ارتفاع هذه الطبقة ٨٠ كم عن مستوى سطح البحر ولها خصائص حرارية وكهربائية مميزة اذ ترتفع الحرارة فيها فتصل الى ١٠٠٠ °م كما يحدث فيها التأين نتيجة لتفكك ذرات الهواء الى مركباتها الكهربائية [٢٨].

خامساً :- طبقة الاكزوسفير Exosphere .

وهي الاجزاء المتطرفة في البعد من الغلاف الغازي وهي عموماً تغلف باقي الطبقات وتفصلها عن الفضاء [٢٩].

تلوث الغلاف الجوي

قبل ان نتكلم عن تلوث الغلاف لابد من معرفة وظائف الغلاف الجوي الرئيسي وهي :-

١ – المحافظة على درجة حرارة سطح الارض .

٢ – توزيع الطاقة .

٣ – توزيع بخار الماء .

ان تطور الحياة قد اسهم في تشكيل الغلاف الجوي وتكوينه الحالي , فقد ادخل الانسان بعد الثورة الصناعية في اوربا تعديلات سريعة على التركيب الكيمياوي للغلاف الجوي من خلال زيادة نسبة بعض الغازات الموجودة في الهواء اصلاً مثل Co_2 او انقاص البعض الاخر مثل O_2 او O_3 , كما اسهم الانسان في السنوات الاخيرة في زيادة كمية الشوائب الموجودة في الهواء التي تؤثر تاثيراً سلبياً في الغلاف الجوي : وادناه عرضاً مختصراً للشوائب الموجودة في الغلاف وتاثيرها على الحياة .

اولاً : غاز ثاني اوكسيد الكاربون Co_2 .

نسبته قليلة في الغلاف الجوي تقدر بـ ٠،٠٣ وهذه النسبة القليلة زادت بعد الثورة الصناعية في اوربا نتيجة لـ

١ – زيادة عدد المصانع .

٢ – قيام هذه المصانع بصرف كميات كبيرة من الفحم والمواد العضوية ويقدر بيري Berry الزيادة التي طرأت على Co_2 في الجو بـ ١٠% اما كيلوج Kellog فيقدر الزيادة الحاصلة في Co_2 بـ ٣٠ جزء / مليون عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية .

وتختلف نسبة Co_2 في الجو تبعاً لعدة عوامل اهمها :-

١ – درجة حرارة المسطحات المائية .
٢ – معدل عملية التركيب الضوئي في النبات .
٣ – معدل صرف المواد العضوية .
اما طرق تخلص الغلاف الجوي من Co_2 فتتم عن طريق :-
١ – بعض التفاعلات الكيموضوئية التي تتم في طبقات الجو العليا.
٢ – استهلاك النباتات جزءاً كبيراً منه في عملية التركيب الضوئي .
٣ – ذوبان جزء اخر منه في مياه البحار والمحيطات .
لذلك فان زيادة نسبة Co_2 تشكل اختلالاً في التوازن بين عوامل البناء وعوامل التخلص منه . وتؤثر الزيادة الحاصلة في Co_2 على المناخ من خلال تاثيرها على الموازنة الاشعاعية لسطح الارض (اي ان Co_2 يمتص جزءاًمن الاشعاع الارضي ويمنعه من التسرب الى الغلاف الخارجي مما يؤدي الى رفع درجة الحرارة وذوبان الجليد الموجود في المناطق القطبية وقمم المرتفعات الجبلية الامر الذي يؤدي الى ازدياد مستوى مياه البحار والمحيطات [٣٠] .
لقد تم تطوير العديد من النماذج المناخية التي تمثل Co_2 وتاثيره على ارتفاع درجة حرارة الجو واهمها :-
١ – نموذج رسول وشنايدر Rasool & Schneider وينص على انه لو بلغت نسبة Co_2 في الجو عشرة اضعاف نسبته الحالية فان درجة حرارة الجو لن ترتفع اكثر من ٢،٥ °م .
٢ – نموذج مانابي وويدز Manabe & Wetherald ووجد ان درجة حرارة المناطق الواقعة عند دائرة عرض ٨٠ ° شمالا سترتفع ١٠ درجات مئوية عند زيادة نسبة Co_2 .
الا انه ما يؤخذ على نموذج مانابي اهماله لدور السحب .

ثانياً :- الشوائب .

يرى بعض الباحثين ان الزيادة في درجة الحراة قد توقفت منذ منتصف القرن الحالي بل وبدأت بالتناقص عموماً بل ويرى البعض من المتشائمين امكانية زحف جليدي فيما لو استمر الاتجاه الحالي لدرجة الحرارة . ويرجع السبب في ذلك الى زيادة نسبة الشوائب في الجو اذ ان الزيادة الهائلة في عدد السكان في العالم وازدياد نشاطهم قد عمل على زيادة نسبة الشوائب (اي ازدياد نسبة الاشعة المبعثرة والممتصة) فضلا عن ان زيادة الشوائب في الجو تعمل على سرعة تكوين السحب وزيادة (معامل انعكاس الاشعة) من الغلاف الامر الذي يؤدي الى خفض نسبة الاشعة الشمسية التي تصل الى سطح الارض , وتقدر نسبة الشوائب التي زادت في الجو خلال العقود القليلة الماضية بحوالي ١٠٠ % [٣١] .

الفصل الثاني/الاشعاع الشمسي :- Suns Radiation

اهميتـــــــه .

وهو المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي اذ يسهم باكثر من ٩٩،٩٧ % مـــن الطاقة المستغلة في الغلاف الجوي وعلى سطح الارض , امـــا المصـــادر الاخـــرى للطاقـــة والمتمثلة بـــ

١ – باطن الارض .

٢ – طاقة النجوم .

٣ – طاقة المد والجزر

فانها تسهم بقدر ضئيل لايزيد على ٠,٠٣ % . والطاقة الشمسية هي المسؤولة عن جميع العمليات المناخية التي تحدث في الغلاف الجوي كالاضطرابات والسحب والامطار والرياح وغيرها [٣٢] .

طبيعة الاشعاع الشمسي :-

الاشعاع الشمسي هو مجموعة من الاشعاعات الاثيرية ومصدرها الشمس .

والشمس كتلة غازية ملتهبة يزيد قطرها على ١٣٠٠٠٠٠ كم اي انها اكبر من قطر الارض بـ ١٠٠ مرة اما حجمها فيزيد على حجم الارض بمليون مرة .

وتقدر درجة حرارة سطح الشمس بتاكثر من ٦٠٠٠ °م بينما يقدر درجة حرارة مركزها باكثر من ٢٠ مليون درجة مئوية ويمكن تشبيهها بمفاعل نووي ضخم يتم فيه توليد الطاقة عن طريق تفاعلات كيمائية تحول بموجبها ذرات الهديروجين ـــــــ هليوم ـــــــــــ طاقة ـــــــــــ طاقة شمسية [٣٣] .

وتبلغ سرعة الموجات الشمسية (وهي ضوئية) ٣٠٠٠٠٠ كم/ثانية اي ان الاشعة الشمسية تصل الى سطح الارض بعد شروق الشمس بـ (٦ – ٨ دقيقة) ويقدر ما يشع من طاقة من سطح الشمس عن طريق قانون ستيفن بولتزمان Stefan – Boltzman والذي هو [٣٤]

ف = ث ح٤

حيث ان ف = الطاقة الشمسية للجسم الاسود

ث = ثابت ستيفن بولتزمان

ح = درجة الحرارة المطلقة للسطح المشع .

اما الجسم الاسود فهو تسمية تعني خاصية فيزيائية تنطبق على الاجسام التي تمتص كل الاشعة التي تسقط عليها ولا تعكس منها شيء ويمكن تشبيه سطح الشمس بالجسم الاسود بينما يشبه سطح الارض جسماً رمادياً لان جزءاً من الاشعاع الذي يصله ينعكس الى اعلى مرة ثانية .

والاشعة الشمسية ليست كلها متساوية الطول او النسبة بل تختلف فيما بينها في الاطوال (من ٠،١٧ مايكرون الى ٤ مايكرون) وفي النسب ايضاً ويمكن ان نميز ثلاث مجموعات رئيسة وفقاً لطول موجاتها هي :-

١ – الاشعة فوق البنفسجية / اشعة قصيرة الموجة, طولها ٠،٤ مايكرون , نسبتها ٦ – ٧ % من الاشعة .

٢ – الاشعة الضوئية / اطوالها ٠،٤٠ – ٠،٧٤ مايكرون , نسبتها ٤١% من الاشعة الشمسية .

٣ – الاشعة تحت الحمراء او الاشعة الحرارية / وهي اشعاعات طويلة , طولها بين ٠،٧٥ – ٤ مايكرون ونسبتها ٥١% من مجموع الاشعاع الشمسي [٣٥] .

الموازنة الاشعاعية The rays budget :-

ويقصد بها الاختلاف بين الاشعاع المكتسب والاشعاع المفقود من سطح الارض، انظر الشكل رقم (٢) ففي حالة التسخين يكون الميزان الاشعاعي بوضع موجب (الواصل اكثر من المفقود) اما الانجماد فيكون الميزان بوضع سالب (الواصل اقل من المفقود) .

ان المناطق الواقعة ضمن العروض الجغرافية حتى دائرة عرض ٤٠ ° ش و ج خط الاستواء يكون الميزان الاشعاعي بوضعية موجبة دائماً اما في العروض الوسطى والعليا فيكون وضع الميزان وقت الصيف موجباً وفي الشتاء سالباً [٣٦] .

وعندما تكون السماء خالية من الغيوم يشكل الاشعاع الشمسي المباشر Direct radiation ٩٠% من مجموع الاشعاع الكلي الواصل (فوق السطح الافقي) . اما الاشعاع المبعثر Scattered radiation فيتكون نتيجة تشتت الاشعة الشمسية عند تصادمها بجزيئات هواء الغلاف الغازي وكذلك بواسطة ذرات الغبار وبخار الماء العالقة في الجو. ويمكن التعبير عن الموازنة الاشعاعية لسطح الارض بالفرق بين الاشعة الممتصة والاشعاع الفعال Effective radiation طويل الموجه بموجب المعادلة الاتية :-

$$R=Q(1-a)-E$$

حيث ان R = الموازنة الاشعاعية

والرمز Q = الاشعاع الكلي قصير الموجه (مجموع الاشعاع المباشر والاشعاع المبعثر)

والرمز a = الخاصية الانعكاسية الفورية (*[٣٧])

والرمز E = الاشعاع الفعال الذي يعني الاختلاف بين اشعاع سطح الارض الخاص وما يمتصه سطح الارض من الاشعاع المعكوس او المضاد للغلاف الغازي [٣٨] .

ويمكن تمثيل الموازنة الشعاعية للغلاف الجوي وسطح الارض من خلال المعادلة الاتية [٣٩] .

ك = س(غ) +س(ج) ص(غ) +ص(ج) +{ك(م) +ك(ت) ×(١ سم)} + {ك(م)+ك(ت)×م}

حيث ان :

ك = الاشعة الشمسية التي تصل الى الغلاف الجوي وتساوي ٢٣٦ كيلو ليتلي/ سنة

س(غ) = الاشعة الشمسية التي تعكسها السحب

ص(غ) = الاشعة الشمسية التي تمتصها السحب

س(ج) = الاشعة الشمسية التي يعكسها الغلاف الجوي الى الاعلى

ص(ج) = الاشعة التي يمتصها الغلاف الجوي

ك(م) = اشعة الشمس المباشرة

ك(ت) = اشعة الشمس المنتشرة

وتعتمد قيمة الميزان الاشعاعي على عدة عوامل هي :-

١ – دائرة العرض في الاماكن .

٢ – حالة وصفاء الجو .

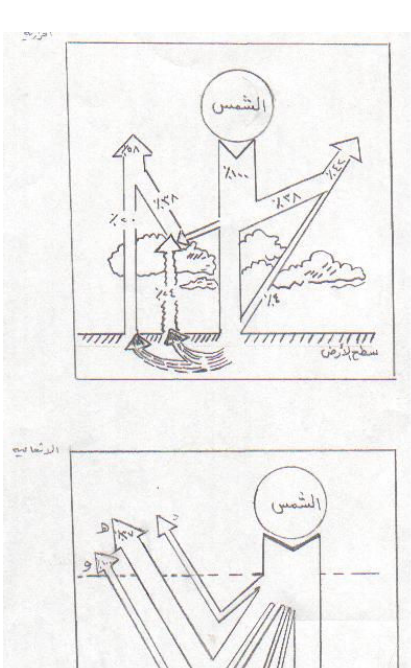
٣ – نوعية سطح الارض .

لذلك فان المناطق الواقعة من خط الاستواء حتى دائرتي عرض (٤٠ °) شمالاً وجنوباً يكـــون فيها الميزان موجب اما في العروض الوسطى والعليا حيث تكون الاشعة المكتسبة اقـــل مـــن المفقودة فان الميزان الاشعاعي كذلك الحراري يكون بها سالب .

الموازنة الحرارية (الميزان الحراري The heat budget):

تتساوى مع الميزان الاشعاعي للارض باعتبارها كرة سابحة في الفضـــاء ويتضـــح الميزان الحراري من الشكل رقم (٢) ايضاً:ـــ

شكل رقم (٢) الموازنة الحرارية والاشعاعية



الذي يمثل الكمية الكلية من الاشعاع ومقدارها ١٠٠% لطاقة الاشعاع الشمسي الواصلة ٤٢% تنعكس مرتدة نحو الفضاء الخارجي (من ذلك المقدار ٣٨% تنعكس من الغلاف الغـــازي و ٤% تنعكس من الارض) بينما ٥٨% يتم امتصاصها بواسطة الغلاف الغازي وسطح الارض (يمتص الغلاف الغازي ١٤% وسطح الارض ٤٤%) ومن المقدار ٥٨% من طاقة الاشعاع الشمسي تصرف منه لغرض تبخر القطرات المائية بمقدار ١٨% ولتسخين الهـــواء تصـــرف طاقة بحدود ٦% وما تبقى ومقدارها ٢٠% تفقد على حساب الاشعاع الفعال او المؤثر.

وعلى هذا الاساس يستلم الغلاف الغازي من الكمية الكلية لطاقة الاشـــعاع الشمســـي الواصلة بحدود ١٤% على هيئة اشعاع مباشر ويضاف له ٢٤% على حساب طرح الحرارة الكامنة لبخار الماء ١٨% وتسخين سطح الارض ٦%, كل تلك الطاقة ٣٨% مـــع الاشـــعاع الفعال لسطح الارض ومقداره ٢٠% تشع نحو الفضاء الخارجي [٤٠] ارجع إلى الشكل رقـــم (٢).

الثابت الشمسيSolar Constant :

ويعتمد على :ــ

١. طاقة الشمس الحرارية .

٢. المسافة من الشمس إلى الأرض

لقد اثبتت القياسات والحسابات المتعلقة بكمية الحرارة الشمسية الواصلة إلى الحـــدود الخارجية للغلاف الجوي ، إن هذه الحـــرارة تبلـــغ ٢ / غـــم / كالـــــــــوري (Gram Calories) لكل سم^{٢}/ الدقيقة الواحدة ، ولتقريب ذلك إلى الذهن فان ذلك يعادل أكثـــر مـــن ٥و٤ مليون قوة حصان / الميل المربع الواحد [٤١].

اما عن المسافة بين الشمس والارض فانها تتفاوت من ٥و٩٤ مليون ميل في الانقلاب الصيفي ، ١٥و٩٤ مليون ميل في الانقلاب الشتوي .

وعلى العموم فهذا الاختلاف يبدو طفيفاً اذا ما قورن بمتوسط المسافة بين الشمس والارض وهي ٩٣ مليون ميل ولكن هذا الاختلاف له اهمية كبيرة في مقدار ما يصل الغلاف الجوي من حرارة الشمس ، اذ ان هذه تزيد حوالي ٧ % في الانقلاب الشتوي عنها في الانقلاب الصيفي . غير ان هناك عوامل اخرى تؤثر في الاشعاع الشمسي وحرارة الجو تتغلب على هذا الفرق .

واذا اعتبرنا ان المسافة بين الشمس والارض = F فان الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى ١ سم ^{٢} من سطح الأرض في الثانية الواحدة تساوي

$$ش = \frac{a * ر^{٤} * ٤ ط نق^{٢}}{٤ ط ف^{٢}} = ش * a * ر^{٤} * \frac{نق^{٢}}{ف^{٢}}$$

علماً بان ش = معامل انبعاث الاشعاع للسطح

ر = درجة الحرارة المطلقة

a= ثابت يساوي ٣٧و١ * ١٠ ^{١٢} سعرة / سم^{٢} / ثانية / درجة ^{٤} [٤٢]

انواع الاشعة

لقد ميز العلماء ثلاثة انواع مختلفة من الاشعاع الشمسي تتمثل بما ياتي :-

١ – الاشعة الحرارية Thermal rays وتعرف كذلك باسم الاشعة تحت الحمراء Infra red rays وهي اشعة غير مرئية للطيف الكهرومغناطيسي وتنتمي لمجموعة الاشعة ذات الموجات الطويلة Longer Waves حيث يتراوح طول موجاتها من (٠،٧٥ – ٤،٠ مايكرون) وتقدر نسبتها بـ (٤٦%) من جملة الاشعاع الشمسي [٤٣] .

٢ – الاشعة الضوئية Sun light rays وهي اشعة مرئية وتقدر نسبتها بـ (٤٥%) من جملة الاشعاع الشمسي ويتراوح طول موجاتها من (٠،٤٠ – ٠،٧٤ مايكرون) [٤٤].

٣ – الاشعة البنفسجية وغير البنفسجية Violet and ultra –Violot .

وتعرف احياناً باسم الاشعة الحيوية ولا تزيد نسبتها عن ٩% من جملة الاشعاع الشمسي ويتراوح طول موجاتها من ٠،١٧ – ٠،٤٠ مايكرون [٤٥] .

توزيع الاشعاع الشمسي الجغرافي :-

يختلف الاشعاع تبعا للموقع بالنسبة لدوائر العرض حيث يعظم عند خط الاستواء ويقل بالتدريج صعوداً نحو القطبين اذ تستلم منطقة خط الاستواء اربعة اضعاف ما يستلمه احد القطبين من اشعاع .

وتبعا لحركة الشمس الظاهرية بين المدارين فان اعظم فترات الاشعاع تعامدها على المدارين رغم اختلاف كمية الاشعاع في المدارين من فصل الى اخر ان اعظم كمية من الاشعاع تصل سطح الارض عند دائرتي عرض ١٨ – ٢٠ ° ش و ج وذلك سببه [٤٦] :-

١ – جفاف الهواء .

٢- صفاء الجو .

٣ – قلة السحب بسبب التيارات الهوائية الهابطة .

ويختلف معامل انعكاس الاشعة على سطح الارض تبعا للعوامل الاتية :-

١. زاوية سقوط اشعة الشمس .

٢. طبيعة السطح (السطوح الملساء تعكس اشعاع اكثر مما تعكسه السطوح الخشنة).

٣. لون السطح (الاسطح الغامقة والفاتحة , معامل انعكاس الارض الصحراوية ٣٥ – ٤٥ %) [٤٧] .

٤. رطوبة التربة (اذا زادت قل معامل انعكاس الاشعة والعكس بالعكس).

٥. الغطاء النباتي (ويعتمد تاثيره على نوع النبات ومرحلة نموه (اذا كان الزرع متقارب كالحنطة) .

٦. استخدام الارض (اسطح البيوت والملاعب الرياضية يختلف معامل انعكاسها من الاراضي المزروعة او المحروثة) .

العوامل المؤثرة على توزيع الاشعاع الشمسي

ان اهم العوامل المؤثرة على الاشعاع الشمسي الذي يصل سطح الارض هي :-

١ – زاوية سقوط اشعة الشمس .

٢ – زاوية الجو وتغييم السماء (شفافية الغلاف) .

٣ – طول الليل والنهار .

٤ – اختلاف التضاريس (اتجاه السفوح الجبلية ودرجة انحدارها) .

٥ – البعد بين الارض والشمس

٦ – الالبيدو .

١ – زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح الارض .

وتؤثر في مقدار الاشعة المستلمة من قبل سطح الارض فيما اذا كانت عمودية ام مائلة وارتباط ذلك بطول وقصر المسافة فاذا طالت المسافة (اي مائلة) تعرض الاشعاع للامتصاص والانعكاس والانتشار كما انها تتوزع على مساحة اكبر مما يؤدي الى تقليل الاشعة المستلمة ويمكن تمثيل العلاقة بين اشعة الشمس العمودية والمائلة بالمعادلة الاتية [٤٨] :-

ك م = ك ع × جتاز

حيث ان ك م = شدة الاشعة المائلة

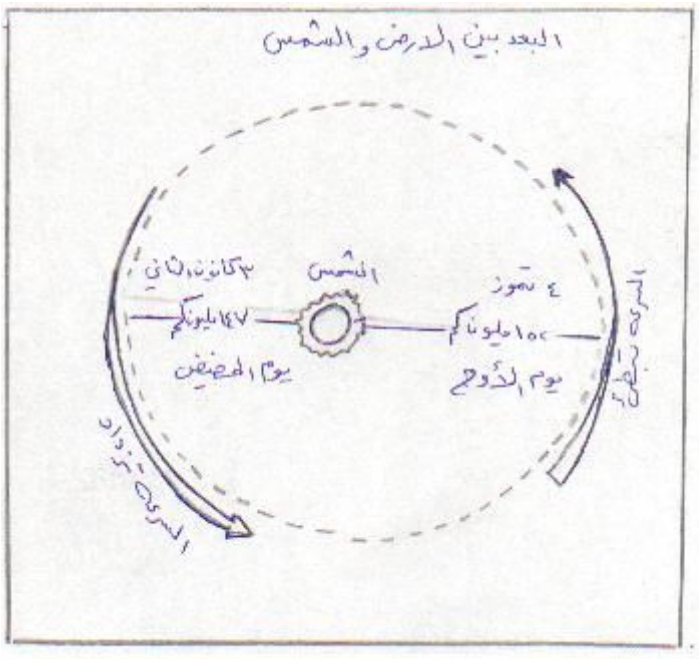
ك ع = شدة الاشعة العمودية

جتاز = زاوية ميلان الاشعة .

٢ – البعد بين الارض والشمس :-

بما ان الارض تدور حول الشمس في مدار بيضوي وليس دائري اذن فانها تقترب من الشمس مرة وتبتعد عنها مرة اخرى وبذلك تختلف المسافة بين الشمس والارض تبعاً لذلك من ١٥٢ مليون كم في ٤ تموز الى ١٤٧ مليون كم في ٣ ك٢ [٤٩] لاحظ الشكل رقم (٣) .

شكل رقم (٣) البعد والقرب بين الارض والشمس



وهذا يعني ان الارض في مدارها البيضوي اقرب الى الشمس في ٣ ك٢ ويقال في هذه الحالة ان الارض في الحضيض (اي قريبة من الشمس)، اما في ٤ تموز فتصبح الارض ابعد عن الشمس ويقال في هذه الحالة ان الارض في الاوج والذروة .

وقد اثبتت الدراسات ان الاختلافات في المسافة بين الارض والشمس خلال فترة الحضيض والاوج ليس لها تاثير كبير في ما يتسلمه سطح الارض من الاشعاع الشمسي خلال اليوم او السنة في حين ان هذا الاختلاف له اهمية كبيرة فيما يصل من حرارة الشمس الى السطح الخارجي للغلاف الجوي .

٣ – اختلاف طول النهار :-

لايختلف طول النهار (في الصيف والشتاء) في المناطق المدارية فمعدله ١٢ ساعة طول ايام السنة . اما في المناطق المعتدلة والباردة فان طول النهار يزداد طولا في الصيف ويقصر في الشتاء (ويزداد الفرق بين طول الليل والنهار كلما زادت دائرة العرض) وبناءاً عليه يزداد المدى الحراري اليومي والسنوي للاشعاع في المناطق المعتدلة والباردة ويقل في المناطق المدارية , وهذا معناه ان طول النهار يتوقف على دائرة العرض والفصول المختلفة [٥٠] .

٤ – شفافية الغلاف الغازي :-

كلما كان الغلاف شفافاً كلما زادت كمية الاشعة التي يمكن الحصول عليها وكلما كان الغلاف فيه (غبار – رماد – سحب – بخار ماء – اتربة – دخان) كلما قل الاشعاع لذلك فان المدن الصناعية كطوكيو ولندن لايصلها الا القليل من الاشعاع.

٥ – اختلاف التضاريس [٥١]:-

يؤثر اختلاف تضرس سطح الارض وامتداد السلاسل الجبلية واتجاهات الاودية التي تتبع هذه الجبال في مدى قوة الاشعة الشمسية الساقطة على سطح الارض ، ففي النصف الشمالي يلاحظ ان المنحدرات الجنوبية لسفوح الجبال يمكن لها ان تستقبل الاشعاع الشمسي بصورة مباشرة في حين ان المنحدرات الشمالية لسفوح هذه الجبال تقع في منطقة ظل المطر . كما ان طول فترة عدد ساعات اشراق الشمس خلال اليوم في وادي نهري عميق ما تتأثر

بشدة ارتفاع السلاسل الجبلية العالية التي تحيط بجانبي هذا الوادي وطبيعة امتدادها وهكذا قد تحجب التلال والسلاسل الجبلية الاشعة الشمسية عن بطون الاودية ، اذ قد لا يسجل اكثر من ثلاث ساعات اشراق في مثل هذه المناطق كما في سويسرا .

٦ – الالبيدو Albedo:-

وهو نسبة ما يعكسه سطح الارض الى الفضاء مباشرة من الاشعاع الشمسي الواصل وفيها ياتي بعض الامثلة على قابلية سطوع الاجسام على عكس ما يصل اليها من اشعاع :-

ثلج جديد = ٧٥ – ٩٥%

ثلج قديم او جليد = ٥٠ – ٧٠ %

صخور بيضاء = ٤٥ – ٦٠ %

رمال الصحاري = ٢٠ – ٤٠%

اراضي جافة محروثة = ٢٠ – ٢٥%

غابات نفضية في الخريف = ٣٣- ٣٨ %

غابات نفضية خضراء = ١٦ – ٢٧ %

مراعي وحقول خضراء = ١٢ – ٣٠%

غابات كثيفة = ٥ – ٢٠%

سطوح البحار (معدل) = ٣ – ١٠%

وتختلف نسبة الالبيدو تبعاً الى:-

أ- الموقع بالنسبة لدوائر العرض .

ب – اختلاف طبيعة سطح التربة.

ج – اختلاف لون التربة.

د – اختلاف تركيب التربة .

هـ – وجود النباتات .

و – تغطية السطوح بالثلج

اثر مكونات الغلاف الجوي على الاشعاع الشمسي

هنالك ثلاث عمليات يتعرض لها الاشعاع الشمسي اثناء عبوره الغلاف الجوي هي:-

١ – الامتصاص – التوصيل Condaction .

٢- الحمل Convection

٣ – الاشعاع Radiation .

فاما التوصيل فهو وسيلة هامة لانتقال الطاقة في الاجسام الصلبة وعلى نطاق قليل في الهواء يمكن القول ان الاوكسجين الذري (الاوزون) هو العنصر الذي يسهم في عملية الامتصاص والتوصيل في الغلاف اذ انه يمتص جانباً من الاشعة الفوق البنفسجية في حزمة امتصاص تمتد بين (٠،١٧) مايكرون الى (٠،٢) مايكرون [٥٢]

ويتم انتقال الطاقة عن طريق الحمل عندما يتحرك الوسط النقي بالطاقة من مكانه الى مكان اخر ذي طاقة اقل وطريقة الحمل هي الوسيلة لانتقال الطاقة في الغلاف الجوي وما التقلبات الجوية اليومية في المناطق المعتدله والباردة الا نتيجة مباشرة لتعاقب كتل هوائية ذات درجات حرارية متبادلة . اما الاشعاع فيشترط عند انتقال الطاقة عن طريق التوصيل او الحمل توفر وسط مادي لكي تنتقل الطاقة عبره وفي الاشعاع لايشترط وجود وسط مادي بل ان من الممكن انتقال الطاقة عن طريقه عبر الفراغ [٥٣] ولهذا فان الاشعاع هو الوسيلة الوحيدة التي يتم بواسطتها انتقال الطاقة من الشمس الى الارض التي تبعد عنها ١٥٢ مليون كم وتنتقل هذه الطاقة عن طريق الاشعاع على شكل موجات كهرومغاطيسية وتعرف الوحدة المستعملة في قياس طول موجات الاشعاع بالميكرون Micron وهي تساوي واحد في الالف من المليمتر اي ان

السنتمتر الواحد = عشرة الاف مايكرون .

الاشعاع الارضي :

يصل الى سطح الارض ٥٠% من الاشعاع الواصل الى سطح الغلاف الغازي ويقوم سطح الارض بامتصاصها ثم يشعها الى الجو على شكل موجات حرارية طويلة تتراوح بين ٥ – ٥٠ مايكرون [٥٤] وهي بذلك اطول من موجات الاشعاع الشمسي بعشرين مرة . ويحدث الاشعاع الارضي طول ساعات اليوم (الليل والنهار) بينما الشمسي خلال النهار فقط واعظم مقدار للاشعاع الارضي يكون عند الخامسة مساءاً تقريباً ثم ينخفض خاصة عند الخامسة صباحاً اي قبل شروق الشمس.

ويقوم الاشعاع الارضي بتسخين الغلاف (طبقات الهواء القريبة من سطح الارض) لذلك فان الحرارة تنخفض بالارتفاع في طبقات الجو (السفلى خاصة) .

وتشبه عملية حدوث وانعكاس الاشعاع الارضي من سطح الارض ما يحدث في البيوت الزجاجية . تعاني كثير من المناطق الجافة في فصل الشتاء من الهبوط المفاجيء في درجات الحرارة في الليالي الصافية بسبب سرعة فقدان الاشعاع الارضي مما يؤدي الى تلف

النباتات نظراً لتجمد الماء في خلايا النبات ولذلك نجد زراع الفوكه في العالم (كاليفورنيا مثلا) يبذلون جهدهم لتدفئة جو المزرعة حتى يظل فوق التجمد وذلك عن طريق اشعاع النيران في مدافيء خاصة يطلقون عليها smudge pots فيؤدي الدخان الكثيف المتصاعد الى اعاقة فقدان الاشعاع الارضي بسرعة خلال ليالي الشتاء الصافية ومن ثم يقلل من ظاهرة حدوث الصقيع [٥٥]

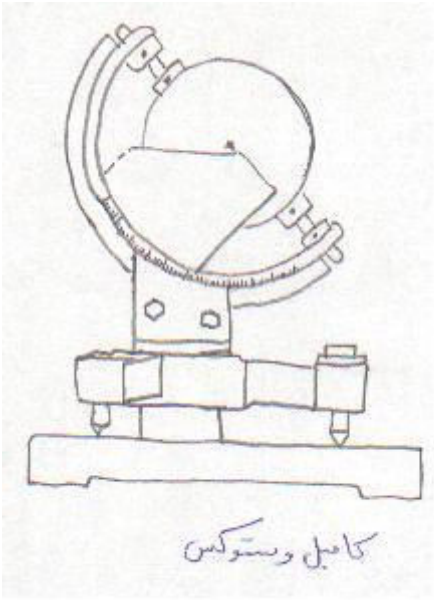
ادوات وطرق قياس الاشعاع الشمسي واشراق الشمس

اهمها:-

١ – جهاز كامبل- ستوكس The campell-stokes recorder.

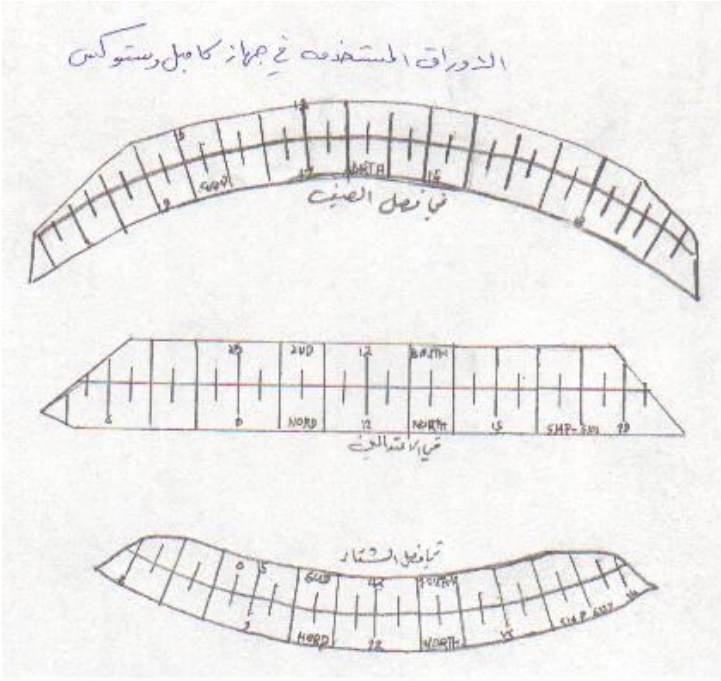
لقياس السطوع الشمسي [٥٦] :ـ ويتكون من كرة زجاجية قطرها ٩،٢ سم ومهمتها تجميع الاشعة الشمسية وتركيزها على ورقة خاصة بحيث تحرق فيها مسارا خاصا يتفق مع مسار الشمس اما اذا لم تكن الشمس ساطعة نتيجة لاحتجابها نتيجة السحب فانه لايظهر على الورقة اي حرق انظر الشكل رقم (٤).

شكل رقم (٤) جهاز كامبل وستوكس لقياس الإشعاع الشمسي



وتستعمل ثلاثة انواع من الاوراق[٥٧] فالاوراق الخاصة بالصيف تكون طويلة ومحدبة والاوراق الخاصة بالشتاء قصيرة ومقعرة اما اوراق الربيع والخريف فتكون مستقيمة انظر الشكل رقم (٥) .

شكل رقم (٥) الاوراق المستخدمة في جهاز كامبل وستوكس حسب الفصل .



٢ – جهاز ابلي Epply لقياس الاشعاع الشمسي :-

ويتكون من قرص مركزي ابيض تحيط به حلقة سوداء فالقطعة المعدنيـــة الســـوداء تمتص كل الاشعة التي تصلها بينما تعكس القطعة البيضاء معظمها انظر الشكل رقـــم (٦) ، وبالتالي فان الفرق بين درجة حرارة القطعتين يتحول الى تيار كهربائي يقيس الاشعة المباشرة والمنتشرة التي يتعرض لها الجهاز [٥٨] .

شكل رقم (٦) جهاز ابلي بايرانوميتر لقياس الاشعاع الشمسي .