اعتقدت بعض الدراسات فيما مضى ان قيمة الثابت الشمسي تتعرض لتغيرات دورية تتراوح بين(2%-0.5±). تتبعا لنشاط البقع الشمسية ودورتها كل (11) سنة فمن هذه الدراسات ما اقترح وجود علاقة عكسية بين مقدار الثابت الشمسي وعدد البقع الشمسية إذ انه يزداد مع قلتها ويتناقص مع ازدياد عددها ولكن بينت الدراسات اللاحقة فيما بعد عدم وجود اي علاقة بين مقدار الثابت الشمسي ودورة البقع الشمسية

وبسبب قوة حقولها المغناطيسية وما يصاحبها من كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية (u.v) ينحصر تأثير البقع الشمسية في الأشعة فوق البنفسجية المتطرفة (EUV) التي تقع أطوالها عن (0.2m) وهذه لا تحمل طاقة حرارية وبذلك فان أكثر من 99% من أمواج الطاقة الشمسية الإشعاعية يقع بين(0.2-1000M) ولا تتأثر بالبقع الشمسية وبذلك يمكن اعتبار الطاقة الشمسية الإشعاعية ثابتة المقدار.

وختمت منظمة الأرصاد الجوية العالمية (MWO) هذا الموضوع بإعلانها بان للبقع الشمسية دورات منتظمة تقريبا تحصل كل (22-11) سنة ولكن لايوجد دليل حاسم على ان لهذه البقع الشمسية ودورانها تأثير في مقدار الطاقة الشمسية الإشعاعية الواصلة إلى الأرض بالإضافة إلى ذلك تجدر الملاحظة إن التغيرات المقترحة في مقدار الثابت الشمسي يساوي (2-1)%± لاتتجاوز مقدار الأخطاء المحتملة في عمليات القياس لذلك وفي ضوء ما تركته الدراسات الأخيرة يمكننا اعتبار قيمة الثابت الشمسي ثابتا إلى إن تظهر قياسات موثوقة في المستقبل تقترح خلاف ذلك.

الفصل الرابع

الغلاف الجوي الارضي وتغيرات المناخ

(4-1) مقدمة

(4-2) الغلاف الجوي الارضي

(4-3) طبقات الغلاف الجوي الارضي

(4-4) المناخ

(4-5) التغير المناخي

الفصل الرابع

الغلاف الجوي الارضي وتغيرات المناخ

(4- 1) مقدمة :

تعد ظاهرة الإحترار الكوني (Global warming) من أكثر الظواهر إثارة للجدل بين أوساط العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة وعامة الناس وتعدى هذا الإهتمام أوساطاً أخرى حتى وصل الى الهيئات الحكومية وغيرالحكومية وكذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك الى التاثيرات الخطيرة والمدمرة لهذه الظاهرة على كل من الأنسان وعناصر البيئة. لوحظ في الفترة الأخيرة إهتماماً متزايداً من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروئة بمظاهر التغير المناخي (Climate change) بإعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من إهتمامات الراي العام. وكان مؤتمر ستوكهولم للبيئة عام (1972) م أول مؤتمر دولي ناقش هذا الموضوع وتم من خلاله الإشارة الى ضرورة دراسة هذه الظاهرة وأيجاد المعالجات والحلول اللازمة لوقفها. فيما توالت بعد ذلك المؤتمرات والندوات العلمية التي ركزت وبشكل كبير على موضوعتين هما التلوث البيئي وتاثيراته على الإنسان والبيئة والتغير المناخي باعتباره ناتج عن عوامل عديدة منها ظاهرة الإحتباس الحراري وتاثيراتها في الإنسان والحياة على الكرة الأرضية.

أدت نشاطات الإنسان خلال الثورة العلمية والصناعية التي شهدتها أوربا وأميركا ودول أخرى خلال القرون الستة الماضية الى إطلاق تراكيز متزايدة من غازات الإحتباس الحراري والملوثات (اكاسيد الكربون والنايتروجين وغاز الميثان ومركبات الكلورو فلورو كاربون) نتيجة الحاجة لحرق الوقود الحجري والفحم الحجري والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة المستخدمة في إدارة عمليات الإنتاج الصناعي والزراعي. فضلاً عن الزيادة الكبيرة والمتسارعة في نمو سكان الكرة الارضية والقطع المتزايد لأشجار الغابات الإستوائية الذي ساهم في إرتفاع معدلات تراكيز غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي عن معدلاتها السابقة المتوازنة.

لاحظ العلماء وجود علاقة واضحة بين زيادة تراكيز الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي والتغير المناخي في إرتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من متغيرات مناخية مؤثرة في المحيط الحيوي بكل مكوناته. يتمثل التغير المناخي بإرتفاع درجة حرارة الجو والتغير الحاصل في اوقات فصول السنة وإزاحة الأقاليم المناخية وزيادة حرارة وحموضة البحار والمحيطات وإرتفاع مستويات سطوحها نتيجة ذوبان الجبال الثلجية وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي

والفيضانات والجفاف والعواصف والأعاصير وإنقراض أنواع من الحيوانات والنباتات وإنتقال الأمراض. وقد تمتد هذه التأثيرات الى مساحات واسعة وتؤدي الى إنتشار اللاجئين البيئيين وبروز خطورة الحروب والصراعات التي يمكن ان تحدث بين الدول نتيجة نقص المياه العذبة والمشاكل الإقتصادية.

(2-4) الغلاف الجوي الارضي:

يحيط الأرض غلاف عظيم من الهواء يطلق عليه الغلاف الجوي او الغازي (Atmosphere). يتكون الغلاف الجوي القريب من الأرض من النيتروجين بنسبة (78%) والأوكسجين بنسبة (21%) وغازات أخرى مثل الأركون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان والأوزون وغيرها بنسبة (1%) ويكون ثاني أوكسيد الكربون بنسبة (0.038%).

من المعروف ان غازي النيتروجين والاوكسجين لا يؤثران في ظاهرة الإحتباس الحراري لانهما لا يمتصان الاشعة الحرارية المنبعثة من الأرض والمنطلقة باتجاه الفضاء الخارجي. بينما تلعب بقية الغازات الموجودة في الهواء مثل بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون و الميثان وغيرها دوراً كبيراً واساسياً في هذه الظاهرة.

الغلاف الغازي هو ذلك الخليط الشفاف من الغازات التي تحيط بالأرض بشكل كامل وتفصلها عن الفضاء الكوني ويمتد حتى عشرة ألاف كيلو متر ارتفاعاً. تكون كثافة الغلاف الجوي في طبقة التروبوسفير (Troposphere) القريبة من سطح الأرض الأعلى كثافة وتنخفض الكثافة كلما إرتفعنا نحو الطبقات العليا من الغلاف الجوي. تقدر كتلة الهواء بحدود(5.14×10^{21}gm) بينما يقدر وزن عمود الهواء على سطح مساحته ($1cm^2$) حوالي (1000gm) (كيلو غرام واحد). يوجد (99.99%) من كتلة الهواء تحت إرتفاع (50km) فوق مستوى سطح البحر. يتكون الهواء النقي والخالي من الشوائب من مجموعة من الغازات موضحة في جدول (4-1).

ت	المكونات الغازية	الرمز	الوزن الجزيئي	الحجم (%)
1	نيتروجين	N_2	28.02	78.08
2	أوكسجين	O_2	32.00	20.94
3	ارغون	Ar	39.88	0.93
4	ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	44.00	0.03 متغير جدا
5	نيون	Ne	20.18	0.0018

6	هليوم	He	4.00	0.0005
7	أوزون	O_3	48.00	0.00002
8	هايدروجين	H_2	2.02	0.00005
9	كريبتون	Kr	83.80	0.0001
10	زينون	Xe	131.30	غاز نادر
11	ميثان	CH_4	16.00	غاز نادر
12	أوكسيد النيتروز	N_2O	72.04	0.00005

جدول (4-1)
تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً و الوزن الجزيئي

يحتوي الهواء على كمية من بخار الماء تختلف نسبتها من مكان لاخر ومن وقت لاخر في نفس المكان وتقدر ضمن ((0.05-4)%) وتوجد النسبة العظمى من بخار الماء تحت ارتفاع (15km) من الغلاف الجوي. كما ويحتوي الهواء على غاز الأوزون (O_3) الذي تتركز نسبة عالية منه في طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) على ارتفاع (15-35km) فوق مستوى سطح البحر. ولايخلو الهواء من غازات نادرة مثل الهليوم والكسينون والكربتون والميثان وكمية من الغبار والدقائق الصلبة والعالقة الأيروسول (Aerosols).

يعد الغلاف الجوي وبكل مكوناته الغازية الأنفة الذكر نظاماً حرارياً ضخماً يستمد طاقته المحركة من الأشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الأرض مروراً بالغلاف الجوي. توزع كل من المحيطات والغلاف الجوي الحرارة الشمسية الساقطة على الأرض في النظام المناخي للأرض. يؤدي الإختلاف في شدة الاشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الارض إلى إختلاف في درجة الحرارة والضغط الجوي وينجم عنه تيارات هوائية تنقل الحرارة والرطوبة (بخار الماء والغيوم) من مكان الى اخر داخل الغلاف الجوي مما يؤدي الى التباينات في حالات الطقس والمناخ في المناطق المختلفة من الأرض.

(3-4) **طبقات الغلاف الجوي** (Atmosphere Layers) :

يتكون الغلاف الجوي من مجموعة من الطبقات الهوائية إعتماداً على تركيز الغازات ونوعيتها وكثافة وضغط الهواء والوزن الجزيئي للذرات والجزيئات ودرجة حرارة الهواء. يقسم الغلاف الجوي الى الطبقات الآتية :

1. **طبقة التروبوسفير** (Troposphere)

تمثل الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ويكون سمكها (8km) فوق القطبين و(16km) عند خط الإستواء ويزداد هذا السمك وتقل كثافة الهواء فيها عند فصل

الصيف بسبب تمدد جزيئات وذرات الغازات وزيادة المسافة التي تفصل بينها بفعل زيادة درجة الحرارة. تحتوي طبقة التروبوسفير تقريباً كامل حجم وكمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي وعلى (75%) من كتلة الهواء وتكون كثافة الهواء في جزئها الأسفل الأعلى بين طبقات الهواء.وبسبب قربها من سطح الارض ومن مصادر التلوث فان نسبة عالية جداً تقدر بحدود 99% من الملوثات تتركز بها. تنخفض درجة الحرارة في هذه الطبقة كلما ارتفعنا بمعدل / 6.5) (km وتنخفض درجة الحرارة في نهايتها الى حوالي(-55°) تحت الصفر.

2. طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) (طبقه الاوزون)

تمتد من نهاية طبقة التروبوسفير والى ارتفاع (55km) فوق مستوى سطح البحر، وهي طبقة إنتقالية ترتفع فيها درجة الحرارة حتى تصل الى درجة الصفر المئوي في مستوياتها العليا. تحتوي طبقة الستراتوسفير على معظم كمية غاز الأوزون (90%) الذي يحمي كوكب الأرض من تاثيرت الاشعة فوق البنفسجية الضارة ويبلغ اقصى كثافة له عند ارتفاع (22km) فوق مستوى سطح البحر، تصل الملوثات الهوائية الخفيفة المتصاعدة من طبقة التروبوسفير الى الجزء الأسفل من هذه الطبقة، كما ويلوث الطيران المدني والحربي هذه الطبقة بالمخلفات الغازية وبكميات من بخار الماء نراها على شكل خطوط بيضاء متكثفة.

3. طبقه الميزوسفير (Mesosphere)

تقع هذه الطبقة بين طبقة الستراتوسفير وطبقة الثرموسفير وتصل إلى إرتفاع يقارب (80km) فوق مستوى سطح البحروبسمك مقداره (25km). تتكون عادةً من غازات خفيفة وزنها الجزيئي قليل مثل غازي الهليوم والهيدروجين. وهي طبقة متخلخلة تكون كثافة الهواء بها قليلة وتنخفض بها درجة الحرارة حتى تصل الى درجه (-90°) تحت الصفرالمئوي في الجزء الأعلى منها.

4. طبقة الثرموسفير (Thermosphere)

تعرف طبقة الثرموسفير باسم الطبقة الحرارية او الطبقة المتاينة (Ionosphere) ويصل ارتفاعها الى (1000km) فوق مستوى سطح البحر. تحتوي على الاوكسجين الذري والاوكسجين والنيتروجين والهليوم وهي طبقة متاينة ومشحونة كهربائياً بسبب تصادم الجزيئات والذرات مع الأشعة الشمسية عالية الطاقة وهذا ما يجعل درجه الحرارة في هذه الطبقة مرتفعة وتقل بها كثافة الهواء كلما إرتفعنا نحو الاعلى.

(4-4)المناخ:

يمثل الغلاف الجوي الغازي نظاماً حرارياً حركياً ثيرموديناميكي (Thermodynamic)، تنتقل فيه الطاقة الحرارية عبر حركة الهواء والرياح من مكان الى آخر داخل هذا النظام وتؤدي الى تغيرات مناخية بعضها قصير الامد وتسمى بالطقس وبعضها طويلة الامد وتسمى بالمناخ. ويعرف الطقس بانه (حالة الغلاف الجوي (درجة الحرارة والأمطار والضغط الجوي والرياح... الخ) في مكان ما خلال فترة وجيزة من الزمن تتراوح بين الساعة الواحدة الى عدة شهور)، وقد يتغير الطقس بين ساعة واخرى او من يوم الى آخر او من فصل الى فصل آخر في نفس المكان.

ويعرف المناخ بانه (حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن تقدر بعدة عقود من السنين). وتعد حالات المناخ محصلة وتراكم لحالات الطقس قصيرة الامد. ان حالة المناخ هي حالة شمولية للنظام الثيرموديناميكي للغلاف الجوي تجري خلال فترة طويلة من الزمن في مكان معين وقد تشمل منطقة معينة ودولة معينة واقليم مناخي وقارة او حتى الكرة الارضية باكملها. اما النظام المناخي فهو (الحالة الناتجة عن تفاعل مجموعة من الانظمة المترابطة والتي تمثل الغلاف الجوي والمحيطات والبحار والبحيرات والانهار والاجزاء اليابسة من الارض (القارات) بعضها مع البعض الاخر مما يؤثر على النظم البيئية والطبيعية الموجودة على سطح كوكب الارض). واذا كان الغلاف الجوي (Atmosphere) يمثل نظاماً مناخياً تنتقل فيه الحرارة والرياح والامطار من مكان الى اخر وتؤثر في الانظمة الاخرى فان الغلاف المائي (Hydrosphere) والذي يتكون من المحيطات والبحار والبحيرات والانهار وجليد القطبين يمثل نظاماً مؤثراً في المناخ.

اذ يقوم هذا النظام بتزويد الغلاف الجوي بالرطوبة (بخار الماء) ويعتبر عامل اساسي في تلطيف (خفض) درجة حرارة الأرض من خلال قوة امتصاصه العالية للاشعة الشمسية الحرارية ونفاذيته العالية لها. كما ويمتص الغلاف المائي ما نسبته 25% من تركيزات غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الغازي. اما الاجزاء اليابسة من كوكب الارض فتتكون من الجبال والوديان والصحارى والسهول والهضاب وتحتوي على مجموعة من الانظمة الطبيعية والحيوية (Biosphere) والبشرية (Anthropologicalsphere) والجليدية (Cryosphere). ترتبط هذه الانظمة المعقدة ومكوناتها مع بعضها البعض بواسطة عملية جريان الطاقة الحرارية فيما بينها وتكون وحدة متفاعلة تحدد نوعية المناخ وتغيراته وتؤثر به.

(4- 5) التغير المناخي:

يمكن تعريف التغير المناخي بانه("اي تغيير او إخلال طويل الأمد يحصل في حالة المناخ نتيجة للتغير الحاصل في توازن الطاقة وسريانها ويكون مؤثراً في النظم البيئية والطبيعية). ويشير التغير المناخي ايضا الى التغير المستمر في مناخ الكرة الأرضية ناتج عن اسباب كونية او طبيعية او بشرية يؤثر سلباً على المحيط الحيوي ويؤدي لوقوع كوارث طبيعية مدمرة.

تختلف التفسيرات حيال كيفية حصول التغيرات المناخية وهناك أربعة تفسيرات لذلك .

1. تغيرات مناخية ناتجة عن ظواهر كونية.
2. تغيرات مناخية ناتجة عن انعكاسات الاشعة الشمسية.
   A. الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet)
   B. الأشعة المرئية (الضوئية) (Sunlight ray)
   C. الأشعة تحت الحمراء (Infrared ray)
3- تغيرات مناخية يسببها الإنسان
4- تغييرات طبيعية (البراكين وحرائق الغابات):

التفسير الاول والثاني سيتم تناولهما في الفصول اللاحقة وفيما يلي سنناقش التفسير الثالث والرابع:

3- تغيرات مناخية يسببها الإنسان

ان التزايد المستمر في استهلاك الطاقة والذي يؤدي الى ارتفاع في تركيزات غازات الاحتباس الحراري يعزيها العلماء والمهتمين الى النشاط الإنساني الذي بدأ عام (1850) م مع بداية الثورة الصناعية في العالم. ويعتقد العلماء ان الإنسان لعب دوراً اساسياً في تعاظم ظاهرة الإحتباس الحراري وفي التغيير الذي حصل على مناخ الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين.

تشير الاحصاءات الى ان عدد سكان الكرة الارضية بلغ ($5300*10^6$) شخص عام (1990) م، وان عدد سكان الارض قابل للزيادة ويتوقع الخبراء ان يتعدى هذا العدد ($6*10^9$) شخص مع بداية القرن الحادي والعشرين والجدول(4-2) تطور النمو السكاني على مدى سبعة الاف سنة الاخيرة.

ت	الزمن	عدد السكان (10^6*)	زمن التضاعف (yr)
1	5000 b.c	50	?
2	800 b.c	100	4200
3	200 b.c	200	600

4	1200 a.c	400	1400
5	1700 a.c	800	500
6	1900 a.c	1600	200
7	1965 a.c	3200	65
8	1990 a.c	5300	38
9	2020 a.c	about 8230	55

جدول (4-2)

تطور نمو سكان الأرض على مدى سبعة الاف سنة.

نلاحظ من جدول (4-2) ان عدد سكان الأرض قد إزداد خلال القرن الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل الضعف. اما في القرن العشرين فقد تضاعف بمعدل (3.3) مرات من ($1.6*10^9$) فرد عام (1900) م الى ($5.3*10^9$) فرد عام (1990) م، وهذا يعني ان النمو السكاني يتطلب زيادة في معدلات الإستهلاك وبشكل خاص المواد الغذائية والملابس والأثاث المنزلي والطاقة والمياه.

ان هذه الزيادة في الإستهلاك تفرز ملوثات صلبة وسائلة وغازية، ومعروف ان الإنسان كان ولايزال يعتمد بالدرجة الأساسية على الوقود الإحفوري في الحصول على الطاقة التي يحتاجها لغرض القيام بنشاطاته الحياتية المختلفة وذلك لسهولة الحصول على الوقود الإحفوري ونقله وخزنه وإستعماله. إن أوجه إستهلاك الطاقة متباينة بين مجتمع واخر ودولة واخرى وتعتمد على درجة التطور الإقتصادي والتكنولوجي والبشري. تستهلك الدول الصناعية الغربية كميات من الوقود الإحفوري تزيد كثيراً عن الدول النامية رغم قلة عدد سكانها. يعود السبب الى تطور إنتاجها الصناعي الواسع وإمتلاكها لعدد هائل من المصانع ووسائط وشبكات النقل والمواصلات. فضلاً عن ان الفرد الاوربي يستهلك من الطاقة عشرة اضعاف ما يستهلكه الفرد في بعض الدول النامية والفقيرة.

كانت إنبعاثات الدول الصناعية تمثل (60%) من الإنبعاثات العالمية عام (1970) م وانخفضت الى حوالي (49%) حالياً والسبب يعود إلى تزايد إنبعاثات بعض الدول النامية مثل الصين والهند والبرازيل خلال العقود الأربعة الأخيرة. ان الزيادة في عدد السكان يقود بالتاكيد الى زيادة في إستهلاك الطاقة وذلك لتعدد النشاطات التي يقوم بها الإنسان ومنها الصناعية والزراعية والمنزلية والتعدين والتنفس....الخ. تحتاج كل هذه الأنشطة الانسانية وغيرها إلى إستهلاك مصادر الطاقة وتؤدي الى تحرير غازات تلوث البيئة وتساهم في تفاقم ظاهرة الإحترار الكوني. وتتمثل أبرز اوجه النشاط الإنساني بالنقاط الآتية:

- زيادة التصنيع وإستبدال العامل بالالة في الدول الصناعية (الإعتماد بشكل أكبر على المكائن بدل القوة العضلية للعمال).

- إستخدام التكنيك والإنتاج الواسع في الزراعة لتلبية إحتياجات السكان الغذائية.
- إكتشاف مواد كيميائية جديدة لم تكن معروفة من قبل مصنعة من البترول (البتروكيمياويات).
- زيادة عدد السكان والمنازل وزيادة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها (غسل وكوي وطبخ وتدفئة.....الخ).
- تضاعف عدد وسائط النقل الشخصية والعامة (طيارات وقطارات وسفن وحافلات...الخ) التي تستخدم الوقود الإحفوري.
- تضاعف عدد سكان كوكب الارض قاد إلى زيادة في كمية المخلفات التي تتفسخ باعتبارها مواد عضوية مطلقة كميات هائلة من غازات ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان وغازات اخرى ملوثة للهواء تمساهم في تفاقم مشكلة الإحترار الكوني.
ان الزيادة الحاصلة في النمو السكاني تقود الى زيادة في كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للجو عن طريق التنفس.
- حاجه الإنسان المتزايدة الى الغذاء دفعته الى حرق الغابات وتحويلها إلى مراعي أو أراضي لزراعة المحاصيل مثل الذرة والحبوب والسكر والاعلاف....الخ.
- التوسع في عمليات التعدين والبناء أدت إلى إطلاق كميات هائلة من الأتربة والغبار (الأيروسول) إلى الغلاف الجوي.

4 - **تغييرات طبيعية (البراكين وحرائق الغابات):**

البركان هو عبارة عن تشقق في القشرة الارضية يقذف كميات كبيرة من الحمم البركانية (ألماغما) ومختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي مما يؤدي الى حدوث تلوث في الهواء والماء والتربة. وتصل الإندفاعات البركانية الى طبقة التروبوسفير الهوائية وتؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون. تنتشر المواد البركانية في الجو لمسافات ولإرتفاعات بعيدة وتنقلها الرياح والتيارات الهوائية من مكان الى اخر وهي تؤثر بشكل سلبي على المناخ.

تطلق البراكين كميات من الرماد البركاني تقدر بالاف الأطنان بالاعتماد على شدة الإندفاعات البركانيه (8-0) درجة وتصل الى طبقات الغلاف الجوي وتؤثر في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى الأرض وبالتالي على درجة حرارة ومناخ الأرض.

تتكون الحمم البركانية من مواد صلبة منصهرة ذات درجات حرارة عالية جداً وغازات مختلفة يشكل بخار الماء النسبة الأكبر منها كما في الجدول (4-3).

ت	الغاز	الرمز الكيميائي	النسبة المؤية
1	بخار الماء	H_2O	70.75
2	ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	14.07
3	الهيدروجين	H_2	0.33
4	النيتروجين	N_2	5.45
5	الأرغون	Ar	0.18
6	ثاني اوكسيد الكبريت	SO_2	6.40
7	ثالث اوكسيد الكبريت	SO_3	0.10
8	الكلور	Cl_2	0.05

جدول (4-3)
النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي.

تكوَن الغازات المختلفة (5%-1%) من الحجم الكلي للماغما البركانية وياتي على راسها كل من بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين وثاني اوكسيد الكبريت. تظهر الغازات المنطلقة والرماد المندفع من فوهة البركان على شكل غيمة نارية تبلغ درجة حرارتها (500°) وتتحرك باتجاه حركة الرياح والتيارات الهوائية وتنتشر لمسافات تقدر بمئات الكيلومترات.

ان البراكين ظواهر طبيعية تؤثر في درجة حرارة كوكب الأرض ومناخها من خلال :

- الطاقة الحرارية الهائلة المنطلقة من البراكين إلى الغلاف الجوي وسطح الأرض ترفع درجة حرارة الهواء والماء والتربة حيث يقوم كل من الماء والتربة فيما بعد بإشعاع الحرارة الى الغلاف الجوي. كما وتؤدي البراكين في كثير من الحالات الى نشوب حرائق في المدن والغابات مما يزيد من إنطلاق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو.
- يقوم الرماد البركاني (الأيروسول) المندفع الى الغلاف الغازي بتاثير مزدوج حيث يمنع الأشعة الشمسية من الوصول الى الأرض ومن جانب اخر يحبس الحرارة المنطلقة من الأرض الى الفضاء الخارجي.
- تلعب الغازات المنطلقة مع الحمم البراكانية مثل بخار الماء وثنائي أوكسيد والكربون وهما يشكلان النسبة الاعظم من الغازات المكونة للخليط الغازي(85%) المنطلق من البراكين ولها دور كبير في احتباس الحرارة التي تشعها الأرض والمحيطات الى الغلاف الجوي وتمنعها من الوصول الى الفضاء الخارجي.

- تصل بعض الغازات المصاحبة للحمم البركانية مثل غازي ثنائي أوكسيد الكبريت (SO_2) وكبريتيد الهيدروجين(H_2S) الى طبقة الستراتوسفير وتقوم بتحطيم جزيئات غاز الاوزون(O_3) الذي يلعب دور اساسي في حماية كوكب الأرض من تاثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة من الوصول اليها.

الفصل الخامس

الإحتباس الحراري والغازات المسببه له