كلية التربية للعلوم الانسانية

قسم الجغرافية

المادة :-علم الطقس والمناخ

المحاضرة الثانية

بنية الغلاف الغازي ومكوناته

اعداد

م.م مروة سالم محمد

الفصل الاول /الغلاف الغازي

وهو غطاء سميك من الغازات التي تحيط بالكرة الارضية من جميع الجهات ولهذا الغلاف عدة وظائف اهمها :-

١ – انه وقاء او رداء يقي سطح الارض من شدة السطوع الشمسي نهاراً ويحول دون الفقدان الكلي للاشعاع الارضي المرتد من سطح الارض الى اعالي الغلاف الغازي .

٢ – يحمي الارض من تساقط بقايا الشهب والنيازك .

٣ – وبدون وجود الغلاف الغازي تنعدم الحياة على سطح الارض .

٤ – وهو مسؤول عن تكوين السحب والرياح والامطار فتكوين الموارد المائية على سطح الارض .

٥ – ان بعض غازاته (الاوكسجين) مسؤولة عن عملية تنفس الانسان والحيوان والنبات .

٦ – ينظم الغلاف الغازي درجات الحرارة بحيث تصبح ملائمة لحياة الانسان اذ لولا وجوده لارتفعت الحرارة اثناء النهار الى ٩٤ °م وانخفظت الى اقل من ٨٤ °م في الليل[٤].

يقدر العلماء سمك الغلاف الغازي بين ٩٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠ كم الا ان معظم الظاهرات المناخية تحدث في الطبقة السفلى منه اي في الطبقات التي لايزيد بعدها عن الارض عن ٣٠ كم .

والهواء عديم اللون والطعم والرائحة لايشعر به الانسان الا عند تحريكه ويسمى عند ذاك رياح Wind ويتميز بقدرته على:-

١- الحركة Mobile او Move .

٢ – المرونة Elastic.

٣ – الانضغاط Compressible .

ورغم خفة وزن الهواء الا ان له وزناً يتولد عنه ضغطاً تبعاً لمدى ثقله ولما كانت الطبقات السفلى من الغلاف الغازي تتحمل ثقلاً اكبر من طبقاته العليا فان كثافة الهواء تقل بالارتفاع عن سطح الارض

ويقدر وزن الغلاف بحوالي ٥،٦ × ١٠ ^{١٤} طن وان نصف وزن الغلاف الجوي يقع على مستوى ٦ كم من سطح الارض ٣/٤ وزنه يقع على مستوى ١٢ كم[٥] .

تركيب الغلاف الجوي :

ويتركب من غازات مختلفة بعضها ثابت في نسبته كالاوكسجين والنتروجين وبعضها يتغير في نسبة وجوده من مكان الى اخر كبخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون كما يضم الغلاف مواد اخرى غير غازية مثل ذرات الغبار وقطرات الماء.

ويتكون الغلاف من اربعة غازات رئيسية هي (نتروجين , اوكسجين , آركون – ثاني اوكسيد الكاربون) وتالف هذه الغازات مجتمعة ٩٩،٩ % من جملة حجم الهواء ووزنه ويؤلف :

النتروجين نحو ٧٨ % من حجم الهواء

الاوكسجين نحو ٢١% من حجم الهواء

الاركون نحو ٠,٩ % من حجم الهواء

ثاني اوكسيد الكاربون نحو ٠,٠٣ % من حجم الهواء .

وهناك غازات اخرى ثابتة النسبة لكنها توجد بكميات قليلة جداً لذلك سميت الغازات النادرة مثل (النيون – Neon) (الهليوم – Helium) (الميثان – Methane) (الكربتون Krypton) (الهيدروجين – H) (النيتروز – Nitrous oxide) (الاوزون – Ozone) [٦]

ولكل عنصر من عناصر الغلاف خصائص يختلف بها عن العناصر الاخرى واهم العناصر او الغازات المكونة للغلاف :-

١- النتروجين ويشكل ٧٨% من حجم الهواء وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة وتقدر كثافته بـ ١،٢٥٠ غم/لتر وينصهر بدرجة حرارة – ٢٠٩،٨ °م ويغلي بدرجة حرارة – ١٩٥،٨ وهو لايتحد بسرعة مع غيره من العناصر الا انه يدخل في كثير من المركبات العضوية [٧] .

ومن اهم تاثيرات النتروجين في الغلاف الجوي :-

١ – قدرته على اذابة الاوكسجين .

٢ – ينظم عمليات الاحتراق .

٣ – ينظم عمليات الاكسدة Oxidation .

٤ – يقي سطح الارض من الكوارث الكونية اذ فيه تتحطم الشهب الساقطة وتحول الى ذرات رمال قبل ان تصل الى سطح الارض .

٥ – تحتاج اليه النباتات لكونها لاتستطيع ان تاخذه من الجو مباشرة بل من التربة على شكل نترات من المواد النباتية والحيوانية المتحللة [٨] اما الحيوانات فلا تستطيع الحصول عليه مباشرة ايضاً ولكن من خلال النباتات التي تعتمد عليه في غذاءها .

٢- الاوكسجين :- يشكل ٢١% من حجم الغلاف الجوي وتكون كثافته ١،٤٢٩ غم/لتر وينصهر بدرجة حرارة -٢١٨،٤ °م ويغلي بدرجة حرارة – ١٨٣ °م لذلك يتركز في طبقات الجو السفلى [٩] وهو عديم اللون والطعم والرائحة الا انه غاز نشيط كيمياوياً يساعد على الاشتعال ويستطيع الاتحاد مع جميع العناصر مكوناً اكاسيدها وله فوائد ووظائف كثيرة اهمها :-

١- احتياجه في التنفس فبدونه تنعدم الحياة النباتية والحيوانية .

٢ – يدخل في تركيب الماء ويذوب فيه اذ ان ٠،٤ سم٣ منه يمكن ان تذوب في غرام واحد من الماء في الاحوال الاعتيادية [١٠] ويمكن ان تتنفسه النباتات والحيوانات في الماء .

٣ – يدخل في عمليات الاحتراق الا ان النتروجين يقلل من حدة الاوكسجين في جميع هذه العمليات .

٣ – الاوزون : يتركز في الطبقات العليا من الغلاف وتبلغ نسبته ٠،٠٠٠٠٠١ % من الحجم الكلي ورغم قلته الا انه مهم للكائنات الحية بسبب قدرته الفائقة على امتصاص جزء كبير من الاشعة الفوق البنفسجية المضرة للانسان والكائنات الحية.

ان الاوزون O_3 غاز اوكسجيني يتكون من ثلاث ذرات بينما يتكون جزيء الاوكسجين من ذرتين O_2 وهو غاز سام ومع ذلك فان له اهمية كبيرة كاحدى القوى الرئيسة للامتصاص من موجات الاشعاع الشمسي وعلى الاخص الموجات فوق البنفسجية فلا يسمح بالمرور منها الا القدر الضروري اللازم لتدعيم الحياة في طبقة سمكها ١٦ – ٣٠ كم تسمى اوزونوسفير ويرجع سبب تركزه هنا الى تفكيك الموجة فوق البنفسجية لبعض من الاوكسجين الى ذرات مع الجزئيات [١١].

ان اكثر العوامل الملوثة للغلاف (الستربوسفير) هو الطيران النفاث الذي يقوم بخفض نسبة الاوزون خاصة بعد ان طورت فرنسا وبريطانيا طائرة الكونكرد العملاقة وطورت روسيا طائرة ١٤٤ تي يو TU اذ تنفث هذه الطائرت خلال ساعة طيران ما يزيد على [١٢]:-

١ – ٨٣ طن من بخار الماء .

٢ – ٧٢ طن من ثاني اوكسيد الكاربون .

٣ – ٤ طن من اول اوكسيد الكاربون .

٤ – ٤ طن من اكاسيد النترات .

وقد تمكن العالم لاستر ماش تاون من تطوير نموذج لتحليل نتائج تلك الطائرات للستراتوسفير وقال بان ٥٠٠ طائرة نفاثة تطير بالستراتوسفير يومياً وان خطوط طيرانها تقع

بين دائرتي عرض ٤٥ – ٦٥ درجة شمالا وان هذا الطيران يؤدي الى ارتفاع نسبة بخار الماء من ٣ جزء بالمليون الى ٥ جزء بالمليون[١٣] الامر الذي يؤدي الى :-

١ – تناقص ملحوظ في نسبة الاوزون .

٢ – ارتفاع في نسبة تكوين السحب .

٣ – ارتفاع في درجة الحرارة بمقدار ١،٥ °م في طبقة الستراتوسفير اي تناقص في حرارة طبقة التروبوسفير . وينتج غاز الاوزون او ما يسمى بالاوكسجين الذري O_3 نتيجة انشطار ذرات الاوكسجين بفعل الاشعة فوق البنفسجية واتحاد بعض ذرات الاوكسجين مع ذرات اخرى وعن طريق المعادلة التالية:-

$$O_2 + O_2 + Energy _____ O_3 + Energy$$

اما الغازات التي تكون نسبتها غير ثابتة فاهمها بخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون وذرات الغبار .

١ – بخار الماء هو اكثر مكونات الغلاف تغيراً وتختلف نسبة وجوده من مكان الى اخر ومن وقت الى اخر فقد تصل نسبته الى ـــ ٤% في المناطق الرطبة وصفر في المناطق الصحراوية الجافة كما تدل الابحاث على انه يوجد في الجو دائماً في كل وقت بمقدار يبلغ ١٤٦ مليون طن [١٤] وهو مسؤول عن :-

١ – عمليات التساقط والتكاثف على سطح الارض .

٢ – امتصاص بعض الموجات الطويلة من الاشعة ثم يعمل على انعكاسها وتشتيتها.

٣ – حفظ الاشعاع الارضي بالقرب من سطح الارض وتقليل تسربه الى الغطاء الخارجي، ويتركز معظمه في الطبقة السفلى ويكون معدوماً على ارتفاع ١٥ كم اذ انه يتناقص بالارتفاع حيث ان حوالي ٩٠% من بخار الماء يتركز في الكيلومترات الخمسة الاولى من الغلاف في حين يتركز الباقي على ارتفاع (٥-١٥ كم) [١٥].

٢ – ثاني اوكسيد الكربون وهو من الغازات المتغيرة النسبة اذ تغيرت نسبة وجوده في الغلاف الجوي بنسبة ١٠% بعد الثورة الصناعية في اوربا [١٦] وهو مهم لحياة النبات كثيراً وهنالك مجموعة من العمليات التي تزيد من نسبة وجوده في الجو هي :-

١ – عمليات الاحتراق .

٢ – عملية الزفير .

٣ – الثورانات البركانية .

٤ – الينابيع الحارة .

٣ – ذرات الغبار Dust :– اصطلاح عام يشمل جسيمات الصخور كما يشمل جسيمات الدخان ويقصد به الدقائق التي تسبح في الهواء ولا تستطيع العين المجردة رؤيتها [١٧] وذرات الغبار عموماً مواد صلبة ممثلة بجسيمات صغيرة من الاتربة والرمال والدخان والغبار البركاني وتتركز في الطبقة السفلى من الغلاف وتختلف نسبة وجودها من مكان الى اخر ومن وقت الى اخر وتزداد نسبتها في جو المدن الكبيرة والمراكز الصناعية والاقاليم الجافة مقارنة مع المناطق الريفية [١٨] وتقوم ذرات الغبار الموجودة في الجو بـــ:–

١ – امتصاص جزء من الاشعاع الشمسي وانتشار الاشعة .

٢ – تساهم مع Co_2 في حفظ الاشعاع الارضي من التسرب .

٣ – تساعد على انطلاق عملية التساقط (نويات التكاثف)

٤ – زيادة نسبة الغبار تؤدي الى تناقص الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض .

الخصائص الطبيعية للغلاف الجوي .

الهواء النقي الجاف خليط من مجموعة من الغازات وليس مركباً كيمياوياً والهواء النقي عديم اللون والطعم والرائحة الا اذا كان ملوثاً نتيجة لبعض العمليات الكيمياوية او الحيوية Biological التي تتم على سطح الارض , ومن مميزات الهواء انه سهل الانضغاط لذا فان كثافته تتناقص من اسفل الى اعلى .

وهنالك قوانين فيزياوية تتحكم في العلاقات بين متغيرات الغلاف الجوي هي (الحرارة , الضغط , الكثافة , الحجم) واهم هذه القوانين هي :–

١ – قانون بويل R.Boyle :–وينص على انه اذا زاد ضغط الهواء قل حجمه بشرط ان لاتتغير حرارته . اما اذا تناقص ضغط الهواء وبقيت حرارته ثابتة فان حجمه يزداد ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة الاتية :

ض × ح = أ

حيث ان ض = ضغط الهواء .

ح = حجمه .

أ= ثابت .

٢ – قانون شارلز Charles :– ويربط هذا القانون بين ضغط الهواء ودرجة حرارته , فاذا زاد ضغط الهواء ازدادت درجة حرارته شريطة بقاء الحجم ثابتاً .

ض(ت) = (١ + ض ِ / ٢٧٣ ت)

حيث ان ض(ت) = ضغط الهواء عندما تكون درجة الحرارة (ت°)

ضِ = ضغط الهواء عندما درجة حرارته صفراً مطلقاً اي ان درجة التجمد ٢٧٣ وليس الصفر المئوي .

ت = درجة حرارة الهواء .

٣- قانون Equation of state ويجمع بين كل من ضغط الهواء وكثافته ودرجة الحرارة كما في المعادلة

ض = / × ث × ت

حيث ان ض = ضغط الهواء

ث = كثافة الهواء

ت = درجة حرارة الهواء

/ = ثابت .

طبقات الغلاف الجوي

يقسم الغلاف الجوي الى اربع طبقات عمودياً وذلك على اساس الحرارة والضغط وتفصل بينهما اربعة حدود وفيما ياتي الطبقات والحدود هي : -

اولاً :- طبقة التروبوسفير Troposphere .

وهي الطبقة السفلى من الغلاف , ويختلف سمكها فهي ١٦ كم في الاستواء و٨ كم في القطبين و١٨ كم في المناطق المدارية , وتحدث في هذه الطبقة جميع المظاهر الجوية من سحب وامطار و ....الخ. وتعد هذه الطبقة ثقيلة الوزن بسبب كثافة هوائها وقد قدر وزنها ٨٠% من وزن الهواء (٤/٥) من وزن الهواء وتتناقص حرارتها بالارتفاع بمعدل ٠،٦٤ °م لكل ١٠٠ م [١٩], ويكون هذا التناقص غير منتظم في الـ ٣ كم الاولى بسبب تاثر هذا المعدل بعوامل كثيرة منها الرطوبة والسحب ثم تنتظم بعد هذا الارتفاع حتى تصل الى حد التروبوبوز ,وتتعرض الاطراف العليا من طبقة التروبوسفير الى تيارات هوائية عظيمة الريح اطلق علها العلماء التيارات النفاثة Jetstreames . ولمعرفة ترتيب طبقات وحدود الغلاف الغازي من الأرض صعوداً إلى الأعلى انظر الشكل رقم (١) .

شكل رقم (١) طبقات وحدود الغلاف الغازي

Exosphere
Thermosphere

Ionosphere
Mesopause

Mesosphere
Stratopause

Stratosphere

Tropopause

Troposphere

أ – حد التروبوبوز Tropopause .

وهو حد ياتي بعد طبقة التروبوسفير وهو قليل السمك وهو انتقالي الصفات بين الطبقة الاولى والثانية ويتراوح سمك هذا الحد بين ٩ – ١٢ كم فوق القطب وبين ١٦ – ١٧ كم فوق الاستواء وتتراوح درجة حرارة هذه الطبقة بين (– ٥٠ °م) فوق القطبين الـــى (– ٧٠ °م) فوق الاستواء [٢٠] ويشترط في هذا الحد ان لايزيد معدل تناقص الحرارة بالارتفاع عن ٢ °م لكل ١ كم ومعدل درجات الحرارة تحت الصفر ٥٠ درجة [٢١].

ثانياً : الستراتوسفير Stratosphere .

هي الطبقة الثانية ويتراوح ارتفاعها بين ١١ الى ٨٩ كم فوق حد التروبوبوز , وتكون درجـــة حرارة الهواء على ارتفاع ٥٠ كم مساوية الى درجة حرارة الهـــواء علـــى ســـطح الارض ومصدر الحرارة في هذه الطبقة هو اشعة الشمس [٢٢] فوق البنفسجية التـــي يمتصـــها غـــاز الاوزون الموجود في هذه الطبقة ومن مميزاتها :–

١ – توجد فيها رياحات سريعة (راسية وافقية) .

٢ – ينعدم فيها وجود بخار الماء .

٣ – تخلخل الغازات فيها (فالضغط على ارتفاع ٢٠ كم = ٥٠ مليبـــار بينمـــا = ١٠١٣،٤ مليبار على مستوى البحر [٢٣].

ب – حد الستراتوبوز Stratopaue :-

حد ياتي بعد الستراتوسفير ويفصل بين الطبقتين الثانية والثالثة ويبلغ سمكه ٢٥ – ٥٠ كم , ويبلغ الضغط فيه ١/٢ ملم في حين انه يبلغ ٧٦٠ ملم عند سطح البحر ويتميز بقلة التغيرات الرأسية في درجة الحرارة بين اعلى الحد واسفله [٢٤].

ثالثاً:- طبقة الميزوسفير Mesosohere .

تبعد هذه الطبقة عن سطح الارض ٥٠ – ٨٠ كم ومن مميزاتها[٢٥] :-

١ – انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع الى ان تصل الى – ٩٠ °م عند اعالي الميزوسفير ثم تاخذ بالارتفاع مرة اخرى الى ان تصل الى ١٧٠ °م اثناء النهار .

٢ – مصدر الحرارة فيها هو امتصاص الاوزون الموجود فيها لاشعة الشمس فوق البنفسجية لهذا فان الارتفاع عن مستوى طبقة الاوزون يؤدي الى تناقص الحرارة بسبب البعد .

٣ – عمليات احتراق الشهب والنيازك الساقطة من الفضاء تحدث فيها .

٤ – ترتفع الحرارة في اسفل هذه الطبقة بسبب احتراق بقايا الشهب .

ج – حد الميزوبوز Mesopause .

وهو حد يفصل بين الطبقة الثالثة والطبقة الرابعة وهي على ارتفاع ٩٠ – ١١٠ كم [٢٦].

رابعاً :- طبقة الايونوسفير Ionosphere .

وهو حد ياتي بعد حد الـ Mesopause ثم ياتي بعده طبقة الـ Thermosphere ويتميز هذا الحد بحدوث ظاهرة الوهج القطبي (وهي ظاهرة ضوئية تحدث كوهج نتيجة لشحنات كهربائية مغناطيسية تحدث في طبقة الايونوسفير وتتخذ اشكال مختلفة كالاقواس والهالات وهي مختلفة فبعضها احمر وبعضها ازرق وهي ذات ارتفاعات كبيرة خاصة في القطبين) [٢٧] وانواعه:-

١ – الوهج القطبي الشمالي Aurora borealis ويحدث في الجهات القطبية الشمالية .

٢ – الوهج القطبي الجنوبي Aurora Australis ويحدث في الجهات القطبية الجنوبية .

د – حد الثرموسفير (طبقة Thermosphere)

ارتفاع هذه الطبقة ٨٠ كم عن مستوى سطح البحر ولها خصائص حرارية وكهربائية مميزة اذ ترتفع الحرارة فيها فتصل الى ١٠٠٠ °م كما يحدث فيها التأين نتيجة لتفكك ذرات الهواء الى مركباتها الكهربائية [٢٨].

خامساً :- طبقة الاكزوسفير Exosphere .

وهي الاجزاء المتطرفة في البعد من الغلاف الغازي وهي عموماً تغلف باقي الطبقات وتفصلها عن الفضاء [٢٩].

تلوث الغلاف الجوي

قبل ان نتكلم عن تلوث الغلاف لابد من معرفة وظائف الغلاف الجوي الرئيسي وهي :-

١ – المحافظة على درجة حرارة سطح الارض .

٢ – توزيع الطاقة .

٣ – توزيع بخار الماء .

ان تطور الحياة قد اسهم في تشكيل الغلاف الجوي وتكوينه الحالي , فقد ادخل الانسان بعد الثورة الصناعية في اوربا تعديلات سريعة على التركيب الكيمياوي للغلاف الجوي من خلال زيادة نسبة بعض الغازات الموجودة في الهواء اصلاً مثل Co_2 او انقاص البعض الاخر مثل O_2 او O_3 , كما اسهم الانسان في السنوات الاخيرة في زيادة كمية الشوائب الموجودة في الهواء التي تؤثر تاثيراً سلبياً في الغلاف الجوي : وادناه عرضاً مختصراً للشوائب الموجودة في الغلاف وتاثيرها على الحياة .

اولاً : غاز ثاني اوكسيد الكاربون Co_2 .

نسبته قليلة في الغلاف الجوي تقدر بـ ٠،٠٣ وهذه النسبة القليلة زادت بعد الثورة الصناعية في اوربا نتيجة لـ

١ – زيادة عدد المصانع .

٢ – قيام هذه المصانع بصرف كميات كبيرة من الفحم والمواد العضوية ويقدر بيري Berry الزيادة التي طرأت على Co_2 في الجو بـ ١٠% اما كيلوج Kellog فيقدر الزيادة الحاصلة في Co_2 بـ ٣٠ جزء / مليون عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية .

وتختلف نسبة Co_2 في الجو تبعاً لعدة عوامل اهمها :-

١ – درجة حرارة المسطحات المائية .
٢ – معدل عملية التركيب الضوئي في النبات .
٣ – معدل صرف المواد العضوية .
اما طرق تخلص الغلاف الجوي من Co_2 فتتم عن طريق :-
١ – بعض التفاعلات الكيموضوئية التي تتم في طبقات الجو العليا.
٢ – استهلاك النباتات جزءاً كبيراً منه في عملية التركيب الضوئي .
٣ – ذوبان جزء اخر منه في مياه البحار والمحيطات .
لذلك فان زيادة نسبة Co_2 تشكل اختلالاً في التوازن بين عوامل البناء وعوامل التخلص منه . وتؤثر الزيادة الحاصلة في Co_2 على المناخ من خلال تاثيرها على الموازنة الاشعاعية لسطح الارض (اي ان Co_2 يمتص جزءاًمن الاشعاع الارضي ويمنعه من التسرب الى الغلاف الخارجي مما يؤدي الى رفع درجة الحرارة وذوبان الجليد الموجود في المناطق القطبية وقمم المرتفعات الجبلية الامر الذي يؤدي الى ازدياد مستوى مياه البحار والمحيطات [٣٠] .
لقد تم تطوير العديد من النماذج المناخية التي تمثل Co_2 وتاثيره على ارتفاع درجة حرارة الجو واهمها :-
١ – نموذج رسول وشنايدر Rasool & Schneider وينص على انه لو بلغت نسبة Co_2 في الجو عشرة اضعاف نسبته الحالية فان درجة حرارة الجو لن ترتفع اكثر من ٢،٥ °م .
٢ – نموذج مانابي وويدز Manabe & Wetherald ووجد ان درجة حرارة المناطق الواقعة عند دائرة عرض ٨٠ ° شمالا سترتفع ١٠ درجات مئوية عند زيادة نسبة Co_2 .
الا انه ما يؤخذ على نموذج مانابي اهماله لدور السحب .

ثانياً :- الشوائب .

يرى بعض الباحثين ان الزيادة في درجة الحراة قد توقفت منذ منتصف القرن الحالي بل وبدأت بالتناقص عموماً بل ويرى البعض من المتشائمين امكانية زحف جليدي فيما لو استمر الاتجاه الحالي لدرجة الحرارة . ويرجع السبب في ذلك الى زيادة نسبة الشوائب في الجو اذ ان الزيادة الهائلة في عدد السكان في العالم وازدياد نشاطهم قد عمل على زيادة نسبة الشوائب (اي ازدياد نسبة الاشعة المبعثرة والممتصة) فضلا عن ان زيادة الشوائب في الجو تعمل على سرعة تكوين السحب وزيادة (معامل انعكاس الاشعة) من الغلاف الامر الذي يؤدي الى خفض نسبة الاشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض , وتقدر نسبة الشوائب التي زادت في الجو خلال العقود القليلة الماضية بحوالي ١٠٠ % [٣١] .