محاضرات في

الأرصاد الجوية

لطلاب كلية التربية - المستوي الأول

برنامج معلم ابتدائي " علوم"

إعداد

أ.م.د/ عماد علي أحمد

أ.م.د/ إيمان فؤاد السيد

القائم بالتدريس

أ.م.د/ إيمان فؤاد السيد

استاذ الفيزياء الجوية المساعد

2025-2024

رؤيــة قسم الفيزياء

إعداد كوادر علمية متميزة واجراء بحوث علمية متقدمة والمساهمة في تنمية المجتمع على المستويين المحلي والدولي.

رسالة قسم الفيزياء

تقديم تعليم مميز في مجالات العلوم الأساسية وإنتاج بحوث علمية تطبيقية للمساهمة في التنمية المستدامة من خلال اعداد خريجين متميزين طبقا للمعايير الاكاديمية القومية، وتطوير مهارات وقدرات الموارد البشرية. وتوفير خدمات مجتمعية وبيئية تلبى طموحات مجتمع جنوب الوادى وبناء الشراكات المجتمعية الفاعلة

محتويات

١ الغلاف الجوى والارصاد الجوية — مكونات الغلاف الجوى وخصائصة – طبقات الغلاف الجوى – كيفية قياس العناصر الجوية مثل درجة الحرارة . الرطوبة . سرعة واتجاه الرياح . الضغط الجوى- فكرة عن كيفية قياس هذه العناصر فى طبقات الجو العليا.

٢ الاشعاع الشمسى. — ماهية الشمس وتركيبها كونها مصدر الاشعاع – تعريف الاشعاع الشمس وتقسيماته – العوامل التى تؤثر فى كمية الاشعاع التى تصل الى الارض – الزوايا الشمسية – كيفية قياس مركبات الاشعاع الشمسية

٣ السحب — ماهية السحب وكيفية تكوينها – التعرف على اقسام واسماء واشكال السحب المختلفة – السحب وحالة الجو – كيفية تقدير كمية السحب فى السماء.

٤ الاستقرار الجوى — حركة الهواء الافقية والراسية – التعرف على منحنيات تغير الضغط ودرجة الحرارة فى طبقات الجوى العليا – كيفية تعيين الاستقرار الجوى والعوامل المتحكمة فيه.

٥ علم الفلك — مقدمة عن علم الفلك يتم من خلالها التعرف على علم الفلك ومجالاته- والفرق بينه بين علم التنجيم.

٦ كهرباء جوية وظواهر جوية — يتم من خلال هذا الفصل التعرف على ماهية الكهربية الجوية وكيفية وجودها وايضا التعرف على بعض الظواهر الجوية مثل الاحتباس الحرارى.

الغلاف الجوى والارصاد الجويه

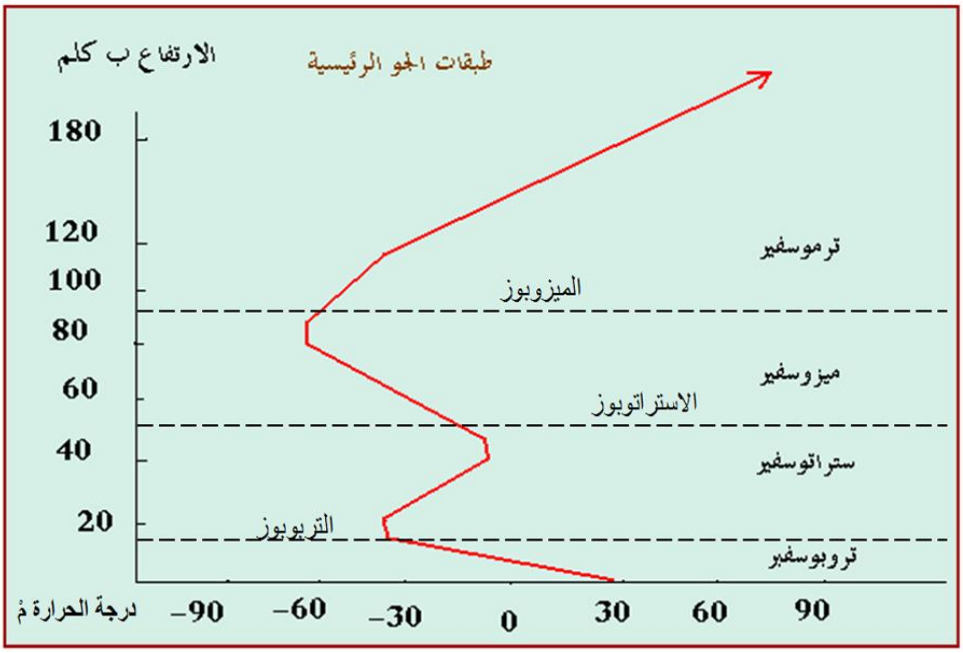
الغلاف الجوي للارض هو طبقة غير مرئية مكونة من العديد من الغازات ويحيط الغلاف الجوي بكوكب الارض والذي يحافظ على الغلاف الجوي من الخروج من مجال كوكب الارض وتشتته فى الفضاء هو الجاذبية الارضية.

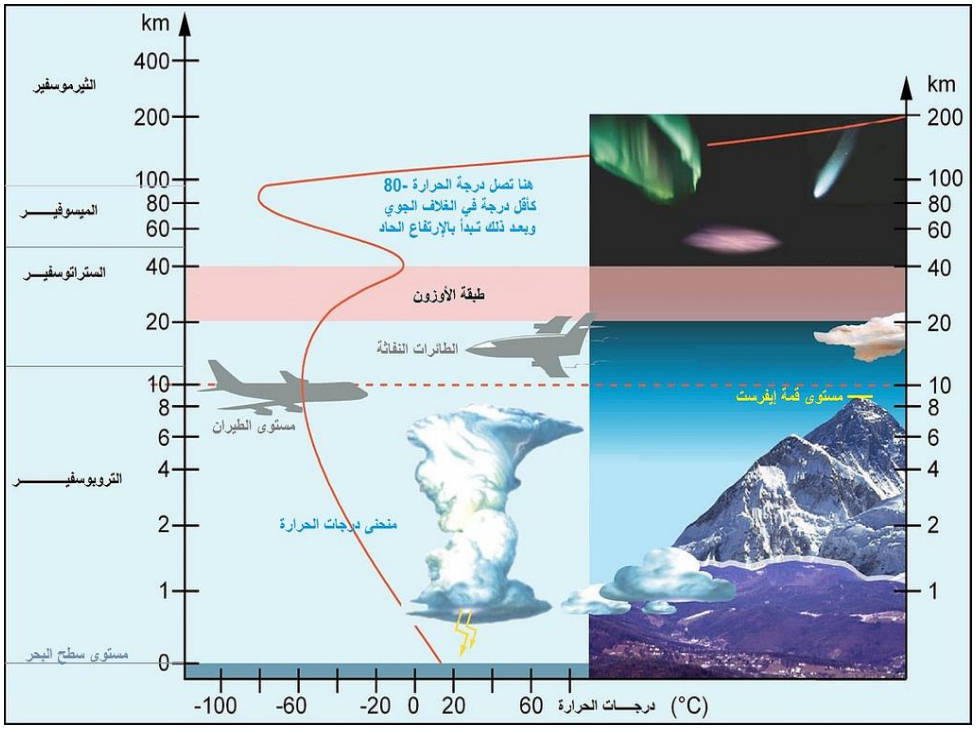
حيث يتكون **الغلاف الجوي** من غاز النيتروجين حيث يمثل ذلك الغاز حوالي 78% من مكونات الغلاف الجوي ثم يأتي غاز الاوكسجين بنسبة 21 % ثم تأتي مجموعة من الغازات الاخري مثل ثاني اكسيد الكربون والهيليوم والارجون والنيون والهيدروجين لتمثل النسبة الباقية فى تكوين الغلاف الجوي لكوكب الارض .

يعتبر **الغلاف الجوي** من الناحية الواقعية درع حماية للكرة الارضية لعدة اسباب منها انه يوفر الاوكسجين اللازم لحياة جميع المخلوقات على كوكب الارض ، كما ان الغلاف الجوي يحمي كوكب الارض من الاشعاعات الضارة التى تأتي عبر الفضاء الشاسع ، بالاضافة الى ان الغلاف الجوي يعتبر درع حماية ضد النيازك والشهب التى قد تصطدم بكوكب الارض نتيجة انجذابها بفعل الجاذبية الارضية حيث ان تلك النيازك حين تمر عبر الغلاف الجوي للارض فانها تشتعل وتتحطم نتيجة الحرارة المرتفعة التى تصيبها نتيجة احتكاكها بالغلاف الجوي فلا يهبط منها الى الارض الا بعض الصخور الصغيرة او تتحطم بالكامل قبل مرورها بالغلاف الجوي للارض.

من فوائد **الغلاف الجوي** ايضا انه ينظم عملية انتشار الضوء على كوكب الارض حيث ان الغلاف الجوي يقوم بامتصاص بعض الاشعة القادمة من الشمس ويقوم بعكس القسم الاخر الى الفضاء كما يسمح بمرور الاشعة تحت الحمراء والاشعة المرئية القادمة من الشمس اللازمة لاستقرار الحياة على كوكب الارض حيث تمتص الارض تلك الحرارة مما يوفر الدفء لجميع المخلوقات على كوكب الارض فلو افترضنا عدم وجود غلاف

جوي لاحترقت الارض بما عليها من شدة الحرارة التى ستصل الى الارض والتى قد تصل الى 200 درجة مئوية.





طبقات الغلاف الجوي:

ينقسم الغلاف الجوي لكوكب الارض الى خمس طبقات اكثرها سمكا هو الاقرب من سطح الارض واقلها سمكا هو الابعد عن سطح الارض.

1. طبقة التروبوسفير:

اسم هذه الطبقة مشتق من اللغة اليونانية ويعني الغلاف المتغير ، وهى اقرب الطبقات الى سطح الارض واكثرها سمكا وهى المنطقة التى تتكون فيها السحب وحركات الرياح والعواصف ، فطبقة التروبوسفير هى الطبقة التى يحدث فيها التغيرات المناخية على سطح الارض وكذلك التغيرات الموسمية وتبلغ سمك تلك الطبقة حوالي 18 كيلومتر عند خط الاستواء وتقل بالتدريج حتى تصل الى حوالي 8 كيلومتر عن القطبين ، وكلما ارتفعت فى تلك الطبقة الى الطبقة التى تليها تبدأ درجات الحرارة بالانخفاض بمعدل 6.5 درجة فى كل واحد كيلومتر كما ينخفض كذلك الضغط الجوي كلما ارتفعت فى هذه الطبقة.

2. طبقة الاستراتوسفير:

يطلق على تلك الطبقة ايضا اسم المنطقة المتوسطة وتحتوي تلك الطبقة مع طبقة التروبوسفير على نسبة 99 فى المائة من الهواء وهى طبقة جافة وتنقسم الى قسمين -الطبقة العليا (الاوزونوسفير) : وهذه الطبقة تحتوي على غاز الاوزون ودور غاز الاوزون مهم جدا فى الحفاظ على الحياة على كوكب الارض حيث يقوم غاز الاوزون بتنقية الاشعة القادمة من الفضاء الى كوكب الارض ويسمح بمرور الاشعة المفيدة منها ويطرد الاشعة الضارة الى الفضاء مرة اخرى - الطبقة السفلى (السلفيتوسفير) : وهى طبقة غازية تحتوي على نسب عالية من الكبريت وارتفاعها حوالي 13 كيلومتر.

3. طبقة الميزوسفير:

يطلق عليها ايضا الطبقة الغازية ومن خصائص تلك الطبقة ان درجة الحرارة تنخفض مع الصعود الى اعلى الطبقة حتى تصل درجة الحرارة الى ما يقرب من 90 درجة مئوية تحت الصفر وهذه الدرجة اقل درجات الحرارة فى كل طبقات الغلاف الجوي ، كما تعمل تلك الطبقة على احتراق كل الشهب والنيازك التى تأتي من الفضاء الخارجي قبل وصولها الى سطح كوكب الارض.

4. طبقة الثيرموسفير:

من خصائص تلك الطبقة ارتفاع درجات الحرارة فيها بدرجة كبيرة وذلك بسبب وجود غاز الاوكسجين بتلك الطبقة وكذلك من خصائص تلك الطبقة انتشار غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين بسبب الموجات القصيرة التى تأتي من اشعة الشمس مما يحول ذرات تلك الغازات الى ايونات وذلك يجعلها موصلا جيدا للكهرباء.

5. طبقة الاكسوسفير:

وهى اعلى طبقات الغلاف الجوي وابعدها عن الارض واقربها الى الفضاء الخارجي وهذه الطبقة رقيقة جدا وتمتد تلك الطبقة الى الفضاء حتى تتلاشى تدريجيا وطبقات الهواء فى تلك الطبقة نادرة الوجود للغاية بسبب قلة الجاذبية الارضية فى تلك الطبقة مما يجعل الذرات والجزيئات تهرب الى الفضاء الخارجي.

علم الارصاد الجوية meteorology

علم الأرصاد الجوية meteorology هو بالتحديد «علم الظواهر الجوية»، أو «علم الأنواء»، ويمكن القول إنه علم فيزياء الجو، لاهتمامه بدراسة فيزيائية الجو وحركيته وكيمياويته، وما يتولد عن ذلك من أنماط وأشكال مختلفة من الحالات الجوية المترددة على هذا المكان أو ذاك في زمن معين.

وقديماً حدد أرسطو عام 350 ق.م في كتابه «ميتيورولوجيكا» Meteorologica مجال اهتمام هذا العلم بدراسة الظواهر الجوية وتبدلاتها التي تؤثر في حياة النبات والحيوان بعد الإنسان، والتي تتم في نطاق الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية.

وإذا كان غلاف الأرض الجوي يمتد حتى قرابة 1000كم، فإن علم الأرصاد الجوية لم يبلغ في معالجته العلمية ذلك المستوى الشاسع، وإنما اقتصر على الجزء من ذلك الغلاف الذي تترك فيه الظواهر الجوية آثارها على سطح الأرض بوجه مباشر أو غير مباشر. على أن تحليق بعض السواتل الصنعية الرصدية قد تم فوق ارتفاعات عالية وقدم الكثير من المعلومات عن الأجزاء العليا من الغلاف الجوي. وقد تطور ذلك الجزء الذي يوليه علم الأرصاد الجوية اهتمامه مع تطور وسائل رصد الأجزاء العليا من الجو وطرائقه، والكشف عن العلاقات بين ما يجري من ظواهر جوية عند السطح، وما يحدث من حركات جوية في الأجزاء المرتفعة، ولا سيما في طبقة الستراتوسفير، وما يحدث من تغيرات في كيمياوية تلك الطبقة وما فوقها. ذلك أن 0.9 من كتلة الجو تتركز في الكيلومترات الستة عشر الأولى القريبة إلى سطح الأرض، في حين يتركز 0.99 من كتلة الجو دون 35كم.

وهكذا يتبين أن المجال الذي يحظى باهتمام علم الأرصاد يكاد يتحدد بطبقتي التروبوسفير والستراتوسفير (سماكة 55كم تقريباً)، وخاصة طبقة التروبوسفير (السطح 12 كم وسطياً).

ولا يتوقف علم الأرصاد الجوية عند إظهار حركية الجو وخصائصه الفيزيائية والكيمياوية، بل يتعدى ذلك إلى الكشف عن أنماط الجو وظواهره المتكررة في الزمان والمكان، وتحديد قيمها، وتفسير آلية نشأتها وتطورها، وتقدير ما ستؤول إليه الأحوال الجوية في المستقبل، فالتنبؤ الجوي اليوم جزء أساسي من اهتمامات علم الأرصاد الجوية. ولا يمكن عزل هذا العلم عن المناحي الحياتية المختلفة على سطح الأرض، لما تؤدي إليه أحوال الجو الآنية (الطقس) من تأثيرات مباشرة في النبات والحيوان والإنسان.

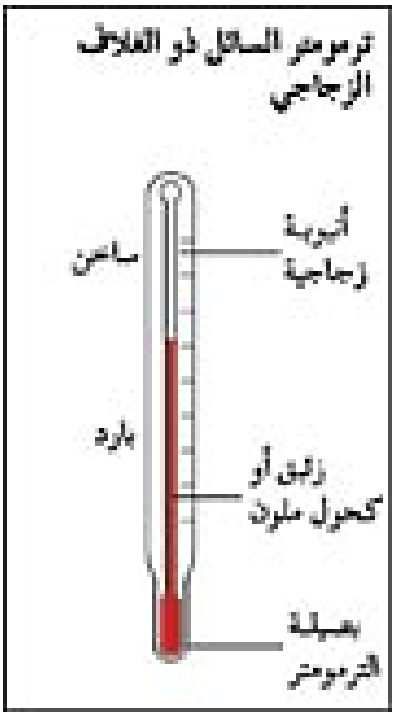
ولهذا كله انتشر فوق سطح الأرض الكثير من محطات الرصد الجوي المتنوعة الأغراض التي تقوم بقياسات لمختلف عناصر الطقس: درجة الحرارة والرطوبة، والضغط الجوي والرياح والتهطال والتغطية بالسحب وأنواعها والرؤية والتبخر وغيرها.

وفيما يلي سوف نقدم باختصار اساسيات قياس عناصر الطقس سالفة الذكر مع توضيح الاجهزة المستخدمة والمبادء الفيزيائية التى تعتمد علها هذه الاجهزة بالاضافة الى الاحتياطات الواجب مراعاتها لضمان جودة القياس.

1. درجة الحرارة

تمثل درجات الحرارة السطحية عنصراً مهماً في علم الطقس .. فمن خلالها يستطيع الناس تحديد طريقة اللباس ونوعه وأوقات الخروج المناسبة وكذلك يستطيع المزارع معرفة كيفية رعاية مزروعاته، ويعرف العاملون في المعامل والمصانع المصاعب التي قد تواجه مكائنهم وأجهزتهم.

يعتبر الترمومتر من أشهر مقاييس درجة الحرارة وأكثرها شيوعاً وتعتمد الترمومترات في عملها على فكرة تمدد السوائل وإنكماشها بفعل الحرارة ويتم وضع السائل في أنبوب



زجاجي لكي تسهل المشاهدة وهذه الفكرة هي الأكثر رواجاً لسهولة قراءتها وقلة تكلفتها. الترمومتر يتكون من حجيرة زجاجية صغيرة يوضع فيها السائل وفي الغالب يكون من الزئبق وترتبط هذه الحجيرة بأنبوب ضيق مدرج ومسجل عليه درجات الحرارة عند كل نقطة يصل إليها الزئبق خلال تمدده أوإنكماشه.

إذا إرتفعت درجة الحرارة تمدد الزئبق من خلال الأنبوب وإذا إنخفضت درجة الحرارة إنكمش بإتجاه الحجيرة يجب أن يكون الأنبوب الذي يتمدد فيه الزئبق ضيقاً حتى يظهر أي تغير في درجة الحرارة ولو كان طفيفاً وتتوفر في السنوات الأخيرة أنواع من الترمومترات تعطي قراءة رقمية لدرجة الحرارة لكن ليست ذات دقة عالية.

وهناك مقاييس أكثر دقة من الثيرمومترات وهي المقاييس الكهربائية وتعتمد فكرة عملها على قياس قوة مقاومة المادة للكهرباء حيث أن مقاومة أي مادة للكهرباء تزيد وتنقص بإرتفاع وإنخفاض درجة الحرارة وبإستخدام هذه النظرية يمكن معرفة درجة الحرارة بعد معرفة قيمة مقاومة المادة للكهرباء وتعطي هذه الأجهزة قراءة دقيقة جداً. وهناك مقاييس أخرى تعتمد على الأشعة الحمراء تسمى راديوميتر وهي لا تقيس درجة الحرارة مباشرة ولكنها تقيس الإشعة المصدرة وطول الموجات الإشعاعية والخصائص الإشعاعية لبعض الغازات مثل أوكسيد الكربون الموجود في الهواء وبعد تحويلات ومعادلات معينة يتم إستنتاج درجة حرارة الهواء وبواسطة هذه الراديومترات تستطيع الأقمار الصناعية من التعرف على درجات الحرارة في طبقات الغلاف الجوي.

الطريقة الصحيحة لقياس درجة الحرارة

يجب أولا أن تتم القراء في الظل حتى لا تتأثر القراءة بأشعة الشمس وهناك من يقول لماذا نأخذ القراءة في الظل ؟ .. الظل بارد ويعطينا قراءة باردة وقد يقول قائل .. لماذا لا نقيس الحرارة في مكانها الحقيقي تحت لهيب الشمس الحارقة ؟ ولهؤلاء نقول إننا عندما نقيس درجة الحرارة فنحن نقيس درجة حرارة الهواء ولا نقيس درجة حرارة الوجه أو الخدين أو سقف السيارة والهواء الخارجي درجة حرارته واحدة في الظل وتحت أشعة الشمس وعندما نضع المقياس تحت أشعة الشمس فإن القراءة تتأثر ولا تعكس الحقيقة .. أشعة الشمس تقوم بتسخين زجاج الترمومتر وبالتالي تؤثر على تمدد السائل داخل الزجاج وبالتالي قراءة غير دقيقة من المؤكد أن قياس درجة الحرارة سيكون غير دقيقاً لو وضعنا مقياس درجة الحرارة داخل البيت ..فنحن نريد قياس درجة حرارة الهواء الخارجي في منطقة مفتوحة لذلك يجب أن يكون المقياس مثبتاً في مكان خارجي مفتوح بشرط تغطيته عن أشعة الشمس كما ذكرنا. أيضاً من شروط الحصول على قراءة دقيقة رفع المقياس عن سطح الأرض من إرتفاع متر ونصف إلى المترين وذلك لأن درجة الحرارة تتأرجح من مكان إلى آخر قرب سطح الأرض بحسب نوعية وخواص السطح الفيزيائية من

الأفضل كذلك حجب المقياس من الرياح لأنها تؤثر على القراءة وهنا صورة توضح الوضعية القياسية المعتمدة لقياس درجة الحرارة.

نلاحظ أن مقياس الحرارة موضوع في مكان يسمح بدخول الهواء ويمنع التأثر بالهبوب القوي للرياح. ويلاحظ كذلك إستخدام اللون الأبيض في الطلاء لمنع إكتساب الحرارة.

2. الرطوبة النسبية

الرطوبة مصطلح يصف كمية بخار الماء في الهواء، وتختلف الرطوبة حسب درجة الحرارة وضغط الهواء، فكلما كان الهواء أدفأ زادت كمية بخار الماء الذي يحمله، وعندما يحتوي الهواء على أقصى كمية من بخار الماء يستطيع حملها تحت درجة حرارة وضغط معيّنيْن، فعندئذ يقال إنّ الهواء قد تشبّع ببخار الماء.

اما مصطلح الرطوبة النسبية: فهي نسبة ضغط البخار الحقيقي إلى ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء.

اى عندما تتم مقارنة كمية بخار الماء في الهواء بكمية بخار الماء التي يستطيع الهواء حملها عند درجة التشبع، فإن ذلك يسمى الرطوبة النسبية، وإذا كان الهواء يحتوي على نصف كمية بخار الماء التي يستطيع حملها فقط، فعندئذ تعادل هذه الرطوبة 50 %، ويكون الهواء مشبعاً بالرطوبة في الجو الذي تكتنفه السحب والضباب، وتكون الرطوبة النسبية في هذه الحالة 100%، كذلك فإن طبقات الهواء السفلى فوق المحيطات، تكون معظمها مشبعة بالرطوبة التي تصل إلى 100%. أمّا في الصحراء الكبرى والمناطق الصحراوية شبه المدارية، فتنخفض الرطوبة النسبية إلى 10% فقط.

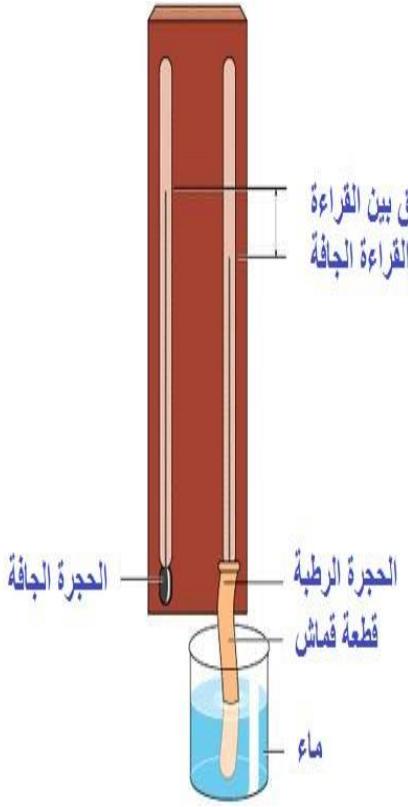
أيضاً فيما يتعلق بالرطوبة نقطة الندى وهذا المصطلح يستخدم في علم الرصد الجوي ويقصد به درجة الحرارة اللازمة ليحدث التشبع يعني إذا كانت نقطة الندى 20 درجة مئوية فذلك يعني بأن التشبع سيحدث في حال وصلت درجة الحرارة إلى 20 درجة ونقطة

الندى هي المفهوم الأدق لمعرفة كمية بخار الماء في الهواء .. كيف ؟ كلما كانت نقطة الندى مرتفعة .. كلما كانت كمية بخار الماء أكثر، والعكس صحيح.

☒ قياس الرطوبة

تقاس الرطوبة عن طريق جهاز السايكروميتر أو الهايجروميتر وفكرة عمله تعتمد على إستخدام مقياسين عاديين من المقاييس التي تقيس درجة الحرارة عن طريق تمدد السوائل والتي شرحناها سبقا، حيث يتم تثبيت ترمومترين متشابهين بجوار بعضهما ويلف على حجيرة أحدهما التي يوجد بها السائل قطعة قماش مبللة.

وتوضع نهاية قطعة القماش في الماء فيصبح لدينا مقياس حرارة رطب ومقياس حرارة جاف يتم تهوية المقياسين إما بمروحة أو بالتحريك السريع من أجل أن ينشف القماش حول حجرة السائل وبالتالي يسحب القماش مزيداً من البلل من طرف القماش الآخر وعندها تنتقل البرودة من القماش المبلل إلى حجرة السائل فينكمش وتظهر القراءة الرطبة ثم نقوم بحساب الفرق بين قراءة الترمومتر الرطب وقراءة الترمومتر الآخر ومن خلال معرفة الفرق نستطيع التوصل إلى تحديد نسبة الرطوبة في الهواء.



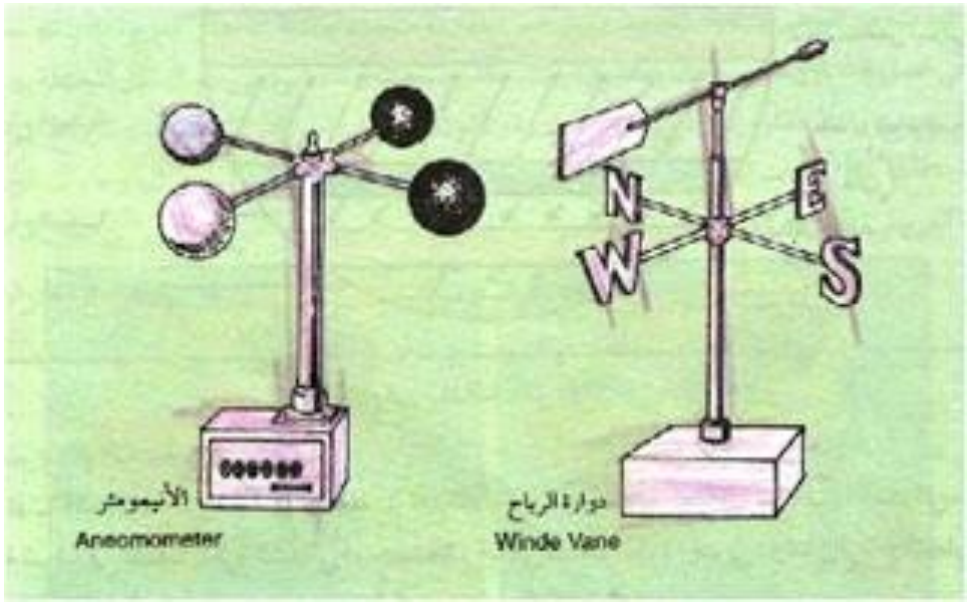
طبعاً كلما تقاربت القراءتان دل هذا على إرتفاع نسبة الرطوبة والتعليل يرجع إلى أن المقياس الرطب لا يتأثر بتبريد بخار الماء الناتج من تهوية قطعة القماش ولماذا لا يتأثر المقياس الرطب بالتبريد الناتج من بخار ماء القماش المبلل لأن البخار أصلاً لا يخرج من القماش المبلل. ولماذا لا يخرج بخار الماء من القماش المبلل بعد تهويته لأن الهواء الخارجي رطب وبالتالي بخار الماء موجود في الهواء ولو وجدنا أن القرائتين متساوية فمعنى هذا أن الهواء مشبع ببخار الماء.

3. الرياح

مفهوم الرياح هي تيارات هوائية تتحرك مندفعة من جهة الى أخري فوق سطح الأرض . و تهب الرياح بمشيئة الله وإرادته وتتحرك بقدرته سبحانه وهي تيارات هوائية تتحرك مندفعة من جهة إلى أخرى فوق سطح الكرة الأرضية، لوجود مناطق ذات ضغط مرتفع بجواري مناطق ذات ضغط منخفض، فالهواء الموجود فوق مناطق الضغط المرتفع يكون ثقيل الوزن بينما الهواء الموجود فوق مناطق الضغط المنخفض يكون خفيف الوزن. لذلك يتحرك الهواء الثقيل الوزن من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض ليملأها حتى يتساوى الضغط في المنطقتين، ولو كان الضغط الجوي متساويًا على جميع جهات الكرة الأرضية لما تحرك الهواء ولبقي ساكناً في مكانه. ويمكن تشبيه

حركة الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بانسياب الماء تلقائيًّا من المرتفعات إلى المنخفضات لكي يحصل التوازن في المستوى. ويمكن

قياس سرعة الرياح بواسطة جهاز الأنيمومتر Anemometer كما يمكن معرفة اتجاه هبوب الرياح بواسطة دوارة الرياح Wind vane وتسمى الرياح باسم الجهة التي تأتي منها.



.

أنواع الرياح :

أ - الرياح الدائمة :

وهي رياح تهب باستمرار وانتظام طوال السنة وتنحصر في طبقات الجو السفلى، وتسمى عادة بأسماء الجهات الأصلية أو الفرعية التي تهب منها وتشمل الرياح الدائمة , الرياح التجارية , الرياح العكسية والرياح القطبية.

أنواع الرياح الدائمة.

1- الرياح التجارية :

وتهب هذه الرياح من منطقتي الضغط المرتفع المداريتين نحو منطقة الضغط المنخفض الاستوائي، وتكون شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصفالكرة

الجنوبي، وتمتاز الرياح التجارية بأنها جافة وغير ممطرة لأنها تأتي من جهاز دافئة إلى جهات حارة.

2- الرياح العكسية :

تهب الرياح العكسية من منطقة الضغط المرتفع الموجود حول دائرتي 30 شمالا وجنوبًا إلى الدائرين القطبيتين، وتهب عادة من الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي، ومن الشمال الغربي في نصف الكرة الجنوبي، وهي ممطرة بإذن الله ودافئة، وسبب ذلك أنها تأتي من جهات دافئة إلى جهات باردة نوعًا، وكثيرًا ما تصحب الرياح العكسية معها الأعاصير وهي عواصف شديدة الهبوب كثيرة الرعد والبرق مع تقلبات سريعة يضطرب معها الجو كثيرًا.

3- الرياح القطبية :

تهب الرياح القطبية من القطب الشمالي نحو الدائرة القطبية الشمالية، وتأتي من الشمال الشرقي كما تهب من القطب الجنوبي نحو الدائرة القطبية الجنوبية وتكون جنوبية شرقية وهي رياح باردة جافة.

ب - الرياح الأخرى :

وهناك غير الرياح الدائمة رياح أخرى مثل: الرياح الموسمية، والرياح المحلية، ونسيم البر، ونسيم البحر.

1- الرياح الموسمية :

تهب الرياح الموسمية في فصول معينة من السنة، وسبب هبوبها هو أنه في فصل الصيف تكون الوسطى للقارات شديدة الحرارة لبعدها عن تأثير المحيطات فيسخنالهواء بها كثيرًا ويخف وترتفع، ويحل محله رياح رطبة آتية من المناطق المرتفعة الضغط من البحار المجاورة فتسبب سقوط أمطار الغزيرة بإذن الله تعالى وفِي فصل الشتاء ينعكس الحال وتصبح الجهات الداخلية بالقارات أبرد من جو البحار المحيطة بها، ولذا تهب الرياح من

وسط القارة إلى المحيطات المجاورة وتكون جافة باردة، وأكثر ما تهب هذه الرياح الموسمية بصورة منتظمةعلى جهات آسيا الجنوبية الشرقية وأواسط إفريقيا والحبشة وشمال أُستراليا وجنوب غرب الجزيرة العربية.

2- الرياح المحلية :

تهب الرياح المحلية في مناطق معينة صغيرة المساحة لمدة قصيرة في فترات متقطعة وتنشأ عن عوامل خاصة بالتضاريس، وهي تختلف عن الرياح الموسمية في أنها لا تشمل فصلاً بأجمعه ولا تهب بانتظام مثلها. الرياح المحلية توجد في أغلب جهات العالم ولكنها تختلف في شدتها وتأثيرها من جهة إلى أخرى ومن أمثلتها رياح " السموم " التي تهب من جنوب الجزيرة العربية إلى شمالها ورياح " الخماسين الحارة " التي تهب من الصحراء الكبرى بإفريقيا وتنتشر في الأقطار المجاورة.

3 - نسيم البرونسيم البحر:

نسيم البر ونسيم البحر من الظاهرات الجوية التي تحدث في الجهات الساحلية التي يعظم فيها الفرق اليومي بين درجات حرارة كل من اليابس والماء، وذلك لاختلاف طبيعة كل منهما في امتصاص الحرارة، وفقدانها، فاليابس يمتص الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة، أما الماء فإنه يمتصها ببطء ويفقدها ببطء، ولذلك تختلف الحرارة على اليابس والماء المتجاورين وبالتالي يختلف الضغط عليها وينتقل الهواء من أحدهما إلى الآخر، ففي أثناء النهار عندما تسطع أشعة الشمس على اليابس والماء ترتفع درجة حرارة الهواء الملامس للأرض فيخف ويرتفع ويحل محله هواء بارد يهب من ناحية البحر، فيشعر الناس بنسيم بارد عليل نهارًا يسمى نسيم البحر. وفي أثناء الليل بعدما تغيب أشعة الشمس يكون الهواء فوق سطح البحر أدفأ من هواء اليابس حيث يكون الهواء فوق البحر ليلاً دافئًا فيخف ويرتفع، ويهب نحوه هواء بارد ثقيل من ناحية البر يسمى نسيم البر. ويلطف نسيم البحر مناخ السواحل التي يهب عليها، ويدعو ذلك إلى وجود المصايف

البحرية، كما أن نسيم البر يساعد الصيادين أثناء خروجهم وقت الفجر في قواربهم الشراعية للصيد، ونسيم البحر يساعدهم في عودتهم نهارًا.

انحراف الرياح :

لو كانت الأرض ثابتة لهبت الرياح مباشرة وفي خط مستقيم من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض إلاَّ أنه بسبب دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق فإن الرياح أثناء هبوبها من منطقة إلى أخرى من مناطق الضغط تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، وسبب ذلك كما ذكرنا هو دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق وانتقال الرياح من جهة أبطأ حركة إلى جهة أسرع منها حركة .ومثال ذلك الرياح التي تهب نحو خط الاستواء فإنها تنتقل من جهات بطيئة الحركة إلى أخرى سريعة تسبقها في حركتها نحو الشرق وذلك لأن دوران الأرض عند خط الاستواء

4. الضغط الجوي Atmospheric Pressure

يعتبر الضغط الجوي من أهم العناصر المناخية، فهو وإن كان غير مرئي، أو غير محسوس به، فدوره في تغيرات الطقس مهم جدا. فلقد اهتم الإنسان منذ أمد بعيد بدراسته ومحاولة اكتشاف أسراره، وفي عصرنا الحالي ازدادت أهمية دراسته، فاخترعت أجهزة لقياسه، ورسمت خرائط لتوزيعه، وأصبح يؤخذ بعين الاعتبار في كثير من مناحي الحياة؛ كالملاحة البحرية والجوية، وفي الميادين الطبية، وفي السياحة...الخ.

حيث يعرف الضغط عند أي نقطة بصفة عامة بانه هو القوة المؤثرة على وحدة المساحة لسطح ما. ويكتب رياضيا على الصورة التالية:

$$P = \frac{F}{A}$$

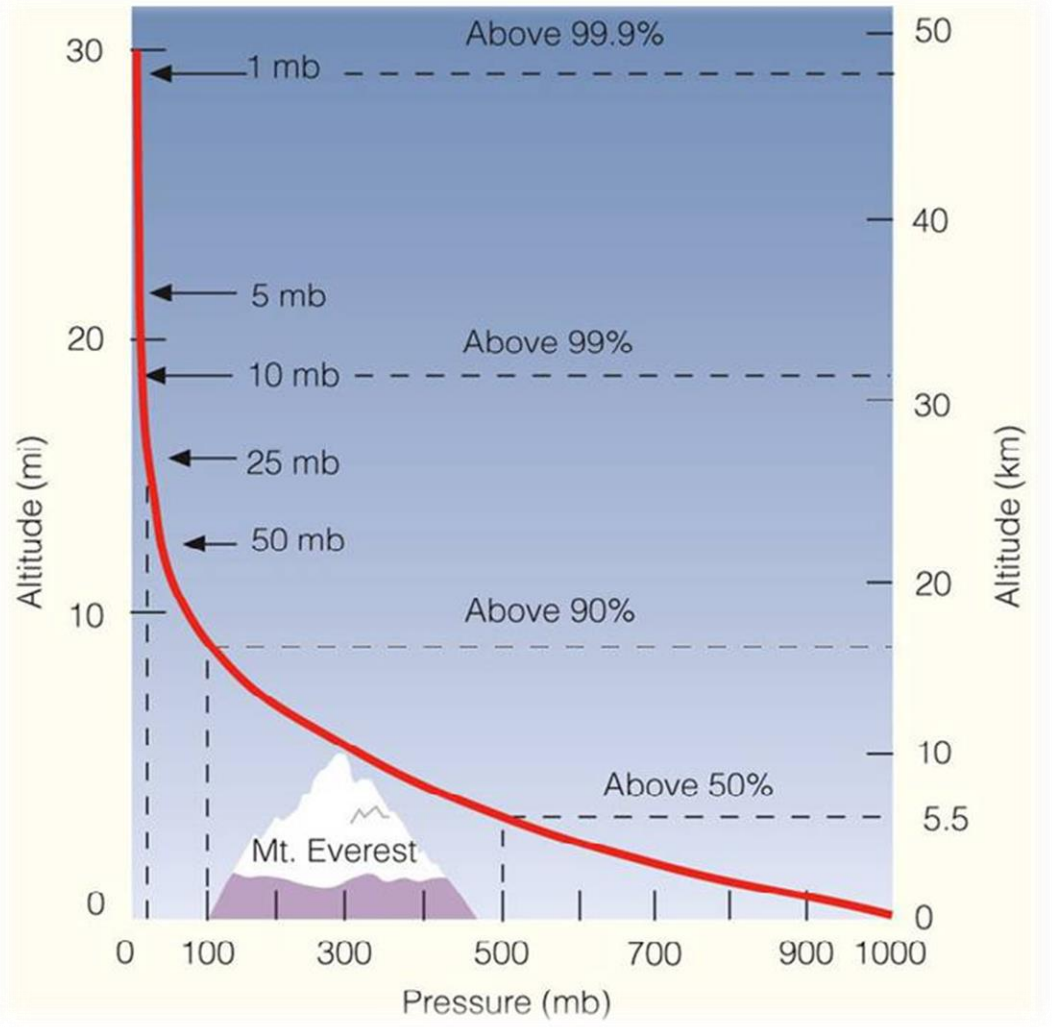
حيث P هو الضغط و F القوة ، A المساحة.

اما بالنسبة للضغط الجوي فهو وزن عمود الهواء المؤثر على وحدة المساحة ويمتد رأسيا من السطح إلى نهاية الغلاف الجوي.

الضغط الجوي يكون أكبر ما يمكن بالقرب من سطح الأرض في أي مكان ويقل مع الارتفاع رأسيا إلى أعلى.

وحدة قياس الضغط الجوي = قوة أو وزن / مساحة إذن وحدة قياس الضغط الجوي = وحدة قياس قوة/ وحدة قياس مساحة =نيوتن/م2 = باسكال.

وبصفة عامة فان الضغط الجوي يتناقص مع الارتفاع كما ان الضغط الجوي يتغير على سطح الأرض من مكان لآخر. والشكل التالي يوضح تغير الضغط الجوى بالنسبة لارتفاع عن سطح الارض .



يفسر هذا التناقص بثلاثة عناصر أساسية:

1. انخفاض الضغط بتزايد الارتفاع :يتناقص الضغط الجوي كلما زاد الارتفاع، يماثل في ذلك تناقص الحرارة مع الارتفاع. فهل هناك علاقة بين الضغط الجوي والحرارة في الاتجاه العمودي؟ إن الإجابة على هذا السؤال هي بالنفي. إن تبرير نفي هذه الإجابة يكون على الشكل الآتي:

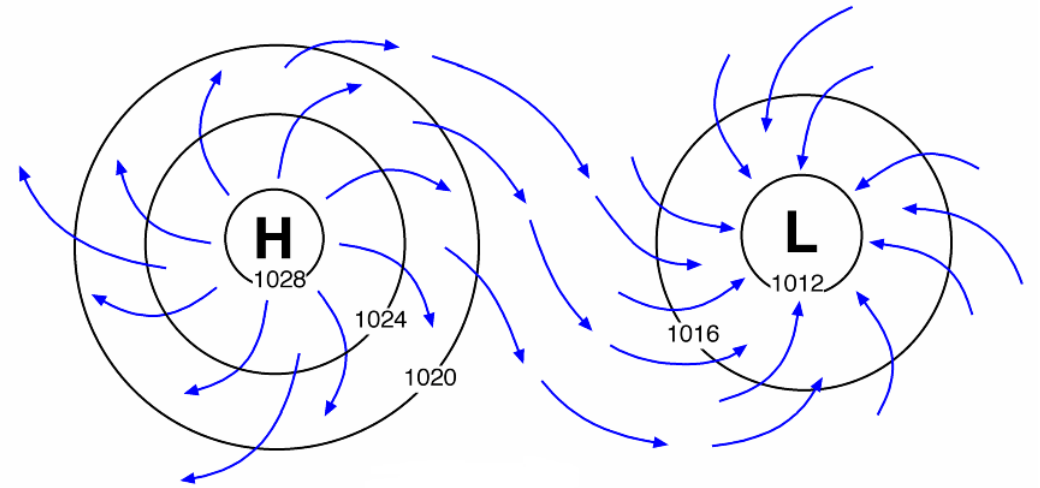
من المعلوم أن الغازات تتمدد وتتقلص تبعا لارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة. فالغلاف الغازي إذا ارتفعت حرارته يتمدد ويزيد حجمه ويخف وزنه، أي يقل ثقله. وهذا يعني انخفاض ضغطه. أمّا إذا انخفضت حرارته، فيحدث له العكس، أي يتقلص ويقل حجمه ويزيد وزنه. أي يرتفع ثقله بمعنى ارتفاع ضغطه. أي أن العلاقة بين الضغط الجوي والحرارة علاقة عكسية، أي أنه يتزايد بانخفاضها ويتناقص بارتفاعها. غير أن هذه القاعدة ليست مطلقة، فهي صحيحة في حدود طبقة التروبوسفير فقط. يتلاشى الضغط الجوي في حدود حوالي 30 كلم.

2. سمك الغلاف الغازي :يتناقص الضغط الجوي مع الارتفاع وذلك لأن سمك الغلاف الغازي يتناقص، هو أيضا، في نفس الاتجاه. فإذا كان جسم ما على سطح الكرة الأرضية، فإنه يتلقى ثقل كل الغلاف الغازي. أما إذا زاد ارتفاع ذلك الجسم في الغلاف الغازي، فإن جزء من ذلك الغلاف يكون أسفل منه، في حين يبقى جزء آخر فوقه. إذن فهو تحت تأثير جزء من الغلاف الغازي وليس كل الغلاف الغازي
3. كثافة المادة :رأينا فيما سبق (الوضع العمودي للغلاف الغازي)، تناقص المادة وتخلخلها كلما زاد الارتفاع. فالجسم الموجود على سطح الكرة الأرضية، بالإضافة إلى أنه تحت تأثير سمك كل الغلاف الغازي، فإن الأجزاء السفلى منه هي الأكثر كثافة. أي أن الأجسام الثقيلة تكون في الأسفل وتقل كلما زاد الارتفاع. تفسر هذه الظاهرة بتأثير الجاذبية الأرضية وقانون السقوط الحر للأجسام؛ فالأجسام الثقيلة تتجاذب نحو الأسفل بفعل ثقلها وتأثير الجاذبية الأرضية عليها، أمّا الأجسام الخفيفة فتبقى في الأعلى لنفس الأسباب.

ينقسم الضغط الجوي، بالنظر إلى قيمته، إلى ضغط جوي مرتفع وضغط جوي منخفض. الضغط الجوي المرتفع يكون دوران الرياح باتجاه عقارب الساعه، ويعتبر الضغط الجوي مرتفعا إذا زادت قيمته عن 1015 مليبار. يرمز للضغط الجوي

المرتفع بعلامة (+)، أو بحرف .(A) أمّا بالإنجليزية فيرمز له بالحرفين Hp وهو ما يعني. Highpression .

اما الضغط الجوي المنخفض فيكون دوران الرياح عكس عقارب الساعه، حيث يعتبر الضغط الجوي منخفضا إذا كانت قيمته اقل من 1015 مليبار. يرمز للضغط الجوي المنخفض بعلامة (-)، أو بحرف .(D) أمّا بالإنجليزية فيرمز له بالحرفين L p وهو ما يعني. Low pression



A high pressure and a low pressure center with wind directions (northern hemisphere). Circles are isobars with pressure in mb.

يقاس الضغط الجوي بواسطة البارومتر الزئبقي أو البارومتر المعدني أو الباروجراف, ويحسب مقدار الضغط الجوي إما بالسنتيمتر أو المليمتر أو البوصة أو الميلبار و تؤخذ مقاييس الضغط الجوي و تحسب متوسطاته بنفس الطريقة التي اتبعناها في درجة الحرارة.

ومن اجهزة قياس الضغط الجوى,

البارومتر الزئبقى, Mercury barometer :

بارومتر فورتن, Fortin barometer :

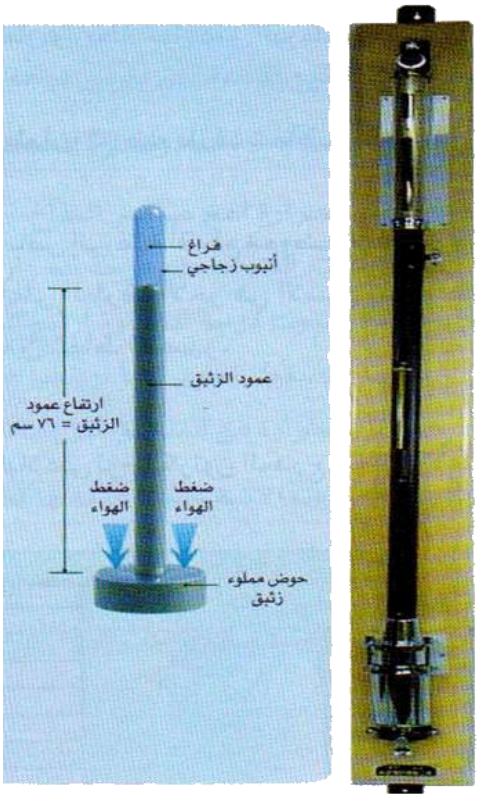
البارومتر المعدنيAneroid barometer :

الباروجرافBarograph

وفيما يلي شرح مبسط على اهم جهازين يستخدموا حاليا فى الارصاد الجوية:

البارومتر الزئبقى Mercury barometer :

جهاز يتكون من أنبوبة زجاجية تنتهي بخزان ملئ بالزئبق من أسفل ويرتفع عمود الزئبق فى الأنبوبة إلى ارتفاع يتوقف على الضغط الجوى وهى مقفلة من أعلى وفوق الزئبق يوجد فراغ تورشيلى ويحيط بالأنبوبة غلاف معدني مقسم من الخارج بالمليمترات. ويعتمد قياس الضغط الجوى فى جهاز البارومتر الزئبقى على آن الهواء يحدث ضغطاً على الوعاء فيرتفع الزئبق إلى أعلى إلى أن يتزن عمود الزئبق المرتفع فى الأنبوبة ويمثل الفرق بين سطح الزئبق فى الأنبوبة والحوض الضغط الجوى.



وتعتبر من اهم عيوب البارومتر الزئبقي أنه ليس ميسراً نقله لتعرضه للكسر والتلف.

البارو جرافBarograph

هو جهاز يسجل الضغط الجوى مباشرة على خريطة لمدة أسبوع ويتركب الجهاز من قاعدة مثبت عليها عدة علب من الصفيح الرقيق, بحيث يثبت السطح العلوي للعلبة

الواحدة بالسطح السفلى للأخرى وذلك لمضاعفة تأثير الضغط الجوى على العلب المخلخلة من الهواء وتثبت العلبة السفلى من أسفلها فى قاعدة بحيث يمكن رفعها هي وزميلتها أو خفضها بواسطة مسمار محوري وبالتالي ترفع العلب جميعا إلى أعلى أو تنخفض إلى أسفل ويثبت على سطح العلبة العليا رافعة متصلة بعدة روافع تحرك قلم والقلم يسجل على خريطة مقسمة إلى أيام وساعات فى تقسيماتها الطولية والضغط بالمليبار فى التقسيمات العرضية والخريطة مثبتة فى جهاز تسجيل,

و يتكون جهاز التسجيل من أسطوانة تدور دورة كاملة فى سبعة أيام, فعند زيادة الضغط الجوى أو انخفاضه فإن ذلك يؤثر على العلب الرقيقة مما يؤثر على الرافعة ثم المؤشر ثم القلم الذي يرسم هذه الحركة على الخريطة المثبتة على الجهاز ارتفاعا وانخفاضا ويعطى الضغط الجوى.

الاشعاع الشمسي Solar Radiation

ان الاشعاع الشمسي هو مصدر الطاقة الرئيسي بالنسبة للارض والذى يحدد معالم الطقس والمناخ بها . وتعد دراسة الاشعاع الشمسي ونماذجه المختلفة مهمة فى العديد من تطبيقات الطاقة الشمسية والتى نذكر من اهمهما: الخلايا الشمسية، تسخين وتقطير وضخ المياه للاغراض المنزلية الصناعية، منظومات تكييف الهواء، وتدفئة البيوت الزجاجيه، وتجفيف المحاصيل الزراعية وهندسة المباني. حيث من المعروف لدينا جميعا ان من اهم مزايا استخدام الطاقة الشمسية هي انها لا تحتاج الى وساطه اذ انها تاتي من الشمس بشكل موجات كهرومغناطيسية، بالاضافة الى انها طاقة نظيفة متجددة لا تنضب ما دام النظانم الشمسي قائما.

☒ تعريف الاشعاع و انواعه

يعرف الإشعاع بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية ، وأحياناً يطلق على هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرى. وينقسم الى ثلاث انواع اساسية هما:

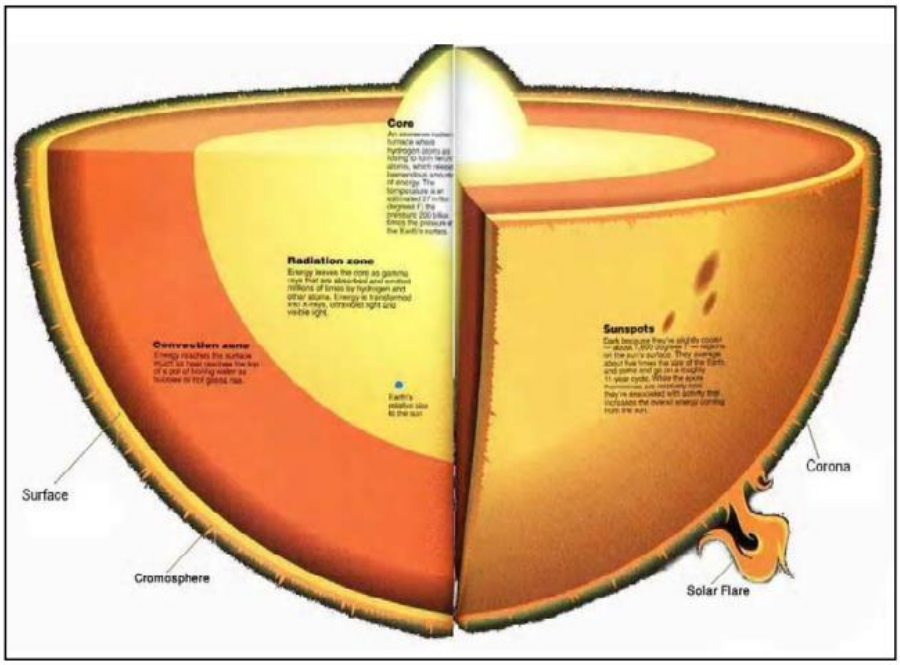
1. الاشعاع الشمسي Solar radiation
2. الإشعاع الأرضى Earth's Radiation
3. الإشعاع الجوى Atmosphere's Radiation

ولكن قبل أن نتعرض لأى من هذه الأشعة بالدراسة والشرح يجب أن نؤكد أن المصدر الرئيسى لهذه الإشعاعات الثلاث هو الشمس، حيث أن الغلاف الجوى يستمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس ، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوى بأى نصيب يذكر ، حيث أن سمك القشرة الأرضية كفيل بأن يحول دون وصول الحرارة الباطنية إلى السطح ، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذا لها إلى السطح

الخارجي للقشرة الأرضية ، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة ، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس.

☒ الشمس وتركيبها الفيزيائي

تعد الشمس مصدرًا لكل انواع الطاقة للحياة على سطح الارض مما زاد في استخداماتها وتطبيقاتها في جوانب الحياة المختلفة. الشمس اقرب النجوم الى الارض ، قطرها يصل 1.4مليون كيلو متر، اما متوسط بعدها عن الارض فهو حوالي 149.5 مليون كيلو متر.



الشمس عبارة عن كرة غازية ملتهبة تتكون بصورة رئيسة من الهيدروجين وبكميات اقل من الهليوم . تركيبها الفيزيائي معقد ولكن يمكن عتبارها تتكون من عدة طبقات تختلف من حيث الكثافة والضغط والحرارة والسمك. وفيما يلي عرض سريع لهذه الطبقات:

1. قلب الشمس Core : و يسمى ايضا بمفاعل الشمس إذ يمثل اسخن واكثف منطقة في الشمس، درجة حرارتها تتراوح بين 15-40 مليون كلفن، اما كثافة الغازات المضغوطة التي تتكون منها هذه الطبقة فتتراوح بين 100-150

جم/سم^3، والضغط في قلب الشمس عالي جدا مقارنة بالضغط عند سطح الارض.اما الطاقة الهائلة في قلب الشمس ناتجة عن اندماج ذرات الهيدروجين لتكوين ذرات الهليوم ، إذ تندمج اربعة بروتونات لتكوين نواة الهليوم ، بما ان كتلة نواة الهليوم الناتجة من الاندماج النووي اقل من كتلة البروتونات الاربعة المندمجة فان فرق الكتلة هو الذي يتحول الى طاقة هائلة في قلب الشمس.

2. طبقة الاشعاع Radiation Zone : تمثل الجزء الاكبر من كتلة الشمس ، الطاقة في هذه الطبقة تتحول منGamma Rays في قلب الشمس الى Visible Light، UV ، X-Rays .
3. طبقة الحمل الحراري Convection Zone : يتم في هذه الطبقة نقل كميات كبيرة من الطاقة الى الطبقات الخارجية للشمس.
4. طبقة الفوتوسفيرPhotosphere Layer : تمثل مصدر معظم الاشعة المرئية التي تصل الى سطح الارض ، وتتكون من غازات ذات كثافات واطئة وغير متجانسة ودرجة الحرارة عند هذه الطبقة تتراوح بين 4000 – 6000 كلفن.
5. طبقة الكروموسفيرCromosphere Layer : هذه الطبقة تتكون بشكل رئيس من الهيدروجين والهليوم وتكون مرئية للعين ودرجة حرارتها عشرات اضعاف درجة حرارة الفوتوسفير.
6. الهالةCorona تمثل الطبقة الاخيرة من الشمس.

يبلغ عمر الشمس حوالي 4.5 مليار سنة ، ولدى مقارنة كتلة الشمس بكتلة الارض، فان كتلة الشمس اكبر من كتلة الارض بحوالى 333000 مرة ، ونصف قطرها اكبر بحوالي 109مرة ويستغرق شعاع الشمس حوالي 8.311 دقيقة ليصل الى الارض.

☒ الاشعاع الشمسي Solar radiation

تسمي الطاقة الاشعاعية الشمسية الساقطة لوحدة المساحات على سطح افقي على سطح الارض بالاشعاع الشمسي، وهو عبارة عن اشعة كهرومغناطيسية يتراوح طولها الموجي بين 0.15 الى 4 ميكرون.

ان كمية الطاقة التي تصل الى سطح الارض اقل بكثير مما هي عليه خارج الغلاف الجوي بسبب تعرض الاشعاع الى عوامل التشتت والامتصاص والانعكاس من قبل مكونات الغلاف الجوي من غازات وابخرة وغبار وسحب وعوالق جوية وغيرها.

و تتغير شدة الاشعاع الشمسي بصورة واضحة تبعا لتغير خط العرض وفصول السنة وزاوية سقوط الاشعاع على خط الارض ومكونات الغلاف الجوي. وعليه فان قياس الاشعاع الشمسي على سطح الارض يتم من خلال ثلاث مركبات اساسية هى كالتالي:

1) **الاشعاع الشمسي المباشر Direct Solar Radiation**

وهى تمثل مركبة الاشعاع الشمسي التي تصل بشكل مباشر الى سطح الارض

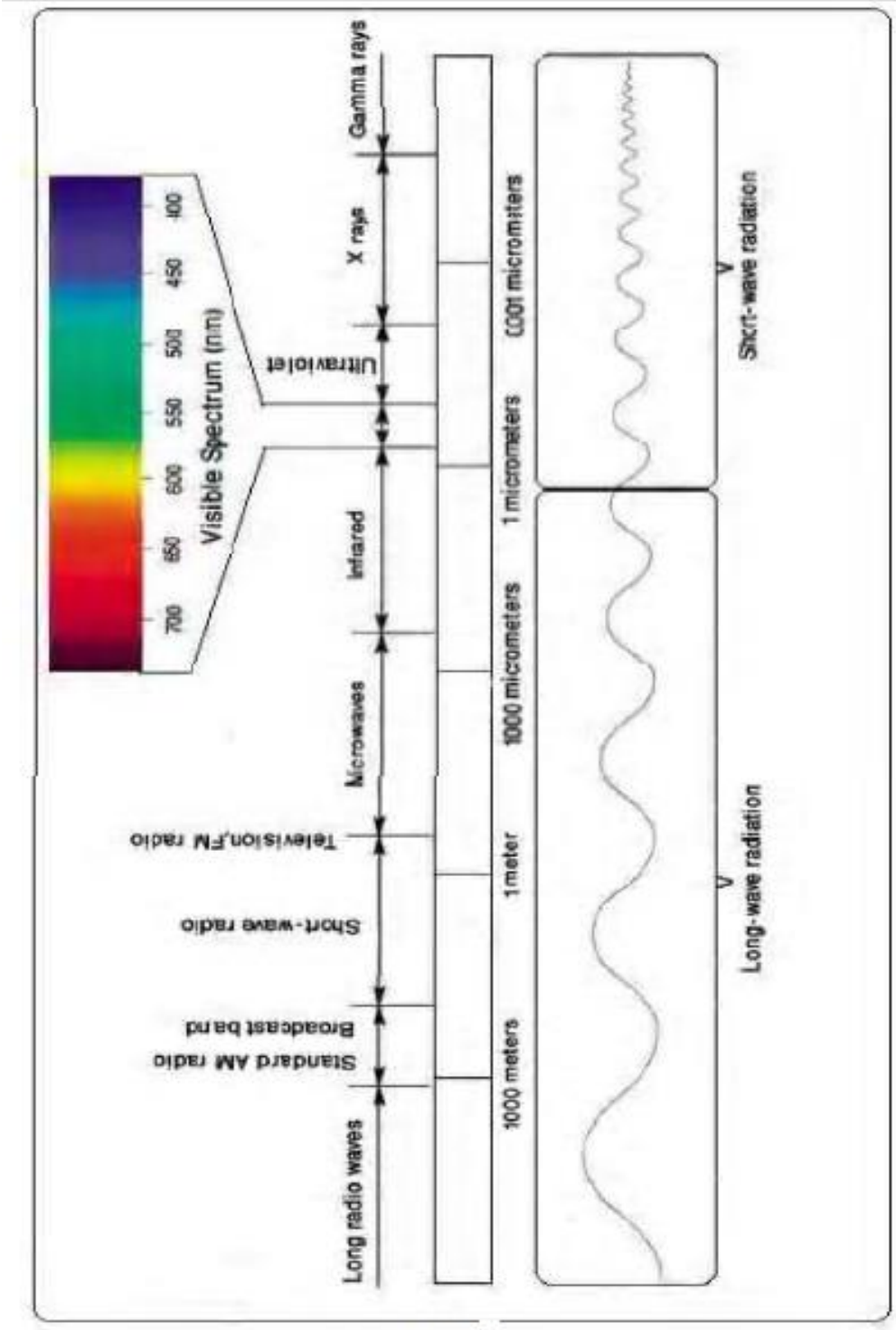
2) **الاشعاع الشمسي المشتت Diffuse Solar Radiation**

وهى تمثل مركبة الاشعاع الشمسي والتي تصل الى سطح الارض بزوايا مختلفة نتيجة تعرض مسار الاشعاع الشمسي الى عوامل الاستطارة والتشتت فى الجو.

3) **الاشعاع الشمسي الكلى Global Solar Radiation**

وهى تمثل مجموع المركبتين المباشر والمشتت.

اما **الطيف الشمسي Solar Spectrum** اى الطاقة المنبعثة من الشمس فانه يغطي مدىً واسعًا من الطيف الكهرومغناطيسي إذ تمتد من الاطوال الموجية القصيرة جدا لاشعة جاما والاشعة السينية الى الموجات الطويلة للاشعة الراديوية والشكل التالي يوضح تقسيمات الطيف الكهرومغناطيسي.



الطيف الشمسي

ويتألف الطيف الشمسي من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هى :

[1] الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet rays

وهى أشعة غير مرئية (أى لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة) ، وتمثل هذه الأشعة 9 ٪ من جملة الإشعاع الشمسى ، ويتراوح طول موجاتها ما بين حوالى 0.2 إلى 0.4 ميكرون ولهذه الأشعة عدة فوائد منها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية , وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح ولذلك تقام المصحات وحمامات الشمس في المناطق الجبلية المرتفعة حيث الجو النقى والصافى ، والذى يساعد على وصول هذه الأشعة إلى سطح الأرض لأن العوالق (الغبار) يقلل من نسبتها .

[2] الأشعة الضوئية : Light rays

أشعة مرئية وهى التى تعرف بضوء النهار، وتؤلف حوالى 41 ٪ من أجمالى الإشعاع الشمسى ، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.4 .0.7 ميكرون ، وتصل إلى أقصى حد لها فى منتصف النهار وتزيد في الصيف عنها في الشتاء ، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها ، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسيجية والزرقاء والخضراء والصفراء والحمراء ، والتى ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبيض الذى نعرفه بواسطة منشور زجاجى ، أو عند سقوط هذه الأشعة على السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئى ملون يعرف باسم قوس قزح Rain Bow، والذى ينتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية .

[3] الأشعة الحرارية : Heat rays

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراء Infrared Rays وهى أشعة غير مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسى ، حيث تمثل50٪ من أجمالى الإشعاع الشمسى

وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.7 إلى 0.8 ميكرون ، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الشمسى من حيث الموجات .

☒ الثابت الشمسي Solar constant

تعرف كمية الطاقة الشمسية الساقطة عموديا على وحدة المساحة لوحدة الزمن خارج الغلاف الجوي للارض عند متوسط المسافة بين الشمس والارض بالثابت الشمسي. وحقيقا ان هذا الثابت فيه مقدار طفيف من التباين فى قيمة وقد اتفق العلماء على ان تكون قيمتة تساوى 1367 جول / متر^2.

وعليه يمكننا حساب مقدار الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوى والذى يسمي extraterrestrial solar radiation بصفة يومية كما يلى:

The daily extraterrestrial radiation Go was calculated from the following equation:

$$G_0 = \frac{24 * I_{sc}}{\pi}\left[1 + 0.033cos\frac{360D}{365}\right]\left[cos\varphi cos\delta sin\omega_s + \frac{\pi\omega_s}{180}sin\varphi sin\delta\right]$$

Where:

I_{sc} = 1367 Wm^{-2} is the solar constant [22];

D is the Julian day number;

φ is the latitude;

δ is the declination angle;

ω_s is the sunset hour.

δ and ω are given from these formulae.

$$\delta = 23.45sin\left(360\frac{284+D}{365}\right) \qquad \omega_s = cos^{-1}[-tan\varphi tan\delta]$$

The maximum possible sunshine duration S_o was calculated using the following equation.

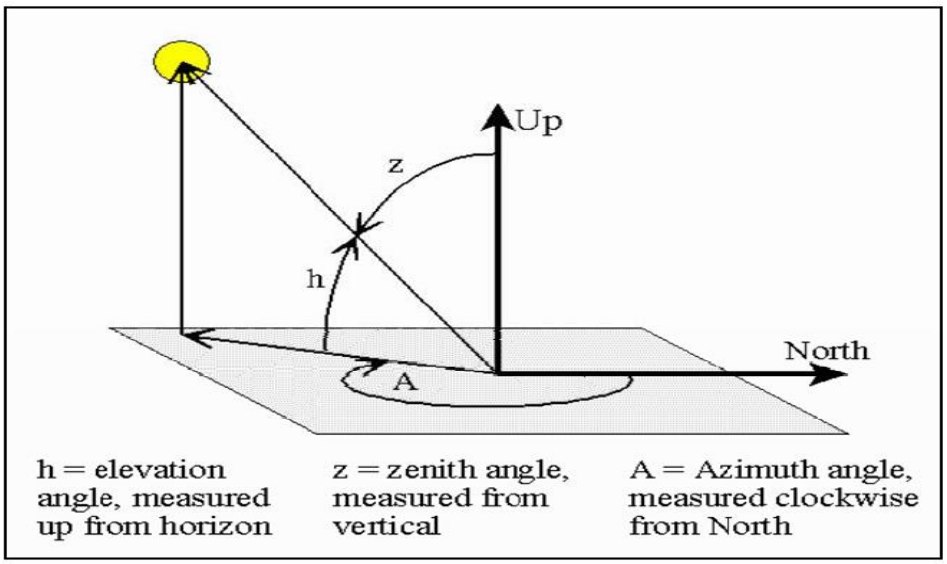
$$S_o = \frac{2}{15}\omega_s$$

☒ الزوايا الشمسية Solar Angles

ان معرفة اتجاه الشمس عند اية نقطة من سطح الارض والتي تسمى بالموقع الشمسي Solar Position ضرورية لاجل تحديد موقع الشمس بالنسبة للارض ، والذى يمكن التعبير عنه من خلال مجموعة من الزوايا الشمسية تشمل خمس زاويا مهمة هى كالتالي:

1. زاوية ارتفاع الشمس Solar Altitude Angle (h)

تمثل الارتفاع الزاوي الذي يقاس من أُفق الراصد الى موقع الشمس في السماء وهي زاوية مهمة في تحديد كمية الاشعاع الواصل الى سطح الارض. كما بالشكل التالي:



2. زاوية سمت الرأس Zenith Angle (Z)

هي الزاوية المحصورة بين سمت الراصد وموقع الشمس ، بمعنى آخر هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الشمسي مع العمود المقام على السطح الافقي.

مجموع زاوية السمت وزاوية ارتفاع الشمس يساوي 90 درجة ، أي ان

$$Z = 90^{\circ} - h$$

3. زاوية البعد الافقي للشمس Solar Azimuth Angle (A)

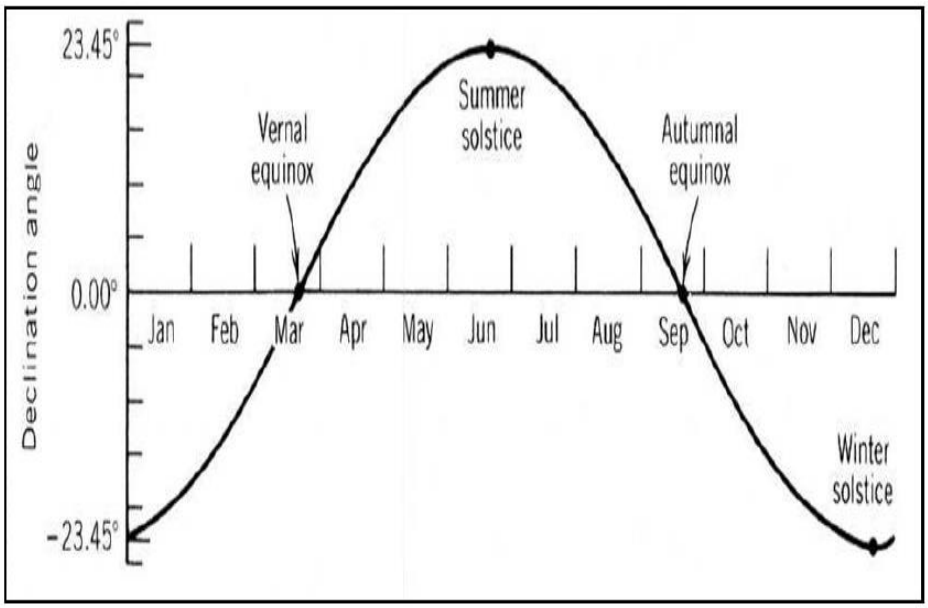
هي الزاوية التي يصنعها مسقط شعاع الشمس على مستوي افق الراصد مقاسة نسبة للشمال، وقيمتها تتراوح بين الصفر و 180 درجة .وتحسب من العلاقة التالية:

$$A = \cos^{-1}\left[\frac{\sin(h)\sin(\varphi) - \sin(\delta)}{\cos(h)\cos(\varphi)}\right]$$

حيث φ خط العرض الجغرافي لموقع الراصد.

4. زاوية ميلان الشمس Solar Declination (δ)

هي الزاوية المحصورة بين الشمس وخط الاستواء السماوي . تتغير زاوية ميلان الشمس من قيمة عظمى (23.5 +) درجة الى الشمال من خط الاستواء السماوي في 21 حزيران الى قيمة صغرى (23.5-) درجة الى الجنوب من خط الاستواء السماوي في 21 كانون الاول ، اما عند الاعتدالين الربيعي 21 آذار والخريفي في 22 ايلول تكون قيمتها صفرا . والشكل التالي يوضح تغير زاوية ميلان الشمس كدالة لتسلسل اليوم في السنة.



5. الزاوية الساعية Hour Angle (ω)

هي القياس الزاوي للوقت وتساوي 15 درجة لكل ساعة ، وتقاس بالنسبة الى موقع الشمس وقت الظهر ، يمكن استخراج قيمتها لأية ساعة من ساعات النهار من العلاقة التالية:

$$\omega = \frac{360}{24}(12 - t)$$

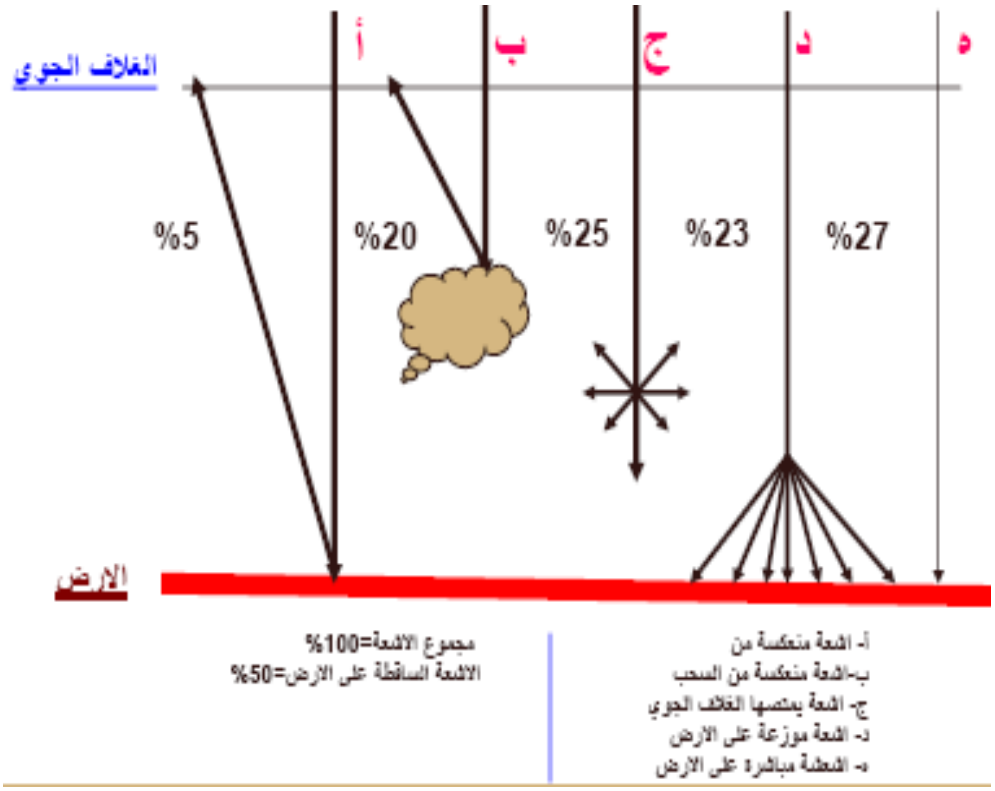
حيث t الزمن بالساعات مقاسا من وقت الظهر لذا فالزاوية الساعية تكون موجبة قبل الظهر وسالبة بعده وصفرًا عنده.

☒ العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسى على سطح الأرض:

حيث أن الإشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلى:

1. **طبيعة الغلاف الغازى والمواد العالقة به** ، ويتوقف ذلك على عاملين هما :
   - ✓ سمك طبقة الهواء التى تخترقها الأشعة الشمسية .
   - ✓ مقدار ما يحتويه الغلاف الجوى من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذى له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسى خلال الغلاف الجوى في اتجاه الأرض ، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتى نحو الأرض ، مما يساعد على رفع درجات حرارة الهواء ، هذا إلى جانب ماله من قدرة على امتصاص 90 ٪ من الأشعة الحرارية التى يشعها سطح الأرض ، ويعنى ذلك أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسى والأرضى ، وبالتالى يحفظ لسطح الأرض حرارته .

وعلي ذلك فان الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض هو اشعاع تم توهينه نتيجة تعرضه الى ثلاث عمليات هي الامتصاص والاستطارة والانعكاس من قبل الغازات وبخار الماء والعوالق الجوية والسحب. والشكل التخطيطي التالي يوضح ذلك:



2. **تركيز أشعة الشمس أو الزو اية التى تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض** . نلاحظ أن شعاعاً يصل إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض ، وذلك لأن الإشعاع المائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوى فيفقد جزءاً أكبر من قوته ، بينما الإشعاع العمودى الذى يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل ، هذا فضلاً عن أن الأشعاع المائل يتوزع على مسافة أكبر من سطح الأرض فيقل تركيزه فى حين أن الاشعاع العمودى يتركز فى مساحة أصغر فتزداد قوته.

3. **طول المدة التى تسطع فيها الشمس فوق الأفق** ، ويتغير ذلك تبعاً للفصول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج أن كمية الحرارة التى تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما لو كان النهار قصير ، هذا فضلا عن أن خطوط العرض الواحدة عادة تكتسب كمية واحدة من الحرارة ، وباختلاف خطوط العرض تختلف درجات الحرارة ، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التى تؤثر فى حرارة خط العرض.

☒ التوزيع الجغرافى للاشعاع الشمسى :

يؤثر الغلاف الجوى فى طاقة الاشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية ، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة ، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها من هذه الطاقة فى السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضاء ، وأن هذا التعادل هو الذى يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخرى ، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو فى كل أيام السنة متعادلة فى مكسبها أو خسارتها للاشعاع الشمسى ، لأن توزيع هذا الاشعاع يختلف من مكان لآخر ، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلى :

1. اختلاف الألبيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر .
2. اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة فى الصيف عنه فى الشتاء .
3. اختلاف طول الليل والنهار فى العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة.
4. اختلاف الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض .

ويختلف الألبيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتى أو ثلوج أو جليد .. الخ كما سيرد ذكره، أما عن العامل الثانى فانه يلاحظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس فى أول يوليو

بنحو 4.8 مليون كيلو متر عنها فى أول ديسمبر ، بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع ، بالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطاً مباشراً، ففى فصل الصيف يتزايد طول النهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طوله فى يوم الانقلاب الصيفى (21 يونيو) إلى 24 ساعة عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب ، وتتبدل الصورة فى فصل الشتاء .

ومما تقدم نرى أن معدل الاشعاع الشمسى السنوى يبلغ أقصاه عند خط الاستواء ، ويبدأ فى التناقص فى الاتجاه نحو القطبين ، ويقدر أن مقدار الاشعاع الشمسى الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ اربعة أمثاله عند القطبين ، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى الأرض طوال العام ، ولا تظهر بين أجزاؤه فروق كبيرة مع اختلاف الفصول ، بينما يصل الاشعاع الشمسى إلى ذروته فى فصل الصيف فى العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هذا الاشعاع أدنى حد له فى الشتاء فى نفس العروض ، أما من الدائرتين القطبيتين وحتى نقطتى القطب فانه يوجد فائض فى الأشعة فى فصل الصيف الذى يطول فيه النهار وينقص هذا جدا فى فصل الشتاء .

☒ أجهزة قياس الاشعاع الشمسي:

إن المطلوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس الإشعاع الشمسى على أساس عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم ثم حساب متوسطاتها ومعدلاتها الشهرية والسنوية ، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الشمسى ، ولذلك تستخدم في هذا القياس عدة أجهزة أهمها :

1. جهاز كامبل ستوكس : Compbell stokes

ويسمى الجهاز بمسجل مدة سطوع الشمس لقياس الفترة الزمنية التى تسطع فيها الشمس ويتركب الجهاز من الأجزاء التالية .

1. كرة من الزجاج النقى الشفاف قطرها حوالى 10 سم .
2. حامل نصف دائرى تثبت عليه الكرة الزجاجية بواسطة قطعتين من النحاس مستديرتين على امتداد محور الكرة ، ويلاحظ أن هذا الحامل يشترك في المركز مع الكرة كما أنه يحمل تدريجاً خاصاً بدرجات خطوط العرض .
3. مقطع من إناء معدنى كروى حفرت فيه ثلاثة أزواج من المجارى يدخل في احداهما خرائط التسجيل المناسبة لفصل الشتاء وُيدخل في الآخر خرائط الاعتداليين وفى الثالث خرائط الصيف، وقد صمم هذا المقطع بحيث تقع بؤرة الكرة الزجاجية التى تعمل كعدسة لامة على خرائط التسجيل دائماً .
4. حامل على شكل متوازى مستطيلات تقريباً به مجرى أفقى محفور فى منتصفه سهم، وترتكز المجموعة السابقة على هذا الحامل بواسطة مسمارين وبحيث يقابل السهم قيمة خط عرض المكان المعرض فيه الجهاز على تدرج الحامل النصف دائرى .

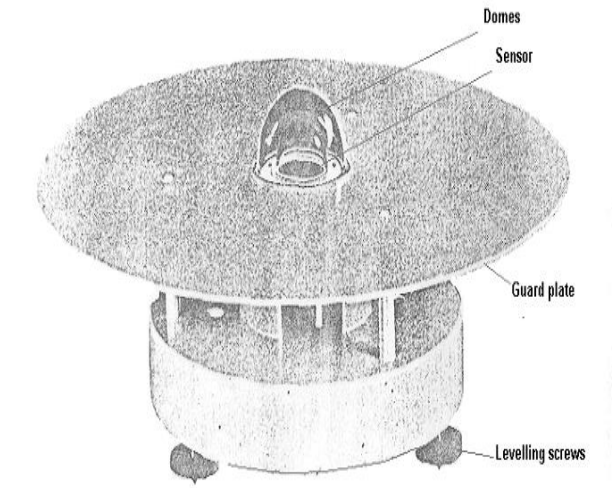
5. قاعدة متحركة مثبت فيها الحامل بها ثلاث فتحات طويلة ترتكز بواسطة مسامير محورية على قاعدة ثابتة وهذه القاعدة الأخيرة متصلة بالحامل الرأسى المثبت في الأرض .

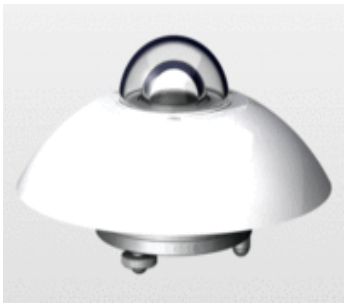
عمل الجهاز :

تعمل الكرة الزجاجية كعدسة لامة تجمع أشعة الشمس في بؤرتها , ولما كانت الشمس تتحرك حركة ظاهرية من الشرق إلى الغرب فإن البؤرة تتحرك من الغرب إلى الشرق على الخريطة الخاصة بالتسجيل حيث تترك على هذه الخريطة خطاً محترقاً يتوقف طوله أو اتصاله على مدة سطوع الشمس طول اليوم . ونظراً لأن خط سير البؤرة يتغير بتغير درجة ميل أشعة الشمس في الفصول المختلفة فقد صممت الخرائط التى تستخدم في هذا الجهاز بثلاثة أشكال ، يستخدم أحدها في فصل الصيف والثانى في فصل الشتاء والثالث في الاعتدالين الربيع والخريف.

2. البيرانومتر Pyranometer

أحد أنواع أجهزة القياس المستخدمة في الأرصاد الجوية لقياس كمية الاشعاع الكلية التي تصل سطح الأرض بشكل مباشر, (إشعاع شمسي مباشر) أو غير مباشر(إشعاع جوي). أيّ مقياس إشعاع سماوي مثالي لا يتطلّب أيّ طاقة كهربائية لتشغيله.





Pyranometer

يستخدم جهاز البيرانومتر في قياس تدفق الإشعاع سواء المباشر أو المبعثر. فقد صممه هويس وكيمبال عام 1932 م وهو عبارة عن جهاز بسيط على شكل طاقية نصف كروية وكاشف ولا يتطلب هذا الجهاز أي تتبع لحركة الشمس، ويجب أن يوضع البيرانومتر أفقياً حتى يمكن استقبال الأشعة بالتساوي من جميع الاتجاهات.

والجهاز عبارة عن ازدواج حراري وصلاته الساخنة متصلة بسطح أسود ذو امتصاصية عالية لأشعة الشمس. وأما الوصلات الباردة فإنها متصلة بسطح أبيض عاكس للأشعة . ولهذا فإن الكاشف مكون من حلقتين متحدتين في المركز وأحدهما بيضاء والأخرى سوداء حتى يمكن توليد درجتي حرارة مختلفتين يمكن قياسهما من خلال استخدام فكرة الازدواج الحراري ويسمى هذا تصميم ابلي ويستخدم اسود بارسون لصنع الحلقة

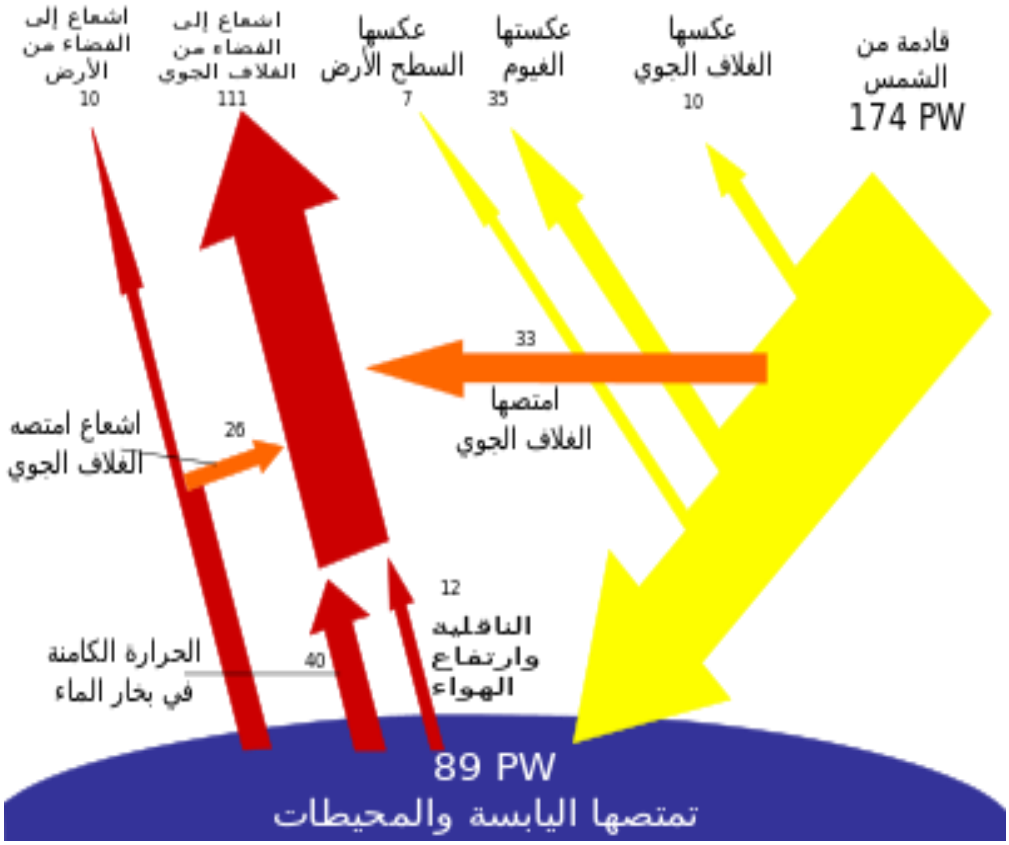
السوداء وتصنع من أكسيد المغنيسيوم الحلقة البيضاء. ويوضع البيرانومتر في المكان المراد قياس التدفق الشمسي فيه ويوصل بجهاز عداد إليكتروني يقيس مقدار الطاقة الشمسية الساقطة على البيرانومتر مباشرة وذلك نتيجة للقوة الدافعة الحرارية الناشئة في وصلات الازدواج نتيجة تسخينها بالطاقة الشمسية. ومن مزايا هذا الجهاز انه يعمل بصفة مستمرة ويسجل قراءته على شريط وبذلك يمكن معرفة مقدار الطاقة الشمسية الساقطة خلال اليوم والشهر والعام.

تشتت الاشعاع الشمسي

كما ذكرنا سابقا يتبعثر بعض الإشعاع الشمسي عند مروره خلال الغلاف الجوي ، كما يمتص بعضه في الغلاف الجوي وينعكس بعضه إلى الفضاء خارج الغلاف الجوي ، وبالتالي يكون الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض مكوناً من جزأين الأول إشعاع على شكل حزمة ضوئية أو إشعاع مباشر والجزء الآخر إشعاع انتشاري أو منتشر نتيجة للجزء المبعثر من الإشعاع بواسطة الغلاف الجوي. ويقل مجموع تدفق الإشعاع المباشر والمنتشر عند موقع محلي عن قيمة تدفق الإشعاع خارج الغلاف الجوي لنفس الموقع.

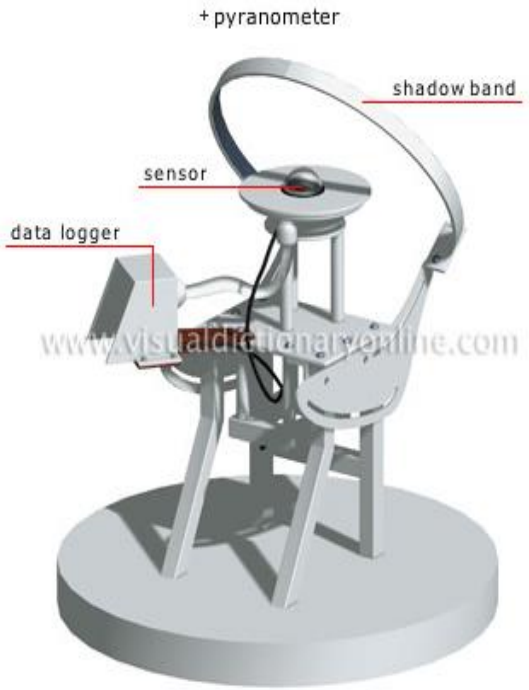
والطريقة التي يتناقص بها تدفق الإشعاع الشمسي أثناء مروره بالغلاف الجوي للأرض تتلخص فيما يلي:

1. بعثرة وامتصاص جزئي للإشعاع بواسطة جزيئات الهواء الجافة دقيقة الحجم وتسمى بعثرة رايلي Rayligh Scattering.
2. بعثرة وامتصاص جزئي للإشعاع بواسطة الأتربة العالقة بالجو.
3. امتصاص جزئي بواسطة بخار الماء وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون.
4. انعكاس وامتصاص جزئيان في طبقات السحب بالجو.



وتتوقف نسب تدفق الإشعاع التي تصل إلى سطح الأرض على مكونات الغلاف الجوي وارتفاع المنطقة عن سطح البحر وعلى موضع الشمس بالنسبة للموقع والعامل الأخير يحدد المسافة التي يجب أن يخترقها الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى الموقع ويستخدم علماء الأرصاد وحدة (كتلة هوائية) تعطي مقياساً للمسافة المؤثرة التي يقطعها الإشعاع من خارج الغلاف الجوي حتى يصل إلى موقع ما. وتكون قيمة الكتلة الهوائية واحداً صحيحاً عندما تكون الشمس فوق موقع يقع مباشرة في مستوى سطح البحر بينما تكون قمتها صفراً إذا تخيلنا عدم وجود الغلاف الجوي وبالتالي تعرَّف الكتلة الهوائية على أنها نسبة المسافة التي يخترقها الشعاع في الغلاف الجوي حتى يصل للموقع إلى المسافة التي يخترقها الشعاع لو كانت الشمس فوق الموقع مباشرة والموقع عند سطح البحر. ويمكن قياس مجموع مركبتي الإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر بواسطة جهاز يطلق عليه

بيرانومتر وباستخدام مظلة حلقية مع البيرانومتر (لكي تحجب الإشعاع المباشر) يمكن قياس قيمة تدفق الإشعاع المنتشر. انظر للشكل التالي:



السُحب Clouds

أخبر الله تعالى في كتابه الكريم عن كثير من ظواهر هذا الكون، ومن هذه الظواهر السحاب والمطر، فأخبر القرآن العظيم عن كيفية تكون السحاب وتحوله إلى أمطار، وجاءت الإشارة في القرآن إلى أن هنالك تنوعاً في الطرق التي يتكون بها السحاب، واختلافاً في الظواهر التي تصاحب كل نوع، مما يدل على اختلاف هذه السحب، وأن هنالك أنواعاً متعددة من السحاب الممطر. جاءت آيات كثيرة في كتاب الله تعالى تتحدث وتصف السحاب، ومن هذه الآيات:

قوله تعالى: ﴿**أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَاباً ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَاماً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَن مَّن يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالأَبْصَارِ**﴾ [النور: 43].

وقال تعالى: ﴿**اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ فَتُثِيرُ سَحَاباً فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاء كَيْفَ يَشَاءُ وَيَجْعَلُهُ كِسَفاً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَن يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُونَ**﴾ [الروم: 48]،

وقال تعالى: ﴿**وَأَنزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاء ثَجَّاجاً * لِنُخْرِجَ بِهِ حَبّاً وَنَبَاتاً * وَجَنَّاتٍ أَلْفَافاً**﴾ [النبأ: 14-16].

☒ تعريف السحب Definition of Clouds

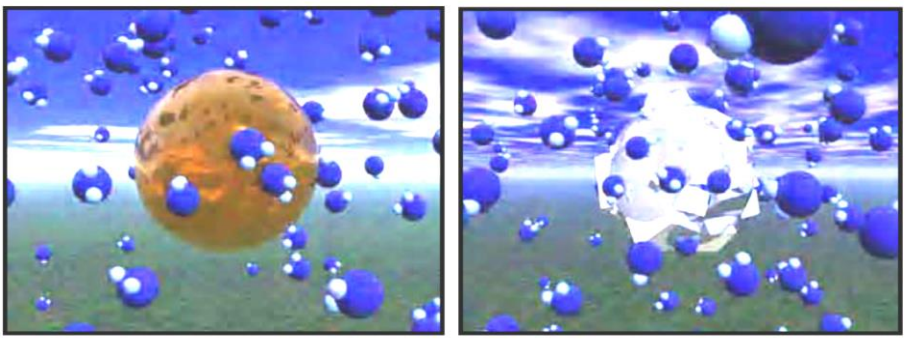
السحب او الغيوم هي ظاهرة مائية جوية وهي عبارة عن مجاميع مرئية من جزيئات الماء او بلورات جليدية او كلاهما تتواجد في الغلاف الجوي وهي واحدة من المظاهر المألوفة

والاكثر تأثيرا على المناخ وكذلك هي واحدة من مركباته الاكثر تعقيدا. من الممكن التنبؤ بحالة الجو من خلال معرفة نوع وشكل السحب.

تتألف السحب من جزيئات بالغة الصغر اقطارها (20-50 µm) تمثل قطيرات مائية اوبلورات جليدية او كلاهما فضلا عن احتوائها على جسيمات صلبة مثل دقائق الغبار والدخان وجسيمات العوالق الجوية Aerosols التي تدعى بنويات تكثيف السحب Cloud Condensation Nuclei (CCN) والتي تتراوح اقطارها بين (0.1-1 µm).

القطيرات المائية في السحابة لا يمكن ان تتكون الا إذا توفرت لها نويات التكثيف. وتتواجد في الهواء انواع من نويات التكثيف تمتد من ملح البحر الى غبار العواصف وجزيئات لها قابلية الاتحاد مع الماء (Hygroscopic) الملوثات الصناعية وهي اما ان تكون متميعة (Hydrophobic) فتعمل على تعجيل عملية التكثيف ليتحول البخار الى ماء ، او غير متميعة

تعمل ضد عملية تكثيف جزيئات بخار الماء حتى لو كانت الرطوبة النسبية مرتفعة جدا كما بالشكل التالي:



نويات تكثيف متميعة نويات تكثيف غير متميعة

ويُعد سطح الارض المصدر الرئيسي للعوالق الجوية ويكون تركيزها اكبر عند السطح ويقل مع الارتفاع عن سطح الارض كما ان تركيز نويات التكثيف فوق البحار والمحيطات يكون اقل مما هو عليه فوق اليابسة.

☒ تكوين السحب Cloud Formation

تتكون السحب من ارتفاع الهواء الرطب إلى أعلى الذي يعمل على تكاثف بخار الماء في الجو على شكل قطرات من الماء أو بلورات ثلجيه وتكون في مستوى أعلى من مستوى سطح الأرض . ويحدث التكاثف عن طريق وجود نواه مكثفه وصل إلى درجه الاشباع ،وتكون درجه الحراره أعلى من درجه التجمد ويكون التكاثف على شكل غيوم مشبعه بقطرات من الماء .أما أذا كانت درجه الحراره في ذالك المستوى أقل من درجه التجمد ، فتكون الغيوم مشبعه بلورات ثلجيه .

تناقص درجة حرارة الهواء بالارتفاع يعتمد على قانون بواسون والذى ينص على ان ارتفاع كتلة من الهواء عموديا نحو الاعلى يفقدها جزءًا من درجة حرارتها بصورة تدريجية ذاتيا بسبب قلة الضغط الجوي بالارتفاع والذي يجعل حركة الجزيئات الغازية في الهواء اقل ، ومن ثم سيقل الاصطدام بين تلك الجزيئات اي تقل طاقتها الحرارية ومن ثم تنخفض درجة حرارتها.

تصنف السحب الى اربعة انواع رئيسية اعتمادا على طريقة صعود الكتلة الهوائية في الجو هى :

سحب الحمل الحراري Convective Clouds

وتسمى ايضا بالسحب الحرارية لان العامل الحراري مهم جدا في تشكيل مثل هذه السحب، فعندما يسخن الهواء الملامس لسطح الارض الحار اصلا ، يتمدد ويبدأ بالصعود الى الاعلى على شكل تيارات هوائية صاعدة إذ يقل ضغط الهواء مما يسمح للهواء الصاعد بالتمدد ثم تنخفض درجة حرارته. عند استمرار عملية الصعود للهواء الرطب تستمر درجة حرارته بالانخفاض إذ يتكاثف بخار الماء الصاعد على نويات التكثيف ومن ثم تبدأ سحب الحمل الحراري بالتشكل كما فى الشكل التالي:

سحب التضاريس Orographic Clouds

تعد التضاريس من العوامل المهمة في تكوين السحب ، إذ تتكون السحب التضاريسية نتيجة لاصطدام الهواء الرطب بالحواجز الجبلية ثم صعوده الى الاعلى حيث تنخفض درجة حرارته مع الارتفاع فيتكاثف بخار الماء الموجود مكونا سحبا ذات احجام كبيرة مقارنة بسحب الحمل الحرارية ، لان السحب الحملية تنمو وتتطور نهارا اما السحب التضاريسية فهي مستمرة بالنمو في كل اوقات اليوم.

السحب الاضطرابية Turbulence Cloud

ينشأ الرفع الاضطرابي بسبب احتكاك الرياح بسطح الارض غير المتجانس الارتفاع . مثل هذا الاحتكاك يغير اتجاه الرياح من الاتجاه الافقي الى الاتجاه العمودي ، وتنشأ ايضا حركات دوامية للهواء والسحب المتكونة بهذه الطريقة هي السحب الطبقية والركام والتى سوف ياتي ذكرها فيما بعد.

السحب الجبهوية Frontal Clouds

تتشكل السحب الجبهوية داخل المنخفض الجبهوي الذي يمثل منطقة ضغط منخفض فتتحرك نحوها كتل هوائية مختلفة بالخصائص الحرارية والرطوبة ، وبالتقاء تلك الكتل المختلفة داخل المنخفض تبدأ الجبهات الهوائية بالتشكل كأحزمة تفصل بين تلك الكتل وتتشكل هذا النوع من السحب.

اما بالنسبة لفيزياء السحب او مايكروفيزياء الغيوم او التركيب الداخلي للسحب يعتمد بصورة كبيرة على درجة الحرارة داخل السحابة والتي تحدد حالة الماء داخل السحابة سواء كانت سائلة ، ام صلبة ام مشتركة (سائل + صلب) . تبدأ السحب بالتكون في الجو حال بلوغ الهواء الرطب المتصاعد حد الاشباع المتوازن وذلك من خلال خاصية الجو الذي يحافظ على توازن محتواه المائي وهذه الخاصية تعود لوجود نويات التكثيف إذ توجد هذه النويات بمقادير كافية للحد من نسبة فرط الاشباع الى مقادير فوق 100 % وبالتالي تكوين السحب. وتقسم السحب بناءًا على المحتوى المائي او ما يعرف بمايكرو فيزياء السحب الى ثلاث مجموعات.

اولا: السحب المائية او القطيرية:

التي تكاد تتألف من العناصر الغيمية المائية فقط ، ولكن نصادف في الوقت نفسه عناصر مائية مفرطة البرودة (Supercooled) وذلك عندما تكون درجات الحرارة اقل من الصفر بكثير وتتمثل في السحب الطبقية والركام الطبقي والتى سوف ياتي ذكرها فيما بعد.

ثانيا: السحب المختلطة:

تتكون في الوقت نفسه من العناصر المائية السائلة مفرطة التبريد ومن العناصر الصلبة المتبلورة وتكون درجات الحرارة تحت الصفر ، وتتمثل في غيوم المزن الطبقي ، الطبقي المتوسط والمزن الركامي.

ثالثا: السحب الجليدية (المتبلورة).

تتألف بشكل خاص من البلورات الجليدية وذلك بسبب انخفاض درجة الحرارة بين -40 و -50 درجة مئوية وتتمثل في سحب السمحاق ، السمحاق الطبقي والسمحاق الركامي.

☒ أجناس او انواع السحب Clouds Genera

بموجب اطلس السحب هناك عشرة اجناس للسحب وكما مبين في الجدول التالي

الطبقة	اسم الغيمة	الرمز	المصطلح اللاتيني
العالية	غيوم جنس سمحاق	Ci	Cirrus
	غيوم جنس سمحاق ركامي	Cc	Cirrocumulus
	غيوم جنس سمحاق طبقي	Cs	Cirrostratus
المتوسطة	غيوم جنس ركام متوسط	Ac	Altocumulus
	غيوم جنس طبقي متوسط	As	Altostratus
الواطئة	غيوم جنس مزن طبقي	Ns	Nimbostratus
	غيوم جنس ركام طبقي	Sc	Stratocumulus
	غيوم جنس طبقي	St	Stratus
ذات النمو العمودي	غيوم جنس ركام	Cu	Cumulus
	غيوم جنس مزن ركامي	Cb	Cumulonimbus

فيما يلي وصف للاجناس العشرة من الغيوم.

1. سحب السمحاق Cirrus (Ci)

سحب بيضاء شفافة ذات بناء ليفي ومظهر حريري رقيق سمكها 0.5 الى 2 كم. وهى عبار ة عن بلورات جليدية ذات بناء عمودي بدرجة حرارة تحت -25 درجة مئوية . تنشأ او تتطور من بعض اجزاء سحب السمحاق الركامي او سحب الركام المتوسط الارتفاع او

من الجزء الاعلى من سحب الركام المزني. و تتشكل سحب السمحاق من هواء صاعد بسرعة 5-10 سم/ثانية ومستقر فوق منطقة واسعة.

2. سحب السمحاق الركامي Cirrocumulus (Cc)

سحب بيضاء رقيقة بشكل تموجات قشرية او كروية تتميز بصغر عناصر السحابة ويمكن رؤية زرقة السماء والنجوم خلالها، سمكها يتراوح بين 1-3 كم وهي عبارة عن بلورات جليدية على شكل مكعبات او صفائح سميكة بدرجة حرارة -25 درجة مئوية. وتنشأ من صعود تيارات الحمل الى المستويات العالية ولا يصاحب هذا النوع من السحب اي نوع من
التساقط.

3. السمحاق الطبقي Cirrostratus(Cs)

سحب بهيأة خمار بيضاء او مائلة للزرقة واحيانا ليفية الشكل يمكن رؤية الشمس والقمر خلالها وهي تغطي السماء كليا وسمكها حوالي 1-2 كم. وهى عبارة عن بلورات ذات بناء عمودي وفي بعض الاحيان بشكل صفائح سميكة بدرجة حرارة أقل -25 درجة مئوية. وتنشأ من الصعود البطيء لطبقة من الهواء لمستويات ذات ارتفاعات كافية.

4. السحب الركامية المتوسطة الارتفاع Altocumulus(Ac)

سحب مؤلفة من وحدات كروية بيضاء. اما ان تكون منفردة او على شكل مجاميع سمكها من 0.1 الى 1 كم ويتكون هذا السحب من قطرات مائية صغيرة مع بلورات جليدية ذات بناء صفائحي سميك بدرجة حرارة تحت -25 درجة مئوية. وتنشأ بسبب وجود رطوبة كافية على سطح الارض ولكون درجة الحرارة واطئة ادى ذلك الى ضعف تيارات الحمل فتبقى تلك السحب على شكل طبقة تتخللها اجزاء خالية من السحب.

5. السحب الطبقية المتوسطة الارتفاع Altostratus (As)

سحب رمادية او مائلة للزرقة بهيأة اشرطة او ليفية التشكل يمكن مشاهدة الشمس والقمر خلالها سمكها 1-2 كم وهي عبارة عن خليط من بلورات جليدية وقطيرات مائية بحسب درجة حرارة الجزء الاسفل للسحابة يكون الامتداد الافقي لهذا النوع من السحب اكبر من امتدادها العمودي.وهي ذات امطار مستمرة. وتنشأ من هواء صاعد ببطء بسرعة 5-10 سم/ثانية على نطاق واسع.

6. سحب المزن الطبقي Nimbostratus(Ns)

سحب طبقية سميكة تتشكل عادة من ازدياد سمك السحب الطبقية وتكون ذات لون رمادي داكن وتتصف بان التساقط فيها يكون مستمرا وسمكها 2-10كم وهي عبارة عن خليط من بلورات جليدية وقطرات مائية بالاعتماد على درجة حرارة اسفل السحابة. تتكون من صعود ثابت للهواء سرعته 20سم/ثانية على نطاق واسع لا سيما مع نظام الجبهة الهوائية.

7. سحب الركام الطبقي Stratocumulus(Sc)

وهى السحب التى تكون مصاحبة للجبهة الباردة المعتدلة وسمكها من 0.1 الى 1 كم وهى عبارة عن قطيرات مائية ونادرا من بلورات جليدية بدرجة حرارة فوق -5 درجة مئوية. وتنشأ من خلال عملية خلط غير نظامية لهواء على منطقة واسعة ولسرعة هواء صاعد 10سم/ثانية وايضا يمكن ان تتكون نتيجة للتيارات الحملية.

8. السحب الطبقية Stratus(St)

تظهر في القطاع الدافيء من المنخفض الجبهوي واهم ميزة لهذه السحب مظهرها الطبقي المنتظم وقواعدها المنخفضة وسمكها من 0.1 الى 0.5 كم وهى عبارة عن قطيرات مائية ونادرا من بلورات جليدية بدرجة حرارة فوق -5 درجة مئوية. وتنشأ من صعود هواء رطب بالقرب من سطح الارض، وغالبا ما تتشكل من التبريد الاشعاعي لسطح الارض.

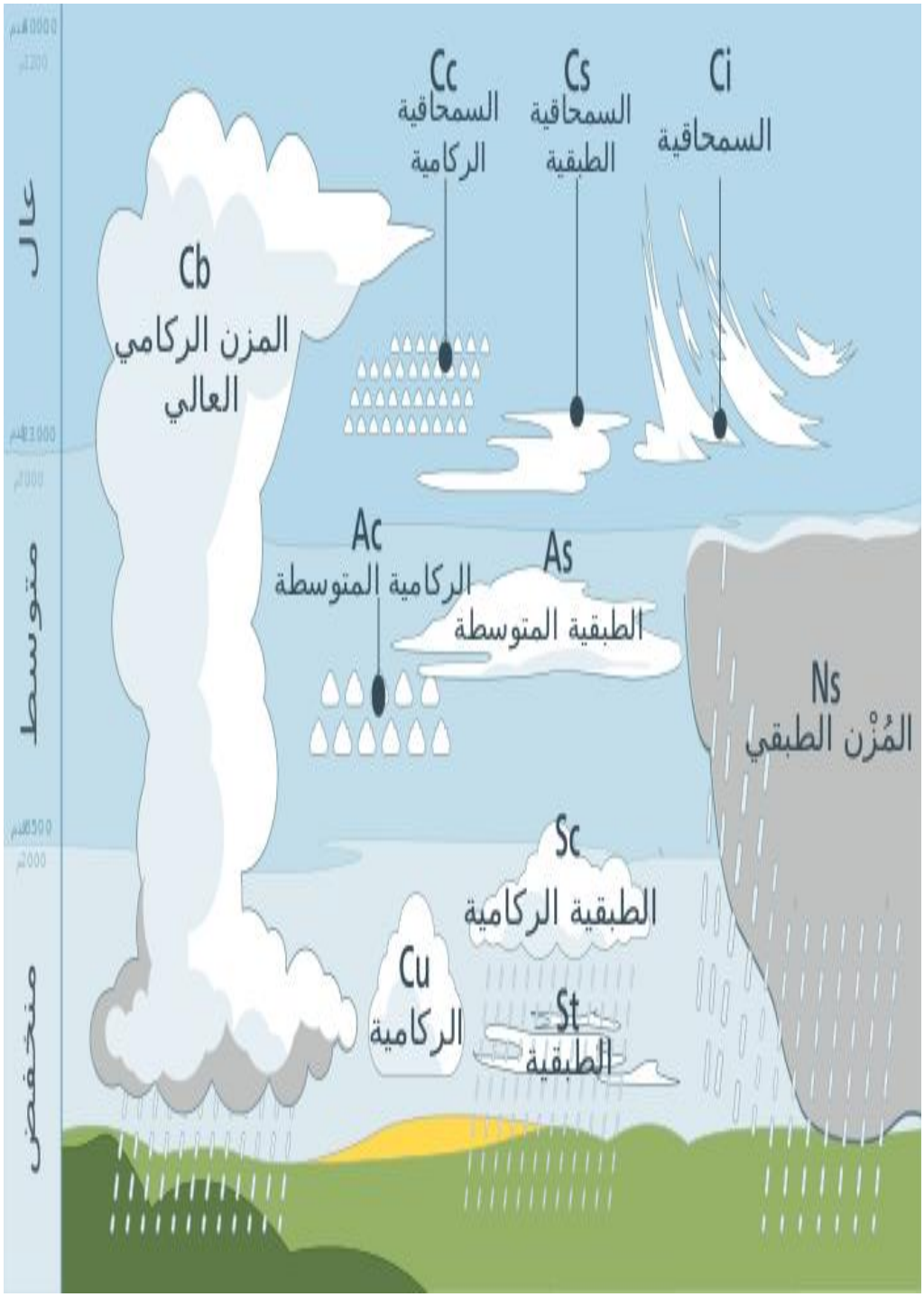
9. سحب الركام Cumulus(Cu)

قطع منفصلة كثيفة تكون حوافها الخارجية حادة ، تتطور عموديا على شكل ابراج او قلاع اجزاؤها العليا تشبه زهرة قرنابيط ضخمة سمكها من 0.5 الى 4 كم . وتتواجد على ارتفاعات 0.3 الى 1.5 كم واحيانا تشاهد على ارتفاع 1 كم . وهى عبارة عن قطيرات مائية نتيجة لصعود هواء دافئ (تيارات حمل) بسرعة 5م/ثانية.

10.سحب المزن الركامي Cumulonimbus(Cb)

ترافق العواصف الرعدية والتي قد تتجاوز سرعة 100كم/ساعة وتكون على شكل سحب منفصلة او جزءا من خط السحب قمتها العالية بيضاء بينما قاعدتها معتمة تماما سمكها من 2 الى 20كم. وتتكون من طبقتين السفلى تحتوي على قطيرات مائية والعليا على بلورات جليدية. وتنشأ نتيجة وجود رطوبة جوية كبيرة فضلا عن تيارات حمل حرارية شديدة.

والشكل التالي يلخص اجناس السحب



☒ رصد كمية السحب في السماء

ترصد كمية السحب في السماء ومقدار توزيعها في القبة السماوية على اساس تقسيم القبة السماوية الى ثمانية أقسام (النظام الثماني Octa) فاذا حجبت السحب قسما واحدا يقال ان ($\frac{1}{8}$) من السماء مغطى بالسحب ، وإذا حجبت قسمين يقال ان ($\frac{2}{8}$) من السماء مغطى بالسحب وهكذا .... وقد اتفق على تمييز اربع حالات او درجات رئيسية من مظهر السماء وفقا لكمية تغطيتها بالسحب والتى تتلخص بما يلي:

1. السماء الصافية Clear إذ لا تغطي السحب اكثر من ($\frac{1}{8}$) من السماء.
2. السحب المبعثرة Scattered ويتراوح غطاء السحب من (1) الى (4) اثمان من السماء.
3. السحب المتقطعة Broken ويتراوح غطاء السحب من (4) الى (7) اثمان.
4. السماء الملبدة Overcast تغطى السحب اكثر من (7) اثمان من السماء.

☒ السُّحُب وحالة الطقس

يدرس علماء الأرصاد الجوية السحب باهتمام، حيث إن بعض أنواع السُّحُب تظهر قبل العواصف. وفي كثير من الأحيان يتم التعرف على الجبهة الهوائية الساخنة أو نظام الضغط الجوي المنخفض بهذه السحب التي تكوّن تشكيلات غير متميزة لعدة أيام. ففي البداية تظهر على هيئة سمحاق هادئ (سحب رقيقة) من جهة الغرب، ثم تتكاثر بسرعة وتندمج ببعضها تدريجيًا مكونة سحبًا سمحاقية طبقية تغطي السماء، ثم تختفي وراء طبقة منخفضة من السحب الطخرورية الطبقية التي يزداد سمكها وتحجب الشمس. وقد يبدأ المطر أو الثلج بالسقوط منها. وتنخفض قاعدة السحب أكثر مع تحرك سحب الخسيف الطبقي مع المطر الشديد أو الثلج وتنشأ السحب الركامية والركامية المزنية

غالبًا من سحب الخسيف الطبقي. لذا يتضمن المطر زخات شديدة. ومع توقف العاصفة يتوقف المطر أو الثلج ولكن تبقى السماء ملبدة بسحب الركام الطبقي.

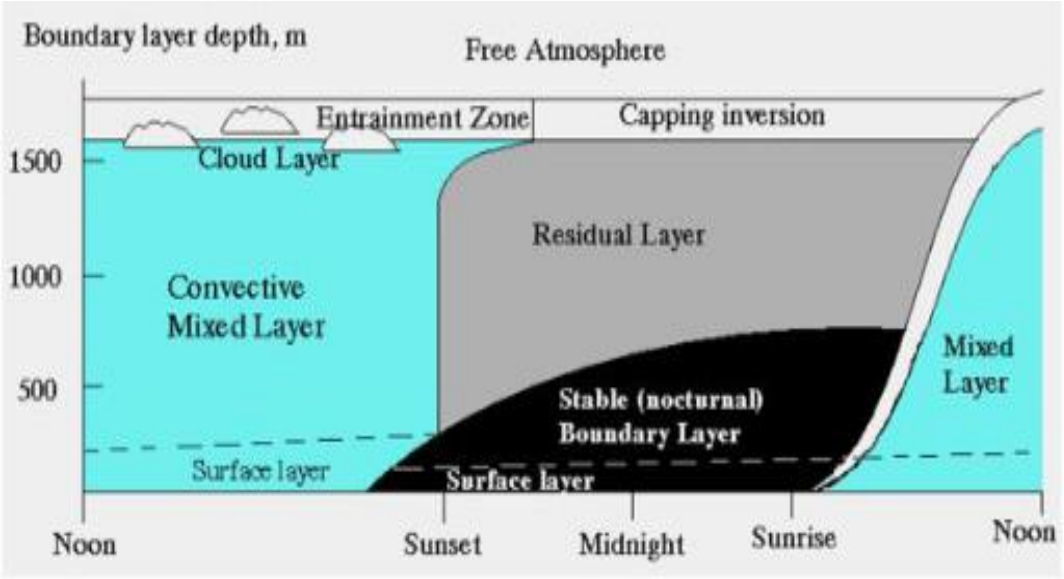
وتتكون السُّحُب من الجبهات الباردة بنظام مختلف. فغالبًا ما تظهر سُحُب متوسطة وأخرى مرتفعة قبل الجبهة، بحيث يتكون جدار عريض أمام الجبهة، يتكون من سُحب الركام، أو الركام المزني. فإذا مر هذا الجدار من الهواء البارد فوق سطح الأرض تنخفض درجة الحرارة، ويصحب هذا الانخفاض زخات من المطر الشديد. وعلى إثرها يتحوَّل اتجاه الريح في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، من الجنوب إلى الشمال الغربي. وتبقى كتل من الركام والركام الطبقي في مكانها لوقت قصير، بعد انقسام الخط الأمامي للسحب، وفجأة تنفرج السماء وتصفو.

وفي فصل الصيف من الممكن، غالبًا، مشاهدة تكوُّن العواصف الرعدية. وتكون السماء صافية في الصباح، والأرض باردة. وحينما يسخن سطح الأرض تتكون بعض السحب الركامية الصغيرة ثم تتضخَّم تدريجيًا وتنتشر، وتهطل قطرات الماء. ويستمر الركام في الانتشار، فتتكون في قمته كتلة في شكل السندان، تنتشر بدورها حتى تغطي الواجهة الرئيسية للسحب، فإذا هو الركام المزني، المصحوب عادة بالعاصفة الرعدية.

التسخين والتبريد. تؤثر السُّحُب في تسخين سطح الأرض وتبريدها. ومن الملاحظ أن الأيام الغائمة أشد برودة من الأيام التي تشرق فيها الشمس لأن السُّحُب تعكس أشعة الشمس إلى الفضاء الخارجي فلا تسخن الأرض. وفي الليل تؤثِّر السُّحُب على حرارة الأرض بشكل عكسي، حيث تنبعث الحرارة من الأرض إلى الفضاء الخارجي، ولذا تبرد الأرض. لكن السحب تعترض هذه الحرارة المنبعثة من الأرض، وتردها إليها من جديد. وهذا مايفسر ارتفاع درجة الحرارة في الليالي الغائمة أكثر من الليالي الصافية.

الاستقرار الجوي Atmospheric stability

قبل الحديث عن الاستقرار الجوى من عدمة لابد ان نتعرف على ما يسمى الطبقة الدنيا للغلاف الجوى او الطبقة الحدية Boundary layer - الطبقة التى نحيا فيها كما هى مبينه بالشكل التالي، ونقدم اهم ملامح تلك الطبقة والمتغيرات التى تجرى بها بصفة سريعة:



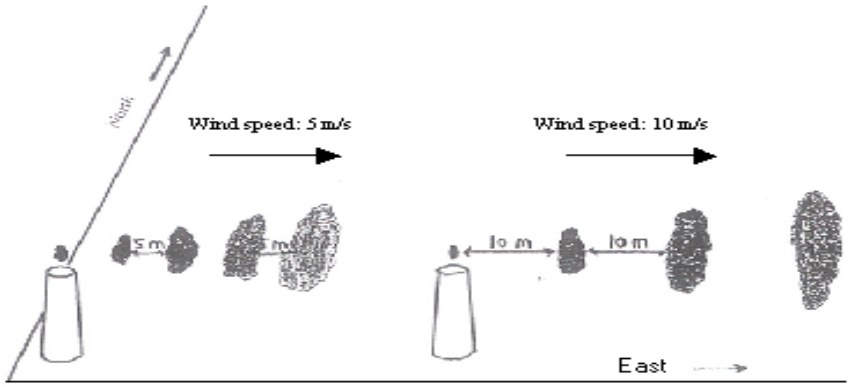
- هى الطبقة التالية لسطح الارض و فيها تظهر الحركة الدوامية .
- تتسبب الحركة الدوامية عن قص الرياح (تغير سرعة و إتجاه الرياح مع الارتفاع) و عن سخونة سطح الارض.
- يتراوح ارتفاع الطبقة الدنيا للغلاف الجوى بين 50 متر ليلا إلى 3000 متر نهارا.
- إذا بدأنا مع الشكل من اليسار عند الظهيرة فإن,
- إرتفاع الطبقة يكون فى أقصى مداه بسبب حرارة الارض التى تسبب تصاعد الهواء فى شكل دوامات متناهية الصغرفى ما يشبه غليان الماء.
- تنتقل خواص الهواء السطحى إلى أعلى حاملا معه حرارة الارض و بخار الماء و أيضا الملوثات.

عند المساء تبرد الارض و تهدأ الحركة الدوامية, يظهر ما يسمى بالانعكاس الحرارى. يصبح الهواء الملاصق للأرض أبرد مما فوقه فلا تنتقل الخواص رأسيا و إنما تبقى قريبة من السطح . عندما تشرق الشمس تبدأ الحركة الرأسية فى النشاط مرة أخرى.

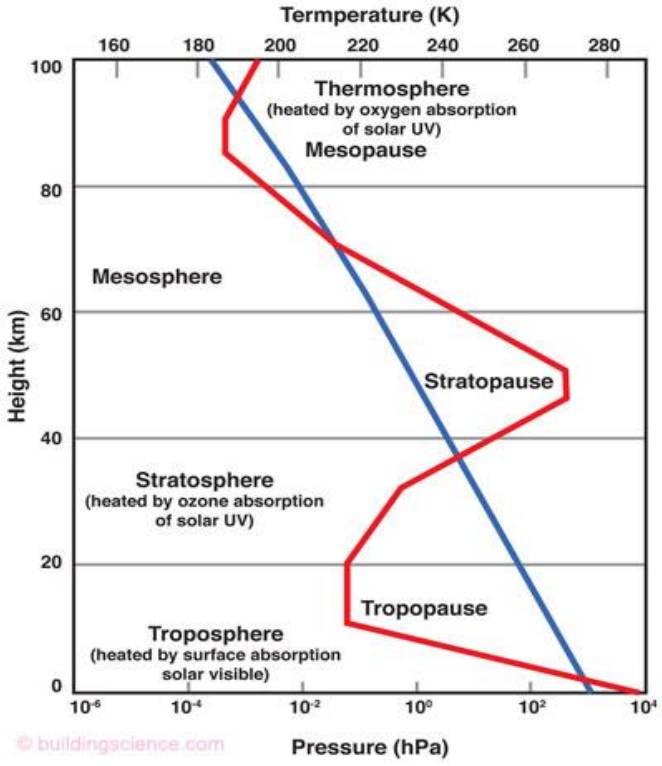
ملحوظة هامة أرتفاع الطبقة الدنيا للغلاف الجوى ليس من السهل قياسه أو التنبؤ به و لكن يحتاج إلى حسابات معقدة. يتم حساب إرتفاع الطبقة الدنيا بإستخدام نماذج رياضية للأرصاد الجوية.

ولمعرفة ما يتم داخل هذه الطبقة لابد من التعرض لبعض المفاهيم التى تتعلق بحركة الهواء وانتشاره وهذه الحركة هى المسئول الرئيسي والاساسى على انتشار الملوثات وانتقالها من مصادرها وخلطها بمكونات الغلاف الجوي وبالتالي يحدث لها التخفيف ومن ثم التهويه للجو المحيط بالكائنات الحيه وهذا التخفيف يختلف من مكان الى اخر ومن ظروف الى اخرى وهذا ما يمكن ان نستنتجه من خلال معرفتنا للمفاهيم التالية.

الحركة داخل الطبقة الحدية لسطح الارض نتقسم الى اتجاهين اتجاه افقي واتجاه راسى. فالحركة الافقية لمكونات الغلاف الجوى تتحكم فيها بصفة اساسية سرعة الرياح عند سطح الارض والشكل التالي يوضح الفرق بين حركة فى حالتين لسرعة الرياح الاولى فى حالة سرعة رياح تساوى 5م/ث والثانية 10م/ث وواضح من الشكل كلما كانت السرعة اكبر كانت انتقال مكونات الجو وملوثاتة اكبر والتخفيف افضل.



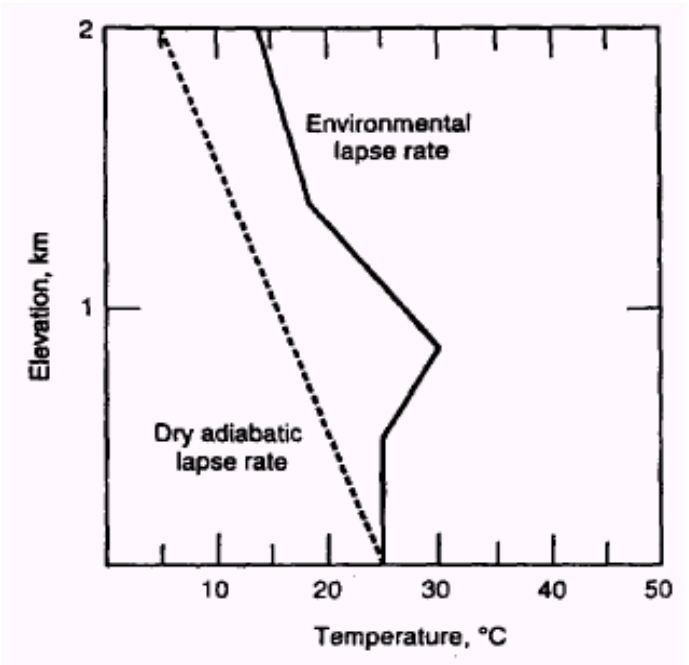
اما الحركة الراسية تتوقف بصفة اساسية على معدل تغير درجة الحرارة مع الارتفاع وهذا يمكن ان نتاوله كالتالي:



في طبقة التروبوسفير تتناقص درجة الحرارة كلما ارتفعنا إلى أعلى حتى نصل إلى ارتفاع حوالي عشرة كيلومترات. هذا النقص في درجة الحرارة يأتي نتيجة لنقص عملية تسخين الهواء من سطح الأرض كلما ارتفعنا , وكذلك فقد الهواء للحرارة بالإشعاع. يصل هذا

الانخفاض في درجة الحرارة إلى ذروته على الحدود الخارجية لطبقة التروبوسفير. ويطلق على هذا الانخفاض في درجة الحرارة مع الارتفاع معدل الانحدار Lapse Rate,

إذا فرضنا أن كتلة من الهواء الساخن الجاف قد صعدت إلى أعلى في جو جاف فإنها ستبرد نتيجة للتمدد الأديباتي Adiabtic Expansion . هذا النوع من التبريد ينتج عند معدل انحدار((-10 درجة كالفين لكل 1000 متر ويطلق عليه معدل الانحدار الأديباتي الجاف Γ) Dry Adiabatic Lapse Rate) أما معدل الانحدار البيئي Environmental Lapse Rate فهو الواقع الفعلي لتغير درجات حرارة الجو على ارتفاعات مختلفة وهو يختلف في كثير من الأحيان عن الانحدار في درجة الحرارة الأديباتي الجاف وأيضا الانحدار في درجة الحرارة العاديه, إلا أنه يعتبر المؤثر الفعلي على حركة الهواء إلى أعلى وبالتالي على تشتيت الملوثات.



إذا أجبرت كتلة هوائية على الصعود إلى أعلى تحت تأثير أي قوى خارجية حتى تصل إلى مستوى معين, ثم أزيل تأثير هذه القوى الخارجية فإننا سوف نجد احدى الحالات التالية:

1- جو مستقر: Stable Atmosphere

إذا عاد الهواء الصاعد إلى أعلى هابطا إلى مكانه الأصلي.

2- جو في حالة اتزان متعادل: Equilibrium Atmosphere

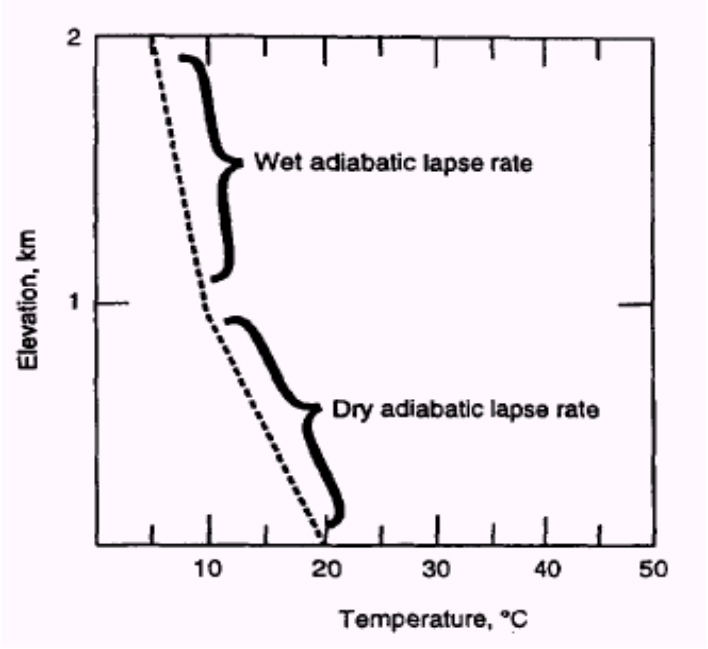
إذا بقي الهواء الصاعد إلى أعلى في مكانه.

3- جو غير مستقر : Unstable Atmosphere

إذا استمر الهواء الصاعد إلى أعلى في الصعود إلى أعلى مبتعدا عن مكانه الأصلي.

القواعد العامة للإستقرار وعدم الإستقرار الجوي:

إن الهواء في الظروف الجوية العادية يوجد إما في حالة عدم تشبع أو في حالة تشبع.



أولا: في حالة الهواء غير المشبع:

ان الهواء غير المشبع تقل درجة حرارته عند صعوده للأعلى بمعدل التناقص الحراري الذاتي الجاف 10°س/1 كم, فإذا كان معدل التناقص الحراري للوسط المحيط 13°س/1 كم فإنه في هذه الحالة يستمرالهواء الصاعد في الصعود إلى الأعلى ولا يميل للعودة إلى مكانه الأصلي وهنا يكون في حالة عدم استقرار وهذا هو شرط عدم الاستقرار الجوي للهواء غير المشبع.

بينما إذا كان معدل التناقص الحراري للوسط المحيط مثلا 8°س/1كم فإن الهواء في هذه الحالة يميل للعودة إلى مكانه الأصلي, وهنا يكون الهواء في حالة استقرار.

ثانيا : في حالة الهواء المشبع

ان الهواء المشبع تقل درجة حرارته عند صعوده للأعلى بمعدل التناقص الحراري الذاتي المشبع وهو 6.5°س/1كم, فإذا كان معدل التناقص الحراري للوسط المحيط 8°س/1كم فإنه في هذه الحالة يستمر الهواء الصاعد في الصعود إلى الأعلى ولا يميل للعودة إلى مكانه الأصلي, وهنا يكون في حالة عدم استقرار, بينما إذا كان معدل التناقص الحراري للوسط المحيط 4°س/1كم, فإن الهواء في هذه الحالة يميل للعودة إلى مكانه الأصلي, وهنا يكون الهواء في حالة استقرار.

يُحدد الاستقرار الحراري الجوي بدراسة الحالات الثلاثة التي قد تحدث لكتلة هواء ساخن تتحرك معزولة حرارياً عن الوسط المحيط بها كنظاماً اديباتياً كالتالي :

1) إذا كانت كتلة الهواء الدافئة تطلق في بيئة تقل فيها درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى أعلى وكان معدل انحدار درجة حرارة الكتلة أقل من معدل الانحدار الاديباتي $< \Gamma$ فإن كتلة الهواء ستصعد بسرعة لأنها أدفأ وأقل كثافة من محيطها ويشار إلى حالة الجو حينذاك على أنها غير مستقرة Unstable ونلاحظ عندئذ أن تشتت السحابة الملوثة يكون إلى أعلى .

2) إذا وجدت كتلة الهواء الدافئة في بيئة معدل الانحدار في درجة الحرارة بها يقارب معدل الانحدار الأديباتي (Γ = 0.98° - k/100 m) أي أن Γ = حيث للكتلة نفس حرارة وكثافة الهواء المحيط بها , فإن حالة الجو حينذاك تكون متعادلة (Neutral) ويؤدي هذا إلى بقاء كتلة الهواء في موضعها لعدم وجود قوة تزيحها عن مكانها .

3) أما إذا وجدت كتلة الهواء الدافئة في بيئة لاتتغير درجة حرارتها كلما اتجهنا إلى أعلى Isothermal وكان للكتلة معدل انحدار حراري مع الارتفاع أكبر من معدل الانحدار الأديباتي Γ > أي ستكون أكثر كثافة من الوسط المحيط بها , في مثل هذه الحالة يقال أن الجو مستقراً (Stable) مما يؤدي إلى تشتيت محدود للملوثات لأسفل .

ويعتبر هذا التصنيف تصنيفا عاما لأنواع الإستقرار الحراري الجوي, أما درجات ذلك الاستقرار فقد وضعه)(Pasquill) على شكل ست فئات تتدرج من خلالها درجات الاستقرار على النحو التالي:

A : شديد " عدم الاستقرار " (Extremely unstable).

B : معتدل أو متوسط " عدم الاستقرار " (Moderately unstable).

C : طفيف " عدم الاستقرار " (Slightly unstable).

D : متعادل (Neutral).

E : طفيف " الاستقرار " (Slightly stable).

F : معتدل " الاستقرار " (Moderately stable).

G : شديد " الاستقرار " (Extremely stable).

والجدول التالي يوضح كيفية تعيين تلك الفئات:

Relation of Turbulence Types to Weather Conditions					
A : Extremely unstable conditions			**D** : Neutral conditions*		
B : Moderately unstable conditions			**E** : Slightly stable conditions		
C : Slightly unstable conditions			**F** : Moderately stable conditions		
	Daytime Insolation			**Nighttime Conditions**	
Surface wind speed, (m/sec)	*Strong*	*Moderate*	*Slight*	*Thin overcast or ≥ 4/8 cloudiness***	*< 3/8 cloudiness*
<2	A	A-B	B		
2	A-B	B	C	D	F
4	B	B-C	C	D	E
6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D
*Applicable to heavy overcast, day or night **The degree of cloudiness is defined as that fraction of the sky above the local apparent horizon covered by clouds.					
(From *Meteorology and Atomic Energy* , D.H. Slade, ed., U.S. Atomic Energy Commission, 1968)					

ويمكننا تلخيص ما سبق كالتالي: القواعد الأساسية للإستقرار الجوي وعدم الإستقرار وهي:

1- شرط الإستقرار للهواء غير المشبع والهواء المشبع أن يكون معدل التناقص الحراري للوسط المحيط أقل من معدل التناقص الحراري الذاتي الجاف أو الذاتي المشبع.

2- شرط عدم الاستقرار للهواء غير المشبع والهواء المشبع أن يكون معدل التناقص الحراري للوسط المحيط أكبر من معدل التناقص الحراري الذاتي الجاف أو الذاتي المشبع.

الأحوال الجوية التي تسبب الاستقرار

1) برودة سطح الأرض وخاصة أثناء الليالي الصافية.
2) مرور هواء ساخن فوق سطح أرض باردة.
3) مرور هواء ساخن في طبقات الجو العليا فوق هواء بارد.
4) هبوط الهواء وخاصة في حالة التأثر بالمرتفعات الجوية.

الأحوال الجويةالتي تصاحب الإستقرار

1) عدم وجود التيارات الصاعدة او الهابطة.
2) عنما يكون الهواء رطبا فإن الاستقرار يساعد على تكوين الضباب عند السطح أو السحب الطبقية المنخفضة بالقرب من سطح الأرض.
3) إذا كان الهواء جافا فإن الاستقرار يساعد على تركيز الرمال والأتربة في الطبقات القريبة من سطح الأرض مما يساعد على تدني مدى الرؤيةالأفقية.

الأحوال الجوية التي تسبب عدم الاستقرار

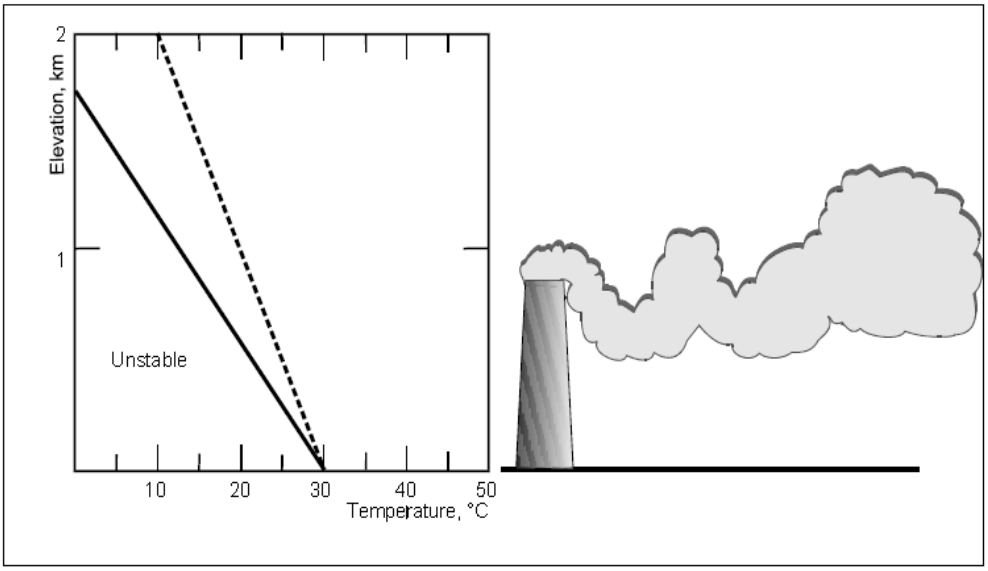
1) زيادة تسخين سطح الأرض بواسطة الإشعاع الشمسي فتتولد التيارات الهوائية الصاعدة والتي تسمى تيارات الحمل.
2) مرورهواء بارد فوق سطح أرض ساخن.
3) مرور كتلة هوائية باردة في طبقات الجو العليا فوق كتلة هوائية ساخنة.
4) أمام مقدمة الجبهات الباردة.
5) مع المنخفضات الجوية التي تسبب التيارات الهوائية الصاعدة.

الأحوال الجوية التي تصاحب عدم الاستقرار

1) وجود تيارات هوائية صاعدة.
2) وجود تيارت هوائية هابطة.
3) عندما يكون الهواء رطبا فإن عدم الاستقرار يساعد على تكون السحب الركامية والركام المزني وبالتالي حدوث العواصف الرعدية وحدوث الهطول على شكل زخات وقد يكون مصحوبا بالبرد أحيانا.
4) إذا كان الهواء جافا فإن التيارات الهوائية تتسبب في حدوث مطبات هوائية بالإضافة على أنها تساعد على إثارة الرمال والأتربة حسب طبيعة الأرض.

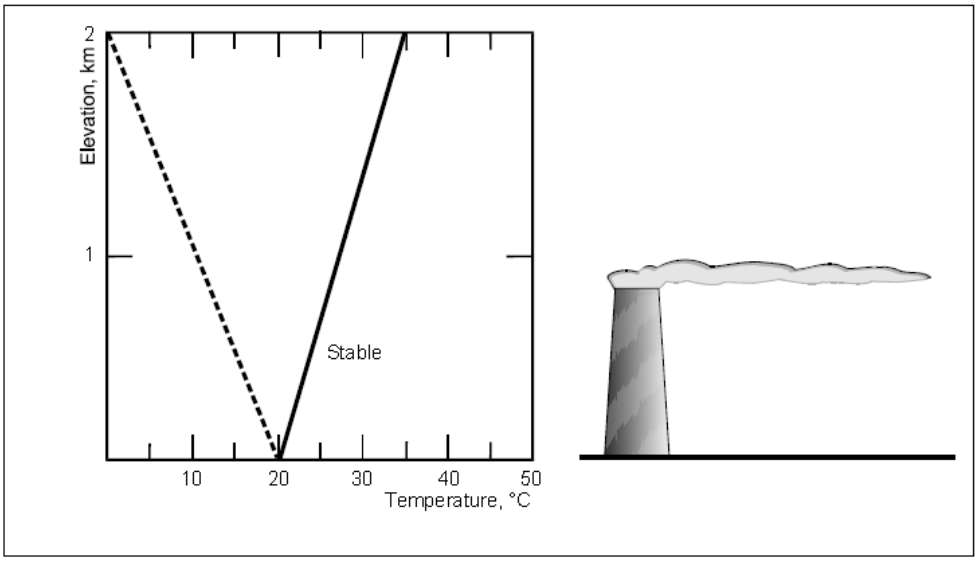
الاستقرارو شكل عمود الدخان

الاشكال التالية توضح شكل الدخان الذى يخرج من اى مدخنة ومن خلاله يمكنك معرفة حالة الجو المحيط



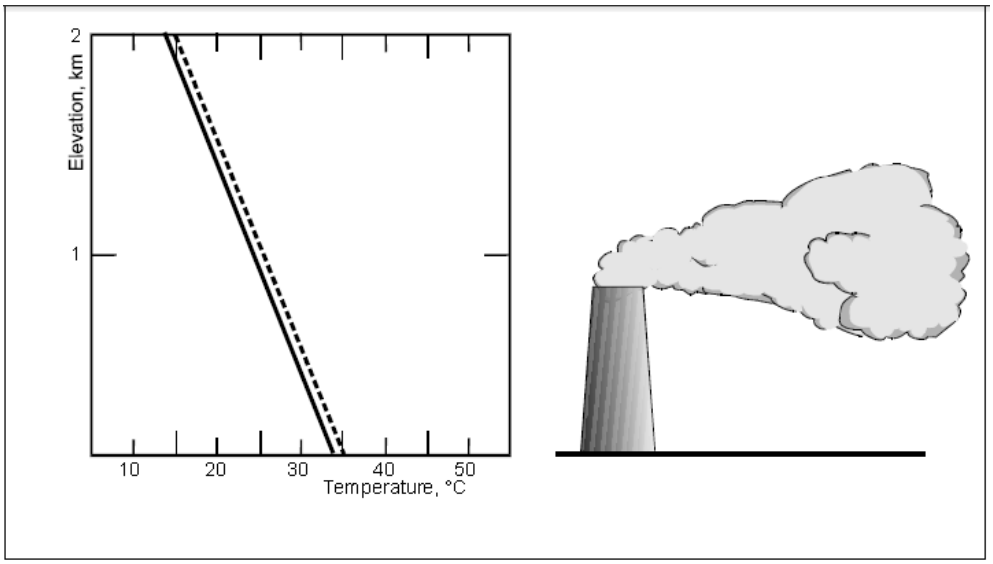
Looping plume

يصاحب هذا الشكل حالة عدم الاستقرار حيث تسيطر الحركة الدوامية وتعمل على تشتيت الملوثات.



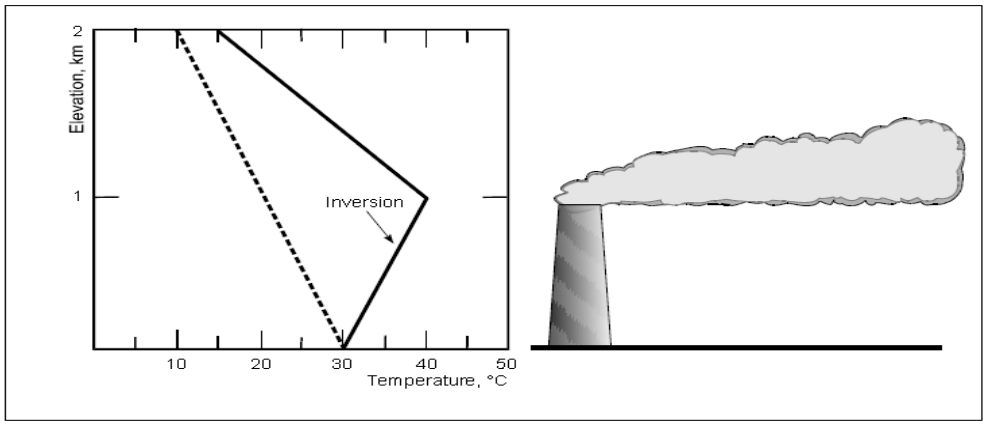
Fanning plume

يصاحب هذا الشكل حالة الاستقرار الذى يبدأ من سطح الارض



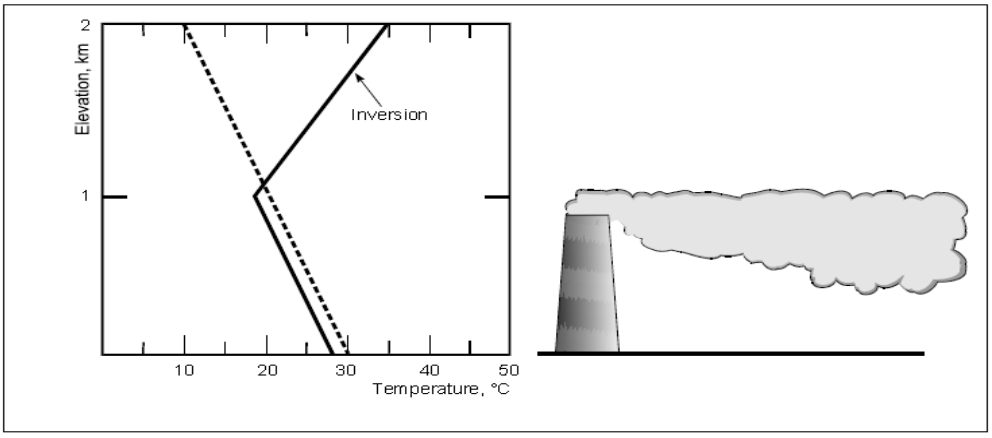
Coning plume

يصاحب هذا الشكل حالة التعادل أو المستقر إستقرارا بسيطا



Lofting plume

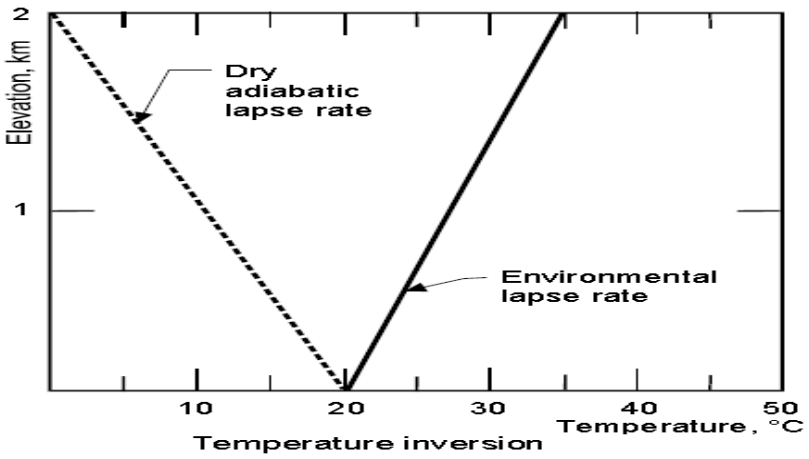
يصاحب هذا الشكل حالة وجود طبقة من عدم الاستقرار فوق طبقة الانقلاب الحرارى حيث تخرج الملوثات فوق طبقة الانقلاب الحرارى.



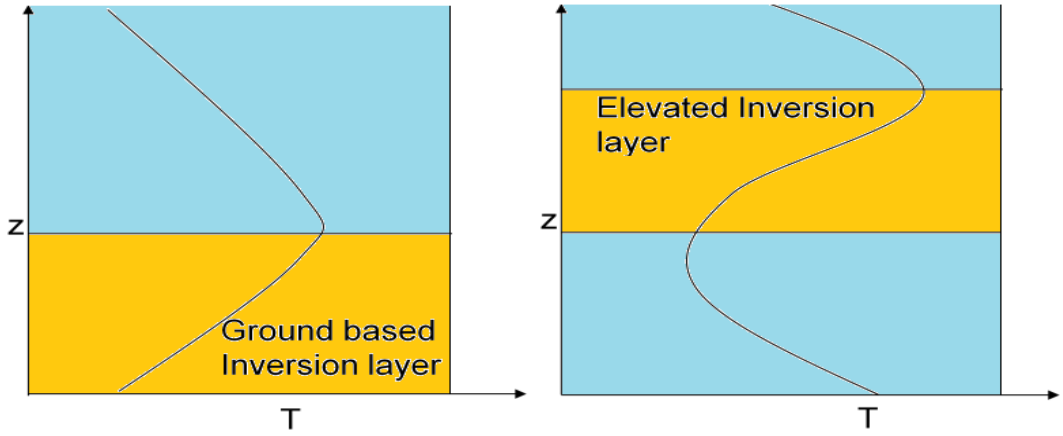
Fumigation

يصاحب هذا الشكل حالة وجود طبقة انقلاب الحرارى فوق طبقة تتميز بالتعادل حيث تخرج الملوثات تحت طبقة الانقلاب الحرارى.

وهنا لابد من نقدم مفهوم الانقلاب الحرارى Inversin فكما ذكرنا سابقا ان معدل الانخفاض الحرارى الاديابتيك هو معدل إنخفاض الحرارة صعودا إلى أعلى (حيث ينخفض الضغط الجوى تدريجيا) دون تبادل للطاقة مع الجو المحيط وهو يساوى 10 درجات مئوية لكل كيلومتر حينما تنعكس هذه الخاصية فى حالات تبريد الارض (ليلا) فان هذا يسمى إنعكاس حرارى او انقلاب حرارى.



يعد الانعكاس الحرارى يعد من أهم عوامل الاستقرار الجوى حيث تقل كثافة الهواء بشكل حاد كلما إرتفعنا عن سطح الارض مما ينتج عنه عودة كتلة الهواء مرة أخرى.



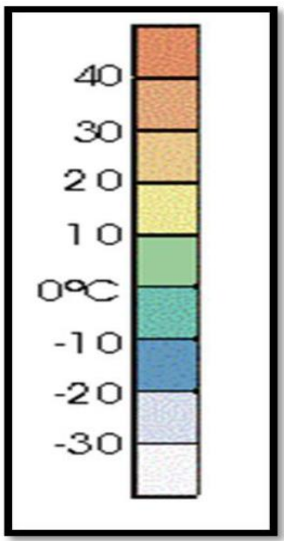
وله صورتين هما كما يضح من الشكل السابق اولا قد يبدأ الانعكاس الحرارى من سطح الارض أو يبدأ الانعكاس الحرارى عند مستوى مرتفع عن الارض ويرجع ذلك إلى سبب ظهور الانعكاس الحرارى.يعمل الانعكاس الحرارى على حبس الملوثات و عدم انتشارها رأسيا مما يؤدى إلى تراكمها بمرور الوقت و زيادة التركيزات مما قد يسبب أزمات التلوث الحادة.

خرائط الطقس

رموز خرائط الطقس:

تختلف رموز العناصر المناخية والظواهر الطقس المختلفة على الخرائط، وسوف نعرض بعضا منها حيث يكون من الصعوبة بمكان أن نتناول كل الرموز والمصطلحات الخاصة بخرائط الطقس والمناخ حيث يؤكد العلماء أنها تتجاوز ال 5 ألاف رمز وعلى أية حال تتمثل فى رموز كلا من:-

- درجة الحرارة.
- الضغط الجوي.
- الجبهات
- السحب
- التساقط



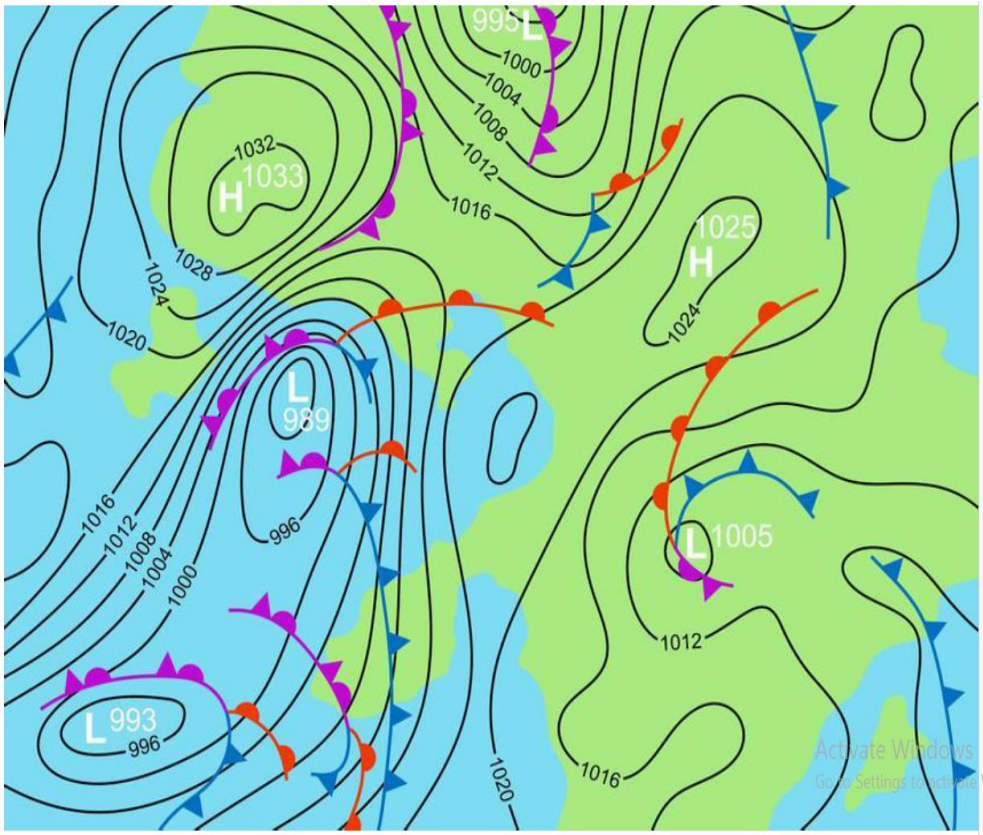
أولا: درجات حرارة الهواء

تتغير درجة حرارة الهواء من منطقة إلى أخرى، اعتمادا على الكتلة الهوائية حيث ان معظم خرائط الطقس تستخدم مقياس الألوان للإشارة إلى درجة الحرارة حيث يكون لون المنطقة من الخريطة يخبرك بدرجة الحرارة فى تمك المنطقة وتسمى ودرجة الحرارة(الأيسوثرم) .

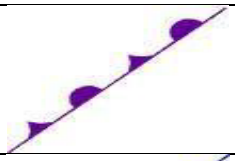
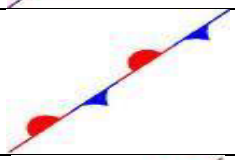
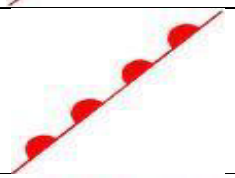
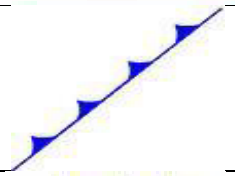
ثانيا: نظم الضغط الجوي

يرمز بنظام الضغط المرتفع عادة برمز واضح (H) ويكون لونها زرقاء على الخرائط، ويتكون نظام الضغط العالى فى الهواء وتبريده الثقيل التى لا يمكن أن ترتفع مع وجود تيارات هوائية هابطة وأما نظام الضغط المنخفض فيعنى عادة بالطقس العاصف غير المستقر ويرمز له برمز (L) ويكون لونها على خرائط الطقس والمناخ باللون الأحمر كما بالشكل ، حيث يدل على وجود نظام ضغط منخفض فى ظل ظروف مناخية معينة.

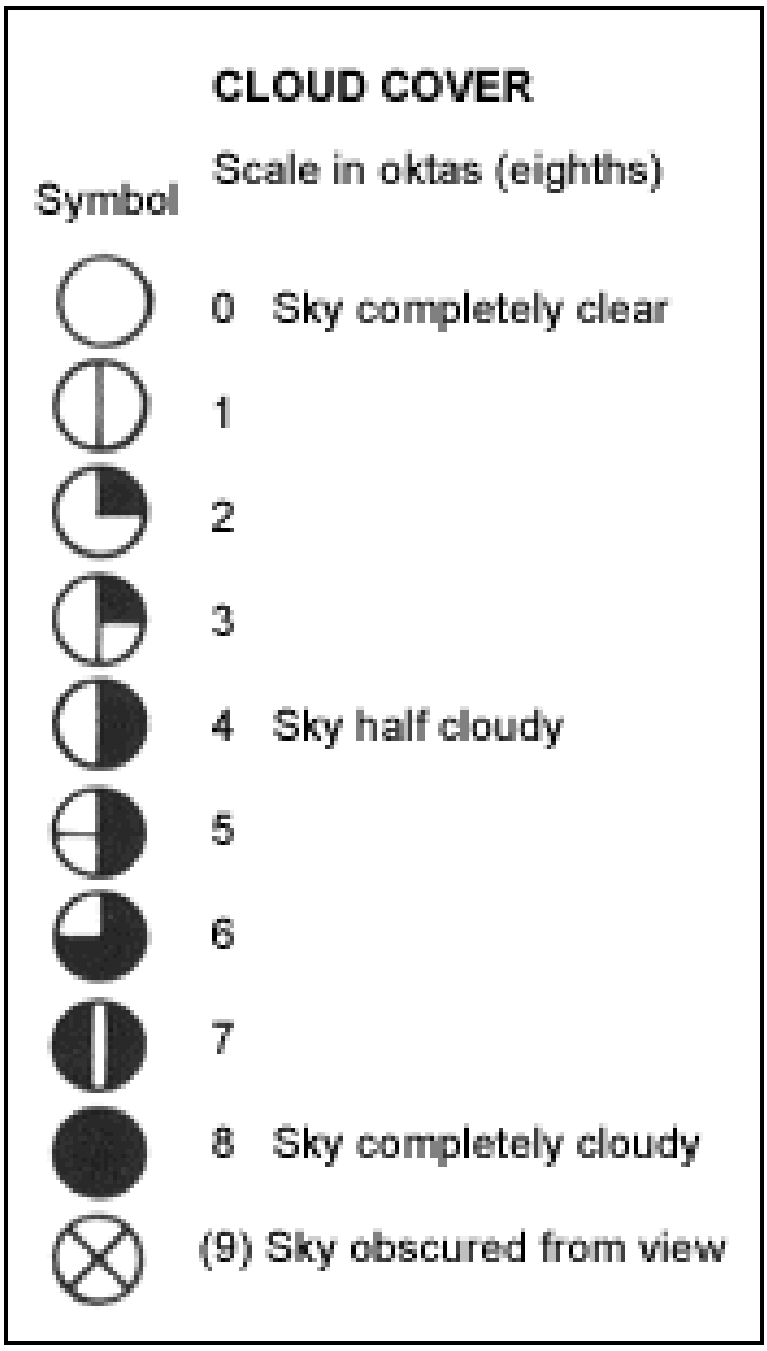
خطوط الأيسّوبار للضغط الجوي



ثالثا: الجبهات الهوائية

جبية مسدودة (محبوسة) Occluded Front	
جبهة ثابتة او ساكنة Stationary Front	
جبهة ساخنة سطحية Surface Warm Front	
جبهة ساخنة فى المرتفعات (علوية) Upper Warm Front	
جبهة باردة سطحية Surface Cold Front	
جبهة باردة فى المرتفعات (علوية) Upper Cold Front	
المغطي الجبهي	
خط الجاف Line Dry	

رابعا: السُحب


CLOUD COVER
Scale in oktas (eighths)
Symbol
0 Sky completely clear
1
2
3
4 Sky half cloudy
5
6
7
8 Sky completely cloudy
(9) Sky obscured from view

خامسا: التساقط

الظاهرة	رمز	كثافة		
		خفيف	معتدل	ثقيلة
مطر				
ثلج				
رذاذ				
التلج دش				
تجميد المطر				
رذاذ متجمد				

سادسا: رموز العواصف الثلجية والرملية

كيفية قراءة خرائط الطقس السطحية

درجة حرارة الهواء:

الرقم إلى أعلى اليسار من كل محطة هى درجة حرارة الهواء فى درجة فهرنهيت(على خرائط الولايات المتحدة)أو درجة مئوية(بالنسبة للبلدان الأخرى.)

الضغط الجوى:

أما عن وضع الضغط الجوى فى المحطة النموذجية فيكون فى الجزء العلوى الأيمن عند رسمها، حيث يتم تعديل هذه القراءة وأن يظهر الضغط كما لو كانت محطة عند مستوى سطح البحر النموذجى هو أكثر قليلا من1000 مليبار، حيث يتم اضافة رقم أو رقمين(والتى هى دائما " 10 " أو" 9 ") وحذف الفاصلة العشرية قبل الرقم الأخير.

وعلى سبيل المثال رمز" 085 " يعنى 1008.5 مليبار، بينما سيكون رقم 995.4 954 مليبار.

نقطة الندى:

توضع فى شكل عدد إلى اليسرى السفلى من كل محطة هى درجة الحرارة نقطة الندى بالفهرنهيت(على خرائط الولايات المتحدة)أو بالدرجة المئوية (بالنسبة للبلدان الأخرى .)ونقطة الندى تعبر عن قياس الرطوبة، ويبين كم كانت لتبريد الهواء للحصول على الرطوبة النسبية من 100 فى المئة، وأعلى نقطة الندى يوضع حالة الطقس الحالية.

الغيوم والرياح:

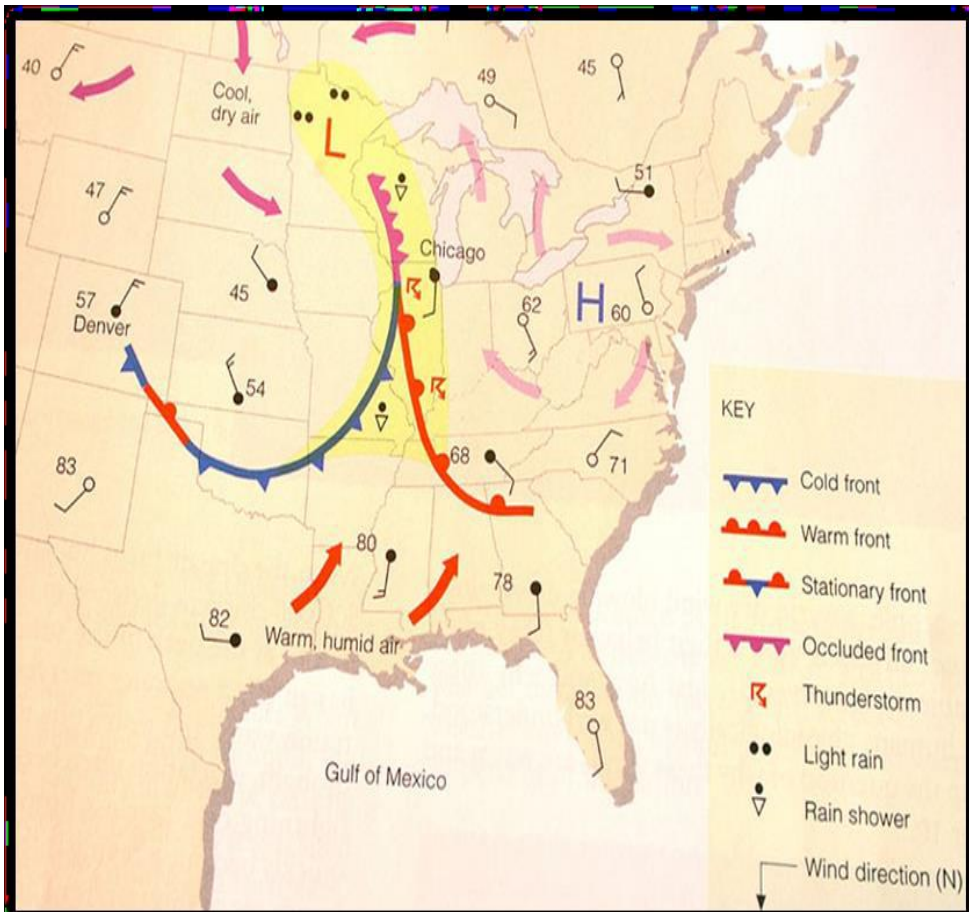
ففى الوسط ترسم دائرة حسب وضعها فى المحطة الجوية خارج منها اتجاه وسرعة الرياح فى المحطة، أما السحب فترسم فى أعلى وأسفل.

اتجاه وسرعة الرياح:

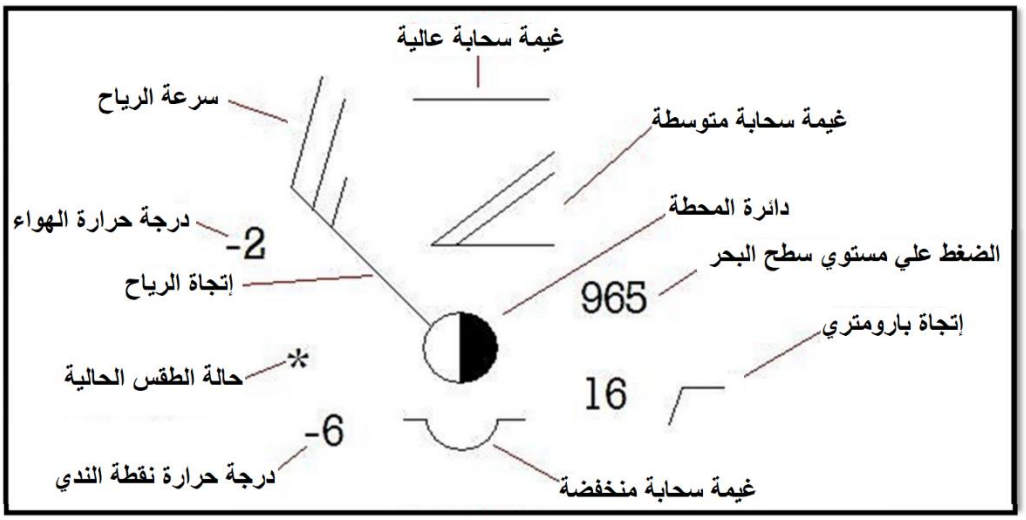
السرعة بالعقدة	الرمز	السرعة بالعقدة	الرمز
5		10	
15		20	
25		30	
35		40	
45		50	
55		60	
100		105	

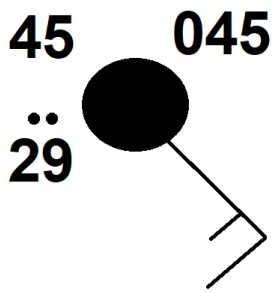
أسئلة استرشادية

حلل خرائط الطقس التي أمامك



حلل محطة الرصد الجوي



البيانات محطة السطحية	
• درجة الحرارة 45 درجة فهرنهيت • نقطة الندي 29 درجة فهرنهيت • الضغط الجوي 045 (1004.5 ملي بار) • والرياح 15 عقدة • الطقس المطر الخفيف	

الرموز الصورية في الرصد الجوي

غائم جزئي	غائم	معتدل
أمطار مخلوطة بالثلوج	مطر	زخات ثلجية
لطيف	بارد نسبي	بارد
ثلوج	أمطار رعدية	امطار خفيفة

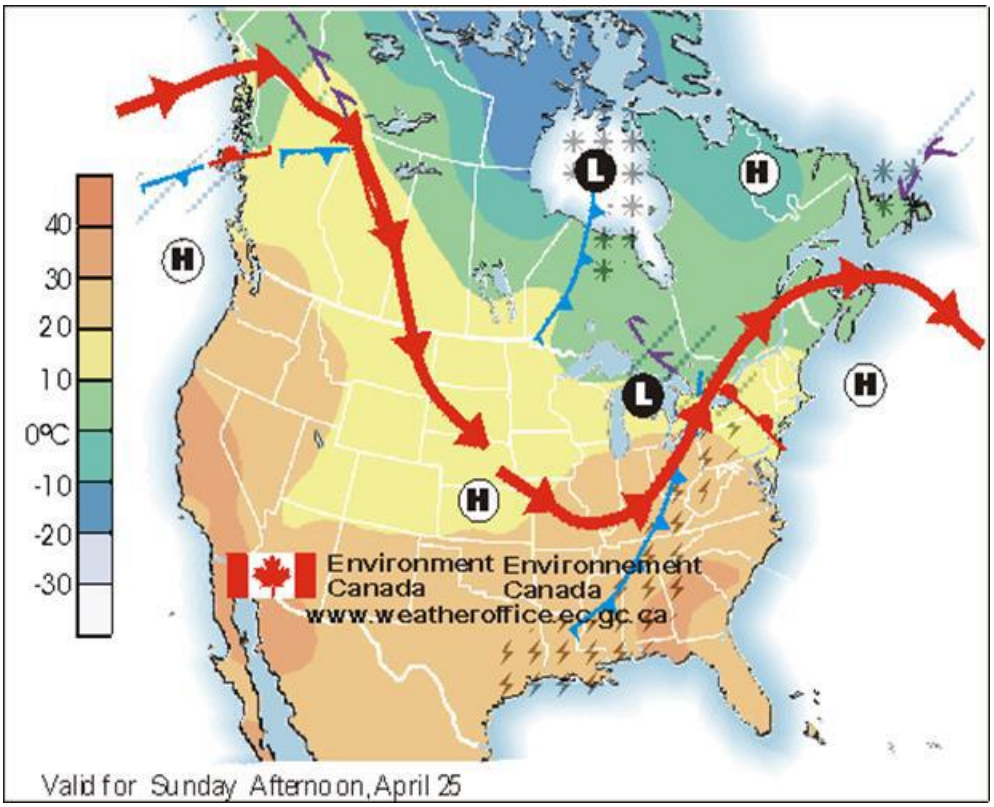
صيفي عادى	حار	حار نسبي
رياح قوية	بارد جدا	دافيء
مغبر	دافئ نسبى	حار جدا
ضباب	تجمد	صقيع

رموز طائرة ستريم أو التيار النفاث:

تيار النفاث هو عبارة منطقة ضيقة جدا من الهواء تتحرك بسرعة، وتعد التيارات الهوائية سبب اصطدامها بشكل كبير على علو شاهق .

وعندما تصطدم هذه الكتل الهوائية لأنها تخلق منطقة ضيقة من الهواء تتحرك بسرعة كبيرة(أكثر من 400 كم/ ساعة) . و للتيار النفاث هواء يتحرك من الشمال من الكتل الهوائية القطبية، وبالتالى يكون تيار الهواء شديدة البرودة بوجه عام.

التيار النفاث في الولايات المتحدة الأمريكية:



علم الفلك *Astronomy*

مقدمة عن علم الفلك:

كلمة astronomy "قانون النجوم" أو "ثقافة النجوم". وهي مشتقة من الكلمة اليونانية astronomia، من الكلمتين: astron وتعني "نجمة" وnomos وتعني "قانون أو ثقافة". وعادةً يمكن استخدام مصطلح "علم الفلك" أو "الفيزياء الفلكية" للإشارة لهذا العلم.

ووفقاً لتعريفات القواميس الدقيقة، يشير "علم الفلك" إلى "**دراسة الأجسام والمواد الموجودة خارج الغلاف الجوي ودراسة خصائصهم الفيزيائية والكيميائية**".

بينما تشير "الفيزياء الفلكية" إلى **فرع من فروع علم الفلك الذي يهتم بـ"الخصائص الفيزيائية والسلوكية والعمليات الديناميكية للأجسام والظواهر السماوية"**.

وحيث أن معظم الأبحاث الفلكية الحديثة تتعامل مع مواضيع فيزيائية، يمكن أن يطلق على علم الفلك الحديث بالفيزياء الفلكية.. ويمكن أن تستخدم العديد من الأقسام الباحثة في هذا الموضوع مصطلحي "علم الفلك" و"الفيزياء الفلكية"، وذلك يعتمد جزئياً على ما إذا كان القسم مرتبط تاريخياً بقسم الفيزياء. ونجد أن هناك كثير من الفلكيين المحترفين قد حصلوا على درجات علمية في علم الفيزياء.

وتكون علم الفلك في العصور المبكرة من الملاحظات والتنبؤات حول حركة الأجسام التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة.جمَّعت الثقافات القديمة قطع أثرية ضخمة ذات أغراض فلكية، وذلك في بعض الأماكن مثل ستونهينج.ويمكن توظيف تلك النقاط الرصدية لتحديد الفصول، بالإضافة إلى الاستخدامات الاحتفالية. وهو عامل مهم لمعرفة متى يمكن زراعة المحاصيل، وفهم طول العام.

وقبل اختراع التليسكوب، كانت الدراسات المبكرة للنجوم تجرى من خلال أماكن الرصد المتاحة في ذلك الوقت، مثل البنايات والأراضي المرتفعة باستخدام العين المجردة. ومع تطور الحضارات، تم تجميع نقاط الرصد الفلكية في كل من العراق القديمة، اليونان، ومصر، وبلاد فارس، ووحضارة المايا في أمريكا الجنوبية، والهند، والصين، والنوبة[6]،علم الفلك في الإسلام خلال العصور الوسطى والعالم الإسلامي، بالإضافة إلى طرح أفكار حول طبيعة الكون.وشملت معظم علوم الفلك المبكرة رسم الخرائط لمواقع النجوم والكواكب، وهو علم يطلق عليه علم القياسات الفلكية.ومن خلال هذه الملاحظات، تم تكوين أفكار مبدئية حول تحركات الكواكب، بالإضافة إلى الأفكار الفلسفية لطبيعة الشمس، والقمر، وكوكب الأرض في الكون.وكان يعتقد بأن كوكب الأرض هو مركز الكون، وأن الشمس والقمر والنجوم تدور حوله.ويعرف ذلك الاعتقاد بالنموذج الهندسي لمركزية الأرض.

وظهرت العديد من الاكتشافات الفلكية المهمة قبل تطبيق استخدام التليسكوب. فعلى سبيل المثال، قدر علماء الفلك الصينيون انحراف مسير الشمس في عام 1000 قبل الميلاد. واكتشف علم الفلك البابلي الكلدانيون أن الخسوف القمري يحدث داخل دائرة متكررة تسمى دورة الخسوف بدائرة الخسوف. وفي القرن الثاني قبل الميلاد، قدر هيبارخوس والفلكيون العرب حجم القمر والمسافة بينه وبين كوكب الأرض.اكتشف عالم الفلك الفارسي أزوفي في عام 964 مجرة المرأة المسلسلة، وهي أقرب مجرة لدرب اللبانة، وهو أول من وصفها في كتاب النجوم الثابتة. ولاحظ عالم الفلك العربي علي ابن رضوان والفلكيون الصينيون في عام 1006 المستعر الأعظم SN 1006، وهو أكثر الأحداث النجمية سطوعاً من حيث القدر الظاهري في التاريخ.

نحصل على المعلومات في علم الفلك عادةً من خلال تحديد وتحليل الضوء المرئي أو أي نوع آخر من الإشعاع الكهرومغناطيسي. ويمكن أن ينقسم علم الفلك الرصدي طبقا

لمنطقة الطيف الكهرومغنطيسي. ويمكن مشاهدة بعض أجزاء الطيف من على سطح كوكب الأرض، بينما لا يمكن مشاهدة البعض الآخر إلا من مرتفعات شاهقة أو من الفضاء.

وتعدّدت **فروع علم الفلك** بتطوّر أساليب البحث وتقنيات الرّصد وتقدّم العلوم الأخرى. إذ أنّ علم الفلك علم شامل، والباحث فيه عليه إتقان الرّياضيات والفيزياء بالخصوص، ولكن كذلك الكيمياء وحتّى البيولوجيا (لمن يريد دراسة إمكانية الحياة على سطح الكواكب الأخرى مثلا). والرّاصد عليه إتقان تقنيات عديدة كالإلكترونيك والحاسوب مثلا. ومن أهمّ فروع علم الفلك الحديث نذكر فيما يلي بعض الأمثلة القليلة:

1. قياس مواقع النّجوم (Astrometry): و هو الفرع الّذي يرمي إلى قياس مواقع النّجوم في السّماء بدقّة كافية ورصد تحرّكاتها.
2. الميكانيك السّماوية (Celestial Mechanics): يهدف إلى رصد حركة الكواكب والأقمار في مجموعتنا الشّمسية والتنبّؤ بهذه الحركة في ظلّ قانون الجاذبية. وهو علم دقيق جدّا، إذ يمكن من خلاله حساب زمن خسوف القمر بدقّة، وهذا عشرات السّنين قبل حدوثه.
3. الفيزياء الفلكية (Astrophysics): والّتي تضم العديد من الشّعب كدراسة طبيعة الكواكب وفيزياء النّجوم ودراسة تكوين الأبنية الكبرى ودراسة محيط ما بين النّجوم...
4. فيزياء الكون (Cosmology): و هو يدرس الكون بمجمله وبجميع مكوّناته بنظرة شاملة، ويهدف إلى دراسة تكوينه ومستقبله، وهو علم يشهد حاليا إقبالا واهتماما كبيرين من طرف الفلكيين.

و الباحث في علم الفلك الحديث عليه أن يختصّ في واحدٍ من هذه الفروع إختصاصا عميقا، إذ أنّ كلّ فرع يكاد يشكّل لوحده علما منفردا ! ولكن مع هذا فإنّ عالم الفلك

عليه معرفة المفاهيم الأساسية في جميع الفروع الأخرى الّتي لا تزال مرتبطة على كلّ حال.

وفيما يلي نقدم شرح بشيء من التفصيل لبعض المواضيع التى تتعلق بعلم الفلك :

الأجرام الفلكية

الناظر إلى السماء في ليلة صافية قليلة الأضواء، قد يظن أنه يرى أجراماً سماوية لها خصائص متشابهة وتتحرك بطريقة متشابهة أيضاً. ولكن الأمر غير ذلك فهي أجرام مختلفة في الخصائص والحركة. ولكن المراقب يراها تتحرك تقريباً مجتمعة (ما عدا الشهب والنيازك) كل ليلة من الشرق إلى الغرب بسبب حركة الأرض حول محورها. وعند مراقبة بعضها كل ليلة تجد موقعها ثابتاً بالنسبة إلى الأجرام التي حولها والبعض الآخر يتحرك وبسرعات مختلفة. بعضها شديد الإضاءة والبعض الآخر قليل الإضاءة، بعضها شديد الوميض والبعض قليل الوميض. وقد تشاهد في بعض الأحيان بعض الأجرام السماوية له ذنب. كما تجد البعض يعيد دورته في فترة قصيرة والآخر في فترة أطول.

وسنقوم بتقسيم الأجرام الفلكية بحسب حركتها الظاهرية التي نشاهدها من على سطح الأرض إلى:

أ- **النجوم** : وهي الأجرام التي تكون شبه ساكنة بالنسبة للأجرام التي حولها وفي الحقيقة هي ليست ساكنة وإنما تبدو كذلك بسبب بعدها. حيث أن أقرب نجم لنا ألفا قنطوروس-رحل الجبار- يبعد أربع سنوات ضوئية (٤×١٠^{١٣} كلم). وكانت تسمى سابقاً الثوابت. ويمكن اعتبار السدم(nebulae) وبقايا انفجارات النجوم من النجوم.

ب- **الكواكب وبعض المذنبات** : وهي التي يختلف موقعها بالنسبة للأجرام الفلكية بسبب حركتها حول الشمس وقربها من الأرض. وتكون ملاحظة وأسرع بكثير من النجوم وتختلف سرعتها ومساراتها. وكانت تسمى السيارة، أوالآلهة عند بعض الأقوام السابقة.

جـ- **الشمس** : وهي أقرب النجوم لنا ولكن وبسبب شدة ضوءها وبسبب الغلاف الجوي المحيط بالأرض والذي يؤدي إلى انتشار الشعاع فإن الأجرام الفلكية لايمكن رؤيتها عند وجود الشمس. وأما لو استطعنا أن نرى النجوم مع وجود الشمس فإن الشمس تكمل دورة واحدة كل سنة شمسية بالنسبة لخلفيتها من النجوم شبه الثابتة والتي تشكل الأبراج(zodiac).

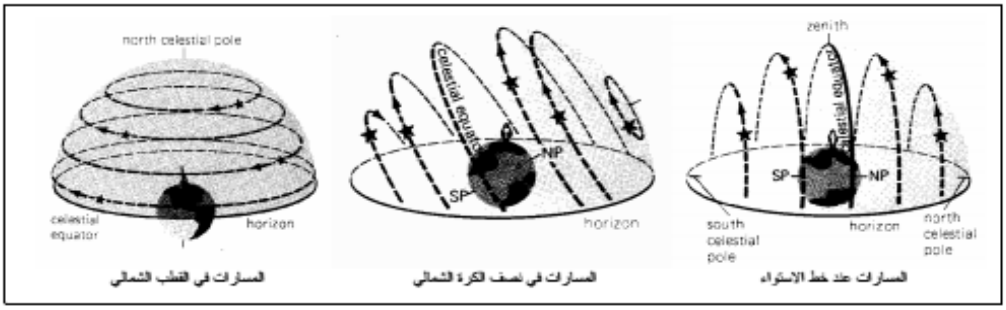
د- **القمر**: وهو التابع الوحيد للأرض ويكمل دورة ظاهرية كل ثلاثين يوماً تقريباً أي أنه أسرع في تغيير موقعه بالنسبة للنجوم من الشمس واالكواكب. وينشأ عن ذلك تغير موقعه وأطواره كل ليلة كما أن منازله تتغير من شهر لآخر ومن سنة لأخرى.

منشأ حركة الأجرام الفلكية وتحديد مواقعها

بعد دراسة أقسام الأجرام الفلكية من ناحية سرعتها الظاهرية في الدرس الأول، سندرس في هذا الدرس حركات الأرض المختلفة وأثرها في حركة الأجرام الفلكية. وباختصار يمكن القول: **إن حركة الأجرام الفلكية تنشأ نتيجة لحركات الأرض وحركة الجرم الفلكي ذاته.**

حركات الأرض

١- حركتها حول محورها : من الغرب إلى الشرق أي عكس عقارب الساعة للمشاهد من القطب الشمالي (north pole) ، وينشأ عن ذلك شروق الأجرام الفلكية من الشرق إلى الغرب يومياً، بينما يبقى النجم الذي يقع مباشرة على القطب (النجم القطبي-Polaris) ثابتاً والأجرام الفلكية تدور حوله. ويكون محور دوران الأرض حول نفسها عمودياً عند الدائرة الاستوائية (equator). وتختلف مسارات الأجرام الليلية بحسب اختلاف زاوية دائرة العرض الجغرافي (latitude)، شكل ٢-١.



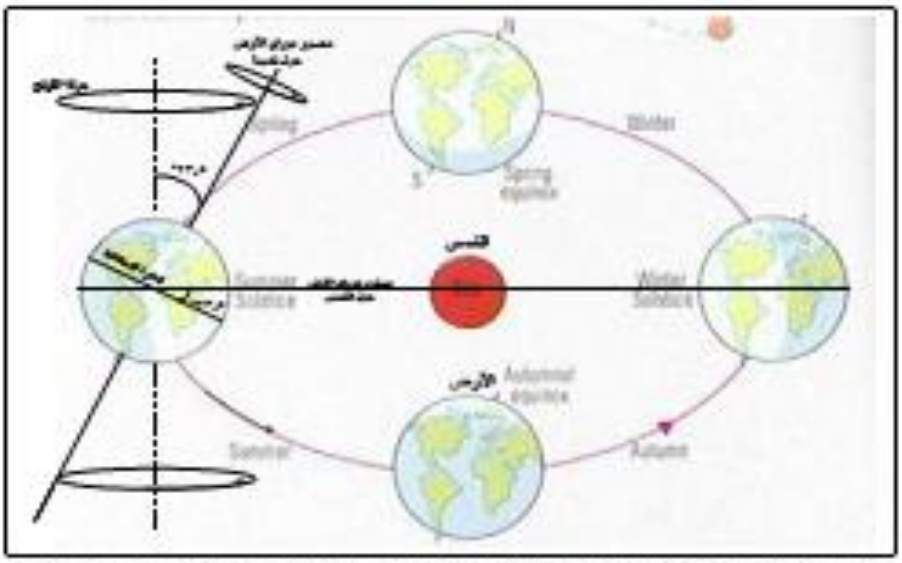
شكل ٢-١: مسارات الأجرام الفلكية التي تتحرك فيها كل ليلة من الشرق إلى الغرب والتي تختلف باختلاف دائرة العرض

٢- حركتها حول الشمس : حيث تدور(عكس عقارب الساعة للمشاهد من شمال المجموعة الشمسية) كل سنة شمسية (٣٦٥,٢٥ يوم) بسرعة ٢٩,٨كلم في الثانية. وينشأ عن ذلك دوران المجموعات النجمية (constellations) والبروج (zodiac) الشمسية المختلفة التي تكون خلفية للشمس. مما يكون مساراً دائرياً للشمس يسمى فلك البروج (ecliptic). وتصنع الدائرة الاستوائية زاوية مقدارها ٢٣,٥ درجة تقريباً مع مستوى دوران الأرض حول الشمس. شكل ٢-٢.

٣- حركة الترنح: حيث إن محور دوران الأرض حول نفسها يدور حول المحور العمودي على فلك (مستوى) البروج، مرة كل ٢٥٨٠٠ سنة مما يغير من النجم الذي يقع على المحور الشمالي ويغير مواقع المجموعات النجمية وتأثير هذه الحركة على حركة الأجرام الفلكية مهمل لطول الفترة التي تستغرقها الأرض لإكمال الدورة ولكن له تأثير على التقويم على مدى السنوات الطويلة كما سندرس في موضوع التقويم. شكل٢-٢.

٤- الحركة الاهتزازية: وهي الاهتزاز في حركتها حول الشمس بسبب جاذبية القمر الذي يدور حولها، و تأثيرها مهمل على مواقع الأجرام الفلكية.

٥- حركة المجموعة الشمسية حول مركز المجرة: حيث إن المجموعة الشمسية تدور حول مركز المجرة بسرعة كبيرة ٢٥٠ كلم في الثانية، لتكمل دورة كل ٢٥٠ مليون سنة، شكل١-٣. وبما أن المجموعة الشمسية تتحرك بمجتمعة فليس لهذه الحركة أثر على مواقع القمر والكواكب، وأما النجوم فبسبب بعدها الكبير، فإن أثر هذه الحركة مهملٌ أيضاً.



شكل ٢-٢: حركات الأرض حيث تدور الأرض حول الشمس وحول نفسها و كذلك محورها يدور حول المحور العمودي على مستوى دورانها حول الشمس أو على فلك البروج (حركة الترنح).

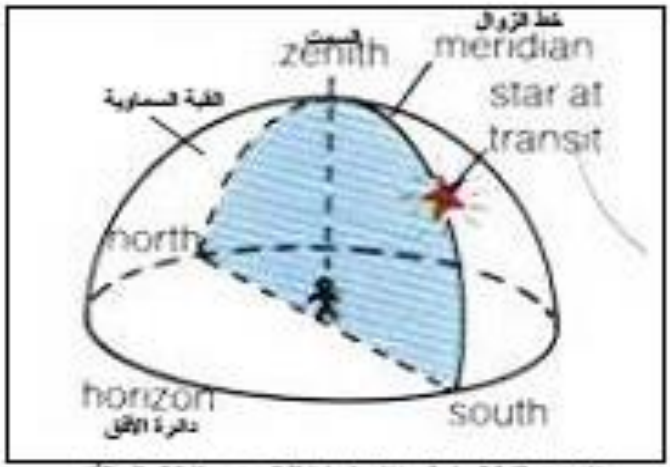
القبة السماوية (الكرة السماوية celestial sphere)

القبة السماوية أو الكرة السماوية وهي عبارة عن كرة تخيلية تقع الأرض في مركزها. ولتسهيل تحديد مواقع الأجرام الفلكية يمكن اعتبار الأجرام تقع عليها. والجزء الذي يقع فوق الأفق (horizon) يكون على شكل قبة تسمى القبة السماوية. وتتكون تلك الكرة من نقاط وأدلاك (مسارات) اصطلاحية أهمها:

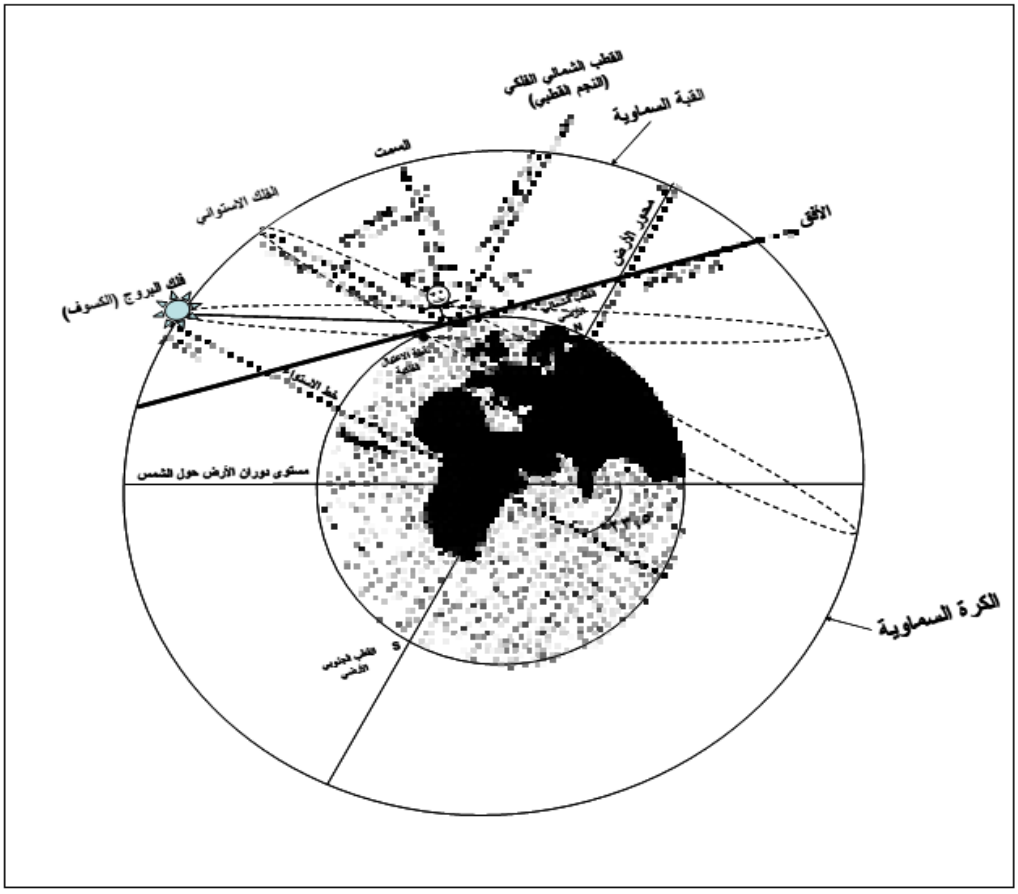
١- نقطة السمت (zenith) : وهي النقطة التي تقع عمودياً على رأس الراقب. شكل ٢-٣.

٢- خط (دائرة) الزوال (meridian) : وهي الدائرة التي تصل القطب الشمالي بالجنوبي من الكرة الأرضية. شكل ٢-٣.

٣- خط الأفق (دائرة) الأفق (horizon) : وهو مستوى الأفق الذي يشاهده الراقب. شكل ٢-٣.



شكل٢-٣: القبة السماوية، ونشاهد فيها نقطة السمت، ودائرة الزوال والأفق.



شكل٢-٤ : الكرة السماوية، حيث يوضح عليها الأقطاب والأفلاك وأهم النقاط الاصطلاحية الفلكية.

٤- **القطب الشمالي للقبة** (celestial north pole): وهي النقطة التي يمر فيها الخط الموازي لمحـور دوران الأرض حـول نفسها، وتكون باتجاه النجم القطبي، شكل ٢-٤.

٥- **الفلك الاستوائي** (equator): وهي الدائرة التي تعتبر موازية لمسقط دائرة الإستواء على الكرة السماوية، شكل ٢-٤.

٦- **فلك البروج أو الكسوف** (ecliptic) : وهي الدائرة التي تتحرك فيها الشمس ومن خلفها البروج عنـد دوران الأرض حول الشمس وهي الدائرة الموازية لمسقط مستوى دوران الأرض حول الشمس على الكرة السماوية، شكل ٢-٤.

٧- **نقطتا الإعتدال** (equinox) : وهي النقطتان التي يلتقي فيها فلك البروج بالفلك الإستوائي، ويحدث الإعتدال الربيعـي والخريفي عند مرور الشمس في تلك النقطتين، شكل ٢-٤.

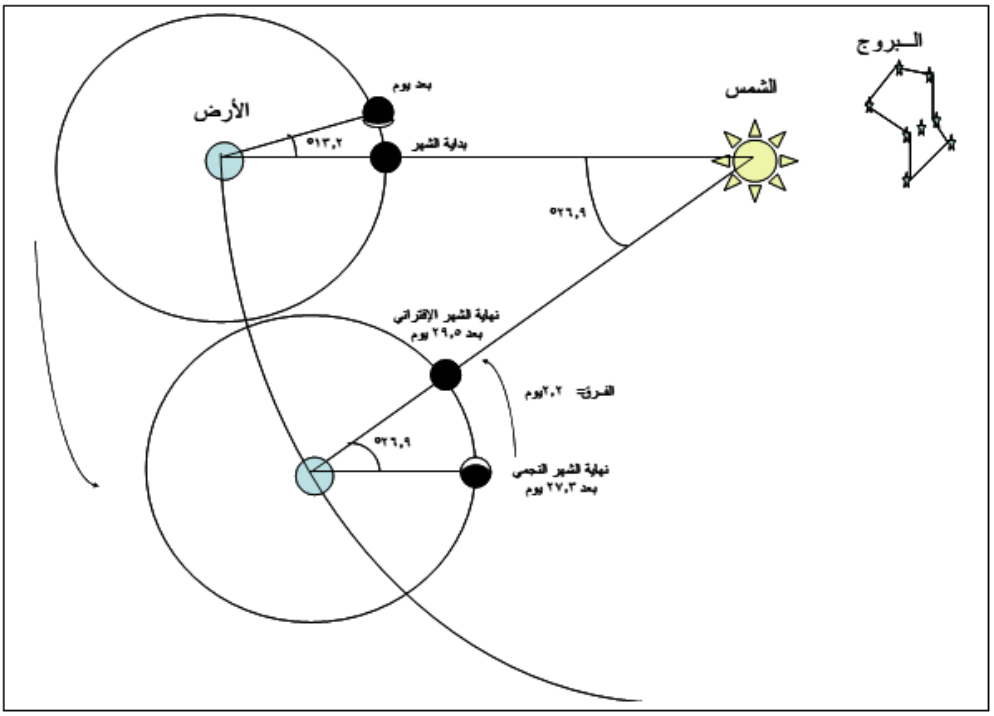
حركة القمر

مر علينا في ما سبق وبشكل مختصر حركة الأجرام الفلكية وأقسامها حسب حركتها الظاهرية. ونبدأ بدراسة حركة أقرب الأجرام الفلكية لنا وأسرعها وهو القمر. وهو أسرع الأجرام الفلكية لأنه يكمل دورة في السماء كل شهر تقريباً. أي أن موقعه يتغير بشكل أكبر من بقية الأجرام من ليلة إلى أخرى بالنسبة إلى النجوم التي حوله. لا بل إنه يمكن ملاحظة ذلك في الليلة الواحدة عند مراقبته في بداية الليل ونهايته فهو يتحرك بمقدار نصف درجة تقريباً كل ساعة والقمر هو التابع الوحيد لكوكب الأرض وذو أهمية مادية ومعنوية للأرض والبشر. وفي هذا الدرس سيتم دراسة حركة القمر وما ينتج عنها من تغير لأطوار القمر والمنازل التي يمر فيها وعلاقة ذلك بالأوقات المختلفة. وأما ظاهرة الخسوف والكسوف فسيتم استعراضها في الدرس القادم.

دوران القمر:

أ–الشهر الكوني (النجمي) : هي الفترة التي يدور فيها القمر حول الأرض مرة واحدة بالنسبة لمن يراقبهما من خارجهما أو بالنسبة للنجوم التي تكون شبه ثابتة ومقدارها ٢٧,٣ يوم.

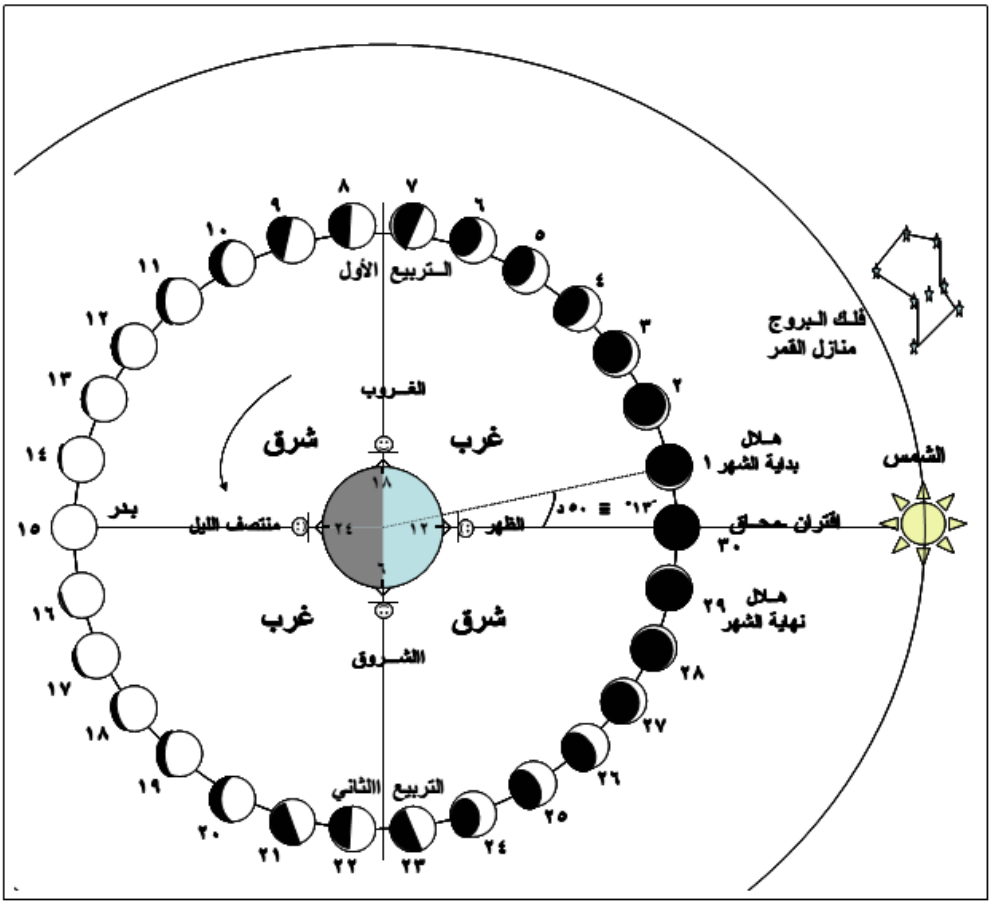
ب– الشهر القمري (الإقتراني): هي الفترة التي يستغرقها القمر حتى يكمل (يعيد) أطواره ومقدارها ٢٩,٥٣ يوم ، وينشأ الفرق بين الشهر النجمي والاقتراني والذي يساوي ٢,٢ يوم لأن الأرض والقمر أيضاً يدوران حول الشمس كما في الشكل ٣–١. والسنة القمرية هي الفترة التي يستغرقها القمر ليتم ١٢ شهراً اقترانياً وتساوي ٣٥٤,٣ يوم.ولمعرفة متوسط الزاوية بين الشمس والقمر التي يقطعها كل ليلة نقسم ٣٦٠° على ٢٧,٣ فتساوي ١٣,٢ تقريباً.



شكل٣–١ : الفرق بين الشهر النجمي والشهر الإقتراني

الحركة الظاهرية للقمر وأطواره

يختلف شكل القمر الظاهري في كل يوم عن الآخر كما يختلف موقعه ووقت شروقه ووقت غروبه. ويمكن تلخيص ذلـــك في مر الشكل ٣-٢، التالي:



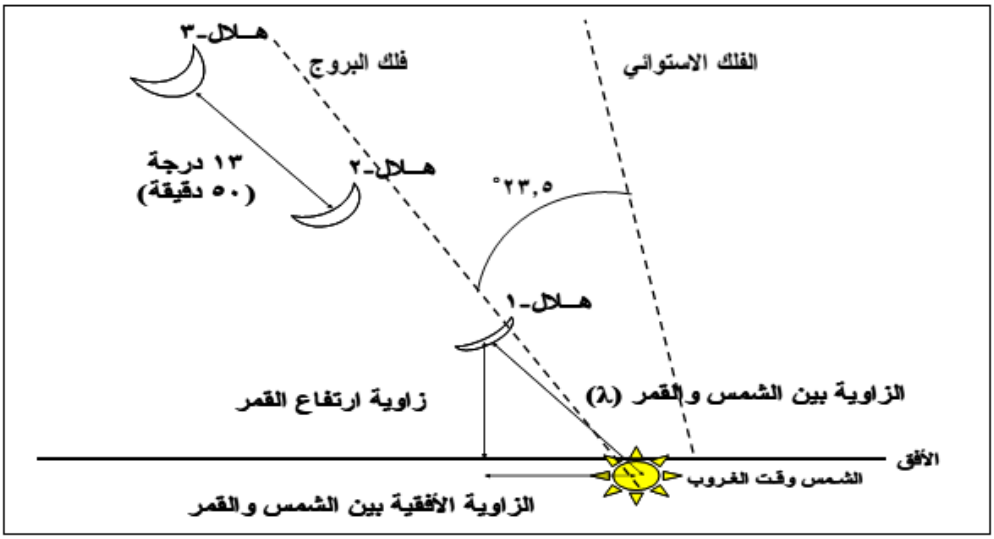
شكل٣-٢: دورة القمر حول الأرض والشكل الظاهري لأطوار القمر

والشكل أعلاه يلخص أطوار القمر وعلاقتها بالأوقات ويمكن من خلاله استخلاص الكثير من الأمور المتعلقة بالقمر منها:

- يبدو القمر هلالاً عند غروب الشمس من جهة الغرب في بداية الشهر القمري (هلال بداية الشهر)
- يرتفع القمر شرقاً كل ليلة بسبب دوران القمر حول الأرض، فيتأخر وقت غروبه بمقدار متوسط قدره ٥٠ دقيقة ليلياً.
- يزداد الحجم المضيئ منه كلما ارتفع شرقاً بسبب تغير الزاوية بينه وبين الشمس حتى يشمل كامل القـــرص (بـــدر) فيشرق من جهة الشرق في مقابل الشمس عند غروبها.
- يبدأ حجم الجزء المضاء من القمر بالنقصان وكلما نقص أكثر تأخر وقت شروقه أكثر عن وقت غروب الشمس.
- يعود القمر هلالاً (**كالعرجون القديم**) يشرق قبل شروق الشمس من جهة الشرق.
- يشرق القمر ويغرب كل يوم كبقية الأجرام الفلكية الأخرى نتيجة لدوران الأرض حول محورها.
- يختلف موقع القمر بالنسبة للشمس والأفق من شهر لآخر في جميع أطواره بسبب حركة الأرض حول الشمس.

- منازل القمر هي المجموعات النجمية التي يمر فيها وعددها الاصطلاحي ٢٨ بعدد الليالي التي يظهر فيها.
- يمكن تحديد موقع القمر والوقت التقريبي لشروقه وغروبه في أي ليلة. فمثلاً في التربيع الأول (ليلة٧) يكون القمر تقريباً في أعلى نقطة له (نقطة الزوال) عند غروب الشمس. ويغرب البدر عند شروق الشمس. بينما يشرق التربيع الثاني عند منتصف الليل.
- نقطة اقتران القمر بالشمس ، هي النقطة التي يكونان فيها مع الأرض في مستوى واحد (في خط مستقيم لمن يراقبهما من الأعلى). وتلك الحالة تسمى المحاق التي يغيب فيها القمر.
- ولادة الهلال فلكياً هي اللحظة التي يتجاوز فيها نقطة الإقتران ولو بلحظة.
- عمر الهلال يبدأ من ولادته فلكياً.
- مكث الهلال هو فترة بقائه فوق الأفق بعد غروب الشمس.
- لكي يمكن رؤية الهلال لا بد أن يتجاوز نقطة الإقتران ليصنع زاوية مع الشمس تكفي لرؤيته أي أن عمره لا بـــد أن يصل إلى مقدار معين وكذلك مكثه لا بد أن يستغرق فترة معينة بعد غروب الشمس. وعمر الهلال الـــلازم ومكثـــه يختلفان باختلاف المعيار المستخدم.
- تبدأ رؤية الهلال من المكان الذي تتحق فيه شروط الرؤية على سطح الأرض وهذا المكان يختلف من شـــهر لآخـــر. والأماكن التي تقع غرب ذلك المكان مباشرة تكون رؤية الهلال فيها أوضح في نفس الظروف الجوية لأن الغروب يحل بها لاحقاً فيتحرك القمر فتزداد الزاوية بين الشمس والقمر مما يجعل الهلال يتكون بشكل أكبر فتصبح رؤيته أسهل.
- عندما يرى هلال آخر الشهر من الشرق عند شروق الشمس فإنه من شبه المستحيل أن يرى هلال أول الشهر الـــذي يليه في نفس اليوم من جهة الغرب لأنه لا بد أن يغيب يوماً على الأقل.

ويمكن توضيح تغير موقع القمر وطوره كل ليلة كما نشاهده على سطح الأرض، وكذلك بعض الزوايا المهمة في الشكل ٣-٣.



شكل٣-٣: اختلاف مواقع القمر وأطواره كما تشاهد كل ليلة.

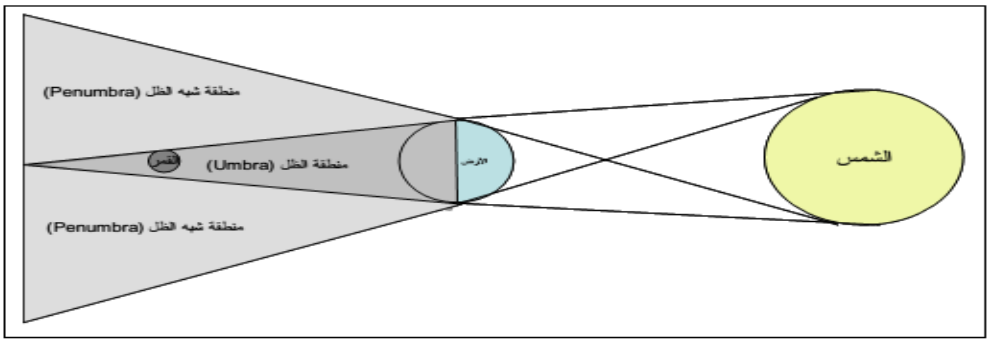
ظاهرة الخسوف والكسوف والمد والجزر

وفي هذا الدرس سيتم استعراض بعض الظواهر المرتبطة بحركة القمر، وهي ظاهرة خسوف القمر وكسوف الشمس وظاهرتا المد والجزر في البحار والمياه الجوفية.

ظاهرة خسوف القمر(lunar eclipse)

أ- سبب الظاهرة:

تنشأ ظاهرة خسوف القمر في منتصف الشهر القمري عندما تحجب الأرضُ ضوءَ الشمس أو جزءاً منه عن القمر. يحدث خسوفين لكل سنة. ويمكن رؤية الخسوف في المناطق التي يكون فيها القمر فوق الأفق. شكل٥-١.



شكل٥-١: رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء خسوف القمر، وفيه تتوضح مناطق ظلال الأرض.

ب-أنواع الخسوف:

١- **خسوف كلي**(Umbral): ويحدث عندما يدخل القمر كله منطقة ظل الأرض، شكل٥-١. وفي هذه الحالة ينخسف كامل قرص القمر.

٢- **خسوف جزئي**(Partial): ويحدث عندما يدخل جزء من القمر منطقة ظل الأرض، شكل٥-١. وفي هذه الحالة ينخسف جزء من قرص القمر.

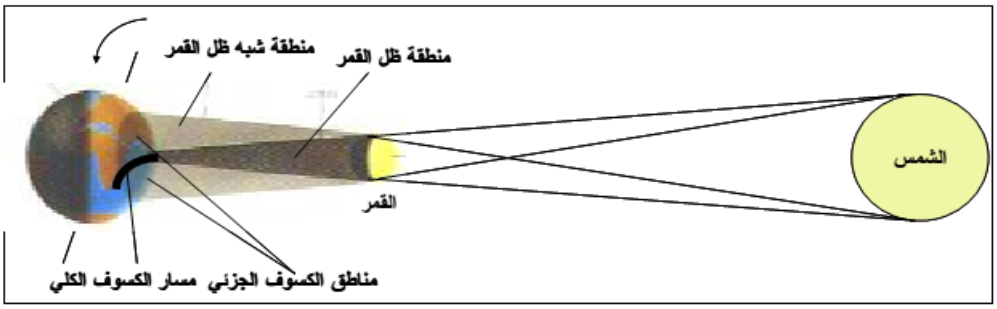
٣- **خسوف شبه الظل** (Penumbral): ويحدث عندما يدخل القمر منطقة شبه الظل فقط، شكل٥-١. وفي هذه الحالة يصبح ضوء القمر باهتاً من دون أن ينخسف. ومنطقة شبه الظل هي المنطقة التي ينحجب فيها جزء من ضوء الشمس عن القمر أي أن المراقب للشمس من على سطح القمر يراها منكسفة جزئياً. ولا يصنف هذا النوع على أنه خسوف شرعي.

إذن لكي يحدث الخسوف الكلي فإنه لابد أن يحدث الخسوفان السابقان.

كسوف الشمس (solar eclipse)

أ- سبب الظاهرة:

تحدث ظاهرة كسوف الشمس في بداية أو نهاية الشهر القمري عندما يحجب القمرُ ضوءَ الشمس عن الأرض. بنفس معدل خسوف القمر لأن كل خسوف يرافقه كسوف إما قبله أو بعده بنصف شهر، ولكن كسوف الشمس لا يراه كل من تظهر عندهم الشمس لأن ظل القمر لا يمكنه أن يغطي كل وجه الأرض بسبب حجمه. شكل٥-٢.



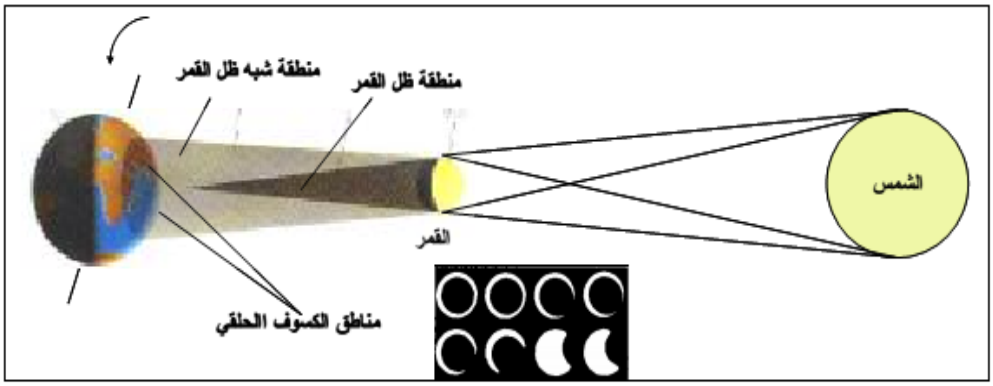
شكل٥-٢ : رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء كسوف الشمس، وفيه تتوضح مناطق ظلال القمر على الأرض ومسار الكسوف الكلي.

ب- أنواع الكسوف:

١- كسوف كلي (Total-Central): ويحدث عندما يصل ظل القمر إلى سطح الأرض وفي هذه الحالة ينكسف كامل قرص الشمس. ويحدث الكسوف الكلي في مناطق التقاء رأس مخروط ظل القمر بالأرض ، شكل٥-٢. ويتخذ الكسوف الكلي مساراً محدداً بسبب حركة الأرض والقمر.

٢- كسوف جزئي (Partial): ويحدث في المناطق التي يسقط فيها شبه ظل القمر على سطح الأرض. وشبه ظل القمر في هذه الحالة هي المنطقة التي لا يرى كامل قرص الشمس منها أي أن قرص الشمس لن يشاهد كاملاً من هذه المناطق. وتزداد نسبة الكسوف الجزئي عند الإقتراب من منطقة (مسار) الكسوف الكلي. وفي هذه الحالة ينكسف جزء من قرص الشمس، شكل٥-٢.

٣- كسوف حلقي(Annular): ويحدث عندما يكون القمر في نقطة بعيدة ما عن الأرض (لأن مسار القمر حول الأرض بيضاوي) فيكون قرص القمر أصغر من أن يحجب كامل قرص الشمس، وفي هذه الحالة لايصل رأس مخروط ظل القمر إلى سطح الأرض، فينكسف قرص الشمس من الوسط في المناطق التي تقع أسفل رأس المخروط،شكل٥-٣.

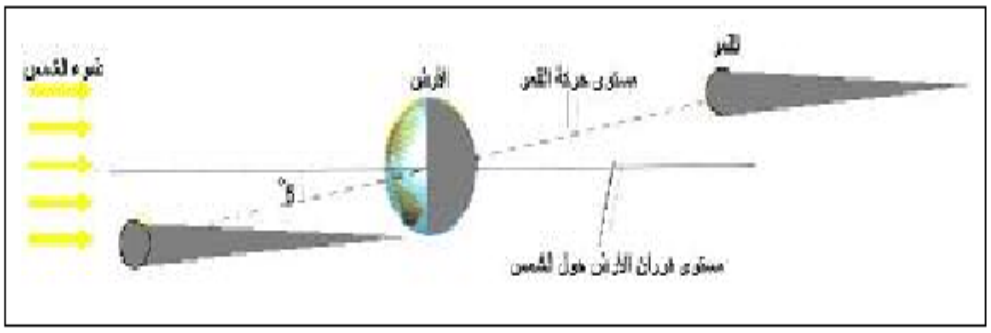


شكل٥-٣: رسم توضيحي لوضع الشمس والقمر أثناء كسوف الشمس الحلقي، وفي الإطار يظهر شكل الكسوف الحلقي كما يشاهد.

لماذا لا يحدث الخسوف والكسوف كل شهر.

عند بداية أو نهاية الشهر القمري فإن القمر يتوسط بين الأرض والشمس ولو كان القمر يدور في نفس مستوى دوران الأرض حول الشمس لكان الخسوف والكسوف يحدثان كل شهر، ولكن لأن مستوى دوران القمر حول الشمس يميل بزاوية مقدارها خمس درجات تقريباً، شكل ٥-٤. لذلك السبب لا يحدث الكسوف أو الخسوف إلا عندما تمر الشمس (بسبب دوران الأرض حول الشمس) في نقطة التقاء المستويين أو ما تسميان بالعقدتين. وتمر الشمس مرتين كل سنة فيهما. لذلك تحدث تلك الظاهرة بمعدل مرتين كل سنة مثل ظاهرة خسوف القمر.

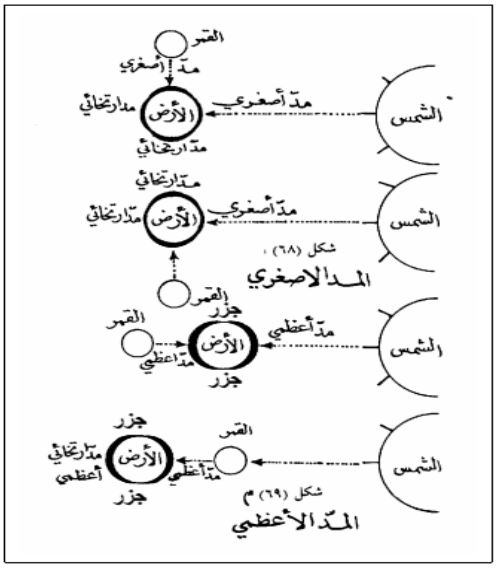
وتسمى الفترة التي تبقى الشمس في العقدتين بفترة الخسوف والكسوف حيث تبقى في كل عقدة أكثر من شهر وهو ما يجعل كل كسوف شمس يرافقه على الأقل خسوف قمر إما قبله أو بعده بنصف شهر والعكس صحيح. وتستغرق الشمس فترة ٣٤٦,٦٢ يوم كي تعود إلى نفس العقدة وتلك الفترة تسمى السنة الكسوفية لذلك يتوقع بعد تلك الفترة أو نصفها حـــدوث خسوف وكسوف ما على سطح الأرض. وبسبب الفرق بين السنة الكسوفية والسنة الشمسية فإن القمر يعود إلى نفس النقطة التي يحدث فيها الخسوف أو الكسوف بعد ١٨ سنة و ١١,٣ يوم أو ما تسمى بدورة الساروس للقمر والتي اكتشفها البابليون في عصور قبل الميلاد.



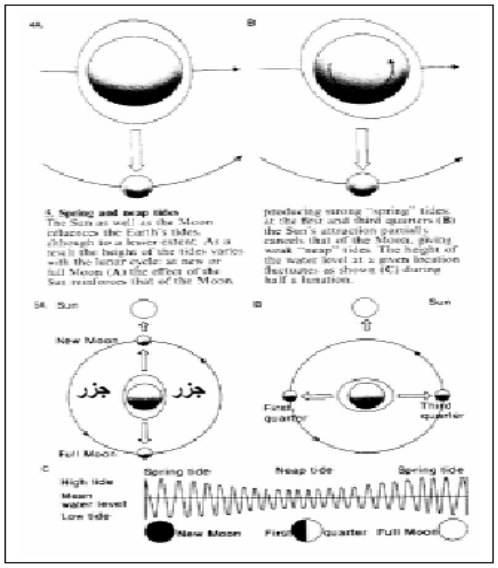
شكل٥-٤ : مستوى دوران القمر القمر حول الأرض بالنسبة لمستوى دوران الأرض حول الشمس.

ظاهرة المد والجزر

من الظواهر التي تنتج عن دوران القمر حول الأرض هي ظاهرة المد والجزر التي تحدث في المسطحات المائية وفي المياه الجوفيـــة. وهذه الظاهرة ليست كالظواهر السابقة مرتبطة بشكل القمر وإضاءته، وإنما هي مرتبطة بجاذبية القمر وتأثير تغير اتجاهها حول الأرض. لأن دوران القمر حول الأرض يؤدي إلى تغير اتجاه محصلة القوة الجاذبية الناتجة عن كل من الشـــمس والقمـــر علـــى الأرض. ولعل من أوضح الأشياء التي يظهر عليها أثر تغير الجاذبية هي المياه السطحية والجوفية لأن تماسكها أقل من تماسك قشرة الأرض. لذلك تنجذب مياه الأرض باتجاه قوة جذب الشمس أو القمر أو محصلة قوتي جذبهما، فتنشأ ظـــاهرة المـــد والجـــزر، شكل ٥-٦ و ٥-٧.



شكل٥-٦: المد الأعظمي والأصغري



شكل٥-٧: تغير المد والجزر في الشهر حيث يكون المد والجزر أقصى ما يمكن في بداية الشهر ومنتصفه

ومن خلال الأشكال أعلاه يمكن القول أن المد والجزر يتكرر في اليوم (مد وجزر يومي) في المناطق التي تقابل الشمس (وقت الظهر) أو القمر (يمكن تحديد موقعه من شكل ٣-٢) وكذلك هناك مد أعظمي في بداية (ونهاية) الشهر ومنتصفه عندما تكون الشمس والقمر في خط واحد في المناطق التي تقابلهما أو التي تكون في الجهة المقابلة من الأرض، كما في الشكلين ٥-٦، ٥-٧. وكذلك يحدث جزر أعظمي في نفس تلك الأوقات ولكن في المناطق التي تقع على المحور المتعامد. شكل٥-٦،٧.

ويؤدي حدوث المد والجزر إلى تباطؤ دوران بسبب الإختلاف الطفيف في تكور الأرض وهو ما يؤدي إلى أن يصبح اليوم أطول ولكن بمعدل صغير جداً يصل إلى $١٠^{-٨}$ ثانية في اليوم. أي أن اليوم كان طوله ٢٢ ساعة والسنة ٤٠٠ يـــوم قبـــل ثلاثمائة مليون سنة. وبما أن الأرض والقمر يشكلان نظاماً ميكانيكياً واحداً، فإن الإنخفاض في دوران الأرض حول محورها يؤدي إلى انخفاض في كمية الحركة الزاوية للنظام. ولكي تبقى كمية الحركة محفوظة فإن القمر يبتعد عن الأرض بمعدل ٢سم لكل سنة. أي أنه سيأتي اليوم الذي يبتعد فيه القمر بمقدار بحث لا يتمكن من أن يحجب كامل قرص الشمس وبالتالي لا يحدث الخسوف الكلي للشمس.

المجموعة الشمسية وحركة الكواكب

نشأة المجموعة الشمسية

ظهرت تفسيرات عديدة لنشأة المجموعة الشمسية لكن النظرية التي يعتقد أغلب علماء الفلك والكونيات أنها الأرجح هي **نظرية سديم الغبار والغازات**.حيث يعتقد وحسب تلك النظرية أن المجموعة الشمسية كانت قبل حوالي خمسة مليارت سنة سحابة من الغازات والغبار الناتجة عن انفجار نجم ، وبفعل قوى خارجية أثرت على أجزاء تلك السحابة أدت إلى زيادة كثافتها في مناطق فتولدت قوة جاذبية أدت إلى دورانها، فأصبحت بفعل الدوران كالصفيحة الغازية حيث تكون في مركزها كتلة متكثفة كبيرة شكلت الشمس البدائية حين ارتفعت درجة حرارتها لتبدأ تفاعلات الاندماج النووية بها .

وتكثفت عدة كتل ساخنة حولها شكلت الكواكب وأثناء تلك المرحلة التصقت العناصر الثقيلة كالحديد الناتجة عن انفجار نجم آخر ببعض تلك الكواكب. وبعد برودتها تكتل الغبار مع بعضه البعض مكوناً الكواكب الصخرية (الداخلية)- عطارد(Mercury)، الزهرة(Venus)، الأرض(Earth)، المريخ(Mars)، والكويكبات(Asteroids)- أما الغازات فقد تكتلت بعيداً عن الشمس مكونة الكواكب الغازية (الخارجية)-المشتري(Jupiter)، زحل(Saturn)، أورانس(Uranus)، نبتون(Neptune)، بلوتو(Pluto). وبقي الجزء الحار في مراكز الكواكب وتوابعها. أما المذنبات(Comets) فبعضها يعتبر تابع للمجموعة الشمسية لأن له دورة حول الشمس مثل مذنب هالي-٧٦ سنة، ولكن لبعدها عن الشمس تعتبر في حالة غازية متجمدة ، تنصهر عند اقترابها من الشمس فيتكون لها ذيل معاكس لاتجاه الشمس (الرياح الشمسية). وبعضها قد يزور المجموعة الشمسية بفعل الجاذبية ثم يغادر بلا رجعة.

ومما يستدل به على صحة تلك النظرية أن جميع الكواكب (ماعدا كوكب بلوتو) وتوابعها تقريباً تدور حول الشمس أو حول الكواكب **في مستوى واحد وفي نفس الإتجاه** (عكس عقارب الساعة لمن يراقب من أعلى) وذلك في مسارات بيضاوية وكذلك تدور حول نفسها في نفس الإتجاه (ماعدا كوكب أورانس). والكوكب الأقرب للشمس تكون أسرع في الحركة. كذلك فإنه يمكن تمثيل تلك النظرية عملياً عند انعدام الجاذبية. إذ بتحقق بعض الشروط العيارية. يمكن استخدام مائع ما وتدويره في الفضاء لنحصل على كتلة في المركز وكتل تدور حولها في نفس المستوى والاتجاه.

حركة الكواكب الظاهرية من على سطح الأرض

بما أن الكواكب تتحرك تقريباً في مستوى واحد (ماعدا بلوتو) لذلك فهي تشاهد تتحرك حول مسار حركة الشمس والقمر (فلك البروج) أي أنه يمكن رسم خط في القبة السماوية يحتوي الكواكب المشاهدة في أي ليلة. إذن فجميع الكواكب (ماعدا بلوتو) دائماً تتحرك تقريباً حول فلك البروج. واتجاه حركتها من الشرق للغرب للكواكب الأبعد من الأرض. وأما الكواكب الأقرب (عطارد والزهرة) فإن موقعها دائماً بالقرب من الشمس في جهة الغرب أو الشرق.

كذلك ونتيجة لحركة الكواكب حول الشمس فإن موقع الكواكب في كل ليلة يختلف بالنسبة للنجوم عن موقعه في ليلة أخرى ويمكن إدراك ذلك عندما تكون الفترة الزمنية بين الليلتين أطول مثلاً أسبوعاً أو نحوه. ويحدث لبعض الكواكب أن يعكس حركته وذلك عند انعكاس حركته أو حركة الأرض بالنسبة لبعضهم البعض شكل٦-٣. وتسمى تلك الحركة الإرتدادية (retrograde motion) وتكون تلك الحركة أوضح في حركة المريخ. وقد شاهد تلك الحركة الأقدمون فافترض بطليموس أن الكواكب تتحرك في مسارات دائرية (epicycles) وهي تتحرك في مداراتها حول الأرض شكل١-١.

الفرق بين الكوكب والنجم

هناك عدة فروق بين الكواكب والنجوم ومن خلالها يمكن التفريق بين النجم والكوكب بالعين المجردة وبسهولة.

١- إضاءة الكوكب في العادة أشد من إضاءة النجوم حوله.

٢- الكوكب يغير موقعه بالنسبة للنجوم من ليلة لأخرى بينما النجم لا يغير موقعه تقريباً.

٣- وميض النجم (تغير إضائته) أكثر من وميض الكوكب وخصوصاً بالقرب من الأفق، لأن النجوم أبعد بكثير من الكواكب ويقطع الضوء مسافة أطول يمر خلاله عبر أوساط مختلفة حتى يصل لنا.

٤- مواقع الكواكب محددة حول فلك البروج كما ذكرنا ، ولكن النجوم منتشرة على القبة السماوية. لذلك فأغلب الكواكب تمر في البروج الشمسية وهذه إحدى الظواهر الأساسية المستخدمة في التنجيم.

ولابد من الإشارة إلى أن الكواكب لها أطوار كالقمر كذلك يمكن أن يحدث لها خسوف عندما يحجب أي جرم من أجرام المجموعة الشمسية الآخر. ومن هذا استدل العالم الإيطالي غاليلوا على دوران الأرض والكواكب حول الشمس حيث أن كوكب الزهرة يكون في طور الهلال عندما يكون قريباً لنا ، بينما يكون في طور البدر عندما يكون بعيداً عن الأرض في الجهة الأخرى للشمس.

النجوم والبروج

نشأة النجوم

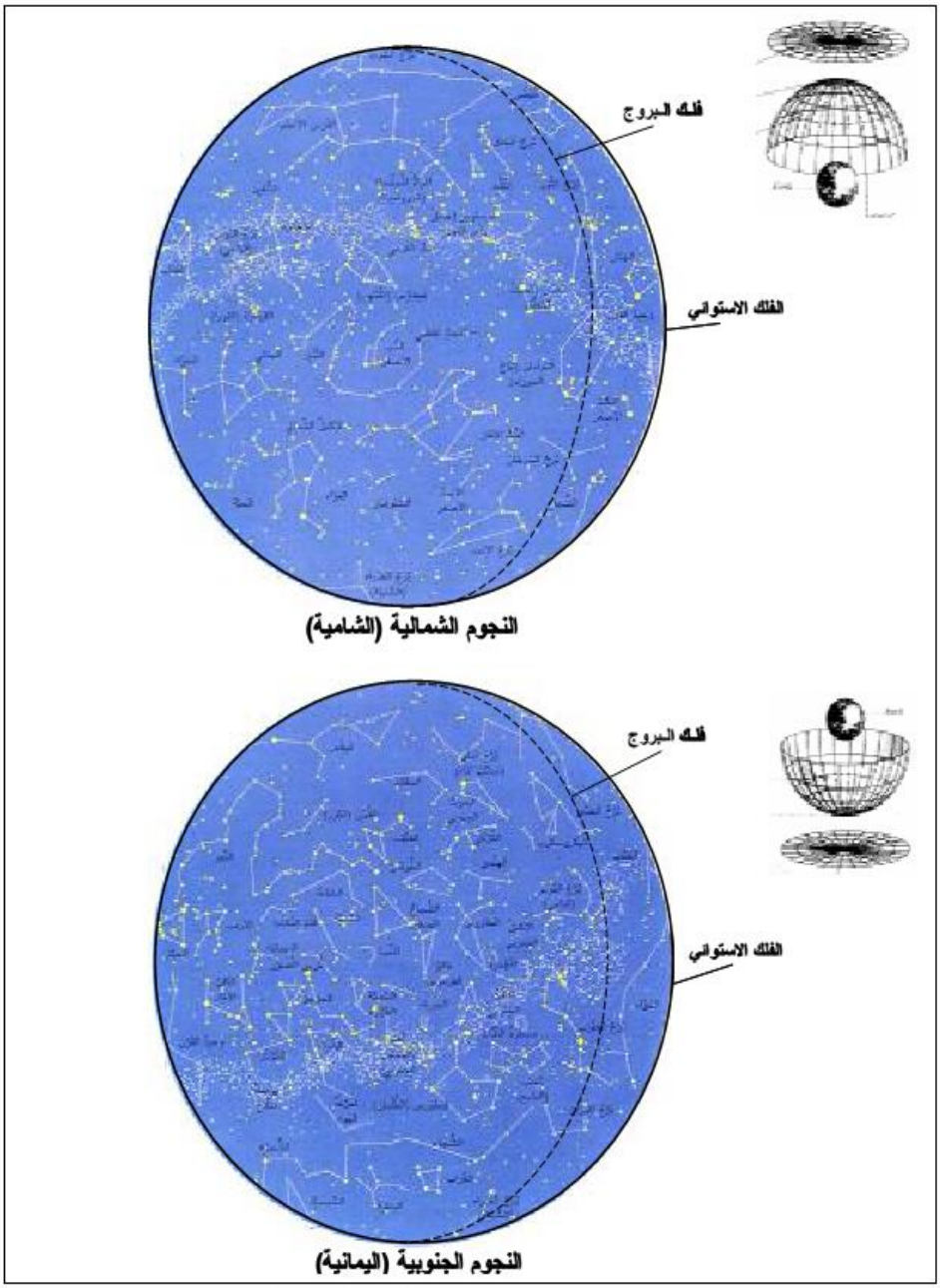
تنشأ النجوم من الغازات والغبار التي ينطلق من انفجار بعض النجوم ، وعند حدوث أي اضطراب تبدأ تلك الغازات بالتجمع مما يؤدي إلى ارتفاع الكثافة في أماكن فتبدأ بجذب بقية الأجزاء ، مما يولد دوراناً يؤدي إلى تكثف مركز النجم أكثر فيتكون نجم بدائي (protostar) ثم يتشكل النجم في طوره الطبيعي فيتوازن تحت تأثير قوتين. حيث تقوم قوة الاندماج النووية (للخارج) بموازنة القوة الجاذبية (للداخل) التي تؤدي إلى انكماش النجم. وبعد مليارات السنوات وعند استهلاك كامل طاقة النجم النووية فإنه إما أن ينكمش على بعضه فيتحول إلى نجم ضعيف الاشعاع عالي الكثافة (قزم dwarf) أو أن يعيد تفاعله النووي بشدة بسبب شدة الانكماش فينفجر النجم محدثاً (supernova) قد يتكون نجم نيوتروني (وماض Pulsar) وبقايا الإنفجار، أو ثقب أسود في مركز الإنفجار. وتعتمد أطوار النجم ونوعه على كتلة المادة التي تكون منها النجم البدائي. حسب الشكل ٧-١.

حركة النجوم الفعلية (proper motion)

تتحرك النجوم في جميع الإتجاهات بالنسبة للأرض ولكن لأن النجوم بعيدة جداً فإنها تبدو ثابتة بالنسبة لبعضها البعض (باستثناء حركتها الناتجة عن حركة الأرض) ويرجع ذلك إلى قصر عمر الإنسان.

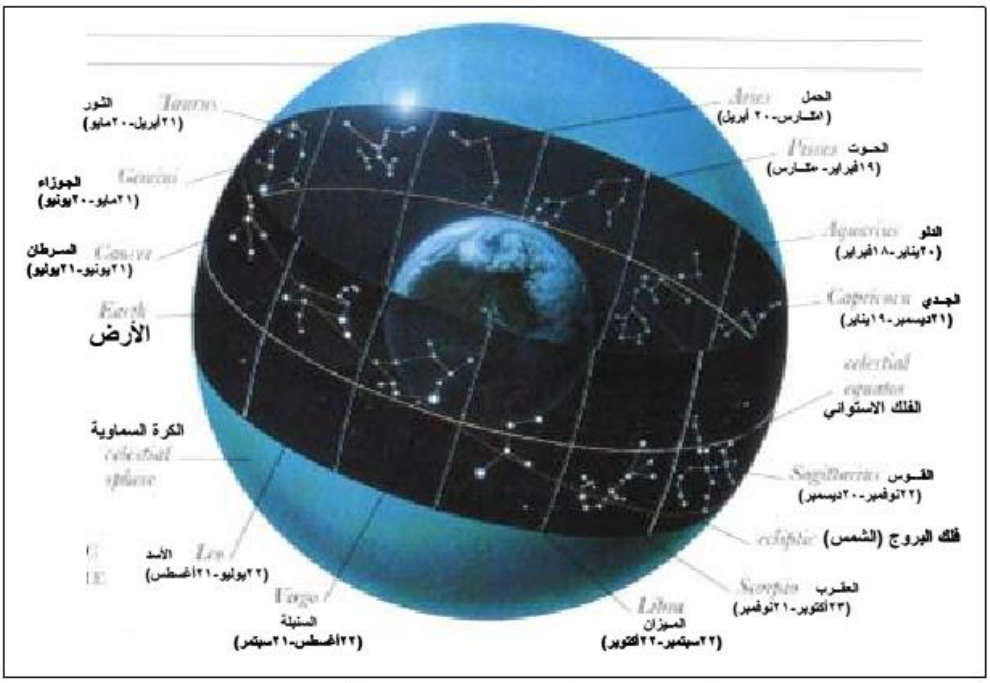
المجموعات النجمية والبروج (Constellations and Zodiac)

يمكن رؤية النجوم من سطح الأرض على شكل مجموعات نجمية حتى وإن كانت تختلف في البعد فعلاً، واصطلح العلماء السابقون على تسميتها بحسب الأشكال التي تصورها مشابهة لتلك المجموعات وبسبب القصص التي نسجوها حول تلك المجموعات. وتسمى في بعض الأحيان بالبروج السماوية وإن كان الشائع هو استخدام مصطلح البروج لإشارة إلى المجموعات التي تمر فيه الشمس (تكون خلفية للشمس) عند دوران الأرض حولها. وتتكون الكرة السماوية بشقيها الشمالي والجنوبي من ٨٨ مجموعة نجمية. ويمكن تقسيمها إلى مجموعات شمالية للفلك الاستوائي (شامية) أو جنوبية له (يمانية)، شكل ٧-٢.



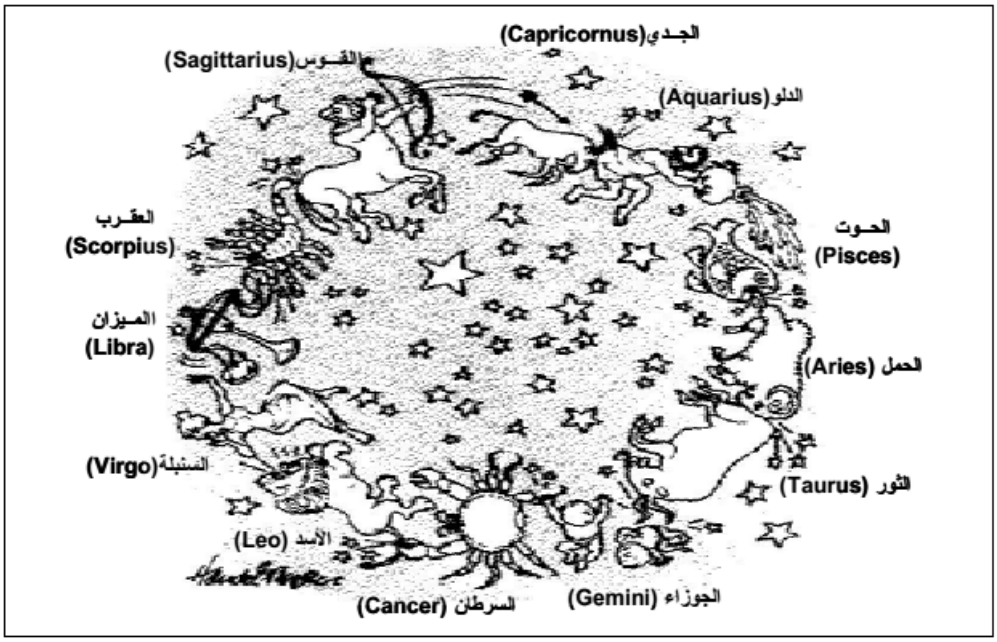
شكل ٧-٢: المجموعات النجمية الشمالية والجنوبية.

ولأن الشمس تسير في فلك محدد يسمى فلك البروج ويسير القمر في فلك ينحرف عن ذلك بخمس درجات وتسير كل الكواكب ماعدا بلوتو بالقرب من فلك الشمس ، لذلك فإنها تخترق سلسة من مجموعات نجمية محددة تتألف من ١٢ مجموعة نجمية تسمى البروج. تمكث الشمس في كل منها قرابة الثلاثين يوماً أي أنها تمر في تلك البروج في سنة شمسية كاملة. بينما يمر القمر فيها كل شهر قمري ويمكث في كل واحدة قرابة ٢,٣ يوم. وقديماً يمكن تحديد مواقع الشمس والقمر والكواكب ومدة بقائهم في تلك البروج بواسطة الأزياج الفلكية أوالاسطرلاب. وتشكل منطقة البروج شريطاً بمقدار ٨° شمال فلك البروج و ٨° جنوبه، أي أن سمكه ١٦°. والشكل أدناه يوضح أشكال تلك البروج بالنسبة للشمس. وبسبب حركة الترنح فإن أوقات تلك البروج وفصولها تتغير من سنة إلى أخرى حسب ما سيتم دراسته في التوقيت والفصول الأربعة. ولكن هناك اصطلاح لدى الفلكيين أخذ عن المنجمين وهو أن برج الحمل يبدأ في يوم الإعتدال الربيعي ٢١ مارس وهو ما حدث عام ٤٥٠ ق.م. وفي الحقيقة فإن الشمس ومنذ ما يربو على سبعين سنة تدخل برج الحوت عند الإعتدال الربيعي. وسنتعرض لهذا بالتفصيل عند الحديث عن التوقيت والتقويم في الدرس القادم. الشكل ٧-٣ يوضح البروج المختلفة وأشكالها وأوقاتها حسب التقويم الاصطلاحي.



شكل٧-٣: أشكال البروج الشمسية وتوزعها على الكرة السماوية وأوقاتها حسب التقويم التنجيمي.

والشكل٧-٤ أدناه يوضح أشكال البروج حسب ما تصورها السابقون.



شكل٧-٤: أشكال البروج التخيلية.

التقويم والتوقيت وفصول السنة

التقويم

التقويم هو وضع مرجع ما لتأريخ الأحداث وأهم العوامل المؤثرة في التقويم هي :

أ- غاية الإنسان:حيث تختلف التقاويم باختلاف اهتمامات الإنسان ، سواءً بمنازل القمر أو بأوقات الفصول الأربعة أو غيرها.

ب- حركات الأرض والقمر المختلفة.

وعلى ذلك يمكن تقسيم أنواع التقاويم إلى ثلاثة أقسام أساسية :

١- **تقويم قمري** : وهو الذي يعتمد على منازل القمر ، وتتكون السنة القمرية من ١٢ شهراً قمرياً، فتكون بمجموعها حوالي : ٣٥٤,٣٣ يوم. ومن أمثلته التقويم اليهودي. ومن أهم التقاويم القمرية هو التقويم الهجري-قمري حيث يستخدم السنوات القمرية ابتداءً من السنة القمرية التي هاجر فيها الرسول(ص) وتتكون السنة فيه من ١٢ شهراً قمرياً تتراوح بين ٢٩ و٣٠ يوماً. واليوم الأول من هذا التقويم هو على الأرجح يوم الجمعة ١/١/١هـ ، الموافق (٦٢٢/٧/١٦م).

٢- **تقويم شمسي** : وهو التقويم الذي يعتمد على دوران الأرض حول الشمس أو على حركة الشمس في فلكها ويمكن تقسيم السنة فيه إلى :

أ- **سنة نجمية** (sidereal year) : وهي المدة التي تستغرقها الأرض لتكمل دورة حول الشمس ، أو المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها بالنسبة للبروج التي تمر فيها. ومقداره ٣٦٥ يوماً و ٦س و ٩د و ١٠ث. أي حوالي ٣٦٥ يوم وربع يوم.

ب-**سنة مدارية** (tropical year) : وهي المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها من نقطة الإعتدال الربيعي إلى نفس النقطة. ومقدارها ٣٦٥يوماً و ٥س و ٤٨د و ٤٦ث. وينشأ الإختلاف بين السنتين لأن نقطة الإعتدال تتحرك تدريجياً باتجاه الغرب بمعدل ٥٠"ثانية من الدرجة (٢٠د) في السنة. بسبب حركة ترنح الأرض.

جـ- **السنة الكسوفية** (eclipse year) : وهي المدة التي تستغرقها الشمس كي تكمل دورة في فلكها من نقطة الكسوف (نقطة التقاء فلك القمر بفلك الشمس) إلى نفس النقطة. ومقدارها ٣٤٦يوماً و ١٤س و ٥٢د و ٥١ث.

والتقاويم الشمسية فتستخدم لتحديد وتنظيم الأمور على فصول السنة الأربعة وأهم التقاويم الشمسية هي :

١- **التقويم الهجري-شمسي** : حيث تستخدم السنوات الشمسية ابتداءً من السنة الشمسية التي هاجر فيها الرسول(ص)، وتتكون من ١٢ شهراً شمسياً ابتداءً من اليوم الأول في فصل الربيع (النيروز) أو من بداية برج الحمل.

٢- **التقويم الميلادي (Gregorian)** : حيث تستخدم السنوات الشمسية ابتداءً من السنة الشمسية التي ولد فيه السيد المسيح(ع)، وتتكون من ١٢ شهراً شمسياً ابتداءً من يناير وحتى ديسمبر.

ولكي يتم التخلص من ربع اليوم يضاف يوم لكل أربع سنوات فتكون أيام إحداها ٣٦٦ يوماً وتسمى **كبيسة** (Leap). ولكن بما أن الفرق بين السنوات المدارية إلى الشمسية يصل إلى ٣ أيام كل ٤٠٠ سنة. لذلك وجب اسقاط ٣ أيام من كل ٤٠٠ سنة. وعلى ذلك فقد أصطلح على أن سنوات بداية القرون (المئات) التي لا يكون ناتج قسمتها على ٤٠٠ عدداً صحيحاً لاتعتبر كبيسة ، مثل الأعوام ١٧٠٠، ١٨٠٠، ١٩٠٠، بينما يكون العام ١٦٠٠ و ٢٠٠٠ سنة كبيسة. ويعود التغيير الذي حدث في التقويم الشمسي في العام ١٥٨٢م، إلى الفرق بين السنوات النجمية والسنة المدارية حيث أسقطت ١٠ من شهر أكتوبر في ذلك العام ولذلك يعتبر هذا التاريخ نقطة مفصلية في التقويم الميلادي.

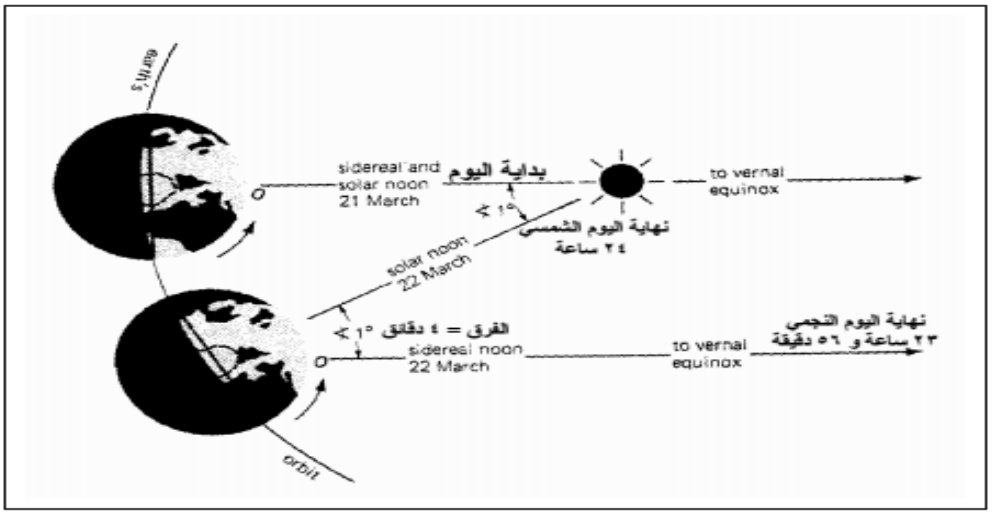
٣- التقويم اليومي (اليوم اليولياني): يمكن القول أنه لتجنب العد بالسنوات ومايترتب عليه من فرق فيها كما لاحظنا. فإنه يمكن استخدام عدد الأيام من يوم ما وإن لم تكن تلك طريقة عملية وليست سهلة في التعامل بها بل يمكن إعتباره كمرجع يجمع التقاويم المختلفة بحيث يمكن التحويل بينها عبره. ولعل أشهر تلك العدادات هو اليوم اليولياني أو عداد جوليان (Julian Day) ، حيث بدأ في عد الأيام ابتداءً من ظهر يوم ١ يناير عام ٤٧١٣ ق م. فصار التقويم اليولياني يؤرخ اليوم برقمه ابتداءً من ذلك اليوم. فمثلاً يوم ١٥ يوليو ٢٠٠٢م يصادف اليوم اليولياني رقم ٢٤٥٢٤٧١.

التوقيت

استخدم الإنسان التوقيت ليسهل وينظم أمورحياته، والتوقيت في العادة يطلق على تحديد الأوقات في اليوم الواحد وهذا يختلف باختلاف القطر الجغرافي الذي يعيش فيه الإنسان وكذلك باختلاف فصول السنة. حيث يختلف طول الليل والنهار. ويتكون اليوم الشمسي من ٢٤ ساعة ولا بد من التفريق بين اليوم النجمي واليوم الشمسي.

اليوم النجمي (Sidereal day) : وهو الفترة الزمنية التي تدور فيها الأرض حول نفسها بالنسبة للنجوم ، أو الفترة التي يدور فيها نجم ليصل إلى نفس النقطة. وتساوي ٢٣ساعة و٥٦ دقيقة.

اليوم الشمسي:(Solar day) وهي الفترة التي تستغرقها الشمس حتى تصل إلى نفس النقطة التي بدأت فيها من اليوم السابق أي الفترة من زوال إلى زوال. ويساوي ٢٤ ساعة. ويرجع الفرق في ذلك إلى حركة الأرض حول الشمس حيث تساوي تقريباً درجة في اليوم وحيث أن الأرض تدور حول نفسها بمعدل ٤ دقائق لكل درجة ، إذن فاليوم الشمسي يساوي ٢٤ ساعة. الشكل أدناه يوضح الفرق بينهما.



شكل٨-١ : الفرق بين اليوم النجمي واليوم الشمسي.

فصول السنة

وتبدأ فصول السنة الأربعة الربيع- ٢١ مارس ، الصيف-٢١ يونيو، الخريف-٢٢سبتمبر، الشتاء-٢٢ ديسمبر. بسبب ميلان محور الأرض وليس بسبب قرب أو بعد الشمس ، إذ أن الشمس في فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي تكون أقرب ما يمكن للشمس حيث تكون أقرب بخمسة ملايين كلم من فصل الصيف. وميلان المحور بسبب دوران الأرض حول الشمس وليس بسبب تغير اتجاهه بالنسبة للنجوم. ويمكن اختصار ذلك بالشكل ٨-٢.

شكل٨-٢ : الفصول الأربعة وكيفية حدوثها

ولا بد من الإشارة هنا إلى ظاهرة مباكرة البروج أو الإعتداليين، وهي الظاهرة التي تنشأ عن دوران محور الأرض في حركة ترنح الأرض وهي نفس الظاهرة التي ينشأ عنها الفرق بين السنة النجمية والسنة الإعتدالية. فنقطة الإعتدال الربيعي والتي تسمى في بعض الأحيان بنقطة صعود الشمس ونقطة الإعتدال والتي تسمى في بعض الأحيان نقطة هبوط الشمس، يحدث لهما مباكرة بفترة تساوي تقريباً الفارق بين السنتين السابقتين ومقداره يساوي تقريباً ٢٠ دقيقة. أي أن موقع نقطتي الإعتدال قد يدور دورة كاملة عندما تكمل الأرض حركة ترنح واحدة.

الخاتمة