الفصل الثاني : الاشعاع الشمسي **Solar** Radiation

2.6 تعريف الإشعاع الشمسي:

الإشعاع الشمسي هو الطاقة التي تنبعث من الشمس على شكل موجات كهرومغناطيسية. يتكون هذا الإشعاع من مجموعة متنوعة من الأطوال الموجية.

طيف الإشعاع الشمسي هو التوزيع الطيفي للطاقة المشعة الصادرة من الشمس، ويشمل هذا الإشعاع جميع الأطوال الموجية من الموجات الكهرومغناطيسية (**أشعة كاما والأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية والاشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء وموجات الراديو)** ، يعتبر هذا الطيف هو المصدر الأساسي للطاقة التي تصل إلى الأرض. وهو يلعب دورًا حاسمًا في دعم الحياة، حيث يساهم في عملية التمثيل الضوئي للنباتات وينظم مناخ الأرض. كما يُستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات التكنولوجية، مثل توليد الطاقة الشمسية. الاجزاء المهة في تطبيقات الطاقة الشمسية هيμm(0.15-3). يتم توزيع الطاقة في الإشعاع الشمسي بشكل غير متساوٍ عبر الطيف. الجزء الأكبر من الطاقة الشمسية يكون في نطاق الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة.

2.7 توزيع الطاقة في طيف الشمس:

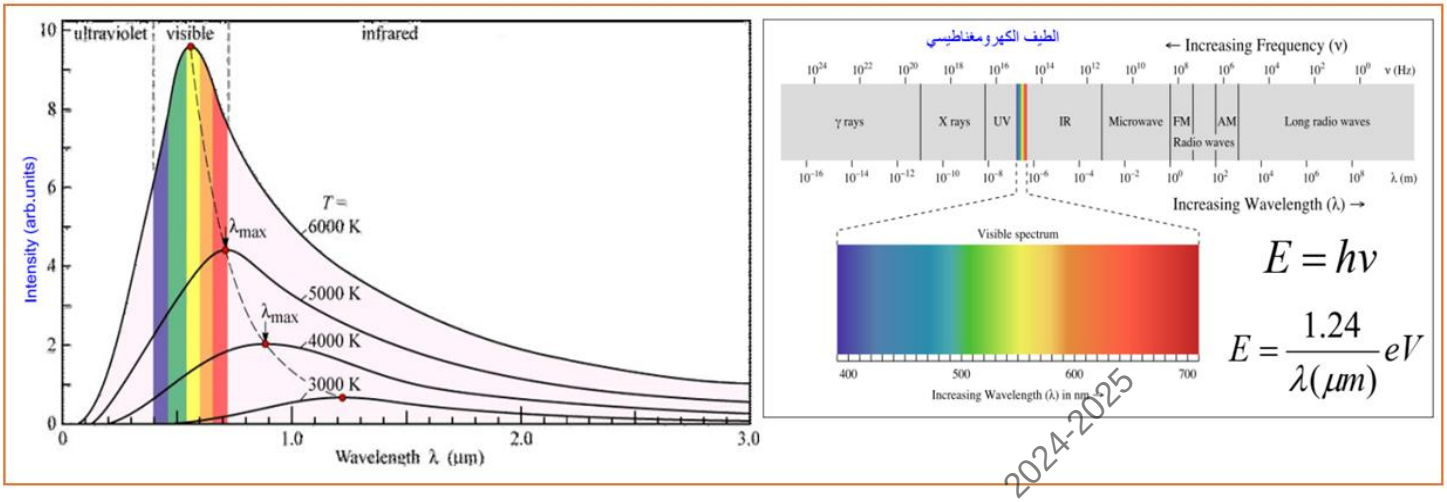
- **الأشعة فوق البنفسجية:(Ultraviolet - UV)** : هذه الأشعة تمتلك أطوال موجية قصيرة تتراوح بين nm (15-380). تشكل نسبة صغيرة من إجمالي الإشعاع الشمسي، لكنها مهمة لأنها تؤثر على الجلد وتسبب حروق الشمس، كما تلعب دورًا في إنتاج فيتامين D .
- **الضوء المرئي:(Visible Light)** : وهو الجزء من الطيف الذي يمكن للعين البشرية رؤيته، ويشمل الأطوال الموجية بين nm (380-780). يشكل حوالي 40-50% من إجمالي الإشعاع الشمسي. يتكون من ألوان الطيف المعروفة: البنفسجي، الأزرق، الأخضر، الأصفر، البرتقالي، والأحمر.
- **الأشعة تحت الحمراء:(Infrared - IR)** : تقع في المنطقة ذات الأطوال الموجية بين nm (760-3000). تشكل الجزء الأكبر من الإشعاع الشمسي (حوالي 50% أو أكثر) وتساهم في نقل الحرارة.

2.8 قوانين الاشعاع (إشعاع الجسم الأسود) Radiation Laws (Black body radiation)

تنبعث من جميع المواد والأجسام الصلبة وكذلك السوائل والغازات فوق درجة حرارة الصفر المطلق طاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية. تتصرف الشمس والنجوم كأجسام سوداء مثالية تقريبًا. ومن ثم يمكن استخدام قانون واين وقانون ستيفان-بولتزمان لربط درجة حرارة سطح الشمس أو نجم بعيد بتدفق الطاقة الكلية وقانون فين (او واين) لربط درجة حرارة المادة (الشمس) بالطول الموجي لأقصى انبعاث لإشعاعها.ايضا يمكن استخدام قانون بلانك لمعرفة طيف الاطوال الموجية التي تنبعث من هذه الموجات في درجة حرارة معينة.

Dr. Saeed Jabar Abbas; Dept.Physics ,Collage of Science, 2024-2025

يمكن الحصول على طيف الطاقة التي تشعها الشمس عن طريق نموذج إشعاع الجسم الأسود لبلانك كما في الشكل ادناه.



الشكل : طيف الجسم الاسود في درجات حرارة مختلفة

Name	Range of wavelengths (μm)	% of energy carried
Ultraviolet radiation	0.15 to 0.38	7.6
Visible radiation	0.38 to 0.76	48.4
Infrared radiation	0.72 to 4.0	43
Other radiation	>4.0	1

Dr. Saeed Jabbar Abbas ; Dept.Physics ; Collage of Science, 2024-2025

قانون بلانك Planck's Law

$$P_\lambda(d\lambda) = \frac{2\pi hc^2\lambda^{-5}}{e^{hc/\lambda kT}-1} \quad (W/m^2/\text{unit wavelength})$$

حيث:

T = درجة الحرارة، h= ثابت بلانك، c = سرعة الضوء، λ = الطول الموجي

$P_\lambda(d\lambda)$ هي الطاقة المشعة لكل وحدة زمنية لكل وحدة مساحة في نطاق الطول الموجي بين λ و λ+dλ.

العلاقة بين هذا الطول الموجي ودرجة حرارة الجسم الأسود هي

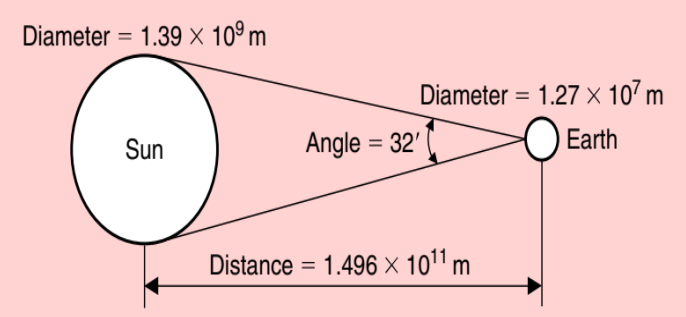
$$\lambda_{max}T = 2897.8\ \mu m.K$$

والذي يعرف بقانون الإزاحة فين Wien's displacement Law وينص على أن الطول الموجي الأقصى يتناسب عكسيا مع درجة الحرارة.

الطاقة الكلية التي يشعها الجسم عند درجة الحرارة T تعطى بواسطة قانون ستيفان-بولتزمان Stefan- Boltzmann law

$$P = \varepsilon\sigma A T^4$$

ε - الانبعاثية، σ - ثابت ستيفان-بولتزمان، A المساحة.



$$P = \varepsilon\sigma A T^4$$
$$P = (1)(5.67x10^{-8})[4\pi(7x10^8)^2](5800)^4$$
Power from Sun: ~10^{30} W, ~10^{11} W/m^2

Dr. Saeed Jabbar Abbas; Dept. Physics; Collage of Science, 2024-2025

2.9 الثابت الشمسي Solar Constant

يُطلق على كمية الطاقة الشمسية لكل وحدة زمنية، عند متوسط المسافة بين الأرض والشمس، التي يتم تلقيها على وحدة مساحة من سطح عمودي على الشمس (عمودي على اتجاه انتشار الإشعاع) خارج الغلاف الجوي اسم الثابت الشمسي Gsc. يصعب قياس هذه الكمية من سطح الأرض بسبب تأثير الغلاف الجوي. *القيمة المتوسطة المقبولة حاليا مقدرة هي :*

$$solar\ constant\ G_{ex}(\ G_{sc}) = 1366.1\ W/m^2 = 4871\frac{kJ}{m^2} = 1165\ kcal/hr.m^2$$

G_{ex}، هو مقدار الطاقة الشمسية الكلية عند جميع الأطوال الموجية الساقطة على مساحة (1 m^2) المعرضة عموديا لأشعة الشمس عند وحدة فلكية واحدة (متوسط المسافة بين الارض والشمس). وبسبب تأثيرات الغلاف الجوي للأرض على انتقال الأشعة الشمسية من خلاله، فإن تعريف الثابت الشمسي يكون ضمنيًا عند قمة الغلاف الجوي(TOA) ؛ حيث يتم وضع TOA على ارتفاع 100 km من سطح الأرض حيث تكون كثافة الغلاف الجوي معدومة. يختلف G_{ex} على مدار السنة بسبب اختلاف المسافات بين الأرض والشمس بنسبة ~3.4% من قيمته المتوسطة.

قدرة الإشعاع الكهرومغناطيسي تساوي الطاقة لوحدة الزمن

$$power(Watt) = \frac{Engerey(Joule)}{Time(second)}$$

شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي تساوي القدرة لكل وحدة مساحة ساقطة على سطح ما

$$Irradiance(or\ Intensity)\left(\frac{watt}{area}\right) = \frac{radiated\ power}{unit\ area}$$

الطاقة الكلية الاجمالية للإشعاع الكهرومغناطيسي تساوي

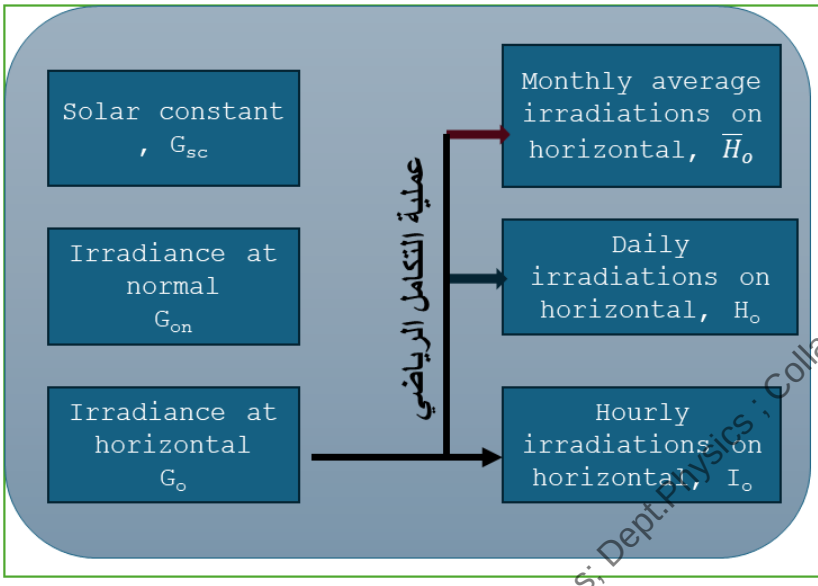
$$Irradiation\ \left(\frac{Joule}{area}\right) = \frac{radiated\ Energy}{unit\ area}$$

حساب قيمة الثابت الشمسي

$$G_{sc} = \sigma T^4 \left(\frac{4\pi R}{4\pi D}\right)^2 = 1367\ W/m^2$$

حيث: σ هي ثابت ستيفان – بولتزمان $5.67\ x10^{-8}\ Wm^{-2}\ K^{-4}$

$R=6.96x10^8$ m نصف قطر الشمس ، $D=1.5\ x10^{11}$ m متوسط المسافة بين الارض والشمس.



الاختلاف بين الشدة الاشعاعية الشمسي (irradiance) والطاقة الكلية للاشعاع الشمسي (irradiation)، ومن المهم فهم معنى كل مصطلح .يشير مصطلح الشدة إلى القدرة لكل وحدة مساحة متلقاة من الشمس أو مصدر ضوء آخر .ويقاس عادةً (W/m^2). ومن ناحية أخرى، فإن الطاقة الكلية هو إجمالي الطاقة المتلقاة خلال فترة زمنية معينة، وعادةً ما يتم التعبير عنه (J/m^2) أو (kWh/m^2) وبصورة عامة إجمالي الطاقة المتلقاة على مدى فترة من الزمن.

Dr. Saeed Jabbar Abbas; Dept.Physics ; College of Science; 2024-2025

عندما يسقط شعاع من الإشعاع الحراري على سطح جسم ما، ينعكس جزء منه بعيدًا عن السطح، ويمتص الجسم جزءًا منه، وينتقل جزء آخر عبر الجسم. والخصائص المختلفة المرتبطة بهذه الظاهرة هي جزء الإشعاع المنعكس الذي يسمى" الانعكاسية"(ρ)؛ وجزء الإشعاع الممتص الذي يسمى" الامتصاصية"(α)؛ وجزء الإشعاع النافذ الذي يسمى" النفاذية"(τ). ترتبط الكميات الثلاث بالمعادلة التالية المشتقة من القانون الأول للديناميكا الحرارية:

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \qquad Reflectivity + absorptivity + transmissivity = 1$$

مثال : اذا كانت أقصى شدة لضوء الشمس عند طول موجي 500 nm. استخدم هذه المعلومات لايجاد درجة حرارة سطح الشمس.

الإجابة : نستخدم قانون وين $\boldsymbol{\lambda_{max} T = 2897.8\ \mu m.K}$; T=5795.6 K

H.W : سيريوس، ألمع نجم في السماء ليلاً، تبلغ درجة حرارة سطحه حوالي 10000 K. أوجد الطول الموجي الذي يبعث فيه سيريوس بأقصى كثافة.