الفصل الأول

علم الأنواء الجوية meteorology :-

هو احد فروع علم الفضاء ويهتم بدراسة الغلاف الجوي والظواهر الجوية ويركز على الطقس والتنبؤات الجوية حيث تعتمد الظواهر الجوية على مجموعة من المتغيرات (أو العناصر الجوية) في الغلاف الجوي وهي درجة الحرارة ، الضغط الجوي ، بخار الماء ، الأعاصير وحركة الماء ، الرياح وما يتعلق بها.

الغلاف الجوي :-

هو عبارة عن طبقة رقيقة مركبة من الغازات وبعض المركبات الكيميائية التي تحيط بالأرض وتحميها . يعتبر وجود الغلاف الجوي حول الأرض عاملا أساسيا ومهماً جداً في نشأة الحياة على الأرض. فالغلاف الجوي بمكوناته الغازية يوفر المواد الأساسية اللازمة للحياة كالأوكسجين وغاز ثاني اوكسيد الكربون وغاز النتروجين الذي يعتبر الحجر الأساس في كل صور الحياة الموجودة على سطح الأرض.

تتسبب حركة الغلاف الجوي سواء على مستوى الكرة الأرضية أو في مناطق محددة في حدوث الكثير من الظواهر الطبيعية مثل تكون السحب والمطر وهبوب الرياح ، وكذلك حفظ كوكب الأرض من التغيرات الكبيرة والمفاجئة في درجات الحرارة ، بالإضافة إلى ما سبق فإن الغلاف الجوي الأرضي يعمل على حمايتنا من الأشعة الشمسية الضارة كالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية الصادرة والمنطلقة من الشمس بصورة مستمرة ، وكذلك الأشعة الكونية القادمة من الشمس والفضاء الخارجي ، حيث لولا وجود الغلاف الجوي لإنتهت جميع أنواع الحياة البشرية على سطح الأرض. والأهم من ذلك كله أن الغلاف الجوي يشكل سقفاً فوق الأرض يعمل على حمايتها من الشهب الكونية الكبيرة التي تحترق في أعلى الغلاف الجوي لتصل إلى الأرض على هيأة نيازك صغيرة نسبياً.

أصل الجو الأرضي :-

لمعرفة أصل الجو الأرضي لابد من معرفة كيفية تكوين المنظومة الشمسية .

النظام الشمسي أو المجموعة الشمسية:-

وهو النظام الكوكبي الذي يتكون من الشمس وجميع مايدور حولها من اجرام بما في ذلك الأرض والكواكب الأخرى

ويشمل النظام الشمسي أجراما أخرى اصغر حجما هي الكواكب القزمة والكويكبات والنيازك والمذنبات إضافة إلى سحابة رقيقة من الغاز والغبار

كما توجد توابع الكواكب التي تسمى الأقمار والتي يبلغ عددها أكثر من (١٥٠) قمراً معروفاً في النظام الشمسي

إن اكبر جرم في النظام الشمسي وأهمها هو الشمس ، النجم الذي يقع في مركز النظام حيث تبلغ كتلة الشمس (٣٣٢) من كتلة الأرض ، فكتلة الشمس تبلغ ٩٩,٨ % من كتلة النظام باكمله ، كما أنها هي التي تشع الضوء والحرارة اللذان يجعلان الحياة على الأرض ممكنة .

وتأتي بعد الشمس الكواكب ، حيث توجد في النظام الشمسي ثمانية كواكب هي بالترتيب حسب بعدها عن الشمس { عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ (الكواكب الصخرية) ، المشتري ، زحل ، أورانوس ، نبتون (العمالقة الغازية) }

يعتقد الفلكيون إن النظام الشمسي قد ولد قبل ٤,٦ مليار سنة ، وهنالك عدة نظريات لتفسير تكون المنظومة الشمسية ومن هذه النظريات :

أ- النظرية السديمية للعالم لابلاس
ب- نظرية النجم العابر للعالم تشمبرلن
جـ - النظرية الحديثة للعالم الفريدهيل

إلا إن النظرية السائدة هي النظرية السديمية . السديم عبارة عن كرة غازية متوهجه

حيث كانت المجموعة الشمسية عبارة عن سديم (كرة غازية متوهجه) تدور حول نفسها . وبمرور الزمن فقد السديم شكله الكروي حيث قلت حرارته تدريجيا فتقلص حجمه وزادت سرعة دورانه حول نفسه وفقد شكله الكروي وأصبح شكله قرص دوار مسطح ثم انفصلت أجزاء من القرص على شكل حلقات غازية تدور حول الكتلة المشعة من السديم بنفس الاتجاه . وبمرور الزمن بدأت الحلقات تبرد وتجمد مكونه كواكب المجموعة الشمسية . إن الجزء المتبقي والملتهب من السديم كون الشمس في المجموعة الشمسية

حيث إن أصل المجموعة الشمسية هو السديم

إن اغلب أجواء الكواكب ومن ضمنها الشمس تتكون من غازي الهليوم والهيدروجين ، إما الأرض فقد احتفظت بغازي النتروجين وثاني اوكسيد الكربون اللذان تكونا بسبب التفاعلات الكيميائية والبراكين داخل الأرض.

يعرف **الكوكب** في النظام الشمسي بأنه جرم سماوي :

١. يملك مداراً حول الشمس.

٢. يملك كتلة – أو بالأحرى جاذبية – كافية لخلق توازن قادر على جعل شكله كروياً أو شبه كروي.

٣. يملك جاذبية كافية لتنظيف مداره من الأجرام المجاورة.

والأجرام التي تحقق هذه الشروط في النظام الشمسي هي : ((عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ (الكواكب الصخرية) ، والمشتري ، زحل ، أورانوس ، نبتون (العمالقة الغازية)))

الكواكب القزمة : وهي أجرام سماوية لها مميزات :

١. تملك مدارات حول الشمس.

٢. تملك كتلة – أو بالأحرى جاذبية – كافية لجعل شكلها كروياً أو شبه كروي.

إن ما يميز هذه الكواكب القزمة عن الكواكب هي أنها لا تملك جاذبية كافية لتنظيف مداراتها من الأجرام المجاورة.

الكويكبات : هي أجرام نظام شمسي صغيرة ، أصغر من الكواكب وأكبر من النيازك ، والفرق بينها وبين المذنبات هو أن المذنبات تُظهر ذيولاً خلفها حين تقترب من الشمس في حين أن الكويكبات لا تُظهر ذيولاً خلفها.

المذنبات : هي أجرام نظام شمسي صغيرة تُظهر ذيولاً حين تقترب من الشمس.

النيازك : هي أجرام نظام شمسي صغيرة ، وهي أجسام صلبة تتحرك في الوسط بين الكواكب ، وأحجامها أكبر من المذنبات وأصغر من الكويكبات.

مكونات الهواء :-

يتألف الهواء قرب سطح الأرض من خليط من الغازات الرئيسية ، حيث يتكون الهواء الجاف النقي من النسب الحجمية التالية :

٧٨% نتروجين ، ٢١% اوكسجين ، ١% خليط من غاز الاركون وغاز ثاني اوكسيد الكربون وعناصر خاملة. اما الهواء العادي فيحتوي على نسب ضئيلة من بخار الماء قرب سطح الأرض ويكاد ينعدم فوق km (15 – 10) وعلى الرغم من النسب القليلة لبخار الماء في الهواء ($2\ g/cm^3$) إلا انها مهمة جدا في عملية صنع الطقس ونقل الطاقة الحرارية من سطح الأرض إلى الأعلى

إن مركبات الهواء الرئيسية تبقى ثابتة ضمن الطبقة المناخية والتي تسمى (التروبوسفير) لكن عندما تنتقل إلى الطبقات الأخرى فان نسبة الأوكسجين تقل بسبب تأينه ونلاحظ ازدياد نسبة الهليوم والأوزون فوق الطبقة المناخية .

يتمركز الأوزون على بعد km (45 – 30) فوق سطح الأرض ويعتبر من المكونات الضئيلة في الجو إلا انه يلعب دورا مهما في امتصاص الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ولاسيما ذات الطول الموجي μm(0.32 – 0.29)

إن زيادة نسبة مركبات الكلورو فلورو كربون تؤدي إلى ازالة غاز الأوزون بنسبة قدرها
% (25 – 10) مما يتسبب في زيادة الأشعة فوق البنفسجية على سطح الأرض معرضة الكائنات الحية إلى مخاطر جسيمة

ويحتوي الجو أيضا على غاز أول اوكسيد الكربون ضمن الطبقة المناخية ويتضاءل فوقها وهنالك غازات أخرى في الجو مثل اكاسيد الكبريت والنتروجين والمركبات الهيدروكربونية .

ويحتوي الجو على كميات من المواد الصلبة العالقة مثل الغبار والأتربة والدخان والهباء (وهو خليط من الأتربة والأملاح والدخان)

طبقة الأوزون :-

وهي جزء من الغلاف الجوي لكوكب الأرض والذي يحتوي بشكل مكثف على غاز الأوزون وهي متمركزة بشكل كبير في الجزء السفلي من طبقة الستراتوسفير من الغلاف الجوي للأرض. وتكون ذات لون ازرق يتحول فيها جزء من غاز الأوكسجين إلى غاز الأوزون بفعل الأشعة فوق البنفسجية القوية التي تصدرها الشمس وتؤثر في هذا الجزء من الغلاف الجوي نظرا لعدم وجود طبقات سميكة من الهواء فوقه لوقايته. ولهذه الطبقة أهمية حيوية فهي تحول دون وصول الموجات فوق البنفسجية القصيرة بتركيز كبير إلى سطح الأرض. تم اكتشاف الآليات الضوئية التي تؤدي إلى طبقة الأوزون من قبل العالم البريطاني سيدني تشابمان في ١٩٣٠ ، والأوزون في الغلاف الجوي للأرض تم إنشاؤه بواسطة الأشعة فوق البنفسجية من خلال التداخل مع جزيئات الأوكسجين العادية ، حيث يحتوي جزيء الأوكسجين على ذرتين من الأوكسجين O_2 ،وتقسم إلى ذرات فردية في طبقة الستراتوسفير وعندما يتم التداخل مع الضوء فوق البنفسجي ، بحيث يتم الحصول على ذرتين أوكسجين وذرة مفردة من الأوكسجين وتعرف هذه العملية بدورة الأوزون والأوكسجين ، ويمكن وصف هذه الدورة كيميائيا من خلال المعادلات التالية :

$$hv\,(uv) + O_2 \longrightarrow 2\,O$$

$$O + O_2 \leftrightarrow O_3$$

التركيب الحراري للجو :-

يقسم الغلاف الجوي إلى أربع طبقات بناءا على اختلاف درجة الحرارة وهي مرتبة من الأدنى للأعلى كما يلي :-

١. طبقة التروبوسفير (Troposphere) الطبقة المناخية
٢. طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) الطبقة الجوية العليا
٣. طبقة الميزوسفير (Mesosphere) الغلاف الأوسط
٤. طبقة الثرموسفير (Thermosphere) الغلاف الحراري

١- طبقة التروبوسفير :- وهي طبقة الغلاف الجوي الملاصقة لسطح الأرض ، وهي الطبقة التي نعيش عليها ، وتضم هذه الطبقة ٧٥% من مجمل الغلاف الجوي وتتم فيها معظم التغيرات الجوية والإمطار والثلوج ، كما تضم هذه الطبقة معظم بخار الماء والهواء الجوي ، وتتناقص درجة الحرارة بمقدار ٦,٥ درجة مئوية كلما ارتفعنا إلى الأعلى بحدود ١٠٠٠ متر. ويطلق على الجزء العلوي من طبقة

التروبوسفير بطبقة التروبوبوز (الفاصل السفلي) ويقع على ارتفاع ١٠ كيلو متر تقريبا فوق القطبين الشمالي والجنوبي وعلى ارتفاع ١٥ كم فوق خط الاستواء تقريبا

وعادة مايكون الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض ادفأ لان أشعة الشمس تسخن الأرض وبخار الماء ويسخن الهواء الملامس للأرض مباشرة .

٢- طبقة الستراتوسفير :- تمتد هذه الطبقة من التروبوبوز إلى ٥٠ كم فوق سطح الأرض تقريبا . وان كمية الرطوبة التي تصل إلى هذه الطبقة من الغلاف الجوي قليلة جدا لذلك فان السحب نادرة أيضا. وتتميز هذه الطبقة بثبات درجة الحرارة تقريبا ولكن درجة حرارة الطبقة العليا منها تزداد مع ازدياد الارتفاع ، حيث تصل درجة الحرارة في الطبقة السفلى (- ٥٥ م°) بينما تصل في الجزء العلوي (- ٢ م°) ، وهذا الجزء من الستراتوسفير يسمى الستراتوبوز (الفاصل الطبقي) ، ويوجد في هذه الطبقة حزام يعرف بطبقة الأوزون التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية ذات الطاقات العالية وتحولها إلى حرارة ، فتحمي سطح الأرض من مخاطر الأشعة فوق البنفسجية ، ولهذا تزداد درجة الحرارة كلما ارتفعنا في طبقة الستراتوسفير.

٣- طبقة الميزوسفير :- تمتد هذه الطبقة من الستراتوبوز إلى ٨٠ كم فوق سطح الأرض . تتناقص درجة الحرارة في هذه الطبقة مع الارتفاع حيث تصل في الأجزاء العليا منها إلى أدنى درجة حرارة ممكنه في الغلاف الجوي المحيط بالأرض ، ويدعى الجزء العلوي من الميزوسفير بـ الميزوبوز (حد الغلاف الاوسط).

تحترق معظم الشهب والنيازك الساقطة والمتجهة إلى سطح الكرة الأرضية في هذه الطبقة. ويمكن ملاحظة ذيل من الغازات الحارة ينساب في هذه الطبقة بفعل الشهب ، ويمكن ملاحظة هبوب رياح عنيفة ضمن طبقة الميزوسفير ، وتهب هذه الرياح من الغرب إلى الشرق في فصل الشتاء ومن الشرق إلى الغرب في فصل الصيف

٤- طبقة الثرموسفير الغلاف الحراري :- وهي أعلى طبقة في الغلاف الجوي وتبدأ من نهاية حد الميزوبوز وتستمر إلى الفضاء الخارجي ويتميز الهواء في هذه الطبقة بأنه خفيف جدا ، ويختلف التركيب الكيميائي للهواء في هذه الطبقة عن التركيب الكيميائي للهواء في بقية الطبقات المكونة للغلاف الجوي ، ففي الأجزاء السفلى من الثرموسفير تتحلل معظم جزيئات الأوكسجين إلى ذرات أوكسجين وتحتوي الأجزاء العليا منها على الهيدروجين والهليوم .

إن طبقة الثرموسفير تواجه أشعة الشمس مباشرة فتعمل على تسخين الهواء الخفيف إلى درجة حرارة عالية جدا

وعندما ترتطم أشعة الشمس وغيرها من الإشعاعات القادمة من مصادر كونية بطبقة الثرموسفير فان بعض الجزيئات والذرات تشحن بالكهرباء اي تتاين وتوجد معظم الايونات في الأجزاء السفلى من الثرموسفير لذلك تسمى هذه الأجزاء من الطبقة بالغلاف الأيوني (الايونوسفير) ، حيث تلعب هذه الطبقة دوراً كبيراً في الاتصالات الراديوية بعيدة المدى.

ويسمى الجزء العلوي من الثرموسفير بـ (الاكسوسفير) (الغلاف الخارجي) ولايوجد في الاكسوسفير إلا القليل من الهواء ، وتتحرك الذرات والجزيئات في الاكسوسفير بسرعة هائلة جدا حيث تتغلب على قوة الجاذبية الأرضية وتنطلق إلى الفضاء الخارجي .

أحزمة فان-الين Van Allen Belts :-

وتسمى أيضا بالأحزمة الإشعاعية ، وهي عبارة عن نطاقين من الجسيمات المشحونة كهربائياً تحيطان بالسطح الأعلى للكرة الأرضية. وسميت هذه الأحزمة باسم مكتشفها جيمس فان الين العالم الفيزيائي الأمريكي عام ١٩٥٨

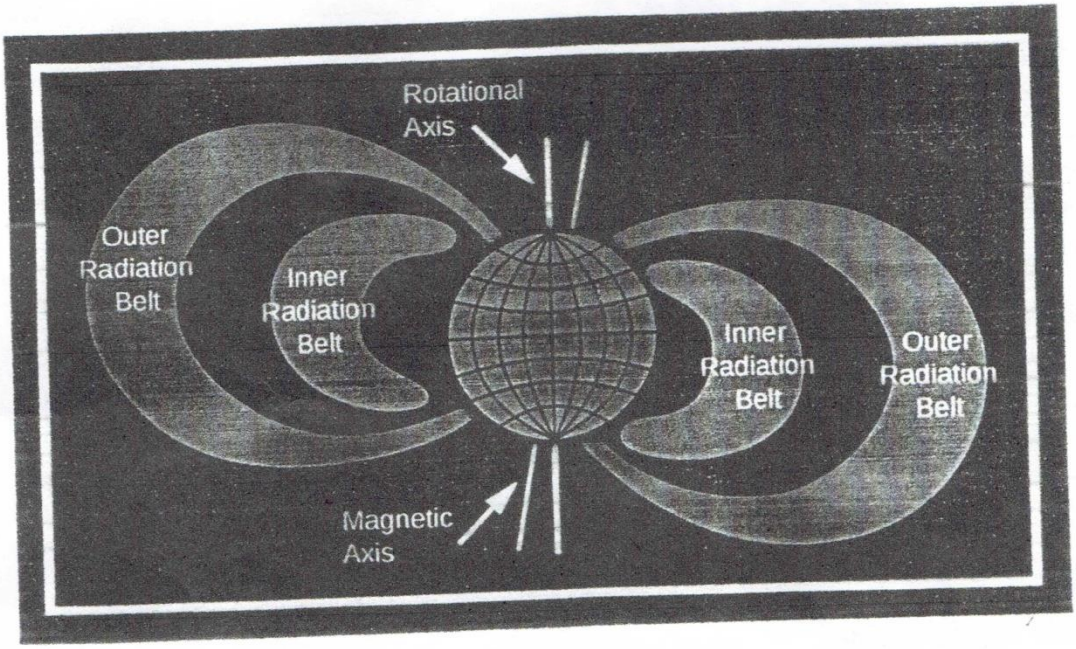
يتكون الإشعاع الموجود في هذه الأحزمة من تركيز عال من الجسيمات المشحونة بالكهرباء مثل البروتونات والالكترونات ، ويجذب المجال المغناطيسي الأرضي هذه الجسيمات ويوجهها نحو الأقطاب المغناطيسية ، وتتكون الأحزمة من :

أ- بروتونات سريعة موجودة على ارتفاع 3000 km تدور حول الأرض

ب- الكترونات سريعة موجودة في الحيز المتبقي من المجال المغناطيسي

$m_p=1.6*10^{-27}$ Kgm

$m_n=9.1*10^{-31}$ Kgm



احزمة فان- الين