

#### المحور الأول: تلوث الهواء وإتلاف طبقة الأوزون والانحباس الحراري

**مقدمة:** إن النمو الديموغرافي السريع والتطور الاقتصادي، يواكبهما ارتفاع في حاجيات الإنسان لاستغلال وسطه الطبيعي والإسراف في التأثير سلبا على جودة هذا الوسط. ويمثل التلوث أهم مظاهر الاختلال بالتوازن البيئي، كما يعتبر الهواء من المجالات المعرضة للتلوث باستمرار.

- ما مصادر الملوثات؟
- ماذا يقصد بالغازات المسببة للانحباس الحراري؟
- كيف تؤثر ملوثات الهواء على طبقة الأوزون؟

#### I- تلوث الهواء:

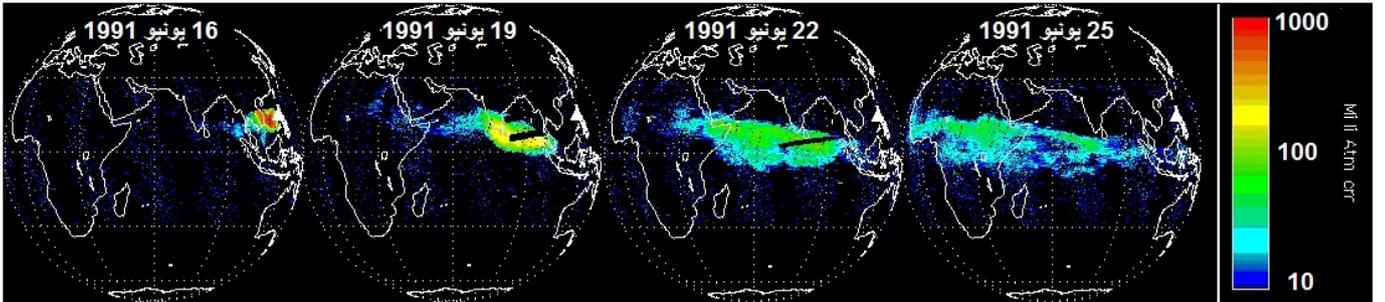
##### ① معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 1

##### الوثيقة 1: التلوث الناتج عن انفجار البراكين

★ جاء في أحد المواقع الالكترونية المهمة بالبيئة بتصرف: ".....قبل نحو 200 سنة كانت كل المواد الملوثة للهواء التي تطرح في الحميلات البيئية عبارة عن مواد سامة طبيعية، وكانت هذه المواد تضم الغبار والدخان المتطاير خلال حرائق الغابات، غازات البراكين، جراثيم عالقة في الهواء، حبوب اللقاح والابواغ التي تنتجها بعض النباتات والتي تسبب أمراض الحساسية لدى بعض الفئات، بعض المواد السامة المتطايرة من بعض النباتات (essences volatiles)..."

بعد 1850 تغير الوضع بفعل ثورة الطب التي ضاعفت عدد سكان الأرض عدة مرات والثورة الصناعية التي نمت من الاستهلاك البشري بشكل مهول، فأنتجت مصادر عديدة لتلوث الهواء خصوصا منها المواد المستعملة لتوليد الطاقة كالفحم الحجري والغاز الطبيعي والنفط... وقد أصبح خطر هذا النوع الأخير يهدد مستقبل الإنسان على الأرض بفعل عواقب الانحباس الحراري وتقب الأوزون و..."

★ انفجر يوم 12 يونيو 1991، بركان بيناتوبو بالفلبين، وأخرج سحابة من الرماد والغبار والغازات على علو تجاوز 20Km. ونتج عن ذلك طرح 20 مليون طن من غاز ثنائي أكسيد الكبريت  $SO_2$ . وقد تم تتبع تركيز الغلاف الجوي من هذا الغاز، بواسطة الأقمار الاصطناعية خلال الأيام الموالية للانفجار. وتبين الصور أسفله نتائج قياس هذا التركيز:



تطور السحابة البركانية أياما بعد انفجار بركان بيناتوبو Pinatubo بالفلبين

انطلاقا من المعطيات أعلاه:

- (1) عرف تلوث الهواء.
- (2) ما هي أنواع تلوث الهواء حسب المصدر؟
- (3) أتمم الجدول أسفله وذلك بتحديد أهم المواد التي تسبب تلوث الهواء حاليا مع تحديد مصدر هذه المواد؟
- (4) ما تأثير تراكم المواد الكيميائية في الهواء على الطبيعة والإنسان؟

المواد	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	CFC	CL	Pb
الاسم	أحادي أكسيد الكربون	ثنائي أكسيد الكربون	الميثان	ثنائي أكسيد الكبريت	أكسيد الأوزون	الأوزون	الكلورو فليورو كربون	الكلور	الرصاص
المصدر	5	-3-2-1 6-5	-3-2-1 7-6-5	-3-2-1 6-5	-3-2-1 6-5	4-1	4	4	4
1= وسائل النقل، 2= وسائل إنتاج الطاقة، 3= التدفئة، 4= الصناعة، 5= الاحتراق، 6= البراكين، 7= الفلاحة									

## ② استثمار المعطيات:

- 1) يعتبر الهواء ملوثا عندما تتسرب إليه مكونات طبيعية أو اصطناعية سامة بالنسبة للوسط أو الكائنات الحية التي تعيش به.
- 2) انطلاقا من النص وحسب المصدر يمكن التمييز بين نوعين من تلوث الهواء:
- (a) تلوث طبيعي: لا دخل للإنسان فيه مصدره الطبيعة، كحالة التلوث الناتج عن انفجار البراكين، مثل بركان بيناتوبو بالفلبين.
- (b) تلوث ناتج عن الأنشطة البشرية وهو حاليا اخطر أنواع التلوث وينتج هذا التلوث عن:
- ✓ التلوث الصناعي: تخلف الأنشطة الصناعية غازات سامة مختلفة.
  - ✓ محطات استخراج النفط: تحرر المحروقات الحفرية 20 مليار طن من غاز CO<sub>2</sub>.
  - ✓ وسائل النقل: تحرر غازات ملوثة مثل أكسيدات الأوزون (NO, NO<sub>2</sub>) وأكسيدات الكربون (CO, CO<sub>2</sub>).
  - ✓ تلوث نووي: كحالة محطة تشرنوبيل النووية التي انفجرت يوم 26 أكتوبر 1986 بأوكرانيا، فأدت إلى تسرب غبار وغازات مشعة إلى الهواء، فساهمت الرياح في نشر هذه المواد الملوثة على مساحات شاسعة، تضررت منها عدة دول.
- 3) أتمام وذلك بتحديد أهم المواد التي تسبب تلوث الهواء حاليا مع تحديد مصدرها: أنظر الجدول على الوثيقة 1
- 4) يؤدي تراكم المواد الكيميائية (خصوصا الصادرة عن وسائل النقل والمصانع) في الهواء، إلى عدة مضاعفات صحية وبيئية:

### ★ فالنسبة للمضاعفات الصحية لتلوث الهواء نذكر:

- ✓ انسداد الشعب الهوائية وبقايا المسالك التنفسية.
- ✓ أمراض الحساسية كالربو.
- ✓ ارتفاع نسب الاختناقات.
- ✓ ارتفاع نسبة الإصابة بسرطان الرئة و الحلق.
- ✓ ارتفاع نسبة التهابات البصرية.
- ✓ ارتفاع نسبة أمراض الشرايين والقلب والذبحات الصدرية.
- ✓ سهولة التعرض للأمراض الجرثومية بفعل إضعاف الجهاز المناعي.

### ★ أما بالنسبة للمضاعفات البيئية فتلوث الهواء مسؤول عن:

- ✓ الأمطار الحمضية.
- ✓ ارتفاع حموضة التربة.
- ✓ الانحباس الحراري.
- ✓ ارتفاع درجة حرارة الأرض.
- ✓ تخريب طبقة الأوزون.
- ✓ انقراض بعض الكائنات التي لا تتحمل هواء ملوثا (الاشنات مثلا...)
- ✓ ظاهرة SMOG: في المناطق الصناعية وداخل المدن، حيث كثافة وسائل النقل يؤدي إلى تراكم المواد الكيميائية في الهواء و امتزاجها ببخار الماء، الشيء الذي يؤدي إلى تكون ضباب اسود كثيف خانق،

مسؤول عن جل المضاعفات الصحية الناتجة عن تلوث الهواء وهو مسؤول أيضا عن حجب الرؤية جزئيا في المدن الملوثة، ومسؤول عن اتساخ واجهات المباني وملابس الغسيل المنشورة في الهواء. ولعل أشهر المدن التي تعاني من هذه الظاهرة هي مكسيكو وأثينا، أما في المغرب فهذه الظاهرة توجد جزئيا فقط في بعض أحياء البيضاء، والسبب فيها حركة السير النشيطة والصناعة النفطية بالمحمدية المجاورة.

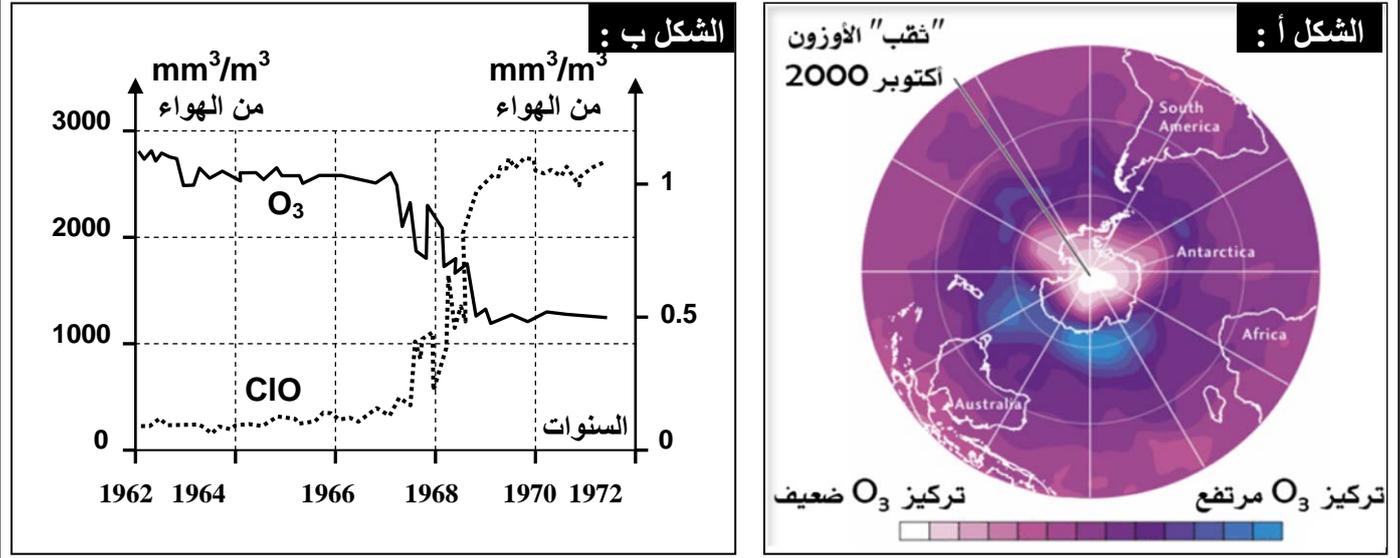
## II - إتلاف طبقة الأوزون:

### ① معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 2

#### الوثيقة 2: ثقب الأوزون وعلاقته بتلوث الهواء.

يعطي الشكل أ من الوثيقة نتائج قياس تركيز غاز الأوزون  $O_3$ ، في الستراتوسفير (المنطقة المتوسطة من الغلاف الجوي) فوق القطب الجنوبي، باستعمال الأقمار الاصطناعية. والشكل ب تغير تركيز غاز الأوزون وأحادي أكسيد الكلور فوق القطب الجنوبي.

- (1) أعط تعريفا لطبقة الأوزون، وحدد أهمية تواجد هذه الطبقة في الغلاف الجوي للأرض.
- (2) حلل معطيات الشكلين أ وب.
- (3) استنتج سبب التغير الملاحظ في سمك طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي.
- (4) حدد عواقب التغير في سمك طبقة الأوزون على صحة الإنسان.



### ② استثمار المعطيات:

- (1) تعريف طبقة الأوزون وأهميتها:  
الأوزون هو غاز  $O_3$ ، الذي يشكل طبقة حول الأرض على علو ما بين 15 و 50Km، تمتص كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية (UV) الخطيرة على الكائنات الحية، ولها دور أيضا في الحفاظ على درجة حرارة الأرض.
- (2) تحليل الوثائق وتفسير سبب حدوث ثقب الأوزون:

✓ الشكل أ: تبرز الصورة الملتقطة بالأقمار الاصطناعية أن منطقة شاسعة فوق القطب الجنوبي، يقل فيها تركيز الأوزون عن باقي المناطق. نتحدث بذلك عن ثقب الأوزون.

✓ الشكل ب: قبل سنة 1968، كان تركيز كل من الأوزون وأحادي أكسيد الكلور شبه مستقرين، وبعد هذه السنة، نسجل انخفاضا سريعا لتركيز الأوزون وموازية مع ذلك يرتفع تركيز أحادي أكسيد الكلور.

- (3) إن انخفاض سمك طبقة الأوزون هو ناتج عن تدمير غاز الأوزون نتيجة تفاعله مع بعض الغازات  
✓ المترتبة عن الأنشطة المرتبطة باستعمال المركب الكيميائي CFC كلوروفلوروكربون (التبريد، مكيفات الهواء، بخاخات العطور والمبيدات ...) الذي يطرح في الهواء فيزيد من تركيز الكلور.

✓ يتلف الكلور طبقة الأوزون حسب التفاعل التالي:  $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$  ما يفسر انخفاض نسبة الأوزون موازاة مع زيادة أحادي أكسيد الكلور.

✓ يعاد تكون الكلور حسب التفاعل التالي:  $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$

(4) عواقب انخفاض سمك طبقة الأوزون على صحة الإنسان:

إن انخفاض سمك طبقة الأوزون سيساهم في ارتفاع نسبة الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الأرض، الشيء الذي سيؤثر بشكل مباشر على الإنسان وعلى حرارة الكرة الأرضية:

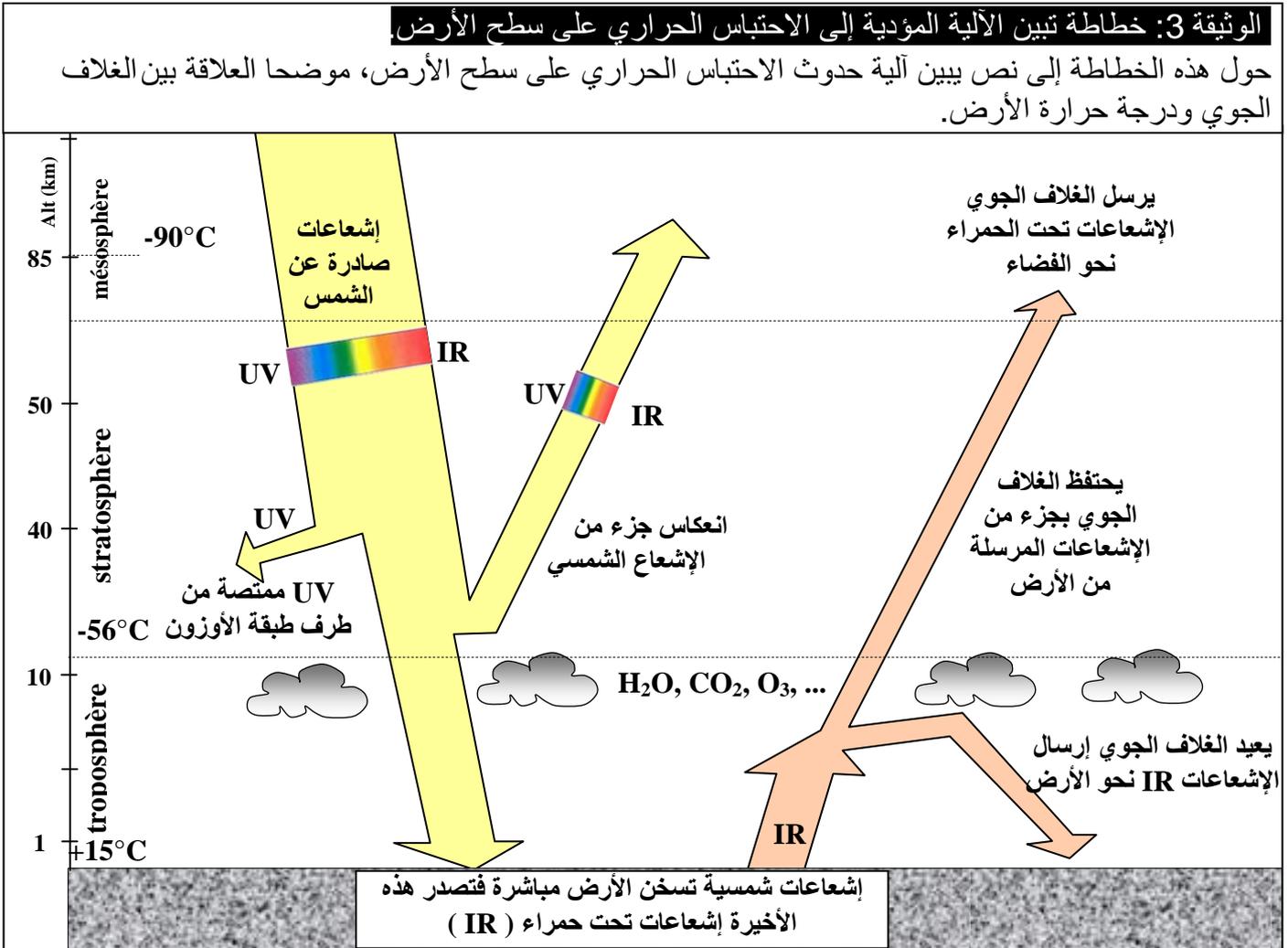
✓ يؤدي التعرض للإشعاعات فوق البنفسجية لمدة متوسطة، إلى حروق سطحية والتهاب قرنية العين.  
✓ يسبب التعرض للإشعاعات فوق البنفسجية لمدة طويلة، إلى شيخوخة متقدمة للجلد، وضعف الجهاز المناعي، وسرطان الجلد.

✓ تؤثر الأشعة الشمسية على الملوثات الغازية التي تملأ الغلاف الجوي على ارتفاع منخفض (تحت 15Km)، فينتج بالتالي أوزون الارتفاع المنخفض، الذي يصيب الأغشية المخاطية للمسالك التنفسية الدقيقة، فيسبب التهابات وسعالًا مزمنًا.

### III – الانحباس الحراري:

#### ① آلية تكون الانحباس الحراري:

أ- معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 3



#### ب- استثمار المعطيات:

★ يمتص سطح الأرض كمية من الإشعاعات التي تصدرها الشمس، بينما تعكس السحب جزء من هذه الإشعاعات في اتجاه الفضاء أو يمتصه الغلاف الجوي.

★ عند ارتفاع حرارة الأرض، ترسل جزءا من هذه الطاقة على شكل إشعاعات تحت حمراء ( IR ).

★ يعيد الغلاف الجوي (غازات، بخار الماء) جزءا من الإشعاعات الحمراء إلى الأرض من جديد، وهو ما يرفع من حرارتها: تسمى هذه الظاهرة بالاحتباس الحراري.

★ كلما كانت طبقة الغازات المشكلة للغلاف الجوي سميكة كلما كان الاحتباس الحراري قويا.

★ الاحتباس الحراري ظاهرة طبيعية تتجلى في احتباس كمية من الحرارة في الغلاف الجوي، نتيجة قدرة مجموعة من الغازات على الاحتفاظ بالإشعاعات تحت الحمراء ( بخار الماء، ثنائي أكسيد الكربون...).

## ② تأثير أنشطة الإنسان في ظاهرة الاحتباس الحراري:

أ- معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 4

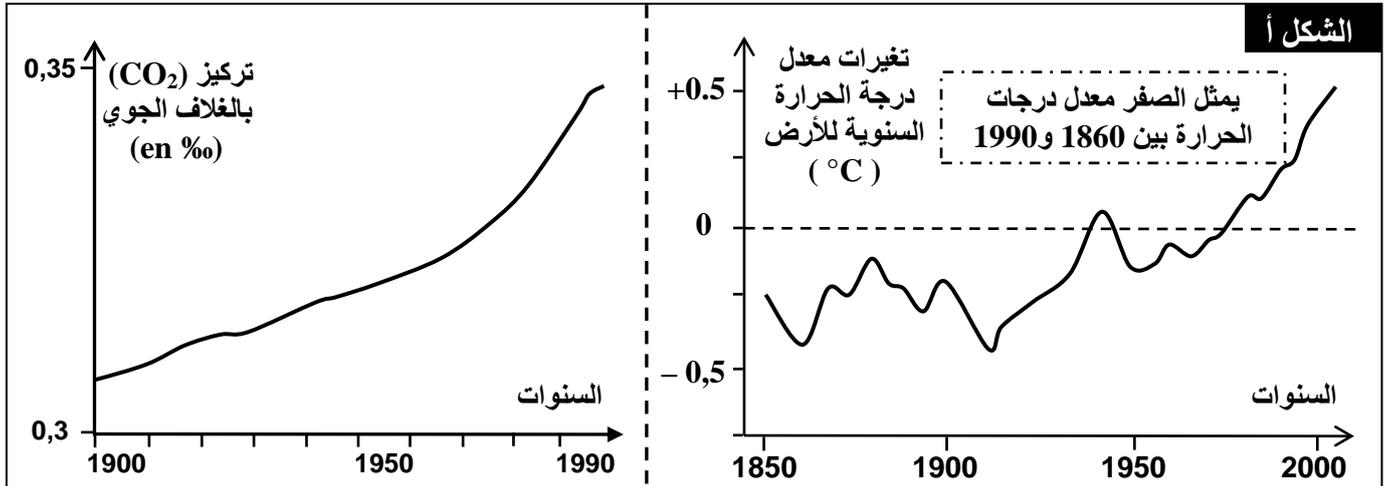
### الوثيقة 4: تأثير أنشطة الإنسان في ظاهرة الاحتباس الحراري

يعطي الشكل أ من الوثيقة نسبة تطور  $CO_2$  بالغلاف الجوي. وتغيرات معدل درجة الحرارة عبر السنين. أما الشكل ب من الوثيقة فإنه يمثل نسبة مساهمة بعض الغازات في ظاهرة الاحتباس الحراري.

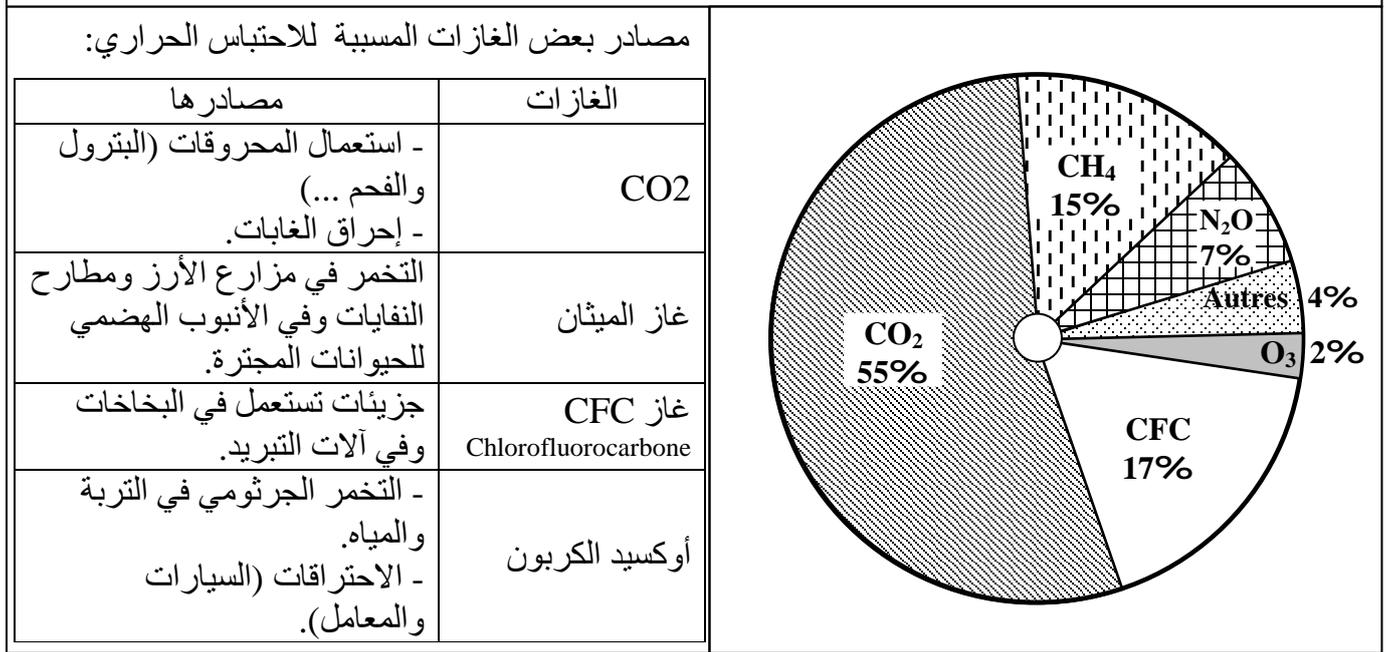
(1) حلل منحنى الوثيقة واربط علاقة بينهما وبين الثورة الصناعية واستنتج أسباب التغيرات المسجلة في حرارة الأرض.

(2) أبرز من خلال الشكل ب من الوثيقة مختلف الغازات المساهمة في ظاهرة الاحتباس الحراري ومصادرها.

(3) ما هي عواقب ظاهرة الاحتباس الحراري على البيئة؟



### الشكل ب: أهم الغازات المساهمة في ظاهرة الاحتباس الحراري



## ب- استثمار المعطيات:

- (1) قبل الحقبة الصناعي كانت نسبة  $CO_2$  في الغلاف الجوي ضعيفة ومستقرة لا تتعدى 0,28 في الألف كما أن درجة الحرارة كانت أقل من المعدلات المسجلة بين سنتي 1860 و1990. مع بداية الحقبة الصناعي، سجل ارتفاعا تدريجيا لنسبة  $CO_2$  في الغلاف الجوي، حيث بلغت 0,34 في الألف سنة 2000، وموازية مع ذلك زادت درجة حرارة الأرض بما يقارب  $1^\circ C$ .
- نستنتج من هذه المعطيات أن النشاط الصناعي المكثف الذي بدأ مع الثورة الصناعية أدى إلى ارتفاع نسبة  $CO_2$  في الغلاف الجوي، وهذا الارتفاع سبب زيادة في درجة حرارة الأرض. بذلك يصنف  $CO_2$  من الغازات الدفيئة.
- (2) للغازات المسببة للانحباس الحراري مصدرين:
- ★ مصادر طبيعية: الانفجارات البركانية، الحرائق، الكائنات الحية، لكن نسبتها تبقى قليلة.
  - ★ من خلال الأنشطة البشرية: النشاط الصناعي (التبريد، المصانع، استعمال المحروقات كالبترول والفحم أو الحرائق...) النشاط الفلاحي (تربية الحيوانات...) النشاط المنزلي (طرح النفايات المنزلية...).
- (3) العواقب المتوقعة لظاهرة الانحباس الحراري:
- ★ ارتفاع درجة حرارة الأرض.
  - ★ ذوبان الثلوج وجليد القطبين.
  - ★ ارتفاع مستوى البحر، مما يهدد المناطق المنخفضة من الكرة الأرضية بالانغمار بالماء.
  - ★ نقص الماء في بعض المناطق وتصحرها.
  - ★ تغير التنبت.