الفصل الخامس

الاشعاع في الجو

ان الطاقة الاشعاعية القادمة من الشمس تصلنا ضمن مدى الامواج (0.2 – 4 mic.) ويسمى بالاشعاع الشمسي (Solar Radiation) وتتحسس العين البشرية فقط بالامواج ذات الطول الموجي (0.4 – 0.7 mic.) ، اما المجموعة الثانية من الاشعاعات فهي الاشعة التي تبثها الارض والجو بدرجة حرارة (200 – 300 k) وتسمى بالاشعاعات الارضية (Terrestrial Rad.) او الاشعاعات طويلة الموجة ذات الطول الموجي (4 – 5 mic.) .

التدفق:(Flux) هو الطاقة الاشعاعية المارة خلال سطح ما في الثانية الواحدة لوحدة المساحة.

شدة الاشعاع (I) :هي المركبة العمودية للتدفق على السطح.

الجسم الاسود: (Blak Body) هو الجسم الذي يمتص جميع الاشعاعات الساقطة علية (المرئية وغير المرئية).

قوانين الاشعاع :

1- **قانون كيرشوف:** يربط هذا القانون بين خاصية الامتصاص وخاصية الانبعاث للاجسام المتزنة حراريا. وينص على (**ان النسبة بين الانبعاث من وسط مادي ماص للاشعاعات الى شدة اشعاعات الجسم الاسود في نفس الموجة ونفس درجة الحرارة تساوي معامل امتصاص الجسم**). فأذا كان الجسم يشع جميع الاشعة الساقطة عليه فيسمى جسم أسود أي ان:

$e_\lambda = E_\lambda$

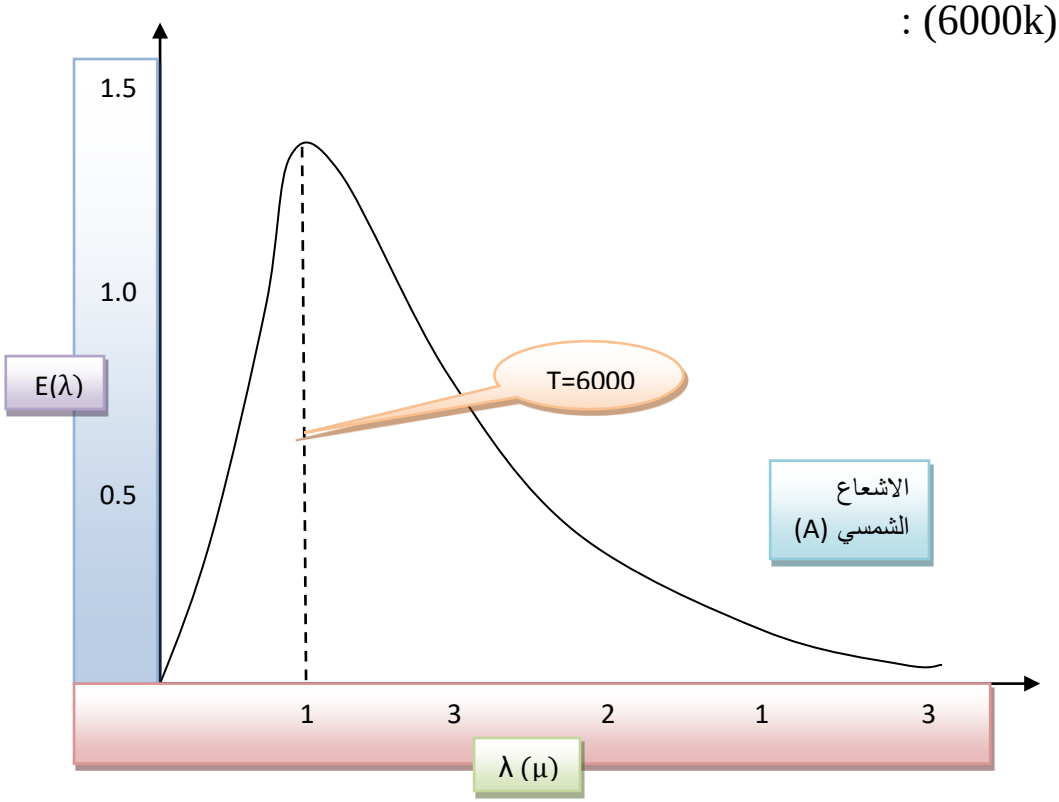
حيث E_λ الاشعاعات الساقطة, e_λ الاشعاعات المنبعثة. ان سطح الارض يعتبر جسما اسود للاشعاعات الطويلة لانه يمتصها ولكنهيكون رماديا للاشعة المرئية لانه يعكس قسم منها.

2- **قانون بلانك :** لقد برهن بلانك بأن شدة الانبعاث الاشعاعي من جسم أسود يعتمد على درجة الحرارة وطول الموجة فقط حسب الصيغة التالية:

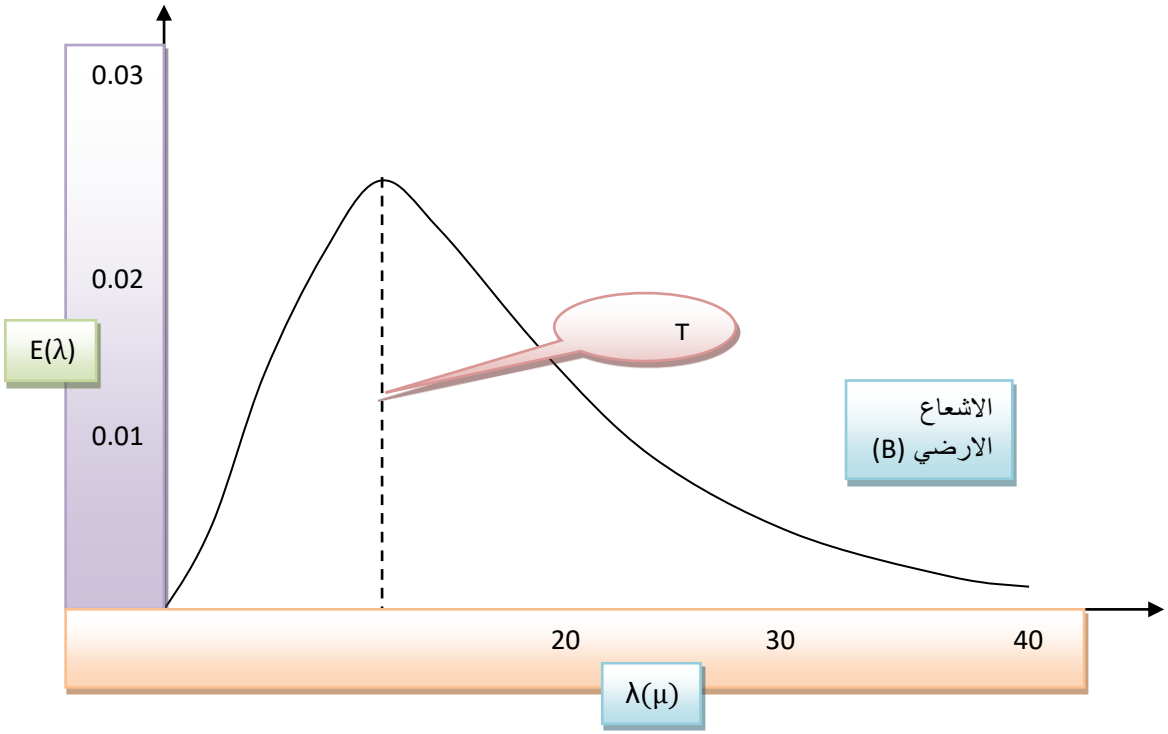
$$E_\lambda = (2\pi hc^2)/\lambda^5 = 1/(c(hc/\lambda kT)^{-1}) \quad \ldots\ldots\ldots(A)$$

حيث h هو ثابت بلانك ويساوي ($6.55*10^{-27}$erg.sec) ، c – سرعة الضوء, T درجة الحرارة ، K – ثابت بولتز مان ويساوي ($1.37*10^{-16}$ erg/k) .

والشكل التالي (A) يمثل توزيع الطاقة الاشعاعية لدرجة حرارة سطح الشمس والبالغة (6000k) :



والشكل (B) توزيع الطاقة الاشعاعية لدرجة حرارة الارض والبالغة (273K) :



نلاحظ من الشكلين (A,B) ان شدة الاشعاع الشمسي تزيد على شدة الاشعاع الارضي بزهاء ($5*10^6$) ضعف .

3- قانون فين: (wien low) هو قانون تجريبي أكشفه العالم فين وهو يربط العلاقة بين درجة حرارة الجسم المشبع T وطول موجة ذروة الاشعاع (λ_m) ويعبر عنه بالصيغة التالية :

$\lambda_m = 0.288 cm.k$

4- قانون ستيفان – بولتزمان: ان القدرة الانبعاثية الكلية لجسم أسود تحسب من تكامل المعادلة (A) لجميع الامواج وتساوي المساحة أسفل الشكلين (A,B) .

$E = {}_0\int^{\infty} E\lambda d\lambda = \sigma T^4$

(لذلك فأن الطاقة الاشعاعية الكلية من جسم أسود ولوحدة المساحة من سطحه في وحدة الزمن تتناسب مع القوة الرابعة لدرجة حرارتة المطلقة) ويسمى (σ) ثابت ستيفان ويساوي ($5.67*10^{-5}$ erg/cm^2.sec.k^4) .

5- قانون الامتصاص :(قانون بير) اذا سقطت حزمة من الاشعاعات احادية الموجة شدتها (E_λ) على وسط ماص لها (بخار الماء، O_3, CO_2) سمكه (dl) فأن شدتها تضعف بمقدار (dE_λ) ولقد وجد بير إن:

$(dE_\lambda)/E_\lambda = -K_\lambda dm$

حيث ($dm = \rho\ dl$) وتمثل كتلة المادة الماصة لوحدة المساحة من مقطعها و(ρ) كثافة المادة و(K_λ) معامل الامتصاص . فأذا كانت (dl) تصنع زاوية (θ) مع الشاقول فأن:

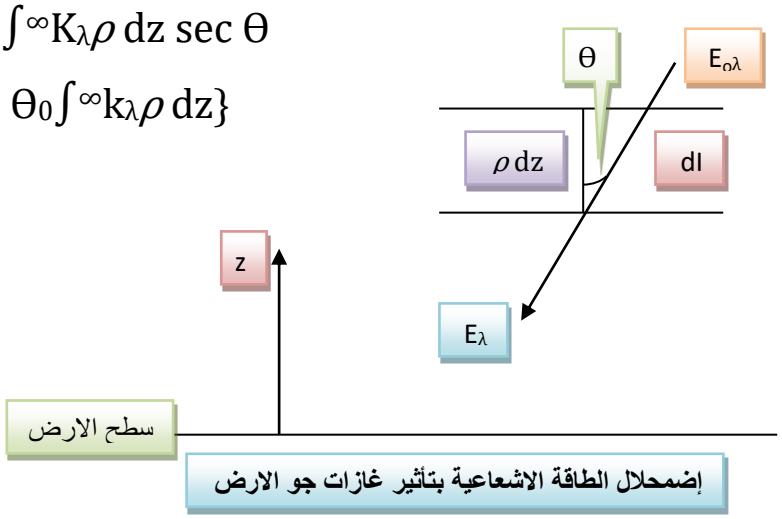
$dm = \rho\, dz \sec\theta = du \sec\theta$

وتسمى (du) بالسمك البصري (Optical Thickness) ، وبتكامل المعادلة اعلاة نحصل على:

$${}_{E_{o\lambda}}\int^{E_\lambda} (dE_\lambda)/E_\lambda = {}_0\int^{\infty} K_\lambda \rho\, dz \sec\theta$$

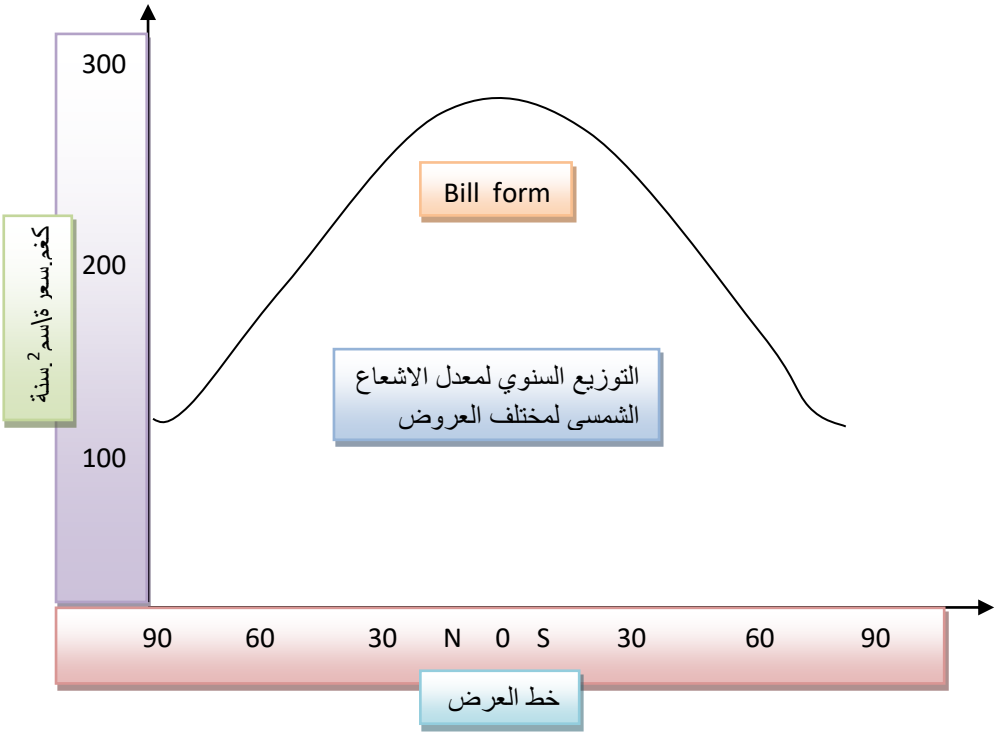
$$E_\lambda = E_{o\lambda}\, Exp\text{-}\{\sec\theta\, {}_0\int^{\infty} k_\lambda \rho\, dz\}$$

$$\mathbf{E_\lambda = E_{o\lambda}\, p^{m(\theta)}}$$



وهذا يمثل قانون بير حيث ($p = Exp\text{-}\{\sec\theta\, {}_0\int^{\infty} k_\lambda \rho\, dz\}$) يسمى معامل شفافية الجو ، ($m(\theta)$) تمثل الكتلة البصرية للجو (Optical mass) وهو يقارب ($\sec\theta$) لزوايا قيمتها بين ($0 - 60^\circ$) وأقل من ذلك للزوايا الكبيرة.

الاشعاع الشمسي: هو الطاقة الاشعاعية الشمسية التي تصل وحدة المساحة من سطح افقي من سطح الارض ، ان الارض تستلم ($1.8 * 10^{14}$ kwatt) اي مايعادل ($5.45*10^{24}$ Joul) في السنة ويتغير مقدار الاشعاع الشمسي حسب خط العرض والموسم بسبب ميلان محور الكرة الارضية . والتوزيع الفعلي للاشعاع على سطح الارض غير منتظم بسبب تباين توزيع اليابسة والماء والسحب كما في الشكل أدناه:

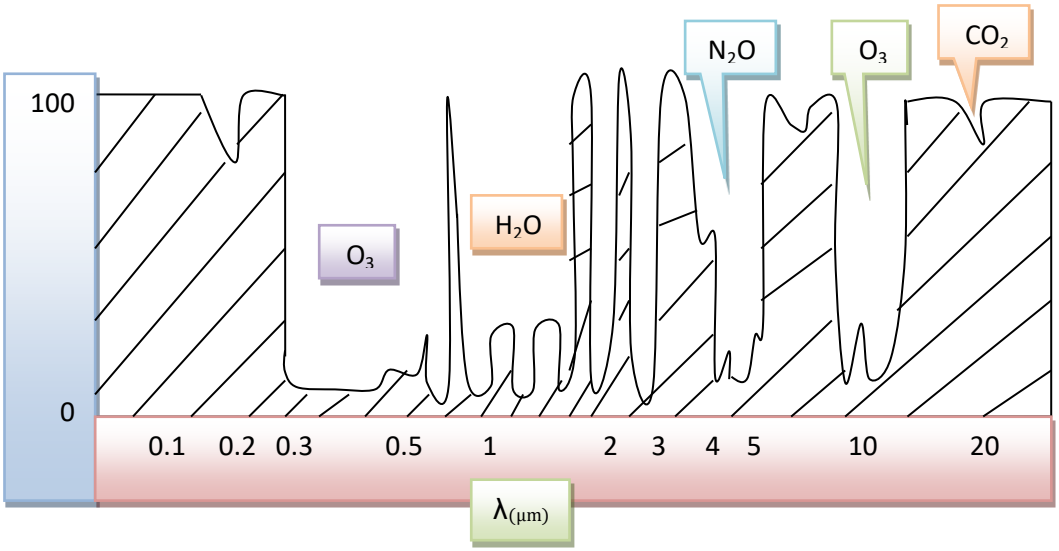


وتقاس كمية الاشعاعات الشمسية القادمة الى الارض بواسطة ثابت الاشعاع الشمسي (Solar constant) ويعرف بأنه: (الطاقة الاشعاعية الشمسية في وحدة الزمن الساقطة عموديا خارج الغلاف الجوي على وحدة المساحة عند متوسط بعد للارض عن الشمس) وقيمته تساوي ($1.94cal/cm^2.min$) أو ($1353\ watt/m^2$) ويرمز له بالرمز (S). وتتغير قيمة هذا الثابت مابين (5% - 1%) مع دورة الكلف الشمسي.

العوامل المؤثرة في إضعاف الاشعاع الشمسي:

1- **امتصاص الطاقة الاشعاعية:** هنالك خطوط وحزم امتصاص في ضوء الشمس سببها غازات وابخرة جو الشمس تسمى خطوط (فرانهوفر) اما الباقي فسببه الامتصاص الناتج من غازات جو الارض حيث يمتص غاز الاوزون (5%) من طاقة الاشعاع الشمسي وهذه الطاقة الممتصة تسبب تسخين الجو الاعلى ،وكذلك فأن بخار الماء والاوكسجين والجسيمات الطافية مثل الاتربة والاملاح والدخان تسبب امتصاص وتشتيت الطاقة الاشعاعية الشمسية حسب تركيزها في الهواء ويمتص

بخار الماء مابين (13% - 6%) من هذه الاشعاعات والشكل التالي يمثل حزم الامتصاص للغازات المذكورة أعلاه :



حزم الامتصاص لبخار الماء والاوكسجين والاوزون للاشعاعات الشمسية

2- الاستطارة والانعكاس الانتشاري.

عكرة الجو : (Tubidity)

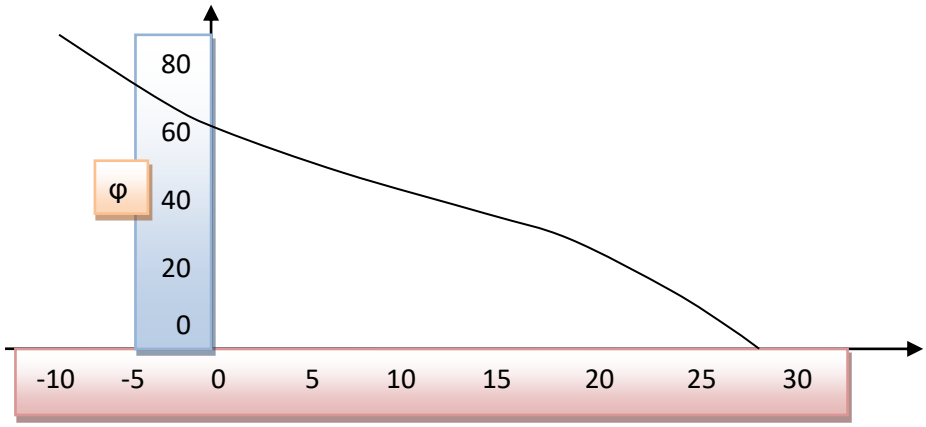
هي انخفاض شفافية الجو بسبب الهباء (الجسيمات الصلبة والرطبة غير السحب)وهي مقياس لكمية الهباء الكلية في الجو.

الانعكاسية او البياض : (Albedo)

هو النسبة بين الطاقة الاشعاعية الشمسية المنعكسة من سطح والطاقة الساقطة عليه وهي مختلفة من سطح الى اخر حسب لونه ونعومته وتكوينه ، فالجليد يعكس اكثر من التربة والماء والسحب السميكة تعكس اكثر من الرقيقة حيث يبلغ معدل انعكاسية السحب حول الكرة الارضية (50%) ومعدل انعكاسية الارض يبلغ (35%) من الضوء الساقط عليها.

تأثير الجو الغازي على درجة حرارة الارض:

ان متوسط درجة حرارة الهواء قرب سطح الارض يقارب (15°c) كما موضح بالشكل التالي الذي يمثل المعدل السنوي لدرجة الحرارة مع خط العرض



من الشكل اعلاه نلاحظ هنالك اختلافا كبيرا بين معدل درجة حرارة خط الاستواء عن القطب بمقدار (40°c) فلو انعدم الجو الغازي فأن الاتزان الاشعاعي الحراري بين الطاقة الممتصة والمنبعثة يعبر عنها بالمعادلة :

$$\Sigma\sigma T^4 = (1/4)S(1- \alpha)$$

حيث α هو الالبيدو وS هو الثابت الشمسي وΣ الاشعاعية الارضية وT درجة الحرارة . ان معدل حرارة الارض يساوي (255K) او (-18°c) لذلك فأن وجود الجو الغازي لنفس الالبيدو يؤدي الى رفع درجة الحرارة الارض الى (33°c) بسبب تأثير خاصية البيت الزجاجي ، من ذلك نجد ان الجو شفاف للامواج القصيرة (الشمسية) ومعتم للامواج الطويلة (الارضية) .