم للهواء.

مثال: تركيز الأوكسجين هو 21% أي 21 وحدة حجم من مئة وحدة هواء.

- أجزاء من مليون ppm=parts per million:

حجم وحدة واحدة من الغاز من مليون وحدة هواء. بما أنّ تركيز الملوّثات منخفض جدًّا من المتّبع التعبير عنها بوحدات جزء من مليون.

مثال: تركيز أكاسيد النيتروجين هو0.5ppm أي 0.5 وحدة حجم من مليون وحدة حجم للهواء. (مثل 0.5 لتر أكاسيد بمليون لتر هواء).

- يتمّ اليوم قياس ملوّثات الهواء بأجزاء من بليون ppb= parts per billion: حجم وحدة حجم واحدة من الغاز في بليون وحدة حجم من الهواء.

** يعبَّر عن محتوى بخار الماء في الهواء بالرطوبة النّسبيّة وهو يتعلّق بحالة الجوّ.

1. أ. ما هي المكوّنات الاساسيّة للهواء؟ اشرحوا.

ب. أيّة نسبة تشكّل هذه المكوّنات من الهواء؟

2. ما هي نسبة الملوّثات في الهواء ؟ ما هو استنتاجكم؟

3. عدد سكّان العالم آخذ في الازدياد ولذلك استهلاك الأوكسجين آخذ في الازدياد وأيضًا إطلاق CO_2.

كيف تفسّرون الحقيقة بأنّ تركيب الهواء يبقى - رغم ذلك- ثابتًا تقريبًا؟ أمامكم المعلومات التي يمكن أن تساعدكم.

يتمّ تفسير المحافظة على حالة التوازن في الطبيعة نتيجة **لتوازن ديناميكيّ**.

يحصل هذا التوازن بين **تفاعلات متعاكسة**. تحدث هذه التفاعلات في نفس الوقت لذلك نحصل على حالة توازن. مثال لتفاعلات متعاكسة في الطبيعة التي تحافظ على توازن ديناميكيّ هي عمليّات التنفّس والتركيب الضوئيّ، الممثّلان في التخطيط التالي:

أوكسجين ⟵ تنفّس / تركيب ضوئيّ ⟶ **ثاني أوكسيد الكربون**

زيادة عدد السكّان ← زيادة استهلاك الأوكسجين ← زيادة إطلاق CO_2 ← زيادة وتيرة عمليّة التركيب الضوئيّ ← زيادة إنتاج الأوكسجين وبهذه الطريقة نحافظ على التوازن.

يحدث خلل في هذا التوازن عندما يزداد تركيز CO_2 بوتيرة أعلى من استهلاكه في عمليّة التركيب الضوئيّ.

تصنيف الملوّثات

الهواء الملوّث هو الهواء الذي يحتوي على إضافات اصطناعيّة لمكوّنات الهواء العادية، بكمّيّات التي من الممكن أن تؤدّي إلى أضرار أو مضايقات للإنسان، للنبات وللحيوان.

تظهر ملوّثات الهواء على شكل جسيمات صلبة، قطرات، غازات أو كخليط من هذه الأشكال. والملوّثات الرئيسيّة هي جسيمات الغبار والدخان، الروائح، أبخرة وغازات مختلفة مثل: H_2S، SO_3، SO_2، NO_2، NO.

يمكن تصنيف الملوّثات بطرق مختلفة. أمامك طريقتان للتصنيف.

الطريقة الأوّلى للتصنيف

ملوّثات طبيعيّة تزداد كمّيّتها عن طريق الإنسان

أمثلة لهذه الملوّثات هم ثاني أكسيد الكربون (CO_2) فهو أصلاً موجود في الطبيعة لكن ازدادت كمّيّته في أعقاب فعّاليّات الإنسان (حرق الوقود)، ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) ومعادن ثقيلة كالزئبق، الرصاص وغيرهما.

ملوّثات اصطناعيّة غير موجودة في الطبيعة

هذه الملوّثات أنتجها الإنسان بواسطة التطوّر التكنولوجيّ والمعرفة العلميّة. هذه الموادّ ليست "معروفة" في الطبيعة، وهي لا تشترك بدورات الموادّ في الطبيعة. فمعلوم أنّ الموادّ العضويّة تمرّ بعمليّات تحليل طبيعيّة. بينما الموادّ الاصطناعيّة لا تتحلّل في الطبيعة، بل تتراكم وتتحوّل إلى ملوّثات (أو أنّها تتحلّل جزئيًّا ونواتج التحليل تعتبر سامّة وملوّثة). أمثلة لمثل هذه الموادّ: المبيدات الحشريّة، منظّفات صابونيّة، مركّبات عضويّة مختلفة ومنتوجات بلاستيكيّة.

طريقة ثانية للتصنيف

ملوّثات أوّليّة

تنطلق هذه الملوّثات مباشرةً إلى الغلاف الجوّيّ من مصادر صنعها الإنسان، مثل حرق الوقود على أنواعه وعمليّات إنتاج صناعيّة. فيما يلي بعض الأمثلة لمركّبات تابعة لهذا النوع:

- موادّ مصدرها عمليّات الحرق: أوّل اوكسيد النيتروجين (NO)، ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2)، أوّل أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2).

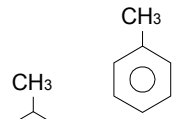
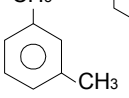
موادّ مصدرها العمليّات الصناعيّة: فلوريد الهيدروجين (HF)،كلوريد الهيدروجين (HCl)، أمونيا (NH3) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S).

- نواتج تقطير النفط التي تتبخّر وتنطلق للهواء: برافينات، أوّليفينات، وموادّ أروماتيّة (مشتقّات البنزين).

ملوّثات ثانويّة

تنتج مثل هذه الموادّ في الغلاف الجوّيّ نتيجة **لتفاعلات بين ملوّثات أوّليّة**، بوجود أو عدم وجود أشعّة الشمس. وتتأثّر هذه التفاعلات من توزيع الجسيمات في الهواء، من التضاريس الطبيعيّة، من الرطوبة النسبيّة، ومن عوامل إقليميّة وغيرها. ومن جرّاء هذه العمليّات ينتج ضباب دخانيّ (smog) ودخان يؤذّيان لضرر بالعينين إلى جانب أضرار عديدة أخرى للكائنات الحيّة: الإنسان، الحيوانات والنباتات.

يعرض الجدول التالي أمثلة لمركّبات ملوّثة التي تنطلق إلى الهواء من مصادر مختلفة:

نوع المركّب	أمثلة
ألكانات	ميثان CH_4 إيثان C_2H_6
اوليفينات	إيثين C_2H_4 بروبين C_3H_6 ترانس 2 بوطين C_4H_8
ألكينات	أسيتيلين C_2H_2
مشتقّات البنزين	طولوين  m - كسيلين 
مركّبات النيتروجين	أكاسيد - NO, NO_2, N_2O_3, N_2O_5 حوامض - HNO_2, HNO_3 أملاح - NH_4NO_3

نوع المركّب	أمثلة
راديكالات حرّة	أوكسجين ذرّي O هيدروجين ذرّي H هيدروكسيل OH فوق أوكسيد الهيدروجين HO_2 أسيل RCO (acyl) أسيل بيروكسيل $RCOO_2$
ألديهيدات	فورمالديهيد HCHO أسيتالديهيد CH_3CHO
حوامض عضويّة	حامض الفورميك HCOOH حامض الأسيتيك CH_3COOH
كحولات	ميثانول CH_3OH
مركّبات الكبريت	أكاسيد - SO_2 ,SO_3 حوامض - H_2SO_4 أملاح - NH_4HSO_4 , $(NH_4)_2SO_4$
موادّ مؤكسدة	نيترات البيروكسيل $CH_3COO_2NO_2$ أوزون O_3

مهمّة 4: تحليل معلومات

1. من خلال التطرّق إلى الملوّثات التي تزداد كميّتها عن طريق الإنسان - كيف تفسّرون الازدواجيّة الناجمة عن كون مثل هذه الموادّ ضروريّة للحياة وهي موجودة في الطبيعة وبين كونها ملوّثة من جهة أخرى؟

2. لكي نمنع الأضرار الناجمة عن الملوّثات الثانويّة يجب التقليل قدر الإمكان من كمّيّة الملوّثات الأوّليّة. اشرحوا لماذا.

مهمّة 5: بحث حدث

أمامكم قطعة من مقال. اقرأوها وأشيروا الى الجمل الهامّة.

أعطونا أنّ نتنفّس هواء نقيًّا

جودة الهواء في اسرائيل آخذة في الانخفاض خلال العقود الأخيرة، مثل مناطق عديدة أخرى في العالم. ينبع هذا الانخفاض من الارتفاع المستمرّ في مستوى المعيشة، الذي يؤدّي إلى ارتفاع كبير في إطلاق ملوّثات الهواء إلى الغلاف الجوّيّ بسبب العمليّات التي من صنع يدي الإنسان مثل إنتاج الطاقة، المواصلات والصناعة.

تؤدّي ملوّثات الهواء إلى أضرار صحّيّة للإنسان، لأضرار اقتصاديّة مثل الانخفاض في المنتوج الزراعيّ وأضرار للمباني، البنية التحتيّة ولأضرار جماليّة مختلفة.

تختلّف تركيبة وتركيز ملوّثات الهواء من منطقة إلى أخرى، ويتأثّران من عوامل عديدة مثل: نوعيّة الصناعة، نوع المواصلات، فصول السنة وغيرها. حتّى نستطيع تمييز مشاكل تلوّث الهواء في منطقة معيّنة، يجب أنّ نعرف الشروط الخاصّة بالمنطقة.

يتمّ رصد الهواء في اسرائيل بشكل متواصل بواسطة محطّات الرصد المنتشرة في أنحاء البلاد. ينشر مكتب حماية الطبيعة، بشكل سنويّ، ابتداء من عام 1997، تقريرًا سنويًّا يعتمد على كل معطيات الرصد التي تمّ الحصول عليها في البلاد. تُشير هذه التقارير إلى اختلاف ثابت من معايير جودة الهواء بالنسبة للملوّثات المختلفة.

مشاكل تلوّث الهواء في البلاد أصعب من غالبيّة الدول الغربيّة المتطوّرة، وهذا بسبب عاملين رئيسيّين.

أُعِدّ بالاعتماد على א. ונגר, "על אוויר ועל ערפיח"
גליליאו, גיליון 98, 2006.

1. صيغوا سؤالين حول القطعة التي قرأتموها: سؤالاً واحدًا - جوابه موجود في القطعة وآخر - يثير التفكير والنقاش في أعقاب قراءة القطعة. .
2. ذُكِرَ في النصّ أنّ إنتاج الطاقة يزيد من إطلاق ملوّثات الهواء إلى الغلاف الجوّيّ.
   أ. لماذا حسب رأيكم؟
   ب. هل يمكن إنتاج الطاقة بدون تلويث الهواء؟ اشرحوا.
3. ما هي أبعاد الاختلافات عن معايير جودة الهواء في البلاد بالنسبة لكم كمواطنين في إسرائيل؟
4. ذُكِرَ في نهاية النصّ أنّ مشاكل تلوّث الهواء في البلاد غالبًا أصعب من غالبيّة المدن المتقدّمة في الغرب.
   أ. أحد الأسباب يتعلّق بأنّه تُقام في إسرائيل فعاليّات اقتصاديّة بمستوى دولة متطوّرة، لكنّ كثافة السكّان هي من الأعلى في العالم. اشرحوا هذا السبب، وعلاقته بمشكلة تلوّث الهواء.
   ب. سبب إضافيّ يتعلّق بشروط المناخ في البلاد. حاولوا تفسير هذا.

أكاسيد النيتروجين

مهمّة 1: بحث حدث

تبحث القطعة التالية بمشكلة خطيرة متعلّقة بتلوّث الهواء.

إقرأوا القطعة التالية وضعوا خطًّا تحت الكلّمات أو الجمل المتعلّقة، حسب رأيكم، بجودة الهواء.

مشكلة الضبخن الفوتوكيميائيّ

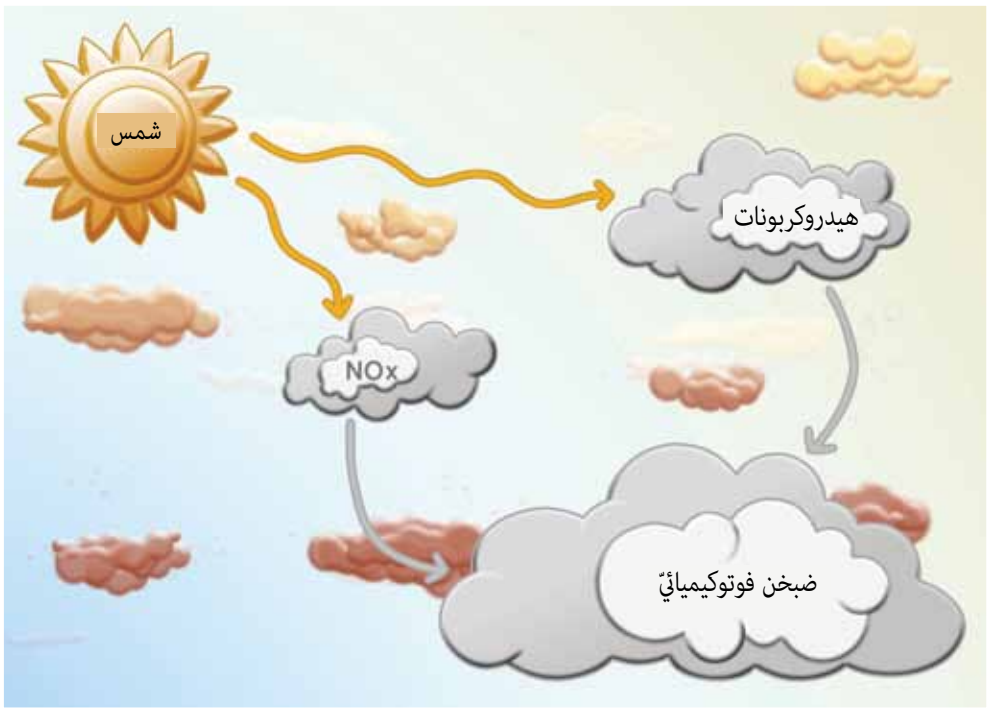
يعبّر الاسم ضبخن (ضباب+دخان) فوتوكيميائيّ عن عدّة تفاعلات كيميائيّة تحدث بوجود الطاقة الشمسيّة. وقد تمّ اكتشاف هذا النوع من التلوّث للمرّة الأولى بمدينة لوس أنّجلوس في ولاية كاليفورنيا. قبل سنوات الأربعين للقرن السابق لم تكن مشكلة تلوّث الهواء قائمة بتاتًا في لوس أنّجلوس. ولكن منذ أنّ بدأ يزداد عدد المصانع وعدد السكّان. تحوّل الهواء النقيّ واللطيف بدأت المشكلة بالظهور، وعندها تحوّل الهواء النقيّ لهواء ساخن مليء بالدخان والروائح الكريهة غير المرغوب فيها. وقد أثبتت الأبحاث أنّ أشعّة الشمس تؤدّي إلى حدوث سلسلة من التفاعلات بين ملوّثات الهواء المختلفة. تقع لوس أنّجلوس في منطقة غور منخفضة وبسبب موقعها الجغرافيّ باتت مصيدة للملوّثات. فالكثافة السكانيّة العالية من جهة، وإزدياد عدد وسائل النقل من جهة أخرى، أدّيا في كثير من الأحيان إلى وقوع حوادث خطيرة لتلوّث الهواء. إحدى هذه الحوادث الخطيرة وقعت في شهر حزيران عام 1979. ففي ساعات الظّهر ظهر ضباب كثيف جدًّا، ممّا حدّ من إمكانيّة الرؤية بوضوح، وعلى أثر ذلك تمّ إغلاق المدينة، بما في ذلك المطار الدّوليّ، المدارس وأماكن عمل كثيرة، لمدّة خمسة أيّام. خلال هذه الفترة تمّ تشخيص حالات عديدة للإصابات بالعيون، بالحلق، المسالك التنفّسيّة، إضافةً لذلك، الضّرر الكبير الذي أصاب المحاصيل الزّراعيّة.

1. اشرحوا بإختصار: ما هي المشكلة التي عُرضت في القطعة التي قرأتموها؟ .
2. يسود كاليفورنيا مناخ مشابه لمناخ بلادنا وفي معظم أيّام السنة تظهر الشمس.
   أ. هل تتوقّعون حدوث ضبخن فوتوكيميائي في إسرائيل أيضًا؟ إشرحوا.
   ب. بأيّ من المناطق التالية تتوقّعون حدوث ضبخن فوتوكيميائيّ: مدن النّقب، أماكن مرتفعة (مطلّات) في الجليل، مدن رئيسيّة، كيبوتسات في مركز البلاد؟ علّلوا.
3. أ. صوغوا سؤالين (على الأقلّ) عن القطعة التي قرأتموها. فكّروا في **سؤال واحد** (على الأقلّ) الذي يمكن إيجاد إجابة له في النصّ، **وسؤال واحد** (على الأقلّ) يثير النقاش والتفكير في أعقاب قراءة القطعة.
   ب. حاولوا الإجابة عن الأسئلة التي صغتموها. إذا كنتم لا تعرفون الإجابة، بأيّة مصادر أو بأي مختصّين كنتم ستستعينون؟

تكوين الضبخن الفوتوكيميائيّ

أكاسيد النيتروجين ليست من مكوّنات الوقود، إنّما هي ناتج تفاعل كيميائيّ بين الأوكسجين والنيتروجين الموجودين في الهواء. خلال عمليّة احتراق الوقود في وسائل النقل وفي محطّة توليد الطاقة، نتيجة لوجود درجة حرارة مرتفعة نسبيًّا (1600^oC-3000^oC)، يتفاعل الأكسجين والنيتروجين الموجودين في الهواء لتكوين أكاسيد النيتروجين NO ، NO_2 (بشكل عام يمكننا التعبير عنها ب NO_x). نتيجة لحرق الوقود ينتج أيضًا هيدروكربونات (مركّبات مكوّنة من كربون وهيدروجين) خاصّة عندما تكون عمليّة حرق الوقود غير تامّة. بتأثير أشعّة الشمس يحصل تفاعل بين الهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين لإنتاج الضبخن الفوتوكيميائيّ. **فالضبخن الفوتوكيميائيّ عبارة عن خليط من موادّ مؤكسدة عديدة، حيث أنّ المكوّن الرئيسيّ فيها هو الأوزون(O_3)** .

تكوين الضبخن الفوتوكيميائيّ



انتبهوا – الأوزون هو احد مكوّنات الضبخن الفوتوكيميائيّ.

مهمّة 2: تحليل معلومات - تخطيط

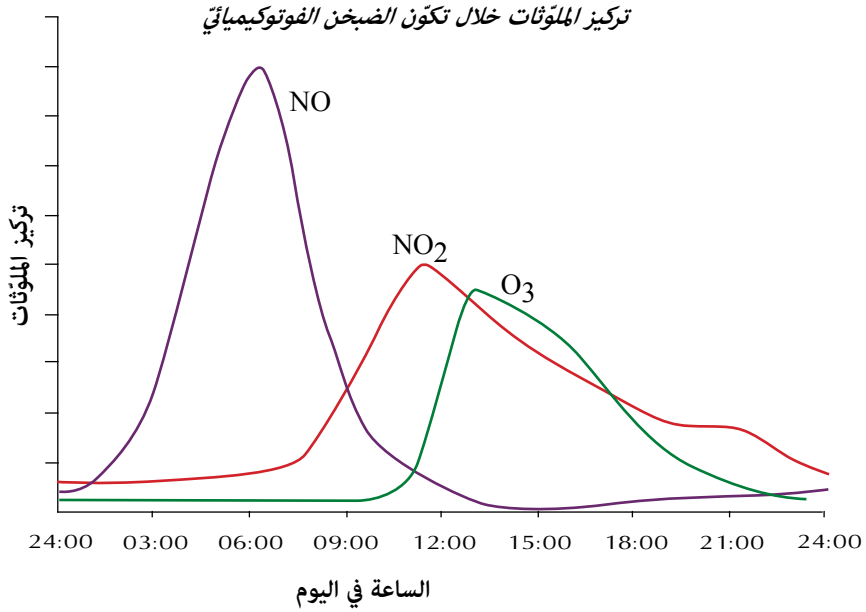
1. أكملوا التخطيط التالي الذي يصف عمليّة تكوين الضبخن الفوتوكيميائيّ:

2. يسود المدن الكبيرة ضبخن فوتوكيميائيّ كثيف خاصّة في ساعات الظهر. أمّا في ساعات بعد الظهر فيقلّ الضبخن الفوتوكيميائيّ ويختفي كلّيًّا في ساعات المغرب. كيف تشرحون هذه الحقيقة؟
3. في حالة كون حركة السير "يقظة" في ساعات المغرب، هل يوجد حسب رأيكم، خطر تكوين ضبخن فوتوكيميائيّ؟ علّلوا.

مهمّة 3: تحليل معلومات - رسم بيانيّ

أمامكم رسم بيانيّ يصف تركيز الملوّثات O_3، NO_2، NO، التي قيست في لوس انجلوس خلال فترة تكوّن الضبخن الفوتوكيميائيّ الذي تمّ وصفه في مهمّة 1.

تركيز الملوّثات خلال تكوّن الضبخن الفوتوكيميائيّ



1. تمعّنوا في الرسوم البيانيّة وأكملوا الجدول التالي مستعملين المصطلحات (مرتفعًا، متوسطًا، منخفضًا).

الزمن في اليوم	تركيز NO	تركيز NO_2	تركيز O_3 أوزون
الصباح الباكر (6:00)			
قبل الظهر (11:00)			
ظهرًا (14:00)			
مساءً (18:00)			

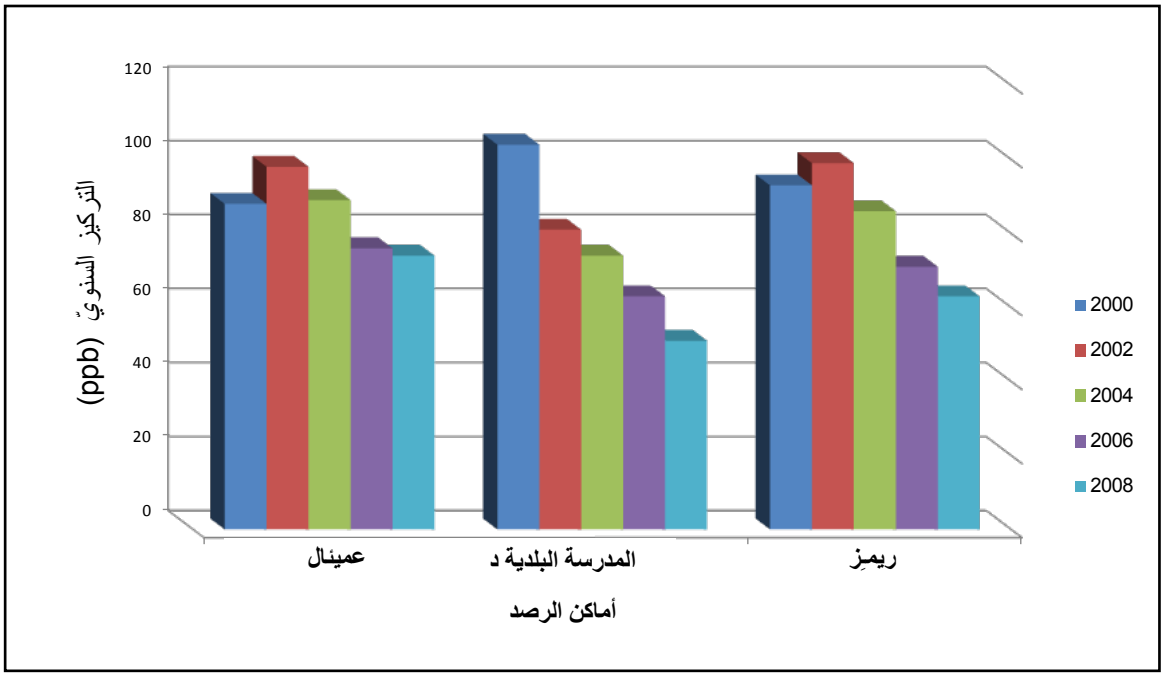
2. حسب شكل الرسم البيانيّ والمعطيات في الجدول، صفوا التغيّرات التي تحدث:
   أ. بتركيز NO خلال ساعات النهار.
   ب. بتركيز NO_2 خلال ساعات النهار.
   ج. بتركيز O_3 (الأوزون) خلال ساعات النهار.
3. الغازان NO وَ NO_2 ينطلقان خلال عمليّة حرق الوقود في وسائل النقل. تظهر هذه الحقيقة بوضوح في الرسوم البيانيّة التي تصف تركيز هذه الملوّثات. كيف؟ (رمز: انتبهوا لساعات النهار التي يكون فيها تركيز الملوّثات مرتفعًا).
4. يتكوّن الأوزون نتيجة تفاعل فوتوكيميائيّ بين ملوّثات (NO وَ NO_2 وهيدروكربونات) وأشعّة الشمس.
   أين تظهر هذه الحقيقة بالرسم البيانيّ الخاصّ بالأوزون ؟
   اشرحوا لماذا ينتج الأوزون خاصّة في ساعات الظهر؟

تلوّث من أكاسيد النيتروجين في البلاد

يتّضح من خلال التقارير السنويّة لجودة البيئة التي ينشرها مكتب جودة البيئة في البلاد أنّه يوجد تجاوزات عديدة من معايير جودة البيئة في أماكن مختلّفة في البلاد. المعيار الإسرائيليّ لأكاسيد النيتروجين (NO_x) هو 500 جزء في المليون لمعدّل 30 دقيقة. في قياسات محطّات الرصد في المدن الكبيرة في البلاد، وُجِدَ أنّ التراكيز السنويّة المرتفعة لأكاسيد النيتروجين تتسجّل في المحطّات التي في نفس ارتفاع الشارع. مع هذا، أيضًا في المحطّات العامّة – المحطّات المرتفعة في المدن الصاخبة مثل جوش دان، القدس، أشدود، نتانيا وغيرها من الأماكن – يتمّ قياس تراكيز مرتفعة. في جميع محطّات قياس وسائل النقل التي في نفس ارتفاع الشارع يتمّ تسجيل انحراف سنويّ من المعيار السنويّ لمنظمة الصحّة العالميّة. معنى هذا، أنّ السكّان في المناطق المذكورة أعلاه، يتعرّضون لفترات زمنيّة طويلة لتلوّث من أكاسيد النيتروجين. هذا التعرّض الطويل يزيد من خطر الإصابة بأمراض التنفّس، نتيجة لضعف في جهاز المحافظة على المسالك التنفّسيّة من ملوّثات تنفّسيّة جرثوميّة وفيروسيّة، بالأخصّ لدى السكّان المعرّضون للخطر (أطفال، العـُجز والمرضى الذين يعانون من الربو – أزمة).

مهمّة 4: تحليل معلومات - رسم بيانيّ

1. من خلال التطرّق للمعلومات بالنسبة لتلوّث الهواء من أكاسيد النيتروجين في البلاد، اشرحوا:
   أ. لماذا يتمّ قياس تراكيز مرتفعة أكثر لأكاسيد النيتروجين في محطّات القياس التي في نفس ارتفاع الشارع مقارنةً بالمحطّات الموجودة في أماكن أكثر ارتفاعًا.
   ب. لماذا توجد أهمّيّة لقياس تراكيز أكاسيد النيتروجين أيضًا في ارتفاعات أعلى من الشارع.
2. أمامكم رسم بيانيّ يصف المعدّلات السنويّة لأكاسيد النيتروجين في جوش دان في السنوات 2000 - 2008، المأخوذة من تقرير قياس جودة الهواء في اسرائيل عام 2008 لمكتب حماية البيئة:



أ. ما هو التوجّه الذي يبدو خلال السنوات بالنسبة لتراكيز أكاسيد النيتروجين في المناطق المختلفة في جوش دان؟
ب. اقترحوا تفسيرات ممكنة لهذا التوجّه.
ج. هل حسب رأيكم سوف يستمرّ هذا التوجّه أيضًا في السنوات القادمة؟ اشرحوا.

تكوين أكاسيد النيتروجين وصفاتها

يُشكّل النيتروجين ما يقارب 78% من حجم الهواء. حتّى يتفاعل النيتروجين والأوكسجين الموجودين في الهواء، نحتاج إلى طاقة عالية. عند تكوّن البرق (الذي يعتبر المصدر الطبيعيّ للطاقة العالية) يحدث التفاعل التالي للحصول على الأكسيد NO:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,NO_{(g)}$$

يتفاعل أوّل أكسيد النيتروجين ثانية مع الأكسجين، وينتج الأكسيد NO_2 (ثاني أوكسيد النيتروجين) بحسب التفاعل التالي:

$$2\,NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,NO_{2(g)}$$

أوّل أكسيد النيتروجين (NO) غاز لا لون له ولا رائحة، لا يذوب بالماء، وهو غير ضار مقارنة مع ملوّثات أخرى. ثاني أكسيد النيتروجين هو غاز بنيّ مائل إلى الاحمرار ورائحته حادّة، يذوب بالماء وهو سامّ. وعندما نتنفّسه يذوب بسرعة في الحويصلات الرئويّة، ويُنتج حوامض على جدار الحويصلات الرئويّة. NO_2 بتركيز عالٍ يستطيع أنّ يدخل للجهاز الدمويّ وأنّ يتفاعل مع الهيموغلوبين، وبذلك يمنع تزويد أكسجين منظّم للجسم.
أكاسيد النيتروجين (التي من المتّبع التعبير عنها ب NO_x) تؤدّي إلى تكوين الضبخن الفوتوكيميائيّ وأيضًا لتلّاشي الألوان الزاهية في القماش، ولضرر بالمحاصيل الزراعيّة والمباني وفي بعض الأحيان يؤدّي إلى تكوين شتاء حامضيّ

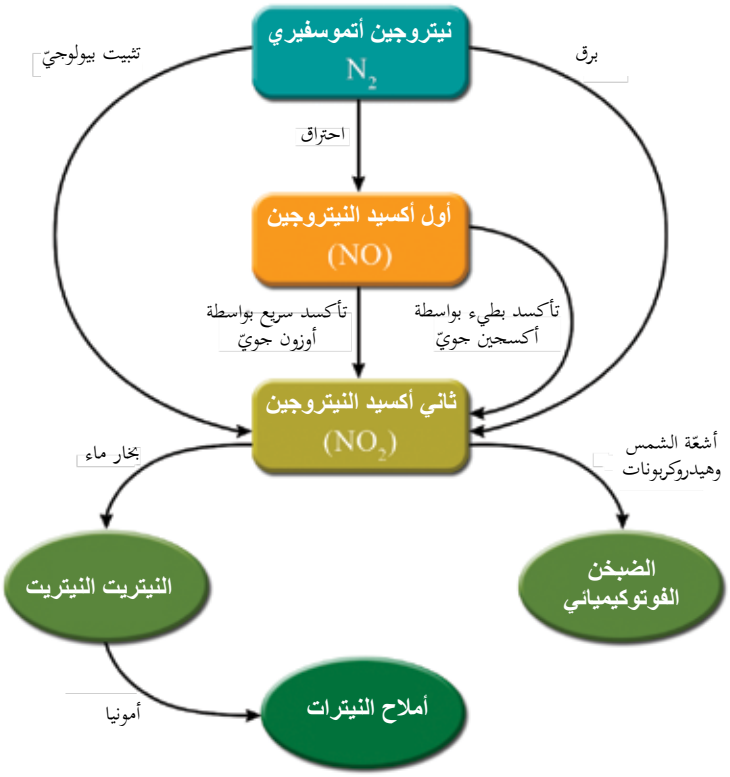
مهمّة 5: تحليل معلومات – تخطيط

1. لخّصوا صفات أكاسيد النيتروجين في الجدول التالي:

	أوّل أكسيد النيتروجين (NO)	ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)
لون		
رائحة		
تكوين		
أضرار		

2. تنتج أكاسيد النيتروجين في الطبيعة بشكل طبيعيّ من فعاليّات بيولوجيّة للجراثيم، عمليّات احتراق طبيعيّة ومن البرق. زمن بقائها في الغلاف الجوّيّ هو 4-3 أيّام تقريبًا، بعدها تنتشر بالهواء أو تتحلّل لمركّبات أخرى. وقد حدث خلل للتوازن الطبيعيّ بسبب الكمّيّات الكثيرة لأكاسيد النيتروجين المنطلقة من وسائل النقل.
يصف التخطيط التالي تكوين وانتشار NO_2 في الغلاف الجوّيّ.

تكوين وانتشار NO_2 في الغلاف الجوّي



لخّصوا في الجدول التالي الطرق المختلفة لتكوين وانتشار NO_2 في الغلاف الجويّ:

طرق تكوين NO_2	طرق انتشار NO_2

دورة النيتروجين في الطبيعة

النيتروجين حيويّ وضروريّ لإنتاج البروتينات في الكائنات الحيّة والنباتات. وهو موجود في الغلاف الجوّيّ كغاز N_2 ويشكّل حوالي 78% من حجمه. معظم **المخلوقات الحيّة** تتنفّس النيتروجين الموجود في الهواء، وتطلقه ثانية للهواء دون أي تغيير فيه. **النباتات** تستطيع أن تستوعب النيتروجين إذا كان موجودًا فقط كمركّب لملح من التربة (على شكل نيترات (NO_3^-). عمليّة تحويل النيتروجين الجويّ إلى نيترات، تسمّى عمليّة **تثبيت النيتروجين**. ممكن أن تحدث هذه العمليّة بسبب عوامل كيميائيّة (برق) أو عوامل بيولوجيّة (جراثيم). تستعمل النباتات النيترات لإنتاج البروتينات النباتيّة. الإنسان والحيوان (مستهلكين أوّليّين) آكلي النباتات، يحوّلون هذا البروتين النباتيّ إلى بروتين مصدره حيوانيّ. تستهلك **المحلّلات** (الكائنات الحيّة المجهريّة) الأنسجة الميّتة كغذاء وعندها يتحلّل البروتين إلى أمونيا (NH_3) ، إلى نيتريت (NO_2^-) ومن ثمّ إلى نيترات (NO_3^-). هنالك محلّلات أخرى تستطيع تحويل جزء من الأمونيا، النيتريت والنيترات إلى نيتروجين في عمليّة التي تسمّى: **دينيتريفيكاتسيا**. بهذه الطريقة يتمّ إرجاع النيتروجين إلى الغلاف الجوّيّ. تشكّل كل هذه العمليّات دورة كاملة، تتكرّر بشكل دوريّ مع المحافظة على الموازنة والتوازن بين المكونات المختلفة في الدورة.

دورة النيتروجين في الطبيّعة هي واحدة من دورات الموادّ في الطبيعة (دورة الكربون، الأكسجين، الكبريت وغيرها)، تشكّل دورة النيتروجين **منظومةً بيئيةً** فيها ثلاثة مكوّنات أساسيّة: المنتجات (النباتات التي تنتج الغذاء)، المستهلكات (مستهلكات الغذاء)، المحلّلات (الكائنات الحيّة المجهريّة) التي تحلّل أنّسجة المنتجات والمستهلكات الميّتة وتحوّلها إلى مركّبات بسيطة تشكّل غذاء للمنتجات.

مهمّة 6: تحليل معلومات

1. أمامكم تخطيط عامّ لمنظومة بيئيّة. من المتّبع الإشارة في تخطيط كهذا بواسطة الأسهم إلى اتّجاه انتقال الموادّ العضويّة. أضيفوا الأسهم بالاتّجاه المناسب في المنظومة واشرحوا.

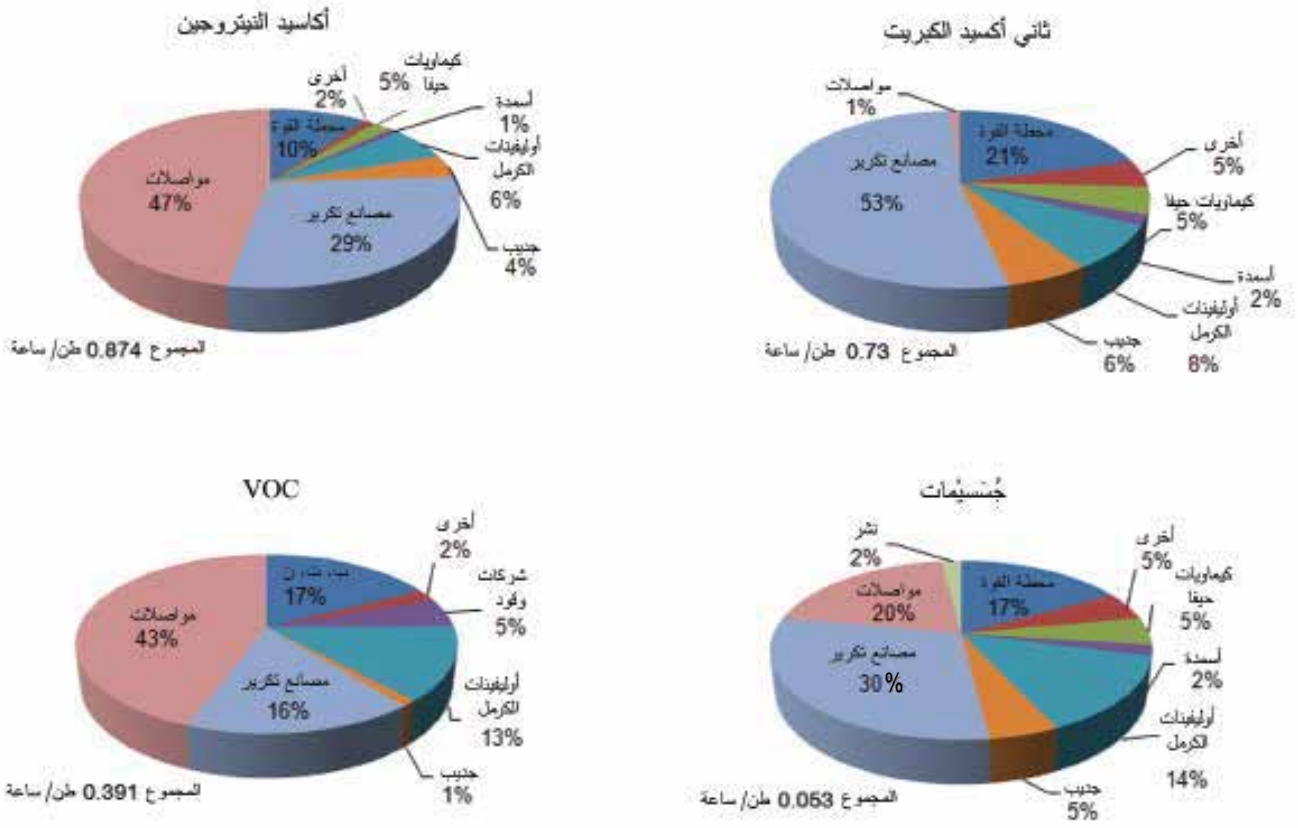
2. ارتفعت كمّيّة أكاسيد النيتروجين بشكل حادّ في السنوات الأخيرة، جرّاء نشاطات الإنسان، التي أدّت إلى خلل في التوازن الطبيعيّ الموجود بدورة النيتروجين. اشرحوا ذلك. (رمز: راجعوا ثانية عمليّة الحصول على أكاسيد النيتروجين نتيجة لفعاليّات الإنسان).

3. أمامكم عنوان مقال نُشر قبل عدّة سنوات[1]: "أكاسيد النيتروجين – من الصعب معها، لا يمكن بدونها". يتطرّق العنوان إلى المعنى التالي: نحن نحتاج أكاسيد النيتروجين ومتعلّقين بها. تتعلّق وتيرة نموّ الجنس البشريّ بكمّيّة النيتروجين المتوفّرة للنباتات في التربة. لكن مع هذا، الازدياد الهائل لأكاسيد النيتروجين للتربة، للماء والهواء، تؤدّي لتأثيرات مدمّرة، تراوح بخطورتها ومداها من مشاكل صحّيّة إلى إصابات عالميّة"
اشرحوا بكلماتكم التناقضان اللذان يتطرّقان لأكاسيد النيتروجين.

1 http://telem.openu.ac.il/courses/c20237/nitrogen-y.htm

يؤدّي حرق الوقود بوسائل النقل إلى إطلاق ملوّثات عديدة. أمامكم أربعة رسوم بيانيّة التي تصف توزيع العوامل للمصادر الرئيسيّة لملوّثات الهواء في حيفا[2].

مصادر ملوّثات الهواء الرئيسيّة في حيفا



ملاحظات:

- المصطلح VOC - Volatile Organic Compound يتطرّق للمركّبات العضويّة المتطايرة التي تنطلق من الصناعات المختلفة.
- תש"ן (ב ת ן) - البنية التحتيّة للنفط والطاقة م. ض. (شركة البنى التحتيّة القوميّة لاقتصاد الطاقة في اسرائيل).

2 من التقرير السنويّ لعام 2009 لجمعيّة مدن حيفا، http://www.envihaifa.org.il/AnnualReports

مهمّة 7: تحليل معلومات – رسم بيانيّ وجدول

1. من خلال التّطرّق للرسوم البيانيّة التي تصف مصادر ملوّثات الهواء الاساسيّة في حيفا، جدوا لكلّ ملوّث نسبة التّلويث الناجمة عن وسائل النقل (المواصلات) وأكملوا الجدول التالي:

الملوّث	% نسبة التّلويث الناتجة عن وسائل النقل
أكاسيد النيتروجين (NO_X)	
أكاسيد الكبريت (SO_X)	
جسيمات	
مركّبات عضويّة متطايرة (VOC)	

2. لأيّ ثلاثة ملوّثات رئيسيّة تؤدّي وسائل النقل؟
3. يوجد في حيفا، بالإضافة إلى وسائل النقل الكثيفة، مصانع صناعيّة عديدة، مصافي البترول ومحطّات القوّة. ما هي نسبة المصافي ومحطّات القوّة في تلويث الهواء في حيفا؟
4. تختلف كمّيّة الملوّثات المنطلقة من وسائل النقل تبعًا لنوع الوقود. أمامكم جدول يبيّن إطلاق الملوّثات من وسائل النقل التي تتحرّك بواسطة محرّك البنزين (وسائل نقل خاصّة)، ووسائل نقل تتحرّك بمحرّك ديزل (الشّاحنات والباصّات). الكمّيّات في الجدول هي بالكغم لطنّ وقود يحترق.

إطلاق الملوّثات من وسائل النقل

الملوّث	محرّك بنزين	محرّك ديزل *
هيدروكربونات (C_XH_Y)	32.6	19.5
أكاسيد النيتروجين (NO_X)	18.4	31.8
جسيمات (بالأساس دخان)	1.7	15.8
ملوّثات أخرى	2.8	11.5
المجموع		

* بالنسبة لمحرّك الديزل، الوقود المستعمل هو سولار.

أ. في أيّ ملوّث يوجد الاختلاف الأكبر بين نوعي المحرّكات؟ اشرحوا.

ب. احسبوا المجموع الكلّيّ للملوّثات المنطلقة من محرّك بنزين ومن محرّك ديزل وسجّلوه بالجدول. ما هو استنتاجكم من خلال الجدول؟

ج. هل حسب رأيكم، من المفضّل، زيادة استعمال محرّك الديزل في المدن الكبيرة؟ علّلوا.

5. وتيرة إنتاج أكاسيد النيتروجين في محرّك السيّارة ليست ثابتة. فهي متعلّقة بحجم المحرّك، ظروف عمليّة الاحتراق، ظروف السفر. ممكن رؤية ذلك في الجدول التالي:

إطلاق أكاسيد النيتروجين في ظروف سفر مختلفة

كيفيّة عمل المحرّك	تركيز أكاسيد النيتروجين بعادم السيّارة * (ppm)
يعمل، سرعة صفر	30
سفر بسرعة 50 كم في الساعة	1,057
سفر بسرعة 80 كم في الساعة	1,450
الوقوف من سرعة 80 كم في الساعة	60

* المعطيات صحيحة لسيّارة ذات حجم محرّك 2000 سم3.

أ. لماذا حسب رأيكم يزداد إطلاق أكاسيد النيتروجين مع ازدياد سرعة السيّارة؟

ب. هل إطلاق ملوّثات أخرى، مثل أكاسيد الكبريت والهيدروكربونات، سيزداد هو أيضًا كلّما ازدادت سرعة السيّارة؟

ج. كلّما كانت السيّارة أكبر (حجم المحرّك أكبر)، ازداد استهلاك الوقود ولذلك ازدادت كمّيّة الملوّثات. هل من الممكن تقييد حركة المركبات ذوات حجم محرّك كبير (شاحنات) في المدينة؟ وهل سيكون هذا حلاً ناجعًا لمشكلة تلوّث الهواء في المدن الكبيرة؟ أجروا نقاشًا قصيرًا حول الموضوع واعرضوا آراء مختلفة للمشكلة (تطرّقوا لوظيفة الشاحنات في المدينة، لحقيقة كون محرّكات الشاحنات محرّكات ديزل، وتطرّقوا كذلك لنجاعة تطبيق قانون منع الشاحنات من دخول المدينة).

6. يتمّ حساب كثافة وسائل النقل في الشوارع حسب عدد وسائل النقل للـ كم في الشارع. أمامكم معطيات لفهرس البنك العالميّ[3] التي تتطرّق لعدّة دول:

الدولة	عام 2003	عام 2005	عام 2008
إسرائيل	110	115	126
الولايات المتّحدة	36	31	38
بريطانيا	75	80	77
الأردنّ	72	83	110
هونغ - كونغ	252	246	248

3 http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators

أ. كثافة وسائل النقل في هونغ- كونغ هي الأعلى في العالم. لكنّ أيضًا في إسرائيل كثافة وسائل النقل مرتفعة كثيرًا مقارنة بدول أخرى في الغرب. ما هو التوجّه العامّ بالنسبة لكثافة وسائل النقل في العقد الأخير؟ هل هي متشابهة في الدول المختلفة؟

ب. كيف تؤثّر حسب رأيكم الكثافة العالية:

- على استهلاك الوقود؟
- على مدى إطلاق أكاسيد النيتروجين؟
- مدى إطلاق أكاسيد الكبريت؟
- مدى إطلاق الهيدروكربونات وَ CO؟ (CO ينطلق خلال عمليّة احتراق جزئيّ للوقود).

مهمّة 8: تفكير - طرح حجج مع وضدّ

تمّ الاستعانة بكم من قبل وزارة المواصلات بهدف توصية على حلول لمشاكل تلوّث الهواء الناجمة عن وسائل النقل، وذلك من أجل منع تكوين ظاهرة الضبخن الفوتوكيميائيّ. اقترح عليكم مختصّون مختلفون الحلّ التالي:

بما أنّ الهيدروكربونات وأوّل أوكسيد الكربون تنتج من احتراق جزئيّ للوقود, يجدر بنا تحسين جودة الاحتراق وجعله احتراقًا تامًّا وليس جزئيًّا. الاحتراق التامّ للوقود من شأنه أنّ يحل مشكلة أكاسيد النيتروجين وبذلك يساهم في حلّ مشكلة الضبخن الفوتوكيميائيّ أيضًا.

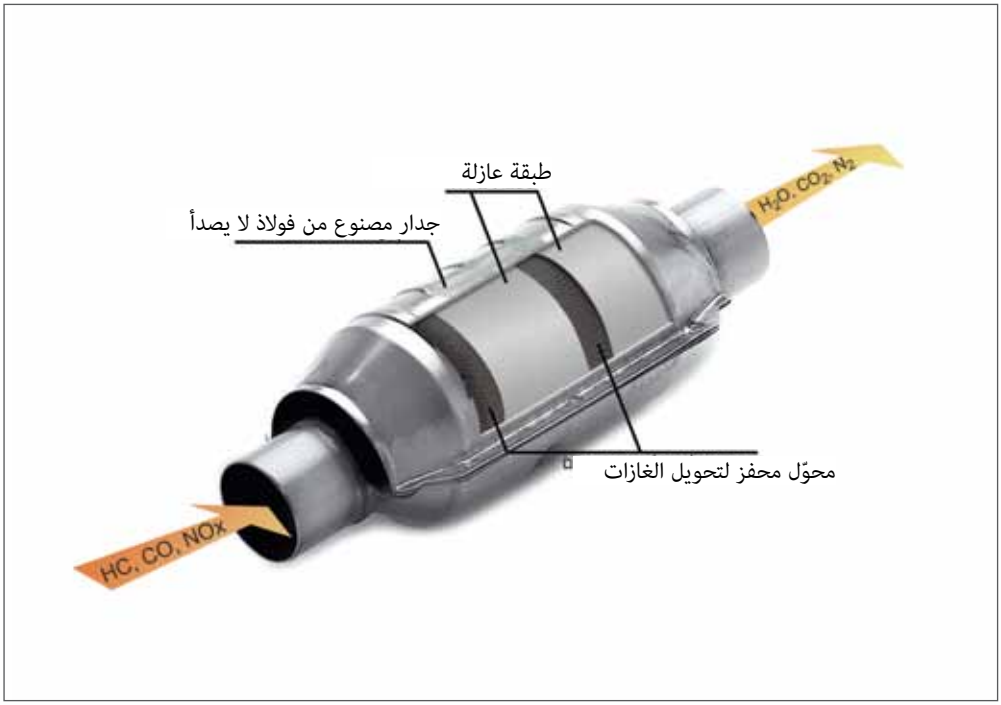
أجروا نقاشًا قصيرًا وتطرّقوا للحلّ المقترح وتفسيره من الجوانب التالية:

- لأيّ مدى يساهم كلّ منهما في تقلّيص مشكلة تلوّث الهواء من وسائل النقل؟
- وهل يساهم الحلّ في التخلّص من مشكلة أكاسيد النيتروجين؟
- هل يمنع تكوين الضبخن الفوتوكيميائيّ؟
- حاولوا اقتراح حلول من عندكم وعلّلوا اختياركم!

المحوّل المحفّز – خطوة صغيرة للسائق، خطوة كبيرة للبيئة

المحوّل المحفّز عبارة عن جهاز صغير يوضع في عادم السيّاره ويعمل كمحرقة صغيرة. فوظيفته إتمام عمليّة احتراق الغازات المنطلقة. معنى كلمة محفّز هي مسرّع، فالمحوّل يسرّع عمليّة أكسدة أوّل أوكسيد الكربون والهيدروكربونات لإنتاج CO_2 وماء، وهو يسرّع أيضًا عمليّة اختزال أكاسيد النيتروجين NO_2 ،NO ،NO_x للحصول على نيتروجين N_2. بهذه الطريقة غازات ملوّثة مثل (CO ،NO_x وهيدروكربونات) تتحوّل إلى غازات غير ملوّثة موجودة أصلاً في الغلاف الجوّيّ. تحدث التفاعلات المذكورة على سطح المادّة المحفّزة (وهي غالبًا ما تكون معدنًا نبيلاً مثل البلاتين) والتي لا تتأثّر من جراء التفاعلات، ولذلك يمكن استعمالها لفترة زمنيّة طويلة. تنتشر المادّة المحفّزة بطبقة دقيقة على الجهاز المصنوع من مادّة السيراميك والمقسّم لخلايا متعدّدة، وبهذه الطريقة نحصل على سطح تلامس كبير بين المادّة المحفّزة والغازات الملوّثة التي تمرّ من خلاله.

مبنى المحوّل المحفّز



منذ عام 1994، يجبُ أن يكون في وسائل النقل الخاصّة في إسرائيل التي تتحرّك بواسطة محرّك يعمل على البنزين جهاز محوّل محفّز. المحوّل المحفّز الموجود في وسائل النقل التي تعمل على البنزين غير ناجع في وسائل النقل التي تتحرّك على الديزل.

مهمّة 9: تحليل معلومات

2. ما هو مبدأ عمل المحوّل المحفّز، وكيف يمنع هذا الجهاز إطلاق الملوّثات؟
3. أمامكم معلومات إضافيّة حول المحوّل المحفّز:

نجاعة المحوّل ليست كاملة 100%. نجاعة اختزال أكاسيد النيتروجين 79%، نجاعة أكسدة 84% CO وأكسدة الهيدروكربونات 57% فقط. المحوّل معدّ للاستعمال لفترة لا تتجاوز خمس سنوات (أو 80،000 كم) وعندها يجب تغييره. وعلى أيّة حال يجب استعمال وقود خاصّ: وقود خالٍ من الرصاص، لأنّ الرصاص "يسمّم" المعدن المحفّز الموجود بالمحوّل ممّا يجعله غير ناجع. هذه الحقيقة تعتبر أفضليّة بيئيّة إضافيّة، لأنّ الرصاص يعتبر من الملوّثات الهوائيّة الخطيرة، فالرصاص سامّ ووجوده يعيق التطوّر العقليّ لدى الأطفال.

اعتمادًا على هذه المعلومات والمعلومات السابقة، اشرحوا حسنات المحوّل المحفّز وسيّئاته.

مهمّة 10: فعاليّة في مجموعة – نقاش وطرح حجج مع وضدّ

أمامكم معلومات نُشرت في جريدة "تايمز" عام 2007:

يدّعي بحث إنجليزيّ أنّ المحوّلات المحفّزة تضرّ بصحّتنا[4]. حسب ادّعاء الباحثين، فإنّ المحوّلات المحفّزة تُـنتج كبريتيد الهيدروجين وثاني كبريتيد الكربون – مادّتان سامّتان، من الممكن أنّ تؤدي إلى مشاكل صحّيّة في تراكيز مرتفعة، مثل أمراض في المسالك التنفّسيّة، لإصابة الجهاز العصبيّ وحتّى للسرطان. حسب ما يقول الباحثون، إنّ صناعة وسائل النقل اختارت المحوّل المحفّز كحلّ لمشكلة تلوّث الهواء، بالأساس لكونهم ذو تكلفة زهيدة من ناحية التطوير والإنتاج. هم يذكرون وسائل أخرى يمكن أنّ تقلل تلويث البيئة نتيجة لمحرّكات الحرق الداخليّ، لكن لا يتمّ استعمالهم لأنّ تكلفتهم باهظة. مثلاً، محرّكات اقتصاديّة بشكل كبير، وتسمّى محرّكات بحث "فقيرة" تُـطلق أقلّ من كبريتيد الهيدروجين السامّ.

1. اذكروا ما هي الحجّة التي تدعم استعمال المحوّلات المحفّزة وما هي الحجّة التي لا تدعم استعمالها.
2. أجروا نقاشًا في مجموعتكم – هل أنتم مع تركيب المحوّلات المحفّزة أو ضدّه؟ لخّصوا آرائكم، واشرحوا.
3. ماذا، حسب رأيكم، يجب أن يفعل أصحاب اتخاذ القرارات في البلاد نتيجة للبحث الذي تمّ نشره؟

4 http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3389918,00.html

سيّاره كهربائيّة – التحوّل يصل إلى إسرائيل

التكنولوجيا الأساسيّة للسيّارات الكهربائيّة بسيطة، قديمة ومُثبتة. هذه هي التكنولوجيا التي نستعملها في أجهزة كهربائيّة عديدة في أغلب مجالات حياتنا. تمّ إنتاج السيّاره الكهربائيّة لأوّل مرّة عام 1838. استعمال البطاريّات التي يُمكن شحنها اعتُبر مشكلة لسنوات عديدة، بسبب الشحن المستمرّ والتكلفة الباهظة. لهذا الاستعمال المنتشر لهذه السيّارات، عادةً، كان في نماذج صغيرة وفي أماكن مغلقة مثل ملاعب الجولف والمستشفيات. في السنوات الأخيرة كان هنالك عدّة تجديدات علميّة في مجال البطاريّات الكهربائيّة. في منتصف عام 2009 أعلنت الشركات التجاريّة مثل رينو، نيسان وفورد عن تقدّم في تطوير سيّارات كهربائيّة. في العقد الأخير، بدأوا في اسرائيل بيع سيّارات هيبريديّة. في هذه السيّارات يوجد محرّكان واحد بجانب الآخر: محرك بنزين أو محرّك ديزل ذا حجم صغير وبجانبه محرّك كهربائيّ. في قوّة منخفضة يعمل المحرّك الكهربائيّ، بينما في قوّة كبيرة ينضمّ بشكل أوتوماتيكيّ محرّك البنزين إلى المحرّك الكهربائيّ أو بديله. أفضليّة هذه الطريقة هي توفير في البنزين وتقليل تلوّث الهواء والضجيج، في المدن.

تقوم شركة إسرائيليّة بتطوير مبادرة عالميّة لإقامة شبكة شحن للسيّارات الكهربائيّة. عام 2010 أقامت الشّركة في البلاد المركز الأوّل في العالم لوسائل النقل الكهربائيّة، لتجريبها والانضمام إلى الرؤية.

مهمّة 11: فعاليّة في مجموعة – نقاش

1. ما هي المشاكل التي منعت استعمال السيّارات التي تتحرّك على البطاريّات الكهربائيّة؟
2. تتميّـز السيّارات الهيبريديّة التي يتمّ بيعها في البلاد بتوفير في الوقود وتقلّيل واضح في إطلاق الملوّثات للهواء. هذه السيّارات تُعتبر غالية الثمن مقارنةً بالأخرى. هل سوف تنصّحون أهلكم بشراء سيّارات كهذه؟ أعطوا حججًا مع وضدّ. ماذا يمكن القيام بمستوى عالميّ في هذا الموضوع؟
3. ابحثوا عن معلومات لمبادرة لإنتاج سيّارات كهربائيّة. حضّروا تلخيصًا للمبادرة وما الذي يميّزها.

مهمّة تلخيص – ترتيب وعرض المعلومات

حضّروا تلخيصًا للفصل بواسطة عرض، إعلان (بوستر) أو لعبة تعليميّة. تطرّقوا بالأساس إلى المواضيع التالية:

- مشكلة الضبخن الفوتوكيميائيّ والحالة في البلاد.
- التلوّث من وسائل النقل والحلّول الممكنة

يجب أن تُضيفوا معلومات محتلنة إضافة للمعلومات الموجودة في الفصل. من المفضّل الاستعانة بموقع مكتب حماية الطبيعة، موقع جمعيّة مدن حيفا وموقع جمعيّة الإنسان الطبيعة والقانون.

أكاسيد الكبريت وجُسَيْمات

مهمّة 1: بحث حادث

تبحث القطعة التي أمامكم في حادث تاريخيّ خطير لتلوّث الهواء.

إقرأوا القطعة بتمعّن وضعوا خطًّا تحت كلمات أو جمل تتعلّق، حسب رأيكم، بجودة الهواء.

حادث لندن

وقع هذا الحادث لمدّة أربعة أيّام، بين 5-9 من شهر كانون الأوّل عام 1952. ففي صباح الخامس من كانون الأوّل تشكّلت فوق لندن حالة جوّيّة مستقرّة جدًّا (اينفرسيا)، بدون رياح تقريبًا وقد تكوّن ضباب ثقيل لم ينتشر، وبقيت درجة الحرارة قريبة من الصفر. وكانت الرؤية محدودة جدًّا (حتّى 20 م فقط في بعض المناطق). وقد أخذ الضباب بالتكاثف بسبب ازدياد جُسَيْمات الغبار والسناج وأصبحت الرؤية شبه مستحيلة. كان سُمك طبقة الضباب 100 م تقريبًا.

تمّ قياس تركيز ملوّثات الهواء وأيضًا ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في 12 مكانًا في لندن ووُجد ارتفاع ملحوظ بتركيز تلّك الملوّثات، وفي بعض المناطق كان التركيز أكبر بخمسة أضعاف من التركيز الطبيعيّ للدخّان والجُسَيْمات، وأكبر بستّة أضعاف من التركيز الطبيعيّ لـ SO_2 (في اليومين السابع والثامن من كانون الأوّل). نتيجة للضباب الكثيف، شعر الكثيرون بصعوبة التنفّس ممّا أدّى أحيانًا إلى الموت.

تركيز SO_2 والذي يشكّل خطرًا صحّيًا هو 10ppm ولكنّ التركيز الأقصى، إبّان الحادث ،لم يقترب بتاتًا من هذه القيمة ولذلك لم يكن SO_2 هو الذي أدّى إلى وفاة العديد من الأشخاص، إنّما الذي أدّى لذلك هو اندماج جُسَيْمات الدخان والسناج مع SO_2. وعلى ما يبدو تكوّنت قطرات من H_2SO_4 نتيجة لتأكسد SO_2. لكنّ لعدم إجراء فحوصات أو قياسات في تلّك الفترة ظلّ الأمر مجرّد تخمين ليس إلاّ.

1. اكتبوا سؤالين (على الأقلّ) يتطرّقان للقطعة التي قرأتموها. فكّروا في سؤال واحد (على الأقلّ) والذي يمكن إيجاد إجابته في النصّ وسؤال آخر (على الأقلّ) والذي يُثير النقاش والتفكير في أعقاب قراءة القطعة.
2. تتضمّن المعلومات التي في القطعة حقائق وفرضيّات تتعلّق في حادث لندن. اختاروا حقيقتين وفرضيّتين من القطعة. اشرحوا اختياركم.
3. في أيّ المجموعات السكانيّة حدثت حوادث الموت حسب رأيكم؟ اشرحوا
4. ماذا تغيّر، حسب رأيكم، بعد التاسع من كانون الأوّل، والذي أدّى إلى إنهاء الحادث؟
5. حالة من الإينفرسيا[5] هي حالة جوّيّة مستقرّة جدًّا وتتميّز بطبقة من الهواء البارد في ارتفاع منخفض وفوقها طبقة من الهواء الساخن. هذه الحالة مستقرّة جدًّا.
6. لماذا تُعتبر هذه الحالة مستقرة؟ فكّروا، ما هي صفات الهواء الساخن؟

أ. أيّ تغيير، يتعلّق بحالة الجوّ، يمكن أنّ يُغيـر هذه الحالة؟

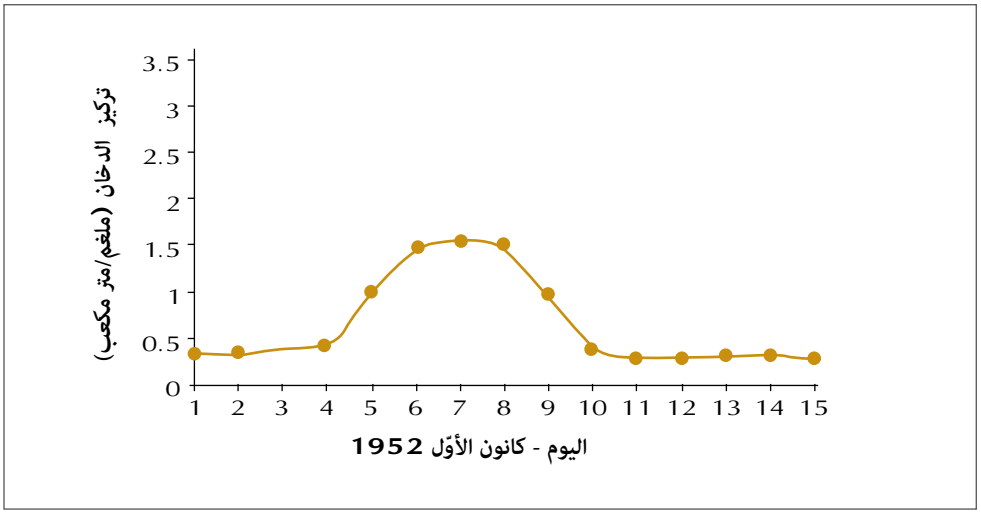
ب. تُوجد أهمّيّة لكون الحادث قد وقع في شتاء سنوات الخمسين بحيث تمّ استعمال الفحم في الصناعة وأيضًا في البيوت. حاولوا تفسير علاقة هذا الأمر بالحادث.

5 تجدون شرحًا إضافيًّا عن الإنفرسيا في فصل التلّخيص.

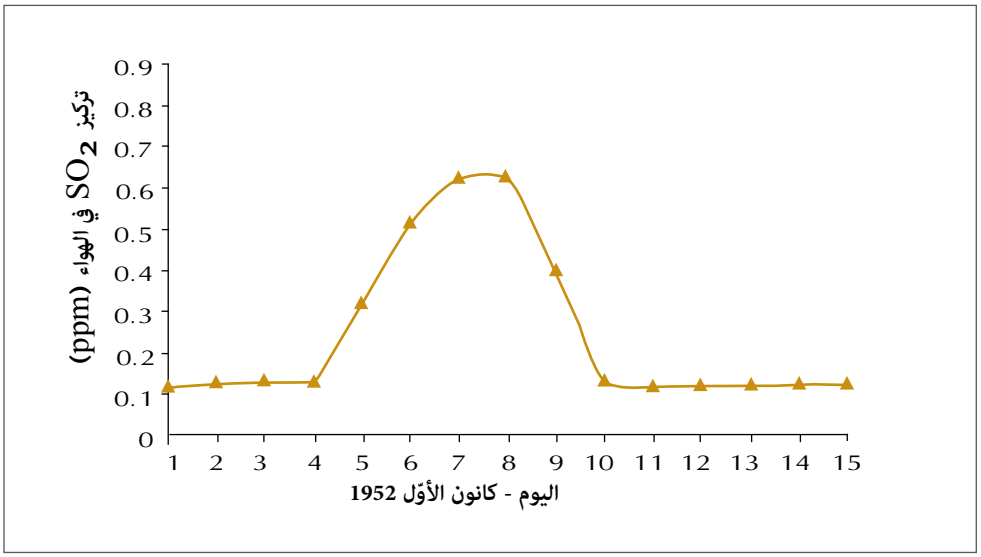
مهمّة 2: تحليل معلومات - رسم بيانيّ

أمامكم رسوم بيانيّة تصف تركيز SO_2، الدخّان وعدد الوفيّات التي كانت في لندن بفترة الحادث.

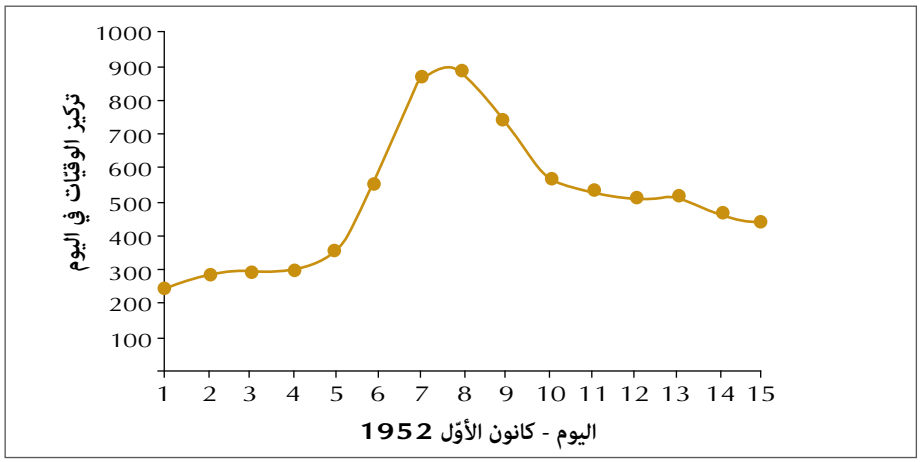
رسم بيانيّ رقم 1: تركيز الدخّان في لندن بفترة الحادث



رسم بيانيّ رقم 2: تركيز ثاني أكسيد الكبريت SO2 في لندن بفترة الحادث



رسم بيانيّ 3: عدد الوفيّات لليوم الواحد بفترة الحادث

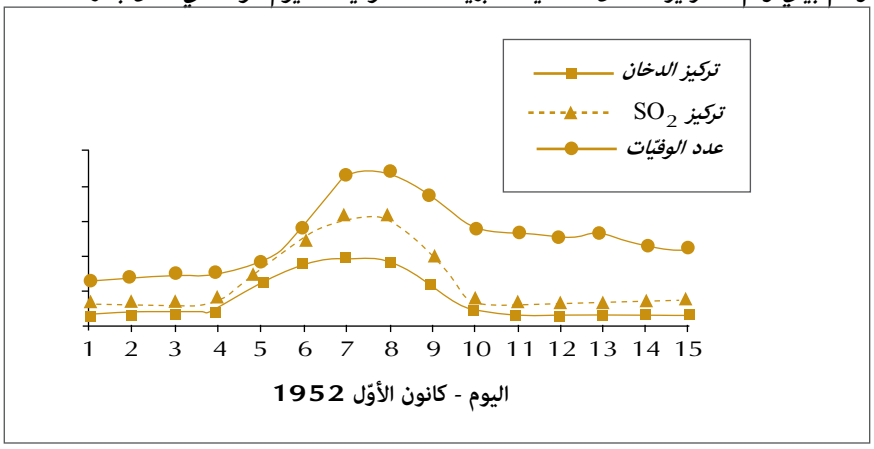


1. أكملوا الجدول التالي بالاعتماد على الرسوم البيانيّة الأوّل- الثالث:

اليوم	تركيز الدخان (ملغم/م3)	تركيز SO_2 (ppm)	عدد الوفيّات لليوم الواحد
4			
6			
8			
10			

2. بالاعتماد على المعطيات الواردة في الجدول، صفوا التغييرات التي طرأت على:
   أ. تركيز الدخان بفترة الحادث.
   ب. تركيز SO_2 بفترة الحادث.
   ج. عدد الوفيّات لليوم الواحد بفترة الحادث.
3. تمعّنوا في الرسم البيانيّ الرابع الذي يشمل الرسوم البيانيّة السابقة على نفس هيئة المحاور. ما هو استنتاجكم؟

رسم بيانيّ رقم 4: تركيز الدخان، أكاسيد الكبريت عدد الوفيّات لليوم الواحد في لندن بفترة الحادث



4. حسب الرسم البيانيّ الرابع، نلاحظ أنّه على الرغم من الانخفاض الحادّ بتركيز SO_2 وبتركيز الدخان بعد اليوم التاسع إلاّ أنّه طرأ انخفاض طفيف على عدد الوفيّات. ما هو حسب رأيكم السبب في ذلك؟
5. حاولوا أن تُقدّروا (أن تحسبوا بطريقة تقريبيّة) العدد الكلّيّ لحالات الوفاة التي حدثت في لندن في الأيّام 4 – 10 في كانون الأوّل، التي يُمكن أن ننسبها للحادث. (إرشاد: انتبهوا إلى معدّل حالات الموت في لندن بصورة اعتياديّة، ليس في فترة الحادث، واحسبوا وفقًا لذلك). أبدوا رأيكم في الموضوع.

مهمّة 3: فعاليّة في مجموعة – نقاش

أجروا نقاشًا في المجموعة يتطرّق إلى الأسئلة الأربعة التالية، ولخّصوا الآراء المختلفة التي تمّ التعبير عنها بواسطة أفراد المجموعة بالنسبة للمواضيع في الأسئلة. اعرضوا هذا أمام الصفّ.

أ. هل توجد أهمّيّة للتعلّم عن أحداث تاريخيّة من هذا النوع؟ من يهمّه هذا؟
ب. هل يمكن منع أحداث من هذا النوع؟ أيّ نشاطات يجب القيام بها حسب رأيكم، حتّى نمنع أو نقلّل النتائج الخطيرة لأحداث من هذا النوع؟
ج. هل يمكن أنّ يحدث حادث من هذا النوع في مناطق معيّنة في البلاد؟ (تطرّقوا إلى شروط الأحوال الجوّيّة ومصادر التلوّث في حادث لندن وفي البلاد)
د. قام رئيس بلديّة لندن بتعيينكم كرؤساء لجنة، وظيفتها اقتراح حلول وطرق لمنع تكرار حادث من هذا النوع. أي مصطلحات علميّة (كيميائيّة، بيولوجيّة، فيزيائيّة وهكذا)، تكنولوجيّة وغيرها كنتم تودّون فحصها، حتّى تستطيعوا اقتراح حلول لمنع أحداث من هذا النوع؟ فصّلوا!

مهمّة 4: تحليل معلومات

أمامكم معلومات تمّ نشرها في نسخة جريدة يديعوت أحرونوت في الشبكة العنكبوتيّة – Ynet في 3.12.10.

تلويث هواء شاذّ في منطقة عتليت; طُلب من السكّان البقاء في بيوتهم

من خلال فحص جهاز رصد الهواء لحالة التّلوّث، بمكتب حماية البيئة في أعقاب الحريق في الكرمل، اتّضح حسب النتائج أنّه يوجد تراكيز شاذّة لملوّثات في منطقة مفرق عتليت حيث وجدوا 350 ميكرو غرام جُسَيْمات لمتر – كوب هواء. نتيجة لهذا، طُلب من السكّان عدم ترك بيوتهم في هذه المنطقة وإبقاء شبابيك البيوت مغلقة. في المناطق القريبة التي تمّ فحصها، اتّضح أنّ جودة الهواء تُمكّن من القيام بنشاطات اعتياديّة. في منطقة زخرون يعقوب تمّ قياس تراكيز 80 ميكرو جرام جُسَيْمات لمتر كوب هواء وفي طيرة الكرمل 100.

من خلال التطرّق إلى المقال، سجّلوا ما هو وجه الشبه، حسب رأيكم، بين هذا الحادث وحادث لندن وما هو وجه الاختلاف؟ اشرحوا.

صفات الجُسَيْمات في الغلاف الجوّيّ

الجُسَيْمات عبارة عن خليط من الموادّ الصلبة والسائلة ذوات صفات متعدّدة وأحجام مختلفة، ابتداءً من جُسَيْمات السناج وانتهاءً بالموادّ العضويّة والمعادن الثقيلة.

مصدر الجُسَيْمات هو في العمليّات التي تحدث في الطبيعة ونشاطات من صنع الإنسان.

مصادر طبيعيّة: الغبار المنتشر مع الهواء، رذاذ البحر، غبار اللقاح والموادّ المنبعثة من البراكين.

مصادر من صنع الإنسان: نشاطات مختلفة لتصنيع الموادّ الخام كالجرش، الطحن والرشّ، استهلاك الوقود في الصناعة وبوسائل النقل ممّا ينتج رمادًا عالقًا في الهواء.

إنّ كبر(حجم) الجُسَيْمات هي الصفة الأكثر أهمّيّة، إذ أنّ كبر حجم الجسيم يُحدّد:

أ. **فترة مكوثها** في الهواء - فكلّما كانت الجُسَيْمات أصغر كانت فترة مكوثها في الهواء أطول.

ب. **مدى تبعثرها** نسبةً للمصدر الذي أطلقها، كلّما كانت الجُسَيْمات أصغر كان مجال انتشارها في الهواء أكبر.

ج. **مدى اختراقها** جهاز التنفّس لدى الكائنات الحيّة وبالتالي مدى الضرر الذي تحدثه.

يقاس كبر الجُسَيْمات بوحدات يطلق عليها ميكرون، نرمز لها بالحرف μ. $(1\mu = 1x10^{-6}m)$.

يمكن تصنيف الجُسَيْمات من ناحية الحجم لثلاثة أصناف:

جُسَيْمات أكبر من 80 ميكرون يطلق عليها اسم **غبار خشن** (رمل، رذاذ البحر).

جُسَيْمات يتراوح كبرها بين 1 إلى 80 ميكرون يطلق عليها اسم **غبار** (رماد الفحم، الجراثيم).

جُسَيْمات يتراوح كبرها بين 1000/1 ميكرون إلى 1 ميكرون يُطلق عليها اسم **دخان** (دخان السجائر).

الجُسَيْمات الأصغر من 1000/1 ميكرون هي جزيئات الغازات.

الجُسَيْمات الكبيرة التي يزيد حجمها عن 10 ميكرون، ترسب بالقرب من مصدر إطلاقها، لذلك من السهل تصفيتها وتجميعها ولذلك فهي لا تُشكّل مشكلة صحّيّة، وإنّما مشكلة جماليّة بالأساس (تلويث الأقمشة وموادّ أخرى).

الجُسَيْمات الأصغر من 1 ميكرون تخترق جهاز التنفّس، تمكث هناك فترة زمنيّة طويلة ومن ثمّ يتمّ استيعابها في الجهاز الدمويّ. عندما يكون تركيز الجُسَيْمات في الهواء مرتفعًا يزداد **تأثير ثاني أكسيد الكبريت**. السبب في ذلك يعود لالتصاق جزيئات ثاني أكسيد الكبريت SO_2 بالجُسَيْمات وهكذا نحصل على جُسَيْمات ، يكون فيها تركيز مرتفع من ثاني أكسيد الكبريت، حيث تترسّب هذه داخل جهاز التنفّس، وتؤدّي إلى ضرر كبير ومتواصل.

مهمّة 5: تحليل معلومات

1. تتضمّن القطعة في موضوع صفات الجُسَيْمات في الغلاف الجوّيّ أربع فقرات. في كلّ فقرة تمّ عرض توجّه آخر للموضوع. أعطوا عنوانًا لكلّ واحدة من الفقرات بالتّلاؤم مع المعلومات المركزيّة المعروضة بها.
2. أشيروا إلى مصادر إضافيّة للجُسَيْمات في الغلاف الجوّيّ. فكّروا في مصادر إضافيّة غير تلك المذكورة في القطعة.
3. اشرحوا العلاقة بين حجم الجُسَيْم المُلوِّث في الهواء وبين الضرر الذي يؤدّي إليه.

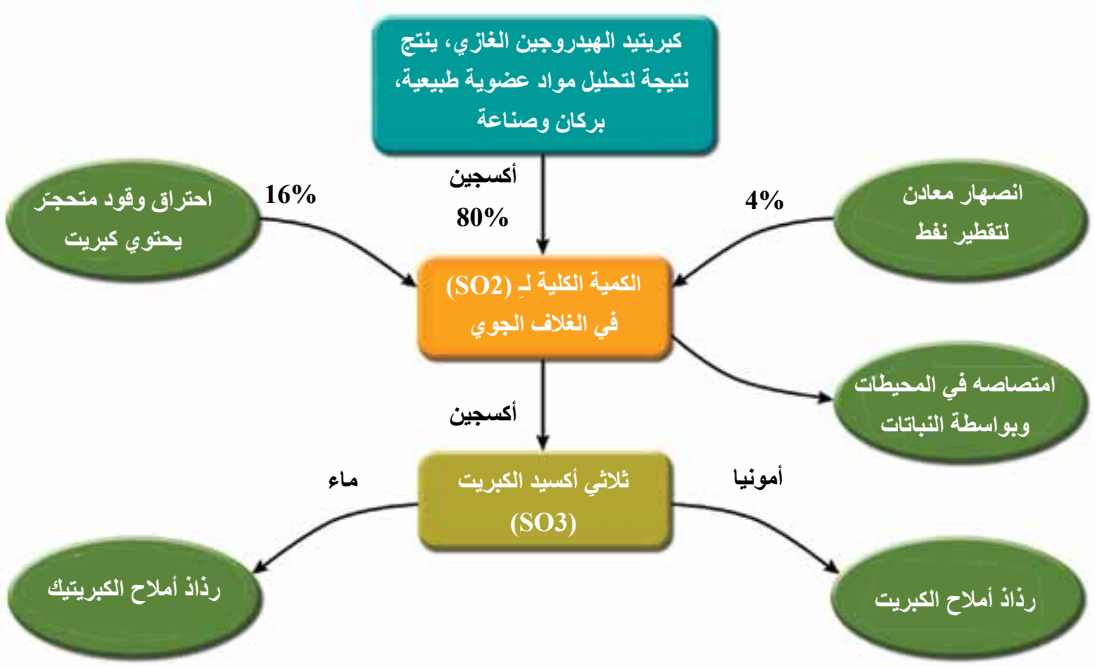
يوجد الكبريت في الغلاف الجوّيّ بعدّة مركّبات منها كبريتيد الهيدروجين الغازيّ، رذاذ حامض الكبريتيك وأكاسيد الكبريت (SO_3، SO_2).

يصف التخطيط أدناه مصادر تكوّن ثاني أكسيد الكبريت وطرق انتشاره وإبعاده من الغلاف الجوّيّ. السبب **للضرر** الناجم عن ثاني أكسيد الكبريت هو الذائبيّة العالية للمادّة في الماء. نتيجة لذلك، فهي تتفاعل مع الرطوبة الموجودة في الهواء (بخار الماء) ويتكوّن حامض الكبريتيك. هذا الحامض مسؤول عن تكوين **المطر الحامضيّ** الذي ينزل في المناطق الصناعيّة. يضرّ المطر الحامضيّ بالنباتات، المحاصيل الزراعيّة، التربة، المباني والمجمعات المائيّة (تحوّل الماء لحامضيّ يضرّ بالسلسلة الغذائيّة للكائنات التي تعيش في الماء). الضرر للإنسان فناجم عن كون الجهاز التنفّسيّ مبنيًّا من أنّسجة رطبة، ولذلك تعتبر "متفاعلاً" مثاليًا لأكاسيد الكبريت. عندما يكون التركيز 1ppm نشعر برائحة ثاني أكسيد الكبريت. بتركيز 5ppm تتهيّج العيون. بتركيز 10ppm تكون هنالك صعوبات في التنفّس.

بوجود جُسَيْمات ملوّثة أخرى، يزداد تأثير ثاني أكسيد الكبريت، تمامًا كما حادث في لندن. السبب في ذلك يعود للجُسَيْمات التي تشكّل بؤرة تبلور لجُسَيْمات ثاني أكسيد الكبريت، وعند استنشاق هذه الجُسَيْمات يخترق تركيز أعلى من أكاسيد الكبريت للجسم. تسمّى هذه الظاهرة "تعاون" وهي تتميّز بأنّ التأثير **المزدوج** لبعض الملوّثات أكبر من تأثير كلّ واحد من العوامل الملوّثة لوحده.

يصف التّخطيط التالي عمليّات إنتاج وانتشار أكاسيد الكبريت.

تكوين وإنتاج أكاسيد الكبريت في الغلاف الجوّيّ



مهمّة 6: تحليل معلومات

1. أكملوا الجداول التالية بحسب التخطيط الذي يصف إنتاج أكاسيد الكبريت في الغلاف الجوّيّ وانتشارها:

مصادر تكوّن SO_2 في الهواء	طرق انتشار SO_2 في الهواء

مصادر تكوّن SO_3 في الهواء	طرق انتشار SO_3 في الهواء

2. حاولوا تفسير الحقيقة أنّه على الرغم من أنّ SO_2 يَنْتُج أيضًا في الغلاف الجوّيّ من عمليّات طبيعيّة، إلاّ أنّ SO_2 يَنْتُج من نشاطات الإنسان هو الذي يؤدّي إلى أضرار كبيرة جدًّا.

صفات ثاني أكسيد الكبريت

يُعتبر ثاني أكسيد الكبريت من ملوّثات الهواء الأساسيّة. هو غاز عديم اللون، ذو رائحة حادّة. يذوب جيّدًا في الماء، ويَنْتُج في التفاعل معها حامض الكبريتيك H_2SO_3.

المصدر الرئيسيّ لثاني أكسيد الكبريت في الهواء (80%) هو مصادر طبيعيّة. كبريتيد الهيدروجين الغازيّ، الناتج من تفجّر البراكين ومن تعفّن الموادّ العضويّة، يتأكسد بوجود الأوكسجين الموجود في الهواء ويَنْتُج ثاني أكسيد الكبريت حسب التفاعل التالي:

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

أكاسيد الكبريت التي مصدرها من نشاطات الإنسان تنطلق بالأساس من حرق الوقود المتحجّر. يحتوي النفط الخام والمازوت على نسبة عالية من الكبريت (تقريبًا 3%)، ويحتوي الفحم بالمقابل على (1-1.5%) كبريت، بينما البنزين يحتوي على نسبة ضئيلة جدًّا. فعند حرق الوقود الذي يحتوي على الكبريت، يَنْتُج ثاني أكسيد الكبريت. في الهواء النقيّ، الذي يوجد فيه تركيز مرتفع وكافٍ من الأكسجين، يتأكسد ثاني أكسيد الكبريت لثالث أكسيد الكبريت، حسب نصّ التفاعل التالي:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$

ثالث أكسيد الكبريت يتفاعل مع قطرات الماء الموجودة في الهواء، ويَنْتُج رذاذ حامض الكبريتيك حسب التفاعل التالي:

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(l)}$$

إنّ وجود الأمونيا (NH_3) في الهواء يُعادل حامض الكبريتيك عن طريق التفاعل معها وعن طريق إنتاج رذاذ الملح كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$ حسب نصّ التفاعل التالي:

$$H_2SO_{4(l)} + 2NH_{3(g)} \rightarrow (NH_4)_2SO_{4(s)}$$

قسم من ثاني أكسيد الكبريت المنطلق للغلاف الجوّيّ، يصل إلى المحيطات ويذوب في مياهها. وقسم آخر تستوعبه النباتات ويشترك في الدورة البيو جئوكيميائيّة للكبريت، وقسم آخر يعود إلى التربة مع الأمطار على شكل حامض أو كملح كبريتات الأمونيوم وقسم آخر يرسب من الهواء خلال 5- 14 ساعة من زمن إطلاقه.

مهمّة 7: تفكير إبداعيّ

استعينوا بالمعلومات أعلاه واكتبوا فقرة شعريّة من خمسة أبيات (مع قافية) أو إعلانًا يعرض صفات ثاني أكسيد الكبريت وأضرارها.

احذروا، كبريت في الوقود!

مهمّة 8: تحليل معلومات – جدول

1. يؤدّي الوقود الذي يحتوي على الكبريت إلى إطلاق SO_2 خلال احتراقه. من خلال الجدول التالي يمكننا أن نرى أنّ أنواع الوقود المختلفة تحتوي على كمّيّات مختلفة من الكبريت:

نوع الوقود	نسبة الكبريت بـ %
نفط خام	* 2.6-2.7
نفط للتدفئة	0.2
بنزين	0.2
سولار	0.4
وقود سيّارات ديزل**	0.9
مازوت خفيف	2.7
مازوت ثقيل	2.9
غاز الطبخ	0
فحم	0.2

* تركيز الكبريت في النفط الخام يتعلّق بمصدر النفط (يتراوح بين 0.3 % - 5.5%).

** الوقود المستعمل بسيّارات الديزل هو سولار.

أ. أيّ نوع وقود يؤدّي إلى التّلويث الأكبر في SO_2؟

ب. حسب الجدول، هل تعتبر السيّارات مصدرًا لتلويث الهواء بـ SO_2؟ اشرحوا.

2. في الجدول التالي معطيات حول إطلاق أكاسيد الكبريت من حرق الوقود في إسرائيل، في السنوات 2000 – 2009. الكمّيّات بالأطنان.

إطلاق أكاسيد الكبريت من حرق الوقود في إسرائيل (بالأطنان)

نوع الوقود	السنة					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
غاز طبيعيّ	–	135	297	230	304	366
بنزين	595	206	213	225	234	348
نفط	863	786	670	832	818	845
سولار	4,862	3,238	3,263	4,175	3,399	3,791
مازوت ثقيل	129,219	73,397	54,735	33,786	28,374	23,066
فحم	132,230	116,893	113,025	117,444	112,849	107,216

(*) أُخِذَت المعطيات من التقرير السنويّ لإسرائيل 2010

http://www.cbs.gov.il/reader/shnaton/templ_shnaton.html?num_tab=st27_04&CYear=2010

أ. أيّ أنواع من الوقود يُنْتِج الكمّيّة الأكبر من أكاسيد الكبريت في إسرائيل عند احتراقها؟

ب. I. تنتقل دول عديدة إلى حرق وقود يعتمد على الغاز الطبيعيّ. أين يمكن أن نجد في الجدول إثباتًا لهذا التوجّه؟

II. في العقد الأخير يحاوَل الانتقال إلى تشغيل محطّات توليد القوّة في البلاد بمساعدة الغاز الطبيعيّ. هل المعطيات التي في الجدول يمكن أنّ تُثبت ذلك؟ اشرحوا.

ج. I. يُعتبر المازوت والفحم أهمّ مصادر الوقود في محطّات توليد الطاقة في البلاد. ما هو التوجّه الذي يتّضح في السنوات الأخيرة في موضوع إطلاق أكاسيد الكبريت من هذه الأنواع من الوقود ؟

II. حاولوا أن تطرحوا فرضيّات تُفسّر هذا التوجّه.

III. لقد أُلزمت محطّات توليد الكهرباء في السنوات الأخيرة بالانتقال لاستعمال مازوت قليل الكبريت، في الفترات التي يكون فيها ارتفاع كبير في تركيز أكاسيد الكبريت في الهواء. كيف تظهر هذه الحقيقة في الجدول؟

IV. بحسب معطيات الجدول في سؤال 1، إطلاق أكاسيد الكبريت من احتراق الفحم هو الأعلى في البلاد. كيف تفسّرون ذلك؟

د. يُستعمل البنزين كوقود أساسيّ في وسائل النقل في البلاد. حسب معطيات الجدول، هل تُعتبر وسائل النقل مصدرًا رئيسيًّا لتلويث الهواء بأكاسيد الكبريت؟ اشرحوا.

هـ. حسب المعطيات الواردة في الجدول لا يظهر انخفاض بإطلاق أكاسيد الكبريت من وسائل النقل.

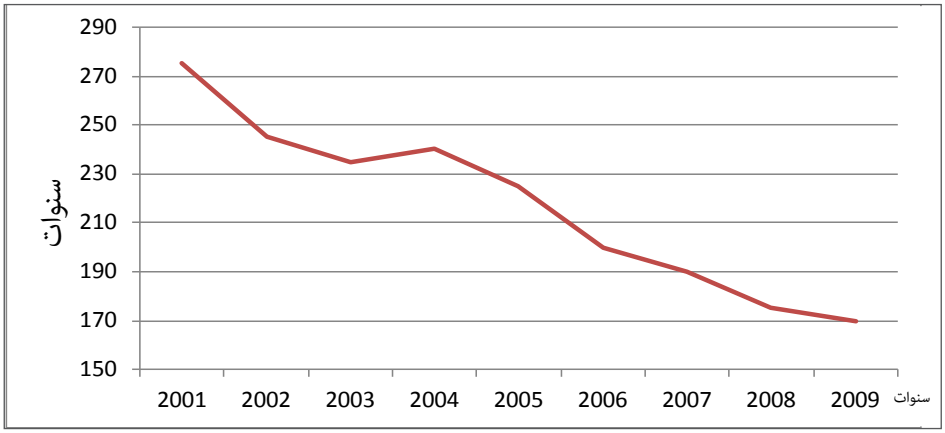
I. أين تظهر هذه الحقيقة في الجدول؟

II. ما هي الأسباب لذلك حسب رأيكم؟

III. ما هو رأيكم في هذه الحقيقة؟

مهمّة 9: تحليل معلومات – رسم بيانيّ

1. أمامكم معطيات لإطلاق أكاسيد الكبريت في إسرائيل نتيجة لحرق أنواع وقود مختلفة في السنوات 2001 – 2009.



(مأخوذ عن: http://www.cbs.gov.il/publications10/sdi08/pdf/indi07_h.pdf)

أ. كم كانت كمّيّة أكاسيد الكبريت التي انطلقت في إسرائيل

I. عام 2001؟

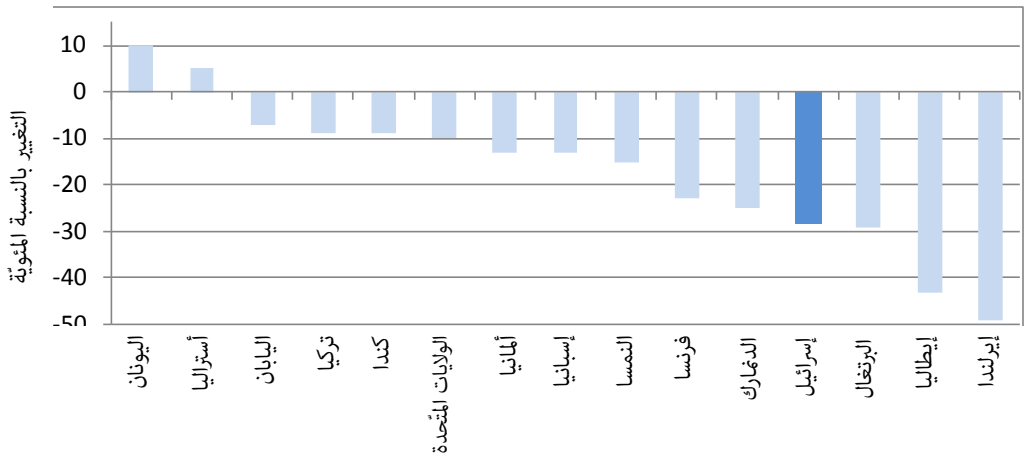
II. عام 2005؟

ب. ما هو التوجّه الذي يمكن استنتاجه من الرسم البيانيّ بالنسبة لإطلاق أكاسيد الكبريت في البلاد؟

ج. هل يلائم هذا التوجّه المعطيات المعروضة في جدول المهمّة 8، سؤال 2؟ اشرحوا.

2. تمعّنوا في الرسم البيانيّ وأجيبوا عن الأسئلة التي تليه:

نسبة التغيير في إطلاق أكاسيد الكبريت (SO_X) من احتراق الوقود
في إسرائيل والعالم – مقارنة دوليّة للسنوات 2000 – 2005



(مأخوذ عن: http://www.cbs.gov.il/publications10/sdi08/pdf/indi07_h.pdf)

أ. أيّ دولة قامت بتقليل مدى إطلاق أكاسيد الكبريت بالشكل الأكبر؟ اشرحوا حسب الرسم البيانيّ.
ب. ما هو التوجّه العام الذي يتّضح في العالم بالنسبة لإطلاق أكاسيد الكبريت؟ كيف يظهر ذلك في الرسم البيانيّ؟
ج. ما هو وضع إسرائيل بالنسبة لهذا التوجّه؟
د. هل الحالة في إسرائيل، حسب ما يتّضح من الرسم البيانيّ، تلائم المعطيات في الرسم البيانيّ المعطى في بند 1؟ اشرحوا.
هـ. بماذا تختلف اليونان وأستراليا عن باقي الدول المذكورة في الرسم البيانيّ؟ اقترحوا فرضيّات لأسباب هذا الاختلاف.

مهمّة 10: تفكير موضوعيّ – تحليل إعلان

بازان – مصانع تقطير إسرائيل م.ض.

نـُشـِرَ في موقع الشبكة العنكبوتيّة للشركة أنّ:

مصانع تقطير النفط م.ض. – بازان، تشغل وظيفة مركزيّة في اقتصاد الطاقة في البلاد. في المصنع الموجود في حيفا، يتمّ إنتاج تقطيرات نفط متنوّعة وموادّ خام المطلوبة في الصناعة، لوسائل النقل واستهلاك الطاقة. تحافظ بازان بدقّة كبيرة على جودة جميع مُـنْـتَـجاتها التي تلائم متطلبات المعايير الأكثر تشديدًا في إسرائيل وأوروبا.

التوجّـه الأخضر لبازان من أجل مستقبل أفضل للبيئة يتجلّى في تعاون كامل مع مكتب جودة البيئة وفي صرف عشرات ملايين الدولارات لهذا الهدف فقط.

هناك هاتف للإعلان عن إصابات الرائحة وتلوّث الهواء من مرافق الشركة 24 ساعة في اليوم: [مـُرفق في الموقع]

أ. اكتبوا رأيكم بالنسبة للإعلان، من خلال التطرّق إلى النقاط التالية:

- ما هي الرسالة التي تريد الشركة تمريرها ؟
- لماذا تـُشدّد الشركة على نشاطاتها من أجل جودة البيئة؟
- هل أقنعكم الإعلان؟ اشرحوا

ب. ادخلوا إلى موقع الشركة: http://www.orl.co.il/index.html ، للرابط "بازان من أجل جودة البيئة" وسجّـلوا النشاطات التي تقوم بها الشركة من أجل جودة البيئة. أعطوا رأيكم.

وقود قليل الكبريت

يحتوي الوقود الذي يتمّ استعماله في الصناعة وفي محطّات توليد الطاقة ووسائل النقل الثقيلة على الكبريت. خلال عمليّة احتراق الوقود يحدث تفاعل مع الأكسجين الموجود في الهواء، وتَنْتُج أكاسيد كبريت تؤدّي إلى تلويث الهواء. حتّى يتمّ تقليل تلويث الهواء من هذه الأكاسيد علينا الانتقال إلى استعمال وقود قليل الكبريت والذي يحتوي على نسبة أقل من الكبريت في الوقود.

في العقد الأخير تمّ تنفيذ عدّة نشاطات لتقليل تلوّث الهواء من أكاسيد الكبريت. فقد نُشِرَ عام 2005 أنّ شركة الكهرباء استثمرت 35 مليون دولار في الوقود القليل الكبريت، واشترت في كولومبيا فحمًا ذا جودة عالية، قليل الكبريت ومُعدًّا لمحطّة توليد الطاقة "أضواء رابين".

عام 2004 طُلِبَ من جميع محطّات الوقود في تلّ أبيب الانتقال من تسويق سولار قليل الكبريت يحتوي على 350 ppm كبريت، إلى سولار يحتوي على 50 ppm كبريت. نتيجة لذلك حدث انخفاض في إطلاق ثاني أكسيد الكبريت والجُسَيْمات التي أثّرت على الانخفاض الكلّيّ في تلويث الهواء بنسبة 7% – 8% . وقد أُلزمت في عام 2009 جميع محطّات الوقود في تل أبيب بالانتقال إلى استعمال سولار قليل الكبريت يحتوي على 10 ppm كبريت. حسب التقدير، أدّى ذلك إلى انخفاض تلوّث الهواء في المدينة بنسبة 2% – 3%.

في بداية عام 2011 ، قامت شركة خطوط (مسارات) الغاز في إسرائيل، القائمة على نقل الغاز الطبيعيّ وتشغيله بتدشين إنهاء العمل في بناء خطّ أنابيب غاز يربط خليج حيفا والشمال مع الخطّ القطريّ. وبهذا انتقلت المصانع البتروكيميائيّة في مجال التقطير، كيماويّات حيفا ومحطّة توليد الطاقة، إلى استعمال الغاز الطبيعيّ. خلال السنوات انتقلت المصانع للمازوت المحسّن من ناحية محتوى الكبريت، واليوم تُطالَب باستعمال مازوت قليل الكبريت بنسبة 0.5%.

مهمّة 11: تحليل معلومات

1. في المراحل الأولى للانتقال إلى وقود قليل الكبريت في محطّات توليد الطاقة وفي المصانع الكبيرة، أُلزمت المحطّات والمصانع بالانتقال لهذا الوقود فقط في شروط جوّيّة ملائمة حسب تعليمات نقابات المدن.
   أ. لماذا، حسب رأيكم، لم تُلزَم المصانع بالانتقال إلى استعمال وقود قليل الكبريت بشكل ثابت؟
   ب. أيّ شروط أرصاد جويّة هي المقصودة؟ اشرحوا
2. لماذا بالذات في مدن مثل تلّ أبيب وحيفا يوجد أهمّيّة ومعنى خاصّان للمعايير التي تُلزم محطّات السولار بالانتقال إلى تسويق سولار قليل الكبريت؟
3. في موقع الشبكة العنكبوتيّة لمكتب البنية التحتيّة الوطنيّة لدولة إسرائيل يتمّ عرض التحديات التي تواجهها عند الانتقال إلى استعمال أنواع وقود محسّنة. أدخلوا الموقع:

   http://www.mni.gov.il/mni/he-il/Energy/Fuel/FuelEnvironment/ FuelEnvironmentChallenges.htm

   وابنوا جدولًا من عمودين، بحيث تعرضون في العمود الأوّل كلّ واحد من التحديّات المعروضة، واشرحوا في العمود الثاني الصعوبة في كلّ واحدة من هذه التحدّيّات.

مهمّة تلّخيصيّة – تنظيم وعرض معلومات

حضّروا تلّخيصًا للفصل بواسطة شرائح، إعلان (بوستر) أو لعبة تعليميّة. تطرّقوا بالأساس إلى المواضيع التالية:

- حادث لندن.
- جُسَيْمات كملوّثات هواء والضرر الذي تُسبّبه.
- صفات ثاني أكسيد الكبريت.
- العلاقة بين أنواع الوقود المختلفة وبين مدى التّلويث من ثاني أكسيد الكبريت والتوجّهات في هذا المجال في البلاد وفي العالم.

عليكم إضافة معلومات محتلنة أكثر من المعلومات الموجودة في الفصل. من المفضّل استعمال مواقع الشبكة العنكبوتيّة لجمعيّة حماية الطبيعة، جمعيّة مدن حيفا وجمعيّة الإنسان، الطبيعة والقانون.

الاحتباس الحراريّ وأكاسيد الكربون

ظاهرة الاحتباس الحراريّ (العالميّ *)

ازداد في العقود الأخيرة الوعي إلى ظاهرة عامل الدفيئة، المعروفة أيضًا باسم "ظاهرة الدفيئة". ، تتعلّق هذه الظاهرة بازدياد تركيز الغازات المختلفة، وخاصّة تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الغلاف الجوّيّ ونتيجة لذلك، ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة.

تصل من الشمس أنواع مختلفة من الطاقة إلى الكرة الأرضيّة. تستطيع معظم أنواع الطاقة اختراق الكرة الأرضيّة، وتسخينها، وقسم من الطاقة يعود ثانيةً إلى الفضاء. إنّ درجة الحرارة التي تسود الكرة الأرضيّة، هي نتيجة **للتوازن** الحاصل بين الطاقة المستوعبة في التربة والغلاف الجوّيّ وبين الطاقة التي رجعت إلى الفضاء. في حالة عدم وجود تشويش خارجيّ، ينشأ وضع **اتّزان** – حالة اتّزان طبيعيّ للطاقة الذي يُحافظ على درجة حرارة ثابتة على سطح الكرة الأرضيّة. ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وغازات إضافيّة، مثل: الميثان (CH_4) وبخار الماء (H_2O) التي تسمّى غازات الدّفيئة)، "تمتصّ" قسمًا من الطاقة الشّمسيّة، المرتدّة من الكرة الأرضيّة ممّا يمنع إعادتها للفضاء. فكلّما كان **تركيز غازات الدفيئة أكبر**، اختلّ اتّزان الطاقة في الكرة الأرضيّة ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة الغلاف الجوّيّ.

مهمّة 1: تحليل معلومات

1 أ. صوغوا ثلاثة أسئلة تتطرّق إلى المعلومات التي قرأتموها في النصّ. سؤالاً واحدًا توجد له إجابة في النصّ، وسؤالين لا توجد لهما إجابة في النصّ الذي قرأتموه.

ب. أين يمكن إيجاد إجابات للسؤالين الثاني والثالث اللذين طرحتموهما، أو لمن عليكم التوجّه للحصول على إجابات؟

2. بشكل طبيعيّ، كمّيّة الطاقة على الكرة الأرضيّة موجودة بحالة توازن ديناميكيّ.

أ. اشرحوا هذه الجملة، استعينوا بتعريف المصطلح "توازن ديناميكيّ" الذي تعلّمتموه في الفصل الافتتاحيّ.

ب. كيف تتمكّن غازات الدفيئة (CO_2، CH_4، بخار الماء وغيرها) من التشويش على هذا الاتّزان؟

3. اشرحوا العلاقة بين ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبين ارتفاع درجة الحرارة على سطح الكرة الأرضيّة.

4. ما هي، بحسب رأيكم، أخطار الاحتباس الحراريّ للكرة الأرضيّة؟ (إرشاد، فكّروا في الجليد في الأقطاب)

5. ظاهرة ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة تشبه الدفيئة، التي تخترقها الشمس عن طريق الزجاج، لكنّ الزجاج يمنع الحرارة التي في الداخل من الخروج خارجًا وهكذا ترتفع درجة حرارة الدفيئة. حتّى نفهم معنى ظاهرة الاحتباس الحراريّ استعينوا بنموذج دفيئة ونفّذوا التجربة التالية:

- ضعوا ميزانًا لقياس الحرارة في الجهة الخارجيّة من الدفيئة وآخر داخل الدفيئة.
- سجّلوا القراءة الأوّليّة لدرجة الحرارة في الخارج والداخل وسجّلوها في الجدول.
- ضعوا إضاءة للنموذج بمصباح قويّ (150 واط على الأقلّ)
- بعد مرور 15 دقيقة، من الإضاءة قيسوا ثانية درجة الحرارة في الخارج والداخل. سجّلوا النتائج في الجدول. في حالة عدم وجود فرق بين القراءتين (داخل الدّفيئة وخارجها)، انتظروا بضع دقائق أخرى.

* استعمال المصطلحين – احتباس حراري عالمي / احتباس حراري للكرة الأرضيّة، شائع أكثر في البلاد.
فيما بعد، خلال الفصل، نستعمل مصطلح احتباس حراري للكرة الأرضيّة فقط.

لخّصوا النتائج في الجدول:

	درجة الحرارة داخل الدفيئة	درجة الحرارة خارج الدفيئة
بداية التجربة		
نهاية التجربة		
التغيير في درجة الحرارة		

أ. النموذج الذي استعملتموه يـُمثّل "عامل الدفيئة" الذي يحصل في الكرة الأرضيّة. ماذا يمثّل البلاستيك الشفّاف الموجود في النموذج؟

ب. ما هي، حسب رأيكم، سيّئات النموذج؟

ج. ما هي، حسب رأيكم، حسنات النموذج؟

د. بعد إجراء التجربة، اشرحوا لماذا يوجد فرق بين درجة الحرارة داخل الدفيئة وخارجها؟

6. ظاهرة الاحتباس الحراريّ هي ظاهرة تؤثّر على كلّ العالَم. هل هذا يُسهّل أم يُصعّب مواجهة المشكلة؟ هل الإجابة قاطعة؟ اعرضوا الآراء المختلفة لأفراد المجموعة.

مهمّة 2: بحث حادث

أمامكم مـُلخّص لمقالات تتطرّق إلى تأثيرات الاحتباس الحراريّ على المناخ في العالَم وفي البلاد. إقرأوها بتمعـُّن وأكّدوها بخطّ الكلّمات أو الجمل المهمّة حسب رأيكم.

تغيـُّرات متطرفّة في المناخ العالَميّ وفي البلاد

عام 2001 تمّ نشر تقرير الاتّحاد الدوليّ لتغييرات المناخ، الـ IPCC[6]، وهو التقرير الأكثر شمولاً بالنسبة للأبحاث المتعلّقة بالموضوع. اتّضح من خلال التقرير أنّ ارتفاع متوسّط درجة حرارة الكرة الأرضيّة في السنوات المائة الأخيرة أدّى إلى ازدياد حوادث الجفاف المتطرّفة والفيضانات في أماكن مختلفة في العالَم.

فخلال السنوات الـ 50 الماضية حدثت تقلّبات في مناخ شرق البحر الأبيض المتوسّط. من أهمّ هذه التقلّبات: ارتفاع درجة الحرارة في الصيف إلى جانب انخفاض معيّن في درجات الحرارة في الشتاء، وانخفاض في الرواسب في أغلب حوض البحر الأبيض المتوسّط. بالإضافة إلى ذلك، هنالك ارتفاع في نتائج الأمطار الشديدة، إلى جانب انخفاض في كمّيّة الأمطار الكلّيّة. إنّ جزءًا من هذه التقلّبات ناجم عن ظاهرة الاحتباس الحراريّ العالميّة. في بحث دوليّ اشترك فيه أيضًا باحثون من إسرائيل تبيّن أنّه إذا استمرّ توجّه إطلاق غازات الدفيئة إلى الهواء فسوف تزداد بشكل كبير خلال هذا القرن حوادث الأمطار الغزيرة إلى جانب سنوات صعبة من الجفاف.

تـُفيد التقارير العالَميّة إلى أنّ عدد الكوارث الطبيعيّة المتعلّقة بحالة الطقس قد ازداد بأربعة أضعاف خلال العقدين الأخيرين، بسبب التقلّبات في المناخ. اتّضح في التّقرير الذي نشرته منظّمة "أوكسفام" (منظّمة مساعدة إنسانيّة بريطانيّة تعمل في أنحاء العالَم) أنّه في سنوات الثّمانين الأولى للقرن الـ 20 كان هنالك ما يقارب 120 كارثة في السنة، ومنذئذٍ ارتفع عدد الكوارث إلى ما يقارب ألـ 500 في السنة.

عدد الأشخاص الذين تضرّروا من الكوارث الطبيعيّة ارتفع خلال هذه السّنوات بنسبة 68%.

في العقود الأخيرة حدثت كوارث طبيعيّة كبيرة ومن أبرزها – المجاعة الكبرى في سنوات الثمانين في إفريقيا، الإعصار في بنجلادش عام – 1991، التسونامي في جنوب آسيا وإعصار "كترينا" في جنوب الولايات المتّحدة.

6 IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

نسبة الضحايا نتيجة لهذه الحوادث تصل إلى عشرات الآلاف وعدد المصابين نتيجة لأبعاد هذه الكوارث يصل إلى ملايين.
تطلب المنظّمة توقيع اتفاقيّة دوليّة لتقديم مساعدة للدول المتطوّرة للتعامل مع أبعاد ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة لتساعدهم في التّقليل من إطلاق غازات الدفيئة. كما تدعو المنظّمة الدول الغنيّة والمتطوّرة لأخذ زمام المبادرة بهذا الشأن، "لأنّها هي المسؤولة الاساسيّة عن إطلاق غازات الدفيئة".

تمّ تحضيره حسب: http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3475487,00.html
بنحاس ألبرت وآخرون (2006). تطرّف المناخ في إسرائيل: المحاكاة الإقليميّة فوق شرق البحر الأبيض المتوسّط، جليليو، 98 صفحة 46- 53.

1. وفقًا للمعلومات التي في القطعة، سجّلوا أمثلة لحقيقتين ولفرضيّتين.
2. عام 2007، تمّ تقديم تقرير مفصّل للجنة العلوم والتكنولوجيا في الكنيست موضوعه "ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة وتأثيراته على دولة اسرائيل" (http://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/mo1827.pdf). ادخلوا إلى الموقع واشرحوا:
   أ. التأثيرات العالَميّة للارتفاع العالَميّ في درجة الحرارة على: الماء والغذاء، على امتداد السواحل وعلى المناطق المنخفضة، على صحّة الإنسان وعلى النظام البيئيّ (صفحة 3 – 5 في التقرير).
   ب. التأثيرات على دولة إسرائيل في مجال اقتصاد الماء، الزراعة، الصحّة، البيئة والسياحة (صفحة 7 – 8)
   ج. أعطوا رأيكم: هل يمكنكم، كمواطنين ذوي وعي بيئيّ، التأثير على تقليل الأضرار المذكورة؟
3. على الرغم من وجود موافقة علميّة واسعة، فإنّ تأثير الإنسان هو العامل الأكثر أهمّيّة في الاحتباس الحراريّ وتقلّبات المناخ، هنالك علماء يدّعون العكس. فحسب إدّعائهم، لا يمكن الإثبات أنّ ارتفاع درجة الحرارة في القرن الـ 20 ينبع بغالبيّته من ارتفاع كمّيّة غازات الدفيئة، وعمليًّا، من المنطقيّ أنّ نفرض أنّ جزءًا لا بأس منه من الارتفاع مصدره من الارتفاع في نشاط الشمس.
   شاهدوا الفيلم في YuoTube – (http://www.youtube.com/watch?v=Flv_OYh1X8Y) الذي يعرض مقطع من مقابلة أُجريت في قناة البثّ رقم 1 في آذار 2010 مع بروفيسور في الفيزياء والذي يعرض هذا التوجّه. أعطوا رأيكم – هل اقتنعتم أنّه توجد إمكانيّة للشكّ بالنسبة للمصدر الأساسيّ للاحتباس الحراريّ؟ هل يوجد لديكم معلومات كافية لأخذ قرار في هذا النطاق؟ اشرحوا.

توجد في الطبيعة خمس عمليّات لاستهلاك وإطلاق ثاني أكسيد الكربون. هذه العمليّات تنظّم كمّيّة CO_2 في الطبيعة، وتحافظ على الاتّزان الطبيعيّ.

التنفّس الخلويّ

تحدث عمليّة التنفّس الخلويّ في خلايا جميع الكائنات الحيّة (البكتيريا، النباتات، الحيوانات ومن ضمنها الإنسان). جزيئات الموادّ العضويّة (مثل السكّر) تمرّ بعمليّة تأكسد بوجود الأوكسجين.

النواتج هي ماء وثاني أكسيد الكربون. نحصل من خلال العمليّة طاقة ضروريّة لبقاء الخليّة.

بالإضافة إلى ذلك تنطلق خلال التفاعل حرارة، حيث ينطلق جزء منها إلى البيئة المحيطة. ينتقّل الهواء الذي نتنفّسه مع تيار الدم من الرئتين إلى كلّ خلايا الجسم، بينما ثاني أكسيد الكربون يصل مع تيار الدم من كلّ خلايا الجسم إلى الرئتين. نتيجة لذلك فإنّ تركيز الأكسجين في الهواء الذي نستنشقه أكبر بكثير من تركيزه في هواء الزفير. وأمّا بالنسبة لتركيز ثاني أكسيد الكربون، فالوضع بالعكس. فإنّ تركيزه في هواء الزفير أعلى من تركيزه في الهواء الذي نستنشقه.

يمكن تلخيص عمليّة التنفّس الخلويّ بالصيغة التالية:

ثاني أكسيد الكربون + ماء ⟶ أوكسجين + مادّة عضويّة

التركيب الضوئيّ

الكائنات الحيّة ذاتيّة التغذية التي تسمّى أيضا المُنْتِجات، تُنْتِج موادّ عضويّة من موادّ غير عضويّة.

هذه الكائنات الحيّة لا تقبل **موادّ عضويّة** (مثل: البروتينات أو السكّريّات) بغذائها، وإنّما تقبل موادّ **غير عضويّة**، مثل: ثاني أكسيد الكربون. والعمليّة الاساسيّة التي يَنْتُج فيها جزيئات عضويّة من جزيئات غير عضويّة تسمّى عمليّة التركيب الضوئيّ. ينتج في هذه العمليّة أيضًا الأكسجين الضروريّ لتنفّس الكائنات الحيّة.

تتمّ هذه العمليّة بوجود **طاقة ضوئيّة ومادّة الكلّوروفيل**. والكلّوروفيل عبارة عن جزيء يستوعب الطاقة الضوئيّة ويحوّلها إلى طاقة كيميائيّة تستعمل لإنتاج - الجلوكوز (سكّر)، وهو مادّة عضويّة.

الكلوروفيل موجود في النباتات الخضراء، الطحالب وفي قسم من البكتيريا، لذلك تقوم جميعها بعمليّة التركيب الضوئيّ.

يمكن تلخيص عمليّة التركيب الضوئيّ بالصيغة التالية:

سكّر + أوكسجين ⟶ (ضوء) ثاني أكسيد الكربون + ماء

تعفّن واحتراق

منذ فترات بعيدة الأمد، تكوّنت طبقات من نباتات متعفّنة وطين. الطبقات العليا شكّلت ضغطًا كبيرًا على الطبقات السفلى ونتيجةً لذلك تكوّنت حرارة عالية أدّت لتغييرات كيميائيّة في تركيب النباتات المتعفّنة. إنّ معظم الهيدروجين والأوكسجين الموجودين في النباتات انطلق للهواء وبقي الكربون بالأساس. وهذه الطبقة المتعفّنة تحوّلت إلى طبقة صلبة وهي ما نعرفه اليوم بالفحم. وفي الأماكن التي وجدت فيها جثث بالإضافة للنباتات المتعفّنة تكوّن **نفط خام وغاز طبيعيّ**.

تُستعمل هذه النواتج كوقود. وعند حرقها ينتج ثاني أكسيد الكربون، ماء وكثير من الحرارة. الوقود (الذي مصدره فحم، نفط خام أو غاز) يسمّى **وقودًا متحجّرًا**.

هذه هي موادّ الوقود التي يستعملها الإنسان في المصانع، في محطّات الطاقة، في السيّارات وغيرها.

تحتوي الأشجار أيضًا على الكربون فعند حرقها يَنْتُج ثاني أكسيد الكربون. يمكن تلخيص عمليّة الاحتراق وهي عمليّة التفاعل مع الأوكسجين حسب التفاعل التالي:

ثاني أكسيد الكربون + ماء ⟶ أوكسجين + وقود متحجّر
(فحم، نفط)

عمليّات جيوكيميائيّة

تعمل في أعماق الأرض قوى كبيرة تؤدّي إلى تغييرات طفيفة على سطح الكرة الأرضيّة. فبين حين وآخر تؤدّي هذه القوى إلى انفجار البراكين وإطلاق اللافا بالإضافة إلى العديد من الغازات. ومن بين الغازات المنطلقة ينطلق أيضا **ثاني أكسيد الكربون** بكمّيّات كبيرة. العمليّات الجيوكيميائيّة تحدث أيضًا على سطح الكرة الأرضيّة. تؤدّي الرياح، الماء والشمس جميعها إلى تآكل الصخور (الصّخور الجيريّة التي تحتوي على كربون). ونواتج التآكل تتراكم وتُضغط من جديد حتّى تأخذ شكلاً جديدًا (مطمورفوزا). خلال هذا التنسيق الجديد، تعمل على الكومة حرارة وضغط كبيران، فتحدث تفاعلات كيميائيّة يُطلق في أعقابها غازات مختلفة، والأساسيّ فيها هو **ثاني أكسيد الكربون**.

الإذابة

تذوب الغازات في السوائل. فثاني أكسيد الكربون يمكنه الذوبان في الماء، ولهذا فهو ينتقل من الهواء إلى الماء الموجود في البحار والمحيطات.

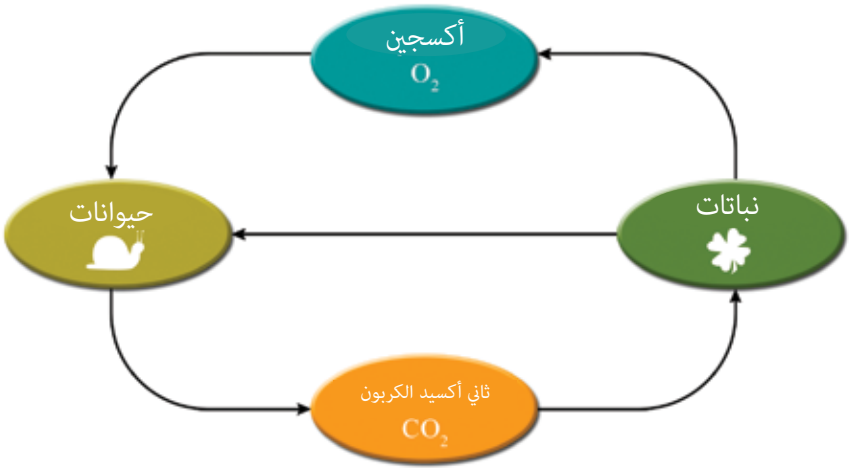
إنّ قابليّة الذائبيّة للغازات في السوائل تتعلّق بدرجة الحرارة. فكلّما كانت درجة الحرارة أعلى، انخفضت الذائبيّة في الماء. لذلك عندما ترتفع درجة حرارة الكرة الأرضيّة، ينطلق CO_2 من البحار والمحيطات والقليل من CO_2 يمكنه الذوبان.

مهمّة 3: بحث حادث

1. في جزء من العمليّات التي تُنظّم كمّيّة CO_2 في الطبيعة يتمّ استيعاب ثاني أكسيد الكربون، وفي جزء آخر يتمّ إطلاقه. أكملوا الجمل التالية مستعينين بالثروة اللغويّة التالية: تنفّس خلويّ، تركيب ضوئي، تعفّن واحتراق، عمليّات جيوكيميائيّة، إذابة، الإنسان، الحيوانات، النباتات الخضراء، حرق وقود متحجّر، انفجار براكين وتآكل صخور، مياه البحر.

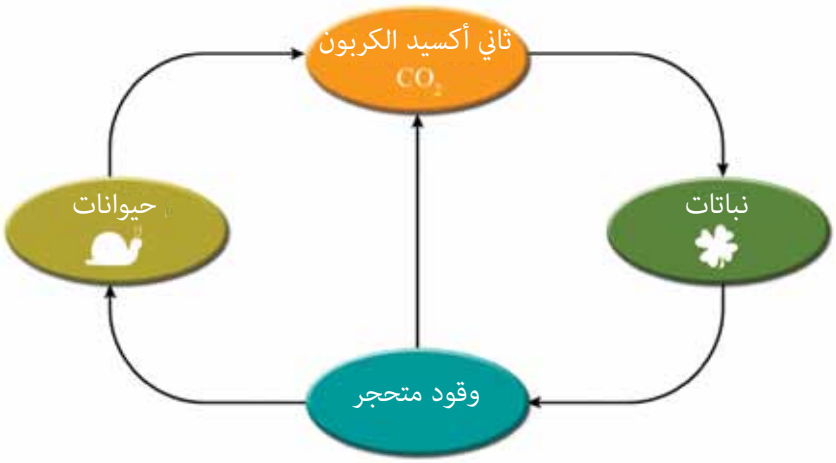
- في عمليّة _____ يُستوعب/يُطلق ثاني أكسيد الكربون بواسطة _____.
- في عمليّة _____ يُستوعب/يُطلق ثاني أكسيد الكربون بواسطة _____.
- في عمليّة _____ يُستوعب/يُطلق ثاني أكسيد الكربون بواسطة _____.
- في عمليّة _____ يُستوعب/يُطلق ثاني أكسيد الكربون بواسطة _____.
- في عمليّة _____ يُستوعب/يُطلق ثاني أكسيد الكربون بواسطة _____.

2. توجد علاقة مميّزة بين النباتات والحيوانات. اقرأوا مرّة أخرى القطع التي تصف عمليّة التنفّس وعمليّة التركيب الضوئيّ، ومن ثمّ أكملوا التخطيط التالي: أضيفوا في المكان المناسب وبجانب الأسهم الكلّمات التالية: يُستوعب بواسطة...، تُطلق، يُؤكل بواسطة...، تُطلق، يُستوعب بواسطة...

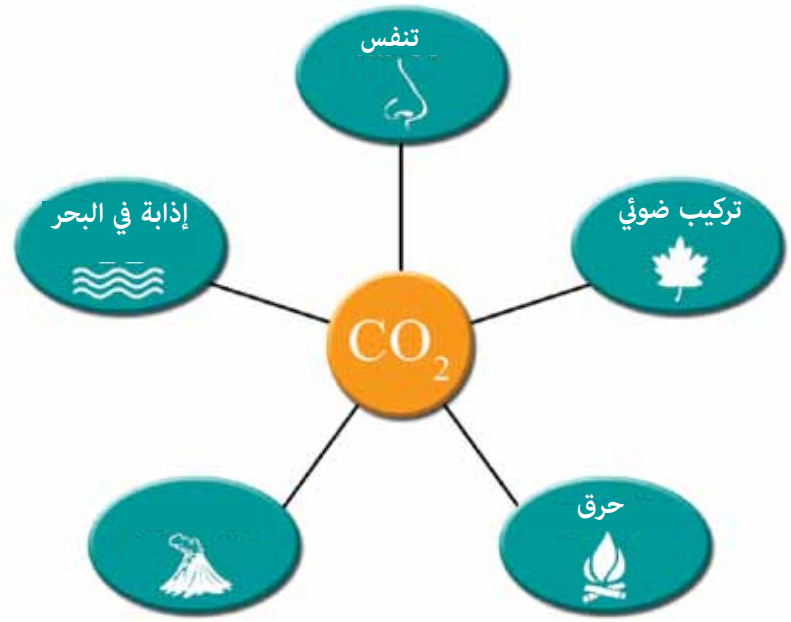


3. سجّلوا بالنسبة لكلّ حالة من الحالات، هل سيرتفع تركيز CO_2 في الهواء، أم سينخفض أم لن يتغيّر؟ علّلوا إجابتكم.
أ.غرفة مغلقة مليئة بالأشخاص. لا يوجد نباتات في الغرفة.
ب. مجمّع مائيّ يحتوي على أسماك ونباتات؛
ج. غابة قُطعت فيها معظم الأشجار؛
د. الهواء فوق غابة في حين إحتراقها.

4. هل تركيز ثاني أكسيد الكربون على سطح الكرة الأرضيّة في الفترة التي كانت مكسوّة بكثير من النباتات وعليها القليل من الحيوانات، كان أكبر أم أصغر من تركيزه اليوم؟ علّلوا! أمامكم رسم تخطيطيّ يلخّص انتقال ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة. أضيفوا بجانب كلّ سهم، العمليّة المناسبة: حرق، تنفّس، تركيب ضوئيّ، تعفّن.

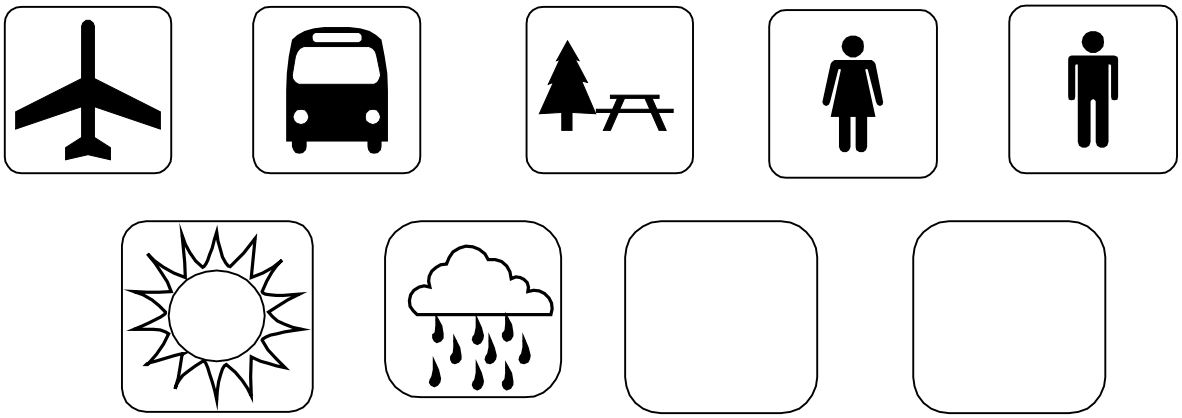


5. تعرّفتم على خمس عمليّات تتعلّق باستيعاب وإطلاق ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة. تُشكّل هذه العمليّات آليّات طبيعيّة لتنظيم كمّيّة ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة.
يعرض الرسم التخطيطيّ التالي العمليّات الخمس أعلاه.
أ. أضيفوا بين كلّ عمليّة وبين CO_2 سهمًا باتّجاه مناسب.
السهم المُتّجه نحو CO_2 معناه: تكوين CO_2.
السهم المُتّجه من CO_2 معناه استيعاب CO_2.



ب. لائموا الرسومات التالية للعمليّات المختلفة، أضيفوا رسومات أخرى ممكنة.

_____ _____ _____ _____ _____



_____ _____ _____ _____

7. عمليّات ردّ الفعل هي عمليّات تُمكّن من تنظيم الأجهزة.

مردود إيجابيّ هو حالة يُؤدّي فيها تغيير في أحد مكوّنات النظام إلى سلسلة من التغييرات التي تؤثّر على هذا المكوّن، حيث يكبر التغيير الأوّليّ. مثال: عندما توجد ضجّة في الصّفّ ← على المعلمّ أن يتكلّم بصوت مرتفع أكثر ← لهذا فإنّ التلّاميذ الذين يتهامسون لا يسمعون بعضهم بعضًا ويبدأون بالتكلّم بصوت مرتفع أكثر ← فتزداد الضجّة في الصفّ، وهكذا دواليك.

مردود سلبيّ هو حالة يؤدّي فيها تغيير في أحد مكوّنات النظام إلى سلسلة من التغييرات التي تؤثّر على هذا المكوّن، فتقلّ مقاييس التغيير الأوّليّ. مثال: عندما توجد ضجّة في الصفّ ← على المعلّم أن يُعاقب التلميذ أو التلميذة ← يخاف التلاميذ الآخرون ويسكتون ← تقلّ الضجّة.

سجّلوا بالنسبة للحالات التالية، هل ردّ الفعل هو إيجابيّ أو سلبيّ:

أ. هنالك اعتقاد، أنّ الارتفاع في كمّيّة ثاني أكسيد الكربون التي في الهواء تؤدّي إلى ارتفاع درجة الحرارة في الكرة الأرضيّة. يؤدّي هذا الارتفاع إلى تقليل كمّيّة ثاني أكسيد الكربون الذي يذوب في الماء، ونتيجة لهذا سوف تنطلق كمّيّة أكبر من ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء، ويؤدّي إلى ارتفاع إضافيّ في درجة حرارة الكرة الأرضيّة. ما هو نوع ردّ الفعل ولماذا؟

ب. يدّعي اعتقاد آخر ، أنّ ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة تؤدّي إلى ارتفاع الرطوبة (نتيجة لتبخّر زائد لمياه البحر) ولازدياد الغيوم. تؤدّي هذه الغيوم إلى انتشار أشعّة الشمس، فتقلّ كميّة الأشعّة التي تصل إلى الكرة الأرضيّة، وتقلّ درجة الحرارة في الكرة الأرضيّة. ما هو نوع ردّ الفعل ولماذا؟

أسباب واتّجاهات لارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في العالَم

هنالك خمس عمليّات رئيسيّة تضبط تركيز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة: التنفّس، التركيب الضوئيّ، التعفّن والاحتراق، الذائبيّة في مياه البحر وعمليّات جيوكيميائيّة. تُحافظ هذه العمليّات على الموازنة في الطبيعة وعلى تركيز ثابت، نسبيًّا، لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوّيّ.

الإنسان والتطوّر التكنولوجيّ الكبير أدّيا إلى ارتفاع هامّ بتركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وهكذا حدث خلل في موازنة الطبيعة. العمليّات الطبيعيّة لا يمكن أنّ تُنظّم أكثر تركيز الـ CO_2، وهكذا يزداد تركيزه بوتيرة كبيرة.

الإنسان أدّى إلى هذا بطرق عديدة: قطع مكثّف للغابات حتّى يتمّ استعمال الخشب للصناعة وكموادّ وقود، وبحرق كمّيّات كبيرة من الوقود في الصناعة، في وسائل النقل وفي الاستعمال البيتيّ.

الاستهلاك العالَميّ للطاقة أكبر اليوم بعشرة أضعاف من تلّك التي كانت في بداية المائة الـ 20، والنتيجة هي إطلاق واسع الأبعاد لثاني أكسيد الكربون وغازات دفيئة أخرى.

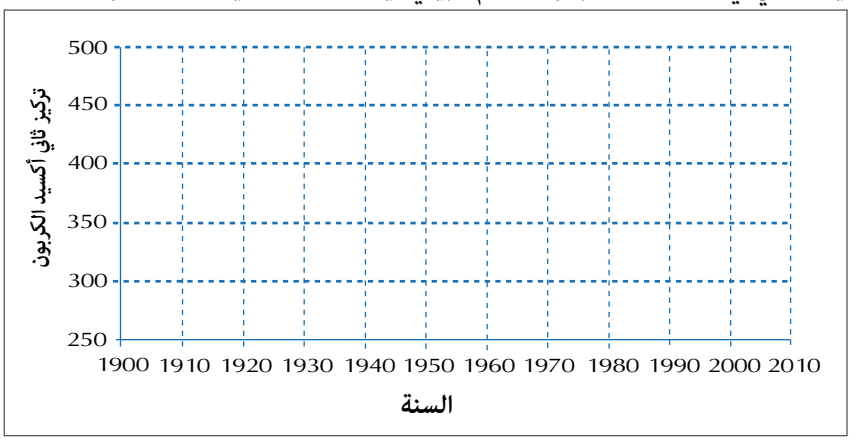
تؤدّي الدول الغربيّة إلى إطلاق ما يُقارب ثلاثة أرباع من التركيز الكلّيّ لثاني أكسيد الكربون المُنطلق إلى الهواء، بسبب الاستعمال الواسع للطاقة. الدول المتطوّرة، التي يقطن فيها ثلاثة أرباع سكّان العالَم، تستهلك فقط 18% من كمّيّة الكهرباء الكلّيّة المُنتجة في العالَم، وتؤدّي وفقًا لذلك إلى ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في العالَم.

مهمّة 4: تحليل معلومات - رسم بيانيّ وجدول

1. كيف سبّب الإنسان إلى ارتفاع تركيز CO_2 وحدوث خلل في التوازن في الطبيعة؟
2. أمامكم معطيات حول تركيز الـ CO_2 في الهواء في القرن الواحد والعشرين.

السنة	تركيز CO_2 (ppm)
1900	290
1950	300
1970	330
1990	355
2010	390

أ. ارسموا رسمًا بيانيًّا يصف المعطيات التي في الجدول. (انتبهوا! الرسم البيانيّ ليس خطًّا مستقيمًا. لا تحاولوا وصل النقاط بواسطة المسطرة).



ب. ماذا استنتجتم من الرسم البيانيّ؟

ج. خلال 50 سنة بين السنوات 1900 حتّى 1950 ، ارتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون بِـ_____ ppm .

بالمقابل خلال 20 سنة بين السنوات 1950 حتّى 1970 ارتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون بـ_____ppm .

هل يستمرّ هذا التوجّه حسب المعطيات؟ اشرحوا.

5. هنالك ادّعاء، أنّ ازدياد التلوّث الجُسيميّ في الهواء يُمثّل حلاً لعامل الدفيئة. إذْ تقلّل الجسيمات في الهواء أشعّة الشمس التي تصطدم بالكرة الأرضيّة، وهكذا تخترق الكرة الأرضيّة حرارة أقلّ وهكذا تبرد. أعطوا رأيكم بالنسبة لهذا الادّعاء، هل يُعتبر هذا حلاً جيدًا؟

6. ثاني أكسيد الكربون مهمّ للحياة (فكّروا لماذا!)، لكنّ من ناحية أخرى هو ضارّ (الاحتباس الحراريّ). حاولوا أنّ تفسروا هذا "التناقض على ما يبدو". حاولوا إيجاد مثال إضافيّ لِـ "تناقض على ما يبدو" من هذا النوع في الطبيعة.

7. اكتبوا سؤالين يتطرّقان إلى لمعلومات التي في آخر القطعة (... دول الغرب...) **سؤالا واحدًا** إجابته موجودة في القطعة، **وسؤالا ثانيًا**، يُثير التفكير وإجابته غير موجودة في القطعة. حاولوا الإجابة على هذه الأسئلة. بأيّ مختصّين أو بأيّة مصادر معلومات سوف تستعينون خلال البحث عن إجابات لهذه الأسئلة؟

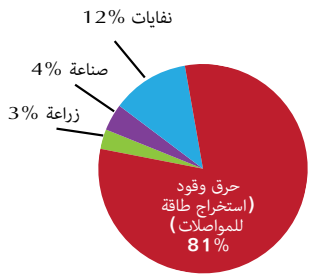
إطلاق غازات الدفيئة في إسرائيل

إسرائيل هي سبب جانبيّ من ناحية مجمل إطلاق غازات الدفيئة في العالَم (عشرات ملايين الأطنان في السنة في مقابل مليارد طنّ في ألمانيا مثلاً). مع هذا، من ناحية مجموع الإطلاق للفرد، فإنّ إسرائيل تُشبه دولاً متطوّرة أخرى في العالَم. في الجدول التالي معروضة معطيات بالنسبة لإطلاق CO_2 في إسرائيل وفي الولايات المتّحدة في السنوات 2001 – 2007 (بوحدات طنّ للرأس)[7]

السنة	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
إسرائيل	10.2	9.6	9.7	9.3	8.5	9.3	9.3
أميركا	19.7	19.8	19.6	19.8	19.7	19.3	19.3

توزيع مصادر إطلاق غازات الدفيئة في إسرائيل معروض في الجدول التالي:

تقسيم مصدر إطلاق غازات الدفيئة في إسرائيل



7 مأخوذ عن البنك العالميّ للمعطيات: http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC

مهمّة 5: تحليل معلومات – جدول ورسم بيانيّ

1. من خلال التطرّق إلى جدول معطيات إطلاق CO2:
   أ. ما هو التوجّه في إسرائيل في العقد الأخير للقرن الواحد والعشرين من ناحية إطلاق CO_2 للهواء؟
   ب. هل يوجد هذا التوجّه في الولايات المتّحدة؟
   ج. مدى إطلاق ثاني أكسيد الكربون للشخص في الولايات المتّحدة أعلى بضعفين ممّا في إسرائيل.
   I. على ماذا يدلّ هذا المعطى من ناحية اقتصاد الولايات المتّحدة مقارنةً باقتصاد إسرائيل؟ اشرحوا.
   II. هل يمكن القول إنّ الكمّيّة الكلّيّة لإطلاق CO_2 في الولايات المتّحدة هي ضعفا الكمّيّة في إسرائيل؟ اشرحوا.
2. بحسب الرسم البيانيّ، ما هو المصدر الأساسيّ لإطلاق غازات الدفيئة في إسرائيل؟
3. وُجِدَ أنّ ما يقارب 75% من مجمل الإطلاقات التي هي نتيجة لإنتاج الكهرباء في إسرائيل مصدرها في محطّات الطاقة التي تعمل على الفحم (محطّة "أضواء رابين" في الخضيرة و"روطنبيرغ" في أشكلون). هل يمكن أنّ نستنتج من هذا أنّ الفحم هو مصدر وقود يُطلق أكثر غازات دفيئة ممّا يُطلق النفط (الذي تعمل بالاعتماد عليه محطّات توليد الطاقة الأخرى في البلاد)؟ علّلوا.
4. كيف يمكن أن تُقلّل إسرائيل، حسب رأيكم، من إطلاق غازات الدفيئة في البلاد؟

تعامل العالَم مع مشكلة الاحتباس الحراريّ

منذ بداية سنوات الـ 90 اجتمعت دول العالَم للنقاش لبحث مشكلة ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة التي سبّبها تلوّث الهواء الذي مصدره من نشاطات الإنسان. اليوم هنالك اتّفاق بأنّ مشكلة المناخ والحاجة المُلحّة في تقليل غازات الدفيئة هي إحدى المشاكل الصعبة للإنسانيّة، والتي تحتاج إلى مواجهة مشتركة لكلّ دول العالَم. عام 1992 ، نُشرت اتّفاقيّة كيوتو التي كان هدفها أنّ تصل غازات الدفيئة إلى تركيز عالميّ ثابت في الغلاف الجوّيّ، وتقليل تركيزها إلى مستوى لا يؤدّي إلى تشويشات خطيرة للنظام البيئيّ.

ولكي تحوّل الاتّفاقيّة لوسيلة فاعلة، والتي يمكن بواسطتها تطبيق مراحل التقلّيل المستقّرة فيها، فقد تمّ في عام 1997 تبنّي الملحق للاتّفاقيّة المعروف باسم بروتوكول كيوتو، الذي بدئ العمل به في 2005. يتطرّق البروتوكول إلى ستّة غازات دفيئة أساسيّة، ويُلزم 37 دولة متطوّرة أنّ تقوم بتقليل كبير لإطلاق الغازات. من المتوقّع أن يتمّ توجيه متطلّبات في المستقبل لتقلّيل إطلاق غازات الدفيئة أيضًا بالنسبة للدول المتطوّرة. حتّى كانون الأوّل 2010 تمّت المصادقة على البروتوكول من 193 دولة من الاتّحاد الأوروبيّ.

وقد حدّد بروتوكول كيوتو مجموعتين من الدول: الدول المتطوّرة والدول النامية. فإلزام التقليص وهدفه كانا للدول المتطوّرة. وقد عُرفت إسرائيل كدولة نامية، ولهذا لم تُلزم بالتقلّيل. على الرغم من هذا أُلزمت بتأليف تشكيل لجنة تُدير بشكل محلّيّ آلية التطوير النظيف. وفي عام 2004 قرّرت حكومة إسرائيل المصادقة على بروتوكول كيوتو.

إنّ بعض المطّلعين للموضوع في إسرائيل يعتقدون أنّه في نهاية الفترة المقرّرة في بروتوكول كيوتو (منذ عام 2012 وبعدها) سوف تتغيّر حالة دولة إسرائيل، وسوف تُعتبر دولة متطوّرة ولهذا سوف يتمّ إلزامها بتقليل الإطلاق بنسبة معيّنة. لكي تشجّع التّقليل من إطلاق غازات الدفيئة أيضًا في الدول النامية، وللتسهيل على الدول المتطوّرة حتّى تنفّذ أهداف التقليل اقتُرِح في برتوكول كيوتو جهاز التطوير النقيّ. هذا الجهاز يفسح المجال تجارة بين دوليّة في غازات الدفيئة. مثال، فُرِضَ على إيطاليا (المعرّفة كدولة متطوّرة) التقليل بنسبة 8% من إطلاق غازات الدفيئة، لكنّ بإمكانها

اقتناء جزء من تقليل إطلاق الغازات بواسطة تجارة مع منظّمات من دول نامية، والتي تقوم في مجالها بعمليّات من أجل نجاعة وتقليل الإطلاق.
الولايات المتّحدة، حتّى عام 2001 كانت قد وقّعت على بروتوكول كيوتو، وانسحبت منه بادّعاء أنّ القيام بإعطاء حدود فقط للدول المتطوّرة سوف يؤدّي إلى حدوث ضرر في تطوّرها الاقتصاديّ.

مهمّة 6: تحليل معلومات وتفكير - اتّخاذ موقف

1. صوغوا ثلاثة أسئلة تُثيركم بعد قراءة المعلومات، ولم تحصلوا على إجابات عنها.
2. تقرّر في بروتوكول كيوتو أنّ الدول النامية غير ملزمة بتقليل غازات الدفيئة، بينما الدول المتطوّرة ملزمة بتقليل إطلاق غازات الدفيئة. ما هو بحسب رأيكم السبب لهذا؟ هل هذا منصّف بحسب رأيكم؟
3. لماذا انسحبت الولايات المتّحدة من التزامها لاتّفاقيّة كيوتو؟ اشرحوا ادّعاءها، وأبدوا رأيكم هل هذا الادّعاء منصّف من ناحية أخلاقيّة.

تعامل دولة إسرائيل مع مشكلة الاحتباس الحراريّ

تُلزم قوانين جديدة لمكتب جودة البيئة مسوّقي السيّارات أن يعرضوا في الإعلانات معطيات بالنسبة لمدى تلوّث الهواء المنطلق من وسائل النقل وأيضًا معطيات بالنسبة لاستهلاك الوقود.
تمّ دمج هذه القوانين في **قانون "هواء نقيّ"** والذي دخل إلى حيّز التنفيذ في إسرائيل ابتداءً من 1.1.2011. بحسب القانون الجديد، تمّ تصنيف وسائل النقل حسب مقياس تلوّث الهواء واستهلاك الوقود باللتر لِـ 100 متر. ولإعلانات وسائل النقل، يجب أن يرفق مفتاح "سلّم ألوان". فكلّ لون يُشير إلى مستوى تلوّث الهواء بحسب كمّيّة الملوّثات التي تُطلقها وسيلة النقل. في سلّم الألوان هنالك 15 درجة لوسيلة نقل تعمل بواسطة محرّك. درجة 1 - تُشير إلى الدرجة القصوى من ناحية نظافة، ودرجة 15 هي الأكثر تلوّثًا.

مقياس تلوّث الهواء

حُسب المقياس بحسب معايير الهواء النقيّ (الكشف عن معطيات تلوّث الهواء الناجم من وسيلة نقل ذات محرّك في دعاية) 2009

مهمّة 7: تحليل معلومات وتفكير - طرح ادّعاءات

1. كيف يؤثّر الاستعمال الزائد لوسائل النقل على الاحتباس الحراريّ؟
2. أ. ما هو هدف "الهواء النقيّ" حسب رأيكم؟
   ب. هل قانون "الهواء النقيّ"، إذًا، من الممكن أنّ يساعد في تخفيف الاحتباس الحراريّ؟ علّلوا إجابتكم.
3. يتمّ في البلاد تسويق بعض أنواع السيّارات "الهبريديّة" التي تدمج بين استعمال الوقود والمحرّك الكهربائيّ تُعتبر هذه السيّارات اقتصاديّة في الوقود ومستوى تلويث الهواء لديها هو 2، لكنّها غالية الثمن بالمقارنة مع سيّارات شبيهة التي تعمل بواسطة وقود فقط. في السيّارات التي تعمل بواسطة وقود فقط، مستوى تلوّث الهواء هو 12 وما فوق. هل سوف توصّون لوالديكم بشراء سيّارة هبريديّة على الرغم من ذلك؟ اذكروا تعليلاتكم

مؤيّدين أو معارضين.

4. نشر عضو الكنيست، دكتور دوف حنين في عام 2008 ملفّ مبادئ للسياسة الإسرائيليّة للتعامل مع أزمة المناخ، وقدّمه لرئيس الدولة. كُتب الملفّ بمساعدة جمعيّة إنسان طبيعة وقانون ومنظّمات بيئيّة إضافيّة، علماء، أكاديميّين ومحامين وسمّوه **"ردّ محلّيّ لأزمة عالميّة"**.

أ. اشرحوا معنى اسم التقرير

ب.ادخلوا إلى الملفّ في الرابط: http://www.adamteva.org.il/_Uploads/dbsAttachedfiles Report_4President.pdf وتمعّنوا فيه. ركّزوا في الجزء الذي يبدأ في صفحة 16، ولخّصوا النقاط المركزيّة المرتبطة بالتوصيات لحكومة إسرائيل والسلطات المحلّيّة في كيفيّة التعامل مع أزمة الاحتباس الحراريّ.

5. أحد الحلول لمشكلة تلوّث الهواء بسبب وسائل النقل، بما يتضمّن تقليل إطلاق CO_2، هو الانتقال لاستعمال الوقود الغازيّ. في موقع "بيو ديزل في إسرائيل" يمكنكم إيجاد معلومات عن الانتقال لاستعمال البيو ديزل في إسرائيل. ادخلوا إلى الموقع: http:bio-diesel.org.il ومنه إلى الرابط الذي يتطرّق إلى: "ننتقل للسفر على الغاز – نعم أو لا". لخّصوا الإيجابيّات والسلبيّات لاستعمال الغاز كبديل للوقود في وسائل النقل. في أعقاب هذا التلّخيص، أبدوا رأيكم – هل من المهمّ تعزيز هذا الحلّ في إسرائيل؟ اشرحوا.

تعامل السكّان مع مشكلة الاحتباس الحراريّ

تتطلّب مشكلة الاحتباس الحراريّ تنظيم عالميّ عامّ لتقليل الظاهرة. بالرغم من هذا، أيًّا كنتم، كسكّان، هنالك إمكانيّة لدعم النشاطات العالَميّة لتقليل إطلاق غازات الدفيئة إلى الهواء. مثال لدعم كهذا هو الانتقال إلى استعمال أجهزة بيتيّة مثل البرّاد، الفرن، المكيّف الهوائيّ، الغسالة وغيرها، من مستهلكات طاقة عالية بنجاعة. مقياس نجاعة الطاقة (COP-Coeffiecient of Performance) هو مقياس يُعبّر عن النسبة بين كمّيّة الطاقة الصادرة عن الجهاز (مثلاً، عمليّة التبريد أو التسخين للمكيّف الهوائيّ) وبين كمّيّة الطاقة الكهربائيّة المطلوبة لعمله (استهلاك الكهرباء).

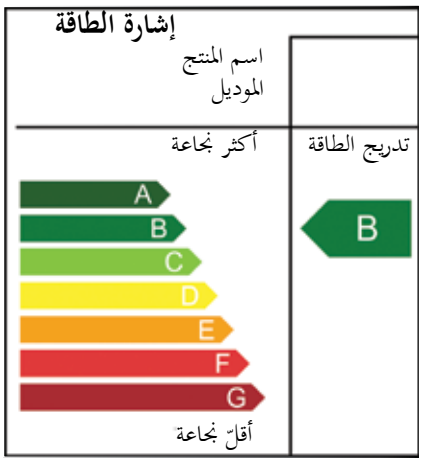
في عام 2004 دخل إلى حيّز التنفيذ في البلاد قانون يُلزم إشارة للطاقة وتدريج من ناحية الطاقة للمكيّفات الهوائيّة. بحسب هذا الترتيب، كلّما كان معامل نجاعة الطاقة أعلى، كان المكيّف الهوائيّ أكثر نجاعة ويعمل بطريقة اقتصاديّة أكثر.

يتمّ التدريج مُشار إليه بالأحرف A حتّى G:

A هي الدرجة الأعلى من حيث التوفير والنجاعة.

G هي الدرجة الأقلّ من حيث التوفير والنجاعة، والدرجة الأقلّ التي يُسمح بها تسويق مكيّفات هوائيّة.

أمامكم مثال **لنصّ** من ملصق الطاقة لمكيّف هوائيّ.



استبدال مكيّف هوائيّ قديم بمكيّف أكثر نجاعة يمكن أنّ يوفّر ما يقارب طنّين من غازات الدفيئة في السنة! وما يقارب 900 شاقل في حساب الكهرباء خاصّتكم[8].

8 http://www.adamteva.org.il/?CategoryID=234&ArticleID=78

مهمّة 8: إيجاد وتحليل معلومات

1. أ. كيف يؤثّر سير حياتكم على الاحتباس الحراريّ؟ أعطوا أمثلة من حياتكم اليوميّة.
   ب. أمامكم إعلان مأخوذ من ملفّ لشركة الكهرباء:
   (https:/www.iec.co.il/HomeClients/DocLib2/tavit_energia.pdf)
   I . اشرحوا جميع مكوّنات الرسم التي تظهر في الإعلان (استعينوا بالمعلومات التي تظهر في المقطع أعلاه)
   II. لماذا بحسب رأيكم توجد لشركة الكهرباء أهميّة في عرض ملفّ كهذا للجمهور؟

2. مكيّف هوائيّ أكثر نجاعة هو اقتصاديّ، لكنّ تبديل المكيّف يتطلّب مبالغ باهظة. كيف يمكنكم إقناع الأشخاص بفعل هذا؟ فكّروا في إمكانيّات مختلفة، من الناحية الشخصيّة ومن ناحية الجمهور (وظيفة الدولة، مثلاً).
3. كمواطنين في الدولة، يمكنكم أيضًا التأثير! تغيير صغير، **لدرجتين فقط** في منظّم درجة الحرارة (تيرموستات) للمكيّف الهوائيّ، يقلّل بشكل كبير إطلاق الـ CO_2 في بيتكم.
   أ. ادخلوا إلى الموقع: http://www.adamteva.org.il/?CategoryID=234&ArticleID=96
   ولخّصوا الطرق التي يمكن استعمالها بشكل حكيم في المكيّف الهوائيّ، وتقليل إطلاق غازات الدفيئة والتّقليل أيضًا من مصروف الكهرباء عندكم.
   ب. أعطوا اقتراح لاستعمال حكيم للمكيّفات الهوائيّة.

بصمة قدم كربونيّة

إنّ أي نشاط عمليّ أو شخصيّ يتطلّب استخدام طاقة بسبب إطلاق كربون. بصمة قدم كربونيّة هي حاصل جمع إطلاقات الكربون التي تحصل عن طريق العمل أو المنظّمة، مدينة، مبنى او بيت، وسائل نقل، أي نشاط أو مُنتج معيّن. أغلب النشاطات التجاريّة تتعلّق بإطلاق الكربون. عند احتِساب بصمة القدم الكربونيّة يجب الأخذ بالحسبان إطلاق الكربون لفترة حياة المُنتج، ابتداء من المادّة الخام وفيما بعد – في الإنتاج، في التعبئة، في النقل، في التسويق، في استعمال المُنتج. وفي نهاية الأمر، أيضًا في تحليل المُنتج. حاصل جمع كلّ إطلاقات الكربون تُسمّى "بصمة قدم كربونيّة" (لهذا المحلّ، المنظّمة، الشيء أو المُنتج).

عند قياس بصمة القدم الكربونيّة يُؤخذُ بالحسبان إطلاق ستّة غازات دفيئة: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، ميثان (CH_4)، وأربعة غازات إضافيّة[9].

يزيد حساب بصمة القدم الكربونيّة من الوعي إلى كمّيّة إطلاق الكربون، وهكذا يمكن تنفيذ تغييرات معلومة حتّى يتمّ تقليل محصلة إطلاقات الكربون. أصحاب أعمال عديدون يفهمون اليوم أنّ عليهم تقليل إطلاق الكربون لأعمالهم.

9 تفصيل في الموقع:
http://www.carbontrust.co.uk/cut-carbon-reduce-costs/calculate/carbon- footprinting/pages/carbon-footprinting.aspx

عندما يتمّ تمييز قنوات الإطلاق في العمل، يجب العمل على خطوات للتقليل من الإطلاق.
التقليل من إطلاق الكربون من الممكن أن يقلّل من تكاليف الإنتاج (مثلاً، في أقطاب الانتقال لطريقة إنتاج أخرى واقتصاديّة أكثر في إطلاق الكربون)، ومن الممكن أنّ تكوّن تغييرًا في الصورة لشركة تعرض نفسها في ضوء "أخضر" أكثر.
إطلاق الكربون الذي لا يمكن التقليل منه أو استبداله، يستطيع أصحاب الأعمال والشركات تعويضه. تعتمد فكرة التعويض على حساب الإطلاقات، تحديد سعر (حسب مجال أسعار متّفق عليه لطنّ من الكربون) الذي يمكن بذله أو بذل جزء منه في مبادرات (مشاريع) بيئيّة مختلفة. هذه هي الطريقة لتعويض الشركة والبيئة بسبب الضرر البيئيّ الكلّيّ الذي تُسبّبه النشاطات المهنيّة. بلديّة نيو يورك، مثلاً، مسؤولة عن 1% فقط من مجمل بصمة القدم الكربونيّة للولايات المتّحدة، وبصمة الكربون لديها أقلّ بثلث من معدّل مدن الولايات المتّحدة. سبب ذلك هو، من جملة الأسباب، جهاز ممتاز لوسائل النقل العموميّة، التي تُمكّن من التنقّل في المدينة بدون استعمال السيّارة الخاصّة.
العديد من عاداتنا اليوميّة تتعلّق بطريقة معيّنة بإطلاق غازات الدفيئة. هنالك تغييرات عديدة بإمكاننا القيام بها للتقليل من كمّيّة الإطلاق لدينا، وهكذا تقليل أضرار ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة.

مهمّة 9: تحليل معلومات - رسم بيانيّ وإيجاد معلومات

1. أمامكم رسم بيانيّ يصف تركيبة إطلاق ثاني أكسيد الكربون في بيت عاديّ[10].

القيم في الرسم البيانيّ هي طنّ CO_2 في السنة.

أ. ما هي الاستعمالات الثلاثة في العائلة التي تُسبّب معظم إطلاق من CO_2 ؟

ب. حضّروا جدولاً وسجّلوا في أحد الأعمدة، كلّ واحد من الاستعمالات التي تساهم في إطلاق CO_2 من البيت التي تظهر في الرسم البيانيّ (ما عدا المتغيّرات) التي تساهم في الإطلاق البيتيّ لـ CO_2. وفي العمود الثاني، سجّلوا كيف يُساهم كلّ واحد من الاستعمالات للإطلاق؟

10 يتطرّق "البيت في انجلترا": http://www.censa.org.uk/docs/ISA-UK_Report_07-01_carbon_footprint.pdf

2. احسبوا، كم يمكنكم التأثير والتقليل من إطلاق غازات الدفيئة عن طريق تغيير القليل من النشاطات اليوميّة. الفعاليّة التالية سوف تساعدكم في ذلك.

أمامكم سلسلة من أسئلة وإجابات ممكنة لكلّ سؤال مع نقاط ملائمة.

أ. أشيروا لأنّفسكم في دفتركم الإجابة الملائمة لكلّ سؤال من الأسئلة، وفي النهاية اجمعوا النقاط (التي تظهر في العمود الأيسر لكلّ سؤال)[11].

1. كيف تصلون إلى المدرسة؟

مشيًا	0
على الدراجة	0
سفرًا بالباص العموميّ	1
في القطار	1
سفرًا بواسطة باص الطلّاب	2
في الدراجة الهوائيّة	2
في السيّارة العائليّة	3

2. كيف يصل والداكم إلى العمل؟

مشيًا	0
على الدراجة	0
سفرًا بالباص العموميّ	1
في القطار	1
سفرًا بواسطة باص الطلّاب	2
في الدراجة الهوائيّة	2
في السيّارة العائليّة	3

3. كم مرّة في الأسبوع تأكلون وجبات سريعة؟

ولا مرّة	0
مرّة في الأسبوع	1
مرّتين في الأسبوع	2

4. هل يوجد عشب في ساحة بيتكم؟

كلا	0
نعم	3

5. بأيّ انتظام تشربون المشروبات الخفيفة أو الغازيّة (مثل: الكولا، سبرايت..)؟

لا أشرب بتاتًا	0
علبة أو قنينة في الأسبوع	0
علبة أو قنينة في اليوم	1
علبتين أو قنينتين في اليوم	1
3 علب أو 3 قنانيّ في اليوم	2
أكثر من 3 علب أو 3 قنانيّ في اليوم	2

6. كم مرّة تُشغّل عائلتك الغسّالة في الأسبوع؟

1 – 2	1
3 – 4	2
4 مرّات وأكثر	3

7. كيف تجفّفون الغسيل؟

نقوم بنشره في الخارج أو في البيت	0
نستعمل مجفّف غسيل	2

8. هل تحافظون على إطفاء الأضواء عند خروجكم من الغرفة؟

دائمًا	0
أحيانًا	2
كلاّ	3

9. أيّ أنواع من المصابيح تستعملون في بيتكم؟

فلوريسانت /LP	0
ضوء ساطع	2

10. كيف تأكلون وجبة الغذاء في المدرسة؟

مخزونة في كيس متعدّد الاستعمال	0
مخزونة في كيس بلاستيك	2
مخزونة في أوعية أحاديّة الاستعمال	3

11. كيف تحملون / تحمل عائلاتكم المشتريات من الحانوت؟

في كيس متعدّد الاستعمال نحضره من البيت	0
في كيس ورق	1
في كيس بلاستيك أحاديّ الاستعمال	3

☒ إذا حصلتم على 5 نقاط – أعطوا لنفسكم جائزة لأنّكم أصدقاء البيئة!

☒ إذا حصلتم على 6 – 12 – عليكم التفكير، كيف يمكنكم تغيير جزء من نشاطاتكم اليوميّة حتّى تستطيعون تقليل تأثيركم على إطلاق غازات الدفيئة للهواء.

☒ إذا حصلتم على أكثر من 12 نقطة – ابدأوا بالتفكير بطريقة "خضراء"! غيّروا نشاطاتكم اليوميّة حتّى تقلّلوا من تأثيركم على إطلاق غازات الدفيئة للهواء.

11 جزء من الاستمارة بالاعتماد على الموقع: http://calc.zerofootprint.net/youth/iEarn

ب. I. تطرّقوا إلى كلّ واحد من بنود الاستمارة، واشرحوا كيف يساهم نشاط من الأسئلة في إطلاق غازات الدفيئة.

II. أيّ نشاطات سوف توافقون على تغييرها في حياتكم اليوميّة. في قيامكم بهذا، بكم سوف تقلّلون من مُجمل النقاط التي جمعتموها في الاستمارة؟ قارنوا مع أصدقائكم.

III. في الملحق، يمكنكم إيجاد قائمة "توصيات" تساعدكم على تقليل بصمة قدمكم الكربونيّة.

3. ادخلوا إلى الموقع: http://www.actcool.org.il/?CategoryID=234. بإمكانكم إيجاد كم هائل من النصّائح التي تساعدكم في فهم كيف يمكن تقليل كمّيّة الإطلاق الخاصّة بكم، وأيضًا للتأثير على: البيت، مكان العمل وفي كلّ مكان آخر تتواجدون فيه. توجد في الموقع نشاطات ممكنة لتقليل إطلاق الكربون (انتبهوا لوجود أكثر من صفحة واحدة لطرق العمل). اضغطوا على الروابط المختلفة للحصول على معلومات أكثر بالنسبة لنفس طريقة العمل، مثال: عند الضغط على الرابط "لا للكؤوس أحادية الاستعمال!" نحصل على معلومات بالنسبة للكؤوس الأحادية الاستعمال، على الضرر الذي تسبّبه وعلى نصّائح لتقليل استعمالها. ابنوا جدولاً تسجّلون فيه في أحد الأعمدة طرق الفعاليّة التي بإمكانكم تبنّيها حالاً، في عمود آخر نشاطات يصعب عليكم تنفيذها في هذه المرحلة واشرحوا لماذا.

ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضيّة: أن نعمل أو لا نعمل

ما زال يوجد بين العلماء تردّد يتعلّق بالسؤال الحاسم: هل، إذًا، علينا أن نقلّل من الاحتباس الحراريّ، وهل يمكن القيام بهذا عن طريق تقليل إطلاق ثاني أكسيد الكربون؟

بحسب أحد السيناريوهات[12]، بكبح ذاتيّ لإطلاق الغازات سوف نؤدّي إلى ضرر في التقدّم والقدرة على الإنتاج، إلى رفع أسعار الوقود وإلى صرف الملايين في تطوير مصادر طاقة بديلة ونظيفة. وهكذا، بعد مرور عشرات السنين سوف يتّضح أنّنا أخطأنا، وأنّ كلّ المجهود كان سُدًى لأنّه لا يوجد احتباس حراريّ، أو أكثر من هذا – أنّه يوجد ارتفاع في درجة الحرارة، لكنّه مستمرّ بشكل كامل بالرغم من جهودنا الكبيرة، بسبب أنّ مصدره في الشمس والطبيعة.

بحسب سيناريو آخر، استمررنا في حرق الوقود بدون بحث الموضوع، وبمرور عشرات السنين سوف يتّضحُ لنا أنّنا قد أخطأنا بشكل كبير. ارتفعت درجة حرارة الكرة الأرضيّة، الجليد قد انصّهر، مستوى سطح الماء قد ارتفع، مدن البحر قد غـُمِرت، الزراعة أصيبت بقحط، تفشّى الجوع في أجزاء كبيرة في العالَم، وتيرة العواصف ارتفعت وشدّتها ازدادت، وآلاف الأصناف من الكائنات الحيّة والنباتات في الطبيعة قد انقرضت. زد على ذلك: عندها فقط سوف نفهم أنّه كان بإمكاننا تقليل كلّ هذه الظواهر لو فقط تصرفّنا بتوجّه مختلف منذ البداية.

مهمّة 10: فعاليّة في مجموعة – لعبة الأدوار

توزّعوا فيما بينكم: جزء من أفراد المجموعة يمثّلون السيناريو الأوّل المعروض في القطعة، وجزء يمثّلون السيناريو الثاني. اقترحوا تعليلات مؤيّدين أو معارضين كلاً من الإمكانيّات.هل توصلتم إلى قرار مُتّفق عليه في نهاية الفعاليّة؟ ما هو؟

12 بالاعتماد على المقال: http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3477201,00.html

أوّل أكسيد الكربون

إنّ أوّل أكسيد الكربون أحد الغازات في الغلاف الجوّيّ. كمّيّات قليلة منه تطلق للجوّ بشكل طبيعيّ عن طريق النباتات وأيضًا نتيجة لأكسدة **طبيعيّة** للميثان (CH4) حسب التفاعل التالي:

$$2CH_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

لكنّ الكمّيّة الكبيرة لـ- CO الموجود في الهواء تنطلق من نشاطات الإنسان.

نشاطات الإنسان تشمل: حرق الأشجار بهدف التدفئة، حرق الوقود بالمواصلات، عمليّات صناعيّة، حرق النفايات وغيرها. عندما يحدث الاحتراق في شروط يتوفّر فيها فائض من الأكسجين، يكون الاحتراق كاملاً والنواتج هي ماء وثاني أكسيد الكربون. وعندما يحدث الاحتراق في شروط نقص من الأكسجين، يكون الاحتراق جزئيًّا، والنواتج هي ماء وأوّل أكسيد الكربون(CO) أو فحم (C).

مهمّة 11: تحليل معلومات

1. المصدر الرّئيسيّ لإطلاق أوّل أكسيد الكربون هو وسائل النقل. اشرحوا كيف تؤدّي إلى إطلاقه؟
2. خمّنوا لماذا يوجد للصناعة، التي تُعتبر ملوّثًا مركزيًّا، مساهمة قليلة مقارنةً بوسائل النقل في إطلاق CO؟
3. الكمّيّة الكلّيّة من CO، المنطلقة من مصادر طبيعيّة، قريبة لكمّيّة الـ- CO المنطلقة من نشاط الإنسان. بالرغم من هذا، الـ- CO المنطلق من نشاط الإنسان هو الأخطر لصحّة الإنسان. ما هو السبب لذلك حسب رأيكم؟
4. أمامكم معلومات عن التأثيرات الصحّيّة لوجود أوّل أكسيد الكربون (CO) في الهواء:

يتمّ استيعاب أوّل أكسيد الكربون في الجسم عن طريق الرئتين ويُمتصّ بالدم. يرتبط بالهيموغلوبين الموجود بكريّات الدم الحمراء والارتباط غير منعكس. الهيموغلوبين في الدم، يوصل الأوكسجين إلى خلايا الجسم. عندما يدخل أوّل أكسيد الكربون إلى الدم، يتنافس هذا الغاز مع الأكسجين على الارتباط بالهيموغلوبين، ونتيجة لذلك ترتبط كمّيّة أقلّ من الأكسجين للهيموغلوبين.

النتائج الصحّيّة لهذه الظاهرة هي: خلل بالرّؤية، آلام بالرأس، غثيان، دوران وإغماء. وعندما يكون التعرّض لفترات زمنيّة طويلة، ممكن أن يؤدّيّ للوفاة. التعرّض لـ CO ممكن أنْ يؤدّي لأمراض قلب وأمراض دم. إذ أنّ نقص الأوكسجين للقلب، الذي يتعلّق نشاطه الصحيح بالأكسجين، يزيد من وتيرة النوبات القلبيّة.

أ. من المعلوم أنّ **دخّان السجائر** يحتوي على كمّيّة كبيرة من أوّل أكسيد الكربون. ونسبة كبيرة منه يُمتصّ بدم الإنسان المدخّن. بالاعتماد على القطعة التي قرأتموها، حاولوا التفسير، لماذا نسبة المدخّنين الذين يعانون من أمراض القلب أكثر بكثير من نسبة غير المدخّنين؟

ب. المحوّل المحفّز الموجود في جميع وسائل النقل الحديثة في البلاد (انظروا إلى التفصيل في فصل أكاسيد النيتروجين) يُعتبر حلاً تكنولوجيًّا لمشكلة الـ CO المنطلق من السيّارات خلال احتراق الوقود في المحرّك. المحوّل المحفّز يحوّل الـ CO إلى CO_2، وهكذا يمنع إطلاق الـ CO إلى الهواء ويقلّل من تأثيره الصحّيّ الخطير. هنالك من يرى في هذا الحلّ إنتاجًا لمشكلة جديدة. هل تستطيعون أن تخمّنوا ما هي؟

5. في السنوات الأخيرة، حدث انخفاض في تركيز إطلاق أوّل أكسيد الكربون نتيجةً لتحسين جهاز الاحتراق في محرّكات وسائل النقل وفي استعمال المحوّل المحفّز. على الرغم من ذلك لا زالت توجد خطورة صحّيّة نتيجة للتعرّض لتركيز مرتفع لأوّل أكسيد الكربون.

أشيروا بالنسبة لكلّ بند من البنود التالية أين سيكون خطر أكبر للإنسان من استنشاق CO ولماذا؟

أ. في تلّ أبيب أم في ديمونا؟

ب. في شارع رئيسيّ في تلّ-أبيب أم في شارع فرعيّ؟

ج. في موقف سيّارات تحت الأرض أم في موقف سيّارات مفتوح؟

د. في ساعات اختناق سير أم في ساعات حركة السير فيها عاديّة؟

هـ بمحاذاة سيّاره جديدة في أثناء سيرها أم بمحاذاة سيّارة قديمة في أثناء سيرها؟

مهمّة تلخيص – تنظيم وعرض معلومات

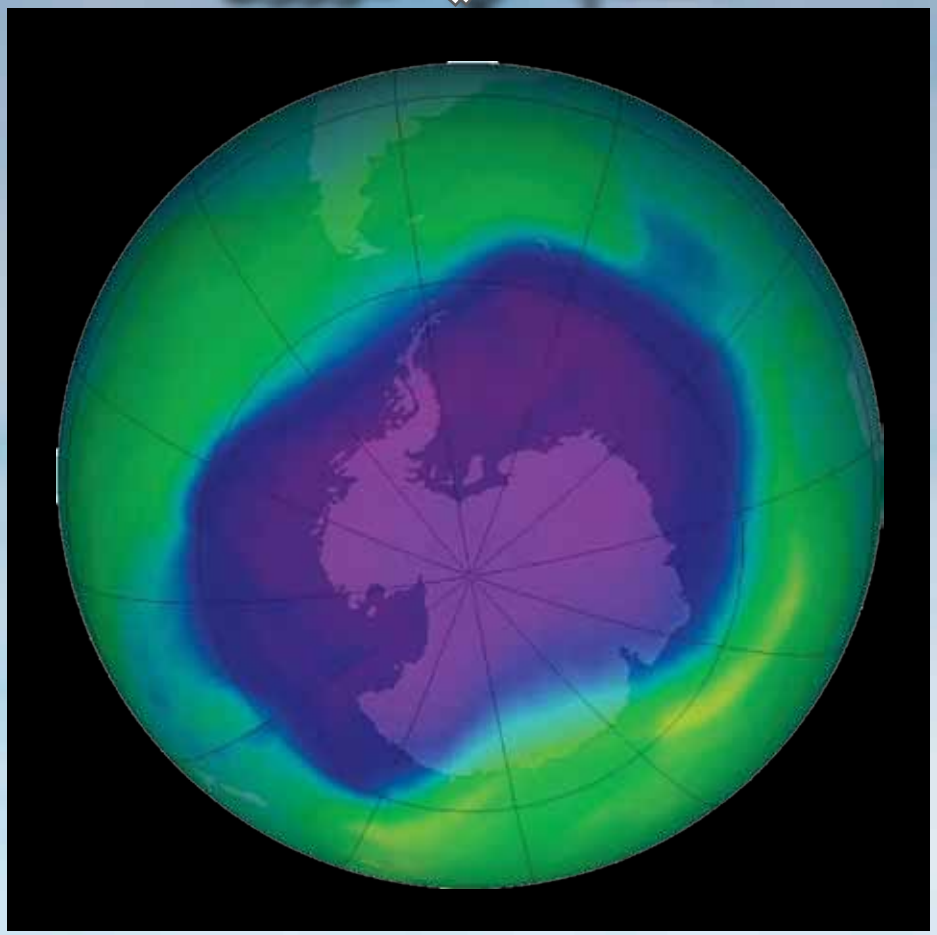
حضِّروا تلخيصًا للفصل بواسطة شرائح عرض، إعلان (بوستر) أو لعبة تعليميّة. تطرّقوا بالأساس إلى المواضيع التالية:

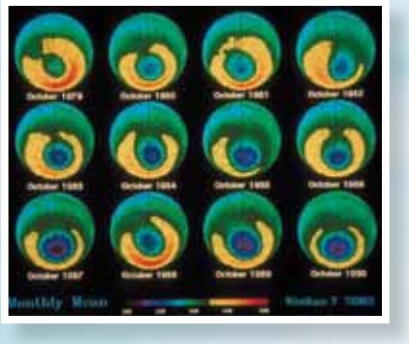
- الاحتباس الحراريّ – الظاهرة، الأسباب والتوحّهات، التعامل مع المشكلة من جهة عالميّة، محلّيّة (إسرائيل) وشخصيّة.
- دورة الكربون في الطبيعة ومعناه لظاهرة الاحتباس الحراريّ.
- بصمة القدم الكربونيّة.
- مشكلة إطلاق CO.

يجب إضافة معلومات محتلنة غير المعلومات الموجودة في الفصل. من المفضّل الاستعانة بموقع مكتب حماية البيئة، موقع جمعيّة مدن حيفا وموقع جمعيّة الإنسان الطبيعة والقانون.

توصية: في موقع http://www.sustainability.org.il/home/energy-tips يوجد العديد من النصّائح للتوفير بالطاقة. تطرّقوا في تلخيصكم إلى المعلومات من هذا الموقع. مثال: نصّائح وإرشادات مهنيّة لاستهلاك حكيم للأجهزة الكهربائيّة البيتيّة (إضاءة، تسخين الماء، الطبخ، الخبز وغيرها).

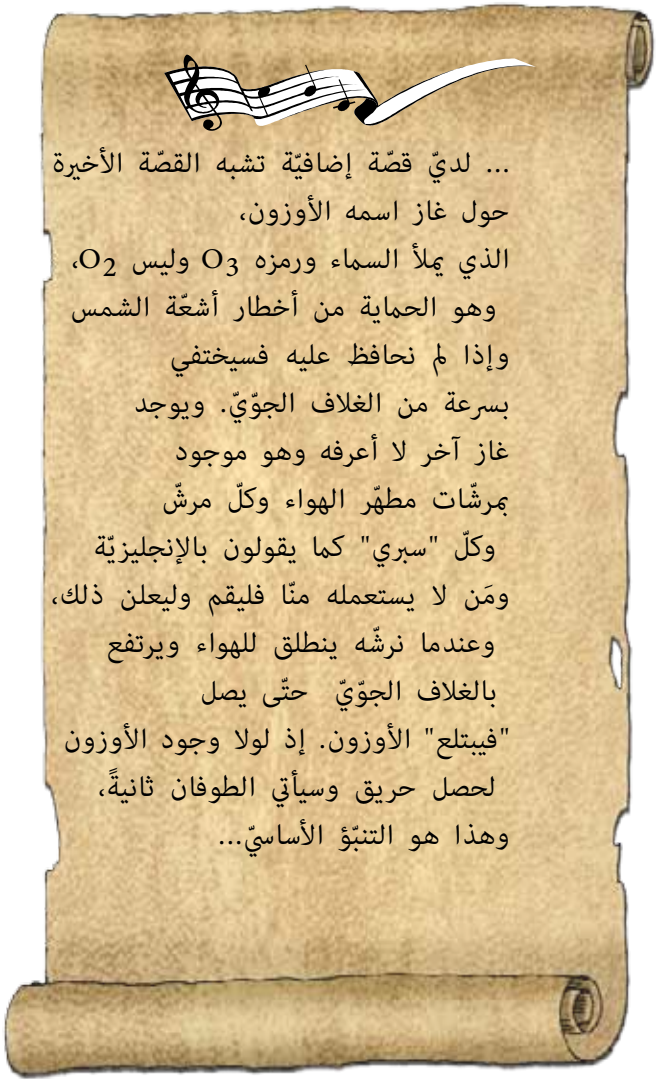
"الثقب" في الأوزون





مهمّة 1: تحليل معلومات

أمامكم مقطع من أغنية אריאל זילבר "رقصة الأوزون":



... لديّ قصّة إضافيّة تشبه القصّة الأخيرة
حول غاز اسمه الأوزون،
الذي يملأ السماء ورمزه O_3 وليس O_2،
وهو الحماية من أخطار أشعّة الشمس
وإذا لم نحافظ عليه فسيختفي
بسرعة من الغلاف الجوّيّ. ويوجد
غاز آخر لا أعرفه وهو موجود
بمرشّات مطهّر الهواء وكلّ مرشّ
وكلّ "سبري" كما يقولون بالإنجليزيّة
ومَن لا يستعمله منّا فليقم وليعلن ذلك،
وعندما نرشّه ينطلق للهواء ويرتفع
بالغلاف الجوّيّ حتّى يصل
"فيبتلع" الأوزون. إذ لولا وجود الأوزون
لحصل حريق وسيأتي الطوفان ثانيةً،
وهذا هو التنبّؤ الأساسيّ...

1. أشيروا إلى الكلّمات أو الجمل المتعلّقة بصفات أو بنشاط الأوزون.
2. ما هي المشكلة المعروضة في الأغنية؟
3. هل المشكلة المعروضة في الأغنية هي مشكلة محلّيّة أم عالميّة؟ علّلوا.
4. ما هي وظيفة الأوزون بحسب الأغنية؟
5. صوغوا سؤالين على الأقلّ ينبعان من نصّ الأغنية. **سؤالاً واحدًا** إجابته موجودة بالأغنية **وآخر** يثير التفكير وإجابته ليست واحدة ووحيدة. حاولوا الإجابة عن السؤالين.

عندما يحدث تفريغ كهربائيّ في الهواء، مثل البرق، تطرأ تغيّرات على غاز الأكسجين. من الأكسجين، الذي هو غاز لا رائحة له، ينتج غاز الأوزون ذي الرائحة الحادّة. درجة حرارة غليان الأوزون مرتفعة مقارنة بدرجة حرارة غليان الأكسجين وكذلك كثافة الأوزون أعلى من كثافة الأكسجين.

جزيء الأوزون غير ثابت وهو يميل للتحلّل حسب التفاعل التالي:

$$O_{3(g)} \rightarrow O_{2(g)} + O_{(g)}$$

الأكسجين الذّرّيّ $O_{(g)}$ هو الذي يكسب الأوزون نشاطه الكثير، لذلك يُعتبر الأوزون مؤكسدًا قويًّا. إنّ ذرّة الأكسجين هذه فعالة جدًّا خاصّةً مع الموادّ العضويّة، مثل: خلايا نباتات وحيوانات وهكذا تُسبّب الضرر لها. لهذا السبب، يضرّ الأوزون بجهاز التنفّس، ولكنّه بالمقابل له قدرة عالية على التعقيم ولذلك يستعمل كمادّة معقّمة لمياه الشرب ولإبعاد الروائح الكريهة.

ينتج الأوزون في الغلاف الجوّيّ أيضًا عندما يوجد تركيز مرتفع من الملوّثات، مثل: أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات، التي تُنتج **الضبخن الفوتوكيميائيّ** بتأثير أشعّة الشمس. وهذا الضبخن يحتوي على موادّ مؤكسدة ومن ضمنها الأوزون. هذا الأوزون الناتج من الضبخن يسمّى "الأوزون السيّء" بسبب وجوده في طبقة الغلاف الجوّيّ المنخفضة والتي نتنفّس فيها، من هنا تأثيره السيّء على جهاز التنفّس. وبالمقابل، توجد أهميّة كبيرة للأوزون في الطبقات العليا للغلاف الجوّيّ، هناك هو بمثابة طبقة التي تمتصّ الأشعّة فوق البنفسجيّة (U.V) ، وهكذا يحمي الكائنات الحيّة على سطح الكرة الأرضيّة. نتيجة لذلك، فإنّ الأوزون الموجود في هذه الطبقات يُسمّى **"الأوزون الجيّد"**. ولو وصلتنا الأشعّة بكامل قوّتها، لكانت تؤدّي إلى حروق صعبة في الجلد، مرض السرطان، هدم الخلايا الحيّة وإلى الموت.

مهمّة 2: تحليل معلومات

1. لخّصوا صفات الأوزون في جدول. تطرّقوا إلى الصفات التي تفيد الكائنات الحيّة والصفات التي تضرّ الكائنات الحيّة.
2. كيف يمكن أنّ يكون غاز الأوزون خطرًا للإنسان من ناحية، ويحافظ عليه من ناحية أخرى؟ اشرحوا
3. أمامكم رسم كاريكاتوريّ نُشِرَ في الصحافة:

أ. ماذا يصف الرسم؟

ب. ما هي العلاقة بين فحوى الرسم الكاريكاتوريّ وبين مشكلة الأوزون؟

ج. ما هي مساهمة وسائل الاتّصال في حلّ مشكلة من هذا النوع؟ اشرحوا وأبدوا رأيكم.

د. اكتبوا جملة للنشر في الصحافة، هدفها عرض مشكلة الأوزون.

تؤدّي أشعّة الشمس القويّة (أشعّة UV) إلى **التفاعلات فوتوكيميائيّة** وإطلاق أكسجين ذرّيّ (ذرّة أكسجين غير مرتبطة بمركّب كيميائيّ) مثال:

$$O_{2(g)} \xrightarrow{\text{ضوء}} O_{(g)} + O_{(g)}$$

يتفاعل الأكسجين الذرّيّ مع جزيء إضافيّ من الأكسجين ويَنْتُج أوزون حسب التفاعل التالي:

$$O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow O_{3(g)}$$

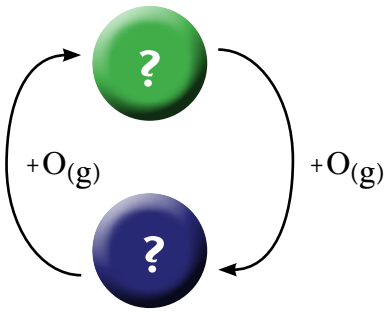
يتفاعل الأوزون الناتج مع أوكسجين ذرّيّ ويتحلّل حسب التفاعل التالي:

$$O_{3(g)} + O_{(g)} \rightarrow 2O_{2(g)}$$

هكذا تنشأ عمليّاً دورة تكوين وتحليل للأوزون.

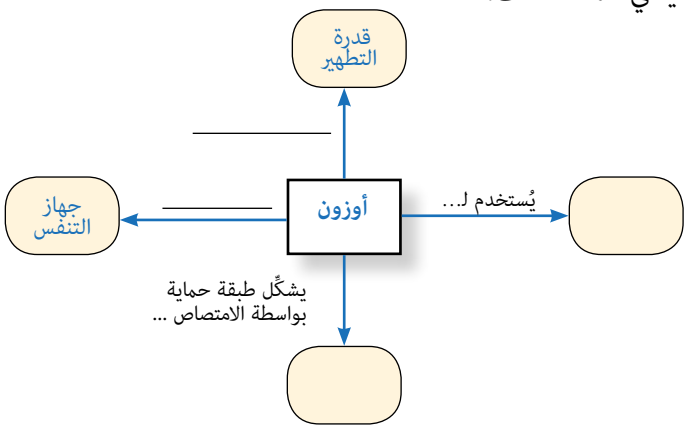
تفاعلات تكوين وتحليل الأوزون هي أمثلة **لتفاعلات انعكاسيّة**، المناقض أحدها للآخر. هذه التفاعلات تحدث في نفس الوقت ولذلك نحصل على حالة توازن نسمّيها - **حالة توازن ديناميكيّ**.

مهمّة 3: تحليل معلومات



1. أكملوا الدورة التالية التي تصف تكوين وتحليل الأوزون في طبقة الستراتوسفيرا (استعينوا بالتفاعلات المعطاة في القطعة أعلاه).
2. هل من المعقول أنّه في الحالة الطبيعيّة (بدون تدخّل خارجيّ) تركيز الأوزون في الستراتوسفيرا يأخذ بالازدياد؟ علّلوا.
3. أمامكم رسم تخطيطيّ لمصطلحات تلخّص المعلومات التي تعلّمتموها عن الأوزون، حتّى الآن. في قسم من الرسم التخطيطيّ تنقص بعض المصطلحات، وفي قسم آخر تنقص بعض الكلّمات التي تربط بين المصطلحات.

أكملوا الرسم التخطيطيّ للمصطلحات.

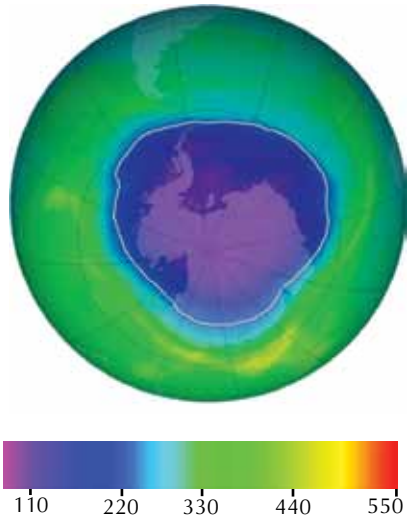


علماء المنظّمة الأمريكيّة للأوكينوغرافيا والغلاف الجوّيّ (NOAA) يرصدون طبقة الأوزون منذ عام 1962 واكتشفوا على مدى سنوات أنّ طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبيّ تقلّ.

توجد طبقة جزيئات الأوزون في الغلاف الجوّيّ في ارتفاع ما بين 10 – 40 كم فوق سطح الأرض. تمّ اكتشاف ظاهرة النضوب في طبقة الأوزون، والتي تسمّى "ثقب" الأوزون، في بداية سنوات الثمانين للقرن العشرين فوق أنتاركتيكا. في أعقاب قياسات سنويّة وصور عن طريق القمر الاصطناعيّ لطبقة الأوزون في المنطقة، وُجِدَ أنّه في بداية الربيع (في الأشهر آب حتّى تشرين الأوّل)، في نصف الكرة الجنوبيّ، تقلّ طبقة الأوزون بشكل كبير ومن ثمّ ترتفع من جديد، لكنّها لا ترجع إلى المستوى السابق. حتّى عام 1979 لم تنخفض طبقة الأوزون فوق أنتاراكتيكا عن الـ - 220 دوبسون[13]. في السنوات التالية، تمّت متابعة طبقة الأوزون، والمناطق التي تكون فيها الطبقة أقلّ من هذه القيمة، تُعتبر بمثابة "ثقب" في طبقة الأوزون.

في الرسم التخطيطيّ الذي أمامكم عرض محاكاة للكرة الأرضيّة ولطبقة الأوزون فوقها، حسب ما تمّ قياسه في تشرين الأوّل عام 2004 في منطقة القطب الجنوبيّ. اللون الأزرق يـُشير إلى طبقة أوزون أقلّ من – 220 دوبسون، والتي تـُعتبر "الثقب" في طبقة الأوزون، اللون الأخضر يـُشير إلى طبقة أوزون طبيعيّة.

تشخيص الكرة الأرضيّة (تمّ قياسه في شهر أكتوبر 2004)في منطقة القطب الجنوبيّ



أظهرت القياسات التي تمّ تنفيذها منذ عام 1985 بواسطة القمر الاصطناعيّ أنّ "ثقب" الأوزون يزداد وعلى أجزاء من أنتاراكتيكا، قارة الجليد الجنوبيّة، انخفضت نسبة الأوزون في الغلاف الجوّيّ تحت الـ 30% من مستواه الطبيعيّ.

ذكر علماء ناسا، أنّ "الثقب" في تشرين الأوّل عام 2006 وصل إلى ذروته من ناحية مساحة وعمق. فوق شرق أنتاراكتيكا قيست طبقة الأوزون وكانت 85 دوبسون فقط. كبر "الثقب" كان 11.4 مليون ملم مربّع (قياس في 9 تشرين أوّل) في حين القياس في الشهر الذي سبقه كان 300 وحدة.

13 دوبسون هي وحدات قياس للأوزون. وحدة دوبسون واحدة هي عدد جزيئات الأوزون المطلوبة لإنتاج 0.01 ملم من طبقة الأوزون في درجة حرارة 0 درجة مئويّة وضغط جوّيّ 1.

مهمّة 4: إيجاد وتحليل معلومات

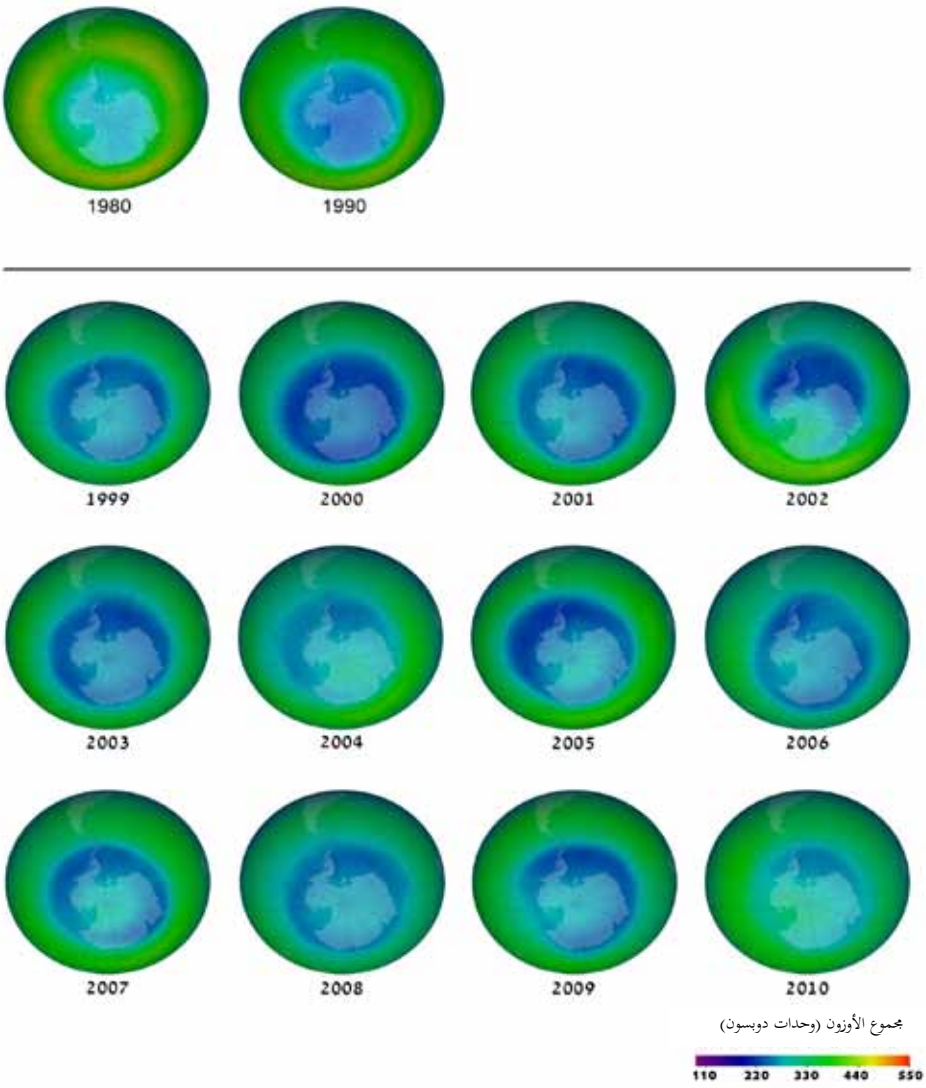
1. صوغوا ثلاثة أسئلة تُثير اهتمامكم في أعقاب قراءة المعلومات التي في النصّ، والتي لا توجد لها إجابة.
2. I. لماذا، بحسب رأيكم، تُسمّى الظاهرة باسم "الثقب" في الأوزون؟

   II. اقترحوا اسمًا إضافيًّا لوصف الظاهرة، واشرحوا اقتراحكم.
3. في موقع ناسا في العنوان: http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/monthly_1999-08.html يمكن إيجاد محاكاة لِـ"ثقب" الأوزون خلال السنوات وأيضًا التغييرات اليوميّة في طبقة الأوزون خلال أشهر الربيع في القطب الجنوبيّ.

   أمامكم رسم تخطيطيّ يعرض "الثقب" في طبقة الأوزون في شهر آب في السنوات: 1980، 1990، 1999 – 2010:

   I. ادخلوا إلى الموقع، وحاولوا أنْ تشاهدوا بطريقة مكبّرة المحاكاة خلال السنوات.

   II. ماذا بإمكانكم أن تتعلّموا بالنسبة للظاهرة خلال العقود الأخيرة؟



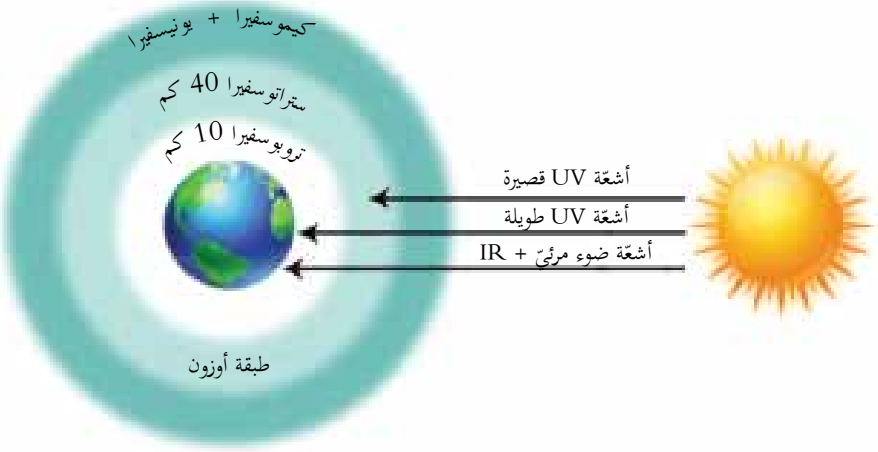
تأثير "الثقب" في الأوزون على حياتنا

إنّ طبقة الأوزون تحمي المخلوقات الموجودة على الكرة الأرضيّة من أضرار تتسبّب بواسطة الأشعّة فوق البنفسجيّة التي مصدرها من الشمس، ومن الممكن أن تسبّب سرطان الجلد ومرض "الكاتاراكت" (إصابة العينين).كائنات حيّة عديدة تعاني من أمراض وتموت نتيجة لأشعّة الشمس المتزايدة. هنالك تخوّف، من أن يؤدّي هذا في نهاية الأمر لانقراض هذه الحيوانات خلال السنين. وفي جبال الألب تلّفت العديد من النباتات النادرة، وفي أحد هذه الجبال انقرض نحو 88 نوعًا من النباتات من أصل 100 نوع موجود هناك.

أحد الأضرار الممكنة للتعرّض للأشعّة فوق البنفسجيّة هو ضرر إصابة المادّة الوراثيّة الموجودة بالخليّة DNA. إصابة كهذه، تدعى **طفرة**، وهي خطرة جدًّا. هذه الطفرة من الممكن أنّ تؤدّي إلى تغيير بصفات الخليّة ومن ثمّ نقل الصفات الجديدة لباقي الخلايا التي تنشأ من هذه الخليّة، عن طريق عمليّة انقسام الخليّة. وإذا حدثت الطفرة بالخلايا التناسليّة (حيوانات منويّة أو بويضة) للنبات أو حتّى للكائن الحيّ، فقد تنتقلّ هذه الطفرة للأحفاد التي تتطوّر منهم. مرض السرطان ناجم عن حدوث طفرة من نوع معيّن في إحدى الخلايا. فبسبب الطفرة تتغيّر صفات الخليّة: ونتيجة لذلك تنقسم الخليّة دون رقابة، وتتمكّن من الابتعاد عن النسيج الأصليّ التابع له وأنّ تتكاثر في أماكن أخرى في الجسم (الانبثاث). فكلّ الخلايا التي تكاثرت من خليّة سرطانيّة تكون سرطانيّة أيضًا.

مهمّة 5: تحليل معلومات – رسم تخطيطيّ

في الرسم التالي هنالك وصف لطبقات الغلاف الجوّيّ الذي يُحيط الكرة الأرضيّة والأشعّة التي تصل إليها. هنالك نوعان أساسيّان من أشعّة UV: أشعّة UV-A (ذات طول موجة طويل) وأشعّة UV-B (ذات طول موجة قصير).



أ. أيّ نوع من أشعّة UV يخترق طبقة الطروفوسفيرا التي نعيش فيها؟

ب. I. أيّ نوع من أشعّة UV "تمتصّه" طبقة الأوزون ولا تخترق التروفوسفيرا؟

يوجد الأوزون في طبقة الستراتوسفيرا، وهو ينتج أيضًا في طبقة التروفوسفيرا نتيجة لتلوّث الهواء (أنظروا فصل أكاسيد النيتروجين)

II. في أيّة طبقة من المفضّل أنّ يكون **تركيز منخفض** للأوزون؟ لماذا؟

III. في أيّة طبقة من المفضّل أنّ يكون **تركيز مرتفع** للأوزون؟ لماذا؟

مهمّة 6: تحليل معلومات

1. لماذا الانخفاض في تركيز الأوزون في الغلاف الجوّيّ من الممكن أن يـُؤديّ إلى إصابات في العينين (مثل: الكتارات) والجلد (مثل: سرطان الجلد)؟
2. أمامكم جمل مبعثرة مأخوذة من مقال.
   - لديه وظيفة مركزيّة في عمليّة التركيب الضوئيّ.
   - في عمليّة التركيب الضوئيّ يتمّ استيعاب طاقة من الشمس.
   - المعروف بكنيته 32KDa-D1.
   - يتمّ استعمال هذه الطاقة.
   - وجدوا أنّ الأشعّة فوق البنفسجيّة تؤدّي إلى هدم الزلال.
   - لعمليّات إنتاج موادّ عضويّة تكوّن النباتات وتـُمكن من وجود الكائنات الحيّة على الكرة الأرضيّة.
   - انخفاض في هذه العمليّة يؤدّي إلى انخفاض بارز في المحاصيل الزراعيّة.

   أ. اكتبوا المقال في ترتيب منطقيّ.

   ب. أعطوا عنوانـًا للمقال.

   ج. ما هو الضرر الذي يتوقّعونه من هدم الزلال 32KDa-D1

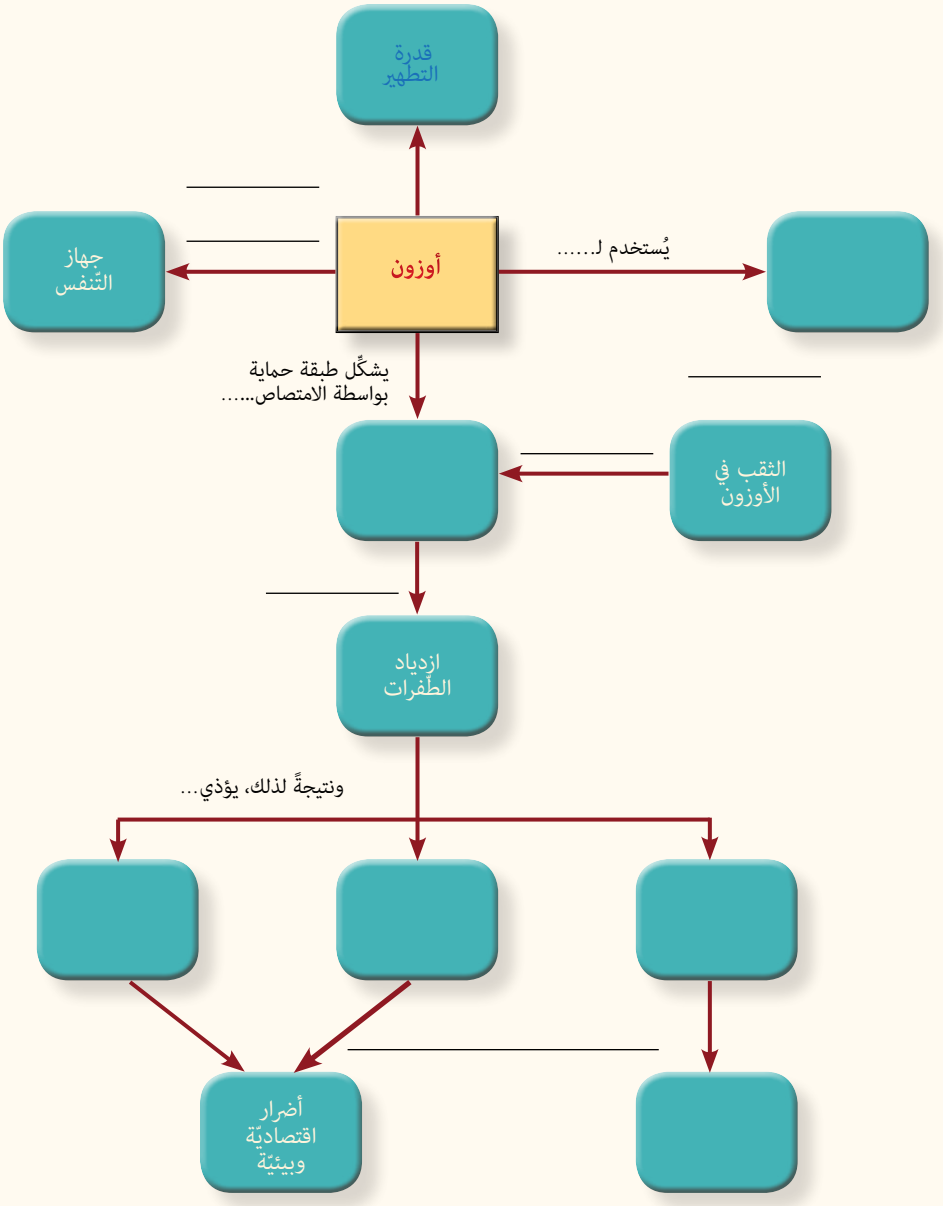
   د. ما هو العامل المشترك لمرض سرطان الجلد لدى الإنسان ومشكلة كسر الزلال في النباتات؟

   هـ. اشرحوا، لماذا يتوقّعون انخفاض في المحاصيل الزراعيّة، وماذا يمكن أنّ تكون أبعاد هذا الانخفاض على حياتنا؟

3. أمامكم توسيع لخارطة مصطلحات موجودة في مهمّة 5. أكملوا المصطلحات الناقصة أو كلمات الربط الناقصة.

المصطلحات الناقصة: إنسان، كائنات حيّة، أشعّة فوق بنفسجيّة، تخفيف الروائح الكريهة، نباتات، سرطان الجلد.

كلمات الربط الناقصّة: ونتيجة لذلك فإنّ .....، يُصيب .....، هو ذي، يتعلّق بظاهرة، التي تؤدّي إلى...، يزيد من اختراق الـ...


قدرة التطهير
جهاز التّنفس
أوزون
يُستخدم لـ.....
يشكّل طبقة حماية بواسطة الامتصاص.....
الثقب في الأوزون
ازدياد الطّفرات
ونتيجةً لذلك، يؤدي...
أضرار اقتصاديّة وبيئيّة

الفريئونات (CFC) واستعمالاتها

الهالوكربونات هي موادّ كيميائيّة اصطناعيّة (صنعها الإنسان)، تحتوي على عنصر الكربون وذرّات هالوجينات مثل: البروم، الكلور أو الفلور.
تسمّى الهالوكربونات التي تحتوي على كلور وفلور كلورو فلورو كربونات (أو باختصار CFC) واسمها التجاريّ "فريئونات".
هذه الموادّ غير مؤثّرة من ناحية كيميائيّة وغير سامّة. وقد تمّ انتاجها للمرّة الأولى في سنة 1923، بهدف استعمالها كموادّ تبريد في أجهزة التبريد. ولكنّ فيما بعد استعملت لأهداف أخرى.
تُستعمل الفريئونات بأوعية الرشّ Spray كغاز دافع يؤدّي إلى انتشار المادّة الموجودة داخل وعاء الرشّ إلى الخارج. بالإضافة إلى ذلك يتمّ استعمال الفريئونات كموادّ مسبّبة للرغوة للموادّ البلاستيكيّة التي تستعمل كموادّ عازلة (الكلّكر)، وتُستعمل أيضًا في تعقيم الأجهزة الطّبّيّة وكمذيبات وموادّ تنظيف في المصانع.
في الجدول التالي معطى بعض الفريئونات واستعمالاتها:

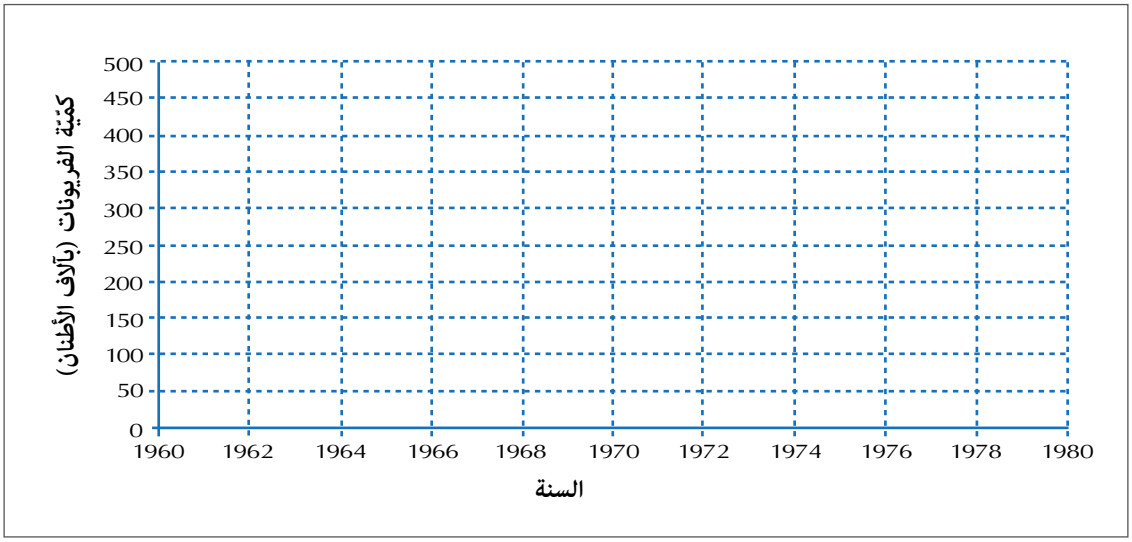
اسم المادّة	الصيغة الكيميائيّة	إستعمالات أساسيّة
CFC11	$CFCl_3$	سائل تبريد بالمكيّفات الهوائيّة والثلّاجات، مرشّات، مذيب، مسبّب رغوة للموادّ البلاستيكيّة
CFC12	CF_2Cl_2	سائل تبريد بالمكيّفات الهوائيّة والثلّاجات، مرشّات، مذيب، مسبّب رغوة للموادّ البلاستيكيّة
CFC13	$C_2Cl_3F_3$	مذيب، سائل تبريد
ميثيل كلوريد	$C_2H_3Cl_3$	مذيب
رابع كلوريد الكربون	CCl_4	مادّة خام لإنتاج CFC
هالون1211	CF_2Cl_2	سائل لإطفاء الحرائق

تُعتبر دول الغرب المُنتج الرّئيسيّ للفريئونات (CFC) على أنّواعها، وخاصّة الولايات المتّحدة.
في الجدول التالي معطيات حول نسبة إنتاج CFC11 وَ CFC12 في الولايات المتّحدة وفي سائر دول العالَم، التي أعلنت عن إنتاجها لمثل هذه الموادّ، في السنوات ما بين 1960 – 1980.

السنة	الولايات المتّحدة (الكمّيّة بآلاف الأطنان)	سائر العالَم (الكمّيّة بآلاف الأطنان)
1960	110	40
1965	170	105
1970	265	225
1975	380	440
1980	195	430

مهمّة 7: تحليل معلومات – جدول ورسم بيانيّ

1. حضِّروا جدولاً لمنتوجات تحتوي على الفريئونات (حسب رأيكم)، والتي تستعملونها في البيت وفي الحياة اليوميّة.
2. انظروا إلى رفّ معطّرات الهواء وسبراي الشعر في السوبر ماركت القريب من بيتكم. هل تحتوي على فريئونات كموادّ ضاغطة؟ تطرّقوا إلى مُـنْـتَـجات معيّنة وشركات مختلفة.
3. ارسموا رسمًا بيانيًّا يصف التغيُّر في إنتاج CFC11 وَ CFC12 خلال السنوات 1960-1980 في الولايات المتّحدة. أرسموا رسمًا إضافيًّا على نفس هيئة المحاور (من المفضّل بلون آخر) لوصف التغيُّر في إنتاج CFC في باقي الدول الأخرى.



أجيبوا عن الأسئلة التالية بناءً على الرسم البيانيّ:

أ. ما هي التغيّرات التي طرأت على كمّيّات CFC المُنتجة في الولايات المتّحدة خلال هذه السنوات؟

ب. هل التغيُّر يشبه التغيُّر في سائر دول العالَم؟

ج. ما هو، حسب رأيكم، السبب الذي أدّى إلى الانخفاض بكمّيّة CFC المستعملة؟

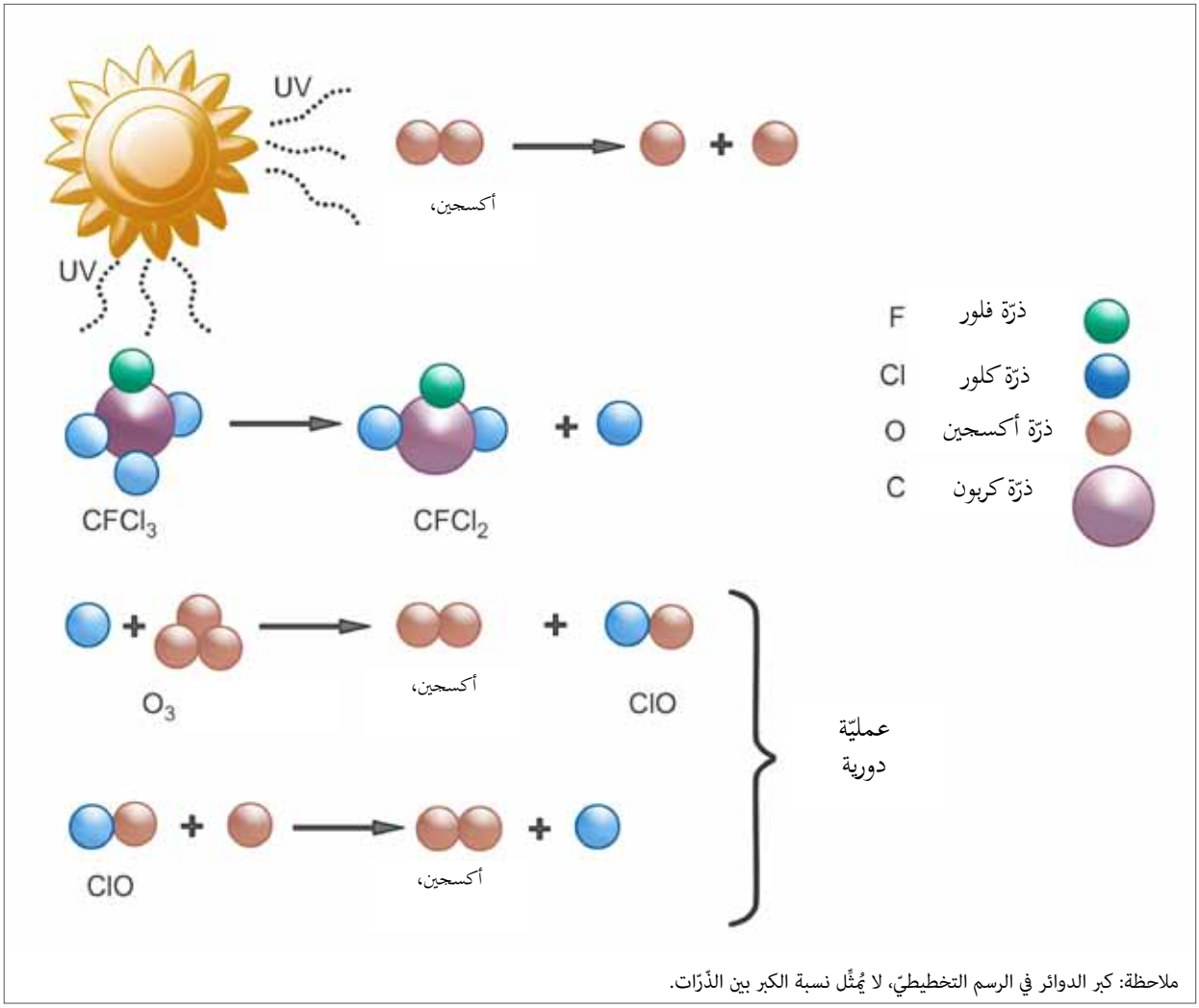
ما هو ضرر استعمال الفريئونات؟

هنالك استعمال واسع للفريئونات، ويعود ذلك لثبات هذه الموادّ من ناحية كيميائيّة وإلى حقيقة كونها موادّ غير سامّة. هذه الموادّ، عند انتشارها في الهواء لا تتفاعل مع الغازات الموجودة فيه ولا تتحلّل. الفريئونات التي تنطلق الآن بإمكانها البقاء في الغلاف الجوّيّ مدّة 50 سنة، بعدها تبدأ هذه الموادّ بالتحلّل.

مع بداية سنوات السبعين وجد الباحثون أنّ جزيئات الـ CFC التي تنطلق للغلاف الجوّيّ، ترتفع حتّى تصل إلى طبقة الستراتوسفيرا (حيث يوجد الأوزون) وهناك يتمّ تحليلها بسبب تعرّضها للأشعّة فوق البنفسجيّة UV ، من خلال إطلاق ذرّة كلور حرة Cl. تُعتبر ذرّة الكلّور فعّالة جدًا من ناحية كيميائيّة، فتتفاعل مع جزيء أوزون O_3 من خلال إنتاج كلور أحاديّ الأكسجين ClO وجزيء أكسجين O_2. النتيجة هي انخفاض طبقة الأوزون، وارتفاع في نسبة الأشعّة فوق البنفسجيّة التي تخترق الكرة الأرضيّة.

في الرسم التخطيطيّ التالي عرض لتفاعل تحليل الأوزون بواسطة الفريئون.

عمليّة تحليل جزيء الأوزون بواسطة جزيء الفريئون



ملاحظة: كبر الدوائر في الرسم التخطيطيّ، لا يُمثّل نسبة الكبر بين الذّرّات.

مهمّة 8: تحليل معلومات وتفكير إبداعيّ

1. استعينوا بالرسم التخطيطيّ الذي يصف تحليل الأوزون، وأكملوا رموز الجزيئات والذّرّات الناقصّة في التفاعلات التالية:

$$O_{2(g)} \xrightarrow{uv} 2___$$

$$CFCl_{3(g)} \xrightarrow{--} ____ + ____$$

$$___ + ___ \longrightarrow ____ + ____$$

$$___ + ___ \longrightarrow ____ + ____$$

2. أيّة ذرّة تُحلّل جزيء الأوزون؟ وما هي نواتج التحليل؟
3. ذرّة واحدة من الكلّور تستطيع أن تُحلّل 100,000 جزيء أوزون. اشرحوا كيف.
4. يستعمل أطبّاء الأسنان مرشًّا يحتوي المادّة دوكلّورو-دوفلورو ميثان (CF_2Cl_2) من أجل فحص حساسيّة الأسنان للبرودة.

أ. كشباب واعين لجودة الطبيعة، كيف كنتم ستعرضون أمام أطبّاء الأسنان المشكلة البيئيّة المتعلّقة باستعمال مثل هذه المادّة؟

ب. أيّة مادّة / موادّ بديلة كنتم ستقترحون على أطبّاء الأسنان استعمالها لفحص حساسيّة السنّ للبرودة بدلاً من الفريئون؟ وما هي حسنات وسيئات كلّ واحدة من الموادّ التي اقترحتموها؟

5. توجد اليوم في الأسواق، مُـنْـتَـجات عديدة تحتوي على بدائل للفريئون. اقترحوا وصمّموا ملصقة / ملصقات تُشير إلى أنّ المُـنْـتَـج لا يحتوي على الفريئون والتي تُفسّر لماذا (من المفضّل) شراؤه.

مواجهة العالَـم لمشكلة "الثقب" في الأوزون - معاهدة مونتريال

في عام 1977 ، ركّز البرنامج البيئيّ للأمم المتّحدة برنامجا لحماية طبقة الأوزون، كشف للجمهور الضرر الناجم لطبقة الأوزون نتيجة لاستعمال موادّ تؤدّي إلى تآكل طبقة الأوزون. في عام 1985 تمّ التوقيع على اتّفاقيّة ڤينا لحماية طبقة الأوزون. تمّت الإشارة في الاتّفاقيّة إلى مسؤولية الدول في الحفاظ على صحّة السكّان والطبيعة في ضوء تضاؤل طبقة الأوزون. أعلنت الجهات المشتركة في الاتّفاقيّة عن استعدادها للمشاركة في أبحاث تتعلّق بالموضوع، وتبادل معلومات بالنسبة لإنتاج وإطلاق الـ CFC وموادّ أخرى تضرّ بطبقة الأوزون.

وضعت هذه الاتّفاقيّة إطارًا عامًّا **لمعاهدة مونتريال**. منذ أن دخلت المعاهدة إلى قيد التنفيذ عام 1989، أضيفت له خمسة تصحيحات حتّى تتمّ لإضافة موادّ خطرة أخرى للقائمة، وإقامة آليّة للمساعدة الماديّة لنقل تكنولوجيات للدول المتطوّرة وإقامة جهاز لتأشير الموادّ للتصدير والاستيراد. وقّعت على معاهدة مونتريال حتّى كانون الأوّل عام 2010، 196 دولة، من ضمنها إسرائيل. الدول التي وقّعت على المعاهدة ملزمة بالنشاطات التالية:

- التعاون بواسطة مشاهدات منهجيّة، أبحاث وتداول معلومات، حتّى يتمّ فهم تأثيرات النشاطات الإنسانيّة على طبقة الأوزون بشكل أفضل، وتقييم التأثيرات النابعة من تغييرات في طبقة الأوزون، على صحّة الإنسان، وعلى الطبيعة.

- تشجيع وسائل تشريعيّة أو إداريّة. التعاون في ملاءمة برامج سياسيّة: تقليل، تحديد أو منع نشاطات إنسانيّة في مجال حكمهم أو سيطرتهم، إذا كان لهذه النشاطات، أو يمكن أنّ يكون لها، تأثيرات سلبيّة مصدرها التغيير، أو الإمكانيّة للتغيير في طبقة الأوزون.
- التعاون في نصّ وسائل، إجراءات ومعايير مُتّفق عليها لتطبيق هذه الاتّفاقيّة، في توجّه لتشجيع المعاهدات وملحقاتها.
- التعاون مع هيئات دوليّة مؤهّلة لتطبيق ناجع للاتّفاقيّة والمعاهدات، التي كانت طرفًا فيها.

لقد حدّدت معاهدة مونتريال، المُلزم قانونيًّا، جدولاً زمنيًّا للتقليل أو التوقّف عن استعمال الموادّ التي تضرّ بطبقة الأوزون. التوقّعات هي أنّ تطبيق المعاهدة حتّى عام 2050 سوف يُعيد مستوى الأوزون لذلك الذي تمّ قياسه حين تمّ تشخيص "الثقب" في الأوزون في سنوات الـ 70 للقرن العشرين.

اليوم، تُعتبر المعاهدة على أنّها قصّة نجاح للتعاون الدوليّ لعلاج مشكلة بيئيّة عالميّة.

مهمّة 9: تحليل معلومات وتفكير انتقاديّ

1. مواجهة مشكلة "الثقب" في الأوزون هي مواجهة عالميّة. اشرحوا، لماذا؟
2. الدول الأولى التي التزمت بإيقاف إنتاج الفريئونات بشكل كلّيّ كانت: الولايات المتّحدة، ألمانيا وإنجلترا. اقترحوا فرضيّات تفسّر، لماذا؟
3. في أعقاب حملة إعلانيّة عالميّة والتوقيع على معاهدة مونتريال، انخفض استعمال الفريئونات في كلّ أنحاء العالَم وخاصّة في الدول المتطوّرة. هذه الخطوة غير كافية لحلّ فوريّ لمشكلة الأوزون. اشرحوا لماذا.
4. التعاون العالَميّ لتقليل استعمال الموادّ التي تضرّ بطبقة الأوزون، قلّل تأثير الإنسان على طبقة الأوزون، ومشاهدات متأخّرة دلّت على أنّ وتيرة اختفاء الأوزون انخفضت في السنوات الأخيرة. لكنّنا لسنا العامل الوحيد الذي يؤثّر على اختفاء طبقة الأوزون. هذه منظومة تتأثّر من عوامل عديدة مثل "عواصف شمسيّة" من الفضاء الخارجيّ وانماط رياح تؤثّر من داخل الكرة الأرضيّة. هل تقلّل هذه الحقيقة أو تزيد من التزام العالَم بوقف استعمال الموادّ التي تضرّ بالأوزون؟ اشرحوا إجابتكم.
5. تُعتبر معاهدة مونتريال كنجاح للتعاون العالَميّ. مواجهة مشكلة الاحتباس الحراريّ تُلزم أيضًا تعاونًا عالميًّا، لكنّ النجاح في هذا المجال أقلّ بكثير. اقترحوا فرضيّات تفسّر، لماذا؟

مهمة 10: بحث حادث

أمامكم أجزاء من مقال نُشر في – Ynet في حزيران 2008.اقرأوا بتمعّن وأشيروا بخطّ، الكلمات أو الجمل المهمة بحسب رأيكم.

قمّة إسرائيليّة في استهلاك المثيل بروميد

مثيل بروميد هو مركّب غازيّ سامّ يُستعمل لتطهير ولتحضير التربة الزراعيّة. تمّ منع استعمال المثيل بروميد في الدول المتطوّرة في معاهدة مونتريال (الذي وقّعت عليها إسرائيل) لأنّه يضر الأوزون.

في اجتماع لجنة الداخلية وحماية الطبيعة في الكنيست في حزيران 2008، عُرض أنّ اسرائيل هي إحدى المنتجات الكبيرة في العالَم للمثيل بروميد وأيضًا مستهلكة كبيرة له. الولايات المتّحدة هي المُنتجة والمستهلكة الرئيسيّة للمثيل بروميد، فتستهلك ما يقارب الـ 3000 طنّ منه سنويًّا، مقابل 600 طنّ في إسرائيل. على الرغم من هذا، الاستهلاك للشخص من المثيل بروميد أكبر بكثير – أكبر بعشرة أضعاف من الولايات المتّحدة. في الدول المتطوّرة من المفروض أن يُستهلَك بكمّيّات أقلّ بكثير. مثال في أستراليا يستعملون طنًّا واحدًا في السنة، في كندا سبعة أطنان في السنة، في دول الاتّحاد الأوروبيّ – 240 طنًّا وفي اليابان 290 طنًّا في السنة.

"الرقم القياسيّ " الإسرائيليّ ينبع غالبًا من الحاجة في تجهيز التربة الزراعيّة القليلة في إسرائيل. هذا، حسب ما قيل في اللجنة، يُلزم تطهير التربة بغاز سامّ قبل استبدال المحاصيل الزراعيّة. وهذا، حتّى يمنع إصابة النباتات ببكتيريا وجراثيم تُميّز المحاصيل التي سبقتها. يتمّ تنفيذ التعقيم بواسطة إدخال الغاز تحت الأكياس البلاستيكيّة، لكنّ جزءًا كبيرًا منه يتبخّر ويضرّ بطبقة الأوزون.

ابتداءً من كانون الثاني 2005، تمّ تحديد استعمال المثيل بروميد لاستعمالات خطيرة فقط: استعمالات لا يوجد لها حتّى الآن بدائل مقبولة (من الناحية التقنيّة، الاقتصاديّة، أو البيئيّة/ الصحّيّة). تقدّم إسرائيل طلباتها لاستعمالات خطيرة في الصناعة والطبّ لفحص اللجنة المختصّة في معاهدة مونتريال. بحسب توقّعات الأطراف المختصّة لوقف استعمال المثيل بروميد في إسرائيل، تمّ تحديد عام 2010 كالعام الأخير لاستعمال المثيل بروميد لاحتياجات حرجة في الطبّ، ولنْ تُقدّم طلبات لاستعمالات خطيرة في الزراعة بعد عام 2011.

تمّ تحضيره بحسب:

http://www.ynet.co.il/articles/1,7340,L-3556781,00.html

http://sviva.gov.il (اليوم العالَميّ للحفاظ على الأوزون الستراتوسفيريّ – 2010/9/16)

1. اكتبوا سؤالين حول المقال الذي قرأتموه – سؤالًا توجد له إجابة في المقال وسؤالًا آخر يُثير بكم الاهتمام، وكنتم معنيّين بالحصول على إجابة له.
2. ما هي المعلومات المعروفة عن المثيل بروميد؟ ابحثوا عن معلومات عامّة ومعلومات كيميائيّة بالنسبة للمثيل بروميد.
3. اقترحوا فرضيّة، لماذا يُنتجون مثيل بروميد في إسرائيل بالذات بكمّيّات كبيرة؟ (إرشاد، فكّروا في الكنوز الطبيعيّة في إسرائيل).

4. اقترحوا ادعاءات تؤيّد وتعارض الاستمرار في إنتاج واستعمال المثيل بروميد في إسرائيل.
5. عند عرض المعلومات على لجنة الكنيست، اتّضح أنّ اللجنة الدوليّة المختصّة في معاهدة مونتريال لم تُحدّد حتّى الآن أهدافًا عالميّة لتقليل استعمال المثيل بروميد. نتيجة لهذا اقتُرِحَ ادّعاء بأنّه إن لم تحدّد اللجنة مجالات وجدولاً زمنيًّا لتقليل استهلاك المثيل بروميد، عندئذٍ فإنّ "الجهد الدوليّ لتقلّيل استهلاك الغاز سوف يذهب سدىً، وسوف يستمرّ "الثقب" في الأوزون في التوسّع.
أبدوا رأيكم بالنسبة لهذا الادّعاء وعلّلوا.

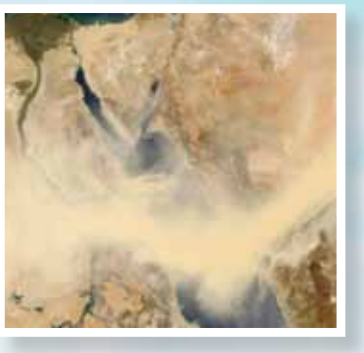
مهمّه تلّخيصيّة – تنظيم وعرض معلومات

حضِّروا تلخيصًا للفصل بواسطة شرائح، إعلان (بوستر) أو لعبة تعليميّة. تطرّقوا بالأساس إلى المواضيع التالية:
ظاهرة "الثقب" في الأوزون بما يتضمّن إنتاج وتحليل الأوزون في الطبيعة.

- الموادّ التي تضرّ بالأوزون
- المواجهة العالَميّة للظاهرة والطرق لتقليلها.

يجب إضافة معلومات محتلنة أكثر ممّا يوجد في الفصل. من المفضّل استعمال المواقع المرفقة في الفصل.

تلخيص -
مصادر، الأرصاد الجوّيّة وأضرار تلوّث الهواء على صحّة الإنسان



مصادر طبيعيّة لتلوّث الهواء

1) البراكين الفعّالة تطلق غازات ملوّثة، مثل: H_2S ، SO_2 ، CH_4، كذلك تُطلق جُسَيْمات وغبارًا تبقى في الهواء لفترة طويلة وتتوزّع على مسافات كبيرة.
2) حرائق كبيرة في الغابات تُعتبر مضارّ سببها مصدر طبيعيّ للملوّثات، على الرغم أنّ مسبّبها قد يكون الإنسان. تؤدّي الحرائق إلى تلوّث كبير بسبب إطلاق دخان، هيدروكربونات، ثاني أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين ورماد.
3) عواصف غبار، تؤدّي لارتفاع جُسَيْمات وغبار إلى الهواء وانتشارها إلى مسافات بعيدة ممّا يؤدّي إلى الحدّ من الرؤية، وينجم عن ذلك حوادث خطيرة، إعاقة للطيران إلخ....
4) تُطلق المحيطات رذاذا للطبيعة على شكل حبيبات أملاح والمسبّبة لصدأ المعادن والألوان. كذلك فإنّ حركة الأمواج الدائمة على الصخور تؤدّي الى تفتيتها إلى رمل ولانتشار هذا الرمل في الهواء. كذلك الأمر بالنسبة للأصداف التي تُجرف إلى الشاطئ تتفتّت من نشاطات متواصلة للمدّ والجزر وتتحوّل إلى غبار في الهواء.
5) تُعتبر الأشجار والنباتات المصدر الاساسيّ للهيدروكربونات على الرغم من وظيفتها المهمّة في تحويل CO_2 إلى أكسجين. الهيدروكربونات موادّ طبيعيّة ترتبط بعمليّة تبادل الموادّ في الطبيعة لكنّ نواتجها قد تكون سامّة. مشكلة أخرى هي ظواهر الحساسيّة التي تسبّبها نباتات معيّنة للإنسان. فالحساسيّة للنباتات تشكّل اليوم إزعاجًا لصحّة السكّان وتسبّب خسارة أيّام عمل وأضرارًا اقتصاديّة.
6) مصادر إضافيّة، مثل: بحيرات مالحة وغازات الكبريت مصدرها ينابيع طبّيّة، تُعتبر ملوّثات محلّيّة.

مصادر من صُنع الإنسان لتلوّث الهواء

1) تُعتبر الحرائق المصدر الأساسيّ لتلوّث الهواء.
الحريق هو تفاعل مادّة معيّنة مع الأكسجين. الذي يُرافقه إطلاق ضوء وحرارة. الاستعمال الأساسيّ للحريق هو للتسخين، من خلال استغلال الطاقة الكيميائيّة كطاقة حراريّة. يُستعمل الحريق في الأساس بمصانع تكرير النفط ومحطّات توليد الطاقة، تسخين وطبخ بيتيّ وصناعيّ، بمحرّكات السيّارات ولإبعاد نفايات وموادّ غير مرغوب فيها.
مشكلة التلوّث التي مصدرها من إحراق وقود متحجّر ليست فقط إطلاق CO_2، إنّما بالأساس إطلاق غازات ملوّثة مختلفة. نتيجة لوجود موادّ غريبة وعمليّات متسلسلة تحدث في أثناء الحريق، تنطلق غازات، مثل: CO ، NO_X ، SO_2، أبخرة فلزّات، أكاسيد معدنيّة، أملاح، حوامض، الديهيدات وكيتونات، مادّة جُسَيْميّة (دخان، غبار) وغيرها. استعمال الفحم يُسبّب مشكلة تلوّث إضافيّة بسبب انتشار جُسَيْمات الفحم في الهواء خلال نقله وخزنه وحتّى خلال استعماله، وكذلك عند إخلاء الفحم المحروق..
2) تلوّث كبير يحدث نتيجة لعمليّات الإنتاج الصناعيّة المختلفة، من النواتج نفسها وأيضًا من نفايات صناعيّة مختلفة مثل:

- استخراج معادن ترابيّة، بالأساس، حديد، نحاس وألومينيوم.
- إنتاج أثاث، ألواح خشبيّة، ورق وغيرها من الخشب.
- احتجار الحجارة للبناء بمقلع الحجارة .
- إنتاج هياكل سيّارات ومركّبات أخرى من الفولاذ.
- إنتاج أسمدة كيميائيّة وزبل كيميائيّ.
- إنتاج دهان وَرْنَش، صمغ، بلاستيك، صابون، موادّ تنظيف وغيرها.

من الجدير ذكره أنّ التلوّث، الذي مصدره الصناعة، مستقرّ وثابت (وفقًا لعمليّة الإنتاج)، ولذلك يمكن مراقبته وطلب التقلّيل منه.

3) الاستهلاك الشخصيّ في الحياة اليوميّة في المجتمع العصريّ، يُشكّل عاملاً مهمًّا في تلوّث الهواء. وحسب تقدير أُجري في الولايات المتّحدة فإنّ عائلة متوسّطة ذات أربعة أفراد، تُطلق في السنة 72 كغمًا جُسَيْمات ملوّثة للهواء وحوالي 1840 كغمًا ملوّث غازيّ. والحصيلة أنّ هذا تلوّث أكبر بكثير من الذي يتكوّن من مصدر صناعيّ متوسّط.

مصادر الملوّثات من استهلاك شخصيّ سببها الرئيسيّ استعمال سيّارات، ومواقد الطبخ (بواسطة الغاز، النفط أو الفحم) ومن أجهزة كهربائيّة.

يمكن تقلّيل التلوّث النابع من استهلاك شخصيّ بواسطة عدّة خطوات مثل:

- قوانين وأنّظمة لتحديد استعمال التّدفئة لحالة طقس مناسبة فقط.
- تربية لتغيير نمط الحياة كتشجيع استعمال المواصلات العامّة.
- تشجيع استعمال مصادر أقلّ تلوّثًا كالانتقال لاستعمال الغاز.

من الصعب السيطرة على الاستهلاك الشخصيّ للأفراد وكذلك من الصعب إقناعهم بحجم التلوّث الذي يسبّبونه والذي يتعدّى التلوّث الناجم عن مصنع متوسّط. الاتّجاه السائد اليوم هو تعزيز الوعي للموضوع وخاصّة لدى الشباب.

4) النفايات الصناعيّة والبيتيّة تشكل مصدرًا إضافيًّا لتلوّث الهواء وإزعاجًا للبيئة. إحدى الطرق للتخلّص من النفايات الصلبة هو إحراقها، ممّا يقلّل من كمّيّتها وبذلك يتمّ التخلّص من روائح التعفّن الكريهة. عند الإحراق التامّ نحصل على CO_2 وَ H_2O بدون رائحة، ولكنّ أيضًا نحصل على غازات ملوّثة إضافيّة .الاتّجاه اليوم هو تنفيذ إحراق مراقب في أجهزة خاصّة، ومن ثمّ التخلّص من النواتج أو إعادة استعمالها.

مهمّة 1: تحليل وتنظيم معلومات

1. ابنوا جدولاً يلخّص المصادر الرّئيسيّة لملوّثات الهواء، الطبيعيّة ومن الإنسان.
2. اختاروا **7-10** مصطلحات تتعلّق بجودة الهواء ممـّا قرأتم، وكوّنوا منها خارطة مصطلحات.
3. بالنسبة لجدول الملخّص التالي:

أ. ابنوا لائحة لملوّثات هواء كمّيّتها من عمل الإنسان أكبر من كمّيّتها من مصدر طبيعيّ، ثمّ حاولوا تفسير أسباب ذلك.

ب. ابنوا لائحة إضافيّة لملوّثات كميتها من مصدر طبيعيّ أكبر من كمّيّتها من مصدر عمل الإنسان.

ج. لماذا، حسب رأيكم، -" ملوّثات" من مصدر طبيعيّ لا تشكّل خطرًا على الإنسان، بينما ملوّثات مصدرها من صُنع الإنسان تشكّل خطرًا على صحّة الإنسان، الحيوانات والنبات؟

مركّب/ ملوّث	مصادر عمل الإنسان للمركّب / للملوّث	مصادر طبيعيّة للمركّب / للملوّث	كمّيّة التلوّث في السنة من مصدر اصطناعيّ (10^6 أطنان)	كمّيّة التلوّث في السنة من مصدر طبيعيّ (10^6 أطنان)	زمن مكوث متوقّع في الغلاف الجوّيّ	ملاحظات
SO_2	حرق وقود	براكين	212	20	1 – 4 أيّام	يزداد التفاعل في الصيف بسبب عمليّة فوتوكيميائيّة
H_2S وكبريتات عضويّة	معالجة مياه المجاري والصناعة	براكين وعمليّات بيو-جينيّة في التربة والماء	3 (ككبريت)	84 (ككبريت)	H_2S: 1 – 4 أيّام سولفيدات عضويّة: 1 – 2	القياسات الأتموسفيريّة غير كاملة وقد تبقى السولفيدات حتّى 20 سنة في الجوّ
CO	حرق غير كامل	حرق الغابات وعمليّات كيميائيّة – ضوئيّة	700	2100	1 – 3 أشهر	لم تحدث تغيّرات للمدى البعيد في الغلاف الجوّيّ
NO, NO_2	حرق	عمليّات بيو-جينيّة في الأرض والهواء	75 (NO_2 ك)	180 (NO_2 ك)	2 – 5 أيّام	العمليّات الطبيعيّة تعتمد أساسًا على التخمين
NH_3	معالجة نفايات وحرق	عمليّات بيو-جينيّة في التربة	6	260	1 – 7 أيّام	القياسات الأتموسفيريّة قليلة جدًّا
N_2O	حرق (بكمّيّات قليلة)	عمليّات بيو-جينيّة في التربة	3	340	20 – 100 سنة	
CH_4	حرق	ينابيع حارّة وعمليّات بيو-جينيّة في التربة والماء	160	1050	8 سنوات	
هيدروكربونات (بالإضافة الى CH_4)	حرق	عمليّات بيو-جينيّة في التربة والحياة النباتيّة	40	2×10^4	ساعات حتّى عدّة أيّام	
CO_2	حرق	عمليّات بيولوجيّة	22000	10^6	2 – 4 سنوات	حرق غابات كبيرة ترفع كمّيّة CO_2 بنسبة كبيرة في الهواء
$CHCl_3$	حرق	عمليّات بيولوجيّة في المحيطات	2	4 – 6	1 – 2 سنوات	تؤثّر العمليّات التي تحدث في الستراتوسفيرا على طبقة الأوزون
HCl, Cl_2	حرق، صناعة الكلور	عمليّات أتموسفيريّة لـ NaCl، براكين	4	100 – 200	تقريبًا أسبوع	

4. في الجدول الذي أمامكم عرض لملوّثات الهواء الاساسيّة التي تعلّمتم عنها في الكتاب، المصادر لتكوّنها والمشكلة التي تسبّبها. **أضيفوا لكلّ ملوّث** حلولاً ممكنة لتقلّيص أو منع تلوّث الهواء من هذا الملوّث.

المركّب/ الملوّث	مصدر		مشكلة/ظاهرة/خطر الذي يتعلّق بالمركّبات / بالملوّثات
	طبيعيّ	اصطناعيّ	
أكاسيد الكبريت SOx	براكين، أكسدة H_2S في الطبيعة	حرق وقود "ثقيل" (بالأساس مازوت) بمحطّات توليد الطاقة	1. تكوّن حامض الكبريتيك الذي يؤذي **المسالك التنفّسيّة**. 2. مطر حامضي يضرّ بالنباتات، المباني والأنسجة الحيّة. 3. اختلاط مع الجُسَيْمات وبظروف طقس معيّنة تكوّن ضبخن، وصعوبة في التنفّس مثل – حادث لندن.
جُسَيْمات	**براكين، عواصف غبار، حرق غابات**	حرق وقود (بالأساس فحم وسولار) بمحطّات توليد الطاقة، مصانع وسيّارات	1. دخان وسناج مسبّبان للضباب وصعوبة في الرؤية. 2. اختلاط مع أكاسيد الكبريت وبظروف طقس معيّنة تكوّن ضبخن، ومشاكل في التنفّس مثل – حدث لندن.
أكاسيد الكبريت NOx	براكين وعمليّات بيو- جينيّة في التربة	حرق وقود بالأساس في السيّارات	1. تكوّن حامض النيتريك وإصابة المسالك التنفّسيّة 2. مطر حامضي يؤذي النباتات، المباني والكائنات الحيّة. 3. اختلاط مع هيدروكربونات وبتأثير الشمس تكوّن ضبخن- تلوّث هوائيّ كبير، يحوي بالأساس أوزون.
أوزون O_3	البرق	ملوّث ثانويّ يتكوّن في تفاعل كيميائيّ-ضوئيّ بين أكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات	إصابة الرئتين وتوزيع الغازات من الرئتين إلى الدم. ازدياد نوبات الأزمة وتخثّر دم مفرط.
ثاني أكسيد الكربون CO_2	حرق غابات	حرق نفط متحجّر (فحم، نفط خام).	ابتلاع الطاقة المنطلقة من الكرة الأرضيّة ممّا يؤدّي إلى تسخين الكرة الأرضيّة ("عامل الدفيئة"). هذا قد يؤدّي إلى إذابة الجليد، غرق مناطق سكنيّة واختلال التوازن البيئيّ على الكرة الأرضيّة.
أوّل أكسيد الكربون CO	حرق غابات	حرق غير تامّ لوقود متحجّر بالأساس في السيّارات	انخفاض في القدرة على ربط الأكسجين في الدم بسبب ربط غير عكسي لـ CO للهيموغلوبين بالدم. هذا يسبّب أوجاعًا في الرأس، غثيانًا، ارتخاءً، أمراض قلب ورئة وبتركيز عالٍ يؤدّي إلى الموت.
فريئونات	لا يوجد	مرشّات، مكيّفات	إصابة متواصلة (لعشرات السنوات القادمة) بطبقة الأوزون- "ثقب" الأوزون قد يؤدّي إلى اختراق أشعّة U.V تسبّب أمراض جلد والسرطان.

معايير قياس مختلفة لأضرار تلوّث الهواء

عند مناقشة تأثيرات تلوّث الهواء يجب الأخذ بعين الاعتبار معيار هذا التأثير.

تأثير بمعيار عالميّ- دورة الكربون

حرق النفط، الفحم وغازات طبيعيّة من أجل توليد الحرارة والكهرباء، يؤدّي إلى إطلاق CO_2 وهيدروكربونات إلى الغلاف الجوّيّ. تركيز الغاز CO_2 في الهواء آخذ بالارتفاع منذ الثورة الصناعيّة.

في الدورة الطبيعيّة، يتكوّن CO_2 في عمليّة التنفّس وفي عمليّة أكسدة الميثان. يتمّ إبعاده في عمليّة التركيب الضوئيّ للنباتات، والإذابة في الماء. هكذا كان لفترة آلاف السّنين حيث كان تركيز الـ CO_2 ثابتًا ومساويًا لـ 0.025% 0.02% (200–250 ppm).

خلال الـ 200 سنة الأخيرة، (منذ الثورة الصناعيّة)، ارتفع تركيزه حتّى (0.035%) 350 ppm.

هذا الارتفاع مستمرّ وهو يـؤدّي إلى تسخين الغلاف الجوّيّ، وإلى تغييرات في مياه المحيطات وفي المناطق الزراعيّة.

تأثير بمعيار منطقة - دورة الكبريت

المصدر الأساسيّ لإنتاج الكبريت هو الوقود المتحجّر والأفران. التأثير الفوريّ في منطقة (في مجال بعض مئات الكيلومترات)، النتيجة هي إطلاق SO_2 إلى الهواء. في عمليّات مختلفة في التروبوسفيرا، يتحوّل أكسيد الكبريت إلى كبريتات تؤدّي إلى إنتاج مطر حامضيّ.

إنّ تأثير المطر الحامضيّ على حامضيّة البحيرات، مياه الشرب والأرض يكون في مجال واسع ، وأحيانًا بعيدًا عن مصدر التلّويث.

تأثير بمعيار محلّيّ- دورة الفلوريدات

تَـنْـتُـج الفلوريدات كموادّ ثانويّة في صناعات مختلفة كإنتاج الأسمدة الفوسفوريّة، ألومينيوم وزجاج. تمتصّ النباتات الفلوريدات المنطلقة إلى الهواء.

مجال التعرّض هو محلّيّ- حتّى 100 كمًا. البيئة القريبة من هذه المصانع، تتعرّض للفلوريدات عندما تُؤكل محاصيل زراعيّة من المنطقة أو يُتناول أكل لحوم حيوانات تغذّت من هذه المحاصيل. تضرّ الفلوريدات الأسنان ومبنى العظام.

مهمّة 2: فعاليّة في مجموعة – لعبة أدوار

بالنسبة لمعيار تأثير الملوّثات، **أثيروا نقاشًا** فيما بينكم حول تأثير الملوّثات على الإنسان: هل العلاج ومدى الخطورة الخاصّة بالملوّثات يتعلّق بمعيار تأثيرها؟

تطرّقوا لذلك من وجهة نظر المواطن، الدولة، ومعاهدة بين الدول.

مهمّة 3: تحليل وترتيب معلومات

1. حضّروا في دفتركم جدولاً للملوّثات التي تظهر في قطعة المعلومات التي قرأتموها وتأثيرها على صحّة الإنسان.
2. هل يمكن تدريج أضرار هذه الملوّثات؟ إنْ كانت إجاباتكم نعم، فاشرحوا حسب أيّة مميّزات سوف تدرّجونها، وإذا كانت إجاباتكم لا، فاشرحوا أيّة معلومات إضافيّة عليكم الحصول عليها حتّى تدرّجوها.
3. في مجموعة سكّانيّة متوسّطة توجد فروقات واضحة في حسّاسيّة مجموعات الجيل المختلفة لتلّوث الهواء.
أيّ مجموعات في المجموعة السكّانيّة سوف تكون أوّل من يُصاب، حسب رأيكم، نتيجة لتلوّث الهواء ولماذا؟

الأرصاد الجوّيّة لتلوّث الهواء

الأرصاد الجوّيّة هي علم يبحث ظواهر جوّيّة مختلفة. الأرصاد الجوّيّة لتلّوث الهواء تبحث في حركة الملوّثات في الغلاف الجوّيّ وفي تأثير الظروف الجوّيّة على تركيز الملوّثات في الهواء.
يُساعد هذا العلم في معرفة تركيز وانتشار الملوّث في الهواء، ونتيجة لذلك في مدى تلوّث الهواء.

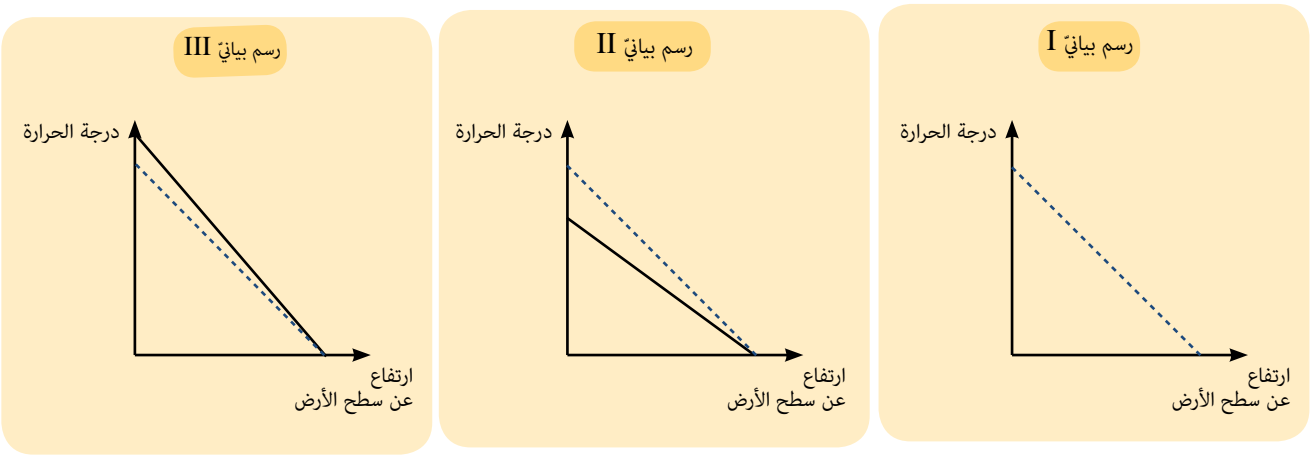
انتشار الملوّثات في الغلاف الجوّيّ

يتكوّن انتشار الملوّث من عاملين: انتشار أفقيّ وانتشار عموديّ
انتشار أفقيّ – يتعلّق باتّجاه الرياح وسرعتها. اتّجاه الرياح يُحدّد اتّجاه حركة الملوّثات وسرعة الرياح تُحدّد تركيز الملوّثات، أي كمّيّتها في حجم معطى من الهواء. حركة رياح كبيرة، تنشر كمّيّة معطاة من الملوّث في حجم أكبر من الهواء وهذا يتمثّل في تقليل تركيز الملوّث.
انتشار عموديّ – يتعلّق في هبوط درجة الحرارة: الاختلّافات في درجة الحرارة بين الطبقات المختلفة للغلاف الجوّيّ.
هنالك عامل مهمّ في تخفيف الملوّثات هو وجود دوامة. الدوامة هي حركة الهواء حول محور أفقيّ. تنتج هذه الحركة نتيجة لشروط طوبوغرافيّة: عدم وجود انتظام في مبنى الأرض، غابات، تلّال ومبانٍ، وتؤدّي إلى دوامة مستمّرّة في الهواء – خلط منتظم في طبقة الهواء السفلى. يحدّد الخلط سُمك طبقة الهواء السفلى – فكلّما كانت هذه الطبقة أكثر سُمكًا، ازداد خلط الملوّثات في الهواء وقلّ تركيزها. يمكن لسُمك طبقة الخلط أنّ يتغيّر خلال ساعات اليوم وخلال فصول السنة وفقًا لانخفاض درجة الحرارة – الذي يتأثّر من شدّة الأشعّة. طبقة الخلط تمتدّ على ارتفاع 200 – 750 مترًا فوق سطح الأرض. درجة حرارة هذه الطبقة، الضغط الجوّيّ أيضًا ينخفضان مع ازدياد الارتفاع.
القيمة المتّفق عليها من ناحية نسبة الانخفاض في درجة الحرارة هي $1^{o}c$ في كلّ صعود لِـ 100 متر في الارتفاع. هذه الحالة معرّفة كنموذج نظريّ. لكنّ، الظروف الأتموسفيريّة لا تتناسب دائمًا مع الموديل النظريّ. أحيانًا، يكون الانخفاض في درجة الحرارة أكثر اعتدالاً ممّا في الموديل النظريّ. في هذه الحالة يقلّ خلط الطبقات وهو مُعرّف **كغلاف جوّيّ ثابت.**
الحالة التي تُميّز فترة الصيف هي الحالة التي سببها التسخين الزائد على سطح الأرض. نتيجة لذلك، تنتج حالة ا يحدث فيها انخفاض حادّ في درجة الحرارة أكثر من الموديل النظريّ. في هذه الحالة، تسخن طبقة الهواء السُفلى، وهي خفيفة، لذلك تتحرّك إلى الأعلى. هذه الحركة تؤدّي إلى حركة أفقيّة للهواء، أي لإنتاج الدوّامات. وهذه هي حالة **غلاف جوّيّ غير ثابت.**

مهمّة 4: تحليل رسم بيانيّ

أمامكم رسوم بيانيّة تصف انخفاض درجة الحرارة في حالات جوّيّة مختلفة

أ. رسم I يصف انخفاض درجة الحرارة في الموديل النظريّ. أيّ رسم بيانيّ يُمثّل غلافًا جويًّا ثابتًا وأيّها يمثّل غلافًا جويًّا غير ثابت؟



ب. حالات ثبات الغلاف الجوّيّ المختلفة تؤثّر بشكل مختلّف على انتشار الملوّثات في الغلاف الجوّيّ. أيّ حالة جوّيّة هي المفضّلة، حسب رأيكم، بحيث يتمّ تقليل تلوّث الهواء ولماذا؟

ج. أيّ فترات في السنة تحمل مشاكل أكثر من ناحية تلوّث الهواء من خلال التطرّق للرسوم البيانيّة أعلاه؟ اشرحوا.

إنفرسيا جوّيّة

عندما ترتفع درجة الحرارة بشكل مفاجئ في بعد معيّن عن سطح الكرة الأرضيّة مع الارتفاع ولا تهبط كالمتوقّع، تنتج حالة بها طبقة هواء ساخنة وخفيفة تتواجد فوق طبقة أبرد وأثقل منها. يُرافق هذه الحالة، التي تُسمّى إنفرسيا، بشكل عامّ عدم وجود رياح، أو رياح خفيفة، بحيث يكون الانتشار الأفقيّ للملوّثات صغيرًا. لا توجد في الإنفرسيا أيضًا دوّامة عموديّة وتقلّ الدوّامات الناتجة عن ظروف طوبوغرافيّة، وتصغر.

يمكن تمييز نوعين من الإنفرسيا:

1. **إنفرسيا أرضيّة** – تنتج في الليالي الصافية، عندما تؤدّي الكرة الأرضيّة التي تُطلق حرارة إلى تبريد سطح الأرض. هكذا، طبقة الهواء القريبة من سطح الأرض تكون أبرد من طبقة الهواء التي فوقها، وعندما تكون رطوبة الهواء مرتفعة يَنْتُج ضباب. تستمرّ هذه الحالة العكسيّة في ساعات الليل وتصل إلى ذروتها قبل الشروق. في ساعات الصباح عندما تقوم الشمس بتسخين الأرض، والهواء القريب منها يسخن ويرتفع إلى أعلى، ينتج خلط (حالة جوّيّة غير ثابتة)، وهذا ما يؤدّي إلى كسر الإنفرسيا خلال ساعة - ساعتين. أحيانًا يمكن أنّ تستمرّ إنفرسيا الأرض كلّ اليوم، أو حتّى لعدّة أيّام. كسر الإنفرسيا الليليّة يؤدّي إلى حجب الرؤيا الذي يؤدّي إلى تركيز مرتفع للملوّثات القريبة من سطح الأرض. في الحالة التي تتواجد فيها طبقة الإنفرسيا في ارتفاع 200 مترًا فوق سطح الأرض، فإنّ كلّ الهواء المُلوّث الذي ينطلق إلى الغلاف الجوّيّ، في ارتفاع أقلّ من – 200 مترًا، لا يستطيع أنّ يرتفع فوقها. تُستعمل طبقة الهواء هذه مصيدة للملوثات الموجودة بها. تُعرف هذه الظاهرة كضباب (مثل حادث لندن، الذي وُصِفَ في موضوع أكاسيد الكبريت).

2. **إنفرسيا روم** – تحدث هذه الإنفرسيا في طبقة الهواء الأعلى من الأرض. وهي تميل إلى تغطية مساحة واسعة، وتستمرّ فترة زمنيّة طويلة. لتكوين هذه الإنفرسيا يوجد عدّة أسباب:

أ. دخول هواء بضغط مرتفع وبقاؤه فوق المنطقة.

ب. دخول جبهة باردة إلى المنطقة التي تؤدّي إلى ارتفاع الهواء الساخن وإنتاج طبقة هواء باردة تحته.

ج. دخول رياح بحرية إلى المنطقة

عندما تحدث إنفرسيا، يكون الخلط بين طبقات الهواء التي تحته وتلك التي فوقه، قليلاً جدًّا. تتحدّد قوّة الإنفرسيا حسب سُـمك طبقة الإنفرسيا وفوارق درجة الحرارة بين الطبقات. كلّما كانت الإنفرسيا أقوى، قلّت الإمكانيّة للخلط.

لهذا، يُـؤدي إطلاق الملوّثات تحت طبقة الإنفرسيا إلى محاصرتها، وتمنع انتشارها.

إطلاق الملوّثات فوق طبقة الإنفرسيا يمنع سحبها إلى الأسفل، ممّا يؤدّي إلى تقليل متوقّع في مستوى التلوّث.

إنّ تكوّن طبقات إنفرسيا منتشر في السهل الساحليّ في إسرائيل، خاصّةً بسبب تأثير الرياح من البحر.

مهمّة 5: تحليل معلومات

1. بالاعتماد على المعلومات التي قرأتموها بما يتعلّق بالأرصاد الجوّيّة لتلوّث الهواء، أكملوا القطعة التالية في الأماكن الناقصة. استعينوا بجدول الكلّمات، التي تظهر في أسفل المهمّة.

يتكوّن انتشار الملوّث من عاملين: انتشار 1. _____ الذي يتعلّق باتّجاه الرياح وبِـ 2. _____ الرياح، وانتشار عموديّ يتعلّق بِـ 3. _____ . بِـ 4. _____ انخفاض درجة الحرارة هو $1^{o}c$ في كلّ صعود لِـ 100 متر في الارتفاع. في غلاف جوّيّ غير ثابت هبوط درجة الحرارة في الغلاف الجوّيّ 5. _____ من هبوط درجة الحرارة في النموذج النظريّ. في هذه الشروط يَـنْـتُـج 6. _____.

في غلاف جويّ ثابت هبوط درجة الحرارة في الغلاف الجوّيّ 7. _____ ممّا في النموذج النظريّ. خلط الطبقات سوف يكون 8. _____.

في إنفرسيا جوّيّة، طبقة الهواء 9. _____ توجد فوق طبقة الهواء 10. _____ وأثقل منها. لهذا في الإنفرسيا لا يوجد 11. _____ عموديّ تقريبًا.

تحدث إنفرسيا الأرض نتيجة لِـ 12. _____ _____ الكرة الأرضيّة، عادة تستمرّ إنفرسيا الأرض زمنًا 13. _____ وكسرها يمكن أنّ يؤدّي إلى 14. _____ الذي يؤدّي إلى تركيز مرتفع من 15. _____ قريب إلى سطح الأرض.

تنشأ إنفرسيا روم في طبقة الهواء 16. _____من سطح الأرض. وهي تستمرّ فترة زمنيّة 17. _____ أكثر.

تتحدّد شدّة الإنفرسيا حسب سُـمك طبقة الإنفرسيا وفرق درجة الحرارة بين الطبقات. كلّما كانت الإنفرسيا 18. _____ تقلّ الإمكانيّة للخلط. إطلاق الملوّثات 19. _____ إلى طبقة الإنفرسيا تؤدّي إلى محاصرتها ومدى انتشارها 20. _____.

قائمة الكلّمات: ضباب، كبير، سرعة، إطلاق حرارة، ملوّثات، طويل، تحت، أفقيّ، النموذج النظريّ، ساخنة، قصير، هبوط درجة الحرارة، تقلّ، قويّة، دوامة، مرتفعة، خلط، منخفض، بارد، قليل.

2. ينجم تلّوث الهواء بالأساس من احتراق غير كامل للوقود الحجريّ (نفط، فحم، غاز طبيعيّ) الذي نتيجة له تنطلق ملوّثات إلى الغلاف الجوّيّ بالأساس من وسائل النقل ومداخن المصانع.

شاهدوا الدخان الذي ينطلق من المداخن في منطقة سكناكم. تمعّنوا في شكله في ساعات اليوم المختلفة، وفي أيّام الأسبوع المختلفة. لاحظوا أنّ للدخان أشكالاً مختلفة في أوقات مختلفة. حاولوا أن ترسموها.

انتشار الملوّثات في حالات جويّة مختلفة

إنّ معرفة تصرّف الدخان المـُنطلق من المدخنة، في شروط جوّيّة مختلفة، يساعدنا في قياس تركيز الملوّثات على سطح الأرض. الإمكانيّة لحساب التركيز الأقصى للملوّثات تساعدنا في تحديد مكان الملوّث وأيضًا في تحديد ارتفاع المدخنة المطلوب.

عندما تهبّ رياح خفيفة، يرتفع الدخان إلى الأعلى على شكل قوس، قبل أن ينتشر بشكل أفقيّ باتّجاه الرياح، يرتفع الدخان إلى الأعلى وتتقلّب.

إنّ مدى ارتفاع الدخان مشروط بدرجة حرارة الغازات وسرعة خروجها من المدخنة. عندما يصل ارتفاع الدخان إلى ذروته، يبدأ الدخان بالانتشار في الغلاف الجوّيّ ويختفي فيه. نتيجة لهذا تزداد مقاييسها بنسبة كبيرة. تتعلّق مرحلة الانتشار هذه بالشروط الجوّيّة، أي من حالة الثبات الجوّيّ. خلال السنين، تمّ تطوير نماذج كثيرة لحساب ارتفاع الدخان (ارتفاعه فوق المدخنة) ومدى انتشاره. وطبقًا لهذه الحسابات وُجد أنّ:

أ. سرعة إطلاق الغازات من المدخنة يجب أنّ تكون أكبر 1.5 ضعف على الأكثر من سرعة الرياح في المنطقة، حتّى يتمّ منع نزول الغازات إلى الأسفل.

ب. إمكانيّة إضافيّة هي أنّ تكون المدخنة أعلى 2.5 ضعف من المبنى الأعلى الذي بقربها. بناءً على هذه النماذج ومن خلال معرفة كمّيّة الملوّثات المـُنطلقة يمكن حساب تركيزها على سطح الأرض.

مهمّة 6: تحليل معلومات - رسم بيانيّ

1. معطى أنّه في يوم معيّن توجد طبقة إنفرسيا على ارتفاع 130 مترًا فوق سطح الأرض. سُـمك الطبقة هو 60 مترًا. امحوا ما هو زائد:
   أ. مدخنة ارتفاعها 120 مترًا تـُطلق الدخان فوق / تحت طبقة الإنفرسيا.
   ب. الملوّثات محاصرة في طبقة الإنفرسيا / تنتشر إلى الطبقات العليا للغلاف الجوّيّ.
2. ماذا عن مدخنة ارتفاعها 200 متر؟
3. أمامكم معلومات بالنسبة لطرق انتشار الدخان وفقًا

للظروف الجوّيّة المختلفة. لائموا الرسوم البيانيّة (المرفقة لاحقًا) للحالات المختلفة (سجّلوا الرقم الملائم للسطر الملائم في الجدول).

ظروف جوّيّة	رقم الرسم البيانيّ	مدى انتشار الدخان
نموذج نظريّ		دخان بشكل مخروط. الخلط المتماثل هو باتّجاه أفقيّ وأيضًا عموديّ. مدى الانتشار يتعلّق بسرعة الرياح وهبوط درجة الحرارة.
هواء ساخن		دخان بشكل مروحة. دوّامة جوّيّة صغيرة، لهذا الانتشار العموديّ قليل والانتشار الأفقيّ أكثر. يتمّ رؤية الدخان كمخروط يمتدّ على طول بُعد كبير باتّجاه الرياح. هذا الدخان يميّز أيضًا الإنفرسيا التي مصدرها من الأرض. عند كسر الإنفرسيا يَنْتُج دخان يؤدّي إلى ضباب وتركيز مرتفع للملوّث بقرب سطح الأرض.
هواء بارد، حالة غير ثابتة		دخان بشكل لولب. تَنْتُج رياح خفيفة ودوّامات تؤدّي إلى انخفاض الدخان إلى ارتفاع الأرض – خطر تلوّث الهواء مع ارتفاع سطح الأرض.

.1

.2

.3

أضرار تلوّث الهواء على صحّة الإنسان

يستطيع جسم الإنسان امتصاص موادّ كيميائيّة بدرجة كبيرة (خاصّة في الشهيق) وتخزينها في الجسم. الأجهزة ومركّبات الجسم التي تمتصّ الموادّ هي: الدم، البول، أنسجة دقيقة، الشعر، الأسنان والعظام. يتمّ تخزين (تراكم) هذه الموادّ إذا كانت سرعة امتصاصها أعلى من سرعة إبعادها عن الجسم.

يستهلك الإنسان في اليوم حوالي **10-12** مترًا مكعّبًا من الهواء، والهواء ضروريّ بشكل دائم وفوريّ للبقاء. إنّ مضارّ تلوّث الهواء لصحّة الإنسان تظهر في أمراض مزمنة في مجرى التنفّس، وفي تغييرات فيزيولوجيّة في الرئتين، وانتشار مرض سرطان الرئة، وفي تشويشات على حَاستَي النظر والشمّ، وفي بعض الحالات للموت. في أماكن مختلفة في العالَم، وقعت حوادث أصيبت فيها مجموعة سكّان من جراء تلوّث الهواء وقد ميّزت هذه الحوادث ظروف مناخيّة متطرّفة ورطوبة عالية أدّت إلى تعرّض السكّان لتلوّث جُسيميّ وغازيّ.

أمامكم معلومات عن أضرار صحّة الإنسان من ملوّثات معيّنة.

عند حرق وقود يحوي **رصاص** Pb ، وفي حرق نفايات صلبة وفي عمليّات تحدث في صناعات مختلفة ينطلق رصاص. يستوعب الجسم الرصاص بنسبة كبيرة في عمليّة التنفّس وبنسبة قليلة عن طريق الطعام. يخترق الرصاص فورًا جهاز الدم ومن هناك إلى كلّ أجهزة الجسم. وإذا كانت الجُسَيْمات صغيرة بما يكفي فقد تدخل إلى الرئتين. في تركيز منخفض يؤثّر الرصاص على نموّ وتطوّر كريّات الدم الحمراء وبالتالي يغيّر في صفاتها. وبتركيز عال للرصاص يؤدّي إلى تسمّم وموت.

أوّل أكسيد الكربون CO، والذي يتكوّن معظمه نتيجة حرق غير تامّ للوقود خصوصًا في وسائل النقل، يرتبط مع الهيموغلوبين الموجود في كريّات الدم الحمراء ويسبّب انخفاضًا في قدرة الدم على نقل أكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم. في ساعات الضغط بحركة السير في المدن قد يصل تركيز أوّل أكسيد الكربون إلى **80-100** ppm هذا قد يسبّب دُوارًا وآلامًا في الرأس وعدم وضوح في الرؤية. تركيز عال قد يؤدّي للموت. مرضى القلب ، ومرضى المسالك التنفّسيّة هم الأكثر حساسيّة عند تعرّضهم لأوّل أكسيد الكربون الذي يؤثّر على تزويد الأكسجين.

الأوزون O_3 ، هو كذلك غاز سامّ، يصيب الرّئتين، ويعيق انتشار الغازات من الرئتين إلى الدم. كذلك يسبّب الأوزون تخثّر دم مفرطًا. تعرّض مستمرّ للأوزون يؤدّي لأمراض في مسالك التنفّس. يَنْتُج الأوزون من عمليّة فوتوكيميائيّة في مناطق ذات تلويث كثير من وسائل النقل (أكاسيد النيتروجين وهيدروكربونات).

أكاسيد النيتروجين NO_3 ,NO_2 تسبّب أعراضًا مرضيّة مشابهة لتلك الخاصّة بالأوزون.

أكاسيد الكبريت SO_2 ,SO_3، مصدرها في الأساس محطّات توليد الطاقة والصناعة، تؤدّي إلى إثارة في مجال التنفّس. لدى قسم من السكّان تظهر أمراض مزمنة لمسالك التنفّس، مثل التهاب مزمن لشعبات القصبة الهوائيّة، الربو وتضخّم الرّئتين.

هيدروكربونات معيّنة، مصدرها وقود متنوّع، قد تسبّب أمراض سرطان مختلفة. من بين ملوّثات الهواء يوجد جُسَيْمات صلبة عائمة في الهواء. عادة تبعد هذه **الجُسَيْمات** بواسطة حركة الشعيرات الخاصّة بالأغشية اللعابيّة في جهاز التنفّس. إذا كان تركيز الجُسَيْمات عاليًا فإنّ إبعادها لا ينفع وقد تسبّب إثارات شديدة وقويّة وأمراضًا.

جهاز التنفّس وتلوّث الهواء

المضارّ لصحّة الإنسان نتيجة لتلوّث هواء، مرتبطة أساسًا بالجهاز التنفّسيّ.

وظائف الجهاز التنفّسيّ هي:

1. نقل الهواء إلى الرئتين ومنهما إلى الأوعية الدمويّة
2. ترطيب وتسخين الهواء المستنشق.
3. تصفية الهواء المستنشق من الملوّثات
4. إطلاق الغازات غير المرغوب فيها.

يتكوّن الجهاز التنفّسيّ من مسالك تنفّسيّة عليا تحوي الأنف، تجويف الفم، الحلق، ومن مسالك تنفّسيّة دُنيا تشمل القصبة الهوائيّة، الشُّعب والرئتين.

يمرّ الهواء من الأنف مرورًا بالحلق إلى القصبة الهوائيّة. تتفرّع القصبة الهوائيّة في طرفها الأسفل إلى شعب، داخل الرئة تتفرّع الشعب إلى فروع كثيرة على شكل شجرة مسمّاة "الشجرة الشعيبيّة" ، وتسمّى الفروع الدقيقة جدًّا للشعب – شعيبات.

الرئتان مكوّنتان من فلقات (اليسرى من اثنتين واليمنى من ثلاث)، وكلّ فلقة تنقسم إلى فليقات كثيرة صغيرة. تنتهي الشعيبات بمجموعة أكياس صغيرة تسمّى حويصلات الرئة، وهي مغطّاة بشبكة من شعيرات الدم المكوّنة من طبقة خلايا واحدة، حيث يتمّ تبادل الغازات فيها

مهمّة 4: تحليل معلومات

1. الأنف عضو مهمّ جدًّا في الجهاز التنفّسيّ العلويّ. وهو مبطّن بغشاء لعابيّ فيه شعيرات.
   أ. ما هي، حسب رأيكم، وظيفة هذه الشعيرات؟
   ب. أيّة حماية تزوّد الشعيرات إزاء تلوّث الهواء؟
2. أمامكم رسم يصف المسالك التنفّسيّة العليا. لائموا الأجزاء التالية من الجهاز التنفّسيّ للرسم:

1 – بلعوم/حلق

2 – الحنك الطريّ

3 – حجيرات الأنف

4 – محارات الأنف

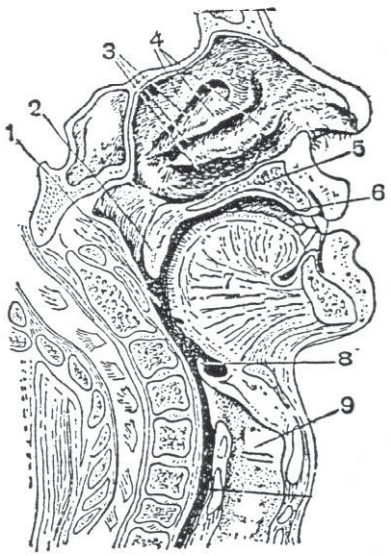
5 – الحنك القاسي

6 – فراغ الفم (جوف)

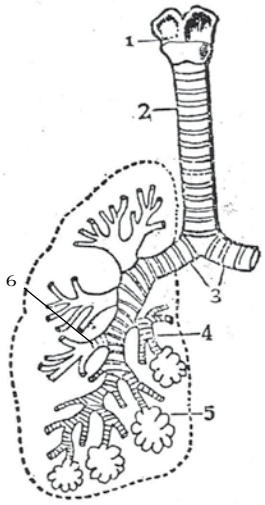
7 – اللسان

8 – غطاء الحلق

9 – فراغ الحلق والأوتار الصوتيّة.



3. ما هي ، حسب رأيكم، أفضليّة وجود شبكة من شعيرات دم على جهاز دمويّ واحد كبير؟
4. أمامكم رسم يصف مسار انتقال الغازات في الجهاز التنفّسيّ. لائموا أسماء أجزاء الجهاز للأرقام الملائمة (1 – 6) في الرسم.



شعيبات

حلق

حويصلات الرئة

قصبة هوائيّة

شُعب

رئة

مهمّة تلخيصيّة – تنظيم وعرض معلومات

كمواطنين واعين جدًّا للطبيعة وفي أعقاب تعلّم موضوع "جودة الهواء حولنا"، حضّروا احتجاجًا عامًّا عنوانه: "الشعب يطلب هواء نقيًّا" في هذا السياق:

1. اقترحوا جملا معيّنة للوحات ملائمة.
2. صوغوا طلباتكم في وثيقة بحيث تستطيعون نشرها في صفحة فيسبوك ملائمة، تدعون فيها لاحتجاج عامّ في هذا الموضوع.
3. حتّى تستعدّوا لقيادة هذا الاحتجاج، حضّروا ردود فعل لأشخاص مختلفين: قسم منهم يدعم دعوتكم وآخر يعارضها أو يشكّ في نجاح الاحتجاج.

الملاحق

قاموس المصطلحات

أ

انقلاب حراريّ- אינוורסיה **Inversion** مصطلح في مجال الأرصاد الجوّيّة، يصف حالة فيها طبقة من الهواء الحارّ موجودة فوق سطح الأرض على ارتفاع عدّة مئات من الأمتار وأسفلها تنحصر طبقة هواء بارد .هذا وضع لا يسمح بانتشار ملوّثات موجودة في طبقة الهواء الباردة إلى الجوّ. عادة الوضع العادي هو أنّه يوجد انخفاض تدريجيّ بدرجة حرارة الهواء مع الارتفاع فوق سطح الأرض.

إنزيم- **אנזים Enzyme**] جزيء زلاليّ (بروتين) ضخم يساعد شكله الفراغيّ في تحفيز سرعة تفاعل كيميائيّ معيّن (أو مجموعة تفاعلات جزيء متشابهة) في داخل الخليّة الحيّة، دون وجود الإنزيم لا يتمّ التفاعل.

احتراق جزئيّ בעירה חלקית Partial Combustion فيه قسم من الموادّ الناتجة ما زال يستطيع التفاعل مع الأكسجين. يحدث الاحتراق الجزئيّ في هواء يحتوي على القليل من الأكسجين.

احتراق كامل בעירה שלמה – **Total Combustion** فيه الموادّ الناتجة لا تستطيع الاستمرار بالتفاعل مع الأكسجين.

أشعّة فوق بنفسجيّة (أشعّه U.V) קרינה אולטרה-סגולה Ultra Violet Radiation- أشعّة شديدة مصدرها من الشمس تصل إلى الستراتوسفيرا وتمرّ عبرها إلى سطح الكرة الأرضيّة. يعود مصدر الاسم إلى كون طول الموجة الخاصّ بهذه الأشعّة أكبر بقليل من طول الموجة الخاصّ باللون البنفسجيّ.

أكسيد תחמוצת Oxide مركّب يحتوي على الأكسجين. عادة يتكوّن نتيجة تفاعل احتراق. أمثلة: ثاني أكسيد النيتروجين NO_2، ثاني أكسيد الكبريت- SO_2 أكسيد الألومينيوم – $Al2O_3$

ب

بكتيريا חיידקים Bacteria– مخلوقات أحاديّة الخليّة (10-1ميكرون) تستطيع أنّ تزوّد نفسها بطعام وطاقة من المحيط وأن تتكاثر. لكلّ بكتيريا يوجد مجال محدّد من الظروف البيئيّة التي تستطيع البقاء فيها. كذلك فإنّ لكلّ بكتيريا مجموعة موادّ غذائيّة خاصّة بها. تتواجد البكتيريا في كلّ مكان بالعالَم، قسم منها مفيد للإنسان وقسم آخر مسبّب للأمراض.

بيوسفيرا ביוספירה Biosphere جميع أشكال الحياة الموجودة على سطح الكرة الأرضيّة.

ت

تركيز ריכוז Concentration كمّيّه المادّة لوحدة حجم. الوحدات يمكن أن تكون نسبة وزنيّة، أجزاء في المليون وغيرها.

تفاعل كيميائيّ /عمليّة תגובה כימית / תהליך Chemical Reaction تغيير يحدث في مبنى الجزيئات (أو الذّرّات) كنتيجة لعمليّة تبادل فيما بينها.. مثال: تفاعل احتراق يحدث بين جزيئات / ذرّات من المادّة وبين جزيئات أكسجين.

تروبوسفيرا טרופוספירה - Troposphere طبقة الاتموسفيرا التي تحتوي على الهواء المحيط بنا حتّى ارتفاع 10 كم فوق سطح الماء.

ج

جلوكوز גלוקוז Glucose سكّر العنب. هو أبسط السكّريّات (الأقلّ تعقيدًا) في الطبيعة لذلك يمكن تحليله بسهولة إلى مركّبات مختلفة.

جزيء מולקולה Molecule مجموعة ذرّات مرتبطة ببعضها بروابط كيميائيّة. يمكن أن يتكوّن الجزيء من مجموعة ذرّات متشابهة أو مختلفة. أمثلة: جزيء أكسجين O_2، جزيء أوّل أكسيد الكربون CO، جزيء ثاني أكسيد الكربون CO_2.

جزء من مليون- חל"מ PPM- أجزاء من مليون. وحدة متعارف عليها لقياس تراكيز ملوّثات الهواء المختلفة.

مثال: إذا قيل إنّ تركيز ملوّث هواء معيّن مساوٍ 500ppm هذا يعني أنّه في كلّ 1000000 سم3 هواء يوجد 500 سم3 مادّة ملوّثة.

جُسَيْمات (في الهواء) חלקיקים Particles -خليط يحوي على موادّ صلبة وسائلة ذات صفات مختلفة وبأحجام مختلفة. من جُسَيْمات السناج وحتّى موادّ عضويّة ومعادن ثقيلة. الجُسَيْمات الأصغر من 1 ميكرون (0.000001 متر) خطرة للكائنات الحيّة لأنّها تستطيع أن تخترق جهاز التنفّس ومن هناك يستوعبها الجهاز الدمويّ لهذه الكائنات.

ح

حجب الرؤيا אובך Haze وضع جوّيّ تميّزه رؤيا غير صالحة. يحدث بشكل عامّ بسبب وجود تركيز مرتفع من الجُسَيْمات في الهواء. هذه الجُسَيْمات يمكن أن تكون صلبة (غبارًا أو رملًا يطير في الهواء نتيجة للرياح الشديدة) أو في الحالة السائلة (قطرات سائلة صغيرة).

د

ديزل דיזל Diesel نوع محرّك لسيّارة يعمل بواسطة حرق السولار (بدل البنزين في المحرّك العاديّ).

وقود متحجّر דלק פוסילי Fossil fuel – هو كلّ مادّة وقود مكوّنة من بقايا موادّ عضويّة قديمة تجمّعت في قشرة الكرة الأرضيّة. عادة يقصد به النفط؛ الفحم والغاز.

درجة حرارة الانصهار נקודת היתוך Melting Point هي درجة الحرارة التي يتحوّل بها الصلب إلى سائل. مثال: درجة انصهار الجليد في ضغط جوّيّ هي: صفر درجة مئويّة.

درجة حرارة الغليان נקודת רתיחה Boiling Point درجة حرارة يتحوّل بها سائل معطى إلى غاز. بما أنّ

الضغط فوق السائل يُغيّر درجة حرارة الغليان فالمقصود دائمًا الضغط الأتموسفيريّ (1 أتموسفيرا).

ذ

ذرّة אטום Atom أصغر جُسَيْم يُميّز عنصّر معيّن. تختلف ذرّات العناصر الواحد عن الآخر بحجمهم، كتلّتهم وفي ترتيب الإلكترونات في داخلهم.

ر

رذاذ איירוסול Aerosol جُسَيْمات صغيرة جدًّا ميكروسكوبيّة صلبة أو سائلة داخل وسط غازيّ عادةً على شكل قطرات صغيرة موجودة في الهواء. أمثلة: الدخان، الضباب.

ستراتوسفيرا סטרטוספירה Stratosphere طبقة الاتموسفيرا الموجودة بارتفاع يتراوح بين 10 - 60 كمًا فوق سطح الأرض. في هذه الطبقة يتواجد الأوزون "الجيّد".

س

سولار סולר Solar يُستخرج من النفط الخام ويستخدم كوقود لمحرّكات الديزل.

ط

الطفرة מוטציה Mutation تغيير في المادّة الوراثيّة (DNA) في الخليّة. حدوث الطفرة قد يُسبّب تغيُّرات في صفات الخليّة. هذا التغيُّر ينتقل إلى جميع الخلايا التي تتكوّن منها. تحدث الطفرات بشكل عشوائيّ وهي نادرة. تردّد حدوث الطفرة قد يزداد بسبب نشاطات معيّنة، مثل التعرّض الكثير للأشعّة فوق البنفسجيّة.

ع

عنصر יסוד Element مادّة كيميائيّة ذات مبنى وصفات خاصّة بها ولا يمكن تحليله كيميائيًّا إلى موادّ أبسط منه. أمثلة: أكسجين، نيتروجين، هيدروجين، كربون وغيرها. حتّى اليوم اكتشف العلماء أكثر من مئة عنصّر.

ف

فريئونات פריאונים (Cloro-Floro-Carbons CFC) الاسم التجاريّ للهيدروكربونات الكلّوريّة-فلوريّة. تُستعمل في صناعة التبريد، في المرشّات، في التعبئة (في تجميع الموادّ البلاستيكيّة) كمذيبة، كموادّ منظّفة وكموادّ عازلة. الفريئونات ثابتة جدًّا، لا تنحلّ في الغلاف الجوّيّ، وعندما تصل إلى الطبقات العالية من الغلاف الجوّيّ تؤدّي إلى تحليل جزيئات الأوزون الذي يشكّل طبقة واقية للكرة الأرضيّة من الأشعّة فوق البنفسجيّة، ذات الصفات الهادمة للخلايا الحيّة.

ك

كائنات حيّة دقيقة מיקרואורגניזמים Micro-Organisms مخلوقات صغيرة جدًّا وحيدة الخليّة باستطاعتها العيش بشكل ذاتيّ يوجد مئات آلاف الأنواع المختلفة من هذه المخلوقات في الطبيعة وهي منتشرة في جميع أنحاء الكرة الأرضيّة؛ العائلات الأساسيّة هي بكتيريا، أنواع معيّنة من الفطريّات، والطحالب.

كثافة צפיפות Density كمّيّة المادّة لوحدة حجم. الوحدة الأكثر استعمالا للكثافة هي غرام لسم مكعّب.

م

معايير جودة الهواء- תקני איכות אוויר- Air Quality Standards معايير حكوميّة مُلزمة تُحدّد نسبة التّلويث القصوى في منطقة سكنيّة. من المتّبع التفصيل بالنسبة لكلّ ملوّث التركيز الأقصى المسموح به لكلّ متر مكعّب من الهواء. هدف المعايير منع أيّ ضرر صحّيّ للإنسان وأضرار مختلفة للبيئة.

معايير الانبعاث תקני פליטה Ejection Standards كمّيّات الموادّ المُلوّثة التي يُسمح لمصدر

إطلاقها حسب التعليمات. تُحدّد الكمّيّات عادةً حسب طنّ/ ساعة، طنّ/ يوم وهكذا.

مطر حامضيّ גשם חומצי Acid Rain يَـنْـتُـج من إذابة أكاسيد الكبريت والنيتروجين في أبخرة الماء الموجودة في الهواء.نتيجة لذلك، تكون مياه المطر هذه حامضيّة وتؤدّي إلى ضرر للنباتات، الكائنات الحيّة والمباني.

تقاس درجة الحامضيّة حسب سلّم الـ pH . كلّما كانت قيمة الـ pH أقلّ كانت درجة الحامضيّة أعلى. للماء المقطّر pH=7. يعتبر الشتاء حامضيًّا إذا كان الـ pH له أقلّ من 5.5.

مادّة لمكافحة الحشرات חומר הדברה Pesticides هي كلّ مادة يؤدّي نشاطها إلى موت كائن حيّ. مادّة مكافحة الحشرات تضرّ بالكائنات الحيّة أو النباتات، وهي تعمل بعد امتصاصها في جسم الكائن الحيّ وتقطع سلسلة التفاعلات الكيميائيّة العاديّة في الخلايا.

مادّة مؤكسِدَة חומר מחמצן Oxidant مادّه تستطيع جُـسَـيْـماتها أنّ تستوعب الكترونات في تفاعل كيميائيّ. مثلاً: ماء الأكسجين.

مادّة مختزِلَة חומר מחזר Anti-Oxidant مادّة تستطيع جُـسَـيْـماتها أنّ تعطي الكترونات في تفاعل كيميائيّ. مثلاً: نحاس، حديد.

موادّ عضويّة חומרים אורגניים Organic Material مجموعة من المركّبات الكيميائيّة الطبيعيّة أو المُصنّعة المكوّنة بالأساس من عنصّر الكربون والهيدروجين وأحيانًا أيضًا من ذرّات الأكسجين، النيتروجين وعناصر إضافيّة. تُستعمل هذه الموادّ في دورة حياة النباتات والحيوانات وعددها كبير جدًّا.

موادّ غير عضويّة חומרים אנאורגניים Inorganic Material مركّبات كيميائيّة للعناصر المختلفة ما عدا الكربون. أمثلة: فلزات، لا فلزات، معادن طبيعيّة.

ميكرون מיקרון - Micron وحدة طول مساوية لجزء من ألف من الملميتر أو واحد من مليون من المتر. تستخدم أساسًا لقياس أبعاد جُـسَـيْـمات صغيرة بشكل خاصّ.

مراسيم شخصيّة צווים אישיים Personal Commands مرسوم أو إخطار يُصدره وزير البيئة لذوي المناصب المركزيّة في المصانع التي تُعتبر عاملاً ملوّثـًا كبيرًا بحيث تُوجّه إليهم هذه الإخطارات بشكل شخصيّ، يشمل المرسوم عادةً الكمّيّة القصوى من الملوّثات التي يُسمح للمصنع بإطلاقها وعدم التقيّد بالمرسوم يُؤدّي إلى فرض عقوبة شخصيّة على "مُستقبل" المرسوم.

ه

هيموغلوبين המוגלובין Hemoglobin- هو بروتين موجود داخل كريّات الدم الحمراء. بعد أنّ تمرّ جزيئات الأكسجين من الأكياس الهوائيّة التي في الرئتين إلى الدم، فإنّها ترتبط بالأكسجين. تيّار الدم يُحضر الأكسجين المرتبط إلى الهيموغلوبين إلى كلّ أنحاء الجسم. عندها ينكسر الرابط بين الأكسجين والهيموغلوبين وهكذا يستطيع الأكسجين أنّ يصل إلى الخلايا لإنتاج الطاقة الضروريّة للحياة. عندما لا ترتبط جزيئات الأكسجين بالهيموغلوبين، فإنّ جزيئات ثاني أكسيد الكربون تستطيع أنّ ترتبط بالهيموغلوبين.

قوانين ومعايير لتحسين جودة الهواء

توجد في إسرائيل قوانين ومعايير تهدف إلى تحسين جودة الهواء في إسرائيل لفائدة السكّان ولحماية البيئة.

في عام 1961 ، مُرّر في الكنيست القانون لمنع الإصابات، المعروف باسم **قانون كنوفيتس**. يتطرّق جزء من هذا القانون إلى جودة الهواء وهو ينصّ على أنّ: "لا يُسبب إنسان لتلويث حادّ أو غير معقول لجودة الهواء"، من أيّ مصدر كان، إذا كان مُؤْذِيًا، أو من الممكن أن يؤذي، الإنسان الموجود بقرب هذا المكان أو المارّة". قانون كنوفيتس هو قانون جنائيّ وكلّ من يخرج عنه من المتوقّع أنّ يُعاقب. هذا القانون يُعتبر اليوم أداة قانونيّة مركزيّة في أيدي مكتب حماية الطبيعة لمعالجة جودة الهواء في إسرائيل.

قانون هواء نقيّ، في سنة 2008 تمّت الموافقة على هذا القانون في 1.1.2011 بهدف تحسين جودة الحياة للجمهور في الدولة وهو يضع إسرائيل في السطر الأوّل مع الدول المتطوّرة في العالَم. يُرتب القانون معالجة العوامل المختلفة التي تُلوّث الهواء في البلاد في نطاق قانونيّ واحد ومُلزِم بتحضير برنامج قوميّ لتقليل تلوّث الهواء.

لتنفيذ القوانين يوجد نوعان من المعايير: معايير جودة الهواء (معايير البيئة) ومعايير الانبعاث.

معايير جودة الهواء تُحدّد التركيز الأقصى المسموح به لمادّة ملوّثة في الهواء المفتوح. يتعلّق هذا التركيز بنوع الملوّث وبمدّة التعرّض لهذا الملوّث. توجد معايير دَوليّة صالحة في كلّ البلاد ومعايير محلّيّة لتطبيق تلويث مصدره من محطّات القوّة الكربونيّة.

مثال: بالنسبة لـ SO_2 المعيار المسموح به للتعرّض لمدّة نصف ساعة هو: 0.3 جزء في المليون.

المعيار المسموح للتعرّض لـ 24 ساعة هو 0.1 جزء في المليون.

يتمّ قياس تركيز المُلوّثات عن طريق محطّات الرصد وتمّ إعدادها للتحذير فقط. لا يمكن خرق هذه المعايير لأنّه لا يمكن تحديد المصنع المسؤول عن التركيز المرتفع. يعمل في إسرائيل جهاز رصد هواء دوليّ يملك أكثر من 100 **محطّة رصد** مُوزّعة من الجليل في الشمال وحتّى إيلات في الجنوب. تعمل محطّات الرصد عن طريق الجهات التالية: اتّحاد المدن لجودة البيئة. السلطات المحلّيّة، شركة الكهرباء، مصانع الصناعات ومكتب حماية البيئة. تقيس محطّات الرصد ملوّثات الهواء بشكل مستمرّ في نوعين من المحطّات: محطّات عامّة ومحطّات وسائل النقل.

المحطّات العامّة هي محطّات تتواجد في منطقة مُمثّلة، بارتفاع أسطح المباني أو في مساحة زراعيّة مفتوحة وليس بقرب مصادر إطلاق معيّنة، مثل مصانع صناعات أو الشوارع. تُميّز هذه المحطّات تركيز المُلوّثات التي يتعرّش لها الجمهور في المنطقة. في هذه المحطّات يتمّ قياس المُلوّثات المهمّه والأساسيّة الموجودة في الهواء: ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، أكاسيد النيتروجين (NO_X)، أوزون (O_3)، أوّل أوكسيد الكربون (CO) وجسيمات.

محطّات وسائل النقل هي محطّات موجودة في ارتفاع الشارع على طول محاور النقل الرئيسيّة. قياس في هذا الارتفاع يُحوّل الرصد في محطّات وسائل النقل لمُمثّل بالشكل الأفضل لتركيز الملوّثات التي يتعرّض لها المشاة، الجالسون في المقاهي والسائقين في المدينة.

يمكن رؤية معطيات تلوّث الهواء في أماكن مختلفة في البلاد في زمن محدّد في موقع سجلّ رصد الهواء الدوليّ في موقع مكتب حماية البيئة.

معايير الإطلاق تُحدّد التقييدات لكميّات أو تركيز الموادّ الملوّثة في الغازات المُنطلقة من مصادر الإطلاق مثل: مداخن، أجهزة التهوية للمصانع ومواسير الإطلاق لوسائل النقل. تُحدّد معايير الإطلاق وتيرة إطلاق المُلوّث من مدخنة مصنع مُعيّن. يتمّ تحديد هذه المعايير بشكل خاص للمصانع المُلوّثة ويمكن تطبيقها لأنّ المصنع هو المسؤول عن الانحراف من المعيار المسموح به.

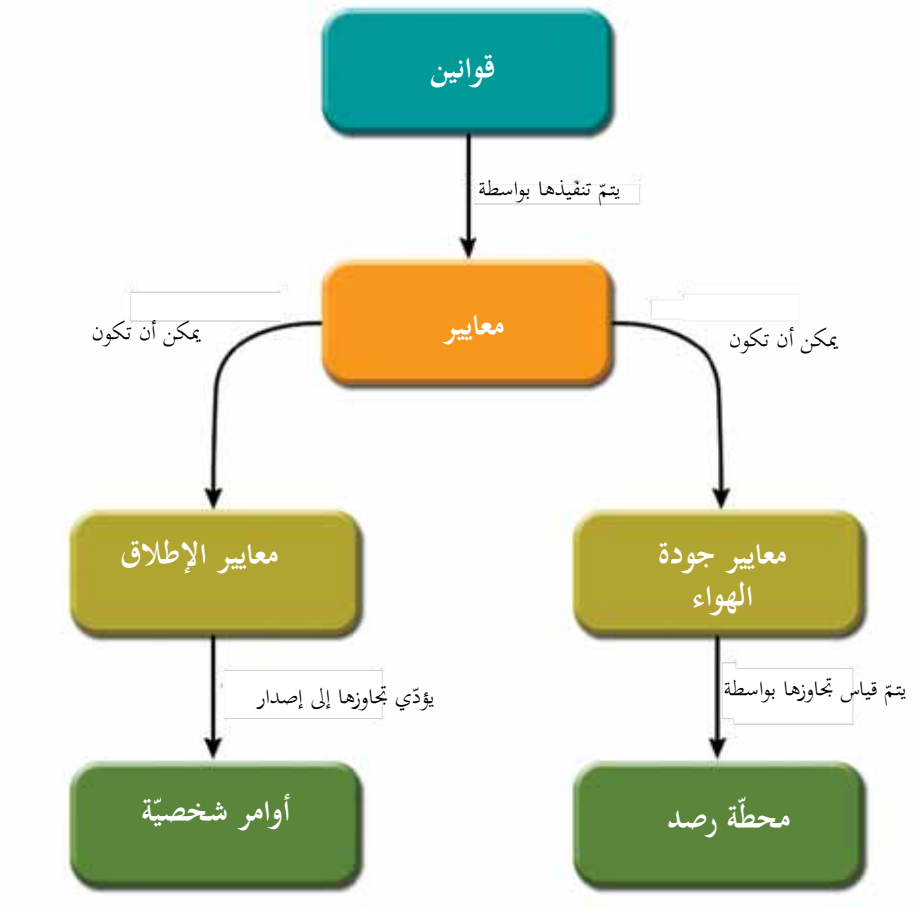
تعتمد معايير الإطلاق على اعتبارين:

- اعتبار تكنولوجيّ – استعمال التكنولوجيا الأكثر حتلّنة الموجودة حتّى يتمّ تقليل كمّيّة الملوّثات المنطلقة،
- اعتبار المكان – تحديد مكان المُلوّث بالقرب من التجمّعات السكّانيّة يؤدّي إلى تشديد معيار الإطلاق للمصنع المُلوّث.

انحراف عن معايير الإطلاق يمكّن وزير جودة البيئة من إعطاء أوامر لشخص معيّن- **أمر شخصيّ** يُلقي عليه المسؤوليّة لتنفيذ خطوات حتّى يتمّ منع تلوّث هواء استثنائيّ. هكذا مثلاً، مديرو محطّات القوّة المختلفة، مسؤولون بشكل مباشر عن منع تلوّث هواء –استثنائيّ من محطّات القوّة. في حال حدوث حدث استثنائيّ، يتمّ إخراج أمر شخصيّ للمدير وعليه دفع غرامة أو قبول فترة اعتقال في السجن.

يصف الشكل التالي التّشريع الخاصّ بجودة الهواء.

هيئة التشريع في البلاد لتحسين جودة الهواء



تفكير أخضر

أمامكم قائمة "إرشادات" يمكن أنّ تساعدكم في تقليل بصمة قدمكم الكربونيّة[14].

1. **قيادة "خضراء"**

هل لفت انتباهكم كيف أولياء أموركم يقودون؟ هل يتسارعون في بداية السفر، يسافرون بسرعة ومن ثمّ يوقفون بشكل مفاجئ، شجعوهم على البدء بسرعة أبطأ وأنّ يتباطؤوا عندما يريدون التوقّف. هذه العمليّة توفّر في استهلاك الوقود وإطلاق زائد لِـ CO_2.

2. **سافروا في وسائل النقل العامّة**

إذا كانت توجد لديكم إمكانيّة – استعملوا وسائل النقل العامّة. تستعمل وسائل النقل العامّة ما يُقارب عشر من الطاقة التي تستعملها سيّارة خاصّة وتنقل عددًا أكبر من الركّاب.

3. **فضّلوا المشي أو ركوب الدرّاجة**

المشي أو ركوب الدرّاجة هو إحدى الطرق المُفضّلة للوصول إلى المدرسة. هكذا لا تكون فقط كمّيّة CO_2 قريبة من الصفر، بل أيضًا فإنّكم تمارسون الرياضة.

4. **حاولوا الامتناع عن تشغيل المُكيّف**

عندما تسافرون في السيّارة مع والديكم، شجعوهما على الاستغناء عن المُكيّف في السيّارة. بدل تشغيل المُكيّف، حاولوا الوقوف في مكان مُظلّل أو استعمال التظليل داخل السيّارة. إذا سافرتم في شارع سريع – من المفضّل تشغيل المُكيّف بدل فتح الشبابيك لأنّ فتح الشبابيك يُبطئ السيّارة ويؤدّي إلى إطلاق كمّيّة أكبر من CO_2.

5. **سافروا مع أصدقائكم**

الرحلات المشتركة هي طريقة ممتازة لمساعدة البيئة! تحدّثوا مع جيرانكم أو مع أصدقائكم في البيئة المجاورة وشاركوا والديكم في برنامج سفريات للمدرسة، للبرامج أو للرحلات.

6. **كلوا "بشكل أخضر"**

في المرّة القادمة التي تأكلون فيها في شبكة للطعام السريع، انتبهوا إلى كمّيّة الرزم والبلاستيك التي تحصلون عليها مع كلّ وجبة. تناول طعام سريع يُنتج قمامة كثيرة تضرّ بالبيئة. إذا كنتم لا تستطيعون الاستغناء بشكل تامّ عن الأكل السريع، أطلبوا عدم الحصول على رزم وأوراق زائدة.

7. **تحوّلوا إلى ريّ "أخضر"**

لا تُغرقوا العشب بفائض من الماء. اطلبوا من والديكم في الصيف تقلّيل الريّ. أغلب الأوقات لا يحتاج العشب إلى الكثير من الماء.

14 يعتمد قسم من القائمة على الموقع: http://calc.zerofootprint.net/youth/iEarn

8. **استعملوا مـُزيل عشب يدويّ**

هل تقومون بإزالة العشب؟ أيّ أداة إزالة تستعملون؟ عادةً يوجد لجهاز الإزالة محرّك وقود أو سولار وهما يـُطلقان CO_2 للغلاف الجوّيّ وأيضًا موادّ كيميائيّة إضافيّة. حاولوا إقناع والديكم باستعمال أداة إزالة يدويّة. هذه الأدوات صغيرة، ليست ثقيلة ويمكن إدخالها بسهولة إلى المخزن. اقتراح المساعدة في إزالة العشب يمكن أنّ يـُشجّع والديكم على قبول هذا القرار.

9. **جرّبوا "الغسيل الأخضر"**

تأكّدوا من أنّ ماكنة الغسيل معبَّأة قبل تشغيلها، وأيضًا اهتمّوا بتشغيلها في برنامج يقتصد في المياه.

10. **قوموا بتركيب مصابيح فلوريسانت الاقتصاديّة**

أطلبوا من والديكم تركيب مصابيح فلوريسانت، وهي اقتصاديّة أكثر من مصابيح التوهـّج. مصابيح الفلوريسانت تعمل لوقت أطول – 10 أضعاف وتستعمل ربع كمّيّة الطاقة.

11. **ادخلوا ضوء النهار إلى بيتكم**

استغلال ضوء النهار يـُوفـّر 25% من الطاقة المطلوبة للإضاءة. لامبة التوهـّج ذات 100 واط المـُضاءة خلال 12 ساعة في اليوم، مثلا، تطلب 178 كيلو فحم للسنة حتّى تـُضيء. حاولوا إطفاء الضوء عندما لا تستعملونه. ضوء الشمس هو مجانيّ ويوفّر بالطاقة.

مصادر

كُتب وكرّاسات

האוניברסיטה הפתוחה (1978). **האדם בסביבתו**, יחידות 1, 5, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב.

ויזל, י. ופישלזון, ל. (1982). **אקולוגיה: אדם וסביבתו**, קובץ מאמרים. אוניברסיטת תל- אביב. הוצאת ספרית הפועלים בע"מ.

מאור, ח. (1993). **מגדיר איכות הסביבה**. הוצאת מאור בע"מ, תל-אביב.

מימון, צ. (1994). **הכל מן השמש**. המשרד לאיכות הסביבה, איגוד ערים לאיכות הסביבה גליל מערבי.

קלצ'קו, ש., מדאורי, ג. וברק, י. (1993). **אקולוגיה ואיכות הסביבה בשילוב מחשב**. משרד החינוך, האגף לחינוך התישבותי, נבו הוצאה לאור, ירושלים.

כתב העת: אקולוגיה וסביבה.

Manahan, S.E. (2009). *Environmental Chemistry*. 9th Ed. CRC Press, Boca raton, .Florida, CA, USA

Meszaros, E. (1981). *Atmospheric Chemistry* . Fundamental Aspects. Elsevier .Scientific Publishing Company. Amsterdam

vanLoon, G.W. & Duffy, S.J. (2011). *Environmental Chemistry: A global .perspective*. 4th Ed. OXFORD University Press, N.Y

Vallero, D.A. (2008). *Fundamentals of Air Pollution*. 4th Ed. Elsevier Inc. Press. .London, UK

توصية على المواقع

המשרד להגנת הסביבה - http://www.sviva.gov.il

איגוד ערים חיפה - http://www.envihaifa.org.il

אמנת מונטריאול - http://ozone.unep.org/Publications/MP_Handbook/index.shtml

עמותת אדם, טבע ודין - http://www.adamteva.org.il

הלשכה המרכזית לסטיסטיקה - http://www.cbs.gov.il

אתר נאס"א למעקב אחר ה"חור" באוזון - http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/hole.html

אתר Sustainability-org-il כמקור ידע מעשי לחשיבה ירוקה http://www.sustainability.org.