



فهرس

مقدمة عامة.....	Erreur ! Signet non défini.....
1. نشأة وتطور قياسات العناصر المناخية للغلاف الجوي	3.....
2. مكونات الغلاف الجوي	6.....
أ- مكونات الغلاف الجوي الغازية والهباء	6.....
ب. الاختلافات مع الارتفاع	Erreur ! Signet non défini.....
ج. الاختلافات حسب دوائر العرض والفصول	Erreur ! Signet non défini.....
د- التغيرية الزمنية	Erreur ! Signet non défini.....
3. كتلة الغلاف الجوي Masse atmosphérique	Erreur ! Signet non défini.....
أ- الضغط الكلي	Erreur ! Signet non défini.....
ب. ضغط البخار	Erreur ! Signet non défini.....
ج. طبقات الغلاف الجوي	Erreur ! Signet non défini.....
خاتمة الفصل الأول.....	Erreur ! Signet non défini.....
الفصل الثاني: الإشعاع الشمسي وميزانية الطاقة العالمية	Erreur ! Signet non défini.....
تقديم الفصل الثاني.....	Erreur ! Signet non défini.....
1. الإشعاع الشمسي	Erreur ! Signet non défini.....
1.1. إنتاج الطاقة الشمسية	Erreur ! Signet non défini.....
2.1. المسافة من الشمس	Erreur ! Signet non défini.....
3.1. زاوية ارتفاع الشمس عن سطح الأرض	Erreur ! Signet non défini.....
4.1. طول النهار	Erreur ! Signet non défini.....
2. الأشعة الشمسية الساقطة على السطح وآثارها	Erreur ! Signet non défini.....
1.2. تدفق الطاقة داخل المنظومة أرض- جو	Erreur ! Signet non défini.....
2.2. تأثير الغلاف الجوي	Erreur ! Signet non défini.....
3.2. دور السحب	Erreur ! Signet non défini.....
4.2. الشكل الكروي للأرض وتأثير دوائر العرض	Erreur ! Signet non défini.....
5.2. تأثير اليابسة والمحيط	Erreur ! Signet non défini.....
7.2. تغايرية درجة حرارة الهواء الحر مع الارتفاع	Erreur ! Signet non défini.....
3. الأشعة الأرضية تحت الحمراء وتأثير الاحتباس الحراري	Erreur ! Signet non défini.....
4. الميزانية الطاقة للأرض	Erreur ! Signet non défini.....

الفصل الأول: الغلاف الجوي¹، تركيبته الكيماوية وبناءه الحراري

الغلاف الجوي Atmosphere، غلاف غازي يحيط بكوكب الأرض؛ سمكه لا يتعدى 1% من شعاع الأرض. ويلعب الغلاف الجوي دورا حيوي بتواجد الأوكسجين وبتوفره على غاز الأوزون، الواقي من الأشعة فوق بنفسجية القاتلة للكائنات الحية. لقد تطور إلى شكله وتركيبته الحالية منذ ما يناهز 400 مليون سنة، وهي الفترة التي تزامنت مع تطور جد مهم للغطاء النباتي. ساهم هذا الأخير، عبر عملية التركيب الضوئي، إلى إفراز الأوكسجين داخل الغلاف الجوي وتقليص ثاني أكسيد الكربون. تركز قاعدة الغلاف الجوي على سطح المحيط الذي يغطي في الوقت الحاضر نحو 70 في المائة من سطح الكرة الأرضية. على الرغم من أن الهواء والماء يشتركان في خصائص فيزيائية متشابهة إلى حد ما، إلا أنهما يختلفان في جانب واحد مهم - الهواء قابل للضغط والماء غير قابل للضغط.

يعتبر الغلاف الجوي موقع حدوث الحالة الجوية بفعل تفاعل كل العناصر المناخية بداخله، خصوصا بالطبقة الأولى منه.

1. نشأة وتطور قياسات العناصر المناخية للغلاف الجوي

دراسة الغلاف الجوي لها تاريخ طويل يشمل كل من الملاحظات والدراسات النظرية. أصبحت القياسات العلمية ممكنة فقط من خلال اختراع الأدوات المناسبة؛ كان لمعظمها تطور طويل ومعقد. اخترع جاليليو Galileo مقياس حرارة في أوائل القرن السابع عشر، ولكن لم تصبح معايير القياس متاحة حتى أوائل القرن الثامن عشر (وحدة قياس فهرنهايت Fahrenheit)، أو الأربعينيات من القرن الثامن عشر (وحدة قياس درجة مئوية Degré Celsius). في عام 1643، أوضح توريشيلي Torricelli أن وزن الغلاف الجوي يمثل عمودًا يبلغ 10 أمتار من الماء أو عمود 760 ملم من الزئبق السائل. استخدم باسكال Pascal بارومتر Baromètre Torricelli لإظهار أن الضغط يتناقص مع الارتفاع، عن طريق قياسات تم القيام بها ب Puy de Dôme في فرنسا. مهد هذا الطريق لـ Boyle (1660) لإثبات انضغاطية الهواء من خلال اقتراح قانونه بأن حجم الهواء يتناسب عكسياً مع الضغط. وأظهر تشارلز Charles عام 1802 أن حجم الهواء يتناسب طردياً مع درجة حرارته. وبحلول نهاية القرن التاسع عشر، تم تحديد المكونات الأربعة الرئيسية للغلاف الجوي الجاف (النيتروجين N_2 78.08 في المائة، والأكسجين O_2 20.98 في المائة، والأرجون Ar 0.93 في المائة، وثاني أكسيد الكربون CO_2 0.035 في المائة). في القرن

¹ بدأ الاستكشاف العلمي المبكر للغلاف الجوي برحلات عبر المنطاد خلال منتصف القرن التاسع عشر، من قبل H. T. و J. Glaisher و Coxwell في عام 1862.

تم اكتشاف انعكاس درجة حرارة منخفضة المستوى في عام 1856 على ارتفاع حوالي كيلومتر واحد على جبل في تينيريفي حيث توقفت درجة الحرارة عن الانخفاض مع الارتفاع. تم العثور على ما يسمى بـ Trade Wind Inversion فوق المحيطات شبه الاستوائية الشرقية حيث يعلو الهواء الجاف عالي الضغط على الهواء البحري الرطب بالقرب من سطح المحيط. تمنع هذه الانقلابات حركات الهواء الرأسية (الحمل الحراري) ، وبالتالي تشكل غطاء لبعض النشاط الجوي. تبين أن انعكاس الرياح التجارية

بعض الخصائص الفزيائية العامة للهواء

مثال لصورة المنطاد Ballon المجهز بالمسبار اللاسلكي Radiosonde

2. مكونات الغلاف الجوي

الهدف من هذا القسم المتعلق بالغلاف الجوي هو:

- التعرف على مكونات الغلاف الجوي - غازاته ومكوناته الأخرى ؛
- فهم كيف ولماذا يختلف توزيع الغازات النادرة والهباء الجوي Aérosols باختلاف الارتفاع وخط العرض والزمن؛
- التعرف على الطبقات الرأسية للغلاف الجوي ومصطلحاتها وأهميتها.

أ- مكونات الغلاف الجوي الغازية والهباء

- **الغازات الأساسية:** الهواء عبارة عن مزيج ميكانيكي من الغازات ، وليس مركبًا كيميائيًا. يتكون الهواء الجاف ، من حيث حجمه ، من أكثر من 99 في المائة من النيتروجين (78.08%) والأكسجين (20.95%). تظهر الملاحظات بالأجواء العليا أن هذه الغازات مختلطة بنسب ثابتة وبشكل ملحوظ تصل إلى ارتفاع حوالي 100 كم. ومع ذلك ، وبالرغم من هيمنتها ، فإنها ليست ذات أهمية مناخية تذكر.
- **الغازات الدفيئة:** على الرغم من ندرتها النسبية ، فإن ما يسمى بالغازات الدفيئة تلعب دورًا مهمًا في الديناميكا الحرارية Thermodynamique للغلاف الجوي. إنها تمتص (Absorption) الإشعاع المنبعث (Emission) من الأرض، وبالتالي تنتج لتبعثه من جديد إلى السطح، فيحدث حبسا للطاقة الحرارية بالطبقات السفلى من الغلاف الجوي؛ وتسمى هذه الظاهرة بالاحتباس الحراري Effet de serre. وقد أظهرت الدراسات على أن بخار الماء Vapeur d'eau هو الأكثر فعالية لامتصاص الأشعة المنبعثة من سطح الأرض، يليه بعد ذلك تتأثر الغازات النادرة التي تساهم الأنشطة البشرية بارتفاع تركيزها بالغلاف الجوي، خصوصا منذ ظهور الثورة الصناعية للقرن الثامن عشر. ومن أهم هذه الغازات، نذكر على سبيل المثال CO_2 - CH_4 - O_3 - H_2O .

غازات الدفينة	مصادرها وبعض خصوصياتها
ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	تبعث من باطن الأرض وتنفس الكائنات الحية وميكروبات التربة واحتراق الوقود والتبخر المحيطي. يذوب في المحيطات ويستهلكه النبات بواسطة التركيب الضوئي. عدم التوازن بين الانبعاث وامتصاصه من قبل المحيطات والغلاف الحيوي الأرضي يؤدي إلى صافي الزيادة في الغلاف الجوي.
الميثان (CH_4)	ينتج بشكل أساسي من خلال العمليات اللاهوائية Anaérobique (أي التي تفتقر إلى الأكسجين)، عن طريق الأراضي الرطبة الطبيعية وحقول الأرز، وكذلك عن طريق التخمر المعوي في الحيوانات، ومن خلال استخراج الفحم والنفط، وحرق الكتلة الحيوية، وحرق النفايات.
بروتوكسيد الازوت أو الازوت النيتري (N_2O)	ينتج بشكل أساسي عن طريق الأسمدة الازوتية (50-75 في المائة) والعمليات الصناعية. المصادر الأخرى هي النقل وحرق الكتلة الحيوية وحطائر أعلاف الماشية و العمليات البيولوجية في المحيطات والتربة. يتم تدميره عن طريق التفاعلات الكيميائية الضوئية في الستراتوسفير التي تؤدي إلى إنتاج أكاسيد النيتروجين (NO_x).
الأوزون (O_3)	يتم إنتاجه الأوزون من خلال تكسير جزيئات الأكسجين في الغلاف الجوي العلوي Startosphere بواسطة الأشعة فوق البنفسجية الشمسية. ويتم تدميره من خلال التفاعلات التي تتضمن أكاسيد النيتروجين (NO_x) والكلور (Cl) هذا الأخير الناتج عن مركبات CFC الكلورو فليورو كربونات، والانفجارات البركانية وحرق الغطاء النباتي في الستراتوسفير الأوسط والعلوي.
CFC الكلورو فليورو كربونات	يتم إنتاجها بالكامل من قبل البشر بواسطة دافعات الهباء aérosols propulseurs ومبردات التلاجة (مثل الفريون Fréon) ومكيفات الهواء. لم تكن موجودة في الغلاف الجوي قبل ثلاثينيات القرن الماضي. ترتفع جزيئات الكلوروفلوروكربون ببطء في الستراتوسفير ثم تتحرك نحو القطب، حيث تتحلل بالعمليات الكيميائية الضوئية إلى كلور بعد متوسط عمر يقدر بحوالي 65 إلى 130 سنة.
بخار الماء (H_2O)	يعد غاز الدفينة الأساسي ومكونا حيويًا في الغلاف الجوي. يبلغ متوسطه حوالي 1 في المائة من حيث الحجم ولكنه متغير للغاية في المكان والزمان، حيث يشارك في دورة هيدرولوجية عالمية معقدة.

الهباء الجوي: توجد كميات كبيرة من الهباء الجوي في الغلاف الجوي. وهي جزيئات معلقة بالغلاف الجوي، من ملح البحر والغبار المعدني (خاصة السيليكا) والمواد العضوية والدخان. يتسرب الهباء بداخل الغلاف الجوي عبر مجموعة متنوعة من المصادر الطبيعية والبشرية. يصدر بعضها على شكل جزيئات - حبيبات التربة والغبار المعدني من الأسطح الجافة، والسخام الكربوني la suie de carbone لحرق الفحم وحرق الكتلة الحيوية، والغبار البركاني. يتم تحويل البعض إلى جزيئات من الغازات غير العضوية. يلعب هباء الكبريتات aérosols sulfatés، الذي يأتي ثلثها من انبعاثات محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، دورًا مهمًا في مواجهة تأثيرات الاحتباس الحراري من خلال عكس الإشعاع الشمسي. ومصادر الهباء الجوي الأخرى هي ملح البحر والمواد العضوية (الهيدروكربونات النباتية والمشتقة من صنع الإنسان).