محاضرات في
الطاقات المتجددة
Renewable energy

١-١ مقدمة:

أصبحت أزمة الطاقة من أهم المشاكل التي يواجهها العالم حاليا بسبب الزيادة الكبيرة والمستمرة في استهلاك الطاقة الذي يقابله احتياطي محدد من موارد الطاقة التقليدية فضلا عن ارتفاع كبير في أسعار الوقود و المشاكل البيئية التي تسببها مصادر الطاقة التقليدية لذا عمد الباحثون إلى التفكير بتطوير مصادر جديدة و بديلة لها، وتوجهت الأنظار إلى الطاقات المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية وبدأت البحوث والدراسات لمواجهة حقيقة نضوب الوقود التقليدي واستبداله بطاقة متجددة غير ناضبة وغير ملوثة للبيئة.

1.2 ماهي الطاقة المتجددة وهل هناك تسميات اخرى لها؟

- **الطاقة المتجددة هي الطاقة التي تستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد باستمرار اي لا تنفذ.**
- **ويطلق عليها ايضاً اسم الطاقة المستدامة كونها مصادرها دائمة دوام الحياة على كوكب الأرض ولا تحتاج مصادرها الى استخراج او تعدين او عمليات مكننة فهي طبيعية 100%.**
- **وكذلك يطلق عليها احياناً الطاقة البديلة (وهنا يجب الانتباه الى ان هذه التسمية اكثر تعميماً كونها تشمل المصادر التي تستعمل بدلاً من مصادر الطاقة الاحفورية او تنتج وقوداً شبيها بالوقود الناتج عن الطاقة الأحفورية). ولكن ليس كل مصادر الطاقة البديلة تعتبر متجددة فمثلاً الطاقة النووية تعتبر طاقة بديلة للوقود الاحفوري لكنها تعتبر مستنفذة.**

وتسمى ايضاً بالطاقة الخضراء لأنها لا ينتج عنها مخلفات او غازات تعمل على زيادة الاحتباس الحراري مثل ثاني اوكسيد الكاربون او اكسيدات النيتروجين. وبالرغم ان هذا المصطلح يظهر صديقاً للبيئة الا انه تحت هذا المصطلح تنطوي ايضاً المخلفات الزراعية التي يمكن ادراجها كمصادر طاقة متجددة كونها مستنفدة ايضاً.

ويجدر التنبيه الى انها تختلف عن الوقود الاحفوري (Fossil fuel) كالنفط والفحم والغاز الطبيعي. فهي طاقة مصادرها طبيعية بحتة ولا تحتاج في انتاجها الى تقنيات معقدة وجهود كبيرة لاستخراج موادها الخام.

1.3 ماهي المصادر الاساسية للطاقة الغير متجددة (الناضبة) ؟

وتشمل الوقود الاحفوري مثل النفط، والغاز، والفحم بكل أنواعه وتكونت هذه الأنواع عبر ملايين السنين في باطن الأرض و هي ذات أهمية كبيرة؛ لأنها تختزن طاقة كيميائية من السهل إطلاقها كطاقة حرارية أثناء عملية الاحتراق وتشمل هذه المصادر أيضا الطاقة النووية التي تستخدم في عمليات توليد الكهرباء وفي تسيير السفن والغواصات عن طريق استخدام الحرارة الناتجة عن عمليات الانشطار النووي في المفاعلات النووية وجميع مصادر الطاقة التقليدية تمتاز بأنها ناضبة أي أنها سوف تنتهي عبر زمن معين؛ لكثرة استخدامها و هي متوفرة في الطبيعة بكميات محدودة وغير متجددة فضلا على أنها ملوثة للبيئة.

النفط سائل يستخرج من باطن الأرض، عرفه الإنسان منذ عصور قديمة يعد النفط أهم مصادر الطاقة و أكثرها انتشارا في العالم إذ يجهز ما يقارب 36 % من الطاقة المستهلكة في العالم (الشكل 1.1) ، وتوجد نظريتان توضحان كيف تكون النفط في جوف الأرض، النظرية الأولى هي النظرية العضوية التي تفترض إن النفط قد تكون من مادة عضوية من الهيدروجين و الكاربون وقد تكونت من النباتات والحيوانات التي تعيش منذ ملايين السنين سواء أكانت على اليابسة أم البحار فعندما ماتت هذه الكائنات الدقيقة ترسبت في قاع البحر الذي كان يغطي مساحات شاسعة من اليابسة وعلى مدى السنين تحللت تلك الكائنات بفعل الحرارة و الضغط في جوف الأرض ليتكون النفط الخام و بوجود عوامل مساعدة مثل البكتيريا والمواد

أما النظرية الأخرى فهي النظرية غير العضوية التي تفترض انه قد تم اتحاد بين عنصري الهيدروجين و الكاربون تحت ضغط وحرارة عاليين في أعماق الأرض مما أدى إلى تكون النفط والغاز الطبيعي، إذ يتواجد النفط عادة في فجوات كبيرة داخل الصخور الرسوبية ويتكون النفط أساسا من نسب وزنية مختلفة لعناصر عديدة هي الكاربون و الهيدروجين والأوكسجين و النتروجين.

ومن أهم أسباب انتشار النفط هو سهولة نقله وخزنه وتحويله إلى المشتقات المختلفة التي تتفاوت في خصائصها وكذلك انخفاض سعره وتوفره في كثير من البلدان التي لا تستهلك ألا قليلا منه، فضلا على تميزه بقيمة حرارية عالية وكفاءة جيدة في الاحتراق ويدخل النفط كمادة خام في الكثير من الصناعات الكيمياوية.

2.الفحم:

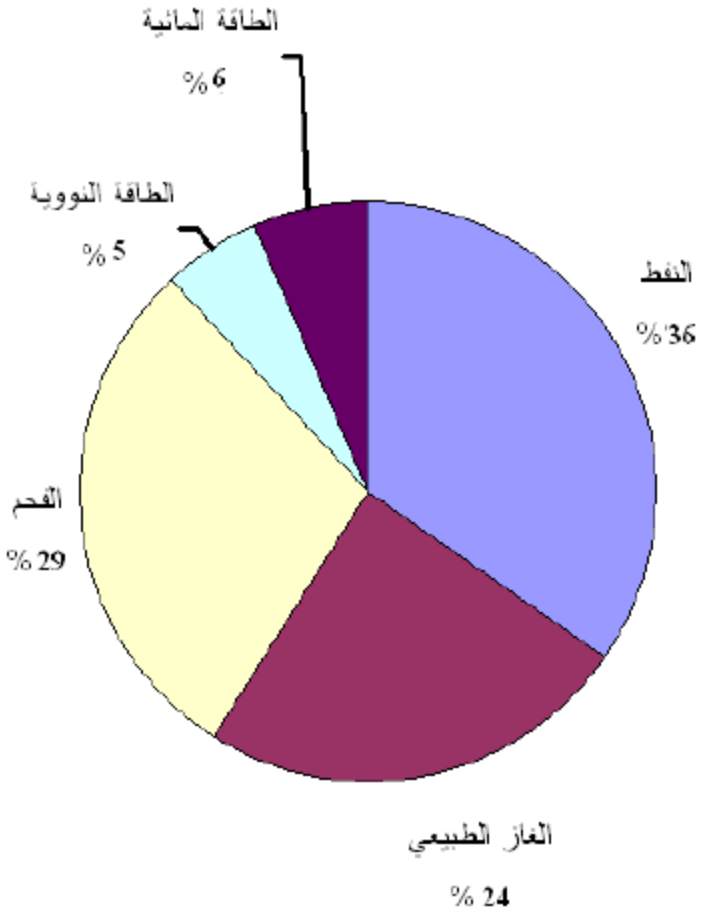
يتكون الفحم من الكاربون بشكل أساسي، وظهرت أهميته كمصدر للطاقة في عصر الثورة الصناعية، ويساهم بنسبة 29 % من استهلاك الطاقة في العالم[1] (الشكل 1.1). وهو من أهم مصادر الطاقة التقليدية من حيث حجم احتياطه والبالغ حوالي 826 مليار طن، وقد تكون داخل الأرض على مدى ملايين السنيين، وذلك بسبب تحلل مصادر نباتية تحت عوامل الضغط والحرارة وبمعزل عن الهواء. إن استخدام الفحم الحجري وقودا مباشرا لمحطات التوليد يستلزم أموال باهظة التكلفة لمحطات التوليد كما إن له اثر سيئ على البيئة والإنسان مقارنة بالنفط والغاز الطبيعي، اذ انه المصدر الرئيسي لتلوث الهواء، حيث يؤدي إلى تجمع غاز ثاني أوكسيد الكاربون الذي يسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض وهي من أهم المشاكل الرئيسة التي تواجه العالم والتي تعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى صعوبة استخراجه وكثرة الأيادي العاملة اللازمة لذلك وصعوبة النقل إلى مناطق الاستهلاك المختلفة ناهيك عن المخاطر الناتجة من استخراجه من المناجم. يتركز معظم الاحتياطي في الولايات المتحدة الأمريكية التي تمتلك 28.9% منه وأوربا ودول الاتحاد السوفيتي السابق التي تمتلك 14 % أيضا والصين حوالي 13.9 % واستراليا حوالي 9.2 %

3. الغاز الطبيعي:

برزت مكانة الغاز الطبيعي كمنافس شديد لبقية مصادر الطاقة في الوقت الحاضر بعد إن عرفه العالم وتعددت سبل استعمالاته، فهو فضلا عن كونه مصدر من مصادر الوقود ذات الطاقة الحرارية العالية فهو أيضا يعد مادة أساسية في الصناعات البتروكيمياوية والأسمدة.

يقع الغاز الطبيعي في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد النفط والفحم ويساهم بمقدار 24 % من الطاقة المنتجة في العالم، يشكل الميثان الجزء الأساسي في تركيب الغاز الطبيعي يليه الإيثان، ومن أهم مزايا الغاز الطبيعي هي ارتفاع قيمته الحرارية وكفاءة الاحتراق العالية، فضلا عن نظافته عند الاستعمال وقلة تلويثه للبيئة وملائمته للصناعات الكيماوية مثل صناعة الأسمدة. أما أهم الصعوبات التي تواجه الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة، هي صعوبة تسويقه لمسافات طويلة وصعوبة خزنه بالحالة السائلة وعدم تطوير تقنيات خاصة لاستعمال الغاز الطبيعي في وسائط النقل المختلفة.

يبلغ احتياطي العالم من الغاز الطبيعي 185.02 تريليون متر مكعب



شكل (1.1) نسب استهلاك العالم من انواع الطاقة المختلفة

4-الطاقة النووية Nuclear energy:

تساهم الطاقة النووية المستخدمة اليوم بنسبة ضئيلة من مقدار الطاقة المستخدمة في العالم تبلغ 6 % من مجمل استهلاك العالم معظمها لتوليد الطاقة الكهربائية، وتستخدم الطاقة النووية في مجالات أخرى غير توليد الكهرباء فقد استخدمت المفاعلات في تسيير السفن والغواصات وتحضير بعض النظائر المشعة واستخدمت هذه النظائر في الطب لعلاج بعض الأمراض. تتركز أهم مشاكل الطاقة النووية في التقنية العالية اللازمة لإدارة المفاعلات النووية والتي لا تمتلكها إلا الدول المتقدمة وفي المواد المشعة الناتجة عن التفاعلات النووية ويبلغ احتياطي العالم من اليورانيوم بحوالي مليون طن تقريبا، والقاسم المشترك بين مصادر الطاقة الاحفورية (النفط والغاز والفحم) والنووية إنها قابلة للاستنزاف ذلك إن الموجود في الطبيعة كميات محدودة ستستهلك عاجلا أم آجلا.

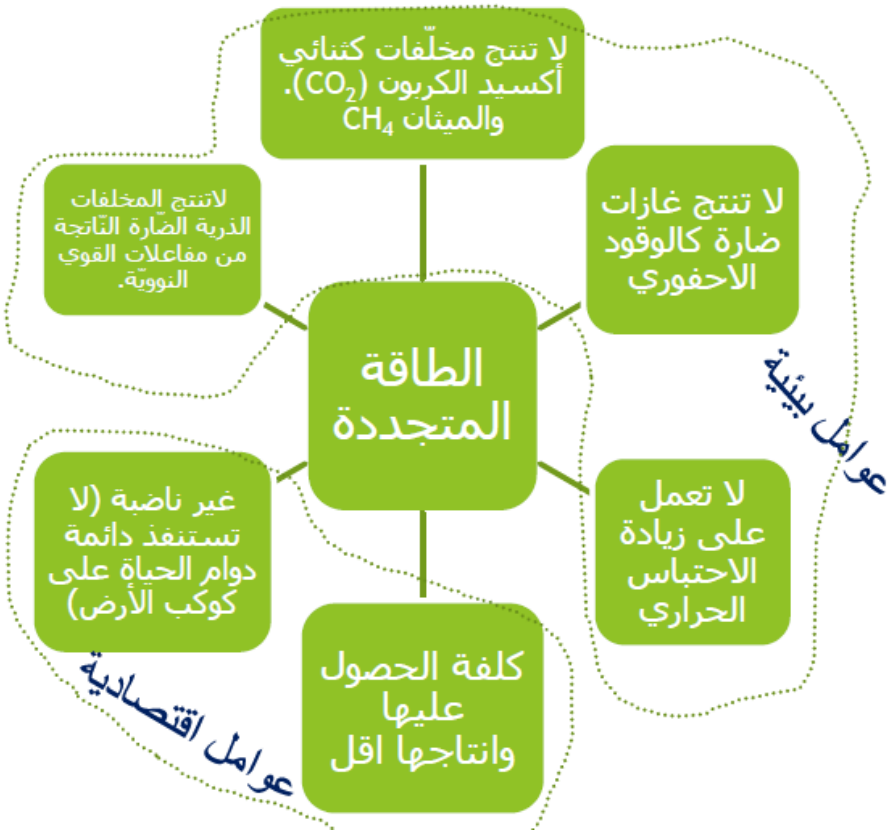
1.4 لماذا التركيز على الطاقة المتجددة؟

- زيادة نسبة ثنائي اوكسيد الكاربون في الجو تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة، اما زيادة انبعاث غاز الميثان تزيد من تساقط الامطار الحامضية.

- خلال السنوات السبعين الماضية ارتفعت درجة الحرارة بمقدار $2^{o}C$، وثنائي اوكسيد الكاربون ازداد بنسبة 20% مما ادى إلى زيادة سخونة الارض بمقدار 6 Watt.

- اما الميثان فقد ادت زيادته بمعدل 7% الى زيادة الامطار في بعض مناطق الكرة الارضية وانحباسها في مناطق اخرى. وسقوط الامطار قد ازداد بنسبة 15% ادى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 10.5 cm خلال القرن الماضي مما ادى إلى انغمار بعض الأراضي الصالحة للزراعة وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق اخرى.

- الإشعاع والمخلفات النووية، والتي تنتج عن المفاعلات النووية المنتجة للطاقة. وبالرغم ان الطاقة النووية شكلت في قبل عدة عقود من الزمان حلاً مثالياً ومصدراً مهما من مصادر الطاقة، الا ان تراكم نواتجها من مخلفات خطيرة على حياة المخلوقات جعلتها غير مرغوب بها. فالمخلفات الناتجة اكثر ضرراً واكثر كلفة للتخلص منها.



1.5 ماهي انواع الطاقة المتجددة؟

- **1. طاقة شمسية 2. طاقة الرياح 3. طاقة كهرومائية 4. طاقة المد والجزر**
  5. وقود حيوي مستدام 6.طاقة حيوية 7. كتلة حيوية 8. طاقة حرارية أرضية
  9. كهرباء حرارة باطن الارض 10. طاقة البراكين والزلازل

اذا هناك العديد من انواع الطّاقة المتجددة من الرياح والمياه والشمس, كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من طاقة حرارية أرضية وكذلك من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت. إلا أن تلك الأخيرة لها مخلفات تعمل على زيادة الاحتباس الحراري. حاليا أكثر إنتاج للطّاقة المتجددة يُنتج في محطات القوى الكهرمائية بواسطة السّدود العظيمة أينما وجدت الأماكن المناسبة لبنائها على الأنهار ومساقط المياه ، وتستخدم الطّرق التي تعتمد على الرياح والطّاقة الشمسيّة طرق على نطاق واسع في البلدان المتقدّمة وبعض البلدان النّامية ؛ لكن وسائل إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطّاقة المتجددة أصبح مألوفاً في الآونة الأخيرة، وهناك بلدان عديدة وضعت خططاً لزيادة نسبة إنتاجها للطّاقة المتجددة بحيث تغطي احتياجاتها من الطّاقة بنسبة 20% من استهلاكها عام 2020. وفي مؤتمر كيوتو باليابان اتّفق معظم رؤساء الدّول على تخفيض إنتاج ثنائي أكسيد الكربون في الأعوام القادمة وذلك لتجنب التّهديدات الرئيسيّة لتغيّر المناخ بسبب التلوث واستنفاد الوقود الأحفوري، بالإضافة للمخاطر الاجتماعية والسّياسية للوقود الأحفوري والطّاقة النووية.

2 الطاقة الشمسية

الشمس عبارة عن كرة غازية يبلغ قطرها 1.4 مليون كيلو متر ويبلغ وزنها $1.986*10^{30}$ kg وهو ما يعادل 99.87% من مجمل كتلة النظام الشمسي بأجمعه، اما المسافة بين الارض والشمس فتقدر بحوالي $150*10^{6}$ km [7].

تتكون الشمس بصورة رئيسة من غاز الهيدروجين (بنسبة 75%) وغاز الهليوم (بنسبة 24%)، فضلا على كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد والسيليكون والنيون والكربون. وتتولد الطاقة الشمسية نتيجة التحول المستمر لكل أربع ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم في تفاعل اندماجي نووي ، ولما كانت كتلة الهليوم الناتجة من التفاعل

أقل من مجموع كتل ذرات الهيدروجين الداخلة فيه فان فرق الكتلة هذا يتحول إلى ضوء وحرارة تنتقل على هيئة أشعة، يبلغ معدل انبعاثها $3.8*10^{23}$ kW وتشع هذه الكمية في جميع الاتجاهات.

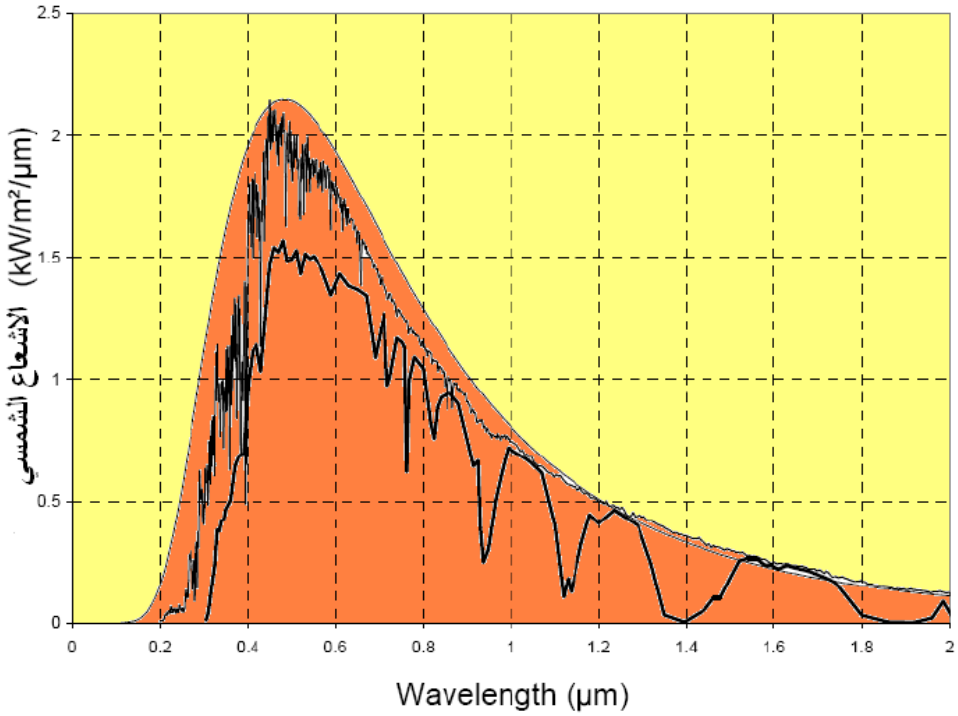
يتعرض الاشعاع الشمسي أثناء مساره خلال الغلاف الجوي لسطح الأرض إلى حالات من الانتشار والانعكاس والامتصاص من قبل مكونات الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية إذ تعمل هذه المكونات ، ومنها الغازات المختلفة وذرات الغبار و جزيئات الماء العالقة بالهواء ،

على امتصاص وانكسار جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض. ان كمية الطاقة الشمسية التي تتلقاها الارض كبيرة جدا بالمقارنة مع احتياجات العالم من الطاقة،غير ان معظم هذه الطاقة تسقط على البحار والمحيطات التي تشكل نسبة 70% من الكرة الارضية وهي مناطق غير ملائمة لاستغلال الطاقة الشمسية نتيجة لبعدها عن اليابسة وكلفتها الاقتصادية العالية، فضلا عن أن هناك مساحات واسعة من الصحارى التي تتلقى كميات كبيرة من الاشعاع ولكنها غير مأهولة بالسكان وبعيدة عن مراكز الاستهلاك مما يجعل التفكير بأستغلالها غير مجد في الوقت الحاضر.

ان الفيض الاشعاعي

المنبعث من سطح الشمس يمكن تمثيله بتوزيع بلانك على الرغم من الاختلاف البسيط لكون

الشمس ليست في حالة توازن اشعاعي ولا حتى في حالة استقرار واحسن تقريب لطيف الشمس هو منحنى الجسم الاسود الذي يقابل درجة حرارة 5800 K كما يلاحظ من الشكل التالي .



توزيع الطيف المنبعث من الشمس

ان 12% من طاقة الاشعاع الشمسي تنقل باطوال موجية اقصر من $0.4\mu m$ وهذا معظمه يكون على شكل اشعة فوق بنفسجية. ويحتوي الجزء المرئي من الطيف الشمسي على 37% من طاقة الاشعة الشمسية بينما تلك الاطوال الموجية الاطول من $0.7\mu.m$ (في الاساس اشعة تحت الحمراء) تحتوي على 51% من الطاقة لذا نجد ان ثلثي الطاقة التي تصلنا من الشمس تكون غير مرئية بالنسبة للعين البشرية والجزء الاعظم منها يكون في منطقة الاشعة تحت الحمراء.

حركة الارض Motion of earth:

إن حركة الأرض حول الشمس تتأثر مبدئياً بقوة التجاذب بين الأرض والشمس وعلى الرغم من أن القمر والكواكب يؤثران على مدار الأرض لحد ما ، إلا أنه ينتج عنهما اضطراب

صغير فقط وسوف نهمل الأخير ونفرض إن الأرض هي فقط جسم سماوي يدور حول الشمس، فضلاً عن ذلك سنفرض أن الأرض والشمس هي كرات صغيرة أو على الأقل تتصرف كذلك بسبب المسافة الكبيرة التي تفصل بينهما وفي الحقيقة أن البعد بين الأرض والشمس هو أكثر من 200 مرة بقدر نصف قطر الشمس وأكثر من 20,000 مرة بقدر نصف قطر الأرض؛ ولأن الشمس أثقل كثيراً من الكواكب الأخرى سنفرض أن الشمس تبقى تقريباً ثابتة عند دوران الأرض حولها . باستخدام قوانين نيوتن في الحركة الكلاسيكية مع قانون نيوتن في الجاذبية ، نستطيع أن نثبت ما يأتي :

(1) ان الأرض تدور في مستوى ثابت حول الشمس.

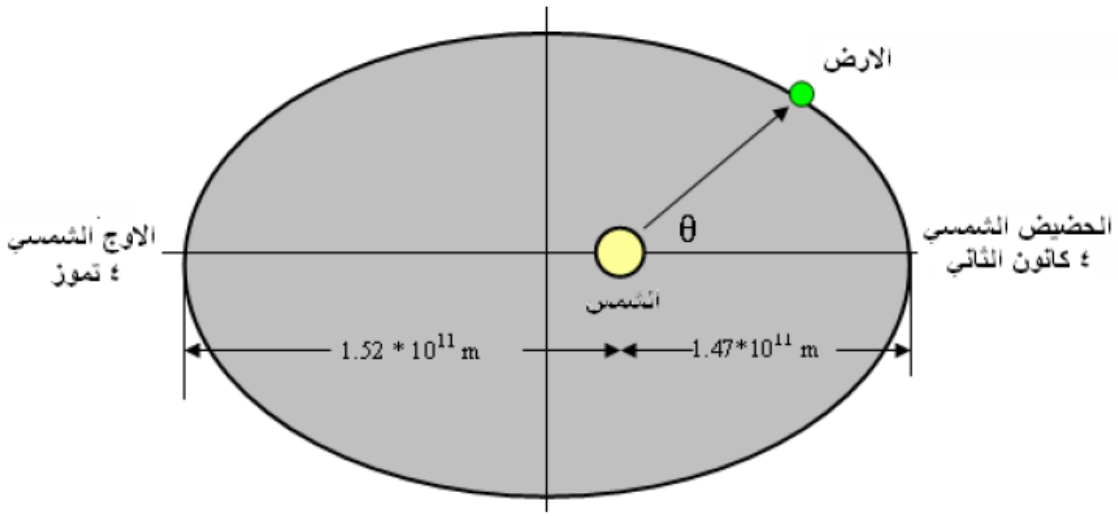
(2) ان مدار الأرض حول الشمس هو مدار بيضوي.

تكون الشمس موجودة في نقطة فيه تعرف بالبؤرة (قانون كبلر الأول) ويدعى المستوى الثابت الذي يحتوي مدار الأرض بمستوى دائرة البروج (ecliptic plane)؛ لأنه فقط عندما يمر القمر خلال هذا المستوى يمكن أن يحدث الخسوف . إن مدار الأرض على الرغم من أنه بيضوي هو قريب جداً من الدائري وتكون الشمس منحازة عن المركز على طول نصف المحور الكبير عند بؤرة الشكل البيضوي. يمكن التعبير عن مدار الأرض بصورة أفضل باستخدام الإحداثيات القطبية مثل:

$$r = \frac{a*(1-\varepsilon^2)}{1+\varepsilon*\cos\theta}$$

حيث أن نصف المحور الكبير (معدل المسافة المدارية) هو $a = 1.497*10^{11}$ m والاختلاف المركزي (eccentricity) هو (ε=0.0167) الذي يمثل مقدار الأنحراف عن الشكل الدائري ويساوي صفراً بالنسبة للدائرة ويقترب من الواحد عندما يصبح الشكل البيضوي مسطحاً، ان المدار البيضوي للارض موضح في الشكل التالي ولكن بشكل مبالغ فيه لحد ما. من المعادلة السابقة نجد ان اصغر قيمة لـ r تدعى الحضيض الشمسي (Perihelion) تحدث عندما $\theta = 0$ وكذلك ان اكبر قيمة لـ r تدعى الاوج الشمسي (Aphelion) تحدث عندما تكون $\theta = 180$ وتصل الارض الحضيض الشمسي والاوج الشمسي في الرابع من كانون الثاني والرابع من تموز على التوالي. لهذا تكون الارض اقرب الى الشمس في النصف الشمالي في

فصل الشتاء عنه في فصل الصيف. وعلى الرغم من ان الارض تكون اقرب الى الشمس في الشتاء فأن الاجواء تكون باردة وذلك؛ لأن القطب الشمالي ينحرف بعيداً عن الشمس، وتسقط الأشعة الشمسية بصورة منحرفة وغير مباشرة باعثة اقل كثافة من الطاقة. (تعرف كثافة الطاقة بأنها مقدار الكيلو واط-ساعة من الطاقة الساقطة على المتر المربع من سطح الأرض في زمن معين). اما في شهر حزيران (يونيو) فيكون القطب الشمالي للأرض مواجهاً للشمس، وبهذا تنطلق الأشعة الشمسية إلى الجزء الشمالي من الكرة الأرضية بصورة عمودية . وهنالك عامل أخر يجب ملا حظته وهو أنه كلما قل ارتفاع الشمس في السماء - بالنسبة إلى الراصد على الأرض –فأن الإشعاع يمر بطريق أطول خلال الغلاف الجوي المحيط بالأرض ، وبذلك يزداد احتمال تبعثر الإشعاع ورجوعه الى الفضاء مرة أخرى.



مدار الأرض موضح فيه الاختلاف المركزي

الاشعاع الشمسي الساقط على سطح افقي خارج الغلاف الجوي:

تتغير المسافة بين الارض والشمس خلال السنة مما يؤدي الى تغيركمية الاشعاع الشمسي الواصل الى الارض تبعا لذلك ويمكن حساب كمية الاشعاع الشمسي الساقط على سطح افقي خارج الغلاف الجوي الارضي من المعادلة الاتية :

$$I_{sc} = 1367 * (1 + 0.033 * \cos\frac{360 * ND}{365})$$

حيث *ND* يمثل رقم ابتداءاً من واحد كانون الثاني الى 365 في 31 كانون الاول.

و β زاوية ارتفاع الشمس (Altitude angle)

تعرف إنها الزاوية في المستوى العمودي بين أشعة الشمس ومسقط تلك الأشعة على سطح ألارض، وتحصل زاوية الارتفاع الشمسي القصوى عند فترة الظهر في جميع فصول السنة ففي فصل الشتاء عند الظهر وعند خط عرض 35° شمالا على سبيل المثال تكون زاوية الارتفاع الشمس 26.5° بينما في فصل الصيف تكون 78° وبسبب هذا الاختلاف الكبير في زوايا الارتفاع خلال السنة وفي حالة استعمال مجمع شمسي يجب إن يميل عن المستوى الأفقي خلال الموسم لكي يجمع أكبر كمية من الطاقة الشمسية.

ويستلزم احيانا حساب كمية الاشعاع الشمسي الساعي او اليومي الساقط على سطح افقي خارج الغلاف الجوي، ويمكن حساب ذلك باجراء التكامل على المعادلة السابقة على مدى الفترة المطلوبة، وبذلك يحسب الاشعاع الساعي من المعادلة:

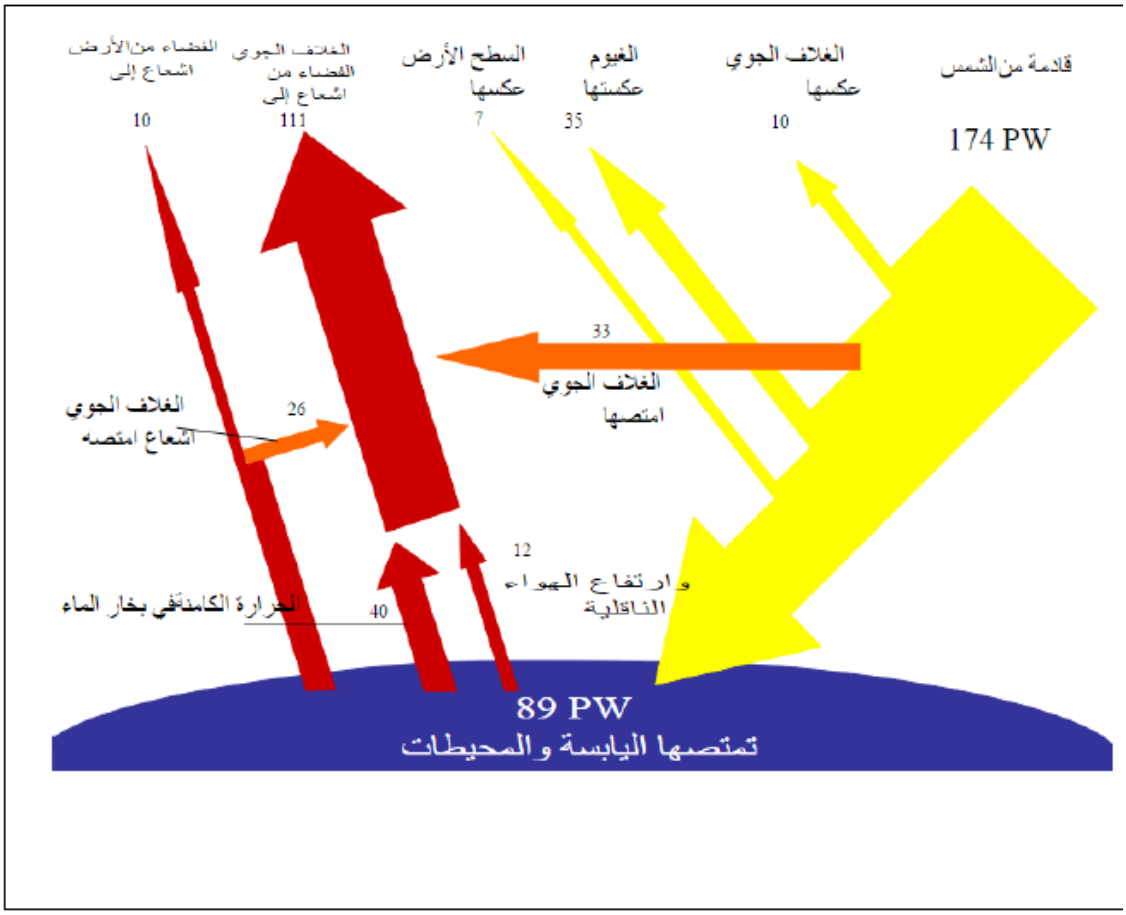
$$H_o = \int_{t1}^{t2} I_o dt$$

حيث ان *t1* و *t2* هما الوقت حسب التوقيت الشمسي عند بداية ونهاية الساعة المطلوب حساب كمية الاشعاع الشمسي الساقط عليها

الاشعة الشمسية المباشرة والمنتشرة Beam and diffused radiation:

يتبعثر جزء كبير من الاشعاع الشمسي عند دخوله الغلاف الغازي للارض نتيجة لعمليات الانكسار والانعكاس والامتصاص من قبل بعض مكونات الغلاف الغازي . وتبلغ 2% يعكسه سطح الارض و 27% تعكسه وتبعثره الغيوم الى الفضاء. هذه النسبة تمثل المفقود من هذا الاشعاع والتي لا تساهم في تسخين سطح الارض و لا الغلاف الغازي. اما الاشعاع الشمسي الذي يساهم في تسخين الهواء فهو 65% منه 51% يمتصه سطح الارض اما الباقي فيمتصه الغلاف الجوي ويقدر 14% ويساهم مباشرة في تسخين الهواء، ويعتمد الفرق بين الاشعة الشمسية خارج الغلاف الجوي للارض الى تلك التي تصل سطح الارض على مسار الاشعة خلال الغلاف الجوي، ومقدار الضباب وبخار الماء في الجو.

يستقبل الغلاف الجوي لكوكبنا كمية من الاشعاع الشمسي في كل لحظة ما يعادل 174 بيتا واط (1 PW=10^{15} W). ينعكس منها مايقرب من 36% عائدة إلى الفضاء بينما تمتص النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الارضية. معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الارض ينتشر عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الاشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية. تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الاشعاعات الشمسية، مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي او انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي.



شكل 2-1 كمية الطاقة الواصلة من الشمس وتوزيعها على الكرة الأرضية

وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات حيث تنخفض درجة الحرارة يتكثف بخار الماء في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير والأعاصير المضادة. وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتصها المحيطات وتحتفظ بها الكتل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط 14 درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب والكتل الحيوية التي يُستخرج منها الوقود الحفري.

و يتم الاستفادة من الطاقة الشمسية بطريقتين: