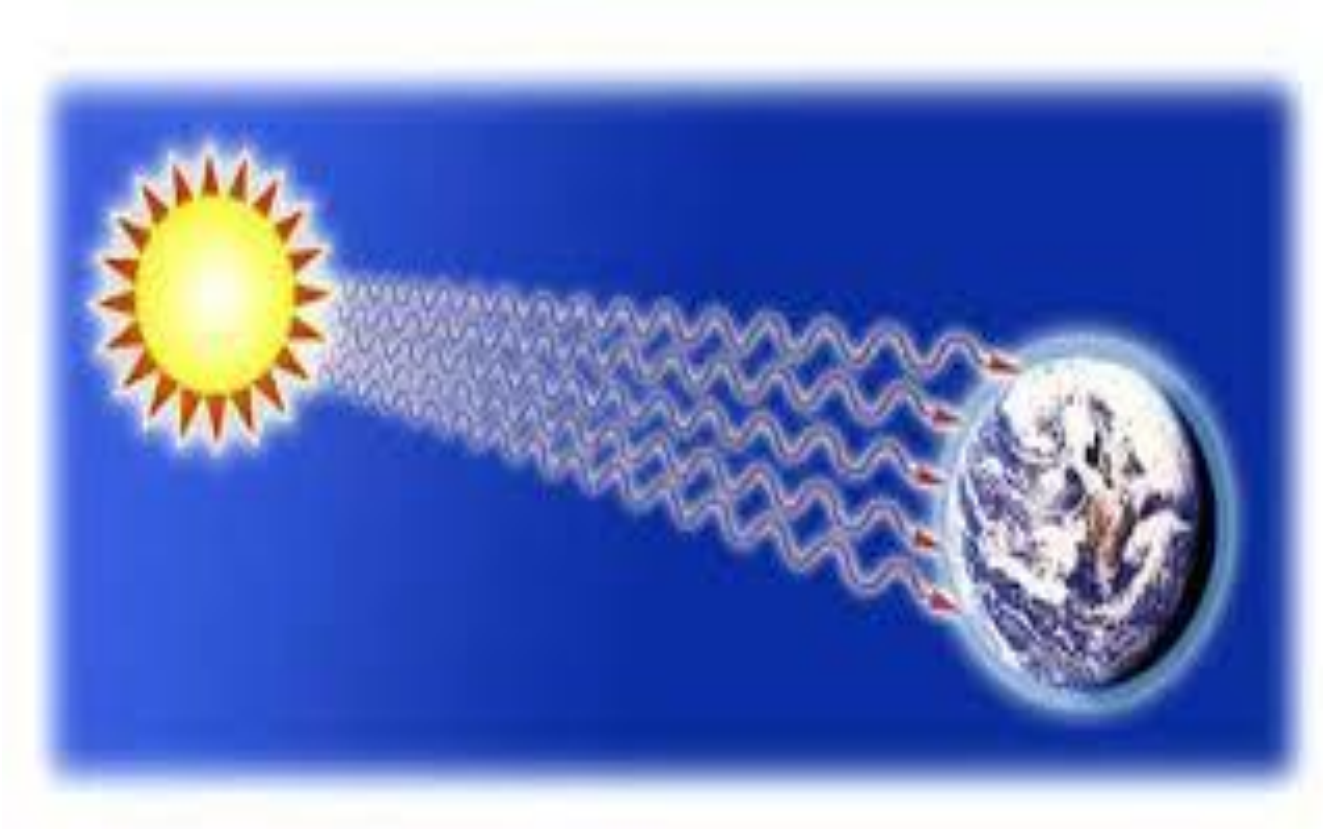
محاضرات مقرر فيزياء الأرصاد الجوية

تجميع وإعداد د/ فاطمة الزهراء محمد نبيه حسن

مدرس الفيزياء النظرية بقسم الفيزياء-كلية العلوم -جامعة دمياط.

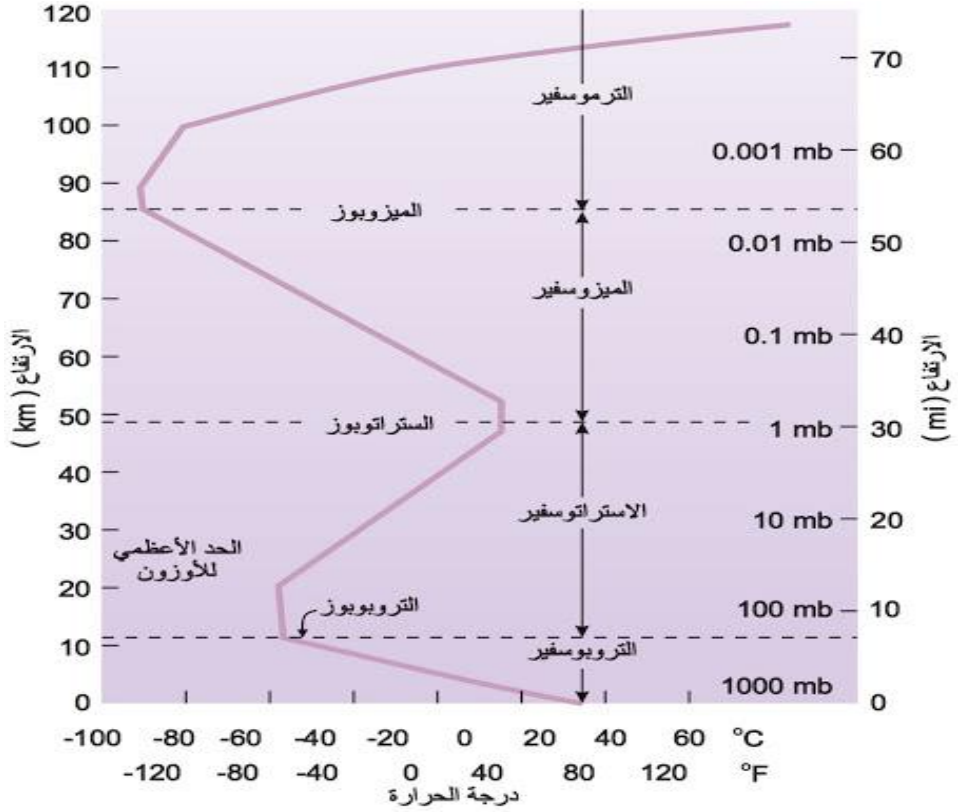
الفصل الثالث: الإشعاع الشمسي



المراجع

- جغرافية المناخ والبيئة تأليف أ.د./ محمد إبراهيم محمد شرف، ٢٠٠٨ ،دار المعرفة الجامعية.
- موقع ويكيبيديا الموسوعة الحرة .
- موقع محاضراتي
- محاضرات في الفيزياء والارصاد الزراعية إعداد أ.د./ أبو النصر هاشم عبدالحميد-أ.د./عصمت حسن عطية نوفل بكلية الزراعة بكلية الزراعة بمشتهر ٢٠١٣.
- منتدى الجغرافيون العرب.

تغير درجات الحرارة في طبقات الغلاف الجوي



- تعد الشمس أقرب النجوم إلى الأرض وهي نجم غازي متوهج يتكون من الهيدروجين(حوالي ٨٠% من كتلتها) والهيليوم، وقطر الشمس اكبر من قطر الارض بمئة مرة وحجمها بقدر مليون مرة بحجم الارض وتقدر درجة حرارة سطحها بنحو ٦٠٠٠ مْ بينما تبلغ حرارة مركزها باكثر من ٢٠مليون مْ ، هذا التوهج الحراري الهائل ينتج تحت تأثير الضغط الهائل والحرارة العالية عند إندماج أربع ذرات هيدروجين لتنتج ذرة واحدة من الهيليوم وهو ما يسمى عملية إندماج النوى الذرية فتتولد كمية كبيرة وسريعة من الحرارة تجد طريقها لسطح الشمس مما يجعل سطح الشمس يبعث شكل من الطاقة يعرف بالاشعاع الكهرومغناطيسي.

- الإشعاع الكهرومغناطيسي هو حزمة من الاشعاع الطيفي spectramتنتقل مجتمعة على هيئة موجات كهرومغناطيسية تنتشر في اتجاهات مستقيمة بسرعة ثابتة في الفراغ $c= 3x10^8\, m/sec$ وهي ما تعرف بسرعة الضوء، وتحتاج تلك الأشعة إلى حوالي ثمان دقائق وثلث دقيقة لتقطع المسافة بين الشمس والأرض(١٤٩.٤٥ مليون كم في المتوسط) وخلال تلك المسافة يفقد من الاشعاع الشمسي بالانعكاس والتشتت والامتصاص كمية هائلة يصل منها إلى سطح الأرض ما يناسب أشكال الحياة عليها وهو ما يعادل نحو نصف جزء من البليون من كمية الطاقة المنبعثة من الشمس.

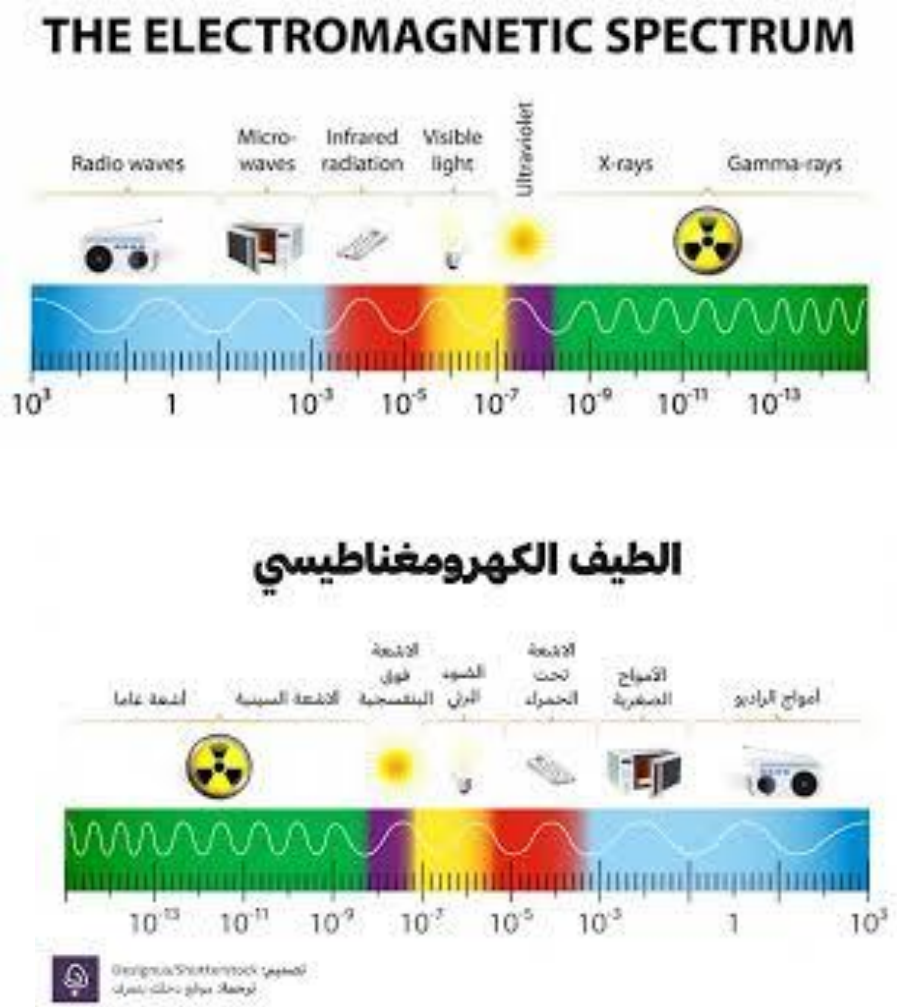
- يعد الاشعاع الشمسي المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي أذ يساهم بأكثر من ٩٩،٩٧% من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي وعلى سطح الارض أما المصادر الباقية للطاقة والمتمثلة بطاقة باطن الارض والمد والجزر فأنها لاتسهم الا بقسط ضئيل جدا لايزيد عن ٠.٠٣% ، والطاقة الشمسية هي المسؤلة عن جميع العمليات التي تحدث في الغلاف الجوي كالاضطربات الجوية والسحب والامطار والرياح والبرق والرعد وغيرها وكما انها السبب الرئيسي في الحركة المستمرة للغلاف الجوي وتقلب الطقس وتغيره ، وكما أن الاختلافات الرئيسية القائمة بين مكان واخر هي في وفرة الطاقة الشمسية ، والاشعاع الشمسي عبارة عن مجموعة من الاشعاعات الاثيرية مصدرها الشمس.

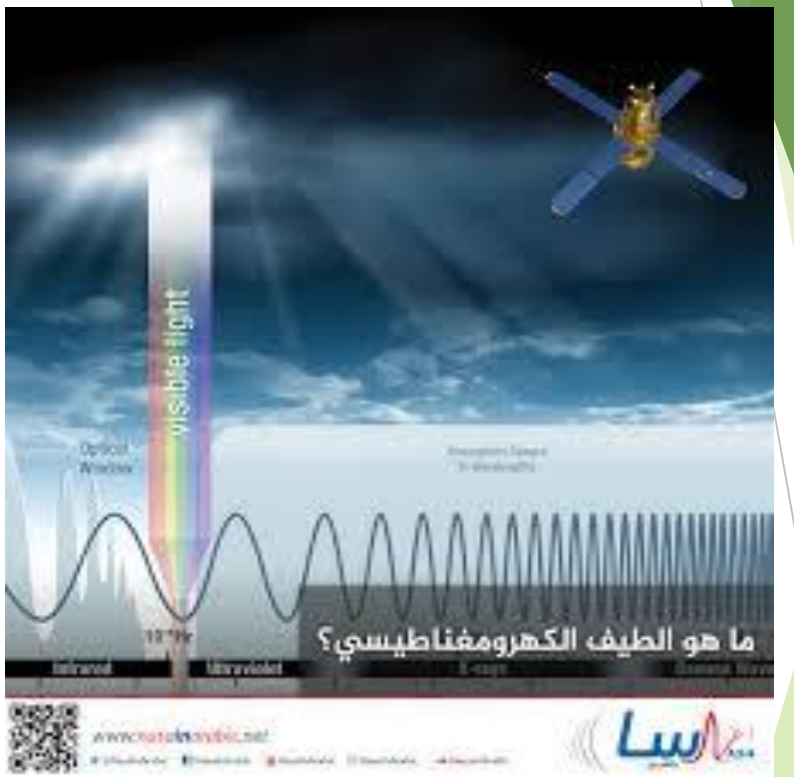
- **الإشعاع الشمسي** هو مقدار الأشعة الشمسية الساقطة على مساحةٍ معينة و القادرة على توليد قدرةٍ كهربائية . لا يصيب الأرض إلا حوالي جزء من ألفي مليون جزء من أشعة الشمس التي تقدر بنحو ١٣٠ ميجاوات لكل متر مربع من سطح الشمس، وهذا القدر الضئيل هو المسئول عن كل الطاقة الحرارية لسطح الأرض و غلافها الجوي.
- الإشعاع الكهرومغناطيسي

تقسيم الإشعاع الشمسي (الطيف الكهرومغناطيسي)

ميز العلماء ثلاث انواع مختلفة من الاشعاع الشمسي :

- **أ- الاشعة الحرارية IR :** وتعرف بالاشعة تحت الحمراء وهي اشعة غير مرئية للطيف الكهرومغناطيسي وتنتمي الى مجموعة الاشعة ذات الموجات الطويلة(تزيد طول موجاتها عن ٠.٧ ميكرومتر) وتقدر نسبتها حوالي ٤٩% من مجمل الاشعاع الشمسي ويسهم الجزء الاكبر من هذه الاشعة في رفع درجة حرارة سطح الارض والغلاف الجوي وهي بذلك ذات اثر كبير في الدراسات المناخية .
- **ب- الاشعة الضوئية** وهي اشعة مرئية تقدر نسبتها حوالي ٤٣% من جملة الاشعاع الشمسي (يتراوح طول موجاتها بين ٠.٣٦ إلى ٠.٧ ميكرومتر)ويمكن ان نميز فيها الاشعة الزرقاء والحمراء والخضراء وتستخدم هذه الاشعة من قبل النباتات في عملية التركيب الضوئي.
- **ج الاشعة فوق البنفسجية** وتشكل حوالي ٧% من جملة الاشعاع الشمسي وهي اشعة قصيرة الموجة (طول موجاتها بين ٠.٢ ميكرومتر إلى ٠.٣٦ ميكرومتر) ومفيدة للانسان عندما تصله بكميات قليلية اذ تساعد على علاج بعض الامراض وخاصة الكساح وذلك لقدرتها على تكوين فيتامين (d)لكن لهذه الاشعة اضرار بالغة على الانسان وجميع الكائنات الحية ولها تأثير على المناخ ومن حسن الحظ لايصل منها الى الارض الا نسبة قليلة جدا وذلك لامتصاصها من قبل غاز الازون الذي يوجد على ارتفاع ٣٥كم ، اما ما تبقى من الاشعاع الشمسي ويقدر ١% فتكون بشكل موجات سينية وامواج جاما وكونية وراديوية .


THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM
Radio waves
Micro-waves
Infrared radiation
Visible light
Ultraviolet
X-rays
Gamma-rays
10^{3}
1
10^{-3}
10^{-5}
10^{-7}
10^{-9}
10^{-11}
10^{-13}
الطيف الكهرومغناطيسي
اشعة غاما
الاشعة السينية
الاشعة فوق البنفسجية
الضوء المرئي
الاشعة تحت الحمراء
الامواج الصغرية
أمواج الراديو
10^{-13}
10^{-11}
10^{-9}
10^{-7}
10^{-5}
10^{-3}
1
10^{3}


visible light
ما هو الطيف الكهرومغناطيسي؟

ما هي العمليات الفيزيائية التي يتعرض لها الإشعاع الشمسي أثناء عبوره الغلاف الجوي؟

يتعرض لاشعاع الشمسي اثناء عبوره الغلاف الجوي الى عدة عمليات من قبل بعض مكونات الغلاف الجوي ومن اهم تلك العمليات هي

- **أ-الامتصاص** حيث يمتص بعض الاشعاع الشمسي في طبقات الجو العليا من قبل الاوكسجين الذري الذي يمتص جانبا من الاشعة فوق البنفسجية وكذلك الازون الذي يمتص بغزارة جانبا من الاشعة فوق البنفسجية ، اما طبقات الهواء السطحية حيث يقل ورود الطاقة فوق البنفسجية نسبيا بسبب امتصاص اغلبها في طبقات الجو العليا فلا يلعب الاوكسجين الذري أو الازون دورا في عمليات الامتصاص وانما يقوم بهذا الدور بخار الماء الذي يكثر تواجده في طبقات الجو السفلى وكذلك تقوم بعض غازات الجو والمواد الغريبة العالقة في الجو(الغبار) بالامتصاص .
- **ب-أنتشار الاشعة** ويترتب على انكسار الاشعة اثناء مرورها في الغلاف الجوي انتشارها في جميع الاتجاهات والذي يقوم بعملية الانتشار والتبعثر جزيئات الهواء وبخار الماء وذرات الغبار وغبرها من الشوائب العالقة فب الغلاف الجوي .
- **ج- انعكاس الاشعة** عندما ينتقل شعاع من وسط لاخر يختلف عنه في معامل الانعكاس يصاب هذا الاشعاع بالانحراف عن اتجاهه المستقيم ، وتلعب السحب وقطرات الماء العالقة في الجو وغيرها من الشوائب دورا كبيرا في عكس جزء من الاشعاع الشمسي الا ان السحب هي العامل الرئيسي الذي يعكس الجزء الاكبر .

الانعكاس ونسبة الألبيدو

- ينصح معظم الأشخاص عند السير تحت أشعة الشمس باستخدام مظلةٍ لحمايتهم من الإشعاع العالي، إذ يفضل استخدام المظلات البيضاء أو تلك ذات الألوان الفاتحة والابتعاد عن الألوان الغامقة والقاتمة. يعود ذلك إلى قدرة الألوان الداكنة على امتصاص الإشعاع الشمسي بشكلٍ كبيرٍ، في حين تعمل الألوان الفاتحة على عكسه، الأمر الذي يساهم في تخفيف حرارةٍ وتأثير أشعة الشمس علينا.

- كلك يعني انعكاس الأشعة ارتدادها مرة آخرى في الاتجاه العكسي بحيث تكون زاوية سقوط الأشعة مساوية لزاوية إرتدادها، وتسمى النسبة بين مقدار الأشعة المنعكسة من مكونات الغلاف الجوي أو أي سطح ما وإجمالي الأشعة الواصلة إليه بتعبير الألبيدو Albedo ويعبر عنها بالصيغة التالية:

- نسبة الألبيدو = $\frac{\text{مقدار الأشعة المنعكسة من سطح ما}}{\text{مقدار الأشعة الواصلة إلى السطح نفسه}} \times ١٠٠$

- راجع المصدر هنا https://cutt.us/BNK8R

- يعبر مفهوم الالبيدو عن طريقة تحديد مقدار الإشعاع الشمسي المنعكس عن الأسطح؛ أي إن السطح الذي يحوي على ألبيدو عالية يعكس الكثير من الإشعاع الشمسي مرةً أخرى إلى **طبقات الغلاف الجوي**، في حين تعكس الأسطح ذات الألبيدو المنخفض القليل من الإشعاع الشمسي وتمتص الكمية المتبقية.
- يكون للأسطح البيضاء كالجليد ألبيدو عالٍ جدًا، في حين تملك الأسطح الداكنة ألبيدو منخفضًا، وهو أمرٌ مهمٌ جدًا فيما يتعلق بظاهرة **تغير المناخ** لأن احتواء الجليد على ألبيدو عال يتسبب في عكس كميةٍ كبيرةٍ من الإشعاع الشمسي إلى الغلاف الجوي مساهمًا في حفاظ الجليد على برودته.

كيف يتم تحديد الالبيدو

- يساعد الالبيدو على معرفة انعكاسية الأشعة عن الأسطح، ويتم عادةً قياسه وفق مقياسٍ يتراوح بين ٠ و١، وتختلف الأسطح في الألبيدو إلا أنها تتراوح جميعًا بين النسبة ٠ و١.
- **القيمة ٠:** تعطى القيمة صفر للأسطح الماصة بشكلٍ كبير، أي تلك التي تقوم بامتصاص الأشعة الشمسية وتأخذ كل الضوء الذي يصلها، وتتميز الأسطح السوداء بدرجة ألبيدو صفرية.
- **القيمة ١:** هذه النتيجة تعتبر دليلًا على أن السطح لا يمتص الضوء الوارد بل يعكسه، وعادةً ما تكون هذه القيمة دليلًا ومؤشرًا على اللون الأبيض.

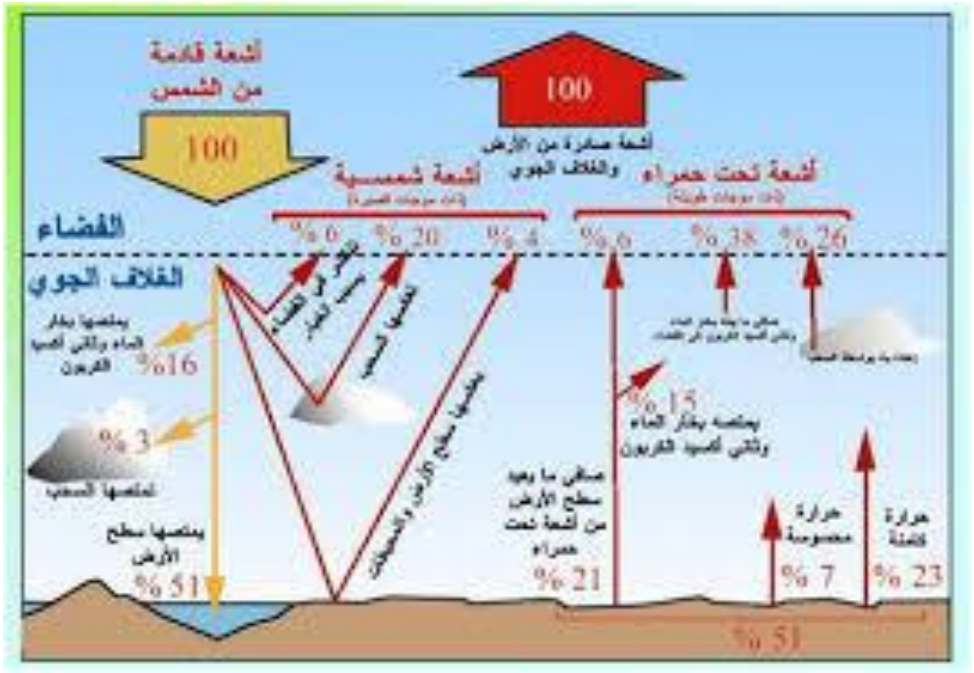
العوامل المؤثرة في الالبيدو

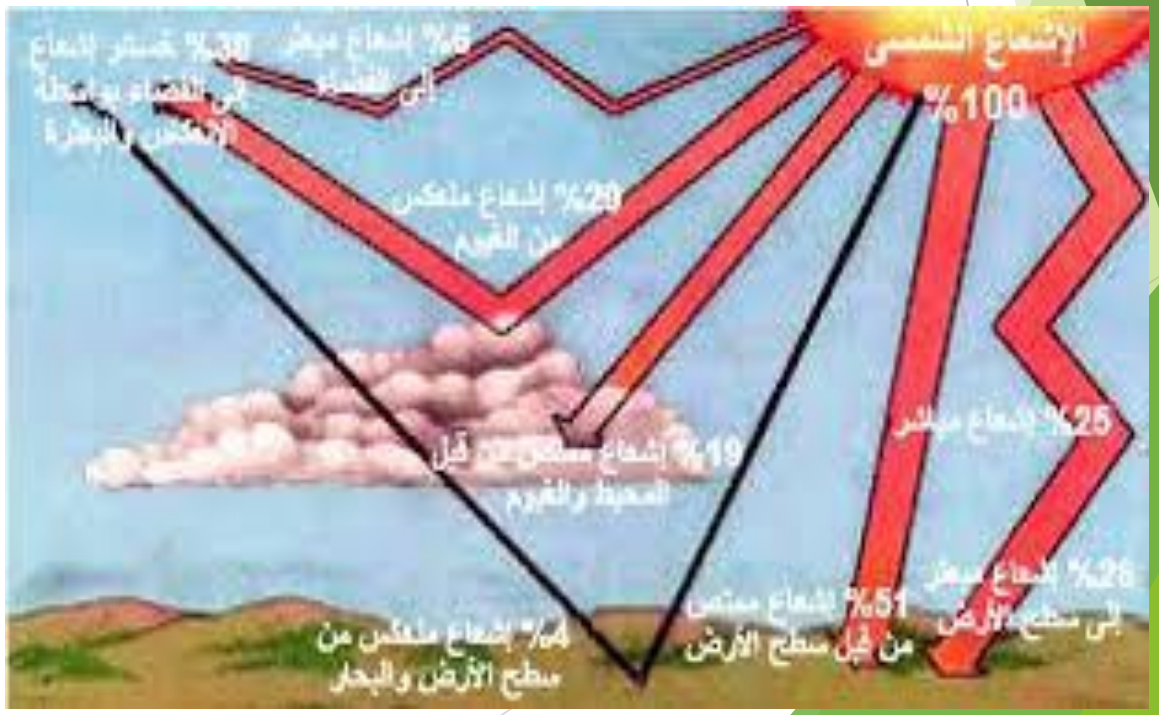
- **بعض العوامل البشرية:** يشير هذا إلى الإجراءات التي يتخذها الناس وتؤثر في هذه الظاهرة بشكلٍ أو بآخر. مثل إنشاء المدن الحضرية التي تترك الأرض عاريةً.
- **انبعاثات غازات الدفيئة:** إذ يؤثر غاز ثنائي أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى على الألبيدو.
- **نقص/ زيادة المياه:** يؤثر نقص أو زيادة المياه في مناطقَ معينةٍ على هذه الظاهرة بشكلٍ كبيرٍ.
- **التلوث:** كتدفق النتروجين والفوسفور بشكلٍ كبيرٍ إلى المسطحات المائية والغلاف الجوي.
- **تأثير الالبيدو على الأرض**
- يعبر الالبيدو عن مقدار الإشعاع الكهرومغناطيسي المنعكس عن الأرض بالمقارنة مع الكمية التي تمتصها، وتتراوح درجة الألبيدو لجميع الكائنات أو الأجسام بين ٠ و١.
- تؤثر هذه الظاهرة تأثيرًا واضحًا على المناخ في الأرض، فكلما ازداد الإشعاع الشمسي الذي يمتصه الكوكب سترتفع درجة الحرارة. أما إذا كانت نسبة الالبيدو أعلى ستعكس الأرض الإشعاع بكميةٍ أكبر مما يساهم في تبريد الكوكب.
- وتساهم أجزاءٌ مختلفةٌ من الأرض في التأثير على الألبيدو بشكلٍ عام؛ كالأشجار أو الغيوم والثلوج وغيرها والتي تساهم في رفع أو خفض متوسط درجة الالبيدو في منطقةٍ ما.[٣]
- ومن ناحيةٍ أخرى، عادةً ما نرتدي الملابس البيضاء أو ذات الألوان الزاهية في أيام الطقس الحار المشمس في محاولةٍ لاتقاء الإشعاع الشمسي. الجديد حول هذه النقطة أن العلماء يبحثون في هذا الأمر في محاولةٍ لاستخدامه لمنع تأثير الاحتباس الحراري أو تأخير آثاره مبدئيًّا، وتعرف هذه العملية باسم نهج ألبيدو للأسطح؛ والتي تتمثل بجعل العديد من الأسطح أكثر إشراقًا لتعكس المزيد من الإشعاع الشمسي، مما يخفف من سرعة تأثير الاحتباس الحراري.

- لذا تركز معظم هذه النهج على تغيير متوسط نسبة الالبيدو في المناطق الحضرية، وفي مقدمة الطرق المستخدمة لتطبيق ذلك يتم اختيار الأسطح والجدران البيضاء للأبنية، واستخدام الألوان الأكثر إشراقًا في كل ناحية من المدينة، والتقليل من انتشار الصحارى والغابات الكثيفة التي تعرف بألوانها الداكنة الماصة للحرارة.
- كما يؤثر ذوبان الثلوج على الالبيدو بشكلٍ أقل ما يقال عنه أنه مخيفٌ؛ إذ يسبب ذوبان الثلوج نقصًا في الألبيدو وبالتالي يقلل من الإشعاعات الشمسية المنعكسة ويزيد من امتصاصها إلى الأرض. يؤدي هذا الأمر بدوره إلى زيادةٍ في معدلات درجة حرارة الأرض بشكلٍ كبيرٍ وبالتالي سيزيد الأمر من صعوبة إيجاد حلٍ للمشكلة.
- لربما كنا نعتقد فيما مضى أن الألوان الداكنة للمنازل تعطيها بعض الأناقة، أما الآن فقد أصبح من واجبنا الميل إلى تغيير هذه الاعتقادات والذهاب إلى استخدام اللون الأبيض والألوان الزاهية بشكلٍ دائمٍ في محاولةٍ لتجنب خفض نسبة الالبيدو في كوكبنا.

- أوضحت قياسات الأقمار الصناعية المناخية أن نحو ٤٩ % من الاشعاع الشمسي المتجه نحو الأرض يفقد داخل الغلاف الجوي (بالانعكاس والامتصاص)، وأن ما يصل إلى سطح الأرض ويؤثر فيه هو ٥١ % من الإشعاع الشمسي المتجه إليه.
- ٣٠ % بالانعكاس (٦ % تنعكس من الغلاف الجوي، ٢٠ % تنعكس من السحب، ٤% تنعكس من سطح الأرض).
- ١٩ % بالإمتصاص(١٦ % يمتصها الغلاف الجوي، ٣ % تمتصها السحب).
- مقدار ما يفقده سطح الارض من طاقة يعادل مقدار ما يكتسبه منها ويعرف هذا بتوازن الطاقة Energy Balance ، حيث يحول سطح الأرض الإشعاع الشمسي ويفقد الكمية ذاتها، حيث يحول سطح الأرض الإشعاع الشمسي المكتسب (٥١ %) إلى إشعاع حراري ينبعث منه نحو الغلاف الجوي ويسمى الإشعاع الأرضي أو الإشعاع الحراري ، فيتسرب حوالي ٦ % منه إلى الفضاء ، ويمتص كل من غاز ثاني أكسيد الكربون ، وبخار الماء بالغلاف الجوي نحو ١٥ %، ويتحول نحو ٧% منه إلى إلى طاقة محسوسة ، ونحو ٢٣% إلى طاقة كامنة داخل الغلاف الجوي.

الإشعاع الشمسي
1375 W/m²
إنعكاس
% 25
تبعثر
الغلاف الجوي
% 9
% 47
% 10
إمتصاص
إشعاع مباشر
إشعاع مبعثر
إنعكاس من الأرض
% 6


أشعة قادمة من الشمس
100
100
أشعة صادرة من الأرض والغلاف الجوي
أشعة شمسية
أشعة تحت حمراء
الفضاء
الغلاف الجوي
% 6
% 20
% 4
% 6
% 38
% 26
%16
% 3
%15
يمتصها بخار الماء وثاني أكسيد الكربون
يمتصها السحب
يمتصها سطح الأرض
% 51
مايلي ما وراء سطح الأرض من أشعة تحت حمراء
% 21
حرارة محسوسة
% 7
حرارة كامنة
% 23
% 51


الإشعاع الشمسي
%100
%6 إشعاع مبعثر إلى الفضاء
%20 إشعاع منعكس من الغيوم
%19 إشعاع ممتص من قبل المحيط والغيوم
%25 إشعاع مبعثر
%26 إشعاع مبعثر إلى سطح الأرض
%51 إشعاع ممتص من قبل سطح الأرض
%4 إشعاع منعكس من سطح الأرض والبحار

- تتوازن الطاقة أيضا في الغلاف الجوي حيث أن إجمالي ما تمتصه الغازات والمواد العالقة والسحب يعادل ما ينبعث منها، وهو ما يشكل التوازن الحراري في جو الأرض على مر السنين، ويعد ثبات كل من نسب تركيز غازات الغلاف الجوي وما يحتويه من بخار ماء ومواد عالقة عاملاً أساسياً يؤدي إلى ثبات كمية الإشعاع التي يكتسبها سطح الأرض وكمية الإشعاع التي تنعكس منه (الألبيدو) أو تنبعث منه (الإشعاع الأرضي)، وهذا في حد ذاته شرطا أساسيا لبقاء حرارة سطح الأرض وجوها ثابتاً تقريبا من عام لآخر.
- يتميز الإشعاع الأرضي (الحراري) باستمراره طول اليوم نهارا وليلا بعكس الإشعاع الشمسي الذي يبدأ مع شروق الشمس وينتهي مع غروبها، ويصل الإشعاع الأرضي (الحراري) أقصاه بعد وقت الزوال(الظهر) بحوالي ساعتين أو ثلاث ساعات حيث يظل سطح الأرض محتفظا بحرارته فترة من الوقت بعد الزوال، في حين يبلغ أدناه قبل شروق الشمس.

الإشعاع الشمسي وسطح الأرض

- قدرت الدراسات المعتمدة على الاقمار الصناعية وبخاصة القمر الصناعي Nimbus-6 عام ١٩٧٧ م كمية الطاقة الشمسية الواصلة إلى كل سم٢ من سطح الأرض بنحو ١,٩٥ كالوري جرام في الدقيقة الواحدة، وتعادل هذه الكمية نحو ١٣٩٢ وات لكل متر مربع، ويسمى ذلك بثابت الإشعاع.
- الكالوري جرام هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء الصافي درجة واحدة مئوية.
- الكالوري جرام واحد / سم٢ هو وحدة قياس شدة الإشعاع ويطلق عليه لانجلي Langley(Ly).
- سميت الوحدة باسم صامويل بيربونت لانغلي (١٨٣٤م-١٩٠٦م) في عام ١٩٤٧م.

اللانجلي الواحد يساوي:-

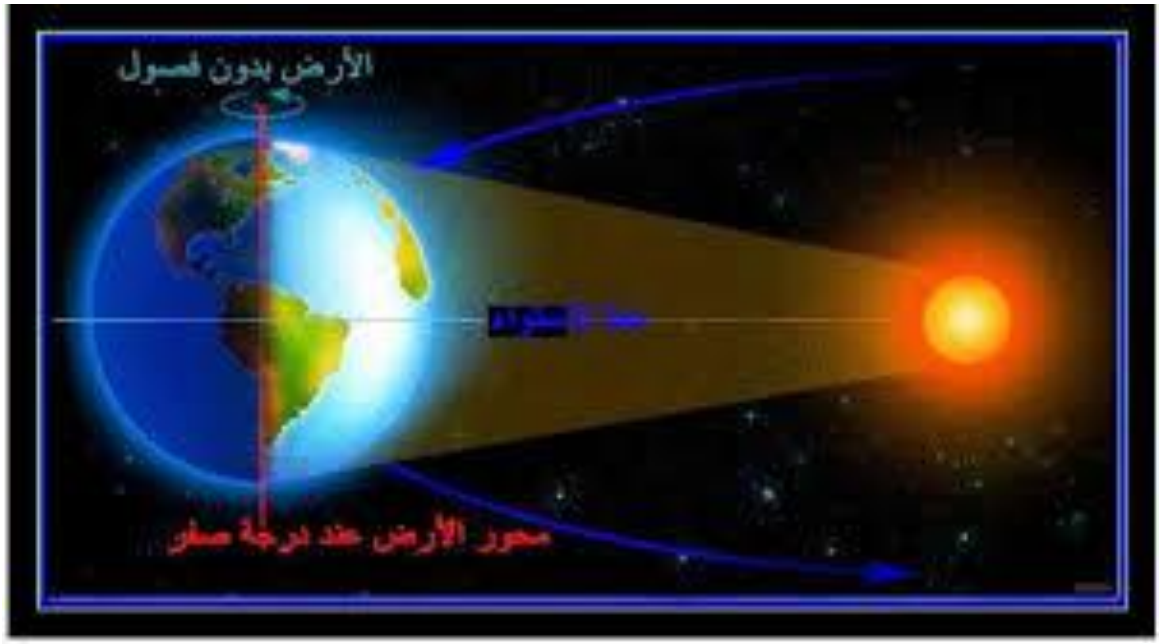
- ١ حريرة (سعرة حرارية) لكل سنتيمتر مربع.
- ٤١٨٤٠ جول/م^2.
- ١١,٦٢٢ كيلو واط ساعة/م^2.

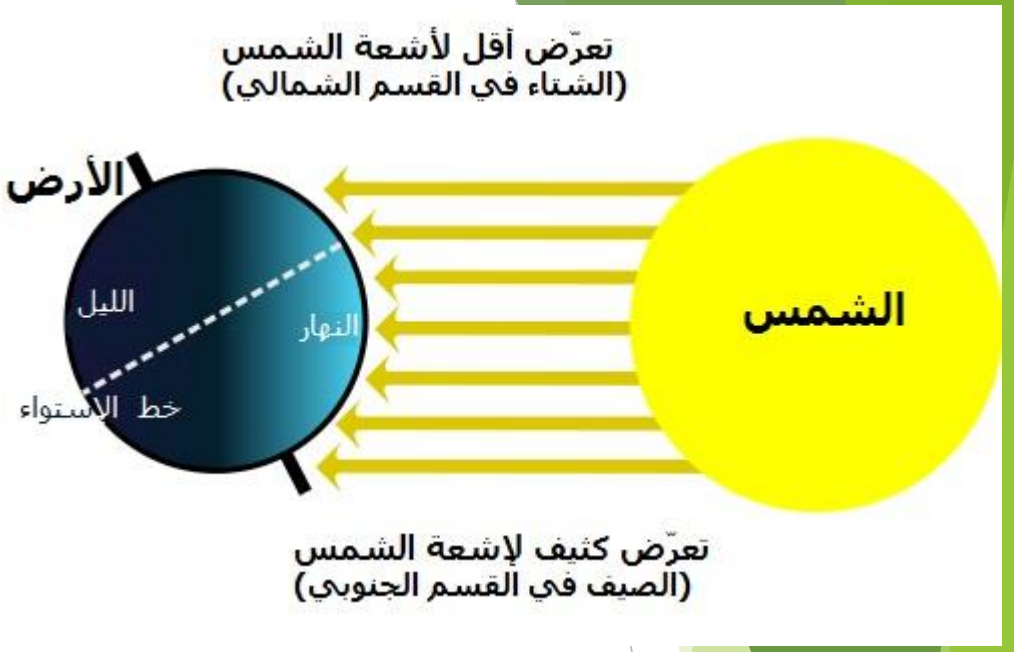
- **كلمة insulation مكونة من ثلاثة مقاطع يشمل المقطعان الأولان منها الحرفين الأولين من كلمتي incoming solar بينما يشمل المقطع الثالث الحروف الأخيرة كلمة radiation.**

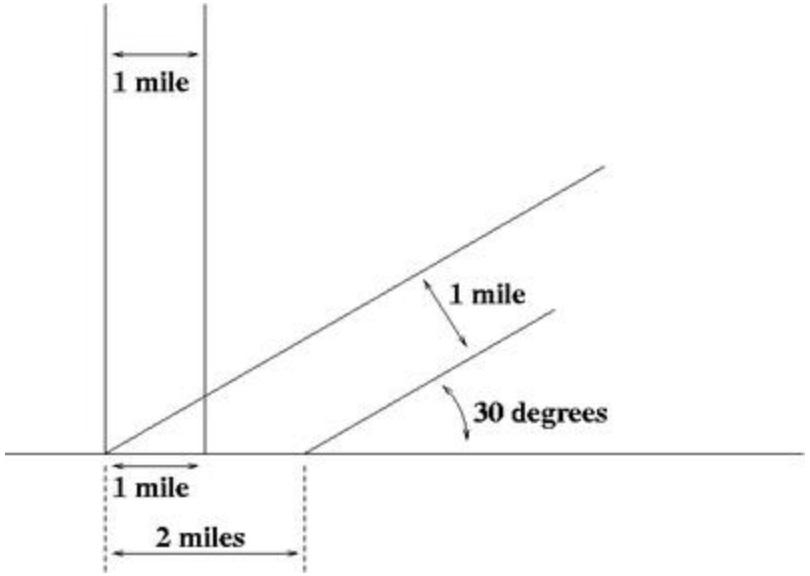
- **تستهلك الطاقة الشمسية في العمليات الطبيعية على سطح الأرض مثل التحول الحراري، صور تكاثف بخار الماء، التساقط، الرياح، التيارات المائية، التمثيل الكلوروفيلي، تحلل المواد العضوية، حركة المد والجزر، تدفق المياه الجوفية الحارة، تكون الوقود الأحفوري (الفحم- البتروي-الغاز الطبيعي)،الطاقة الذرية، طاقة الجاذبية.**

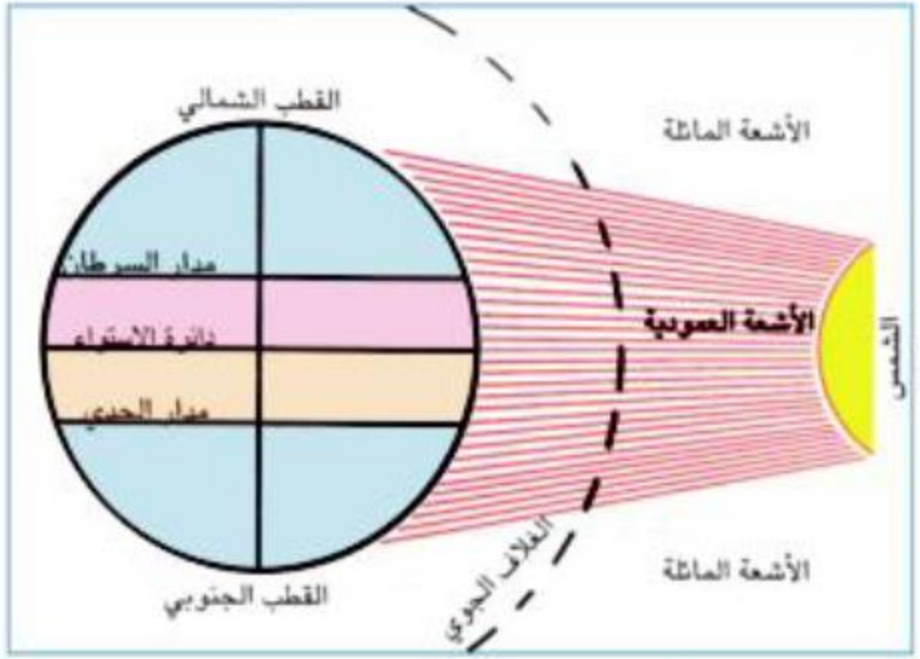
العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض

- ندرك من خلال معيشتنا أن الإشعاع الشمسي يتباين على مدار العام ففي فصل الشتاء تكون الشمس منخفضة في السماء وأشعتها أضعف مما هي عليه بالصيف، ويتباين أيضا على مدار اليوم ففي وقت الشروق والغروب تكون أقل شدة مما هي عليه بوقت الظهيرة.
- يرجع السبب في تباين شدته إلى زاوية سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض، وإلى إختلاف طول النهار على مدار العام بسبب إختلاف وضع الأرض بالنسبة للشمس خلال دورة الأرض السنوية حول الشمس.
- بتغير فصول السنة تتغير زاوية أشعة الشمس نتيجة لميلان محور الأرض وهذا هو السبب الرئيسي لوجود الدفء في الصيف أكثر منه في الشتاء .
- **الاشعة العمودية تخترق مسافة اقصر من الغلاف الجوي للارض فلا تفقد جزءا كبيرا من حرارتها كما انها تنتشر علي مساحة صغيرة فتتركز حرارتها علي تلك المساحة أما الاشعة المائلة فهي تخترق مسافة أطول في الغلاف الجوي فتفقد جزءا أكبر مما تفقده الأشعة العمودية ، كما تنتشر علي مساحة واسعة فتتوزع الحرارة علي تلك المساحة ، وبالتالي تقل حرارتها .**


الأرض بدون فصول
محور الأرض عند درجة صفر


تعرّض أقل لأشعة الشمس
(الشتاء في القسم الشمالي)
الأرض
الليل
النهار
خط الاستواء
الشمس
تعرّض كثيف لإشعة الشمس
(الصيف في القسم الجنوبي)


1 mile
1 mile
30 degrees
1 mile
2 miles


القطب الشمالي
الأشعة المائلة
مدار السرطان
دائرة الاستواء
مدار الجدي
الأشعة العمودية
الشمس
الغلاف الجوي
الأشعة المائلة
القطب الجنوبي

- يتأثر الاشعاع الشمسي بميل محور الأرض فإنه إن لم يكن محور الارض مائلا لآصبحت أشعة الشمس عمودية فقط علي دائرة الاستواء ولظلت مائلة علي بقية انحاء الارض علي طول الزمان ، وبذلك تصبح حالة المناخ في كل بقعة من الارض ثابتة دون تغيير ولا تحدث الفصول الاربعة .
- كما ان الله جعل هذا المحور ثابت الميل في اتجاه واحد فلو كان محور الارض غير ثابت الاتجاه لجاءت الفصول الاربعة بغير ترتيبها الذي عرفناه ، ولربما تكرر الشتاء مثلا او الصيف في السنة الواحدة .
- يعد كل من سطح الأرض المقوس ، ومدار الأرض السنوي حول الشمس الذي يصنع قطع ناقص ، وميل محور دوران الأرض حول نفسها من العوامل الأساسية التي تؤثر في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض وشدته، مما يجعله غير متساو على دوائر العرض المختلفة على مدار السنة،وهو ما يشكل مناخ الأرض ويجعل خصائص المناخ متباينة مكانيا وزمنيا.