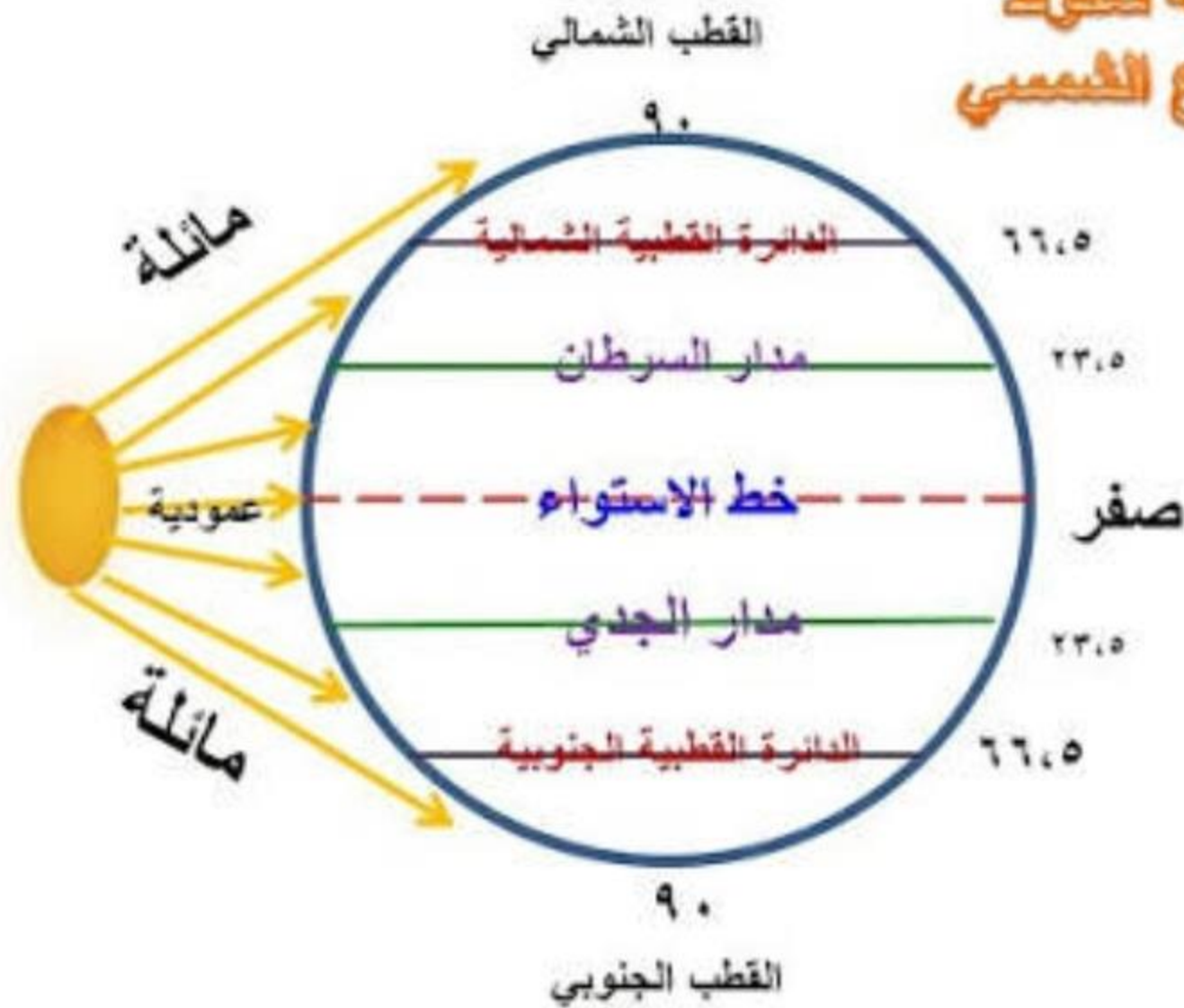


الاشعاع الشمسي
العوامل المؤثرة على توزيعه
+
طرق قياسه

- العوامل المؤثرة على توزيع الاشعاع الشمسي :
- هناك عوامل متعددة تؤثر في قوة الاشعاع الشمسي ذاته من فترة إلى أخرى كما ان قوة الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض تختلف من وقت إلى آخر تبعاً لكيفية انتقال الاشعة الشمسية عبر الاوساط المختلفة وشكل الموجات الساقطة ونوعها واشكال سطح الارض التي تستقبل هذه الاشعة . وعلى ذلك يمكن ان نبين العوامل التي تؤثر في قوة الاشعاع الشمسي الذي يصل الى سطح الارض :
- (١) زاوية سقوط الاشعة الشمسية على سطح الأرض :
- تؤثر زاوية سقوط الاشعة الشمسية على سطح الأرض في مقدار الاشعة المستلمة من قبل سطح الارض ذلك لان الاشعة العمودية أو شبه العمودية الواصللة الى سطح الارض تكون قوية واشد تركيزا ، وذلك لانها تقطع في الغلاف الجوي مسافة اقصر من المسافة التي تقطعها الاشعة المائلة، وهي لذلك اقل عرضة للضياع بفعل عمليات الامتصاص والانعكاس والانتشار التي تحدث في الغلاف الجوي . كما ان حزم الاشعة العمودية بعد ان تصل الى سطح الأرض تتوزع على مساحة قليلة ، أما الأشعة المائلة فانها تتوزع على مساحة اكبر فتصبح اضعف واقل تركيزا .

زاوية سقوط الإشعاع الشمسي

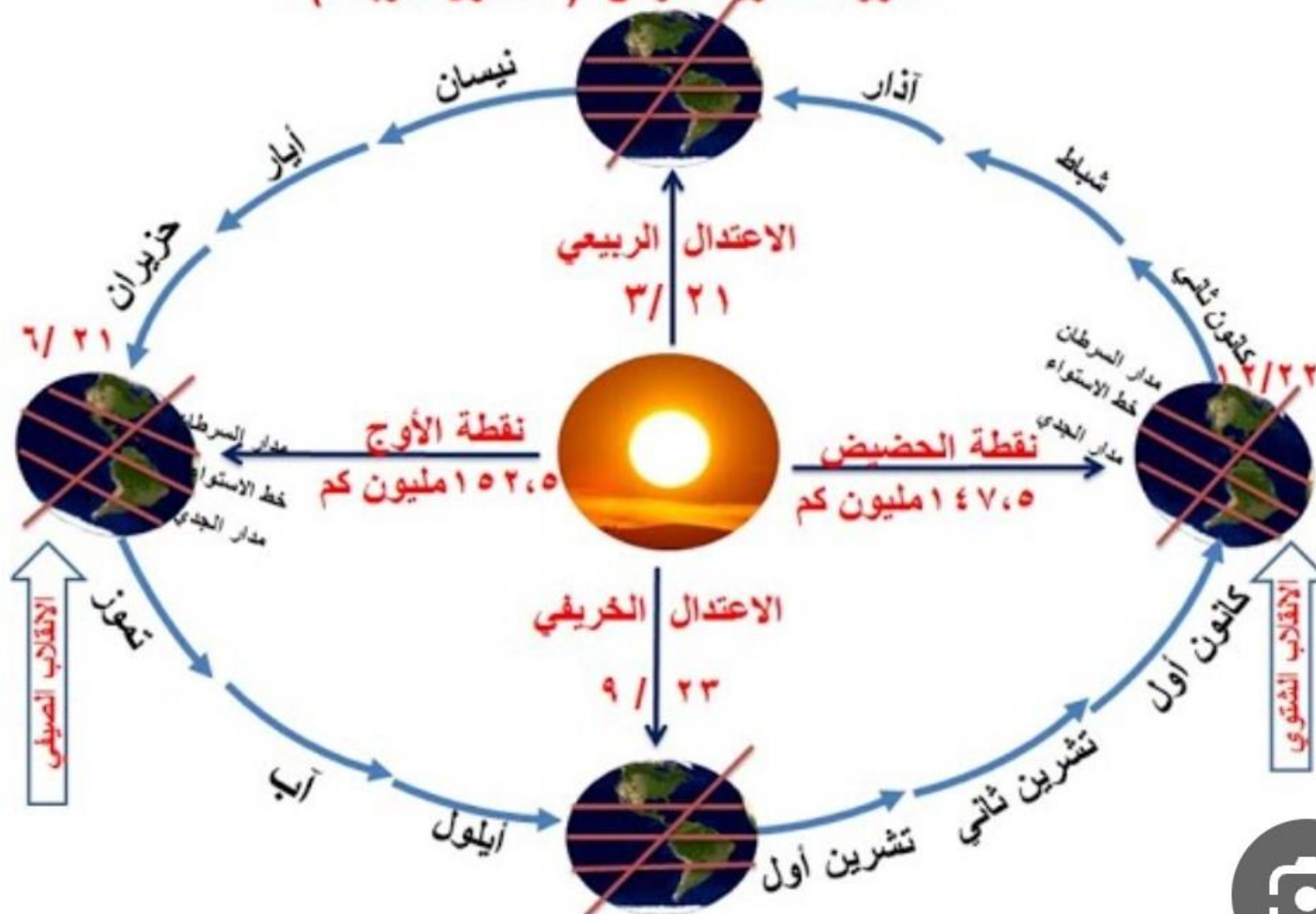


- وبما ان اشعة الشمس تصل إلى المناطق المدارية عمودية أو شبه عمودية معظم أيام السنة فإن شدة الأشعاع الشمسي في تلك المناطق أقوى في أي مكان من سطح الأرض كما ان الطاقة الشمسية المستلمة في المنطقة المدارية في منتصف النهار تكون متساوية على العام تقريبا في حين تحدث اختلافات فصلية كبيرة في العروض العليا . ففي نيويورك من تستلم الأرض % ٤٤ من الأشعاع الشمسي في الشتاء ، و ٩٥% منه في فصل الصيف عندما تكون الشمس في سمت السماء ، ولا تختلف زاوية سقوط الأشعة تبعا لاختلاف الفصول وحركة الشمس الظاهرية . انها تختلف اثناء النهار ، فاشعة الشمس تبدأ مائلة في ساعات الصباح الأولى ثم بالزيادة كلما ارتفعت الشمس في كبد السماء إلى أن تبلغ اعلى حد لها عند الظهر ثم تلف بعد ذلك في التناقص إلى ان تصبح اسفل الافق عند المغيب . ولهذا يظهر في الأشعاع الشمسي دورة فصلية واخرى يومية تبعا لاختلاف زاوية سقوط الشمس.

- (٢) البعد بين الأرض والشمس:

- بما ان الأرض تدور حول الشمس في مدار بيضوي ليس بدائري يصبح من الطبيعي ان تقترب الشمس مرة وتبتعد عنها مرة اخرى وبذلك تختلف المسافة بين الشمس والأرض تبعا لذلك من ١٥٢ مليون كم في (٤) تموز إلى ١٤٧ مليون كم في (٣) كانون الثاني ، وهذا يعني ان الأرض اصبحت في مدارها البيضوي اقرب ما تكون إلى الشمس في ٣ كانون الثاني ، ويقال في هذا الحال ان الأرض في الحضيض أي قريبة من الشمس ، اما في (٤) تموز فتصبح الأرض ابعد ما تكون عن الشمس ويقال في هذه الحالة ان الأرض في الأوج والذروة . وقد اثبتت الدراسات انه ليس لهذه الاختلافات البسيطة في المسافة بين الأرض والشمس خلال فترة الحضيض والأوج تأثير كبير في كمية ما يستلمه سطح الأرض من الأشعاع الشمسي في يوم واحد أو في خلال سنة كاملة بقدر ما لهذا الاختلاف من البيان كبيرة في مقدار ما يصل من حرارة الشمس إلى السطح الخارجي للغلاف الجوي ، اذ انها تزداد هناك وليس على سطح الأرض خلال الانقلاب الشتوي بمقدار ٧ عنها في الانقلاب الصيفي .

الدورة السنوية للأرض (الفصول الأربعة)



• اختلاف طول النهار :

- يلعب اختلاف طول النهار عند دوائر العرض المختلفة دورا كبيرا وحاسما في اختلاف كمية الاشعاع الشمسي التي تصل الى سطح الارض عند تلك العروض . فالمناطق المدارية لا يختلف طول النهار فيها كثيرا بين الصيف والشتاء ، فمعدله ١٢ ساعة طول ايام السنة . اما في المناطق المعتدلة والباردة فان طول النهار يزداد طولا في الصيف ويقل في الشتاء ويزداد الفرق بين الليل والنهار كلما زادت دائرة العرض . ويعوض النهار الطويل في فصل الصيف ضعف اشعة الشمس في المناطق المعتدلة والباردة مما يجعل درجة الحرارة في أواسط القارات تصل الى حد يماثل درجة الحرارة في المناطق المدارية ، اما في الشتاء فان قصر النهار يضاعف من تأثير ضعف الاشعة الشمسية المائلة مما يجعل درجة الحرارة تصل حد متدنيا . ويعمل الاختلاف الكبير في زاوية سقوط الاشعة الشمسية بين الصيف والشتاء في المناطق المعتدلة والباردة على جعل المدى السنوي واليومي للاشعاع الشمسي في تلك المناطق كبيرا أما في المناطق المدارية حيث تكون اشعة الشمس عمودية أو شبه عمودية معظم ايام السنة فان الاختلاف القليل في زاوية سقوط الاشعة الشمسية خلال الفصول الاربعة يجعل المدى السنوي للاشعاع الشمسي في تلك المناطق قليلا .

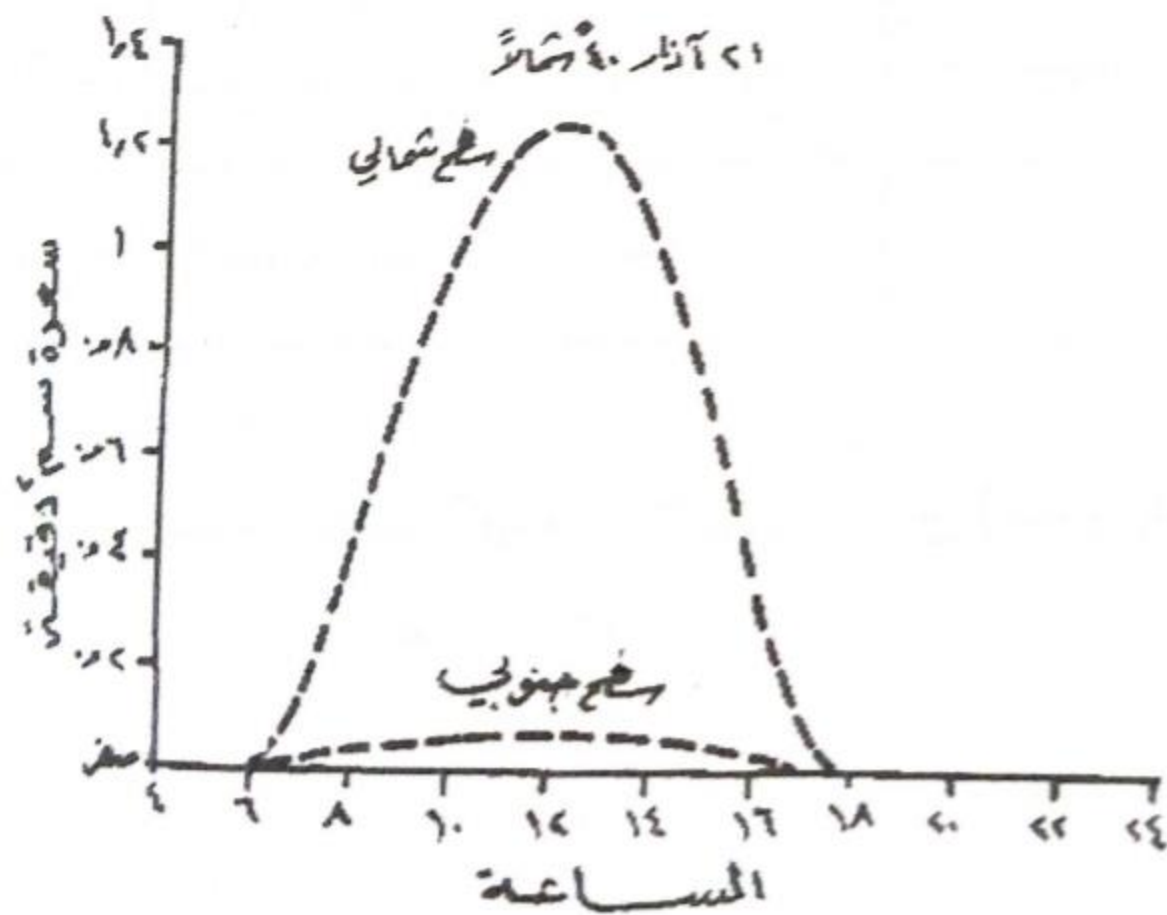
• (4) شفافية الغلاف الغازي :

- تؤثر درجة شفافية طبقات الغلاف الجوي في مدى قوة الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض. اذ يلعب الغبار والرماد والسحب وبخار الماء دورا كبيرا في عملية انعكاس الاشعة الشمسية وتشتتها وامتصاصها ، كما تعمل هذه الشوائب على حفظ الاشعاع الارضي في الضياع خارج الغلاف الجوي. وعلى ذلك فان المناطق التي تكثر فيها السحب والهواء الملوث بالأتربة تستلم كمية قليلة من الاشعة الشمسية مقارنة بالمناطق ذات الجو الشفاف. ولهذا فان المناطق التي يكثر في أجوائها الدخان كالمدين الصناعية الكبرى مثل لندن وطوكيو ونيو يورك لا يصلها الا القليل من الاشعاع الشمسي ، خاصة وأن كثرة تغطية السماء بالسحب في المناطق الاستوائية هي التي جعلت الاشعة الشمسية الواصلة اليها اقل من كميتها الواصلة الى المناطق المدارية ذات السماء الصافية والشمس الساطعة.

• (٥) اختلاف التضاريس :

- تلعب التضاريس الأرضية دورا كبيرا في تباين كمية الاشعاع الشمسي الواصل إلى منطقة دون أخرى، فاتجاه السفوح الجبلية وانحدارها يؤثر في معدل الاشعاع الشمسي الذي يصل إلى تلك السفوح ، وخاصة في المناطق المعتدلة والباردة التي تصلها اشعة الشمس بشكل مائل . اما في المناطق المدارية فان اثر هذا العامل يكون محدوداً وذلك لان الاشعة الشمسية تكون عمودية أو شبه عمودية وبالتالي فإن تلك السلاسل تستلم كميات متساوية من الاشعة الشمسية. ففي المناطق المعتدلة والباردة في النصفين الشمالي والجنوبي تتعرض السفوح الجنوبية في النصف الشمالي والسفوح الشمالية في النصف الجنوبي إلى اشعة الشمس بشكل مباشر أما السفوح الأخرى فتكون بعيدة عن الاشعة الشمسية المباشرة ولا يصلها منها الا الاشعة المنتشرة والمنكسرة من السطوح المقابلة كما ان انحدار السفوح يلعب دورا كبيرا في تحديد زاوية سقوط الاشعة. فبعض السفوح شديدة الانحدار لذا فان أشعة الشمس تسقط عليها بشكل زاوية قائمة مما يجعل الاشعاع الشمسي الواصل اليها أكثر من المناطق المجاورة الأقل ارتفاعا وخاصة في وقت شروق الشمس وغروبها حيث تكون الاشعة الشمسية مائلة. وقد أدى تباين كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى السفوح الشمالية والجنوبية في نصف الكرة الأرضية إلى تباين في درجة الحرارة وبالتالي تباين النشاط الاقتصادي للسكان وتركزهم في منطقة دون أخرى.

اختلاف اشعة الشمس للباشرة التي تصل الى السفوح الجبلية الشمالية والجنوبية اثناء النهار



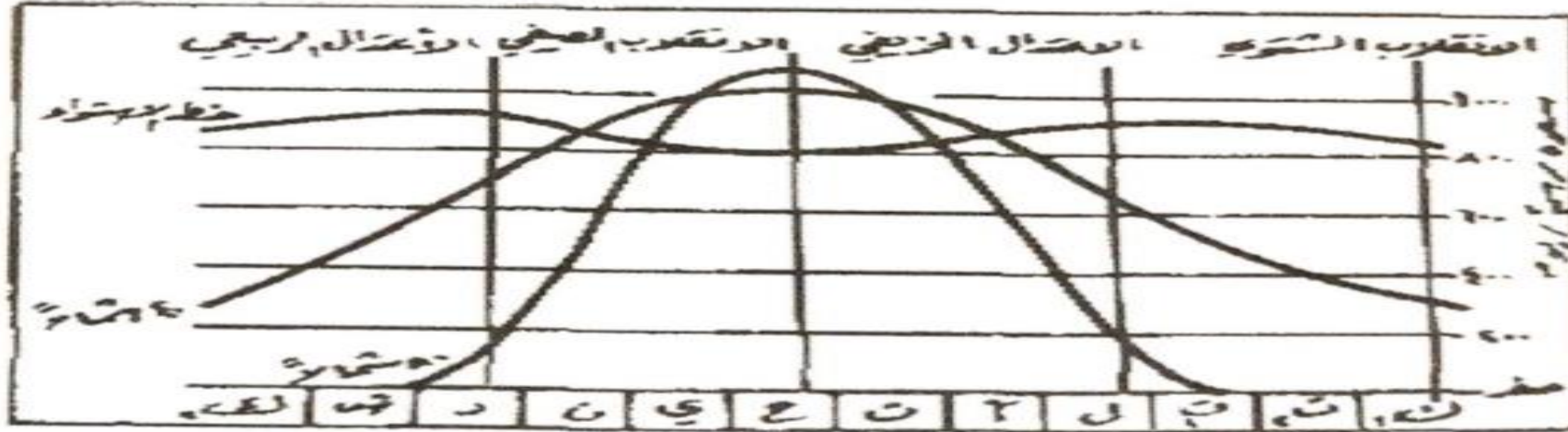
(٦) الالبيدو:

يطلق مصطلح الالبيدو Albedo على نسبة ما يعكسه سطح الأرض إلى الفضاء مباشرة من الاشعاع الشمسي الصافي الواصل اليه دون ان يحول أي جزء منها إلى طاقة حرارية تظل في جو الأرض . أو نسبة ما يضيع من مقدار الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض بوساطة عملية الانعكاس . وتختلف نسبة الالبيدو من مكان إلى آخر تبعا لموقع المنطقة من دوائر العرض وكذلك باختلاف طبيعة سطح الأرض من حيث اللون والتركيب ووجود النباتات ونوعها أو عدم وجودها وتغطية السطوح بالثلوج وطول فترة بقائها . إذ يختلف الانعكاس الالبيدو تبعا لاختلاف زاوية سقوط الأشعة فكلما كانت الأشعة مائلة كانت نسبة الالبيدو أكبر ، لذلك فان معامل الانعكاس في ساعات الصباح و المساء أكبر منه في بقية ساعات النهار كما ان الالبيدو في المناطق المعتدلة والباردة أكبر منه في المناطق المدارية ويوتر لون الجسم المسطح في كمية الأشعة المنعكسة ، فالاجسام السوداء تمتص كل الأشعة تقريبا في حين تعكس الاجسام البيضاء كل الأشعة تقريبا ولهذا فان التربة السوداء أكثر امتصاصا للأشعة من التربة الرمادية والرمال الصفراء كما ان السطوح الملساء المصقولة تعكس اشعة الشمس أكثر مما تعكسه السطوح الخشنة ولهذا فان معامل انعكاس الأشعة في المناطق السهلية يفوق معامل الانعكاس في مناطق الهضاب والجبال . وتؤثر نوعية التربة والغطاء النباتي في نسبة الالبيدو ، فيلاحظ من خلال الجدول ان نسبة الالبيدو وتختلف في السطوح المغطاة بالرمال عن التربة المغطاة بالحشائش وكذلك عن التربة المغطاة بالغابات وعن تلك المغطاة بالمحاصيل الزراعية . كما تكون التربة أو الاسطح المغطاة بالثلوج ذات قدرة عالية على عكس الأشعة الشمسية الا ان نسبة الانعكاس تختلف باختلاف نوعية وطبيعة الثلوج من حيث طول مدة التراكم ودرجة الصلابة . أما بالنسبة لقدرة المسطحات المائية على عكس الأشعة الشمسية فيعتمد ذلك على ارتفاع الشمس في السماء فعندما تكون اشعة الشمس فوق الراس وبشكل عمودي تكون نسبة الالبيدو قليلة لا تتجاوز ٤ % اما اذا كانت اشعة الشمس فوق الافق وتصل بصورة مائلة فان نسبة الالبيدو وتزداد عن ٤٠ .

- التوزيع الجغرافي للاشعاع الشمسي :
- يتأثر التوزيع الجغرافي للاشعاع الشمسي على سطح الارض بدرجة كبيرة تبعاً لموقع المكان بالنسبة لدوائر العرض. حيث يعظم الاشعاع الشمسي عند خط الاستواء ويقل بالتدرج مسعوداً نحو القطبين . وتستلم منطقة خط الاستواء سنوياً من الاشعاع الشمسي بما يقدر بأربعة أضعاف مقداره عند أي من القطبين. وتبعاً لحركة الشمس الظاهرية بين المدارين فإن أعظم فترات الاشعاع الشمسي في النصف الشمالي تكون عندما تتعامد الشمس على مدار السرطان وكذلك في نصف الكرة الجنوبي عندما تتعامد على مدار الجدي . وعلى ذلك فإن كمية الاشعاع الشمسي في المناطق المدارية كبيرة جداً إلا أنها تختلف من فصل إلى آخر . وخلال حركة الشمس الظاهرية بين مدار الجدي والسرطان تمر الشمس مرتين بكل المواقع التي تقع بين هذين المدارين وينتج عن ذلك تجمع أعظم كمية للاشعاع الشمسي فوق هذه المواقع من سطح الأرض. ومن الجدير بالذكر أن أعظم كمية من الاشعاع الشمسي تصل إلى سطح الأرض عند دائرة عرض ٢٠ شمالاً وجنوباً وذلك نتيجة الجفاف الهواء وصقاء السماء وقلة السحب بسبب التيارات الهوائية الهابطة وتنعكس هذه الأشعة على شكل اشعاع ارضي يعمل على زيادة درجة حرارة الجو في هذه الدوائر ويقل مقدار الاشعاع الشمسي في المناطق التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة والسحب التي تعرقل مرور الاشعاع الشمسي الى سطح الأرض .
- وتختلف كمية الاشعاع الشمسي الواصلة الى سطح الأرض زمانياً ومكانياً. فالشكل (٤) يوضح ان منحني الاشعاع الشمسي يختلف كلما ابتعدنا عن خط الاستواء باتجاه الدائرة القطبية . فعند خط الاستواء يظهر على شكل مستقيم خلال فصول السنة المختلفة . باستثناء منحنيين ضعيفين خلال فصلي الربيع والخريف يمثلان ارتفاع مقدار الاشعاع الشمسي بصورة بسيطة .

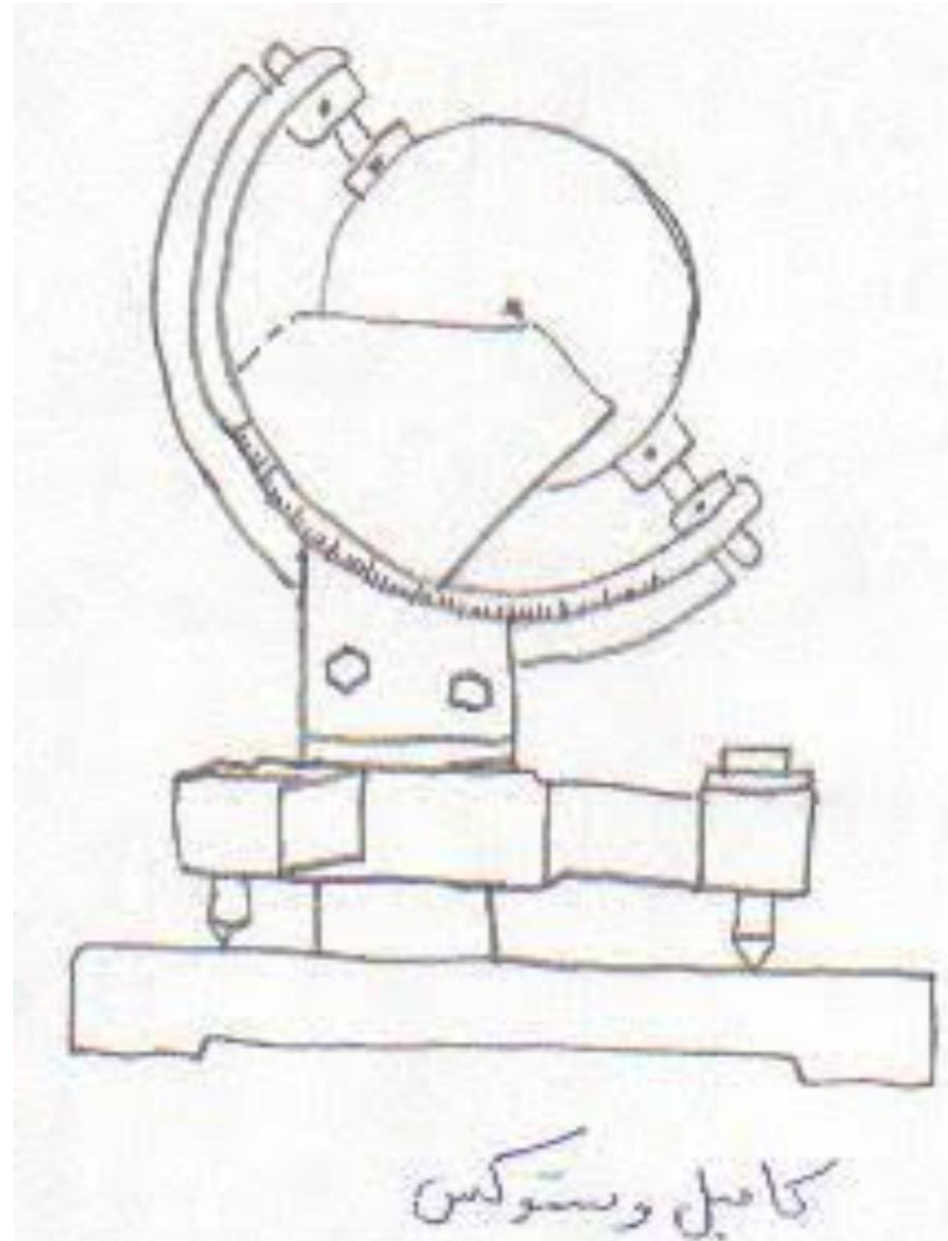
- ويتعاطف الاختلاف في الاشعاع الشمسي كلما ابتعدنا شمالا او جنوبا عن خط الاستواء . ففي العروض المدارية والمعتدلة يظهر منحني الاشعاع الشمسي على شكل قمة واضحة خلال الصيف الشمالي، في حين ينخفض مقدار الاشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء اما بالنسبة للدوائر القطبية فإن الاشعاع الشمسي يظهر على شكل قمة واضحة خلال فصل الصيف الشمالي عند تعامد الشمس على مدار السرطان كما يبدو على شكل حوض ضحل خلال فصل الشتاء عندما تتعامد الشمس على مدار الجدي.

منحني كمية الاشعاع الشمسي المستوي عند بعض دوائر العرض



• طرق قياس الأشعاع الشمسي

- ادوات قياس الاشعاع الشمسي والسطوع الشمسي :-
- تستخدم محطات الرصد الجوي اجهزة مختلفة لرصد السطوع الشمسي والاشعاع الشمسي وسوف نتطرق الى الاجهزة المهمة ذات الاستخدام الشائع .
- (١) جهاز كامبل – ستوكس لقياس السطوح الشمسي :
- يتكون هذا الجهاز من كرة زجاجية يبلغ قطرها ٩,٢ سم ومهمتها تجميع الاشعة الشمسية وتركيزها على ورقة خاصة بحيث تحرق فيها مساراً يتفق مع مسار الشمس . اما اذا لم تكن الشمس ساطعة نتيجة لاحتجابها بواسطة السحب فانه لا يظهر على الورقة اي حرق و تستعمل ثلاثة انواع من الأوراق ، فالأوراق الخاصة بفصل الصيف الشمالي تكون طويلة ومحدبة والأوراق الخاصة بفصل الشتاء قصيرة ومقعرة . اما اوراق الربيع والخريف فتكون مستقيمة .



کامیل و سٹوکیس



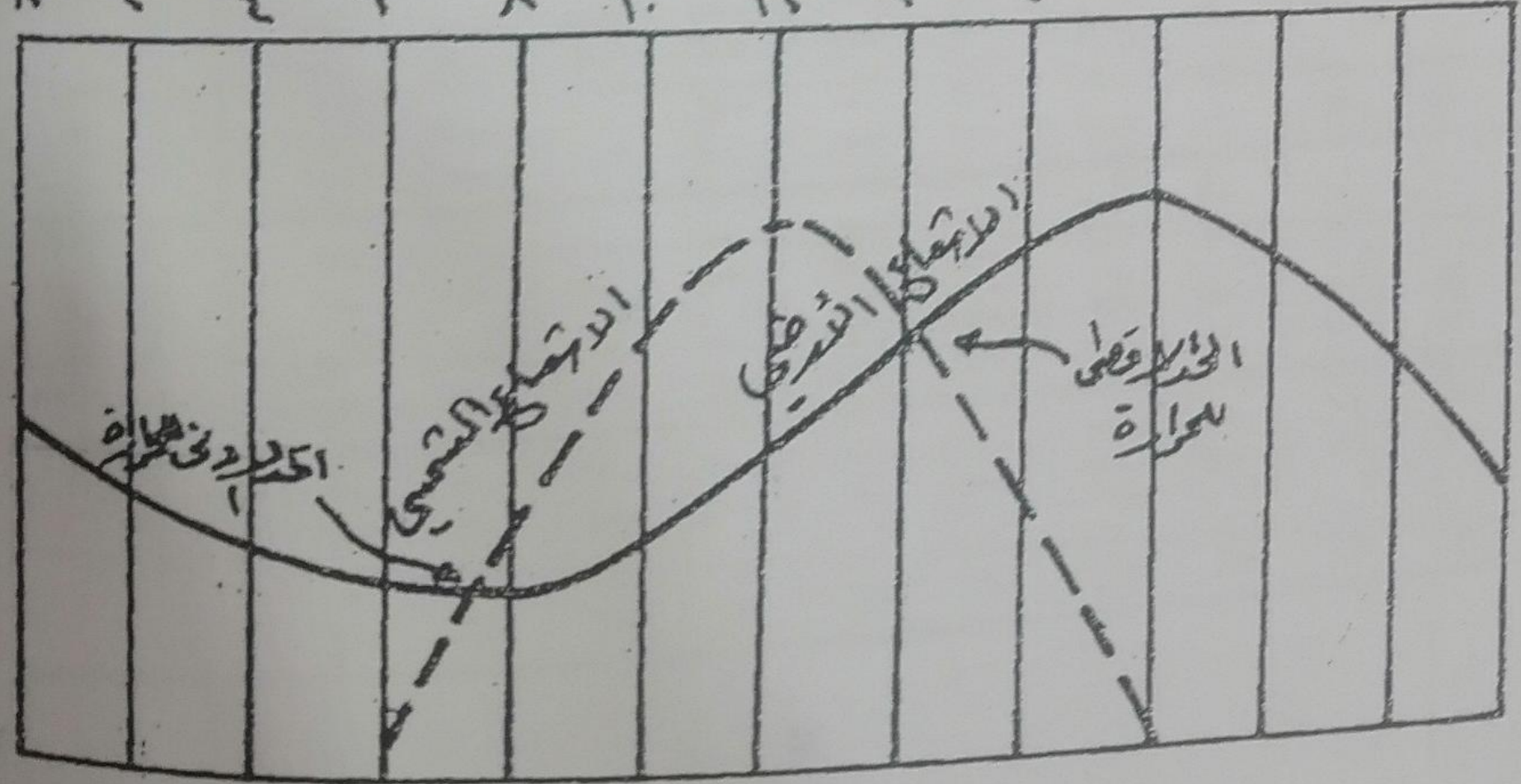
- (٢) جهاز ابلي Epply لقياس الاشعاع الشمسي : -
- يعتمد جهاز ابلي لقياس الاشعة الشمسية على قوانين اشعاع وامتصاص الحرارة . ويتكون الجزء الحساس من الجهاز من قرص مركزي ابيض تحيط به حلقة سوداء ، فالقطعة المعدنية السوداء تمتص كل الاشعة التي تصلها بينما تعكس القطعة البيضاء معظمها . وبالتالي فان الفرق بين درجة حرارة القطعتين يتحول الى تيار كهربائي يقيس الأشعة المباشرة والمنتشرة التي يتعرض لها الجهاز.
- الاشعاع الارضي :
- يصل حوالي ٥٠٪ من الاشعة الشمسية الواصلة الى السطح العلوي من الغلاف الجوي الى سطح الارض بصورة مباشرة أو غير مباشرة (٢٦) . ويقوم سطح الارض بامتصاص هذه الاشعة ثم يشعها الى الجو على شكل موجات حرارية طويلة تتراوح بين ٥ - ٥٠ ما يكرون، وهي بذلك اطول من موجات الاشعاع الشمسي بعشرين مرة .
- يختلف الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي اذ انه يحدث طوال ساعات اليوم باي خلال الليل والنهار ، في حين يقتصر حدوث الاشعاع الشمسي على ساعات شروق الشمس فقط .
- ويبين الشكل (١) ان سير الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الارض ينحصر بين الساعة السادسة صباحا تقريبا والساعة السادسة مساءً ، وأن اعلى كمية من الأشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض تكون عند الساعة ١٢ ظهراً اي وقت الزوال عندما تكون الاشعة عمودية .

خسوف الليل

ظلياً

منصف الليل

١٥ ١٠ ٨ ٦ ٤ ٢ ١ ٠ ١ ٢ ٤ ٦ ٨ ١٠ ١٢



• أما الاشعاع الارضي فيمتد طوال اليوم وأن أعظم مقدار له يكون عند الساعة الخامسة مساءً تقريباً ثم يبدأ مقداره بالانخفاض وخاصة عند الخامسة صباحاً من اليوم الآخر أي قبل شروق الشمس ،والاشعاع الارضي مهم في الدراسات المناخية لأنه المصدر الرئيسي المباشر لتسخين الغلاف الجوي وليس الاشعاع الشمسي ، لذلك فإن درجات الحرارة تنخفض بالارتفاع في طبقات الجو السفلي .ومن الجدير بالذكر أن جزءاً كبيراً من الاشعاع الارضي الذي تمتصه مكونات الغلاف الجوي يعود فتشعه ثانية باتجاه الارض . وتختلف شدة الاشعاع الجوي الذي يعود الى سطح الارض تبعاً لاختلاف درجة الحرارة ونسبة بخار الماء وكمية السحب . فكلما كانت نسبة بخار الماء في الجو كبيرة وعلى ارتفاعات واطئة من سطح الارض زادت قابليته على امتصاص الاشعاع الأرضي ومنعه من الهروب الى الفضاء الخارجي حافظاً لطبقات الجو السفلي درجة حرارتها . وعليه فإن المدى الحراري في المناطق المدارية الرطبة لا يزيد عن ٨م ، في حين يصل إلى أكثر من ضعف ذلك في المناطق الجافة حيث تكون نسبة بخار الماء في الجو قليلة ومن ثم هروب الاشعاع الارضي الى الفضاء الخارجي . ودور بخار الماء في الجو يشبه الدور الذي تلعبه البيوت الزجاجية في الزراعة (٣) . فالبيت الزجاجي يسمح بدخول الاشعة الشمسية قصيرة الموجه التي تمتص من قبل الاشياء الموجودة داخل البيت الزجاجي وتحول الى أشعة حرارية طويلة الموجه لا يسمح لها البيت الزجاجي بالهروب ، فترتفع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجي .

• الموازنة الاشعاعية :يقصد بالموازنة الاشعاعية الاختلاف بين كمية الاشعاع المكتسب والاشعاع المفقود من سطح الأرض . فالاشعاع الشمسي يخترق الغلاف الجوي متجهاً نحو سطح الارض ، ثم يرتد مرة أخرى الى الغلاف الجوي على شكل أشعة حرارية تعمل على تسخين الغلاف الجوي . الا أن الاشعاع الشمسي الذي يخترق السطح العلوي من الغلاف الجوي Outer Limit of atmosphere لا يصل الى سطح الارض بنفس قوته بل يرتد حوالي ٣٥٪ منه بنفس قوته الى الغلاف الجوي منها ٢٤ تعكسه السحب و٧ تتبعثر بواسطة الجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي ، في حين يرتد ٤٪ من الاشعة الشمسية الى الفضاء الخارجي عند سقوطها على سطح الأرض مباشرة .

- أما باقي الاشعاع الشمسي والبالغ ٦٥٪ فإن ١٨٪ منه يمتص عن طريق المواد العالقة في الجو وخاصة بخار الماء في حين يمتص سطح الارض مباشرة نحو ٢٣٪ وأن ٢٤٪ يمتص أيضاً من قبل سطح الارض بطريقة غير مباشرة من الاشعاع المبعثر في الغلاف الجوي من قبل مكونات الغلاف الجوي .

- ويتخلص سطح الارضي من الاشعة التي يمتصها عن طريق الاشعاع الأرضي المباشر، وعن طريق الحرارة الكامنة بفعل عملية التبخر، كما يذهب جزء قليل من الاشعة الشمسية الممتصة (٥٪) في تسخين طبقة الهواء السفلى الملاصقة لسطح الارض عن طريق عملية التوصيل، وتعتمد قيمة الميزان الاشعاعي على عوامل عديدة منها . خط العرض الجغرافي للمكان، وحالة وشفاء الجو، ونوعية سطح الارض، وعليه فإن المناطق الواقعة ضمن العروض الجغرافية حتى خط عرض (٤٠) شمالاً وجنوباً يكون الميزان الاشعاعي فيها عموماً بوضعية موجبة دائماً . اما في العروض الوسطى والعليا حيث تكون الاشعة المكتسبة أقل من الاشعة المفقودة فإن الميزان الاشعاعي والحراري فيها يكون سالباً.

١٠٠٪

