## الغازات المسببة للاحتباس الحراري

## Green house gases

**مقدمة :**

الغازات الدفيئة هي الغازات التي تمتص طول موجي كبير اطول من 4 مايكروميتر ، هذا الامتصاص يعمل على تسخين الغلاف الجوي والذي يبعث بالطاقة الى كل من سطح الارض والى الفضاء . درجة حرارة الارض هي اعلى من الطبيعية ب 34 درجة مئوية كما اوضحنا سابقا.

سميت بظاهرة البيت الزجاجي لان الزجاج له القابلية على انفاذ الطاقة الشمسية ذات الطول الموجي القصير في الوقت الذي له القابلية على امتصاص الطاقة المنعكسة ذات الطول الموجي الكبير وهذا الاشعاع الممتص يعمل على تسخين داخل الدور الزجاجية الى درجات مرتفعة وكذلك ظاهرة تسخين العجلات الواقفة لفترة طويلة في الشمس.

يغطي الغلاف الجوي الارضي مجموعة من الطبقات وهي كل من التروبوسفير، الستراتوسفير، الميسوسفير وأخيرا الثيرموسفير. تقل درجة الحرارة مع الارتفاع في كل من التروبوسفير والميسوسفير بينما الطبقتين الأخريين يكون بالعكس تماما حيث تزداد درجة حرارة الطبقة مع الارتفاع .

عند منتصف خط العرض يتراوح ارتفاع طبقة التروبوسفير بين 10–12 كم وهو يمثل ارتفاع خط الطيران بينما عند الاقطاب يتراوح الارتفاع ب 5– 6 كم .

في طبقة التروبوسفير تقل درجة الحرارة مابين 10 درجة مئوية لكل كم وكذلك تمتاز طبقة التروبوسفير بجو مضطرب وحركة هواء عمودية قوية مما تعمل على مزج سريع ودائم وهي ظاهرة جيدة من حيث كونها تشتت الملوثات الغازية بسرعة بينما طبقة الستراتوسفير طبقة جافة ومستقرة ولذلك الملوثات يمكن ان تبقى فيها فترة طويلة جدا قبل ان تهبط الى طبقة التروبوسفير.

ان كل من طبقة التروبوسفير والستراتوسفير تشكل حوالي 99.9 % من كتلة الغلاف الجوي ويمتدان كلاهما حوالي 51 كم فوق سطح الارض وهي تمثل 1 % من قطر الارض .

بالرغم من ان الغلاف الجوي يتألف معظمه من النتروجين والاوكسجين، إلا انه يوجد غازات اخرى ودقائق موجودة بتراكيز صغيرة جدا.

سوف يتم التركيز في هذا الفصل على الغازات المسببة للاحتباس الحراري وهي كل من غاز ($H_2O$,$CO_2$, $N_2O$, $CH_4$,$O_3$) بالإضافة الى الغازات المصنعة من قبل الانسان الغير الطبيعية من الهالوكاربونات والهالوفلوركاربونات والتي تشمل العديد الاصناف كما يلي:

$$CFCs,\ HCFCCl_3,\ HFCs,\ CCL_4,\ CH_3CCl_3$$

ان اغلب الطاقة ذات الطول الموجي الطويل المنعكسة من الارض سوف تمتص من قبل الغازات الفعالة نسبيا وهي كل من ( بخار الماء ، ثاني اوكسيد الكاربون ، الميثان ، اوكسيد النتروز ، الاوكسجين وأخيرا الاوزون) .

يؤدي امتصاص اشعة الطاقة الشمسية طويلة الموجة ( تحت الحمراء) من قبل الغازات التي لها طول موجي أطول من 4 ميكرومتر إلى تسخين الغلاف الجوي ، والذي بدوره يبعث الطاقة مرة أخرى إلى الأرض وكذلك إلى خارج الفضاء.

## موديل تمثيل التغير الحراري الجوي

تبين البيانات المسجلة لدرجة حرارة الجو لفترات قديمة جدا من ان كوكب الارض قد حافظ على معدل درجة حرارة ضمن مدى محدد ولكن ظهر اخيرا حدوث زيادة بسيطة في معدل درجات الحرارة. هنالك عدة موديلات رياضية يمكن خلالها استنتاج التغير الحراري الحاصل في جو الارض وتتدرج هذه الموديلات من البسيطة جدا كالتي سوف يتم شرحها في هذا الفصل الى موديلات معقدة جدا ثلاثية الابعاد وتستعين بأجهزة الحاسوب لاستنتاج قيمها .

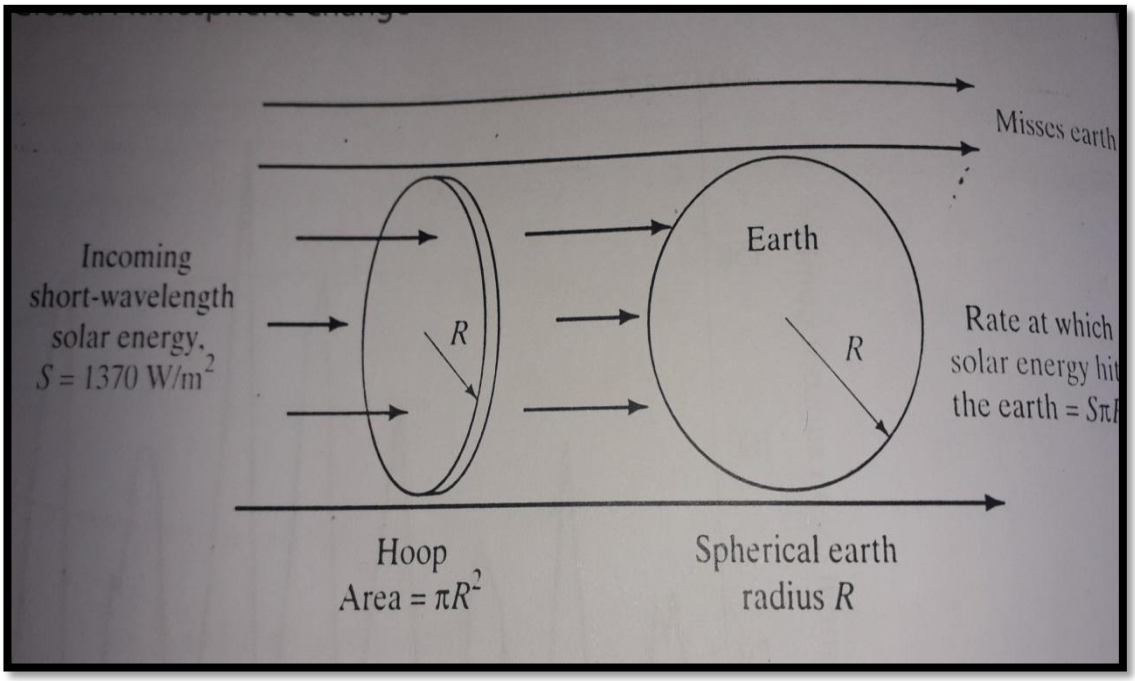
### الموديل الرياضي البسيط

يفترض هذا الموديل تغاير وحيد فقط في درجة الحرارة مع ثبوت متغيرات كثيرة منها الترسيب ، العواصف، رطوبة التربة،.... وهكذا يفترض هذا الموديل ايضا ان الطاقة الشمسية التي تمتصها الارض تساوي نسبة ثابتة من الطاقة المنعكسة منها الى الجو. كذلك يفترض هذا الموديل ان الارض كروية وان درجات الحرارة موزعة عليها بشكل متساوي .

لكي نفهم هذا الموديل يجب معرفة مجموعة من المصطلحات الداخلة في وهي كل من :

الثابت الشمسي **Solar constant (S)** : هي الطاقة الاشعاعية الشمسية التي تصل الغلاف الجوي الارضي بمعدل كثافة سنوية تقدر ب 1370 واط /م$^2$ .

**معدل الطاقة الشمسية التي تضرب الارض** : إذا فرضنا ان نصف قطر الارض هو R فان معدل الطاقة الشمسية التي سوف تضرب الارض هو $S\pi R^2$ .



**Albedo** : هي مقدار الطاقة المنعكسة من سطح الارض= $S\pi R^2\alpha$ قيمة ثابت الطاقة المنعكسة $\alpha$ =0.31 أو معنى أخر ان الطاقة التي تمتصها الارض =$S\pi R^2(1-\alpha)$ . فإذا فرضنا ان الارض هو جسم اسود وان الحرارة متساوية في كل جوانبها Isothermal وإذا اعتبرنا ان الارض كروية فان المساحة السطحية للكرة هي $4\pi R^2$ وان قيمة الطاقة المنعكسة من سطح الجسم الكروي الاسود $E=\sigma AT^4$

حيث ان E معدل انبعاث الطاقة من الجسم الاسود ( واط )

$\sigma$ : تمثل ثابت يدعى ثابت ستيفان بولتزمان = $5.57*10^{-8}$ ( واط /م$^2$ . كلفن$^4$ )

T : درجة الحرارة المطلقة (كلفن)

A : المساحة السطحية للجسم (م$^2$)

اذا اعتبرنا ان الطاقة الممتصة تعادل الطاقة المنعكسة فسوف نحصل على ما يلي :

$$S\pi R^2(1-\alpha) = \sigma 4\pi R^2 Te^4$$

$$Te = [S(1-\sigma)/4\sigma]^{1/4}$$

$$Te = [1370(1-0.31)/4*5.67*10-8]^{1/4}$$

$$Te = 254\ K = -19\ ^\circ C$$

فاذا علمنا ان معدل درجة حرارة الارض الحقيقية هي 15 درجة مئوية وسبب الاختلاف في درجة حرارة الارض الحقيقية 15 عن المحسوبة من الموديل الرياضي 19- هو وجود الغازات الدفيئة لان الموديل الرياضي لم ياخذ بنظر الاعتبار التفاعل او التبادل الحراري الذي يحدث في الغلاف الجوي .

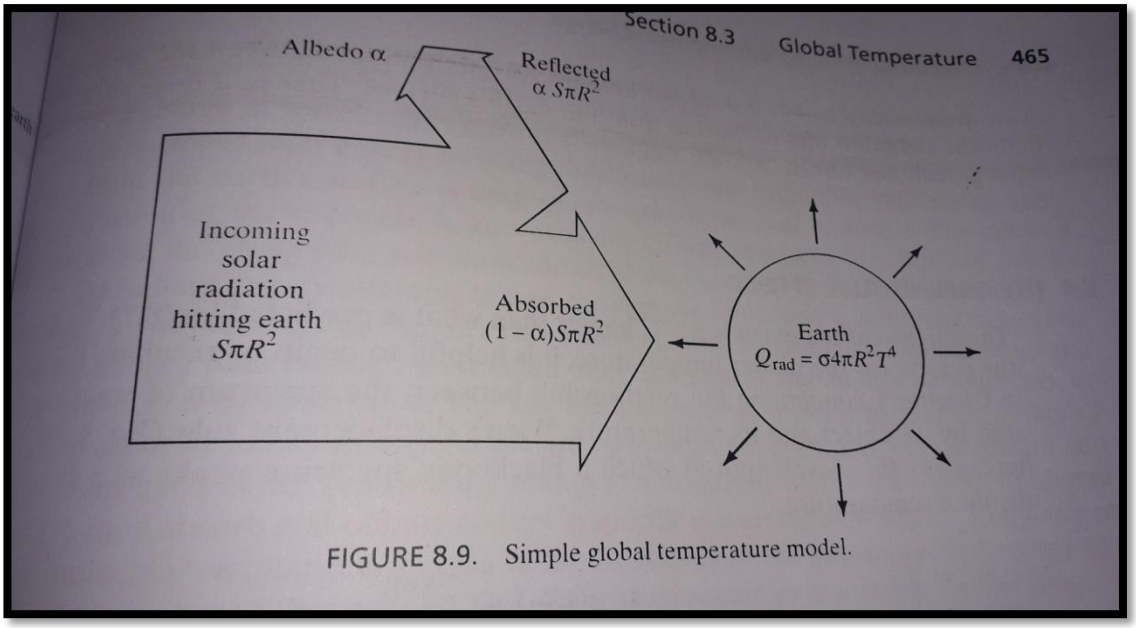


FIGURE 8.9. Simple global temperature model.

**تمثيل كمي للطاقة الداخلة والممتصة والمنعكسة لكل متر مربع من سطح الارض :**

**1**- تمثيل كمي للطاقة الداخلة الى الارض

$$\frac{Incoming\ Solar\ radiation}{Surface\ area\ of\ earth} = \frac{S\pi R2}{4\pi R2} = 1370/4 = 342\ W/m^2$$

2- تمثيل كمي للطاقة المنعسة :

$$\frac{Solar\ enrgy\ reflected}{Surface\ area\ of\ earth} = \frac{S\pi R2\alpha}{4\pi R2} = (1370/4)*0.31 = 107\ W/m^2$$

3- تمثيل كمي للطاقة الممتصة

$$\frac{Solar\ radiation\ absorbed}{Surface\ area\ of\ earth} = \frac{S\pi R2(1-\alpha)}{4\pi R2}\ 342(1-0.31) = 235\ W/m^2$$

**قانون واينز** : Wien's displacement role :

ينص هذا القانون على ان اعظم طول موجي يمكن ايجاده من معرفة درجة حرارة الجسم :

$\gamma max(\mu m) = 2898/T(kelven)$

ويمكن الاستدلال من القانون اعلاه على ان الارض عند 288 كلفن سوف يكون لها أعظم طول موجي 10.1 مايكروميتر.

مثال : اذا افترضنا ان الارض جسم اسود معدل درة حرارته 15 درجة مئوية وان المساحة السطحية للأرض $5.1*10^{14}$ م$^2$ ، اوجد الطاقة المشعة من قبل الارض وأعظم طول موجي لطاقة المشعة ثم اعمل مقارنة مع الطول الموجي المنبعث من طاقة الشمس البالغة 5800 كلفن؟

**Solution**

**E=$\sigma$ AT$^4$** , **E** $=5.67*10^{-8}*5.1*10^{14}*(15+273)=2*10^{17}$ Watt

$\gamma max(\mu m) = 2898/T(Kelvin)$ , $\gamma$ max $=2898/288.15$, $\gamma$ max$= 0.48$ μm

For 580,000 K , $=2898/5800=0.48$ μm

## التأثير الإشعاعي لتغير المناخ Radiative forcing of climate change ( ΔF )

من اهم العلوم التي يقوم بها المختصون بعلم المناخ هو دراسة الطاقة الاضافية المسببة للتغير المناخي بسبب وجود الغازات الدفيئة وهي كل من : التغير في الضباب الدخاني Δ aerosol ، التغير في الطاقة المنعكسة Δ Albedo ، التغير في قيمة الثابت الشمسيΔS.

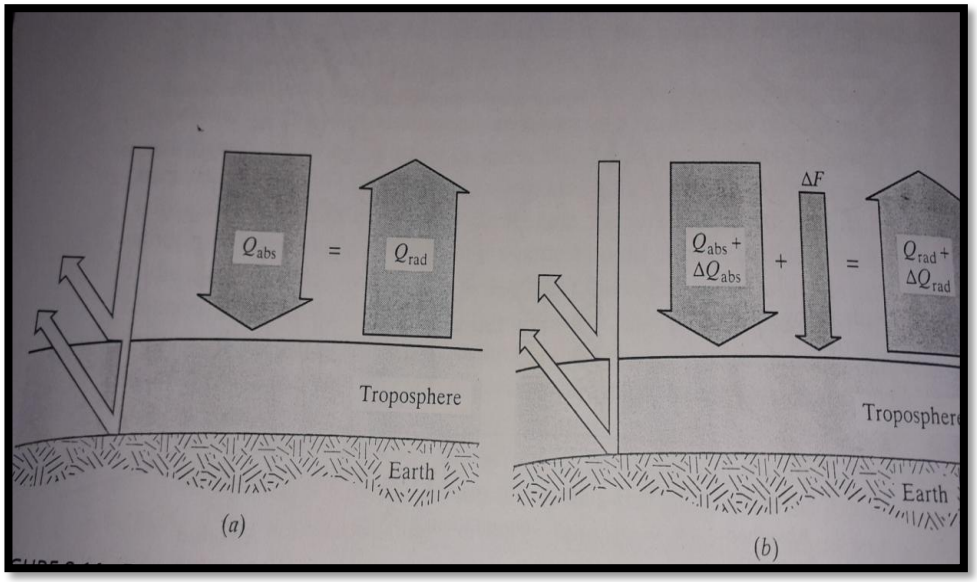
ان الطاقة الاشعاعية الممتصة من قبل الارض والغلاف الجوي لها هو 235 واط/م$^2$ وهي توازن الطاقة الاشعاعي المنعكسة ذات الطول الموجي الطويل ، وإذا فرضنا لبعض الاسباب ان زيادة من الطاقة قد اضيفت الى الطاقة الداخلة وتبعا لذلك فان النظام المناخي سوف يتغير اما بالزيادة او بالنقصان لدرجة حرارة سطح الارض لغاية رجوع التوازن مرة اخرى .

يمكن تمثيل الكلام المنطقي الى شكل رياضي بتمثيل التوازن بين الطاقة الداخلة الممتصة والطاقة المنعكسة وكما يلي :. Qsbs = Qrad ، وعندما يتشوش النظام بالطاقة المضافة فان التوازن الجديد سوف يكون :

حيث ان :

$Q_{abs} + \Delta Q_{abs} + \Delta F = Q_{rad} + \Delta Q_{rad}$ ,

$$\Delta F = \Delta Qrad - \Delta Qabs$$




## دالة حساسية المناخ $\partial$ Climate Sensitivity Parameter

يطلق مصطلح ثابت حساسية المناخ على كمية التغير في درجة الحرارة السطحية للأرض عند وجود زيادة او نقصان في الطاقة الداخلة ويمكن تمثيلها رياضيا كما يلي:

$\Delta Ts = \partial \Delta F$ , $\partial = \Delta Ts / \Delta F$

$\partial = \Delta Ts / (\Delta Qrad - \Delta qabs)$

$$\partial = \left[ \frac{\Delta Qrad}{\Delta TS} - \frac{\Delta Qabs}{\Delta Ts} \right]^{-1}$$

يمكن حساب قيمة التغير في الطاقة الممتصة مع الزمن اما التغير في قيمة الطاقة المنعكسة يمكن حسابها من تسجيل بيانات الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من اعلى الغلاف الجوي IR المحصلة من المراصد وبين درجات حرارة الارض السطحية او من استخدام الطريقة الرياضية من معرفة درجة حرارة سطح الارض وكما يلي :

$Q_{rad}(W/m^2) = 1.83 T_s(^0C) + 209$

## التغير الحراري في حالة وجود تركيز مضاعف من غاز ثاني اوكسيد الكاربون

يمكن الاستفادة من حساب قيمة دالة حساسية المناخ في حساب مقدار التغير الحاصل في درجة حرارة الارض في حالة وجود تغير في قيمة الفرق في الطاقة الداخلة والمنعكس في حالة وجود تغير في تركيز غاز دفئ معين كما في المثال التالي :

**مثال :** اذا كان مضاعفة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو يتسبب في طاقة حرارية مقداره 4.35 واط/م$^2$ ، فإذا كانت الطاقة الممتصة من الارض لا تتغير. ما هو التغير الحاصل في درجات حرارة الأرض السطحية المطلوبة لكي يحصل توازن بين الطاقة الاشعاعية القادمة والمنعكسة ؟

**Solution**

$Q_{rad}(W/m^2)=1.83T_s(^0C)+209$

$\Delta Qrad/\Delta Ts=1.83$

$\Delta Qabs/\Delta Ts=0$ بما ان الطاقة المنعكسة لا تتغير فان

$$\partial =[\ \frac{\Delta Qrad}{\Delta TS} - \frac{\Delta Qabs}{\Delta Ts}\ ]^{-1}$$

$$\partial =[\ 1.83\ -\ 0\ ]^{-1}= 0.55\ \ ^0C/W/m^2$$

$\Delta Ts=\partial\ \Delta F$

$\Delta Ts=0.55*4.35 =2.4\ ^0C$

**قانون اخر لحساب دالة حساسية المناخ**

هنالك طريقة اخرى لحساب حساسية المناخ وهي معتمدة ايضا . ينص القانون التالي على ان الزيادة في درجة حرارة الارض السطحية والناتجة من مضاعفة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو يطلق عليها حساسية المناخ $\Delta T2$ وكما يلي :

$$\Delta TS = \frac{\Delta T2}{\ln 2}\ln[\frac{(CO2)}{(CO2)_0}]$$

$\Delta TS$=معدل التوازن الكلي للتغير في درجة حرارة الارض السطحية

$\Delta T2$=التغير في درجة حرارة الارض الناتجة من مضاعفة تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو

$(CO2)_0$ = التركيز الاولي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون

$(CO2)$ = تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون في وقت لاحق

**نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون المحمول في الجو**

هو نسبة بين غاز ثاني اوكسيد الكاربون المتبقي في الجو الى نسبة تولده

$$\text{Airborne fraction} = \frac{3.3\frac{GTC}{yr}remainhng\ in\ atmosphere}{7.1\frac{GtC}{yr}anthropogenic\ addition} = \quad 0.46$$

فيما يلي جدول يبين معدلات السحب والتولد للكاربون لمدينة لفترة تسع سنوات

| | |
|---|---|
| مصادر غاز ثاني اوكسيد الكاربون | |
| الانبعاث من حرق الوقود الاحفوري ومن انتاج السمنت | 5.5 كيكا طن كاربون/سنة |
| الانبعاث الناتج من استخدامات الارض | 1.6 كيكا طن كاربون/سنة |
| مجموع الانبعاث | **7.1** كيكا طن كاربون/سنة |
| مستودعات سحب الكاربون | |
| السحب من المحيطات | 2 كيكا طن كاربون/سنة |
| السحب الناتج من اعادة نمو الغابات في نصف الكرة الارضية الشمالي | 0.5 كيكا طن كاربون/سنة |
| النازل من غاز ثاني اوكسيد الكاربون | 1.3 كيكا طن كاربون/سنة |
| مجموع السحب | **3.3** كيكا طن كاربون/سنة |

نسبة الغاز المحمول ليست ثابتة فعلى سبيل المثال اذا تدهورت مساحات واسعة من الغابات فان قابلية الغلاف الجوي لامتصاص الكاربون سوف تقل وبالتالي سوف تزيد هذه النسبة وبالعكس ان زيادة الاراضي الخضراء سوف تزيد من ازالة الكاربون الجوي وبالتالي فان النسبة سوف تقل

نسبة بقاء الكاربون في الجو تعتبر مهمة في التنبؤ بمستقبل غاز ثاني اوكسيد الكاربون

ملاحظة مهمة في التحويل : 1 ppm CO2=2.12 GtC

**مثال :** افترض ان انبعاث الكاربون سوف يبقى ثابتا لمدة 100 عام بمعدل 7.1 كيكا طن كاربون في السنة ، ما هو التغير في درجة حرارة المتوقعة اذا كانت حساسية المناخ 2.5 درجة مئوية ونسبة الكاربون المحمول جوا 0.46 وان التركيز الحالي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون هو 350 ppm ؟

**Solution**

$7.1\ \text{GtC/yr} * 100\ \text{yr}\ 80.46 = 327\ \text{GtC}$

$\Delta(CO2) = \frac{327\,\text{GTC}}{2.12\ \text{ppm/GtC}} = 154\ \text{ppm}\ CO_2$

The concentration of $CO2$ after $100$ yr = initial $CO2 + \Delta CO_2$

$= 350+154 = 504\ \text{ppm}$

$$\Delta TS = \frac{\Delta T2}{\ln 2} \ln\left[\frac{(CO2)}{(CO2)0}\right]$$

$$\Delta TS = \frac{2.5}{\ln 2} \ln\left[\frac{(504)}{(350)}\right]$$

$\Delta TS = 1.3\ ^0C$

## تأثير تغير تراكيز الغازات الدفيئة على التغير في الطاقة المضافة (ΔF)

إن التغيير في الطاقة ΔF عند اختلاف في تراكيز الغازات المنبعثة يختلف من غاز الى اخر وكما في المعادلات التالية :

**ΔF = K1( C-Co)** **for CFC gas**

**ΔF = K2** $(\sqrt{C} - \sqrt{Co})$ **for CH4 gas**

**ΔF = K3 (ln C− ln Co)** **for $CO_2$ gas**

مع ملاحظة ان قيم التراكيز في المعادلات اعلاه يجب ان تكون بوحدة ppb

**مثال** : تم الحصول على البيانات التالية لتركيز كل من غاز الميثان و ثاني اوكسيد الكاربون والهالوكاربون الحالية وقبل 100 عام سابقة ، وان قيمة التأثير المتسبب من زيادة تركيزها ΔF قد تم تسجيله ايضا ، ما هو قيمة دالة التأثير لكل منهم (K1,K2,K3) ؟

| | Co (1850) ppb | C (1992)ppb | ΔF | K |
|---|---|---|---|---|
| CO2 | 278,000 | 356,000 | 1.56 | K1 |
| CH4 | 700 | 1714 | 0.47 | K2 |
| CFC−11 | 0 | 0.268 | 0.06 | K3 |

**Solution**

ΔF = K1( C-Co) for CFC gas

0.06 = K1( 0.268-0) for CFC gas , K1=0.22 $W/m^2$

ΔF = K2 $(\sqrt{C} - \sqrt{Co})$ for CH4 gas

0.47 = K2 ( $\sqrt{1714} - \sqrt{700}$ ) for $CH_4$ gas , K2=0.031 $W/m^2$

ΔF = K3 ( ln C− ln Co) for $CO_2$ gas

1.56 = K3 ( ln 356 − ln 278) for $CO_2$ gas ,K3= 6.34 $W/m^2$

## التنبؤ بمعدل التغير الحاصل في درجات حرارة الجو من وجود تأثير غازين معا

**مثال** : افترض ان الغازات المنبعثة من غاز ثاني اوكسيد الكاربون ومن غاز الميثان الحالية والمتوقعة في المستقبل من معرفة حال تشعبها مسجلة في الجدول التالي ، ما هو التغير الحاصل في درجة الحرارة المتوقعة المتسبب من وجود هذين الغازين ؟

| Gas | 1992 (ppb) | 2100 (ppb) | |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 356,000 | 710,000 | K3 = 6.3 |
| $CH_4$ | 1714 | 3616 | K2 = 0.031 |

**Solution :**

Given : $\partial$=0.57 , Find $\Delta$Ts=?

$\Delta F\ CO_2 = 6.3\ \ln[\frac{(CO2)}{(CO2)0}]$ , $\Delta F\ CO_2 = 6.3\ \ln[\frac{710,000}{356,000}] = 4.35\ W/m^2$

$\Delta F\ CH_4 = 0.031[\sqrt{3616} - \sqrt{1714} = 0.58\ W/m^2$

$\Delta F = 4.35 + 0.58 = 4.93\ W/m^2$

$\Delta Ts = \partial\ \Delta F$

$\Delta Ts = 0.57 * 4.93 = 2.8\ ^0C$

## Global warming potential GWP جهد التسخين الجوي

هو ثابت وزني يمكن من خلاله من المقارنة بين تأثير التسخين الجوي ل 1 كغم من اي غاز من الغازات الدفيئة وبين 1 كغم من غاز ثاني اوكسيد الكاربون وهو بدون وحدات ويمثل الافق الزمني للتأثير الذي سوف يقع ، فعلى سبيل المثال ان جهد التسخين الجوي لمدة 20 سنة لغاز اوكسيد النتروز هو 280 : وهذا يعني ان 1 كغم من هذا الغاز الموجود حاليا سوف يؤثر 280 مرة بالتسخين الجوي لأكثر من 20 سنة قادمة من التأثير الذي يؤثره 1 كغم من غاز ثاني اوكسيد الكاربون المنبعث حاليا . او بمعنى اخر فان 1 كغم من هذا الغاز المنبعث يوميا له نفس التأثير في انبعاث 280 كغم يومي من غاز ثاني اوكسيد الكاربون لأكثر من 20 سنة ، عند ضرب قيمة هذا المؤشر لأي غاز دافئ بمعدل الانبعاث السنوي يمكن الحصول على قياس حقيقي لتأثير اي غاز فعلى سبيل المثال ان معمل معين ينتج كغم واحد غاز اوكسيد النتروز و 1000 كغم من غاز ثاني اوكسيد الكاربون فان التأثير لمدة عشرين سنة من كلا الغازين سوف يكون 1000+280*1 =1280 كغم من غاز ثاني اوكسيد الكاربون وبذلك ان غاز اوكسيد النتروز سوف يشكل 22% من التأثير الكلي وذلك لان (280/1280) = 0.22

| Gas | Lifetime years | Forcing per unit mass | GWP 20 | GWP 100 | GWP 500 |
|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| $CH_4$ | 120 | 58 | 56 | 21 | 6.5 |
| $N_2O$ | 50 | 206 | 280 | 310 | 170 |
| $CFCl_3$ | 102 | 3970 | 5000 | 4000 | 1400 |

**مثال حول استخدام جهد التسخين الجوي في ترتيب الغازات المسببة للاحتباس الحراري :**

في عام 1992 كان معدل انبعاث غاز $CO_2$ تقريبا $24,000*10^9$ كغم في السنة ومعدل انبعاث غاز $CH_4$ تقريبا $375*10^9$ كغم في السنة و معدل انبعاث غاز $N_2O$ تقريبا $9*10^9$ كغم في السنة . قارن بين تأثير هذه الغازات لفترة تأثير تزيد عن 20 سنة .

**Solution :**

$CO_2$: $GWP_{20}$*emission=$1*24{,}000*10^9 = 2.4*10^{13}$ kg $CO_2$

$CH_4$: $GWP_{20}$*emission=$56*375*10^9 = 2.1*10^{13}$ kg as $CO_2$

$N_2O$: $GWP_{20}$*emission=$280*9*10^9 = 0.25*10^{13}$ kg as $CO_2$

ملاحظة : تم اخذ الارقام 56، 280 من الجدول أعلاه .

من ملاحظة الجدول اعلاه يتبين ان تأثير التسخين لأكثر من 20 سنة من انبعاثات الميثان هي كبيرة وتقارب من تأثير غاز ثاني اوكسيد الكاربون.

## نبذة مختصرة عن الغازات الدفيئة

ان معظم الطاقة المنعكسة من قبل الارض سوف يمتص من قبل مجموعة من الغازات الفعالة وهي على نوعين طبيعية والتي تتمثل بكل من : بخار الماء $H_2O$ ، الاوزون $O_3$ ، ثاني اوكسيد الكاربون $CO_2$ ،الميثان $CH_4$ ، اوكسيد النتروز $N_2O$ ومصادر صناعية مثل الهالوكاربونات والهالونات وفيما يلي تفصيل عنها : الهالوكاربونات لا تتواجد بشكل طبيعي ووجودها في الغلاف الجوي يرجع بالكامل إلى الأنشطة البشرية . الهالوكربونات عبارة عن جزيئات كاربونية تحتوي على الهلوجينات والمتمثلة بالكلور أو الفلور أو البروم ، وتتذبذب روابط الكاربون إلى الفلور في الهالوكربونات ، ولذلك فهي تمتصها بأطوال موجية تبلغ حوالي 9 مايكرومتر. تعتبر الهالوكاربونات مهمة بيئيًا ليس فقط لأنها تساهم في الاحتباس الحراري ولكن أيضًا لأن ذرات الكلور والبروم التي تجد طريقها إلى الستراتوسفير لديها القدرة على تدمير الأوزون بشكل تحفيزي او تعتبر كمادة مساعدة في عملية التحلل . الهالو كاربونات لها تاثير سلبي على الاحتباس الحراري كونها تعتبر من الغازات الدفيئة ولكن لها تاثير ايجابي من حيث تقليل غاز الاوزون والذي هو ايضا من الغازات الدفيئة وبذلك يمكن القول بان تاثيرها على الاحتباس الحراري قليل ويبقى تاثيرها الاعظم على استنزاف طبقة الاوزون

اغلب استعمال الهالوكاربونات في الثلاجات لكونها غير سامة غير مسببة للاحتراق بالإضافة الى كونها تصبح سائلة بضغط بسيط وعندما يرفع الضغط عنها فإنها تتبخر وينتج عنها درجات حرارية واطئة مما اعطاها ميزة استخدامها في الثلاجات والمكيفات . الغاز الهايدروكاربوني CFC−12 يطلق عليه Refrigerant−12 والذي يرمز له ايضا R−12 ويطلق عليه كرمز تجاري غاز الفريون ويطلق عليه ايضا F−12 ، يستعمل غاز الفريون ايضا في المكيفات ومكيفات العجلات وانتهى استخدام غاز الفريون عام 1996 م لما له دور سلبي في تدمير طبقة الاوزون وأصبح بديله غاز HFC−134a والذي لا يحوي على ذرات الكلور ويعتبر ضرره البيئي اقل لأنه يمكن ان يتحلل في طبقة التروبوسفير قبل وصوله الى طبقة السيتراتوسفير ويؤثر على طبقة الاوزون .

تستخدم الهالوكاربونات من نوع CFC−11 في انتاج الرغوة البلاستيكية والتي تدعى فيوم والتي تستخدم في المنشات وصناعة الاثاث ومقاعد العجلات كثيرا حيث ان هذا الغاز عندما يتم تمييعه ويسمح له بالتبخر في داخل البلاستك سوف ينتج فقاعات صغيرة جدا مما تجعل البلاستك رغوي وتم استبدال هذه الرغوة بمنتجات اخرى في بعض المنشات اكثر حماية للبيئة مثل استخدام الفايبر كلاس بدل الرغوة الصلدة السابقة .

**أنواع الهالوكربونات:**

1. **CFCs (كاربون ، فلور ، كلور)**

لا يوجد هيدروجين ؛ غير سامة ، غير قابلة للاشتعال ، غير متفاعلة ، غير قابلة للذوبان في الماء لذلك لا يتم تدميرها بالتفاعلات الكيميائية أو إزالتها من التروبوسفير بواسطة المطر ، وهذا يعني أن لها عمرًا طويلاً في الغلاف الجوي. الآلية الوحيدة هي التحلل الضوئي عن طريق الإشعاع الشمسي ذات الموجات القصيرة والذي يحدث بعد انجراف الجزيئات إلى طبقة الستراتوسفير ، والتي يمكن أن تؤدي إلى تدمير ألاوزون المتواجد في طبقة الستراتوسفير.

2. **HCFCs ( هيدروجين، كاربون ، فلور، كلور )**

التفاعلات الكيميائية يمكن أن تدمرها في طبقة التروبوسفير قبل أن تتاح لها فرصة الانتقال إلى طبقة الستراتوسفيرولذلك تعتبر احسن من استعمال الهالوكاربونات الخالية من الهيدروجين.

3. **HFCs ( هيدروجين، كاربون، فلور)**

لا يوجد الكلور ؛ يستخدمون في معدات التبريد ولديها عمر نصفي طويل يصل الى 14.6 سنة

4. **رابع كلوريد الكربون $CCl_4$**
5. **ميثيل كلوروفورم $CH_3CCl_4$**
6. **بروميد الميثيل $CH_3Br$**

**تحديد الصيغة الكيميائية للهالوكاربونات والهالونات :**

يمكن التعرف على الصيغة الكيميائية للهالوكاربونات وذلك بإضافة الرقم 90 الى الرقم الموجود في الهالوكاربونات والناتج يكون عدد ذرات الكاربون في اليسار والرقم الوسطي يمثل عدد ذرات الهيدروجين بينما الذي في اليمين يمثل عدد ذرات الفلوين وكما في المثال التالي :

**مثال : اكتب الصيغة الكيميائية CFC-12**

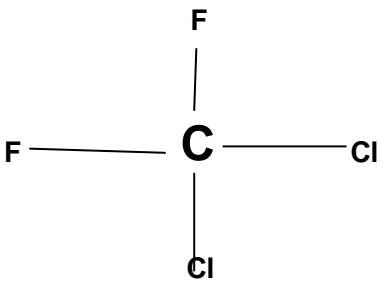
**Solution**

**90+12= 102**

**1= No. of carbon atoms**

**0= No. of hydrogen atoms**

**2= No. of fluorine atoms**



**The result : $CF_2Cl_2$**

**مثال 2: اكتب الصيغة الكيميائية للغاز CFC-115**

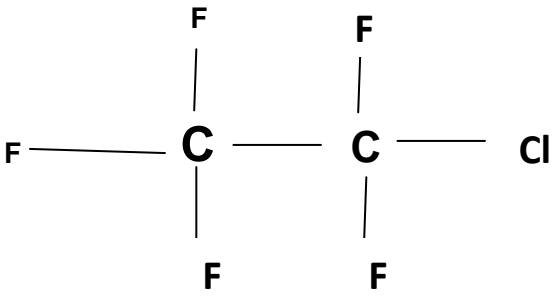
**Solution**

**90+115= 205**

**2= No. of carbon atoms**

**0= No. of hydrogen atoms**

**5= No. of fluorine atoms**




**Result : CF3-CF2-Cl , CF3CF2CL**

**ترقيم الهالونات :**

هي الهيدروكاربونات والتي تحوي على بروم في تكوينها ، ترقيم الهالونات يبدأ من اليسار وحسب الترتيب التالي : بروم --- كلور ----- فلور ---- كاربون

**مثال :** اكتب الصيغة الكيميائية للهالوجين **H-1211**

**Solution ;**

رقم واحد من اليسار تمثل الكاربون ، رقم 2 من اليسار تمثل الفلور، رقم 1 من اليسار يمثل الكلور ، رقم 4 والأخير يمثل البروم .

**النتيجة : $CF_2ClBr$**

## تأثير الهباء الجوي على بالتغير المناخي Effect of Aerosols with climate changes

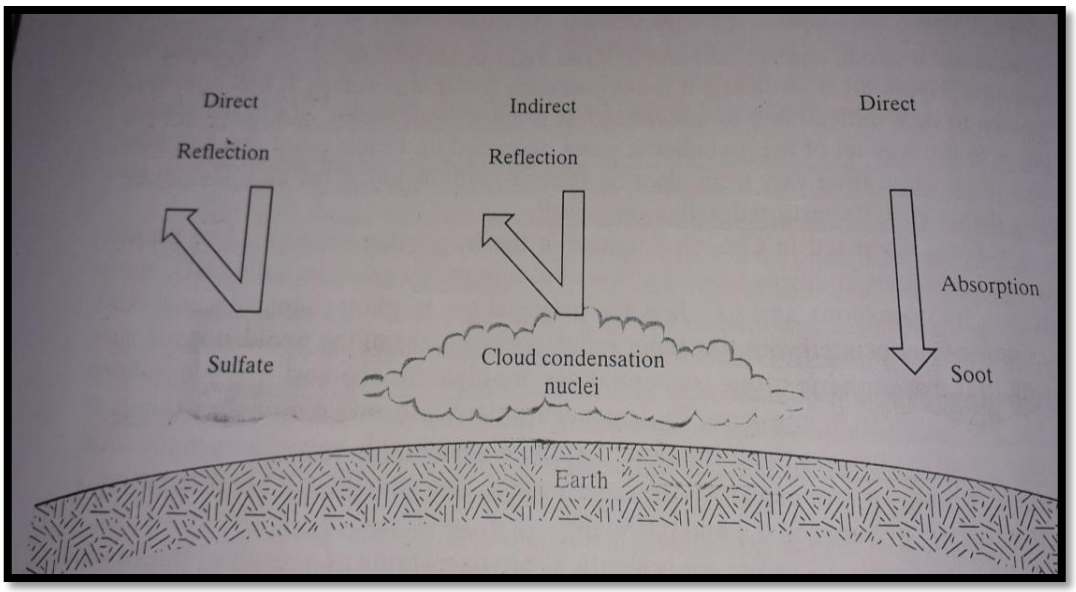
الدقائق العالقة والتي لها قطر اقل من 10 مايكروميتر تدعى الهباء ومصدرها من الارض مثل الغبار المثار من الرمال او من حرق الوقود الاحفوري والكتلة الحيوية أو قد يكون مصدرها من عمليات تحدث في الجو لغازات معينة مثل تحول وتكثف غاز ثاني اوكسيد الكبريت الى قطرات سائلة على شكل كبريتات .

يؤثر الهباء في توازن حرارة الجو بثلاثة طرق الاولى والثانية مباشرة والأخيرة غير مباشرة وكما يلي :

1- ان وجود السخام soot ضمن الدخان له تأثير مباشر حيث يعمل على امتصاص الطاقة الاشعاعية الساقطة على الارض ولا يعمل على انعكاسها وبذلك سوف يزيد من حرارة المناخ .

2- ان وجود دقائق الكبريتات المتكثفة تعمل على انعكاس الطاقة الساقطة ولا تسمح بمرورها الى الارض وبذلك سوف يكون لها تأثير مباشر في تبريد الجو .

3- وجود دقائق بخار الماء له تأثير غير مباشر حيث ايضا حيث تعمل على تشكيل الغيوم مما تؤدي الى انعكاس في الاشعة الساقطة .




تختلف خصائص الهباء الجوي عن خصائص الغازات الدفيئة المسببة لاحتباس الحراري مثل الميثان واوكسيد النتروز وثاني اوكسيد الكاربون والهالوكاربونات وذلك لان الدخان تكون فترة بقاءه قليلة وتعد بالأيام بينما الغازات الدفيئة تستمر لعدة اعوام او عدة عصور بالإضافة الى ذلك فان الهباء يكون تأثيره موقعي ويتركز فوق المناطق الصناعية غالبا ، بينما يكون تاثير الغازات الدفيئة شامل وأكثر تجانسا في المناخ وبعض البيانات بينت ان وجود الدخان الكثيف في المناطق الصناعية يكون عامل تبريد للمناخ اكثر منه عامل تسخين .

## علامات حدوث الاحتباس الحراري

1. نقص في مساحات القطب الشمالي بنسبة 10% وتقليل انهار الجليد .
2. ارتفاع مستوى سطح ماء البحار مما يؤدي الى غمر المدن و المساحات الساحلية .
3. تزايد ظاهرة التغيرات المناخية العنيفة وتغيرات في نمط سقوط المطر .
4. الارتفاع العام في معدل درجة حرارة الارض والزيادة في تكرار حالات الجفاف عبر السنين .
5. انخفاض في قيمة الدالة الحامضية للمحيطات نتيجة زيادة في ذوبان غاز $CO_2$ وبالتالي قلة في كمية الكائنات الحية المعتمدة على قيمة دالة حامضية بسيطة وانقراضها وبالتالي تأثر السلسة الغذائية.

## الاجراءات الواجبة للتقليل من اثار الاحتباس الحراري

1. العمل على التقليل من انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكاربون وذلك بمحاولة التوجه الى الطاقة النظيفة من استعمال الطاقة الشمسية والهوائية والحرارة الارضية.

**2.** التكيف مع التغير الذي ممكن ان يحصل ويشمل العمل على ما يلي :

1- تصميم المدن الجديدة تكون بعيدة نوعا ما عن السواحل.

2- إدخال تغيير على الممارسات الزراعية وبناء السدود الحامية من الفيضانات .

**3.** الحد من ازالة الغابات واستزراع غابات جديدة لها قابلية علية على امتصاص كمية كبيرة من هذا الغاز.

**4.** محاولة استغلال غاز الميثان المسبب للاحتباس الحراري الخارج من المطامر الصحية والاستفادة منه في انتاج طاقة مفيدة .

**5.** تقليل انبعاثات غاز اوكسيد النتروز الخارج من محركات الديزل والعمل على تحسين نوعية الوقود والمحركات المعتمدة على وقود الديزل .