الطاقة الشمسية

الاشعاعية الحرارية والاحتباس الحرارى

رقم الإيداع لدى المكتبة الوطنية (2013/12/4411)

621.47
الدليمي، فريد مصعب
الطاقة الشمسية الاشعاعية الحرارية والاحتباس الحراري/ فريدة مصعب الدليمي: -
عمان: دار غيداء للنشر والتوزيع، 2013
( ) ص
ر.أ: (2013/12/4411).
الواصفات:/ الطاقة الشمسية// تكنولوجيا الطاقة// الحرارة

❖ تم إعداد بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

Copyright ®
All Rights Reserved

جميع الحقوق محفوظة

ISBN 978-9957-572-87-7

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أو تخزين مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أي وجه أو بأي طريقة إلكترونية كانت أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بالتسجيل و خلاف ذلك إلا بموافقة على هذا كتابة مقدماً.

دار غيداء للنشر والتوزيع

تلاع العلي - شارع الملكة رانيا العبدالله مجمع العساف التجاري - الطابق الأول
تلفاكس : 5353402 6 962+ خلوي : 95667143 7 962+
ص.ب : 520946 عمّان 11152 الأردن E-mail: darghidaa@gmail.com

الطاقة الشمسية الاشعاعية
الحرارية والاحتباس الحراري

تأليف

د. م. فريد مصعب مهدي الدليمي

جامعة الانبار

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

الطبعة الأولى

2014 م – 1435 هـ

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي ٱلنَّاسِ
لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِي عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

(الروم :الاية 41)

الاهداء

الى معلم الانسانية..... نبينا الحبيب محمد صلى الله عليه وسلم.
الى أحبائي في الحياة..... عائلتي.
أهدي جهدي هذا جزا من الوفاء لهم

صورة تخيلية للارض وهي تحترق بسبب الاحتباس الحراري

الفهرس

المقدمة 19

الفصل الاول

مقدمة 23
الخصائص الفيزيائية للشمس 24
مكونات الشمس..... 25
بنية الشمس 26
البنية الداخلية 26
سطح الشمس 28
الطبقة الانقلابية 29
الغلاف الجوي الشمسي 30
مصدر طاقة الشمس..... 31
النشاطات الشمسية 34
البقع الشمسية 34
البقع الضوئية..... 37
السنة اللهب 37
الشواظ الشمسية 38
الشعيلات الشمسية..... 38
الشعاعات والرياح الشمسية..... 38
النشاط الشمسي..... 38

الفصل الثاني

مقدمة 43
النشاط الشمسي..... 44
مراحل تطور دورة النشاط الشمسي..... 46
الظواهر الشمسية الاخرى في النشاط الشمسي 48
التأججات الشمسية..... 49
المقذوفات الكتلية من طبقة الكورونا 51
الرياح الشمسية..... 52
تناقص شدة الاشعة الشمسية 54
التغيرات الارضية في فترة النشاط الشمسي 55

التاثيرات على خطوط الطاقة الارضية 56
ظاهرة الشفق القطبي..... 57
التأثير على الاتصالات..... 58
التأثير على الاقمار الصناعية..... 58
التأثيرات البشرية..... 59

الفصل الثالث

مقدمة 63
اهمية الطاقة الاشعاعية الحرارية..... 63
تولد الطاقة الشمسية 64
طيف الاشعة الشمسية وطبيعتها 65
اقسام طيف الاشعة الشمسية الكهرومغناطيسية 68
مدى الاشعة الشمسية البيضاء والملونة 69
الشمس الملونة والسماء الزرقاء 70
الوحدات المستخدمة في قياس الطاقة الحرارية الاشعاعية 71
تشكل الطاقة الحرارية وطرق انتقالها..... 72
عمليات الاشعاع ونقل الطاقة الحرارية 72
الاشعاع..... 73
الاستشعاع وامتصاص الطاقة الاشعاعية..... 74
الطاقة وتحولاتها 74
قوانين الاشعاع 75
الاجسام انتقائية الامتصاص 78
ميزات الطاقة الاشعاعية الشمسية والارضية..... 80
تأثير الغلاف الجوي كجسم انتقائي الامتصاص 81
الاشعة الشمسية المتوازية..... 83
التشميس الواصل الى الارض..... 83

الفصل الرابع

مقدمة 89

الغلاف الجوي الارضي 90
طبقات الغلاف الجوي الارضي 92
المناخ 94
التغير المناخي 95

الفصل الخامس

مقدمة 103
مفهوم التلوث 104
تلوث الهواء 105
مصادر تلوث الهواء 105
أنواع الملوثات 106
مفهوم ظاهرة الاحتباس الحراري 110
الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري 117
دورة ثاني اوكسيد الكربون في الطبيعة 122
مصادر ثاني اوكسيد الكربون 124
تأثير الرياح الشمسية على رفع درجة حرارة الارض 124
النتائج المتوقعة من ارتفاع درجة حرارة الارض 125

الفصل السادس

مقدمة 129
المعالجات قصيرة الامد 129
المعالجات طويلة الامد 134
طرق التخلص من الملوثات الهوائية 139
الجهود الدولية في مكافحة التغير المناخي 140

الفصل السابع

مقدمة 145
مفهوم الطاقة المتجددة..... 146
مصادر الطاقة المتجددة..... 146
أنواع الطاقة المتجددة 147
الطاقة المائية 147
طاقة الرياح..... 148
الطاقة الحيوية 149
الطاقة الشمسية 149
الطاقة الجوفية الحرارية 150
ملخص..... 151
المصادرالعربية 155

فهرست الاشكال

ت	رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1	(1-1)	طبقات الشمس الرئيسية	28
2	(2-1)	الكسوف الكلي للشمس	31
3	(3-1)	قرص الشمس والبقع الشمسية	35
4	(4-1)	السنة اللهب	37
5	(1-2)	عدد البقع الشمسية خلال (300) سنة	45
6	(2-2)	الدورة 23 للبقع الشمسية	46
7	(3-2)	صورة الشمس في 2001 وتظهر عليها البقع الشمسية	47
8	(4-2)	الدورة الشمسية بشكل الفراشة	48
9	(5-2)	صورة لانفجار شمسي يوضح السنة اللهب	49
10	(6-2)	الانفجار الشمسي وتفاصيله بالاشعة السينية	50
11	(7-2)	ازدياد كثافة الاشعة السينية لحظة الانفجار	51
12	(8-2)	كثافة البروتونات لحظة الانفجار الشمسي	52
13	(9-2)	تناقص الاشعة الكونية بعد يومين من الانفجار	54
14	(10-2)	صورة الغلاف الجوي الارضي	55
15	(11-2)	الغلاف المغناطيسي الارضي	64
16	(12-2)	حركة الجسيمات المشحونة من الشمس الى الارض	74
17	(1-5)	تأثير ظاهرة البيوت الخضراء	113
18	(2-5)	تزايد تراكيز غازات الدفيئة من الثورة الصناعية لغاية 2005	116
19	(3-5)	ارتفاع معدلات ثاني اوكسيد الكربون للخمسين سنة الاخيرة	118
20	(4-5)	ارتفاع درجات الحرارة للخمسين سنة الاخيرة	122

فهرست الجداول

ت	رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1	(1-1)	الغازات ونسبتها بالشمس	25
2	(2-1)	مدة دوران البقع الشمسية	36
3	(1-3)	اطوال الاشعة الشمسية الكهرومغناطيسية وترددتها	66

4	(2-3)	قيمة معامل الاشعاعية لبعض المواد	76
5	(3-3)	قيمة معامل الاشعاعية لبعض المواد	79
6	(1-4)	تركيبة الهواء الغازية ونسبتها	91
7	(2-4)	تطور نمو السكان على الارض على مدى سبعة الاف سنة	96
8	(3-4)	النسبة المؤية للغازات الناتجة من البراكين	99
9	(1-5)	تركيز الغازات المسببة للاحتباس الحراري ومد بقائها في الجو	119
10	(1-6)	مقدار استهلاك الطاقة للفرد الواحدفي مختلف دول العالم	130
11	(2-6)	كميات غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلقة من المصابيح	131
12	(3-6)	الفائدة الاقتصادية والبيئية من استخدام الغاز الطبيعي كوقود	132

مقدمة

ان القلق من تلوث الهواء ومن الامطار الحامضية وتسرب النفط والمخاطر النووية وارتفاع حرارة الارض الناتج من الاحتباس الحراري يحث على اعادة تفحص بدائل الفحم والنفط والطاقة النووية، وعلى الرغم من ان مصادر الطاقة البديلة ليست خالية من التلوث عموما فأنه يوجد مجال واسع من الخيارات التي يكون ضررها البيئي أقل بكثير من مصادر الطاقة التقليدية، ان افضل التقنيات الواعدة هي التي تسخر طاقة الشمس حيث يعتبر التحويل الحراري المباشر للاشعاعات الشمسية الى طاقة كهربائية عبر الخلايا الشمسية تقنية جديدة ومتطورة وهو صناعة استراتيجية باعتبارها مصدرا طاقويا مستقبليا سيكون له الاثر الاكبر في المحافظة على مصادر الطاقة التقليدية ولاغراض اهم واستغلال أثمن، علاوة على ان مصدر طاقته مجاني ولاينضب ونظيف دون مخلفات أو اخطار.

لقد اصبحت البيئة الان محددا عالميا يفرض نفسه ويؤثر على التعاملات الاقتصادية والتجارية والعلاقات الدولية المعاصرة، وكما اصبح الاهتمام بها من أهم المقاييس لتقييم حضارة الدول وتقدمها. والعالم اليوم يواجه تحديا يتمثل في كيفية خلق توازن بين التنمية المستدامة وبين الحفاظ على البيئة، وعلى الرغم من ان الانسان قطع شوطا كبيرا في مجال العلوم التقنية الا انه مازال يعتمد على مصادر الطاقة التقليدية وينهل منها وكأنها نبع لاينضب، ومن جهة اخرى يقف عاجزا أمام ايجاد بدائل ذات كلفة رخيصة لهذة الطاقة غير المتجددة. الامر الذي سيخلف تداعيات ستعاني منها الاجيال القادمة من جراء هذا الاستنزاف، ناهيك عن الاضرار التي تخلفها هذه الطاقات التقليدية المستخدمة في المصانع والتي ينتج عنها ملوثات هوائية وحرارية واشعاعية وضوضائية تؤثر على البيئة وتهدد الحياة على الارض.

مما تقدم نجد انه من الواجب على الدول المنتجة للبترول أن تعيد استراجيتها بخصوص الطاقات التقليدية كالنفط والغاز الطبيعي، لان تلك الطاقات مهددة بالنضوب عاجلا ام آجلا الامر الذي سيضعها في مآزق كبير يتعذر معه الوفاء بأحتياجاتها المستقبلية. وحيث ان ضروريات المستقبل تستدعي البحث عن طاقة بديلة متجددة ونظيفة تتسم بالاستمرارية وتخدم معطيات البيئة، فكان لزاما ان تستغل هذه الطاقات الاستغلال الامثل عن طريق تذليل العقبات الاقتصادية والتقنية لهذه الثروات الطبيعية الكامنة.

وقد أهتدى العلماء الى مصادر متجددة في الطبيعة تتوفر فيها الشروط السابقة الذكر مثل الرياح والمد والجزر والطاقة الشمسية الضوئية والحرارية والمياة الجوفية وطاقة الشلالات والانهار والطاقة الحيوية ومنذ ذلك الحين والعالم في سباق مع الزمن لتطوير هذه الطاقات والوصول بها الى الاستغلال الامثل بأقل الاضرار

الجانبية على البيئة والحياة. وكلنا نعلم بأن الوطن العربي من أفضل المناطق في العالم التي تمتلك مصادر الطاقة المتجددة من طاقة شمسية عالية على طول السنة وكذلك احاطته بالبحاروالمحيطات من اغلب اطرافة التي توفر له طاقات المد والجزر والرياح والمياة الجوفية وكذلك أحتوائة على الكثير من المناطق الجبلية والسهول والانهار ممايوفر له إمكانات واسعة في مجال الطاقات المتجددة. وسنتناول في هذا الكتاب الطاقة الشمسية الاشعاعية الحرارية واهميتها في حياة النسان ومقدار هذه الطاقة الواصل الى الارض وتأثيرالنشاط الشمسي على الارض وكذلك ظاهرة الاحتباس الحراري واسبابها ونتائجها وبعض المعالجات المهمة التي تحد منها راجين من الله العزيز القديرالتوفيق والسداد.

فريد الدليمي
تشرين الثاني 2013

الفصل الأول

الخواص الفيزيائية للشمس

(1-1)مقدمة

(2-1)الخصائص الفيزيائية للشمس

(3-1)مكونات الشمس

(4-1)بنية الشمس

(1-4-1) البنية الداخلية

(2-4-1) سطح الشمس

(3-4-1) الطبقة الانقلابية

(4-4-1) الغلاف الجوي الشمسي

(5-1) مصدر طاقة الشمس

(6-1) النشاطات الشمسية

(1-6-1) البقع الشمسية

(2-6-1) البقع الضوئية

(3-6-1) السنة اللهب

(4-6-1) الشواظ الشمسية

(5-6-1) الشعيلات الشمسية

(7-1) الاشعاعات والرياح الشمسية

الفصل الأول

(1-1) مقدمة

انبهر الإنسان منذ القدم بالشمس وطاقتها الكبيرة والمستمرة دون أن تنضب أو تتغير، لذلك فهي التي تهب الدفء والطاقة، وتحافظ على ديومة الحياة على الأرض، فكان من الطبيعي إن يجعل الإنسان القديم الشمس الهة له يعبدها ويحترمها بصفتها قوة عظيمة في الكون لا يستطيع احد الاستغناء عنها أو تغيير صفاتها، فشيد المعابد الضخمة لعبادة الشمس مثل معبد الشمس في مدينة بعلبك اللبنانية، كما نحت الفراعنة تمثال "ابوالهول" رمزاً للإله "رع" اله الشمس عندهم، كما ربطوا بين اسمهم والإله رع فأصبحت أسمائهم متبوعة بالإله (رع) مثل "خفرع" و"منقرع"و"أمونرع" وهي أسماء ملوك الفراعنة التي أطلقت على الأهرامات الكبيرة المشهورة في الجيزة.

لم يكن الإنسان يعلم منذ القدم إن الشمس التي تهبنا الدفء والطاقة، ليست سوى نجم مثل سائر النجوم المنتشرة في كافة أنحاء القبة السماوية، ولا تتميز الشمس عن هذه النجوم سوى بقربها منا، فهي لا تبعد عن الأرض سوى (149.6) مليون كيلو متر، ويحتاج الضوء إلى (8) دقائق وثلث لقطع المسافة بين الأرض والشمس، بينما يحتاج الضوء لقطع المسافة من اقرب النجوم من الشمس وهو (ألفا قنطورس) والشمس إلى أربع سنوات وثلاثة أشهر.

أن قرب الشمس منا نسبة لنجوم المجرة يفيدنا كثيرا في دراسة تركيب الشمس ومعرفة مكوناتها الرئيسية، وكيفية طبخ وإنتاج الطاقة فيها ونشاطها المغناطيسي وغير ذلك، كما إن دراسة الشمس توفر لنا المعلومات الكافية عن نجوم المجرة باعتبار إن الشمس عينه ممتازة من النجوم وفي متناول أيدينا لكي ندرسها كما نشاء.

(2-1) الخصائص الفيزيائية للشمس:

اوردت العديد من الدراسات معلومات مستفيضة حول بنية الشمس وتركيبها استقتها من قياسات ومشاهدات قامت بها التوابع الاصطناعية مثل (مخبر السماء sky lab) و (نمبوس7nimbus) و (هابل habel) وغيرها من التوابع والدراسات التي قامت بها وكالة الفضاء الوطنية الامريكية (Nasa) حول الشمس وبينت ان الشمس نجم متوسط الحجم مكون من كرة هائلة تتمركز في وسط المجموعة الشمسية وتبعد عن الأرض في المتوسط بمقدار 149)،(597.893 km او ($150*10^6$ km) وهي المسافة

التي نسميها الوحدة الفلكية (Astronomical Unit).

ويظهر قرص الشمس المرئي من سطح الأرض محصورا في زاوية صغيرة جدا تتراوح بين (32 - 30) دقيقة قوسية والتي تعادل (1/60) من الدرجة وتبعد الشمس عن مركز مجرتنا درب التبانة ($28*10^3$) سنة ضوئية، والسنة الضوئية تعادل المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة وتساوي ($9.45*10^{12}$ km) وتدور الشمس حول مركز المجرة بسرعة(220km/sec) وتكمل الدورة الواحدة حول مركز المجرة كل 225 مليون سنة، وتسمى هذه الدورة (الدورة الكونية) أو (السنة الكونية) ولحد الان لم تكمل السنة الشمسية دورتها حول مركز المجرة منذ عهد الديناصور الذي عاش على سطح الأرض قبل حوالي (65) مليون سنة، أما كثافة الشمس فتبلغ (1.49)من كثافة الماء وهي بذلك قريبة جدا من كثافة كوكب المشتري، وتبلغ كتلتها ($1.989*10^{27}$kg)، أو بلغة أسهل يمكن القول بان كتلة الشمس تساوي مقدار ($333*10^3$) مرة قدر كتلة الأرض، أو بمقدار (700) ضعف كتلة الكواكب السيارة مجتمعة ويصل قطر الشمس إلى ($1.39*10^6$km) أي إن حجم الشمس اكبر من حجم الأرض بمقدار ($303.6*10^3$) مرة، ويبلغ معدل درجة حرارة السطح 5700 درجة مئوية، بينما معدل درجة الحرارة في باطن الشمس(النواة) فتصل إلى(15) مليون درجة مئوية، وتدور الشمس حول محورها دورة واحدة كل أربع أسابيع تقريبا لكنها لاتدور كما تدور الأجسام الصلبة إذ تتفاوت دورتها حول محورها بين (27) يوم عند خط استوائها (35) يوم عند قطبيها.

(3-1) مكونات الشمس الرئيسية:

أظهرت الدراسات الطيفية للشمس أنها مؤلفه من عدة غازات أكثرها الهيدروجين الذي يعتبرالمصدر الرئيسي للطاقة النووية الصادرة عن الشمس والنجوم في الكون وتبلغ نسبته حوالي (73.46%) من الغازات الموجودة في الشمس، ثم الهليوم الناتج عن احتراق الهيدروجين والذي تبلغ نسبته (24.85%) وتكون العناصر في بحالة غازية حارة جدا تحت ضغط هائل خاصة في المركز، فعند مركز الشمس يصل الضغط إلى حوالي مليون طن على السنتمتر المكعب الواحد، وتسمى هذه الحالة (البلازما) وهي الحالة الرابعة للمادة في الكون بعد الحالة السائلة والغازية والصلبة، ويقل الضغط كلما ابتعدنا عن المركز حتى نصل الحالة الغازية في الغلاف الجوي للشمس.والجدول (1-1) يبين النسب المؤية للغازات في الشمس.

ت	أسم الغاز	نسبة وجوده في الشمس %
1	هيدروجين	73.46
2	هليوم	24.85

3	أوكسجين	0.77
4	كربون (بخار)	0.29
5	حديد (بخار)	0.16
6	نيون	0.12
7	نيتروجين	0.09
8	سيليكون (بخار)	0.07
9	مغنيسيوم (بخار)	0.05

جدول رقم (1-1)
يمثل الغازات ونسبتها في الشمس

(4-1) بنية الشمس (طبقات الشمس الرئيسية):

بينت الدراسات استنادا إلى التباينات في الكثافة والضغط ودرجة الحرارة السائدة خلال الشمس أن الشمس تتكون من ثلاثة طبقات متميزة عن بعضها البعض كما هو موضح في الشكل (1-1) وهي كالأتي :

(1-4-1)البنية الداخلية:

تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية هي (النواة) و(منطقة الإشعاع) و (منطقة الحملان) وهي كما يلي:

(A-1-4-1) النواة (Core) :

تقدر نسبة طول نصف قطر نواة الشمس بحوالي (28.8% - 23%) أي ما يقارب ($2*10^5$km) من طول نصف قطرها الكلي وتحتوي على مايزيد عن(40%) من كتلتها و (15%) من حجمها الكلي وتزيد كثافتها عن($150gm/cm^3$)، ويتولد خلالها مايزيد عن(90%) من الطاقة الشمسية الحرارية الناتجة عن التفاعلات الذرية التي تندمج خلالها ذرات الهيدروجين (H) متحولة إلى هيليوم (He) وطاقة. أن معظم الأشعة فيها مكونة من الأشعة السينية (X-ray) ومن أشعة غاما(gama-ray)، وتقدر درجة حرارة مركزالنواة مابين ($(15-20)*10^6$k)، وبنحو($(7-8)*10^6$k) عند أطرافها ويقدر الضغط فيها بين($(1-22)*10^6$ Bar).

(1-4-1- B) منطقة الإشعاع (Zone of Radiation):

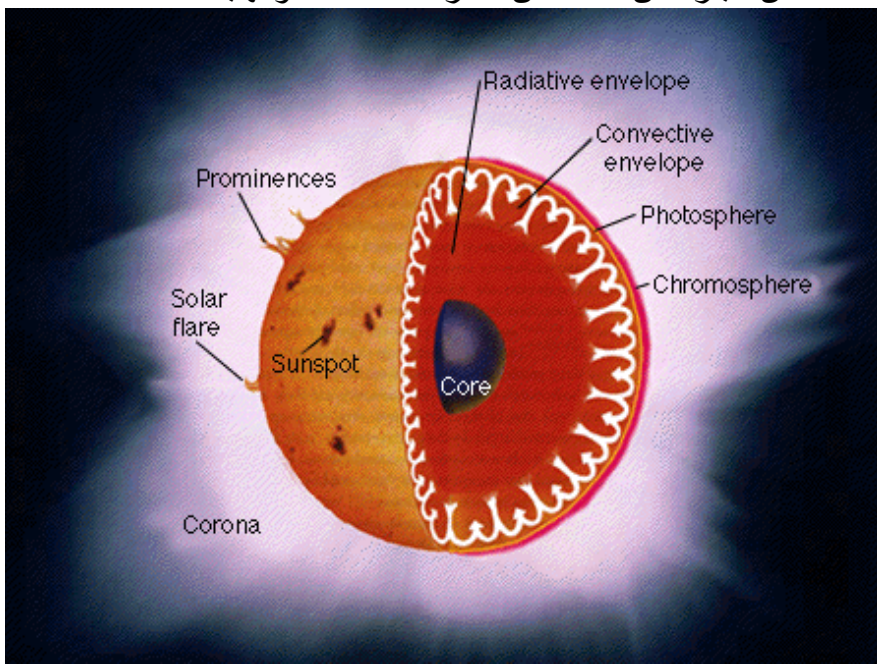
وهي الطبقة التي تحيط بالنواة ويبلغ سمكها حوالي ($325*10^3$km)، وتصل درجة حرارة الجزء القريب من النواة إلى($8*10^6$k)، بينما تكون درجة حرارة الطرف الخارجي لمنطقة الإشعاع حوالي ($1.5*10^6$k). وتقل الكثافة خلاله تدريجيا حتى تبلغ عند أطرافه حوالي ($7-12$ gm/cm^3).

تعمل طبقة الإشعاع على حمل الأشعة الشمسية الصادرة من النواة إلى الطبقة الخارجية وهي منطقة الحملان، ولولا هذا الدور الذي تقوم به طبقة الإشعاع لحدث انفجار هائل للشمس منذ تشكلها بسبب الضغط المتكون في النواة، إضافة لذلك تقوم طبقة الإشعاع بتحويل أشعة كاما الصادرة من نواة الشمس إلىأشعة ذات موجات طويلة مختلفة مثل الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي.

(1-4-1- C) منطقة الحملان (Zone of Convection):

وهي الطبقة التي تحيط بمنطقة الإشعاع، يصل سمكها إلى ($171.25*10^3km$) وتصل درجة حرارة الجزء الخارجي منها إلى حوالي ($15*10^3k$) ويصل الضغط فيه إلى اقل من ($10^{-2}Bar$) وتتناقص كثافته إلى حوالي ($10^{-4}mg/m^3$) عند حده الخارجي.

أن المهمة الرئيسية لهذه الطبقة هي حمل الغازات الساخنة الصادرة من النواة عبر منطقة الإشعاع إلى سطح الشمس، فالغازات الساخنة القادمة من بطن الشمس (النواة) ترتفع إلى سطح الشمس من خلال الطبقات الشمسية عبر أعمدة من الغاز الساخن تسمى التيارات الصاعدة، وعندما تصل هذه الغازات الساخنة سطح الشمس تبرد نسبيا فتعود الى تيارات هابطة إلى باطن الشمس لتسخينها من جديد، لذلك فطبقات الشمس عبارة عن أعمدة من الغازات الصاعدة والهابطة.



شكل (1-1) يوضح طبقات الشمس الرئيسية

(2-4-1)سطح الشمس (photosphere) :

وهي الطبقة الخارجية لبنية الشمس لذلك يمكن رؤية هذه الطبقة بوضوح من الأرض عند رصدها بالتلسكوبات الفلكية الخاصة برصد الشمس، ويبلغ سمك هذه الطبقة(500km)،وهي بذلك اقل طبقات الشمس سمكا، ويمكن تشبيه هذه الطبقة نسبة إلى الشمس بقشرة التفاحة نسبة إلى حجم التفاحة نفسها.تبلغ حرارتها (6000k).

يظهر الفوتوسفير مغطى بخلايا حرارية حبيبة لامعة (Granules) غير منتظمة تمثل قمم التيارات والفورنات الحملانية الجارية خلال الغلاف الحملاني، تتراوح أقطارها بين(1000 - 3000 km)، ولاتزيد مدة بقاء كل منها عن بضع دقائق، وعلى الرغم من تشكل الفوتوسفير من غازات ضئيلة الكثافة فان حده الخارجي محدد بوضوح فالغازات المكونة له شديدة التأين تمكنه من التصرف كجسم كتيم للأشعة قادر على امتصاص وإطلاق الأشعة الشمسية باستمرار.

وتعد البقع الشمسية (Sunspots) من المظاهر الهامة التي تعتري سطح الفوتوسفير، وتعرف أيضا بالكلف الشمسي وتعرف أيضا بالمسامات (Pores). وهي بقع داكنة اللون نسبيا، لانخفاض درجة حرارتها عما حولها بحوالي (1500k- 1000) إذ تقدر درجة حرارتها بين(4500k- 4000). ولا تتعدى مساحتها مساحة الخلايا الحملانية لكن تتراوح أطوال أقطار الكبيرة منها بين (10^4-10^5 km) ويمكن مشاهدتها عند الغروب بالعين المجردة، ويحيط بالبقع الشمسية خلايا حرارية لها نفس أبعادها لكنها اشد حرارة منها ولمعانا ويشتد خلالها الإشعاع الشمسي ويتعاظم ليعوض النقص في الإشعاع الحاصل عند تكاثر البقع الشمسية.

تدوم البقع الشمسية عدة أيام وتختلف أعدادها وفق لدورات زمنية منتظمة تتكرر كل (11year). تتميز البقع الشمسية بقوة حقولها المغناطيسية وبكونها مراكز للأقاليم المضطربة والناشطة على سطح الشمس وتؤدي حتما إلى اضطراب في الغلاف المغناطيسي الأرضي.

(3-4-1) الطبقة الانقلابية (Reversing Layer) :

تمثل هذه الطبقة الأولى من الغلاف الجوي الشمسي تتكون من غازات شفافة تبلغ سماكتها حوالي(560 km) فوق الفوتوسفير، وتقل درجة حرارتها إلى حوالي(4200k) ولا تلاحظ إلا في أوقات كسوف الشمس الكلي او باستخدام أدوات تحجب قرص الشمس.

يلاحظ خلال الطبقة الانقلابية خطوط غامقة اللون تعرف بخطوط فرون هوفر(Fraunhofer Lines) نسبة للعالم الألماني جوزيف فرون هوفر الذي اكتشفها. وتشكل هذه الطبقة نطاقا انتقاليا بين الفوتوسفير وغلاف الكروموسفير التالي.

(4-4-1) الغلاف الجوي (Solar Atmosphere):

يبلغ سمك الغلاف الجوي الغازي حوالي($5*10^6$km) من سطح الشمس وحتى الطبقة الخارجية للغلاف الجوي، ويمكن تقسيم الغلاف الجوي الشمسي إلى طبقتين رئيسيتين هما:-

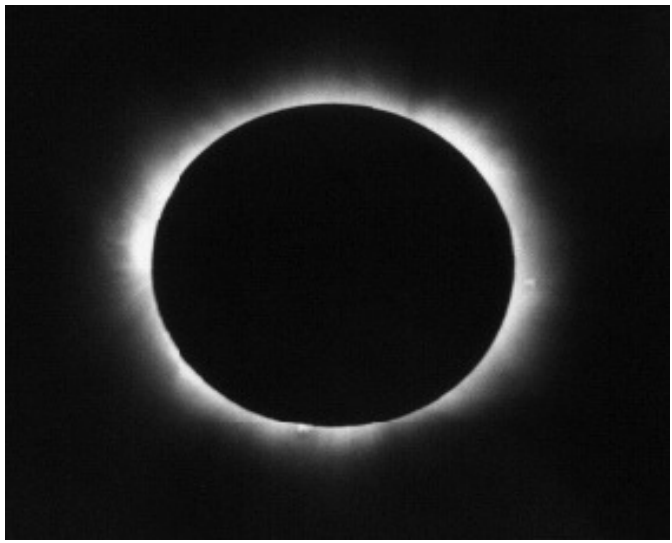
(A-4-4-1) الكروموسفير (Chromosphere):

تظهر طبقة الكروموسفير فوق الطبقة الانقلابية على شكل هالة تحيط بالشمس تعرف أحيانا بالطبقة الملونة (Color sphere) تناهز سماكتها (1000km) متكونة من غازات ضئيلة الكثافة من شوارد الهدرجين(H) والكالسيوم (Ca)، وتتزايد درجة حرارتها تدريجيا باتجاه الخارج من (5000k) عند قاعدتها إلى حوالي (20000k) عند قمتها وتمثل الكروموسفير الطبقة الثانية من الغلاف الجوي الشمسي ولايمكن مشاهدتها إلا في أوقات الخسوف الشمسي فقط.

وبين الوقت والأخر تثور خلال الكروموسفير فورنات أو اندلاعات شمسية (Flares) تصل ارتفاعها ألاف الكيلومترات، وعادة مايزيد عددها عن (100) اندلاع يوميا، تتخللها عدة اندلاعات عظيمة (prominences) تحدث سنويا تعد هذه الاندلاعات مصدرا لتدفقات شديدة من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية ومختلف أطياف الأشعة يصاحبها فيض عظيم من البلازما الشمسية المشحونة بطاقة كهربائية عظيمة.

(B -4-4-1) الكورونا (Corona):

تقع الكرونا فوق طبقة الكروموسفير مشكلة الطبقة الخارجية للغلاف الجوي الشمسي ولايمكن مشاهدتها أيضا ألا في أوقات كسوف الشمس الكامل وتتكون من البلازما أو ما يعرف بالرياح الشمسية (solar wind) وهي اقل كثافة من الكروموسفير تتألف من (91.3%) بروتونات و(8.7%) ذرات هيليوم متأنية تصاحبها الكترونات وأنواع مختلفة من الأشعة الشمسية تتراوح درجة حرارتها بين(10^6-$2*10^6$k). تنطلق الرياح الشمسية بسرعة هائلة تزيد عن(500km/sec) وتزيد عن ذلك في أوقات الاندلاعات الشمسية الحاصلة من طبقة الكروموسفير تنتشر الكرونا خلال مساحات شاسعة في الفضاء الكوني متعدية حدود المجموعة الشمسية ويعرف الحد الذي تصل إليه بالحد الشمسي. والحقيقة فان الأرض تقع في الأجزاء الخارجية من الغلاف الجوي الشمسي ولذلك يدخل الغلاف المغناطيسي الأرضي في صراع دائم مع الرياح الشمسية التي تضغط عليه باستمرار لكنه يتمكن من صدها ومنعها من الوصول إلى سطح الأرض.



شكل (1-2)
يوضح الكسوف الكلي للشمس وتظهر الكورونا حول قرص الشمس على شكل غازات متوهجة

(1-5) مصدر الطاقة الشمسية :

استحوذت الطاقة الشمسية على عقل الإنسان منذ القدم، فمنذ أن عاش الإنسان على سطح الأرض، وهو مبهور بهذه الطاقة والحرارة القوية والمستمرة في نشاطها دون أن تنقص أوتتغير، وهي المسؤولة عن استمرار الحياة على الأرض، ولو زادت الطاقة الشمسية عن معدلها لأصبحت الكرة الأرضية جحيما لا يطاق ولتبخرت مياه المحيطات والبحار، ولو انخفضت الطاقة الشمسية عن معدلها لتجمدت بحار ومحيطات العالم ولاندثرت جميع أشكال الحياة على الأرض.

كان أول من حاول تفسير مصدر الطاقة الشمسية هو الفيزيائي الألماني جولس ماير(G.Mayer) سنة 1848م حيث افترض أن الشمس عبارة عن كتلة ضخمة من الغاز الساخن دون أن يوضح المصدر الذي يعمل على تسخين الغاز في الشمس، ولو أن الشمس كتلة من الغاز الساخن فقط دون أن يكون هناك مصدر للطاقة يسخن الغاز فيها لانطفأت بعد (5000) عام من نشؤها علما ان عمر الشمس هو(5) ألاف مليون عام.

ثم عاد ماير وافترض أن الشمس عبارة عن كتلة ضخمة من الفحم المحترق، ولو كان هذا الافتراض صحيحا لانطفأت الشمس بعد خمسة أيام من

اشتعالها فقط على اعتبار أن الشمس مكونة بكاملها من الفحم بشرط وجود الطاقة الحالية الصادرة منها، وثمة تساؤلات وضعت أمام هذه النظرية، مثل كمية الأوكسجين التي يجب توفرها لاحتراق الفحم، وهذه الكمية المطلوبة يستحيل وجودها فيما بين نجوم المجرة، ناهيك عن الرماد الناتج عن عملية الاحتراق الذي سيزيد من صعوبة الاحتراق.

وعاد ماير ليضع تفسيراًآخر حول مصدر الطاقة الشمسية، حيث تصور أن عددا هائلا من النيازك تصطدم بشكل متواصل بالغلاف الغازي الخارجي للشمس مولدة طاقة حرارية كبيرة هي الطاقة الشمسية المعروفة، لكن سرعان ما واجه ماير الانتقادات على هذه التصورات الغريبة، حيث يستحيل وجود هذا الكم الهائل من النيازك في المجموعة الشمسية، كما يفترض بان هذه النيازك – أن صحت النظرية - تضرب الشمس بنفس العدد وبنفس القوة بانتظام وهذا مستحيل تماما ولا يمكن تصوره، كما أن كمية النيازك المتساقطة يعني زيادة كتلة الشمس بشكل كبير فتزيد تبعا لذلك قوة الجذب التثاقلي للشمس على الكواكب السيارة.

بعد ست سنوات من نظرية ماير، أي في عام 1854م، وضع الفيزيائي الألماني هيرمان هلمهولتز نظرية جديدة حول مصدر الطاقة الشمسية بيَن فيها أن الطاقة الشمسية ناتجة من الضغط الهائل في باطن الشمس يؤدي إلى زيادة حرارة غاز الباطن لدرجة كبيرة فتنتج الطاقة الشمسية المعروفة.

لكن لو افترضنا صحة نظرية هلمهولتز فسوف تنضب الطاقة الشمسية بعد حوالي 15 مليون عام، كما إن هلمهولتز لم يفسر بالضبط ما الذي يحدث في باطن الشمس، فلو إن الشمس تنكمش على نفسها بقوة ليزداد الضغط على مركزها (نواتها) فان هذا الانكماش لن يتوقف عند حد معين، بل سيزداد حتى إن نواة المركز لن تستطيع تحمل الضغط الهائل ومن ثم لانفجرت الشمس من قبل فترة طويلة، لذلك لم تؤخذ نظرية "هلمهولتز" على محمل الجد، مع أنها اقتربت كثيرا من بداية الخيط الذي قادنا للتعرف على حقيقة مصدر الطاقة الشمسية.

لم نتمكن من حل لغز مصدر الطاقة الشمسية سوى في عصر آينشتاين عندما بين في نظريته (النسبية الخاصة) بان أي كتلة في الكون يمكن تحويلها إلى طاقة، وهذا ساعد الفيزيائي النووي (هانسي بيث) سنة 1938م، في دراسة الشمس وطاقتها بناءا على معادلات النسبية الخاصة.

توصل "بيث"إلى ان الغاز في باطن الشمس مؤلف من الهيدروجين الموجود تحت ضغط هائل جدا يصل إلى حوالي مليون طن على كل سنتمتر مكعب، هذا الضغط يؤدي إلى توليد حرارة هائلة تصل إلى حوالي مليون درجة مئوية وهي كافية لاتحاد (4)ذرات هيدروجين مع بعضها البعض لتشكل نواة الهيليوم والذي يسمى أيضا رماد الهيدروجين، وبما أن كتلة نواة الهيليوم اصغر من كتلة أنوية الهيدروجين

بحوالي (0.007) مرة، فان فرق الكتلة الزائد في ذرات الهيدروجين الأربعة يتحول إلى طاقة، وهي الطاقة التي تتولد في باطن النجوم الأكثر شيوعا في الكون.

وفي كل ثانية يتحول(674) مليون طن من الهيدروجين إلى(670) مليون طن هليوم، أي أن الشمس تفقد في الثانية الواحدة4) (ملايين طن هيدروجين على شكل طاقة وحرارة. ونصيب الأرض والكواكب السيارة من هذه الطاقة ضئيل جدا قياسا لمقدار الطاقة الصادرة من الشمس.

وتشير الدراسات الفيزيائية إلى أن الشمس أخذت تشع طاقتها النووية منذ(5) ألاف مليون عام، وأنها ستبقى تشع الطاقة بنفس القوة حتى (5) ألاف مليون سنة قادمة، لذلك فالشمس تمر الآن في طور الشباب بالنسبة لتطور عمر النجوم.

(1-6)النشاطات الشمسيـــة:

على الرغم من هدوء الشمس نسبة للنجوم الاخرى من حيث ثبات لمعانها ومعدل الطاقة الصادرة منها، إلا أنها في الواقع تمر في فترات زمنية محددة تزداد فيها النشاطات المغناطيسية عن الوضع المألوف أو العادي لها، فتظهر مع هذه النشاطات المغناطيسية البقع الشمسية والشواظ الشمسي والعواصف المغناطيسية الشمسية وغيرها.وفيما يلي مختصر اهم النشاطات الشمسية :

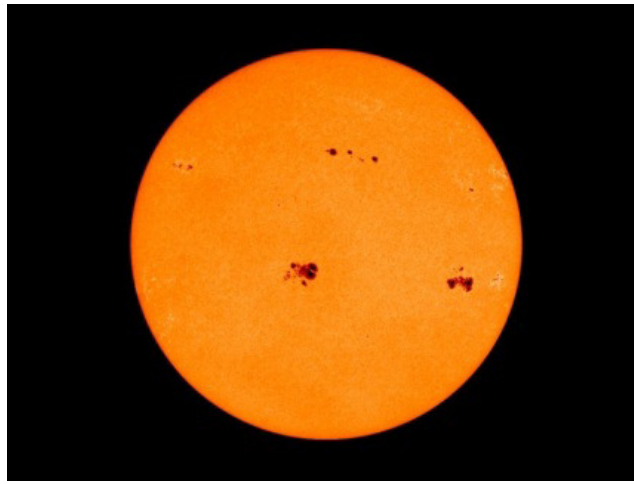
(1-6-1) البقع الشمسيـــة (Sun Spots):

لاحظ الإنسان منذ القدم ظهور بقع داكنة على سطح الشمس عند شروقها أو غروبها خاصة عندما يزداد حجم هذه البقع في بعض الأحيان حتى ترى بالعين المجردة، واعتقد القدماء أن هذه البقع الداكنة ربما تكون كواكب سيارة صغيرة الحجم تدور حول الشمس.

وفي عام 1610م، استطاع غاليليو الايطالي مشاهدة عدد كبير من البقع القائمة على سطح الشمس من خلال عدسة التلسكوب، وعرف ان هذه البقع الداكنة لابد أن تكون ظواهر معينة على سطح الشمس، كما استطاع غاليليوأن يحدد مدة دوران الشمس حول نفسها من خلال حركة البقع الشمسية فوجدها (27) يوما، إضافة إلى ذلك لاحظ غاليليوأن عدد البقع الشمسية متذبذب فيزداد في بعض الأحيان حتى يصل إلى أعلى حد له، ثم يقل عدد هذه البقع ويصغر حجمها حتى لا ترى سوى بالمراقب الكبيرة، وفي عام(1846) اكتشف هاوي الفلك الألماني (هنري شفابه) أن عدد البقع الشمسية يزداد خلال مدة زمنية تصل إلى(12) سنة من المعدل وسماها (الدورة الشمسية) لكن لم تظهر هذه النظرية سوى سنة (1871)م عندما ذكرها (بارون همبولدت) في كتابه (الكون).

وكان أول من درس البقع الشمسية وتابع حركتها بشكل جاد هو البريطاني (ريتشارد كارينجتون) عام (1863) م، ولاحظ أن دوران الشمس حول نفسها مختلف

من مكان لآخر على سطح الشمس، إذ لاحظ أن البقع الشمسية القريبة من قطبي الشمس تدور بسرعة ابطأ من سرعة دوران البقع الشمسية القريبة من خط الاستواء، وهذا يدل على الشمس كرة من الغازات وليست صلبة كما هو حال الكواكب السيارة. كما وجد أن البقع الشمسية تظهر خلال بداية الدورة الشمسية عند خطوط العرض العالية عند نصفي قرص الشمسي الشمالي والجنوبي، ثم تهبط هذه البقع في حركتها حتى تصبح قريبة من خط الاستواء، لكن في هذه الحالة يصغر حجم البقع الشمسية ويزداد عددها أيضا.



شكل(1-3)
يوضح قرص الشمس وتظهر البقع الشمسية الداكنة على سطحه

ت	خط العرض بالدرجات	فترة الدوران
1	0 درجة (خط الاستواء)	25 يوماً
2	20 درجة شمالاً وجنوباً	26 يوماً
3	40 درجة شمالاً وجنوباً	28 يوماً
4	60 درجة شمالاً وجنوباً	31 يوماً

جدول رقم(1-2)
مدة دوران البقع الشمسية عند خطوط العرض المختلفة

حاول العلماء تفسير أسباب ظهور البقع الشمسية على سطح الشمس حيث قال البعض ان هذه البقع عبارة عن عواصف تظهر على سطح الشمس، وهي بذلك تشبه السحب حول الرياح والعواصف القوية، وفريق أخر من العلماء قال أنها التفاف خطوط القوى المغناطيسية عند خط الاستواء نتيجة سرعة دوران الشمس حول نفسها نسبة لحجمها الضخم.

لكن التفسير الأكثر قبولا في الفلك الحديث، هو أن البقع الشمسية أماكن تأثرت بالمجالات المغناطيسية القوية الموجودة في الشمس، والتي تعمل بدورها على منع وصول الطاقة إلى سطح الشمس وإعاقة حركتها، لذلك لا تصل الطاقة إلى هذه الأماكن فتقل درجة حرارة مناطق السطح من (5500) درجة مئوية إلى حوالي (4000) درجة مئوية، ونتيجة لهذا الفارق في درجة الحرارة تبدو هذه المناطق قاتمة اللون وهي التي نسميها البقع الشمسية، لكن في حقيقة الأمرأن البقع الشمسية لامعة جدا، فلو وضعنا بقعة شمسية لوحدها في الفضاء لوجدنا ان لمعانها يفوق لمعان القمر البدر مئات المرات. ويمكن الاستدلال على نشاطات الشمس المغناطيسية من خلال عدد البقع الشمسية الظاهرة على سطح الشمس وحجمها، وتتسع بعض البقع الشمسية عند ظهورها الضخم لحوالي (12) كرة أرضية دفعة واحدة.

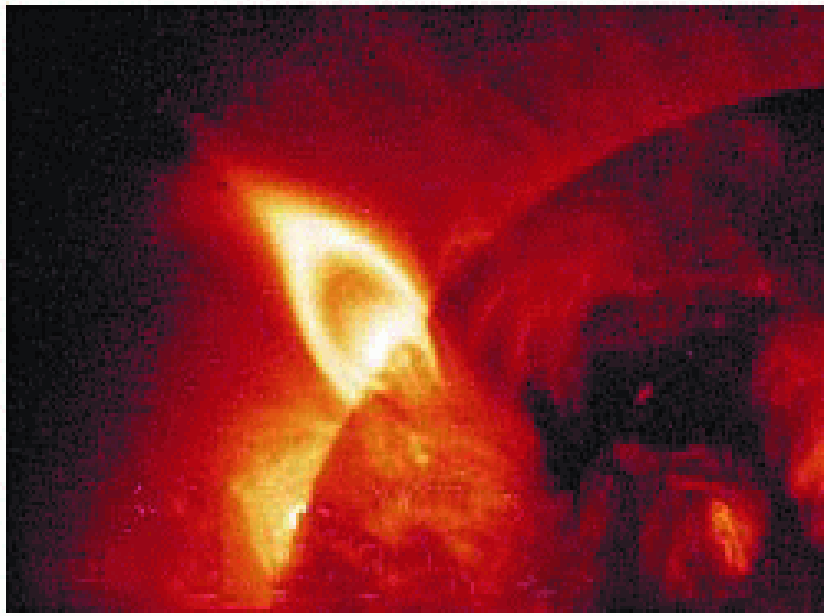
(1-6-2) البقع الضوئية (Plages):

تظهر حول البقع الشمسية بقع ضوئية لامعة، ويزداد عدد هذه البقع مع ازدياد الهياج الشمسي، ويتوقع أن تكون هذه البقع عبارة عن غازات ساخنة.

(1-6-3) السنة اللهب (Flares)

إثناء النشاطات الشمسية تندفع نحو الفضاء السنة ضخمة من اللهب وتصل إلى ارتفاعات عالية وتقدر بحوالي (350) ألف كيلو متر عن سطح الشمس، وقد تصل إلى ابعد من ذلك كما حصل سنة (1919) م، حين وصل ارتفاع السنة اللهب إلى حوالي(565000km). وتحتاج السنة اللهب للوصول إلى اعلى ارتفاع لها عن سطح

الشمس حوالي (30) دقيقة وتستمر لبضع دقائق وتختفي من جديد وبعضها يا خذ شكلا عموديا وبعض الأخر يكون منحنيا.



شكل(1-4)
يوضح السنة اللهب

(1-6-4) الشواظ الشمسي (Prominences):

تظهر الشواظ الشمسي على شكل كتل غازية قذفت عن سطح الشمس لمسافة تصل إلى حوالي نصف مليون كيلو متر، ويذهب بعضها نحو الفضاء ويعود بعضها إلى الشمس على شكل كتل متوهجة.

(1-6-5) الشعيلات الشمسية (Filaments):

وهي عبارة عن خطوط داكنة تظهر عند تصوير الطبقة الملونة (الكروموسفير)، والشعيلات عبارة عن غازات باردة نسبيا وكثيفة بالنسبة للغازات الساخنة المجاورة، لذلك تظهر داكنة اللون.

(1-7) الاشعاعات والرياح الشمسية

Solar Radiation and Winds :

نتيجة للانفجارات النووية في الشمس، تنطلق نحو الفضاء اشعاعات ورياح

شمسية يصل مداها الى معظم الكواكب السيارة ولكن تقل كثافتها كلما ابتعدت عن الشمس.وهي كما يلي:

1-إشعاعات تسير بسرعة الضوء وهي الضوء المرئي والأشعة الفوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والأشعة الراديوية.ترافقها حرارة مقدارها يعتمد على زاوية سقوط الاشعة.

2- رياح شمسية على شكل جسيمات مشحونة كهربائيا والكترونات وايونات وتسير بسرعة بطيئة نسبيا، وتحتاج إلى بضعة أياماً وحتى أسابيع للوصول إلى الكرة الأرضية. ومن خلال الدراسات التي أجريت على الرياح الشمسية، وجد العلماء إن للرياح الشمسية تأثيراً واضحا على الكرة الأرضية مثل:

a) تؤثر على الاتصالات وخاصة الاتصالات الفضائية أي مع الأقمار الصناعية ويحدث فيها تشويش.
b) تزيد من ظاهرة الشفق القطبي.
c) تؤثر على التغيرات المناخية على الأرض.
d) تؤثر على رواد الفضاء والمركبات الفضائية.
e) تؤثر على طبقة الأوزون حيث تزداد الثقوب فيها، وبالتالي تسمح بدخول كمية اكبر من الأشعة فوق البنفسجية وهي الأشعة المسؤولة مباشرة عن أمراض السرطان الجلد وفقدان البصر.

وسيتم تناول موضوع النشاط الشمسي بالتفصيل في الفصل الثاني من هذا الكتاب.

الفصل الثاني

النشاط الشمسي (Solar Activity)

(2-1) مقدمة

(2-2) النشاط الشمسي

(2-3) مراحل تطور دورة النشاط الشمسي

(2-4) الظواهر الشمسية الاخرى في النشاط الشمسي

(2-4-1) التأجات الشمسية

(2-4-2) المقذوفات الكتلية من الكورونا

(2-4-3) الرياح الشمسية

(2-4-4) تناقص شدة الاشعة الكونية

(2-5) التغيرات الارضية في فترة النشاط الشمسي

(2-5-1) التأثير على خطوط الطاقة الارضية

(2-5-2) ظاهرة الشفق القطبي

(2-5-3)36 التأثير على الاتصالات

(2-5-4) التأثير على الاقمار الصناعية

(2-5-5) التأثيرات البشرية

الفصل الثاني

(2-1) المقدمة:

لقد خلق الله تعالى هذا الكون وأتقن وأبداع في صنعه وجعل جميع محتوياته من نجوم ومجرات ومجموعات نجميه ومجرية تسير وفق قوانين الهية تعجز عنها احدث ما توصلت إليه العقول البشرية من علم، وما ذلك إلا لحكمة لا يعلمها إلا هو سبحانه وتعالى.

تعتبر مجموعتنا الشمسية بشمسها وكواكبها التسعة مثال فريد على قدرة الخالق جلا وعلا في تسيير هذه الكواكب في مدارات محددة ومفصلة حول الشمس بحيث لا يتعدى أي منها على الأخر ولا يصدم به حيث جعل الشمس هي التي تتحكم بجاذبيتها الفريدة في حركة هذه الكواكب والتأثير عليها.

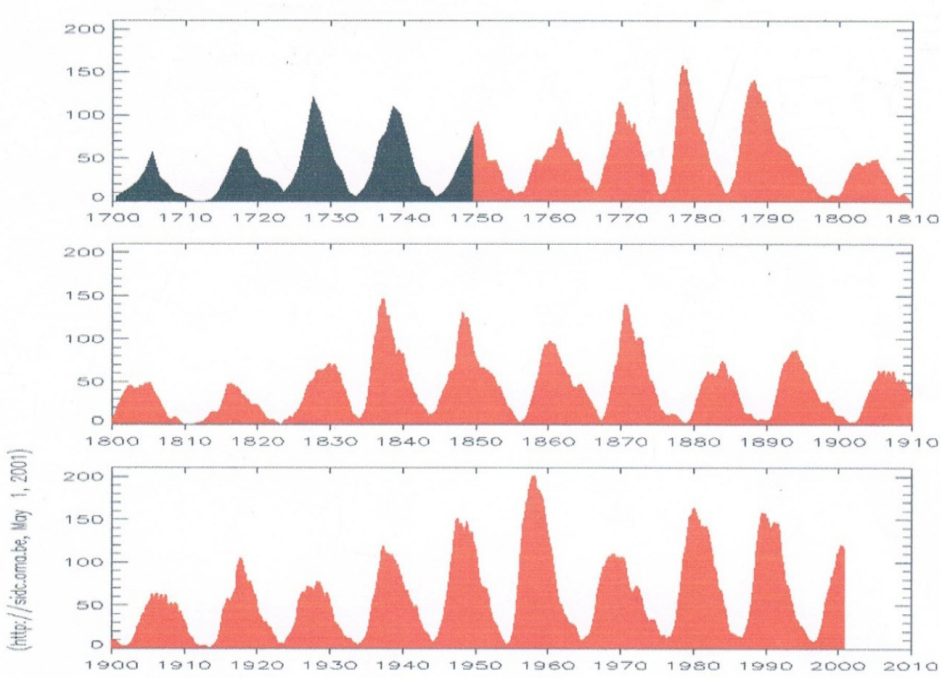
قال تعالى: ﴿ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴾ يس(40)صدق الله العظيم

كوكب الأرض الذي نعيش علية هو الكوكب الثالث بعدا عن الشمس فلو كانت الأرض في محل كوكب عطارد اقرب الكواكب إلى الشمس لعملت حرارة الشمس الشديدة على تدمير كل ما فيه من حياة إضافة إلى ذلك أن الأرض لو كانت ابعد مما هي علية ستتجمد ولن يكون عليها أي حياة، هذا بالإضافة إلى أن الشمس هي المصدر الوحيد للضوء والحرارة التي نستفيد منها وتحافظ على حياتنا.

نظرا للدور الكبير والفعال الذي تلعبه الشمس في التأثير على الأرض وبالتالي على حياتنا فان أي تغير ولو طفيف في الشمس سيكون له تأثير على الأرض حسب قوة وشدة هذا التغيير والحدث. ان ظاهرة النشاط الشمسي وهي الفترة التي تزداد فيها البقع الشمسية بكمية كبيرة وتعتبر احد اكبر واهم الظواهر الشمسية التي لها تأثير على الأرض.

(2- 2) النشاط الشمسي :

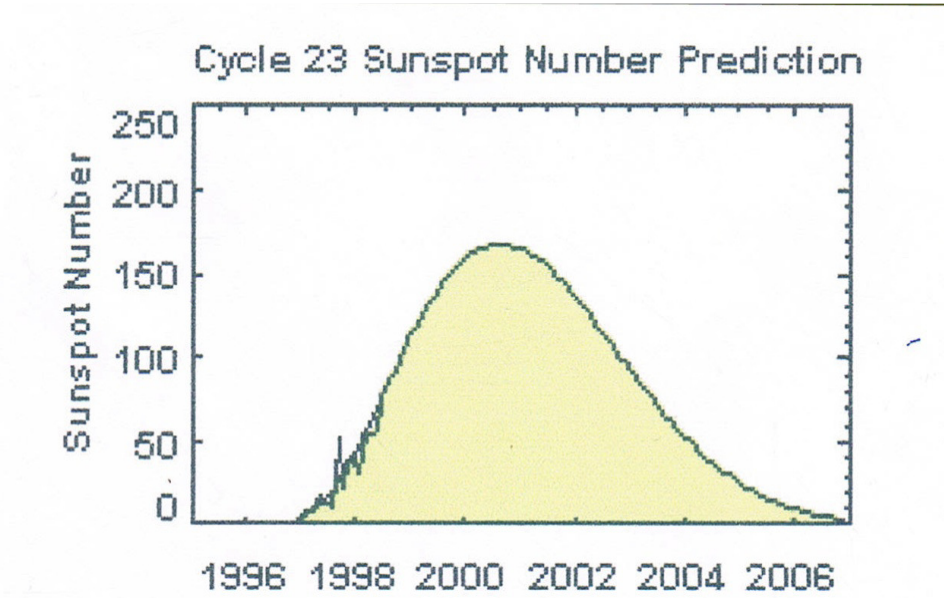
يعتبر العالم الإغريقي ثيوفراستوس (Theophrastus) أول من لاحظ البقع الشمسية واستطاع من ذلك استنتاج أن للشمس نشاط وأنها غير مستقرة حيث كان ذلك في عام (325) قبل الميلاد، وبعد أن تطور المنظار الفلكي عن طريق جاليلو في العام (1609) م تبين أن البقع الشمسية عبارة عن مناطق سوداء في المنتصف (الظل) محاطة بطبقة اقل سودا تسمى منطقة شبه الظل، وبعد ذلك وخلال (300) عام من الرصد المستمر للبقع الشمسية اتضح أن البقع الشمسية عبارة عن مناطق باردة مقارنه بما حولها من السطح الشمسي وهي عبارة عن مناطق ذات مجالات مغناطيسية عالية تعتبر منشأ للانفجارات الشمسية العنيفة كذلك اتضح أن العدد المتوسط للبقع الشمسية يقل ويزيد خلال (12-10) سنة وسميت بدورة إل (11) سنة للبقع الشمسية ففي خلال أحدى عشر سنة تخضع الشمس للعديد من النشاطات الشمسية حيث يزيد فيها عدد البقع الشمسية (Sun Spot) بكمية ملحوظة بالإضافة إلى العديد من الظواهر المصاحبة لها كالانفجارات الشمسية والمقذوفات الشمسية والتي جميعها لها تأثيرات مباشرة أو غير مباشرة على الأرض و تسمى هذه الفترة بفترة او قمة النشاط الشمسي (Solar Active Maximum). بعد ذلك تتبع فترة النشاط الشمسي بفترة زمنية أيضا (11) سنة يقل فيها عدد البقع الشمسية وكذلك الظواهر المصاحبة لها تسمى بفترة الهدوء الشمسي (Solar Maximum) حيث تشكل مجموعه هاتان الدورتان مايعرف بالدورة الشمسية (Solar cycle).



شكل(2-1)

يمثل عدد البقع الشمسيه المرصودة خلال 300 عام حيث يوضح لنا الشكل ان هناك زيادة ونقصان في عدد البقع الشمسية وذلك كل 11 سنة لكلا منهما مكونا 22 دورة شمسية.

تفيد الدراسات والنماذج الرياضية الموضوعة لدراسة النشاط الشمسي أن ذروة النشاط الشمسي للدورة الماضية وهي الدورة (23) كان في ابريل عام (2001).

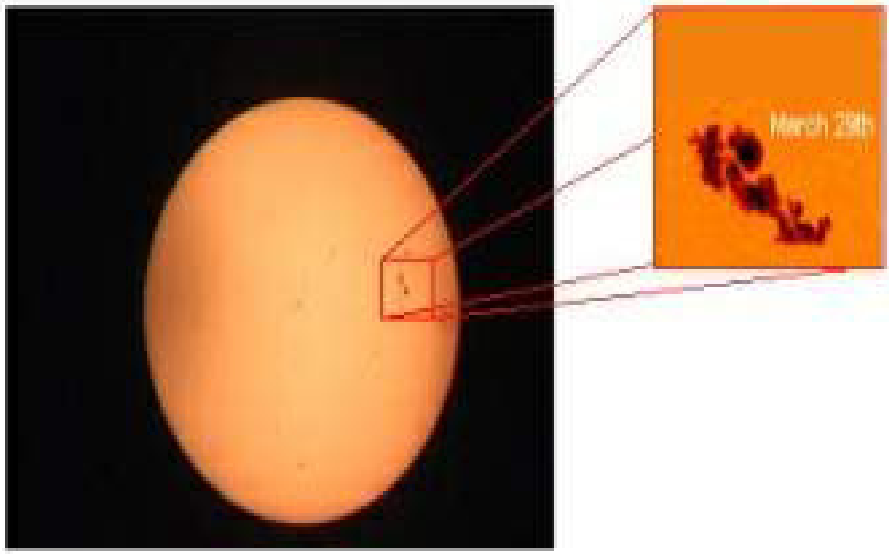


شكل (2-2)

الدورة الماضية (23) للبقع الشمسية توضح عدد البقع الشمسية المرصودة للفترة (1996-2006)

(2-3) مراحل تطور دورة النشاط الشمسي :

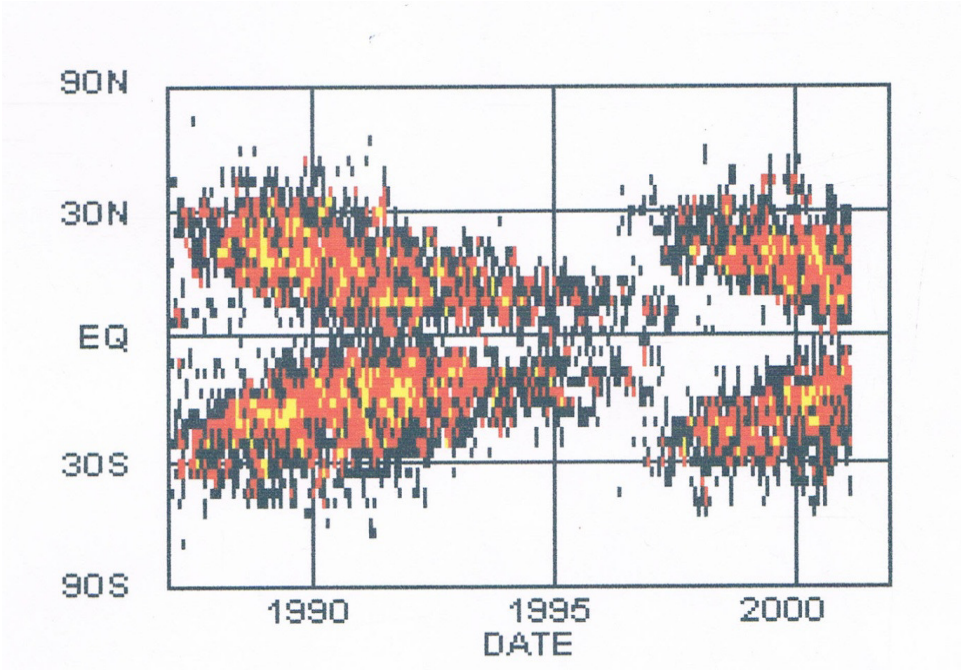
في السنوات الأولى من النشاط الشمسي نجد أن حجم البقع الشمسية يكون صغيرا ويكثر تواجدها في مناطق خطوط العرض العلوية والسفلية للشمس والتي غالبا ما تكون بين (30°-60°) عندما تتقدم سنين دورة النشاط الشمسي نحو القمة يزداد حجم البقع الشمسية في الكبر إلى عدة أضعاف عن فترات الهدوء الشمسي كما في شكل(2-3).



شكل(2-3)
صورة للشمس التقطت بتاريخ (29/3/2001) حيث تظهر البقع الشمسية للمنطقة AR3939 التي حجمها حوالي 13 مره بقدر حجم الأرض

وتتجه في الاقتراب من خط الاستواء الشمسي، وبعد ذلك ينتهي النشاط الشمسي وتتجه الدورة الشمسية إلى فترة الهدوء والتي يقل فيها عدد البقع الشمسية وتبدو قريبة من منطقة خط الاستواء الشمسي. حيث يوجد هناك تداخل بين بداية الدورة الجديدة والتي تتشكل فيها البقع في المناطق العليا وبين البقع من الدورة الشمسية القديمة.

يعتبر العالم ماندر(Mander) (1904) م أول من لاحظ هذا التوجه للبقع الشمسية عند رسم العلاقة البيانية بين عدد البقع الشمسية كدالة في خطوط العرض الشمسية مع الزمن خلال عدة دورات اتضح أن التوجه العام للدورة الشمسية هي عبارة عن شكل مخطط بياني عرف فيما بعد بشكل الفراشة (Butterfly Diagram). ولازالت أسباب هذا التوجه غير معروفة حيث لازالت الأبحاث الشمسية قائمة في هذا المجال لإعطاء التفسير المنطقي لهذه الظاهرة.



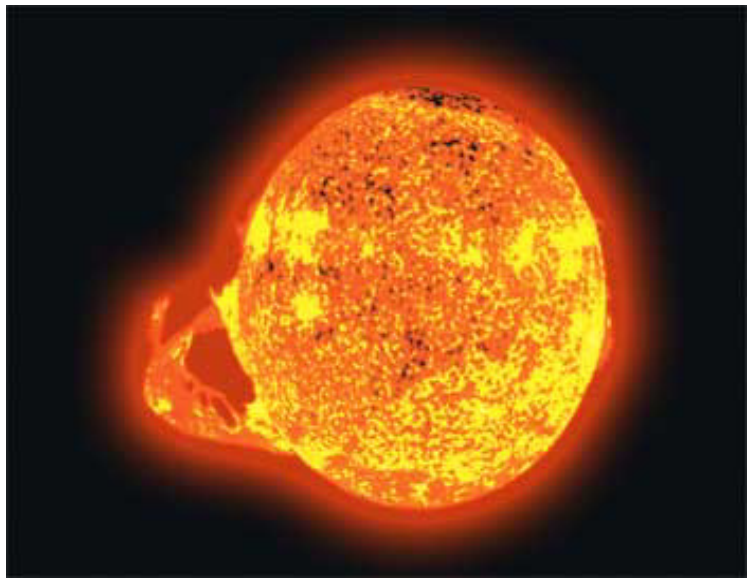
شكل (2-4)
الدورة الشمسية بشكل الفراشة

(2-4) الظواهر الشمسية الأخرى خلال النشاط الشمسي :

بالإضافة إلى ازدياد عدد البقع الشمسية على سطح الشمس فانه يوجد العديد من التغيرات والظواهر المصاحبة لها في فترة النشاط الشمسي، وفيما يلي نذكر بعض من هذه الظواهر.

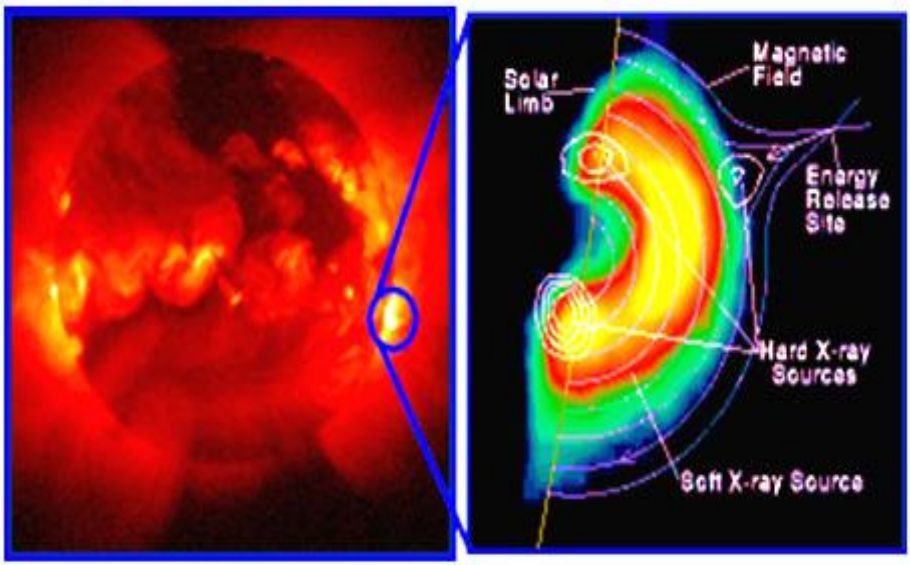
(2-4-1) التاججات الشمسية (Solar Flares) :

وتعرف أيضا بالانفجارات الشمسية شكل (2-5).



شكل(2-5)
صورة توضيحية لانفجار شمسي ممثلا بالسنة اللهب المنطلقة من الشمس.

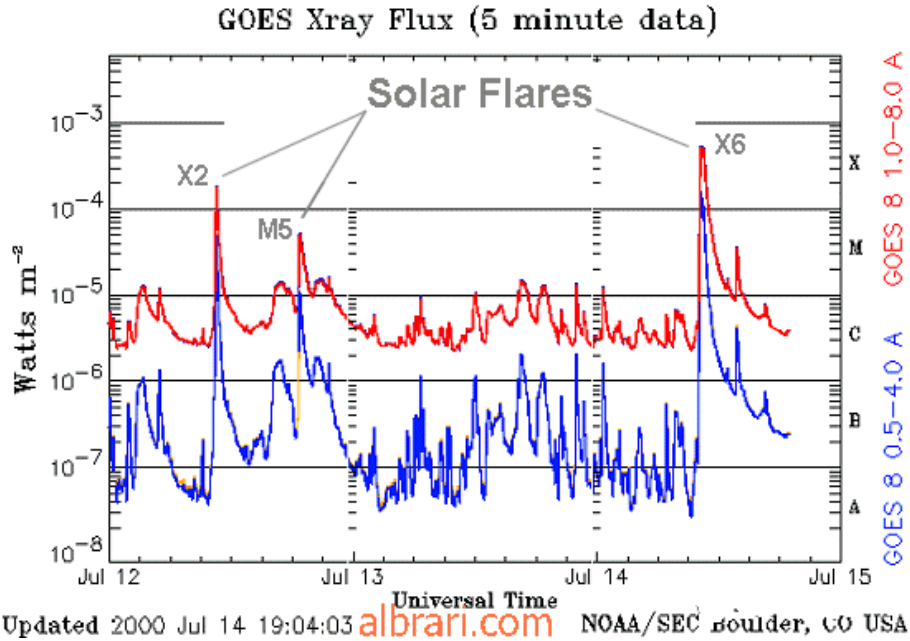
في خلال فترة النشاط الشمسي يزداد عدد الانفجارات الشمسية والتي تقع في المناطق القريبة من مناطق البقع الشمسية ونتيجة لهذه الانفجارات فان شدة الإشعاع السيني الشمسي (Solar X-Ray flux) تزداد بكمية مفاجئة وملحوظة وتستمر لفترة من الزمن شكل (2-6).



شكل (2-6)

صورة في نطاق الاشعة السينية للشمس توضح الانفجار الشمسي وتفاصيله

ومن المعروف لدى المهتمين في هذا المجال أن الانفجارات الشمسية غالبا ما يتم دراستها عن طريق صور الأشعة السينية الملتقطة للشمس شكل (2-7) تصاحب الانفجارات الشمسية أيضا زيادة في شدة الإشعاع الراديوي المنطلق من الشمس وذلك في ترددات مختلفة فيما يعرف باسم المستعرات الراديوية (Radio Burs).

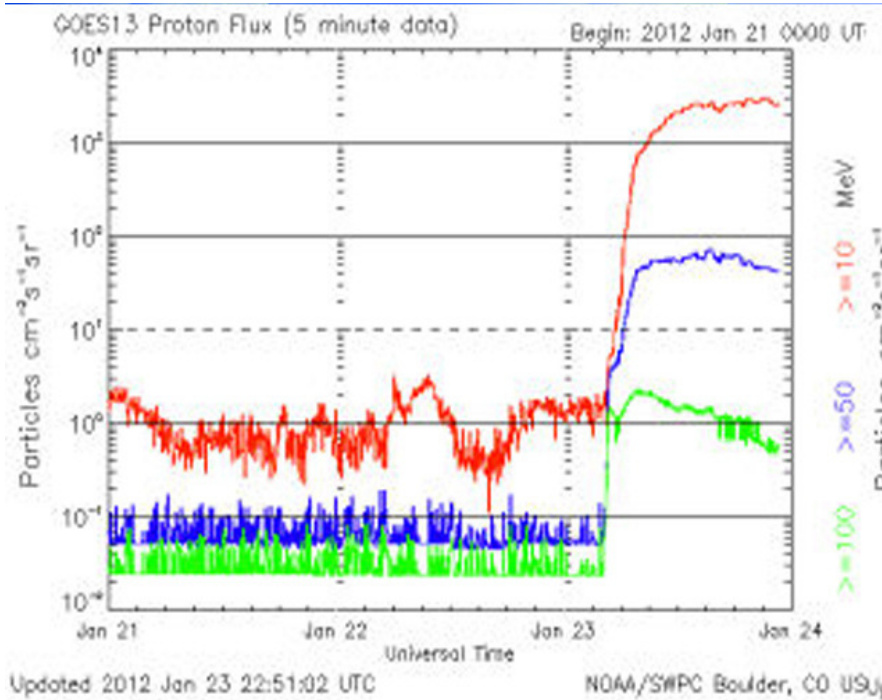


شكل (2-7)

توضيح لازدياد كثافة الأشعة السينية المنطلقة في أطوال موجية مختلفة لحظة حدوث الانفجار الشمسي في (14/7/2000) والتي رصدت عن طريق القمر الصناعي.GOES

(2-4-2) المقذوفات الكتلية من طبقة الكرونا الشمسية (Corona Mass Ejection):

في فترة النشاط الشمسي تقوم الطبقة الخارجية للشمس والتي تعرف باسم الكرونا الشمسية (Solar Corona) بقذف كميات كبيرة من الجسيمات والكتل المشحونة التي في غالبيتها تتكون من البروتونات بسرعات عالية إلى الفضاء الخارجي حيث كان يعتقد ولفترة قريبة أن المقذوفات من طبقة الكرونا ماهي إلا أحدى مقذوفات الانفجارات الشمسية ولكن الدراسات المستفيضة والمبنية على نتائج وبيانات الأقمار الصناعية أفادت بان بعض وليس كل الجسيمات المشحونة المنطلقة من الشمس هي من الانفجارات الشمسية وان البعض الأخر هو من طبقة الكرونا نفسها.كما في شكل (2-8).



شكل (2-8)

يوضح كثافة البروتونات المنطلقة من الشمس في طاقات مختلفة(عالية- متوسطة- منخفضة) تاريخ الانفجار في (23/6/2012) والتي رصدت عن طريق القمر الصناعي.

(3-4-2) الرياح الشمسية (Solar Winds) :

ينبثق من الشمس وبصفة مستمرة في كل ثانية حوالي مليون طن من الجسيمات المشحونة والتي تكون في غالبيتها مكونة من بروتونات تسير بسرعة حوالي (400km/sec) تسمى بالرياح الشمسية تقل كثافة الرياح الشمسية وفي نفس الوقت تزيد سرعتها كلما ابتعدت عن الشمس حيث تصل كثافتها إلى حوالي عشرة جزيئات لكل سنتيمتر مكعب عندما تصل إلى الأرض تحمل الرياح الشمسية معها في رحلتها من خارج الشمس جزء من المجالات المغناطيسية الشمسية (Frozen In Magnetic Field) والتي تعمل دوما على التأثير على المناطق بين الشمس والكواكب وكذلك على مجالاتها المغناطيسية.

في فترة النشاط الشمسي وبالذات عند حدوث انفجار شمسي نجد أن كثافة وسرعه الرياح الشمسية تزداد بنسبة عالية حيث تصل سرعتها إلى حوالي(800km/sec) ونتيجة لذلك فان المجال المغناطيسي البين كوكبي

(Interplanetary Magnetic Field) ستزيد شدته الأمر الذي يؤدي إلى أن تكون العديد من الموجات الصدمية (Shock Wave) مثل الموجة التي تحدثها في الهواء الطائرات التي تسير بسرعة أعلى من سرعه الصوت والتي تصل الأرض على هيئة عاصفة جيومغناطيسية (Geomagnrtic Storm) حيث تتسبب هذه العاصفة في بعض التأثيرات على الغلاف المغناطيسي الأرضي وعلى المنطقة المحيطة بالأرض.

(4-4-2) تناقص شدة الأشعةالكونية Cosmicryas Decreases:

الأشعة الكونية هي عبارة عن جسيمات مشحونة ذات طاقات عالية تتكون في غالبيتها من البروتونات تصل إلى الأرض وماحولها بالإضافة إلى انتشارها في جميع أرجاء الكون من مصادر كونية غير معروفة في فترة النشاط الشمسي وخصوصا في فترة الانفجارات الشمسية وتزايد شدة المجالات المغناطيسية التي لها القدرة على حرف وتغيير اتجاهات الجسيمات المشحونة فإننا نجد أن الاشعه الكونية ذات الطاقات المنخفضة منها تتأثر وتتناقص شدتها فيما يعرف بظاهرة "تناقص فوبش"(Fobush Decrease).

شكل (2-9)

تناقص شدة الأشعة الكونية بعد يومين(31/3/2001) من الانفجار الشمسي الذي حدث في (29/3/2001) من مرصد الأشعة الكونية في موسكو

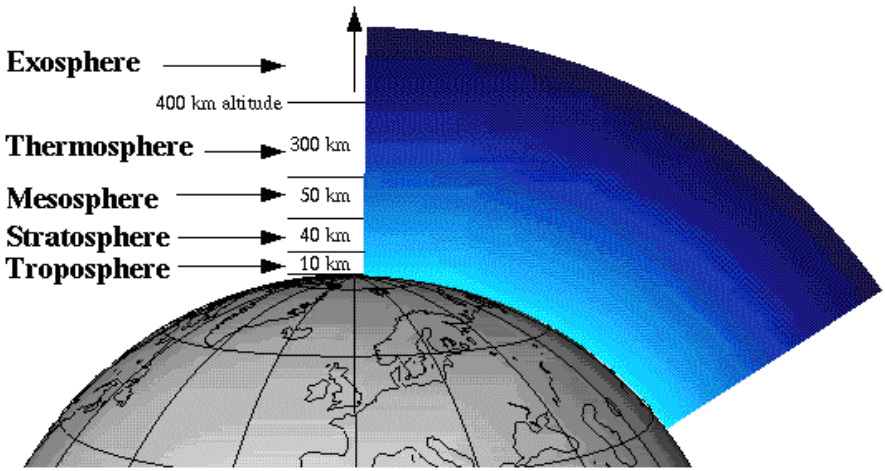
بالإضافة إلى ما سبق فهناك بعض الظواهر البسيطة التي تحدث خلال فترة النشاط الشمسي والتي من أهمها ما يعرف بظاهرة اختفاء السحب الداكنة (Disappearance of Filaments) وقد عملت الكثير من معاهد أبحاث الفضاء

والمعاهد الفلكية المتخصصة لدراسة الشمس وأولها وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) على وضع العديد من الأقمار الصناعية والمحطات الفضائية مثل القمر الصناعي (GOES) والقمر (ACE) وكذلك القمر الصناعي الياباني(SOHO) لغرض رصد الشمس والمنطقة التي بين الأرض والشمس ودراسة التأثيرات الشمسية عليها ومن ثم أعداد التقارير والصور اليومية المتعلقة بذلك بحيث يسهل للباحثين إمكانية الحصول على المعلومات المطلوبة في دراساتهم وأبحاثهم حيث يوجد هناك العديد من المواقع على شبكة الانترنيت مهتمة بهذا الخصوص.

(2-5) التغيرات الأرضية في فترة النشاط الشمسي :

يعتبر الإشعاع الشمسي والجسيمات المشحونة المنبعثة من الشمس ذات تأثير خطير ومميت لسكان الأرض لولا وجود الغلاف الجوي الأرضي والغلاف المغناطيسي الأرضي وهذا من فضل الله علينا.

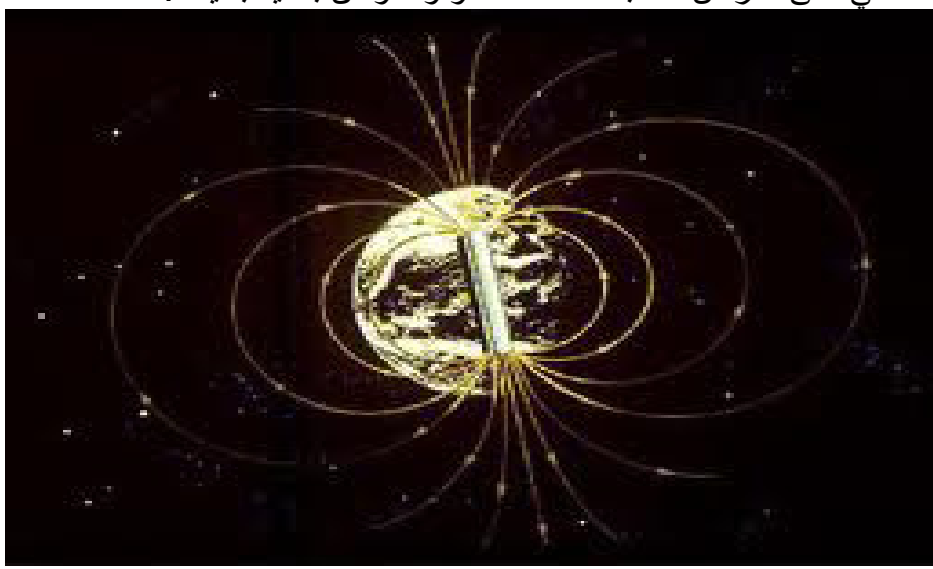
فالغلاف الجوي يعمل على منع الإشعاعات الشمسية الخطيرة كالأشعة السينية (X-Ray) والأشعة الفوق البنفسجية (Ultraviolet) من الوصول إلى الأرض وذلك عن طريق امتصاص هذه الأشعة بواسطة الجزيئات الموجودة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي شكل (2-10).



شكل(2-10)
صورة توضيحية للغلاف الجوي وطبقاته وارتفاعاتها النسبية.

أما الغلاف المغناطيسي الأرضي شكل (2-11) فهو خط الدفاع الأول للأرض والحامي بعد الله تعالى من الجسيمات المشحونة والتي تصل إلى الأرض كجزء من الرياح الشمسية والأشعة الكونية حيث يعمل المجال المغناطيسي الأرضي على تغيير

مسار هذه الجسيمات على الأرض ومع ذلك لايزال هناك بعض التأثيرات للنشاط الشمسي على الأرض حسب شدة النشاط وقوته ولكن بكمية بسيطة.



شكل(2-11)
صورة توضيحية للغلاف المغناطيسي الأرضي وطريقة التفافه حول الأرض بشكل منتظم في حالة إهمال التأثيرات الشمسية.

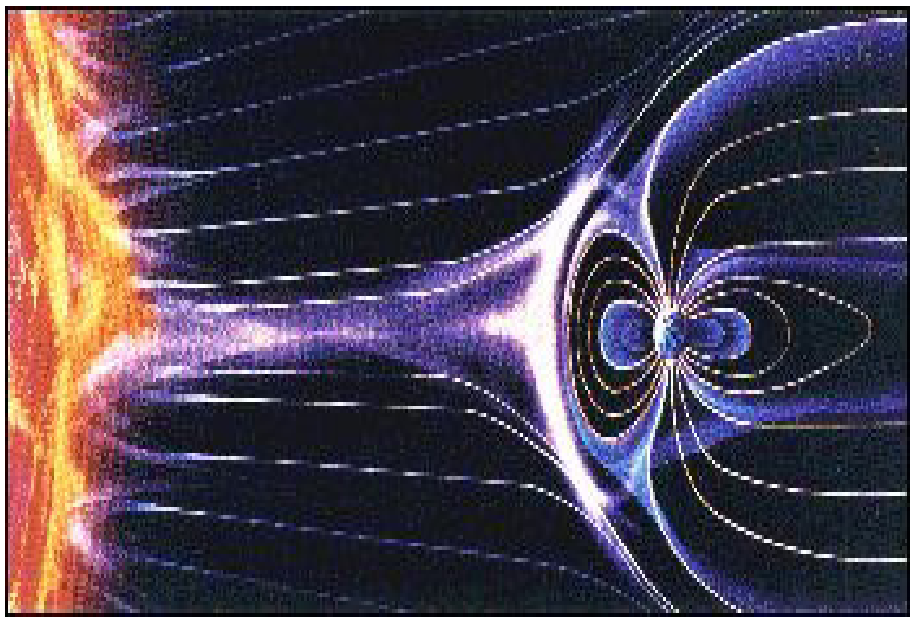
(2-5-1) التأثير على خطوط الطاقة الأرضية : (Geomagenatially):

عندما تصدم الرياح الشمسية الناتجة من الانفجار الشمسي وكذلك العاصفة الجيومغناطيسية (Geomagnetic Storm) بالأرض فان المجال المغناطيسي للأرض سيتغير بعض الشيء خلال هذا الاصطدام ونتيجة لذلك فأن التيارات الكهربائية المتولدة في طبقات الغلاف الجوي العليا(يحدث ذلك في الغالب في المناطق ذات خطوط العرض العالية كبعض الدول الاسكندنافية) تنتج مجالا مغناطيسيا يتحد مع المجال المغناطيسي الأرضي الموجود في باطن الأرض مسببا بعض التغيير في شدته وبالتالي تكون نتيجة التغير هذه في المجال المغناطيسي الأرضي لها خاصية توليد تيار كهربائي في أي موصل موجود تحت الأرض والذي بدورة ينتج تيار كهربائي بمعدل(10v) لكل ميل وهو ما يعادل (10000v) في (1000) ميل.

في عام (1975) م وصل فرق الجهد إلى حوالي (3000v) في خطوط الكهرباء الموصلة بين ايرلندا و نيوفاوندلاند كما حدث وان انقطعت خطوط الكهرباء في عام (1989) م عن مقاطعه كيبك الكندية بسبب العاصفة الجيومغناطيسية الناتجة من الانفجار الشمسي.

(2-5-2) ظاهرة الشفق القطبي (Aurora):

تعتبر ظاهرة الشفق القطبي من الظواهر المرصودة في مناطق خطوط العرض العليا ومن أجملها حيث ينتج الشفق القطبي نتيجة تحرك الجسيمات المشحونة الصادرة من التاججات الشمسية في المجالات المغناطيسية الموجودة حول الأرض حيث تتجمع هذه الجسيمات عند قطبي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي و يحدث تفريغ كهربائي هائل يظهر اثره على شكل سحب من الشرار الكهربائي ذو ألوان مختلفة وجميلة.



شكل(2-12)

تحرك الجسيمات المشحونة الصادرة من التاججات الشمسية في المجالات المغناطيسية الموجودة حول الأرض.

(2-5-3) التأثير على الاتصالات (Communications) :

ان العديد من أنظمة الاتصالات تستخدم طبقة الايونوسفير أو كما تعرف في بعض المراجع بالثرموسفير (أحدى طبقات الغلاف الجوي الأرضي) شكل (2-10) لعكس الإشارات الراديوية لمسافات طويلة وحيث أن طبقة الايونوسفير تتأثر بالعاصفة الجيومغناطيسية فان ذلك سيكون له تأثير على بعض موجات الإرسال وخصوصا ذات الموجات الطويلة منها كبعض موجات أنظمة الاتصالات العسكرية

كأنظمة الإنذار المبكر، كذلك هنالك بعض الترددات المستخدمة في أنظمة الملاحة البحرية والجوية تتأثر أيضا بالنشاط الشمسي وبالرغم من ذلك فأن بعض الترددات لا تتأثر بالنشاط الشمسي كترددات قنوات التلفزيون والإذاعات التجارية.

(2-5-4) **التأثير على الأقمار الصناعية** (Satellites):

هناك بعض التأثيرات القليلة على الأقمار الصناعية نتيجة النشاط الشمسي فالأقمار الصناعية التي توجد على ارتفاعات منخفضة تتأثر بعض الشيء بالنشاط الشمسي ففي هذه الفترة تزداد كمية الأشعة الفوق بنفسجية الصادرة من الشمس والتي بدورها تعمل على تسخين الغلاف الجوي بحيث تجعله يتمدد حيث يعمل هذا التمدد على تغير مدار القمر الصناعي الموجود على ارتفاع منخفض الأمر الذي يجعل القمر يسقط بعض الشيء عن مدارة حيث يوجد في بعض من هذه الأقمار الوقود الكافي لإرجاعها إلى وضعها الصحيح ولكن بعض الأقمار يهبط عن مدارة ولربما سقط على سطح الأرض كما حدث في القمر الصناعي (Sky Lab)، أما الأقمار الصناعية التي توجد في ارتفاعات عالية فهي لاتتاثر بالتسخين الحراري للغلاف الجوي كما في حالة الأقمار الصناعية التي تكون على ارتفاع منخفض بل تتأثر بالرياح الشمسية وجسيماتها المشحونة وخصوصا في فترة النشاط الشمسي حيث تعمل الرياح الشمسية المنطلقة من الشمس بسرعات عالية على ضغط الغلاف المغناطيسي الأرضي من (10) مرات في الفترات العادية إلى (4) مرات ونصف قطر الأرض في فترة النشاط الشمسي وفي هذه الحالة سيكون القمر الصناعي أكثر عرضة من ذي قبل لتأثير الرياح الشمسية وجسيماتها التي ممكن أن تتسبب في بعض الأعطال في الاجهزة الالكترونية الخاصة بالقمر الصناعي.

(2-5-5) **التأثيرات البشرية** (Biological Effects) :

لا يوجد هناك تأثيرات مباشرة على سكان الأرض ولا على سكان المناطق ذات خطوط العرض العليا ولكن يعتقد الكثير من العلماء بوجود خطر على ركاب الطائرات التي تطير على ارتفاعات عالية في هذه المناطق وذلك بسبب ازدياد كمية البروتونات الشمسية وضعف المجال المغناطيسي بالقرب من القطبين الشمالي والجنوبي ولذلك فهم يحرصون على نصح الحوامل على عدم السفر في هذه المناطق خلال فترة النشاط الشمسي. كما إن هناك تحذيرات تعطى لرواد الفضاء خلال فترة النشاط الشمسي من التعرض للبروتونات الشمسية الخطيرة جدا واتخاذ وسائل الحذر من ذلك.

هنالك بعض الدراسات الغير مثبتة تماما بوجود بعض التأثيرات الحيوية على الإنسان ففي هنغاريا على سبيل المثال إفادت دراسة بوجود علاقة بين النشاط الشمسي وزيادة في عدد حوادث السيارات والمصانع كما أدت دراسة أخرى وجود

علاقة بين النشاط الشمسي وزيادة نسبة الوفيات لمرضى القلب الذين هم على وشك الوفاة.

أما فيما يتعلق بالحيوانات فقد أوضحت بعض الدراسات أن بعض الحيوانات تستخدم المجال المغناطيسي الأرضي في الملاحة حيث أنها تستطيع أن تهاجر ألاف الكيلومترات من دون أن تضيع وفي دراسة لبعض الأنسجة في الرقبة والرأس للحمام وجد أنها تحتوي على كمية وفيرة من الحديد بخصائص مغناطيسية الأمر الذي قاد إلى أن الحيوانات التي تستخدم نظام الملاحة المغناطيسي سوف يحصل عندها بعض الضياع (Disorientation) عندما تؤثر العاصفة الجيومغناطيسية على الغلاف المغناطيسي الأرضي.

لقد عكف العلماء والباحثين في مجال دراسة الشمس والنشاط الشمسي على وضع النماذج الرياضية بناء على المعلومات المأخوذة من الأقمار الصناعية لحساب العدد المتوقع للبقع الشمسية للسنوات القادمة وذلك لمعرفة مدى التأثير الذي يحدثه النشاط الشمسي على الأرض أو على رواد الفضاء او على بعض الأقمار الصناعية ومن ثم توخي الحذر واتخاذ ماهو ضروري، وبالرغم من ذلك فان هناك الكثير والكثير من الأمور التي عجز عنها العلماء عن التوصل لتفسير لها كظاهرة الانفجار الشمسي وما يتعلق بها من احداث لندرك مدى عظمة وقدرة الخالق عز وجل مرة أخرى في تدبير هذا الكون.

الفصل الثالث

الطاقة الشمسية الإشعاعيةالحرارية

(التشميس)

(3-1)مقدمة
(3-2) اهمية الطاقة الشمسية الاشعاعية الحرارية
(3-3) تولد الطاقة الشمسية
(3-4) طيف الاشعة الشمسية وطبيعتها
(3-5) أقسام طيف الاشعة الشمسية الكهرومغناطيسية
(3-6) مدى الاشعة الشمسية المرئية البيضاء والملونة
(3-7) الشمس الملونة والسماء الزرقاء
(3-8) الوحدات المستخدمة في قياس الطاقة الحرارية والاشعاعية
(3-9) تشكل الطاقة الحرارية وطرق انتقالها
(3-10) عمليات الاشعاع ونقل الطاقة الحرارية
(3-11) الاشعاع
(3-12) الاستشعاع وامتصاص الطاقة الاشعاعية
(3-13) الطاقة وتحولاتها
(3-14) قوانين الاشعاع
(3-15) الاجسام انتقائية الامتصاص
(3-16) ميزات الطاقة الاشعاعية الشمسية والارضية
(3-17) تأثير الغلاف الجوي كجسم إنتقائي الامتصاص
(3-18) الاشعة الشمسية المتوازية
(3-19) التشميس الواصل الى الارض

الفصل الثالث

(3-1) مقدمة:

لا يخفى على احد ما للطاقة الشمسية الإشعاعية من أهمية عظيمة مباشرة وغير مباشرة في مختلف العمليات الحيوية والفيزياوية المولدة لكافة أنواع الحياة على سطح الأرض والعمليات التي تحافظ على استمرارها ولولاها لتجمد سطح الأرض وانعدمت الحياة عليها وأصبح كوكبا باردا ميتا. ولاشك في إن من أهم العمليات تلك التي تحول هذه الطاقات إلى منتجات بيولوجية مفيدة متمثلة في المحاصيل الغذائية والوقود فسلاسل الغذاء مهما كانت طويلة ومعقدة تعود في جذورها إلى امتصاص خلايا النبات الخضراء الطاقة الشمسية الإشعاعية واستخدامها في بناء أنسجتها خلال عملية التمثيل الضوئي وما الوقود الاحفوري من فحم وكبريت وحطب إلى طاقة شمسية إشعاعية مخزونة تتحرر خلال عمليات الاحتراق.

أما من وجهة النظر المناخية فالطاقة الشمسية الإشعاعية هي المولد الرئيسي لعناصر الطقس والمناخ كافة فلولاها ما تسخن سطح الأرض ولا الهواء ولتوقف تدفق الهواء وتبخر المياه وهطول الأمطار وتوقف جريان المياه في الأنهار. إنها القوة المحركة لنظام دورة الغلاف الجوي ومياه البحار والمحيطات وبالتالي فإنها المحرك لعمليات نقل بخار الماء والطاقة الحرارية وتبادلها بين المناطق والأقاليم على سطح الأرض. لذلك فأنها بما يعتريها من تحولات وتباينات مكانية وزمنية تعمل بشكل مباشر على تكوين حالات الطقس والمناخ المتنوعة على سطح الأرض.

(3-2) أهمية الطاقة الشمسية الإشعاعية الحرارية :

تعد الشمس بحق المصدر الوحيد للطاقة الحرارية الواصلة إلى سطح الأرض ولا شك في أن النجوم والقمر والكواكب الأخرى تطلق طاقة حرارية إشعاعية وكذلك تفعل الأرض إذ تنطلق طاقة حرارية من باطنها تعرف بالحرارة الأرضية (geothermal) ولكن أشكال هذه الطاقة جميعها ضئيلة جدا ومهملة تماما إذا ماوازناها بما يصل سطح الأرض من طاقة شمسية إشعاعية ويعود ذلك أولا إلى البعد الشاسع الفاصل بين الأرض والنجوم الأخرى التي نراها تسطع في السماء إذا يقع اقرب نجم إلى الأرض بعد الشمس ذلك المعروف بمجموعه الفاسينتوري alpha (centori) المكونة من ثلاثة نجوم تدور حول بعضها البعض على بعد يناهز (3.4) سنة ضوئية منها أي ما يعادل ($40.7*10^{12}$km) وهذا مايزيد عن ($260*10^{3}$)ضعف المسافة بين الأرض والشمس ويقل التدفق الحراري الأرضي عن (10^{-5})من الطاقة

الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض ويقل ما يشعه القمر عندما يكون بدرا كثيرا عن ذلك.

(3-3) تولد الطاقة الشمسية :

تشبه الشمس بفرن ذري عظيم تتحول في نواتها ذرات الهيدروجين ($_1^1H$) بواسطة الاندماج الذري إلى ذرات هيليوم (He^4_2) ويطلق طاقة حرارية هائلة (E) ونيوترونات (^1_0n) وبوزترونات(e^+) وغيرها من الجسيمات الناتجة عن تفكك ذرات الهيدروجين واندماجها.

يبدء الاندماج الذري باندماج نويات ($_1^1H$) منتجة نظائر الهيدروجين ديوتيريوم($_1^2H$) وتريتوريوم($_1^3H$) وتحولها إلى ذرات هيليوم كما في المعادلات التالية:

$$^1_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^2_1H + e(1) \qquad \text{———}$$

$$^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_1H + {}^1_1H \quad (2) \qquad \text{———}$$

$$^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2H + {}^1_0n + E(3) \qquad \text{———}$$

$$^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2H + {}^1_0n + E(4) \qquad \text{———}$$

وتتوالى الاندماجات الذرية متزامنة مع بعضها البعض وتستمر، باستمرارها يستمر تدفق الطاقة الشمسية الحرارية الهائلة. ويتم إنتاج الطاقة وفقاً للنظرية النسبية لاينشتاين :

$$E = mc^2 \text{ (erg)}$$

حيث أن:
E = الطاقة الحرارية المتدفقة (erg)، m = كتلة الذرات المندمجة، C = سرعة الضوء وتعادل ($3*10^{10}$ cm/sec).
واستنادا إلى تقديرات العالم جامو (Gamo) فان حوالي ($800*10^6$ tan) من الهيدروجين تتحول في نواة الشمس الى طاقة حرارية في الثانية الواحدة.

(4-3) طيف الاشعة الشمسية وطبيعتها :

تشع الشمس طاقتها الإشعاعية على شكل طيف واسع من أمواج مشحونة كهربائيا ومغناطيسيا تعرف بالأمواج الإشعاعية الكهرومغناطيسية (Electromognatic Radiation Waves) ذات أطوال وترددات متعددة تنطلق بسرعة كبيرة قاطعه مسافة واحدة خلال وحدة زمن (1sec) تعادل ($3*10^5$ km) وهذا ما يعادل سرعه الضوء في الثانية الواحدة. ولا تتأثر سرعه انتشارها بوجود الغلاف الجوي للأرض لأنه بالنسبة لها رقيق جدا إلى حد يمكن اعتبارها وكأنها تنتشر في فضاء مفرغ من الهواء وعادة ما تصنف الموجات الإشعاعية الكهرومغناطيسية بطول أمواجها وترددها خلال مسافة زمنية محددة ($3*10^5$ km/sec).
يقصد بطول الموجة المسافة الفاصلة بين قمتين أو قعرين في موجة إشعاعية واحدة وتستخدم الوحدات المترية وأجزائها في قياس الطول الموجي فتقاس الطويلة منها بوحدة المتر (m) بينما تقاس القصيرة منها بوحدة المايكرومتر (um) ويساوي (10^{-6}m) او النانومتر (nm) ويساوي (10^{-9}m) أو الانكستروم (A) ويساوي 10^{-10}m).
ويعني تردد الأمواج الإشعاعية الكهرومغناطيسية عدد هذه الأمواج التي تعبر حدا معينا خلال وحدة الزمن (ثانية واحدة) ويمكن التعبير عن هذه المسافة بالمسافة الزمنية ولان هذه الأمواج تنطلق بسرعة واحدة هي سرعه الضوء قاطع مسافة ($3*10^5$km/sec) فيعبر عن هذه المسافة الزمنية (بالثانية الضوئية) وهي اصغر وحدة فيما يعرف بوحدات المسافة الضوئية إذا فالثانية الضوئية ومضاعفاتها (دقيقة، ساعة، يوم، سنة ضوئية) ليست وحدات لقياس الزمن بل هي وحدات لقياس المسافات تستخدم في قياسات المسافات الشاسعة في الفضاء بين الأجرام السماوية كما هو الحال في استخدام الوحدة الفلكية المذكورة سابقا.
تظهر الأمواج الطويلة خلال المسافة الزمنية (ثانية ضوئية) التي تقطعها اقل ترددا من الأمواج القصيرة وهكذا فكلما كبرت أطوال الأمواج قل ترددها وكلما قصرت ازداد ترددها، إذن توجد علاقة عكسية بين أطوال الأمواج وترددها ويمكن حساب تردد الأمواج الإشعاعية الكهرومغناطيسية بالعلاقة التالية :

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

f = ترددالأمواج الشعاعية (wave/sec).

c = المسافة التي تقطعها الأمواج الإشعاعية للكهرومغناطيسية وتساوي ($3*10^5$km/sec).

λ= حرف إغريقي (لامبدا Lambda) يمثل طول الموجة الإشعاعية الكهرومغناطيسية وتقاس كل من C و λ بنفس الوحدات المترية وأجزائها.

ويبين الجدول (3-1) أطوال أمواج الطيف الأشعة الكهرومغناطيسية وترددها وحزمها المختلفة.

ت	حزم أمواج الأشعة الشمسية الكهرومغناطيسية	طول الأمواج (λ) (nm)	تردد الأمواج (F) (Hz)
1	الأشعة السينية X	10^{-2} –10^{-4}	3×10^{19} –3×10^{21}
2	أشعة سينية قاسية HX	0.1 –10^{-2}	3×10^{18}- 3×10^{19}
3	الأشعة فوق البنفسجية UV	1 – 0.1	10^{17} –3×10^{18}
4	أشعة فوق بنفسجية EUV	200 – 1	1.5×10^{15} –10^{17}
5	أشعة فوق بنفسجية بعيدة FUV	300 – 200	10^{15}- 1.5×10^{15}
6	أشعة فوق بنفسجية قريبة NUV	320 – 300	9.4×10^{14}- 10^{15}
7	أشعة سوداء	380 – 320	7.89×10^{14}–9.4×10^{14}
8	أشعة بنفسجية	420 – 380	7.14×10^{14} –7.89×10^{14}
9	أشعة زرقاء	490 – 420	6.12×10^{14}– 7.14×10^{14}
10	أشعة خضراء	540 – 490	5.56×10^{14} - 6.12×10^{14}
11	أشعة برتقالية	590 – 540	5.08×10^{14}–5.56×10^{14}
12	أشعة حمراء	650 – 590	4.62×10^{14}–5.08×10^{14}
13	الأشعة تحت الحمراء IR	760 – 650	3.95×10^{14} – 4.62×10^{14}
14	أمواج الرادار	$^{7}10$ - $^{5}10$	3×10^{8} –3 $\times10^{11}$
15	أمواج التلفزيون	$^{9}10$ - $^{6}10$	3×10^{7} –3×10^{8}
16	أمواج الراديو	$^{10}10$ - $^{8}10$	10^{5} –3×10^{7}

جدول (3-1)

يمثل أطوال حزم الاشعة الكهرومغناطيسية الصادرة من الشمس(λ) مقاسة بوحدات النانومتر (nm) وترددها(□) مقاس بوحدات الهرتز (Hz)

تتباين قدرة الطاقة التي تحملها الأشعة الكهرومغناطيسية فالأمواج القصيرة تحمل طاقة اكبر من الأمواج الطويلة، لقد تبين إن انتقال الطاقة عبر الأمواج الأشعة الكهرومغناطيسية يجري على شكل سيل من كميات صغيرة أو حزم صغيرة من الطاقة متراصة وراء بعضها البعض تعرف" بالفوتات" (photons) لها صفات الذرات وفي الوقت نفسه ليس لها كتلة ولها صفات الأمواج ذات عزم حركي لكنها لاتحمل شحنات كهربائية، إذن ففوتونات الإشعاعية الكهرومغناطيسية القصيرة التي تقل أطوالها عن (320nm)، تحمل طاقة كبيرة اكبر مما تحمله فوتونات الأمواج الطويلة تمكنها من الفتك بالخلايا الحية الحيوانية والنباتية ولحسن حظها فأن ما تشعه الشمس من هذه الأشعة يقل عن (7%) من مجموع الطاقة التي تشعها ولا يصل سطح الأرض سوى النذر اليسير جدا منها على شكل أشعة فوق البنفسجية.

(3-5) اقسام طيف الاشعه الشمسية الكهرومغناطيسية :

تقسم الدراسات طيف الأشعة الشمسية الكهرومغناطيسية إلى عدة أقسام تعرف بالمديات(Regins) كما هو مبين في الجدول (3-1) إلى الأقسام التالية:

1- **مدى الأشعة الكونية (Gama-rays):** وغيرها من الأشعة التي تقل أطوال أمواجها عن) ، (01nm).
2- **مدى الأشعة السينية (x-rays):** وتتراوح أطوال أمواجه بين، (01nm – 1) ويضم الأشعة السينية القاسية (Hard x-ray) (Hx) والأشعة السينية اللينة (soft x-ray)(Sx) .
3- **مدى الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet) (UV):** وتتراوح أطوال امواجه بين (nm 320-1)، ويقسم إلى ثلاثة أجزاء تسمى وفق لموقعها من طيف الأشعة المرئية البيضاء التي يليها وهي الأشعة فوق البنفسجية المتطرفة (ExtremUltra Violet) (Euv)والأشعة فوق البنفسجية البعيدة (Far UltraViolet) (Fuv) والاشعة فوق البنفسجية القريبة (Near Ultra Violet) (Nuv) ويكون هذا المدى مع مدى الأشعة السينية ومدى أشعة جاما حوالي (7%) من مجموع الطاقة الشمسية الإشعاعية وهي أشعة ضارة وفتاكة.
4- **مدى الأشعة المرئية البيضاء (White Visible Ray):** وتتراوح أطوال أمواجه بين (760-320nm). ويتكون من مزيج من الأشعة البنفسجية

والزرقـاء والخضـراء والصـفراء والبرتقاليـة والحمـراء الجـدول(3-1)، ويضاف إليها ما يعرف بالأشعة السوداء لعدم استطاعة العين رؤيتها.
وتشكل الأشعة المرئية البيضاء حوالي (44%) الطاقة الشمسية الإشعاعية وهي أشعة ذات طاقة حرارية وضوئية كبيرة تلعب دوراً رئيسياً في تسخن سطح الأرض وفي مجريات الطقس والمناخ السائد عليه.

5- **مدى الأشعة تحت الحمراء (Infra Red Ray):** وتتراوح أطوال أمواجه بين(760×10^{-6}nm)، وينقسم إلى جزئين وفقاً لموقعها من طيف الأشعة المرئية البيضاء السابقة له هما : الأشعة تحت الحمراء القريبة ("NIR" Near Infra Red) وتشكل (37%) من مجموع الطاقة الشمسية، والأشعة تحت الحمراء البعيدة ("FIR" Far Infra Red) وتشكل حوالي (11%) من مجموع الطاقة الشمسية، لا تتمكن العين من رؤية الأشعة تحت الحمراء، ولكن يمكننا أن نشعر بحرارتها.

6- **مدى الأشعة الصغيرة ("MWR" Micro Waves Ray):** وتتراوح أطوالها بين (510nm –710) وتشكل أقل من (1%) من مجموع الطاقة الشمسية.

7- مدى أمواج الرادار (Radar Waves) :وتتراوح أطواله بين(10^{6}-10^{9}nm).

8- مدى أمواج التلفزيون (TV Waves) : وتتراوح أطواله بين- (10^{8} -10^{10}nm).

9- مدى أمواج الراديو (Radio Waves): وتتراوح أطواله بين- (10^{10} -10^{12}nm).

(3-6) مدى الأشعة الشمسية المرئية البيضاء والألوان :

يتبين لنا أن الأشعة الشمسية المرئية البيضاء متكونة من مزيج من الأشعة الملونة حين تعبر خلال موشور زجاجي فتخرج منه متفرقة ومتكسرة ويزداد انكسارها عكسا مع طول أمواج كل منها فتظهر معكوسة الترتيب الأشعة البنفسجية في الأسفل لأنها اشد انكسارا تليها الزرقاء ثم الخضراء ثم الصفراء والبرتقالية وتظهر الأشعة الحمراء في الأعلى على إنها اقل انكسارا، ويحدث ذلك أيضا في ظاهرة قوس قزح وعادة يتشكل قوس قزح عندما تهطل الأمطار في جزء من السماء وتكون ساطعة في الجزء الأخير منها وأحيانا يحدث خلال قطيرات الماء المتناثرة فوق مساقط المياه وفوق نوافير المياه أرضا فتقوم قطيرات الإمطار والقطيرات المتناثرة بدور الموشور الزجاجي، فعندما تدخل الأشعة الشمسية البيضاء قطيرات الماء تقل سرعتها وتنكسر وتنفلق إلى أطياف أشعة ألوانها الأساسية وعندما تصدم

هذه الأشعة بمؤخرة القطيرات ترد خارجة منها منكسرة ومتفرقة أيضا مشكلة قوسا بديعا من الألوان البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والبرتقالية والحمراء.

تتمكن العين من رؤية الأشعة الشمسية البيضاء وأطياف أشعتها الملونة لان هذه الأمواج الكهرومغناطيسية تثير نهايات الأعصاب البشرية المنتشرة على شبكية العين على شكل عصيات أو أقماع بصرية، فتقوم بإرسال أشارات للدماغ تمكنا من إدراك الألوان ورؤيتها تمكن العصيات العين من التفريق بين الضوء والظلام ومشاهدة اللونين الأبيض والأسود فقط لأنها لاتستطيع التميز بين أشعة الألوان المختلفة بينما تستطيع الأقمار استشعار الأشعة الملونة التي تنحصر أطوال أمواجها بين(nm 670 – 380) والتميز بينهما فتمكن العين من رؤية الألوان جميعها ولا تستطيع الأشعة التي تقل أطوالها أمواجها عن(nm 380) أو تزيد عن(nm670) اثارة نهايات الأعصاب البصرية لذلك لاتراها العين.

في الحقيقة إن ألوان الأشياء التي تراها العين ليست إلا أشعة كهرومغناطيسية مختلفة أطوال الأمواج منعكسة على سطح هذه الأشياء فمثلا عندما تسقط أشعة الشمس الضوئية على سطح اخضر اللون يمتص هذا السطح أشعة الألوان كلها عدا أشعة اللون الأخضر التي يعكسها فتراها العين وهكذا بالنسبة لكل الأشياء الملونة فسطوحها تمتص طيف الأشعة المرئية الواصل إليها كلها وتعكس الأشعة الموافقة للونها فقط.

(7-3) الشمس المتلونة والسماء الزرقاء :

يعود اللون الأبيض اللامع للشمس في وسط النهار إلى شدة إشعاعها في هذا الوقت وسقوط أشعة ضوئها المرئية جميعها على الأقماع البصرية للعين بشدة متساوية تقريبا فلا تستطيع التمييز بينها ونستشعرها كأنها أشعة واحدة بيضاء. بينما عند شروق الشمس أو غروبها تخترق الأشعة الشمسية الغلاف الجوي بزاوية ضعيفة حوالي (4) درجات قاطعه حيزا كبيرا منه أكثر سماكة من الحيز الذي تقطعه وقت الظهر بحوالي (12) ضعف فخلال هذه السماكة الكبيرة تتبعثر الأشعة القصيرة (البنفسجية والزرقاء والخضراء) بواسطة جزيئات الهواء الدقيقة الأصغر منها حجما بشكل انتقائي في كل الاتجاهات خلال الغلاف الجوي بينما تتمكن الأشعة الصفراء والبرتقالية والحمراء من الدخول إلى عين الناظر مظهرة الشمس بلون اصفر-برتقالي زاهي وفي حال وجود جسيمات وذرات غبار معلقة في الهواء تزيد أقطارها قليلا عن طول أقطار جزيئات الهواء تتبعثر الأشعة الصفراء وتظل الأشعة البرتقالية والحمراء مظهرة الشمس بلون برتقالي احمر وإذا تواجدت الجسيمات بكميات كبيرة تتبعثر أشعه ضوء الشمس كلها عدا الأشعة الحمراء فتظهر الشمس بلون احمر وذلك ما يحدث عند انفجار البراكين التي تملأ السماء بجسيمات دقيقة أو فوق المحيطات

حيث يكون الهواء مترعا بذرات بلورات الملح الدقيقة وذرات بخار الماء وأحيانا إذا كانت إحجام الجسيمات متجانسة تعمل على بعثرة الأشعة الشمسية الضوئية بشكل انتقائي مظهرة الشمس بعدة ألوان حتى في منتصف النهار تبدو الشمس برتقالية أو خضراء أو حتى زرقاء.

ومن الملاحظ انه خلال عمليات التبعثر المذكور في مختلف أشكاله حتى في منتصف النهار، تعمل جزيئات الهواء دائما إلى بعثرة الأشعة الشمسية الضوئية القصيرة جدا البنفسجية والزرقاء والخضراء انتقائيا في كافة الاتجاهات في الغلاف الغازي، بالإضافة إلى ذلك فان المخاريط البصرية في العين شديدة الحساسية لهذه الأشعة ما يجعل السماء تبدو لنا زرقاء في الاتجاهات كلها وفي الأحوال جميعها من حساب شدة الطاقة الإشعاعية ومقدارها كميا.

(3-8) الوحدات المستخدمة في قياس الطاقة الحرارية الإشعاعية :

تستخدم وحدات القوة (power) في قياس الطاقة الإشعاعية وتعرف القوة على أنها كمية الطاقة المنقولة خلال وحدة الزمن لذلك توجد عدة وحدات مستخدمة في قياس الطاقة الشمسية أهمها وأكثرها استخداما في دراسات الطقس والمناخ هي وحدة السعرة الحرارية او حريرة (Cal Colorie) وتعرف "السعرة الحرارية" بانها كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (4.1855 joul) وعند استخدامها في قياس الطاقة الاشعاعية فانها تعبر عن مقدار الطاقة التي تشعها او تمتصها وحدة المساحة ($1cm^2$) من سطح ما خلال وحدة زمن (ثانية دقيقة ساعة... الخ)

(3-9) تشكل الطاقة الحرارية وطرق انتقالها :

تتولد الطاقة الحرارية في بادئ الأمر عندما تمتص الأشياء مهما كان نوعها الطاقة الشمسية الإشعاعية الواصلة إليها على شكل أمواج كهرومغناطيسية وتحولها إلى طاقة حرارية تخزنها في داخلها فتزيد درجة حرارتها ثم تعود وتطلقها مرة أخرى والأمر نفسه يحدث عندما نعرض أنفسنا إلى نار المدفأة فعندما تمتص أجسامنا الأمواج الكهرومغناطيسية فترتفع درجة حرارتها وتقوم باطلاقها مرة ثانية الى المكان المحيط بها بطريقة الاشعاع ولكنه اشعاع ضعيف لايمكن الاحساس به الابواسطة التوصيل اوالتقرب.

(3-10) عمليات الإشعاع ونقل الطاقة الحرارية وتبادلها عند سطح الارض :

عندما تصل الطاقة الشمسية الإشعاعية تحملها فوتونات أمواج الأشعة الكهرومغناطيسية من سطح الشمس عبر الفضاء إلى الأرض تدخل في عمليات عديدة من التحولات والتبادلات، تبدأ بامتصاص سطح الأرض والغلاف الجوي والأشياء والأجسام فيهما لهذه الطاقة ومن ثم إشعاعها مرة أخرى لبعضها البعض وتبادلها فيما بينها.

إذن عند دراسة عمليات الإشعاع الجاري على سطح الأرض وفي الغلاف الجوي علينا أدراك نوعين من الطاقة الإشعاعية وهما:

1- الطاقة الشمسية الإشعاعية والتي تشكل المصدر الأساسي لكل الطاقة الواصلة إلينا بمختلف أشكالها.
2- الطاقة الأرضية الإشعاعية بما فيها طاقة الغلاف الجوي الإشعاعية والتي هي أصلا طاقة مستمدة من الطاقة الشمسية الإشعاعية بالإضافة إلى الطاقة التي تشعها الأجسام والأشياء إلى بعضها البعض وعلينا أن ندرك أيضا أن العمليات المتحكمة بالعلاقة بين أنواع الطاقة الإشعاعية كثيرة ومعقدة ومتشابكة لذلك علينا أن نوجه اهتمامنا إلى تلك العمليات المؤدية إلى تشكل ظواهر الطقس والمناخ على سطح الأرض وطرق صرفها والقوانين الضابطة لها والتي تمكن من قياسها كميا وقبل كل شيء علينا توضيح بعضا لمفاهيم المتعلقة بهذا الموضوع .

(3-11) الإشعاع :

يعرف "الإشعاع" بانه عملية نقل الطاقة بواسطة فوتونات الأمواج الكهرومغناطيسية دون الحاجة إلى وسيط أو تماس مع المصدر المشع وهذه العملية التي تصلنا بواسطتها الطاقة الإشعاعية الشمسية مع ذلك علينا أن نعلم أن سطح الأرض والغلاف الجوي وأجسامنا وكل الأشياء التي حولنا مهما كانت صغيرة أو كبيرة ومهما كان تركيبها الفيزيائي والكيميائي ومهما كانت باردة تشع طاقة اشعاعية (Radiant Energy) تتناسب طرديا مع درجة حرارتها شريطة إن لاتهبط درجة حرارتها إلى دون الصفر المطلق فكلما زادت درجة حرارتها عن هذه الدرجة كلما زادت طاقتها الإشعاعية.

هذه الحقيقة توصل إليها كل من العالمين جوزيف ستيفان وبولتزمان في اواخر القرن التاسع عشر، وعرفت بقانون ستيفان بولتزمان.

(3-12) الاستشعاع وامتصاص الطاقة الإشعاعية :

عندما تسقط أمواج الطاقة الشمسية الكهرومغناطيسية المنبعثة من الشمس على سطح الأرض وعلى غلافها الجوي وعلى كل الأشياء تقوم هذه الأشياء بامتصاصها وتحويلها إلى طاقة داخلية (Internal Energy) وخاصة طاقة حرارية تزيد من درجة حرارتها فتعود وتشعها مرة أخرى على شكل أمواج كهرومغناطيسية إلى ما حولها.

إذن فأن الأشياء عندما تتعرض إلى الطاقة الشمسية الإشعاعية أو الطاقة الإشعاعية التي تشعها الأشياء من حولها وتمتصها فإنها تقوم بعملية (استشعاع) وعندما تقوم بإطلاقها فأنها تقوم بعملية إشعاع ويبدو انه كلما ازدادت قدرتها على الإشعاع كما يبدو واضحا أيضا أن الأشياء التي تمتص أو تستشع طاقة إشعاعية اكبر مما تشعه فأنها تسخن وإذا شعت طاقة إشعاعية اكثر مما تستشع فأنها تبرد، وإذا كان مقدار ما تشع من طاقة إشعاعية متساوية لما تستشعة فان درجة حرارتها تبقى ثابتة وتكون هذه الأشياء في حالة توازن إشعاعي (Radiation Equilbrium) وهذا ما يفسر لنا الحالة الطبيعية الإشعاعية لكل الأشياء بما فيها الشمس فقد لاحظنا فيما تقدم انه عندما يشع سطح القمر (الفوتوسفير) طاقة إشعاعية فانه في الوقت نفسه يمتص طاقة حرارية تتولد في نواته معادلة لما يشعه، ومن خلال خبراتنا اليومية نلاحظ أيضا أن جميع الأجسام والأشياء حولنا تحافظ على توازنها الإشعاعي مع محيطها المتواجد فيه. وفي حالة اكتساب بعضها طاقة إشعاعية إضافية فإنها تسعى إلى إشعاعها والعودة إلى حالته توازنها الإشعاعي والأمثلة على ذلك كثيرة لا حصرلها.

(3-13) الطاقة وتحولاتها :

لابد لنا من الإشارة إلى إن الطاقة الإشعاعية الشمسية الساقطة على سطح الأرض تتعرض لتحولات عديدة من الطاقة مثل الطاقة الحرارية (Heat Energy) الطاقة الكامنة (Potential Energy) الطاقة الحركية (Kinetic Energy) الطاقة الكيميائية (Chemical Energy) لكن تبقى الطاقة الحرارية أهمها وأكثرها حضورا بالنسبة للعمليات المؤدية الى تكوين طقس الأرض ومناخها بالإضافة إلى إن أشكال الطاقة الأخرى تبقى ضئيلة نسبيا وستتحول بعملية أو أخرى إلى طاقة حرارية، وفي نهاية المطاف إلى طاقة إشعاعية تشعها الأشياء والأجسام التي تمتصها كما هو مبين في ما يلي

طاقة شمسية إشعاعية ← طاقة حرارية (محسوسة + كامنة) اشعه تحت الحمراء

حرارة كامنة ← حرارة محسوسة ← أشعة تحت الحمراء

طاقة كامنة طاقة حركية ← طاقة حرارية ← أشعة تحت الحمراء

طاقة كيميائية طاقة حرارية ← أشعة تحت الحمراء

(14-3) قوانين الإشعاع (Radidtion Laws) :

لفهم عمليات إشعاع الطاقة وامتصاصها (استشعاعها) وإبرازها بشكل كمي لابد لنا من معرفة قوانين الضابطة والتي يمكن حسابها وتعرف هذه القوانين بقوانين الإشعاع ولتوضيح هذه القوانين وتسهيل استخدامها يجب الانطلاق من معيار مثالي تنطبق علية هذه القوانين ومن تصميمها لذلك افترض العلماء وجود أجسام حرارية مثالية تمتص الطاقة الإشعاعية الساقطة عليها وتشعها في أقصى طاقة ممكنة وعرفت هذه الأجسام بالأجسام السوداء (black bodies) وهي أجسام افتراضية تمتص أمواج الطاقة الإشعاعية الساقطة عليها كلها دون أن تعكسها أو تنفذها خلالها وتشعها في أقصى كمية عند اي درجة حرارة لها وفي جميع الأطوال الموجبة ولأتدل تسميتها بالسوداء للدلالة على لونها وانما للدلالة على أن أجسامها كتيمة الإشعاع (Opaque) وبتطبيق قوانين الإشعاع يمكن تحديد ميزات الأجسام السوداء وغيرها وكيفيه تصرفها. ان قوانين الإشعاع كثيرة لكننا سنحصر اهتمامنا بالقوانين الرئيسية والمهمة في دراسة الطقس والمناخ.

أولا :

وفقا لقانون ستيفان بولتزمان تتناسب كمية الطاقة الإشعاعية (E) التي تشعها وحدة المساحة ($1\ cm^2$) من سطح الجسم الأسود طرديا مع القوة الرابعة لدرجة حرارتها المطلقة (T_k^4) خلال وحدة الزمن (1min) :

$$E = \sigma TK.e\ 4Cal/\text{cm}$$

حيث σ= ثابت ستيفان بولتزمان/($8.123*10^{11}$cal) وتعادل $5.67*10^{-12}$ watt/cm^2).

T_K= درجة الحرارة الكلفانية وتساوي درجة الحرارة المئوية (272.15°).

E = معامل الإشعاعية (Emissivity) ويساوي واحد عند الأجسام السوداء ويقل عن الواحد عند بقية الأجسام غير السوداء والمعروفة بالأجسام الرمادية (grebodies) التي تشع طاقتها بشدة اقل من الأجسام السوداء وعند كل أطوال الأمواج وعند أي درجة.

ويبين الجدول (3-2) قيمة (E) لبعض المواد وهي نسبة مئوية مما تشعه الأجسام السوداء :

ت	المادة	معامل الاشعاعية (E)
1	جلد الإنسان	%98
2	الماء الصافي	%95

3	الجليد	%96
4	الرمل الجاف	%92
5	الثلج	%85
6	الأسمنت	%92

جدول رقم (3-2)
قيمة معامل الإشعاعية (E) لبعض المواد.

ثانيا :

وفقا لقانون وين للإزاحة (Wien Displacement Law) الذي اقترحه العالم ولهالم وين فأن للجسم الأسود طول موجة إشعاعية معينة يشع عندها طاقته الإشعاعية القصوى ويتناسب طول هذه الموجة عكسيا مع درجة حرارة الجسم فكلما ازدادت درجة حرارة الجسم كلما انزاح طول الموجة التي يطلق عندها طاقته القصوى نحو أطوال الأمواج القصيرة كما هو مبين بالشكل ويكتب قانون وين بالشكل التالي :

$$\lambda_{max} = \frac{2898}{T_K}$$

حيث أن: λ_{max} = طول الموجة التي يطلق عندها الجسم أقصى طاقة إشعاعية له.

T_K= درجة الحرارة الكلفانية.

ثالثا :

وفقا لقانون وين الثاني (WeinsScond Law) تتناسب شدة الطاقة الإشعاعية القصوى التي تشعها وحدة المساحة ($1cm^2$) من الجسم الأسود خلال وحدة الزمن (1minut) طرديا مع القوة الخامسة لدرجة حرارتها الكلفانية أي :

$$E_{max} = CT_K^5\ Cal$$

حيث ان: C= ثابت وين ويعادل ($1.8435*10^{-14}$ cal/cm^2) ويعادل : ($1.288*10^{-11}$watt/m^2).

رابعا:

وفقا لقانون كيرشوف فان ماتشعه الأجسام من طاقة إشعاعية (E) الى ما تمتصه منها (A) تتوقف على طول الإشعاع ودرجة حرارة الجسم (T) فقط :

$$F(\lambda, T) = \frac{E}{A}$$

وينص قانون كيرشوف أيضاً "إن الأجسام جيدة الامتصاص لأمواج طاقة إشعاعية معينة فأنها في الوقت نفسه جيدة في إشعاعها وبالمقابل فالأجسام رديئة الامتصاص لأمواج طاقة إشعاعية فإنها ايضاً رديئة في إشعاعها وبالتالي يجب أن تكون إشعاع الأجسام لأطوال أمواج (E_λ) معينة مساوياً لامتصاصيتها (A_λ):

$$A_\lambda = E_\lambda$$

لذلك فالأجسام التي تتصرف كأجسام سوداء تشع طاقة إشعاعية أكثر من غيرها من الأجسام لأنها تقوم بامتصاص الأمواج الإشعاعية الساقطة عليها كلها، وتعود وتشعها في أقصى كمياتها تبعاً لدرجة حرارتها وطول الأمواج الإشعاعية.

(15-3) الأجسام انتقائية الامتصاص (Selective Obsorbing Bodies):

مع انه لايوجد في الطبيعة أجسام سوداء كاملة فيمكننا إلى حد كبير نعد الشمس والأرض وكثير من الأشياء حولنا خاصة تلك الكتيمة للأشعة كأنها أجسام سوداء تنطبق عليها قوانين الإشعاع المذكورة. لكن بالمقابل يوجد الكثير من الأجسام حولنا بما فيا الغلاف الجوي لا تتصرف كأجسام سوداء لأنها لاتمتص أمواج الطاقة الإشعاعية الساقطة عليها كلها وإنما تمتص بعضها وتنفذ عبرها بعضها منها وتعكس بعضها الأخر لذلك تعرف هذه الأجسام بأنها انتقائية الامتصاص ويعد الزجاج مثالا نموذجيا لها إذا انه يعكس جزء من الأمواج الإشعاعية الساقطة علية ويمتص بعضا من الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وينفذ طيف الأشعة المرئية كله، وكذلك تفعل صفائح البلاستيك الشفافة وكل الأجسام الصلبة الملساء والشفافة والماء والسوائل جميعها والأبخرة والغازات ويعد الثلج مثالا مثيرا لهذه الأجسام فلونه الأبيض الناصع يدل على قدرته على عكس أمواج مدى الأشعة المرئية البيضاء كلها وقد لوحظ إن التعرض المفرط للأشعة المرئية المنعكسة من سطح الثلج تؤدي إلى ما يعرف بالعمى الثلجي (Snow Bindess) المؤقت لذلك تنحصر قدرة الثلج في امتصاص أمواج الأشعة تحت الحمراء فقط وبالتالي فانه مشع جيد لها.

ومن وجهة النظر المناخية يعد الغلاف الجوي أهم هذه الأجسام حيث تقوم بعض غازاته مثل الأوكسجين والأوزون وثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء وثنائي اوكسيد النتروز والأوزون وغيرها بأمتصاص انتقائي لبعض الأمواج الإشعاعية الشمسية والأرضية دون غيرها بينما في الوقت نفسه يسمح الغلاف الجوي بعبور البعض الاخر وذلك مما يؤثر على الطاقة الإشعاعية الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض وبالتالي على مجريات الطقس والمناخ وسنقوم فيما بعد بدراسة تأثير الغلاف الجوي في هذه الأمور بالتفصيل.

يتضح لنا وفقا لقانون كيرشوف أن هذه الأجسام قادرة على إشعاع أمواج الطاقة الإشعاعية التي امتصها ولا قدرة لها في إشعاع أمواج الطاقة الإشعاعية التي لم تمتصها بالإضافة إلى ذلك لاتشع أمواج الطاقة التي امتصها بكفاءة الأجسام السوداء، لذلك لا تعد هذه الأجسام أجساما سوداء ولكن مع ذلك وخلال الاستخدامات العامة التي لا تقضي دقة كبيرة يمكننا التعامل معها حيث إشعاعها لأمواج الطاقة

التي امتصتها عند درجة حرارتها كأنها أجسام سوداء إلى حد مقبول كما هو مبين في الجدول(3-3) :

ت	الجسم	معامل الاشعاعية (E)	الجسم	معامل الاشعاعية (E)
1	جلد الإنسان	%98	الصحراء	%90 - %91
2	الماء	%95	الأعشاب الطويلة	%90
3	الثلج الجديد	%99.5 -%82	الحقول والشجيرات	%90
4	الجليد	%96	الغابات المخروطية	%90
5	الأسمنت	%92	أوراق النباتات	%90
6	الرمل الجاف	%92	الصخور	%97 - %98

جدول (3-3)

قيمة معامل الاشعاعية (E) لبعض المواد الاخرى.

(16-3) ميزات الطاقة الإشعاعية الشمسية والأرضية :

باستخدام قوانين الإشعاع يمكننا أن نحدد بعض الميزات الهامة لكل من الطاقة الإشعاعية الشمسية والأرضية علما بان درجة الحرارة سطح الشمس تعادل(5800k) ودرجة حرارة سطح الأرض تعادل(288k) فاستنادا لقانون وين للإزاحة :

$$\lambda_{max} = \frac{2898}{T_K}$$

نلاحظ أن طول الأمواج الكهرومغناطيسية التي يشع عندها سطح الشمس معظم طاقته الإشعاعية تعدل (0.5μm) لذلك فإنها تعرف بالطاقة الشمسية الإشعاعية قصيرة الأمواج (Short Solar Radiaion) بينما يبلغ طول الأمواج الكهرومغناطيسية التي تشع عند سطح الأرض معظم طاقاته الإشعاعية (10μm)لذلك فإنها تعرف بالطاقة الأرضية الإشعاعية طويلة الأمواج والحقيقة إن 99% من طيف أمواج الطاقة الإشعاعية الأرضية بين(3-100 μm) ضمن طيف الأشعة تحت الحمراء الطويلة الأمواج واستنادا إلى قانون وين الثاني :

$E_{max}= 1.8435 \times 10^{-14} \times T_k^5$

تبلغ الطاقة القصوى التي يشعها ($1cm^2$)من سطح الشمس حوالي ($121*10^3$ ly/min) بينما لا تزيد كمية الطاقة القصوى التي يشعها ($1cm^2$) من سطح الأرض عن(0.03653 ly/min) بذلك فان ما تشعه وحدة المساحة من سطح الشمس عن طاقة إشعاعية قصوى اشد مما تشعه وحدة المساحة من سطح الأرض من طاقة إشعاعية قصوى بحوالي($3.313*10^3$)، ووفقا لقانون ستيفان بولتزمان :

$E= 80123 \times 10 \times T_K^4$

فإن مجموع ما يشعه ($1cm^2$) من سطح الأرض، (0.56 ly/min).

ولا بد من ملاحظة أن الطاقة الإشعاعية الشمسية تصدر من سطح الشمس منطلقة عبر الفضاء داخلة إلى سطح الأرض عبر الغلاف الجوي، لذلك عادة ما تعرف بـــ (الأشعة الشمسية الداخلة Income Solar Radiation) وبما أن سطح الأرض والأجسام التي عليه تتعرض لهذه الأشعة وتمتصها أي تستشعها أو بكلمة أخرى تتشمس بها لذلك تعرف هذه الأشعة الشمسية الداخلة بالتشميس (Insolation) وهذه التسمية مشتقة من عبارة (Income Solar Radiation) اختصاراً لها، والطاقة الإشعاعية الأرضية التي تنطلق من سطحها عابرة غلافها الجوي إلى الفضاء الخارجي تعرف بالأشعة الأرضية الخارجة (Outgoing Trrestrial Radiation) او العائدة (Terrsteial Back Radiation).

(3-17) تـأثيرات الغـلاف الجـوي كجسـم انتقـائي الامتصـاص للطاقـة الإشعاعية :

من وجهة النظر المناخية يعد الغلاف الجوي أهم الأجسام انتقائية الامتصاص للطاقة الإشعاعية الشمسية والأرضية إذ تقوم بعض غازاته بدور الماصات الانتقائية بكفاءه عالية ففي طبقات الجو العالية حوالي (90km) تقوم جزيئات الأوكسجين(O_2)بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية المتطرفة والبعيدة التي تتراوح أطوال أمواجها بين(10nm-100) وتقوم جزيئات الأوكسجين (O_3) عند ارتفاع يتراوح بين(-10) 55kmبامتصاص أمواج الأشعة فوق البنفسجية البعيدة والقريبة المحصورة بين(-200 320nm)، وبعض أمواج الأشعة تحت الحمراء يناهز طولها(960nm) .

وعند الارتفاعات التي تقل عن(10km) تقوم جزيئات بخار الماء (H_2O) بامتصاص معظم أمواج مدى الأشعة تحت الحمراء الأرضية بين (1000-8000nm) والتي تزيد عن(12000nm) أيضا كما تقوم جزيئات ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) بامتصاص أمواج هذه الأشعة عند(4000nm) وبين (13000-17000nm) وتقوم جزيئات الميثان (CH_4) بامتصاص الامواج ذات الطول(2500nm) و(7000nm) وجزيئات النترو($N0_2$) عند(400nm) و(7000nm) لذلك يمكننا أن ندع هذه الغازات بـــ (الغازات الحرارية) ولا تستطيع هذه الغازات امتصاص أمواج الأشعة الأرضية تحت الحمراء المحصورة بين (1400-8000nm) والى حد ما بين-4000) (6000nm وبين (17000-21000nm)، فتنطلق هذه الأمواج عابرة الغلاف الجوي إلى الفضاء الخارجي لذلك فأنها تدعى نوافذ الغلاف الجوي (Atmospheric Windows).

عندما تمتص الغازات الحرارية وعلى رأسها (Co_2) وبخار الماء (H_2O) الأشعة الأرضية تحت الحمراء وتمنعها من الانطلاق إلى الفضاء الخارجي تزداد حرارتها وتزداد طاقتها الحركية وتصادماتها العشوائية مع بعضها البعض ومع ما يحيط بها من جزيئات غازية، مولدة طاقة حرارية إضافية (طاقة حرارية ذاتية)، ونتيجة لذلك تتسخن الأجزاء السفلى من الغلاف الجوي، وتشع طاقة إشعاعية تحت الحمراء إلى سطح الأرض متسخنة، وتتوالى هذه العملية الإشعاعية وبذلك تشكل الغازات الحرارية طبقة عازلة حول الأرض تمنع جزءاً من أمواج الأشعة الأرضية تحت الحمراء من الانطلاق إلى الفضاء، وبذلك فإنها تشكل ما يعرف بظاهرة "الإحتباس الحراري". ولقد بينت الدراسات أنه لولا وجود (Co_2) وبخار الماء (H_2O) لكان متوسط درجة حرارة سطح الكرة الأرضية حوالي (20)مئوية أو أقل بحوالي (35) مئوية عما هي عليه حالياً.

تدعى عملية امتصاص الغازات الحرارية لأمواج الأشعة الأرضية تحت الحمراء عملية "تأثير الغلاف الجوي (Atmospherc Effect). لكنها في الماضي كانت تدعى" تأثير البيوت الخضراء (Greenhouses Effect)، حيث كان يعتقد أن تسخين الهواء في البيوت الخضراء الزجاجية أو البلاستيكية لأمواج الأشعة الشمسية المرئية البيضاء بعبورها، لكنها في الوقت نفسه تمنع أمواج الأشعة الأرضية تحت الحمراء من مغادرة البيوت الخضراء. لكن تبين فيما بعد أن ذلك غير صحيح وأن تسخين هواء البيوت الخضراء يعود إلى ركود وعدم امتزاجه مع الهواء البارد خارجها، كما تقوم الغيوم المنخفضة بامتصاص معظم أمواج الأشعة الأرضية تحت الحمراء بما فيها المحصورة بين(14000-8000nm)، وتعود وتشعها مرة أخرى باتجاه سطح الأرض فيمتصها ويتسخن بها ثم يعود ويشعها مرة أخرى إلى الغيوم وهكذا، لكن في الوقت نفسه فإن الغيوم سيئة الامتصاص لأمواج الأشعة الشمسية المرئية البيضاء لذلك فإننا نلاحظ ارتفاع درجة الحرارة في ايام الشتاء ولياليها المقيمة وانخفاضها في الأيام الصحوة ولياليها، ويقدر مجموع ما تمتصه الغيوم وجزيئات الهواء من التشمس الواصل إلى قمة الغلاف الجوي بحوالي (19%)، بالإضافة إلى ذلك، تقوم الغيوم بعكس حوالي (20%) من التشمس الواصل إلى قمة الغلاف الجوي، كما تعكس جزيئات الهواء حوالي (6%)منه، بينما لا يعكس سطح الأرض سوى (4%) منه بالمعدل.

(3-18) الاشعة الشمسية المتوازية:

تنطلق الأشعة الشمسية من سطح الشمس متجانسة ومتماثلة في جميع الاتجاهات مشكلة كرة إشعاعية مركزها الشمس تزداد اتساعاً مع الابتعاد عنها في الفضاء الكوني، لكن مع ذلك ينظر للأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض على أنها أشعة متوازية، لأنه بسبب صغر المسافة بين الأرض والشمس من جهة، وبسبب ضآلة طول قطر الأرض بالنسبة للشمس من جهة أخرى، يظل انفراج الأشعة الشمسية المشكلة للخدمة الإشعاعية الساقطة على سطح الأرض مهملا وتعتبر الاشعة الساقطة متوازية.

(3-19) التشميس الواصل إلى الأرض:

تطلق الشمس كميات هائلة من الطاقة الإشعاعية الكهرومغناطيسية وكما لاحظنا فان ما يشعه ($1cm^2$) من سطح الشمس على شكل كرة إشعاعية متزايدة الاتساع تتناقص شدتها ولا يصل ألى الأرض سوى النذر اليسير وذلك لأن شدة الطاقة الإشعاعية الشمسية تتناسب عكساً مع مربع المسافة التي تقطعها الأمواج الشعاعية في الفضاء:

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

$$I = k\frac{1}{d^2}$$

I = مقدار أو شدة الطاقة الإشعاعية الواصلة.

d = المسافة بين الجسم المشع (الشمس) والجسم المستشع (الأرض)،

k = ثابت.

واستناداً لذلك فعند وصول الطاقة الإشعاعية الشمسية إلى المدى الذي تقع عنده الأرض (سطح الكرة الإشعاعية التي تقع عندها الأرض) تصبح شدتها أقل من 2) (ly/min وقد رأينا فيما تقدم انه بمكاننا تسمية الطاقة الشمسية الإشعاعية الداخلة إلى سطح الأرض (Income Solar Radiation) بالتشمس (Insolation) ومع وجود الغلاف الجوي للأرض تميل دراسات عديدة إلى تسمية التشمس الواصل إلى قمة الغلاف الجوي (الطاقة الإشعاعية فوق الأرضية) (Extra Terrestrial Radiation) لتميزه عن التشميس الواصل إلى سطح الأرض.

ويمكن حساب مقدار الطاقة الشمسية أو التشميس الواصل إلى وحدة المساحة من سطح يقع عند قمة الغلاف الجوي يتعامد مع الأشعة الشمسية خلال دقيقة واحدة من الزمن بمعرفة الطاقة الإشعاعية التي تشعها الشمس وقسمتها على مساحة الكرة الأرضية الإشعاعية التي شكلتها الأشعة الشمسية والتي تقع عند سطح الأرض :

$$I_{\circ} = \frac{\sigma T^4 * 10^{-11} (4\pi r_s^2)}{4\pi d^2}$$

I_0= مقدار التشمس الواصل.

σ= ثابت ستيفان (8.123×10^{-11}).

T= درجة حرارة الشمس (5800k).

r_s= نصف قطر الشمس($6955*10^7$cm).

d= البعد بين الأرض والشمس أو نصف قطر الكرة الإشعاعية التي تقع الأرض عند سطحها($149.6x10^{11}$cm) ،

وبالتعويض بالمعادلة:

$$\frac{8.132 \times 10^{-11} \times (5800) \times 3.14 \times (6955 \times 10^{7})^{2}}{4 \times 3.14 \times (149.6 \times 10^{-11})} = 1.989 \text{ ly/minut}$$

ومن هذه المعادلة يمكن حساب قيمة الثابت (k) في المعادلة اذ يساوي($4.4504*10^{26}$ ly/minut) ويهتم المناخيون والرصاد الجويون والعاملون في مجال الطاقة الشمسية بقياس هذا المقدار من الطاقة الشمسية (التشميس) الواصل الى سطح الأرض وحسابه بدقة لأنه يشكل الأساس لحسابات الطاقة الشمسية والقوانين الناظمة لها ويعد معيارا لها وقد اتفق عالميا على تسميته ب"الثابت الشمسي" (Solar Constant)..

وفي قياسات مباشرة وأكثر دقة استخدمت فيها الطائرات والبالونات والأقمار الصناعية المحملة بأجهزة قياس متطورة أجريت فوق الغلاف الجوي للأرض تبين أم قيمة الثابت الشمسي تعادل($1.94\pm\%1.5$ watt/m^2) وقد تبنت عام (1971) م كل من وكالة ناسا (nasa) واللجنة الأميركية لفحص المواد (American Society For Testing Materials) هذه القيمة وما زالت متبناه من معظم الباحثين في العالم مع ذلك أعاد العالم فروهليش عام (1977) م فحص لقياسات التي استخدمت في تحديد هذه القيمة للثابت الشمسي وتحليلها وادخل في تحليله قياسات أجريت بواسطة القمرين الاصطناعيين نيمبوس(Nimbus) ومارينر (Marinar) ونتيجة لذلك اقترح أن تكون قيمة الثابت الشمسي ($1.968\pm\%1.5$ watt/m^2) واستنادا إلى ما تقدم يمكن أن نعرف "الثابت الشمسي" بأنه مقدار الطاقة الإشعاعية (التشميس) الواصل الى وحدة المساحة ($1cm^2$) من سطح يتعامد مع الاشعه الشمسية يقع عند قمة الغلاف الجوي او عند سطح الأرض بافتراض عدم وجود الغلاف الجوي خلال وحدة زمن (1 minut) عند معدل البعد بين الأرض والشمس($149.6*10^6$km) ويعادل (1.94ly/minut)او ($1353watt/m^2$).

وباستخدام الثابت الشمسي يمكننا من حساب كمية التشمس (الطاقة الشمسية الإشعاعية) الكلية الواصلة إلى قمة الغلاف الجوي باعتبار إن مقطع سطح الأرض المعرض للأشعة الشمسية بشكل دائرة ويتقسم مقدار التشمس الواصل الى هذه الدائرة على مساحة الكرة الأرضية نحصل على متوسط ما تتلقاة او ما تستشعة وحدة المساحة ($1cm^2$) من سطح الأرض خلال وحدة الزمن (1min) وذلك كما يلي :

$$I_{\circ} = \frac{\pi r^2 * 1.49}{4\pi r^2} = 0.485$$

اعتقدت بعض الدراسات فيما مضى ان قيمة الثابت الشمسي تتعرض لتغيرات دورية تتراوح بين(2%-0.5±). تتبعا لنشاط البقع الشمسية ودورتها كل (11) سنة فمن هذه الدراسات ما اقترح وجود علاقة عكسية بين مقدار الثابت الشمسي وعدد البقع الشمسية إذ انه يزداد مع قلتها ويتناقص مع ازدياد عددها ولكن بينت الدراسات اللاحقة فيما بعد عدم وجود اي علاقة بين مقدار الثابت الشمسي ودورة البقع الشمسية

وبسبب قوة حقولها المغناطيسية وما يصاحبها من كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية (u.v) ينحصر تأثير البقع الشمسية في الأشعة فوق البنفسجية المتطرفة (EUV) التي تقع أطوالها عن (0.2m) وهذه لا تحمل طاقة حرارية وبذلك فان أكثر من 99% من أمواج الطاقة الشمسية الإشعاعية يقع بين(0.2-1000M) ولا تتأثر بالبقع الشمسية وبذلك يمكن اعتبار الطاقة الشمسية الإشعاعية ثابتة المقدار.

وختمت منظمة الأرصاد الجوية العالمية (MWO) هذا الموضوع بإعلانها بان للبقع الشمسية دورات منتظمة تقريبا تحصل كل (22-11) سنة ولكن لايوجد دليل حاسم على ان لهذه البقع الشمسية ودورانها تأثير في مقدار الطاقة الشمسية الإشعاعية الواصلة إلى الأرض بالإضافة إلى ذلك تجدر الملاحظة إن التغيرات المقترحة في مقدار الثابت الشمسي يساوي (2-1)%± لاتتجاوز مقدار الأخطاء المحتملة في عمليات القياس لذلك وفي ضوء ما تركته الدراسات الأخيرة يمكننا اعتبار قيمة الثابت الشمسي ثابتا إلى إن تظهر قياسات موثوقة في المستقبل تقترح خلاف ذلك.

الفصل الرابع

الغلاف الجوي الارضي وتغيرات المناخ

(4-1) مقدمة

(4-2) الغلاف الجوي الارضي

(4-3) طبقات الغلاف الجوي الارضي

(4-4) المناخ

(4-5) التغير المناخي

الفصل الرابع

الغلاف الجوي الارضي وتغيرات المناخ

(4- 1) مقدمة :

تعد ظاهرة الإحترار الكوني (Global warming) من أكثر الظواهر إثارة للجدل بين أوساط العلماء والباحثين والمهتمين بالبيئة وعامة الناس وتعدى هذا الإهتمام أوساطاً أخرى حتى وصل الى الهيئات الحكومية وغيرالحكومية وكذلك الهيئات الدولية. يعود السبب في ذلك الى التاثيرات الخطيرة والمدمرة لهذه الظاهرة على كل من الأنسان وعناصر البيئة. لوحظ في الفترة الأخيرة إهتماماً متزايداً من قبل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروئة بمظاهر التغير المناخي (Climate change) بإعتبارها قضية تشغل حيزاً كبيراً من إهتمامات الراي العام. وكان مؤتمر ستوكهولم للبيئة عام (1972) م أول مؤتمر دولي ناقش هذا الموضوع وتم من خلاله الإشارة الى ضرورة دراسة هذه الظاهرة وأيجاد المعالجات والحلول اللازمة لوقفها. فيما توالت بعد ذلك المؤتمرات والندوات العلمية التي ركزت وبشكل كبير على موضوعتين هما التلوث البيئي وتاثيراته على الإنسان والبيئة والتغير المناخي باعتباره ناتج عن عوامل عديدة منها ظاهرة الإحتباس الحراري وتاثيراتها في الإنسان والحياة على الكرة الأرضية.

أدت نشاطات الإنسان خلال الثورة العلمية والصناعية التي شهدتها أوربا وأميركا ودول أخرى خلال القرون الستة الماضية الى إطلاق تراكيز متزايدة من غازات الإحتباس الحراري والملوثات (اكاسيد الكربون والنايتروجين وغاز الميثان ومركبات الكلورو فلورو كاربون) نتيجة الحاجة لحرق الوقود الحجري والفحم الحجري والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة المستخدمة في إدارة عمليات الإنتاج الصناعي والزراعي. فضلاً عن الزيادة الكبيرة والمتسارعة في نمو سكان الكرة الارضية والقطع المتزايد لأشجار الغابات الإستوائية الذي ساهم في إرتفاع معدلات تراكيز غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي عن معدلاتها السابقة المتوازنة.

لاحظ العلماء وجود علاقة واضحة بين زيادة تراكيز الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي والتغير المناخي في إرتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من متغيرات مناخية مؤثرة في المحيط الحيوي بكل مكوناته. يتمثل التغير المناخي بإرتفاع درجة حرارة الجو والتغير الحاصل في اوقات فصول السنة وإزاحة الأقاليم المناخية وزيادة حرارة وحموضة البحار والمحيطات وإرتفاع مستويات سطوحها نتيجة ذوبان الجبال الثلجية وثلوج القطبين الشمالي والجنوبي

والفيضانات والجفاف والعواصف والأعاصير وإنقراض أنواع من الحيوانات والنباتات وإنتقال الأمراض. وقد تمتد هذه التأثيرات الى مساحات واسعة وتؤدي الى إنتشار اللاجئين البيئيين وبروز خطورة الحروب والصراعات التي يمكن ان تحدث بين الدول نتيجة نقص المياه العذبة والمشاكل الإقتصادية.

(2-4) الغلاف الجوي الارضي:

يحيط الأرض غلاف عظيم من الهواء يطلق عليه الغلاف الجوي او الغازي (Atmosphere). يتكون الغلاف الجوي القريب من الأرض من النيتروجين بنسبة (78%) والأوكسجين بنسبة (21%) وغازات أخرى مثل الأركون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان والأوزون وغيرها بنسبة (1%) ويكون ثاني أوكسيد الكربون بنسبة (0.038%).

من المعروف ان غازي النيتروجين والاوكسجين لا يؤثران في ظاهرة الإحتباس الحراري لانهما لا يمتصان الاشعة الحرارية المنبعثة من الأرض والمنطلقة باتجاه الفضاء الخارجي. بينما تلعب بقية الغازات الموجودة في الهواء مثل بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون و الميثان وغيرها دوراً كبيراً واساسياً في هذه الظاهرة.

الغلاف الغازي هو ذلك الخليط الشفاف من الغازات التي تحيط بالأرض بشكل كامل وتفصلها عن الفضاء الكوني ويمتد حتى عشرة ألاف كيلو متر ارتفاعاً. تكون كثافة الغلاف الجوي في طبقة التروبوسفير (Troposphere) القريبة من سطح الأرض الأعلى كثافة وتنخفض الكثافة كلما إرتفعنا نحو الطبقات العليا من الغلاف الجوي. تقدر كتلة الهواء بحدود(5.14×10^{21}gm) بينما يقدر وزن عمود الهواء على سطح مساحته ($1cm^2$) حوالي (1000gm) (كيلو غرام واحد). يوجد (99.99%) من كتلة الهواء تحت إرتفاع (50km) فوق مستوى سطح البحر. يتكون الهواء النقي والخالي من الشوائب من مجموعة من الغازات موضحة في جدول (4-1).

ت	المكونات الغازية	الرمز	الوزن الجزيئي	الحجم (%)
1	نيتروجين	N_2	28.02	78.08
2	أوكسجين	O_2	32.00	20.94
3	ارغون	Ar	39.88	0.93
4	ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	44.00	0.03 متغير جدا
5	نيون	Ne	20.18	0.0018

6	هليوم	He	4.00	0.0005
7	أوزون	O_3	48.00	0.00002
8	هايدروجين	H_2	2.02	0.00005
9	كريبتون	Kr	83.80	0.0001
10	زينون	Xe	131.30	غاز نادر
11	ميثان	CH_4	16.00	غاز نادر
12	أوكسيد النيتروز	N_2O	72.04	0.00005

جدول (4-1)
تركيبة الهواء الغازية والنسب المئوية حجماً و الوزن الجزيئي

يحتوي الهواء على كمية من بخار الماء تختلف نسبتها من مكان لاخر ومن وقت لاخر في نفس المكان وتقدر ضمن ((0.05-4)%) وتوجد النسبة العظمى من بخار الماء تحت ارتفاع (15km) من الغلاف الجوي. كما ويحتوي الهواء على غاز الأوزون (O_3) الذي تتركز نسبة عالية منه في طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) على ارتفاع (15-35km) فوق مستوى سطح البحر. ولايخلو الهواء من غازات نادرة مثل الهليوم والكسينون والكربتون والميثان وكمية من الغبار والدقائق الصلبة والعالقة الأيروسول (Aerosols).

يعد الغلاف الجوي وبكل مكوناته الغازية الأنفة الذكر نظاماً حرارياً ضخماً يستمد طاقته المحركة من الأشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الأرض مروراً بالغلاف الجوي. توزع كل من المحيطات والغلاف الجوي الحرارة الشمسية الساقطة على الأرض في النظام المناخي للأرض. يؤدي الإختلاف في شدة الاشعة الشمسية الحرارية الواصلة الى الارض إلى إختلاف في درجة الحرارة والضغط الجوي وينجم عنه تيارات هوائية تنقل الحرارة والرطوبة (بخار الماء والغيوم) من مكان الى اخر داخل الغلاف الجوي مما يؤدي الى التباينات في حالات الطقس والمناخ في المناطق المختلفة من الأرض.

(3-4) **طبقات الغلاف الجوي** (Atmosphere Layers) :

يتكون الغلاف الجوي من مجموعة من الطبقات الهوائية إعتماداً على تركيز الغازات ونوعيتها وكثافة وضغط الهواء والوزن الجزيئي للذرات والجزيئات ودرجة حرارة الهواء. يقسم الغلاف الجوي الى الطبقات الآتية :

1. **طبقة التروبوسفير** (Troposphere)

تمثل الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ويكون سمكها (8km) فوق القطبين و(16km) عند خط الإستواء ويزداد هذا السمك وتقل كثافة الهواء فيها عند فصل

الصيف بسبب تمدد جزيئات وذرات الغازات وزيادة المسافة التي تفصل بينها بفعل زيادة درجة الحرارة. تحتوي طبقة التروبوسفير تقريباً كامل حجم وكمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي وعلى (75%) من كتلة الهواء وتكون كثافة الهواء في جزئها الأسفل الأعلى بين طبقات الهواء.وبسبب قربها من سطح الارض ومن مصادر التلوث فان نسبة عالية جداً تقدر بحدود 99% من الملوثات تتركز بها. تنخفض درجة الحرارة في هذه الطبقة كلما ارتفعنا بمعدل / 6.5) (km وتنخفض درجة الحرارة في نهايتها الى حوالي(-55°) تحت الصفر.

2. طبقة الستراتوسفير (Stratosphere) (طبقه الاوزون)

تمتد من نهاية طبقة التروبوسفير والى ارتفاع (55km) فوق مستوى سطح البحر، وهي طبقة إنتقالية ترتفع فيها درجة الحرارة حتى تصل الى درجة الصفر المئوي في مستوياتها العليا. تحتوي طبقة الستراتوسفير على معظم كمية غاز الأوزون (90%) الذي يحمي كوكب الأرض من تاثيرت الاشعة فوق البنفسجية الضارة ويبلغ اقصى كثافة له عند ارتفاع (22km) فوق مستوى سطح البحر، تصل الملوثات الهوائية الخفيفة المتصاعدة من طبقة التروبوسفير الى الجزء الأسفل من هذه الطبقة، كما ويلوث الطيران المدني والحربي هذه الطبقة بالمخلفات الغازية وبكميات من بخار الماء نراها على شكل خطوط بيضاء متكثفة.

3. طبقه الميزوسفير (Mesosphere)

تقع هذه الطبقة بين طبقة الستراتوسفير وطبقة الثرموسفير وتصل إلى إرتفاع يقارب (80km) فوق مستوى سطح البحروبسمك مقداره (25km). تتكون عادةً من غازات خفيفة وزنها الجزيئي قليل مثل غازي الهليوم والهيدروجين. وهي طبقة متخلخلة تكون كثافة الهواء بها قليلة وتنخفض بها درجة الحرارة حتى تصل الى درجه (-90°) تحت الصفرالمئوي في الجزء الأعلى منها.

4. طبقة الثرموسفير (Thermosphere)

تعرف طبقة الثرموسفير باسم الطبقة الحرارية او الطبقة المتاينة (Ionosphere) ويصل ارتفاعها الى (1000km) فوق مستوى سطح البحر. تحتوي على الاوكسجين الذري والاوكسجين والنيتروجين والهليوم وهي طبقة متاينة ومشحونة كهربائياً بسبب تصادم الجزيئات والذرات مع الأشعة الشمسية عالية الطاقة وهذا ما يجعل درجه الحرارة في هذه الطبقة مرتفعة وتقل بها كثافة الهواء كلما إرتفعنا نحو الاعلى.

(4-4)المناخ:

يمثل الغلاف الجوي الغازي نظاماً حرارياً حركياً ثيرموديناميكي (Thermodynamic)، تنتقل فيه الطاقة الحرارية عبر حركة الهواء والرياح من مكان الى آخر داخل هذا النظام وتؤدي الى تغيرات مناخية بعضها قصير الامد وتسمى بالطقس وبعضها طويلة الامد وتسمى بالمناخ. ويعرف الطقس بانه (حالة الغلاف الجوي (درجة الحرارة والأمطار والضغط الجوي والرياح... الخ) في مكان ما خلال فترة وجيزة من الزمن تتراوح بين الساعة الواحدة الى عدة شهور)، وقد يتغير الطقس بين ساعة واخرى او من يوم الى آخر او من فصل الى فصل آخر في نفس المكان.

ويعرف المناخ بانه (حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن تقدر بعدة عقود من السنين). وتعد حالات المناخ محصلة وتراكم لحالات الطقس قصيرة الامد. ان حالة المناخ هي حالة شمولية للنظام الثيرموديناميكي للغلاف الجوي تجري خلال فترة طويلة من الزمن في مكان معين وقد تشمل منطقة معينة ودولة معينة واقليم مناخي وقارة او حتى الكرة الارضية باكملها. اما النظام المناخي فهو (الحالة الناتجة عن تفاعل مجموعة من الانظمة المترابطة والتي تمثل الغلاف الجوي والمحيطات والبحار والبحيرات والانهار والاجزاء اليابسة من الارض (القارات) بعضها مع البعض الاخر مما يؤثر على النظم البيئية والطبيعية الموجودة على سطح كوكب الارض). واذا كان الغلاف الجوي (Atmosphere) يمثل نظاماً مناخياً تنتقل فيه الحرارة والرياح والامطار من مكان الى اخر وتؤثر في الانظمة الاخرى فان الغلاف المائي (Hydrosphere) والذي يتكون من المحيطات والبحار والبحيرات والانهار وجليد القطبين يمثل نظاماً مؤثراً في المناخ.

اذ يقوم هذا النظام بتزويد الغلاف الجوي بالرطوبة (بخار الماء) ويعتبر عامل اساسي في تلطيف (خفض) درجة حرارة الأرض من خلال قوة امتصاصه العالية للاشعة الشمسية الحرارية ونفاذيته العالية لها. كما ويمتص الغلاف المائي ما نسبته 25% من تركيزات غاز ثاني اوكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الغازي. اما الاجزاء اليابسة من كوكب الارض فتتكون من الجبال والوديان والصحارى والسهول والهضاب وتحتوي على مجموعة من الانظمة الطبيعية والحيوية (Biosphere) والبشرية (Anthropologicalsphere) والجليدية (Cryosphere). ترتبط هذه الانظمة المعقدة ومكوناتها مع بعضها البعض بواسطة عملية جريان الطاقة الحرارية فيما بينها وتكون وحدة متفاعلة تحدد نوعية المناخ وتغيراته وتؤثر به.

(4- 5) التغير المناخي:

يمكن تعريف التغير المناخي بانه("اي تغيير او إخلال طويل الأمد يحصل في حالة المناخ نتيجة للتغير الحاصل في توازن الطاقة وسريانها ويكون مؤثراً في النظم البيئية والطبيعية). ويشير التغير المناخي ايضا الى التغير المستمر في مناخ الكرة الأرضية ناتج عن اسباب كونية او طبيعية او بشرية يؤثر سلباً على المحيط الحيوي ويؤدي لوقوع كوارث طبيعية مدمرة.

تختلف التفسيرات حيال كيفية حصول التغيرات المناخية وهناك أربعة تفسيرات لذلك .

1. تغيرات مناخية ناتجة عن ظواهر كونية.
2. تغيرات مناخية ناتجة عن انعكاسات الاشعة الشمسية.
   A. الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet)
   B. الأشعة المرئية (الضوئية) (Sunlight ray)
   C. الأشعة تحت الحمراء (Infrared ray)
3- تغيرات مناخية يسببها الإنسان
4- تغييرات طبيعية (البراكين وحرائق الغابات):

التفسير الاول والثاني سيتم تناولهما في الفصول اللاحقة وفيما يلي سنناقش التفسير الثالث والرابع:

3- تغيرات مناخية يسببها الإنسان

ان التزايد المستمر في استهلاك الطاقة والذي يؤدي الى ارتفاع في تركيزات غازات الاحتباس الحراري يعزيها العلماء والمهتمين الى النشاط الإنساني الذي بدأ عام (1850) م مع بداية الثورة الصناعية في العالم. ويعتقد العلماء ان الإنسان لعب دوراً اساسياً في تعاظم ظاهرة الإحتباس الحراري وفي التغيير الذي حصل على مناخ الكرة الأرضية خلال القرنين الماضيين.

تشير الاحصاءات الى ان عدد سكان الكرة الارضية بلغ ($5300*10^6$) شخص عام (1990) م، وان عدد سكان الارض قابل للزيادة ويتوقع الخبراء ان يتعدى هذا العدد ($6*10^9$) شخص مع بداية القرن الحادي والعشرين والجدول(4-2) تطور النمو السكاني على مدى سبعة الاف سنة الاخيرة.

ت	الزمن	عدد السكان (10^6*)	زمن التضاعف (yr)
1	5000 b.c	50	?
2	800 b.c	100	4200
3	200 b.c	200	600

4	1200 a.c	400	1400
5	1700 a.c	800	500
6	1900 a.c	1600	200
7	1965 a.c	3200	65
8	1990 a.c	5300	38
9	2020 a.c	about 8230	55

جدول (4-2)

تطور نمو سكان الأرض على مدى سبعة الاف سنة.

نلاحظ من جدول (4-2) ان عدد سكان الأرض قد إزداد خلال القرن الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل الضعف. اما في القرن العشرين فقد تضاعف بمعدل (3.3) مرات من ($1.6*10^9$) فرد عام (1900) م الى ($5.3*10^9$) فرد عام (1990) م، وهذا يعني ان النمو السكاني يتطلب زيادة في معدلات الإستهلاك وبشكل خاص المواد الغذائية والملابس والأثاث المنزلي والطاقة والمياه.

ان هذه الزيادة في الإستهلاك تفرز ملوثات صلبة وسائلة وغازية، ومعروف ان الإنسان كان ولايزال يعتمد بالدرجة الأساسية على الوقود الإحفوري في الحصول على الطاقة التي يحتاجها لغرض القيام بنشاطاته الحياتية المختلفة وذلك لسهولة الحصول على الوقود الإحفوري ونقله وخزنه وإستعماله. إن أوجه إستهلاك الطاقة متباينة بين مجتمع واخر ودولة واخرى وتعتمد على درجة التطور الإقتصادي والتكنولوجي والبشري. تستهلك الدول الصناعية الغربية كميات من الوقود الإحفوري تزيد كثيراً عن الدول النامية رغم قلة عدد سكانها. يعود السبب الى تطور إنتاجها الصناعي الواسع وإمتلاكها لعدد هائل من المصانع ووسائط وشبكات النقل والمواصلات. فضلاً عن ان الفرد الاوربي يستهلك من الطاقة عشرة اضعاف ما يستهلكه الفرد في بعض الدول النامية والفقيرة.

كانت إنبعاثات الدول الصناعية تمثل (60%) من الإنبعاثات العالمية عام (1970) م وانخفضت الى حوالي (49%) حالياً والسبب يعود إلى تزايد إنبعاثات بعض الدول النامية مثل الصين والهند والبرازيل خلال العقود الأربعة الأخيرة. ان الزيادة في عدد السكان يقود بالتاكيد الى زيادة في إستهلاك الطاقة وذلك لتعدد النشاطات التي يقوم بها الإنسان ومنها الصناعية والزراعية والمنزلية والتعدين والتنفس....الخ. تحتاج كل هذه الأنشطة الانسانية وغيرها إلى إستهلاك مصادر الطاقة وتؤدي الى تحرير غازات تلوث البيئة وتساهم في تفاقم ظاهرة الإحترار الكوني. وتتمثل أبرز اوجه النشاط الإنساني بالنقاط الآتية:

- زيادة التصنيع وإستبدال العامل بالالة في الدول الصناعية (الإعتماد بشكل أكبر على المكائن بدل القوة العضلية للعمال).

- إستخدام التكنيك والإنتاج الواسع في الزراعة لتلبية إحتياجات السكان الغذائية.
- إكتشاف مواد كيميائية جديدة لم تكن معروفة من قبل مصنعة من البترول (البتروكيمياويات).
- زيادة عدد السكان والمنازل وزيادة إستهلاك الطاقة الكهربائية فيها (غسل وكوي وطبخ وتدفئة.....الخ).
- تضاعف عدد وسائط النقل الشخصية والعامة (طيارات وقطارات وسفن وحافلات...الخ) التي تستخدم الوقود الإحفوري.
- تضاعف عدد سكان كوكب الارض قاد إلى زيادة في كمية المخلفات التي تتفسخ باعتبارها مواد عضوية مطلقة كميات هائلة من غازات ثاني أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان وغازات اخرى ملوثة للهواء تمساهم في تفاقم مشكلة الإحترار الكوني.
ان الزيادة الحاصلة في النمو السكاني تقود الى زيادة في كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للجو عن طريق التنفس.
- حاجه الإنسان المتزايدة الى الغذاء دفعته الى حرق الغابات وتحويلها إلى مراعي أو أراضي لزراعة المحاصيل مثل الذرة والحبوب والسكر والاعلاف....الخ.
- التوسع في عمليات التعدين والبناء أدت إلى إطلاق كميات هائلة من الأتربة والغبار (الأيروسول) إلى الغلاف الجوي.

4 - **تغييرات طبيعية (البراكين وحرائق الغابات):**

البركان هو عبارة عن تشقق في القشرة الارضية يقذف كميات كبيرة من الحمم البركانية (ألماغما) ومختلف أنواع الغازات الى الغلاف الجوي مما يؤدي الى حدوث تلوث في الهواء والماء والتربة. وتصل الإندفاعات البركانية الى طبقة التروبوسفير الهوائية وتؤثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون. تنتشر المواد البركانية في الجو لمسافات ولإرتفاعات بعيدة وتنقلها الرياح والتيارات الهوائية من مكان الى اخر وهي تؤثر بشكل سلبي على المناخ.

تطلق البراكين كميات من الرماد البركاني تقدر بالاف الأطنان بالاعتماد على شدة الإندفاعات البركانيه (8-0) درجة وتصل الى طبقات الغلاف الجوي وتؤثر في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى الأرض وبالتالي على درجة حرارة ومناخ الأرض.

تتكون الحمم البركانية من مواد صلبة منصهرة ذات درجات حرارة عالية جداً وغازات مختلفة يشكل بخار الماء النسبة الأكبر منها كما في الجدول (4-3).

ت	الغاز	الرمز الكيميائي	النسبة المؤية
1	بخار الماء	H_2O	70.75
2	ثاني اوكسيد الكربون	CO_2	14.07
3	الهيدروجين	H_2	0.33
4	النيتروجين	N_2	5.45
5	الأرغون	Ar	0.18
6	ثاني اوكسيد الكبريت	SO_2	6.40
7	ثالث اوكسيد الكبريت	SO_3	0.10
8	الكلور	Cl_2	0.05

جدول (4-3)
النسب المئوية للغازات في البراكين ورمزها الكيميائي.

تكوَن الغازات المختلفة (5%-1%) من الحجم الكلي للماغما البركانية وياتي على راسها كل من بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين وثاني اوكسيد الكبريت. تظهر الغازات المنطلقة والرماد المندفع من فوهة البركان على شكل غيمة نارية تبلغ درجة حرارتها (500°) وتتحرك باتجاه حركة الرياح والتيارات الهوائية وتنتشر لمسافات تقدر بمئات الكيلومترات.

ان البراكين ظواهر طبيعية تؤثر في درجة حرارة كوكب الأرض ومناخها من خلال :

- الطاقة الحرارية الهائلة المنطلقة من البراكين إلى الغلاف الجوي وسطح الأرض ترفع درجة حرارة الهواء والماء والتربة حيث يقوم كل من الماء والتربة فيما بعد بإشعاع الحرارة الى الغلاف الجوي. كما وتؤدي البراكين في كثير من الحالات الى نشوب حرائق في المدن والغابات مما يزيد من إنطلاق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو.
- يقوم الرماد البركاني (الأيروسول) المندفع الى الغلاف الغازي بتاثير مزدوج حيث يمنع الأشعة الشمسية من الوصول الى الأرض ومن جانب اخر يحبس الحرارة المنطلقة من الأرض الى الفضاء الخارجي.
- تلعب الغازات المنطلقة مع الحمم البراكانية مثل بخار الماء وثنائي أوكسيد والكربون وهما يشكلان النسبة الاعظم من الغازات المكونة للخليط الغازي(85%) المنطلق من البراكين ولها دور كبير في احتباس الحرارة التي تشعها الأرض والمحيطات الى الغلاف الجوي وتمنعها من الوصول الى الفضاء الخارجي.

- تصل بعض الغازات المصاحبة للحمم البركانية مثل غازي ثنائي أوكسيد الكبريت (SO_2) وكبريتيد الهيدروجين(H_2S) الى طبقة الستراتوسفير وتقوم بتحطيم جزيئات غاز الاوزون(O_3) الذي يلعب دور اساسي في حماية كوكب الأرض من تاثيرات الأشعة فوق البنفسجية الضارة من الوصول اليها.

الفصل الخامس

الإحتباس الحراري والغازات المسببه له

(5-1) مقدمة

(5-2) مفهوم التلوث

(5-2-1) تلوث الهواء

(5-2-2) مصادر تلوث الهواء

(5-2-3) أنواع الملوثات

(5-3)مفهوم ظاهرة الاحتباس الحراري

(5-4)الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري

(5-5)دورة ثاني اوكسيد الكربون في الطبيعة

(5-6)مصادر ثاني اوكسيد الكربون

(5-7) تاثير الرياح السمسية على رفع حرارة الارض

(5-8)النتائج المتوقعة من أرتفاع درجة حرارة الارض

الفصل الخامس

(5-1) مقدمة:

يعتقد الكثيرون إن بداية الاهتمام بظاهرة الإحتباس الحراري هو سبعينيات القرن العشرين وتحديداً بعد مؤتمر ستوكهولم العالمي للبيئة عام (1972) م الذي ناقش ولأول مرة هذه الظاهرة وأعدها ظاهرة تحتاج إلى الدراسات المستفيضة بغية الوصول الى نتائج تساعد العلماء على تحليل هذه الظاهرة وايجاد الحلول المناسبة لها. حذرت الأكاديمية العلمية الأمريكية (National Academy of Science) في سبعينات القرن الماضي من أخطار الإحتباس الحراري. كما وشهدت نفس الفترة اهتماماً كبيراً من قبل الهيئات الدولية والوطنية ووسائل الإعلام بظاهرة الإحتباس الحراري. الا ان هذا الإعتقاد هو إعتقاد خاطيء وذلك لان الإهتمام بظاهرة الإحتباس الحراري من خلال الإهتمام بموضوعة إرتفاع درجة حرارة الأرض بدأ به العالم الفرنسي فوريه (Fourier) عام (1842) م عندما حاول إيجاد تفسيراً او سبباً معقولاً لظاهرة دفء الأرض.

توصل العالم فوريه اثناء بحوثه الى إن السبب لابد وان يعود الى الغلاف الجوي للأرض الذي يعمل مثل سقف البيت الزجاجي حيث يحبس الحرارة تحته وبهذا توصل العالم فوريه الى نصف الحقيقة. أما العالم البريطاني تيندال (Tendal) الذي أجرى ابحاثاً مختبرية عام (1865) م على قدرة غازي ثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء على إمتصاص الحرارة وقام بقياسات توصل من خلالها إلى تحديد مسؤليتهما عن ظاهرة دفء الأرض (الإحتباس الحراري).

أبتكر مصطلح (الاحتباس الحراري) العالم الكيماوي السويدي،سفانتى أرينيوس، عام (1896) م، وقد أطلق أرينيوس نظرية أن الوقود الحفري المحترق سيزيد من تلوث الغلاف الجوي بكميات ثاني أكسيد الكربون وأنه سيؤدي إلى زيادة درجات حرارة الأرض. ولقد استنتج أنه في حالة تضاعف تركزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي فأننا سنشهد ارتفاعا بمعدل (5-4) درجة سليزية في درجة حرارة الكرة الأرضية، ويقترب ذلك على نحو ملفت للنظر من توقعات اليوم. أما العالم الأمريكي تشيمبرلين (Schemberlin) فقد أيد نظرية العالم السويدي ارهانيوس حول مسؤولية غاز ثنائي أوكسيد الكربون عن ظاهرة دفء الأرض وأضاف بأن لهذا الغاز دوراً اساسياً في حدوث العصور الجليدية الحديثة جيولوجياً.

ومن المعروف أن آثر الاحتباس الحراري ولملايين السنين قد دعم الحياة على هذا الكوكب. وفي مثل ما يحدث في درجة البيت الزجاجي فإن أشعة الشمس تتغلغل وتسخن الداخل إلا أن الزجاج يمنعها من الرجوع إلى الهواء المعتدل البرودة

في الخارج. والنتيجة أن درجة الحرارة في البيت الزجاجي هي أكبر من درجات الحرارة الخارجية.كذلك الأمر بالنسبة لأثر الاحتباس الحراري فهو يجعل درجة حرارة كوكبنا أكبر من درجة حرارة الفضاء الخارجي. ومن المعروف كذلك أن كميات صغيرة من غازات الاحترار المتواجدة في الجو تلتقط حرارة الشمس لتسخن الأراضي والهواء والمياه مما يبعث الحياة على الأرض.

لكن الملوثات الغازية الضارة الناتجة من النشاطات الانسانية على الارض قد رفعت مستوى الاحتباس الحراري أكثر من الحد المسموح به بحيث أصبحت الحرارة عاملا ضارا للكائنات الحية ويهدد النظم البيئية والحياة على الارض وسنتناول في هذا الفصل أنواع الغازات الملوثة للجو وعلاقتها بالاحتباس الحراري.

(2-5) مفهوم التلوث:

التلوث هو اطلاق عناصر أو مركبات كيميائية سائلة او صلبة او غازية الى محيط البيئة (الهواء والماء والتربة) مما يقلل من نقائها. او بمعنى اخر فأن التلوث يعني عدم قدرة الانسان على التحكم في النفايات المختلفة وعدم تصريفها بطريقة سليمة مما يؤدي الى تراكمها في محيط البيئة وبالتالي تلويثها.

(5-2-1) تلوث الهواء:

ترجع بداية تلوث الهواء بسبب النشاط البشري الى اكتشاف الانسان لمصادر الطاقة واولها هي استخدام الخشب كوقود، ثم ازدادت ظاهرة التلوث في المدن بالذات عندما بدأ استخدام الفحم بدل الخشب كمادة رئيسية للوقود وفي القرن الثاني عشر الميلادي شعر الانسان بمخاطر التلوث واصدرت الحكومات انذاك عدة قوانين وقيود على استخدام الفحم كما هو الحال في برطانيا وفرنسا. وقد صدر اول كتاب عن التلوث من قبل العلم جون ايفيلين في العام (1661) م عزى فية سبب التلوث في بعض المدن ومنها لندن الى استخدام الفحم كوقود في المنازل والمصانع بشكل كبير مما ادى الى تكوين ما يسمى بالدخان الضبابي فوق هذه المدينة، وفي القرن الثامن عشر بدأت الصحف بنشر المقالات التي تحذر من التلوث الذي انتشر في مدن العالم الصناعية الوربية والامريكية.

ان التلوث الهوائي في الوقت الحاضر يمثل مشكلة كل العالم حيث تقدر الملوثات التي تطلق في الجو بنحو (400) مليون طن سنويا والنسبة العظمى هي في الدول الصناعية مثل امريكا واوربا واليابان والصين وبعض الدول الاخرى. ومما يمكن تعريف التلوث الهوائي بأنه حدوث تغيير هام في نسب المواد المكونة له يترتب على هذا التغيير حدوث اضرار بيئية وصحية كبيرة للكائنلت الحية على الارض.

(5-2-2) مصادر تلوث الهواء:

يمكن تقسيم مصادر تلوث الهواء الى نوعين من المصادر هي :

- **مصادر طبيعية:** وهي المصادر التي لايكون للانسان دخل فيها مثل حدوث العواصف وتطاير الرمال والاتربة وحرائق الغابات ورذاذ البحر والتحلل العضوي الحيوان والنبات والبراكين.
- **مصادر غير طبيعية** : وهي المصادر التي يسببها النشاط البشري وتقسم الى قسمين:

a) **مصادر متحركة:** وتشمل وسائط النقل المختلفة من سيارات وقطارات وطائرات وسفن بحرية وغيرها، حيث تطلق هذه المصادر العديد من الغازات والمواد الضارة في المحيط الهوائي مثل اول وثاني اوكسيد الكربون واكاسيد النتروجين واكاسيد الكبريت واكاسيد وكلوريدات الرصاص وبعض الهيدروكربونات كالميثان والايثان والاثلين وغيرها.

b) **مصادر ثابتة:** وتشمل المنشآت الصناعية المختلفة مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومنشآت صناعة النفط والغاز الطبيعي ومصانع الاسمنت ومواد البناء والسماد والاصباغ والمعادن كالذهب والالمنيوم والحديد ومدافن النفايات العضوية وغير العضوية ومحارق النفايات الطبية

والخطرة وغيرها من الصناعات التي تستخدم الوقود الاحفوري في انتاجها.

فعلى سبيل المثال لا الحصر تؤدي صناعة النفط الى تلوث الهواء بأكاسيد الكبريت والنتروجين والامونيا واول اوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين، وتطلق صناعة الالمنيوم والاسمدة الفوسفاتية غاز فلوريد الهيدروجين وغيره من مركبات الفلور. وتنبعث بعض الغازات كالميثان واكاسيد الكربون والامونيا وكبريتيد الهيدروجين من النفايات العضوية في مرادم النفايات، وتنطلق السيليكا والغبار والاتربة (العوالق الجوية)في الهواء المحيط بمصانع السمنت والمحاجر والكسارات واعمال الهدم والبناء. وتنبعث اكاسيد الحديد في المناطق التي توجد فيها صناعة الحديد والصلب كما تنطلق بعض المواد والمركبات العضوية الطيارة في الهواء المحيط بمصانع الاصباغ ومستودعات البترول.

(5-2-3) أنواع الملوثات:

يمكن تقسيم الملوثات الجوية حسب نوعها الى نوعين:

- **الملوثات الغازية**: وتشمل هذه الملوثات غازات اول وثاني اوكسيد الكربون، اكاسيد النتروجين، الهيدروكربونات، واكاسيد الكبريت، الاوزون. وهي كما يلي:

a) **أول أوكسيد الكربون (CO):** وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة ومن أشد الغازات الملوثة للهواء سمية، ينتج هذا الغاز في المدن الكبيرة والمزدحمة من وسائط النقل وكذلك من مصافي تكرير النفط ومصانع الورق ومصانع الحديد والصلب وينتج بكثرة من عمليات الاحتراق غير المتكامل ويتكون هذا الغاز من اتحاد ذرتي كربون معذرة اوكسجين مكونة جزيئتين منه بوجود مصدر حراري وحسب المعادلة التالية:

$$2C + O2 \xrightarrow{\Delta} 2CO$$

عندما يتنفس الانسان الهواء الملوث بهذا الغاز فأنه يتحد مع هيموغلوبين الدم ويكون مركب الكربوكسي هيموغلوبين (Carboxy hemoglobin) ويؤدي الى تقليل نسبة الهيمغلوبين في الدم اللازمة لنقل الاوكسجين الى اعضاء الجسم مما يؤدي الى التسمم.

b) **أكاسيد النتروجين(NO_X):** تتكون من اتحاد الاوكسجين مع النتروجين وهي تشمل اوكسيد النتريك وهوغاز بني محمر وله رائحة نفاثة وذو اثر سام.وهذه الاكاسيد تحدث تلوثا للهواء نتيجة احتراق الوقود الاحفوري مثل الفحم والكازولين والديزل والمواد المحتوية على نسبة صغيرة من المركبات العضوية النتروجينية وكذلك بعض العمليات الكيمياوية داخل المصانع.ان

التعرض للتركيزات العالية من هذه الاكاسيد يؤدي الى الاصابة بتلف الرئتين وكذلك التهاب العيون، وهذه الاكاسيد تسبب الامطار الحامضية.

c) **الهيدروكربونات (HC):** وهي عبارة عن مركبات غازات سريعة التبخر مثل الميثان أو غير مشبعة مثل الاثلين أو الاستيلين أو مركبات صلبة أو سائلة مستقرة مثل البنزين او البنزوبايرين. وهذه المركبات ناتجة من الاحتراق غير الكامل للوقود وخاصة في وسائل النقل عندما تكون المحركات غير سليمة، كما تنتج هذه المركبات من الصناعات المختلفة والمواقد والافران واستخدامات الانسان المنزلية. وتعتبر الهيدروكربونات مواد سامة تسبب امراضا خطيرة مثل تلف الكلى والكبد والحنجرة والتحجر الرئوي والتهابات الجهاز التنفسي ويزداد تأثيرها عندما تتفاعل مع اكاسيد النتروجين في وجود ضوء الشمس لتكون مركبات تسمى مركبات الضباب الاسود والتي لها أثر سمي شديد على الكائنات الحية. كما تتفاعل هذه المركبات عند صعودها الى طبقات الجو العليا مع غاز الاوزون لتشكل جذورا كربونية حرة تتفاعل مع مركبات اخرى مكونة مايعرف بالضباب الدخاني.

d) **أكاسيد الكبريت (SO_X):** تتواجد اكاسيد الكبريت في الهواء على هيئة ثاني اوكسيد الكبريت (SO_2) وثالث اوكسيد الكبريت (CO_3) وتتميز هذه الغازات برائحتها النفاذة وخواصها التأكلية. وغاز ثاني اوكسيد الكبريت غاز غير قابل للاشتعال وعديم اللون وينتج من مصادر طبيعية مثل البلاكين والينابيع الكبريتية وتحلل المواد الكبريتية وكذلك من مصادر صناعية ومن احتراق البترول والفحم ومصانع تكرير البترول، ويؤدي استنشاق هذا الغاز الى الاصابة بالكثير من الامراض التنفسية مثل السعال والربو وعند اتحاد هذا الغاز بالاوكسجين يكون مركبات حامضية في الجو تسقط مع الامطار وتؤذي التربة والزراعة وباقي الكائنات الحية.

e) **الاوزون (O_3):** هو غاز سام ذو رائحة خانقة يتكون نتيجة تفاعل اكاسيد النتروجين مع الهيدروكربونات في وجود اشعة الشمس وهو احد مكونات الضباب الدخاني، والاوزون أحد أخطر الملوثات المؤكسدة واستنشاقه يؤدي الى تهيج الجهاز التنفسي ويسبب السعال وتورمات خبيثة في الرئتين كما يؤثر الغاز على النباتات ويسبب تبقعها مثلالعنب والقمح والبطاطس وغيرها.

- **الجسيمات العالقة:** وهي مجموعة من المواد الترابية والرملية والغبار والدخان والدقائق الغازية واليروسول (Aerosols) والرماد البركاني والجسيمات الحية العالقة في الهواء مثل الميكروبات والجراثيم وكذلك الغبار المعدني الذي يحتوي على دقائق فحمية وخزفية والياف وهي كما يلي:

a) **الايروسول (Aerosols):** وهي جزيئات صلبة اوسائلة تستطيع ان تبقى معلقة في الهواء بسبب صغر حجمها.
b) **الغبار:** وهو مواد دقيقة وصلبة منها غبار الاسبستوز الذي هوعبارة عن سليكات تؤثر على الرئتين ي حالة استنشاقه وتسبب التليف وكذلك الغبار المسبب للحساسية مثل حبوب اللقاح والبكتريا والفطريات والمكروبات.
c) **الدخان:** وهودقائق صلبة تتكون عندما تتكاثف الابخرة اوعند حدوث تفتعلات كيمياوية.
d) **الضباب:** وهي جزيئات سائلة يصل قطرها الى (100µm).
e) **الهباء (السخام):** وهوجزيئات كربون متناهية في الصغر تتجمع مع بعضها بصورة سلاسل طويلة.
تؤثر الجسيمات العالقة على الجهاز التنفسي بأنواع الامراض مثل التليف والسرطان وغيرها.
f) **الرصاص:** وهومن الجزيئات الخطرة على الكائنات الحية نظرا لسميتها العالية، ينتج الرصاص من عوادم السيارات على شكل جزيئات او غبار محمل بأكاسيدوكلوريدات الرصاص التي تتحول في الجو الى كربونات الرصاص، يؤدي المتعرض للرصاص الى الضعف العام والغيبوبة ثم الموت.

- **الملوثات الغازية الثانوية:** تشكل الهيدروكربونات والنتروجين تحت ضوء الشمس مركبات أكثر تعقيدا ومنها نترات البيروكسيل (PAN) وهومن المركبات التي تسبب الحساسية ومن هذه الملوثات هي:

a) **المؤكسدات الضوئكيميائية:** تحدث سلسلة من العمليات الجوية التي تثيرها الاشعة الشمسية عند تراكم المواد العضوية النشكة واكاسيد النتروجين وتتعرض للاشعة فوق البنفسجية ستتكون منها مركبات جديدة تشمل الاوزون ونترات البيروكسيل التي تعمل على تقليل الرؤيا وتآكل المعادن وزيادة امراض الجهاز التنفسي.
b) **الدخان الضبابي الفوتوكيميائي:** يتكون الدخان الضبابي من ثاني اوكسيد النتروجين والمواد الهيدروكربونية غير المحترقة احتراقا كاملا من عوادم الاليات، وعند تعرض غاز ثاني اوكسيد النتروجين لاشعة الشمس سوف يمتصها وينقسم الى اوكسيد النتريت والاوكسجين الذري (O). وتتفاعل الهيدروكربونات بوجود الاوزون واشعة الشمس والذي ينتج عنه تكون الدخان الضوئكيميائي.

ان طبقة الاوزون هي جزء مهم من الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الارضية وتعتمد فعاليتها على التوازن الصحي للمواد الكيمياوية ولكن بسبب طموحات الانسان التي تصل الى حد الدمار جعل من هذه المواد الكيميائية مادة تساعد على اتلاف وتدمير طبقة الاوزون، حيث ان اول اوكسيد النتروجين ولوبكميات قليلة يلعب دور مهم في تحويل الاوزون الى اوكسجين.وكذلك هنالك تأثير كبير لاستخدام المخصبات النتروجينية في الزراعة واستخدام الكلور والفلور الذي يسبب تطايره في الهواء الجوي وصعوده الى طبان اي انخفاض في مقدار طبقة الاوزون ولو بنسبة (1%) يؤدي الى زيادة نسبة الاشعة فوق البنفسجية الواصلة الى سطح الارض والتي تسبب مشاكل صحية كثيرة للانسان مثل فقدان المناعة وسرطانات الجلد والعمى المؤقت والدائمي كما باتلاف النباتات والخضر التي تسبب بنقص حاد في الموارد الغذائية للانسان والحيوان.

كل هذه الملوثات اضافة الى ماتنتجه من تأثيرات بيئية وصحية على الكائنات الحية فهي سبب رئيسي في رفع درجة حرارة الارض ودعم ظاهرة الاحتباس الحراري.

(3-5) مفهوم ظاهرة الإحتباس الحراري:

ظاهرة الاحتباس الحراري هي الارتفاع التدريجي في درجة حرارة الطبقة السفلى القريبة من سطح الأرض من الغلاف الجوي المحيط بالأرض. وسبب هذا الارتفاع هو زيادة انبعاث الغازات الدفيئة أو غازات الصوبة الخضراء (green house gases)، وأهم هذه الغازات، الميثان الذي يتكون من تفاعلات ميكروبية في حقول الأرز وتربية الحيوانات المجترة ومن حرق الكتلة الحيوية (الأشجار والنباتات ومخلفات الحيوانات)، كما ينتج من مياه المستنقعات الآسنة. وبالإضافة إلى الميثان هناك غاز أكسيد النيروز (يتكون أيضا من تفاعلات ميكروبية تحدث في المياه والتربة) ومجموعة غازات الكلوروفلوروكربون (التي تتسبب في تآكل طبقة الأوزون) وأخيرا غاز الأوزون الذي يتكون في طبقات الجو السفلي.

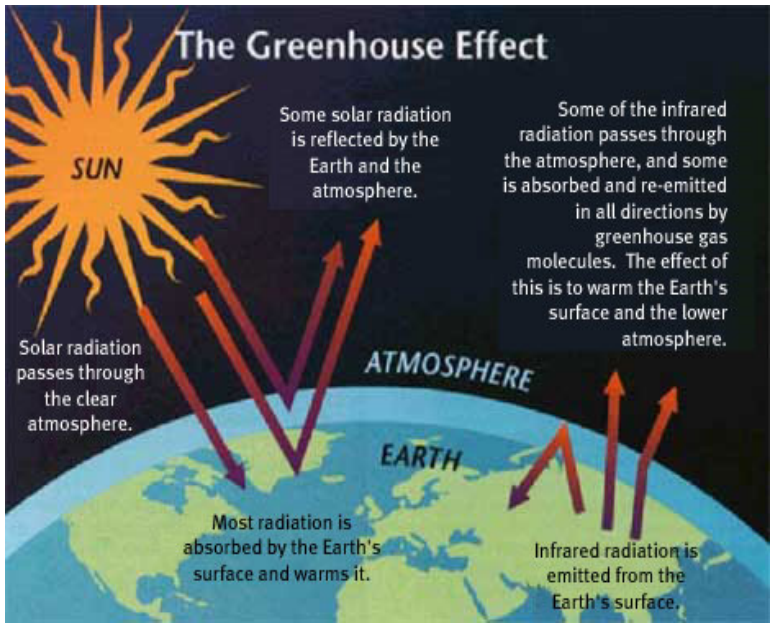
والاحتباس الحراري هي ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في تدفق الطاقة الحرارية من البيئة و إليها. و عادة ما يطلق هذا الاسم على ظاهرة ارتفاع درجات حرارة الأرض في معدلها. و عن مسببات هذه الظاهرة على المستوى الأرضي أي عن سبب ظاهرة إرتفاع حرارة كوكب الأرض ينقسم العلماء إلا من يقول أن هذه الظاهرة طبيعية و أن مناخ الأرض يشهد طبيعيا فترات ساخنة و فترت باردة مستشهدين بذلك عن طريق فترة جليدية أو باردة نوعا ما بين القرن (17 و 18) في أوروبا، وفريق آخر يعزون تلك الظاهرة إلى تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

إن اشعة الشمس التي تصل للأرض هي المصدر الأساسي للطاقة ومنها تستمد الأرض الحرارة التي تحتاجها من اجل إستكمال الحياة. فالنبات يستفيد من الطاقة الواصلة عبر أشعة الشمس مستفيداً من الكربون الموجود في غاز ثنائي أوكسيد الكربون والماء ليقوم بعملية التركيب الضوئي اللازمة لإستمرار الحياة فوق الأرض كما في المعادلة التالية:

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12} + 6O_2$$ ---------- [1]

وبدون أشعة الشمس والطاقة الناتجة عنها لاصبحت الأرض كوكباً بارداً لايمكن العيش به ولا يحتوي على كائنات حية. و كما اسلفنا في الفصول السابقة فأن الشمس هي عبارة عن مفاعل نووي هائل تحدث فيه تفاعلات نووية تصل درجة الحرارة حوالي (15) مليون درجة مطلقة. إذ تتحد إثنين من البروتونات (الهيدروجين) مع إثنين من النيوترونات لتكوين ذرة واحدة من الهليوم (He) مع فقدان قدر قليل من الكتلة التي تتحول الى طاقة حرارية هائلة تطلقها الشمس الى الكواكب المحيطة بها ومنها الأرض. تعرف الأشعة الشمسية بانها إشعاعات كهرومغناطيسية تنبعث في مسار مستقيم وبسرعة (300) الف كيلومتر في الثانية الواحدة على شكل تموجات تدعى الفوتونات (Photons) التي تحمل معها الطاقة الى الأرض. ويمكن التمييز بين مختلف الإشعاعات الشمسية من خلال أطوال موجاتها والتي تقاس بالنانومتر ويساوي واحد من المليون من المليمتر. وتستطيع عين الإنسان رؤية الإشعاعات التي أطوالها بين (750-390) نانومتر وتسمى الإشعاعات المرئية.

يصل حوالي (50%) من مجموع الأشعة الشمسية التي تخترق الغلاف الجوي بإتجاه الأرض لتزويدها بالطاقة اللازمة لتسخين اليابسة والمحيطات ويقوم النبات بالإستفادة منها في عملية التركيب الضوئي. تقوم الغيوم بإمتصاص وعكس (42%) من الأشعة الواصلة الى الغلاف الجوي فيما ترتد (5%) من الإشعاعات الى الفضاء الخارجي نتيجة لإصطدامها بالجسيمات الصلبة الموجودة في الغلاف الجوي بينما تنعكس (3 %) من الأشعة الكونية الى الفضاء الخارجي بعد اصطدامها بالأرض(ظاهرة الالبيدو) دون تغير في اطوال موجاتها كمامبين في الشكل (5-1).



الشكل (5-1)
يبين تأثير ظاهرة البيوت الخضراء

إجتاحت الثورة العلمية الصناعية بلدان اوربا وإستبدلت نمط الإنتاج اليدوي الفردي باسلوب الإنتاج الالي الصناعي الواسع. إستطاع الإنسان وبفضل تطور الإكتشافات العلمية وزيادة إستخدام الالات من تطوير الإنتاج الصناعي والزراعي وزاد من إنتاجية العمل بعد ان زاد من إستخدام الالات بدل القوة العضلية للإنسان القابلة للتعب والإرهاق. وصاحب هذا التطور في عملية الإنتاج حاجة ملحة لبناء تجمعات عمالية سكانية تستوعب الهجرة الحاصلة من الريف الى المدن وازدادت عدد المناجم التي يستخرج منها الفحم الحجري والمعادن الضرورية للصناعة وتنامي الحاجة الى وسائط نقل وغيرها.

ان الزيادة الحاصلة في الإنتاج الصناعي والزراعي صاحبتها زيادة مطردة في إستهلاك الطاقة الناتجة عن حرق الأخشاب والفحم الحجري وبقية انواع الوقود الإحفوري. لاحظ العلماء البيئيون والمختصون بالأنواء الجوية ان هناك إرتفاعاً تدريجياً في معدلات درجات الحرارة على الصعيد العالمي ابتداءاً من عصر الثورة العلمية الصناعية التي شهدتها اوربا في منتصف القرن الثامن عشر وقد اكدت البيانات الإحصائية المناخية صحة هذه المعلومات.

ومن المعروف ان جميع انواع الوقود الإحفوري هي مركبات عضوية هيدروكاربونية تتكون من اتحاد عنصري الكربون والهيدروجين مع عناصر كيميائية اخرى منها الكبريت والرصاص والنيتروجين والأوكسجين. يدخل الكربون كمكون اساسي في التركيب الكيميائي للجزيئات الهيدروكاربونية لذلك فان اي تفاعل او حرق للوقود الإحفوري ينتج غاز ثنائي اوكسيد الكربون وطاقة (E) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O + E \quad \text{-------} \quad [2]$$

هذا وينتج عن حرق الوقود الإحفوري الحاوي على شوائب من عناصر كيميائية مختلفة مثل الكبريت والنيتروجين والرصاص وغيرها علاوةً على غاز ثنائي اوكسيد الكاربون إنبعاث غازات أخرى مثل ثاني اوكسيد الكبريت والتي تزيد من تلوث البيئة وتخل بالتوازن البيئي الطبيعي. ويتحمل الإنسان من خلال نشاطاته المختلفة في الصناعة والزراعة والنقل والتعدين والتدفئة المسؤلية الرئيسة عن إرتفاع تركيزات غازات الدفيئة (غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز اوكسيد النتروز) في الغلاف الجوي لكوكب الأرض.

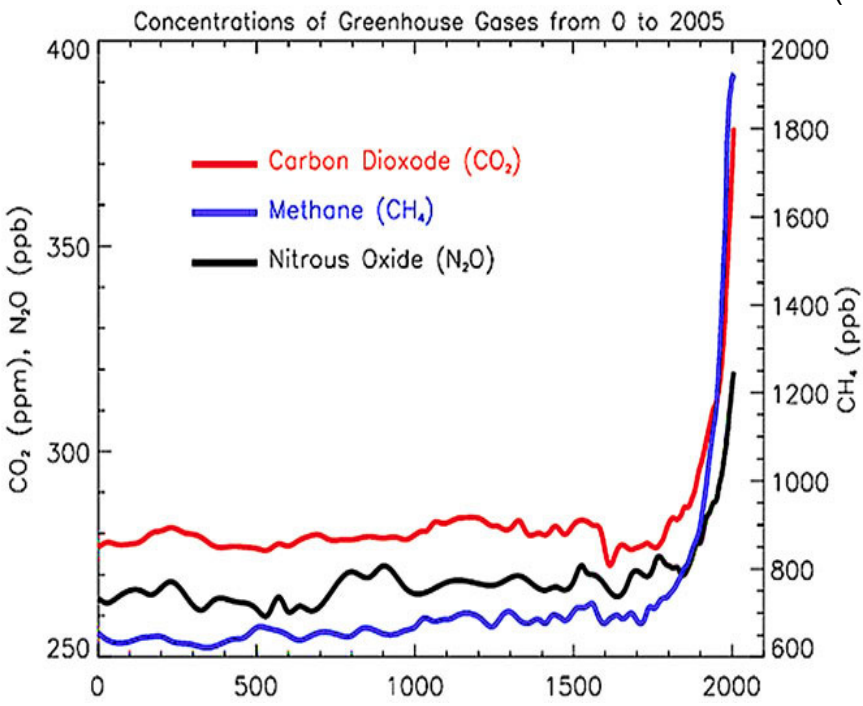
من المعروف ان الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة في الفضاء القريب من الارض وهي التي تمد الأرض بالدفء والحرارة عن طريق الأشعة التي تطلقها والتي تمر بالغلاف الجوي وصولاً الى الارض. تكتسب الأرض كأي جسم صلب الحرارة وتسخن وتقوم بعد ذلك بإطلاق جزء من الحرارة الى المحيط الخارجي على شكل أشعة حرارية تسمى الأشعة تحت الحمراء. ومن خواص غازات ثنائي اوكسيد الكربون والميثان واوكسيد النتروز وبخار الماء انها تقوم بإمتصاص الأشعة تحت الحمراء التي تطلقها الأرض ولا تسمح لها بالنفاذ الى الفضاء الخارجي فتحبسها في طبقات الهواء القريبة من سطح الارض. كما وان غازات الإحتباس الحراري عندما تمتص الأشعة تحت الحمراء المنطلقه من الارض تزداد حرارتها وطاقتها الحركية مما يؤدي الى ازدياد تصادمات جزيئاتها مع بعضها البعض ومع جزيئات الغازات الأخرى المكونة للهواء مولدة طاقة اضافية تساهم في إرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض.

تقوم غازات الإحتباس الحراري برفع درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض وتساهم نفس الغازات بخفض درجة حرارة الطبقات العليا من الهواء في طبقة التروبوسفير.

إن ظاهرة الإحتباس الحراري لم تكن محسوسة ومعروفة في بداية الثورة الصناعية وذلك لأن تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون والغازات الأخرى المسببة لهذه الظاهرة لم تكن عالية كما هي عليه الان. كلما ارتفعت تركيزات غازات

الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض قلت كمية الأشعة تحت الحمراء النافذة الى الفضاء الخارجي وهذا ما يفسر بروز ظاهرة الإحتباس الحراري في العقود الثلاثة الأخيرة.

وقد وجد أن نسبة غاز ثنائي اوكسيد الكربون في الهواء والناتجة عن حرق الوقود الإحفوري قد ارتفعت من (280) جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى (380) جزء بالمليون في بداية القرن الحالي. وإرتفعت نسبة غاز الميثان في الهواء من (848) جزء بالبليون قبل الثورة الصناعية الى (1800) جزء بالبليون في بداية القرن الحالي. اما غاز اوكسيد النتروز فقد إرتفعت نسبته من (280) جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية الى (312) جزء بالمليون في بداية القرن الحالي كما في الشكل (1-5).



شكل(2-5)

يمثل تزايد تركيزات غازات الدفيئة إعتباراً من الثورة الصناعية وحتى عام (2005)

يسهم غاز ثنائي اوكسيد الكربون بحوالي (50 %) من إسهامات غازات الإحتباس الحراري الاخرى بسبب كمياته العالية المنطلقة للغلاف الجوي على الرغم من إمتصاص النباتات لحوالي (25 %) من هذا الغاز وذوبان حوالي (25 %) من

نفس الغاز في البحار والمحيطات والتي تعد مغاطس طبيعية تخلص المحيط الحيوي من غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

أما المحيط المتجمد الجنوبي فيمتص حوالي (25 %) من تركيزات الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. يقوم كل من الغطاء النباتي والمحيطات والمحيط المتجمد الشمالي والجنوبي بامتصاص الغاز وخزنه مما يبقيه حبيساً هناك مما يلغي اسهامه في ظاهرة الإحتباس الحراري وفي إرتفاع درجة حرارة الارض

إن زيادة نسبة غازات الإحتباس الحراري في الهواء وعدم إمكانية الطبيعة التخلص من الفائض من هذه الغازات سبب خللاً في التوازن البيئي لم يكن موجوداً قبل الثورة العلمية والصناعية والإنفجار السكاني الذي أعقبها. وتلعب زيادة تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون دوراً كبيراً في زيادة نمو النباتات لاعتمادها عليه في عملية التركيب الضوئي.

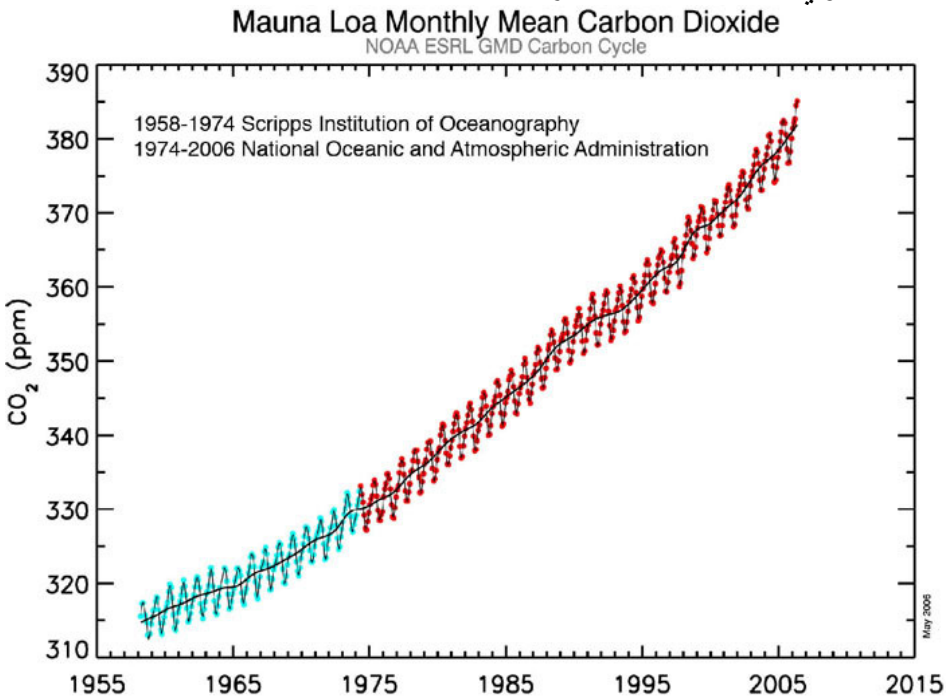
(4-5) الغازات المسببة لظاهرة الإحتباس الحراري:

من المعروف ان غازات الإحتباس الحراري وخصوصاً بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون وأوكسيد النتروز والميثان لهم دوراً مهماً في رفع درجة حرارة الأرض ولولاهم لكانت معدلات درجة حرارة الارض وغلافها الجوي تقل عن درجة الصفر المئوي بكثير ولانعدمت الحياة على هذا الكوكب. تلعب غازات الدفيئة دوراً مهماً في رفع درجة حرارة كوكب الأرض من (°18-) تحت الصفر إلى خمسة عشر درجة مئوية وبذلك تساهم في بقاء كوكب الأرض مكاناً قابلاً للحياة. الا ان الزيادة في تركيزات هذه الغازات التي أطلقت بعد الثورة الصناعية قاد وسيقود الى ارتفاع في درجة حرارة الغلاف الجوي للارض عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية مما يهدد بحصول كوارث طبيعية كالاعاصير والفيضانات والجفاف والحرائق

وقد بينت القياسات الحديثة لتركيزات غازات الاحتباس الحراري بوضوح ان الانسان ومن خلال تنوع أنشطته المختلفة أخل بالتوازن الغازي لمكونات الغلاف الجوي مما أدى الى إرتفاع في نسب بعض الغازات وبشكل خاص الغازات التي تؤثر وبشكل مباشر في رفع درجة حرارة الغلاف الجوي. وكانت نتيجة زيادة إستهلاك الإنسان للطاقة أن ازدادت تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون بمعدل (30 %) والميثان بمعدل (150%) وأوكسيد النتروز بمعدل (17%) عن معدلاتها قبل الثوره الصناعيه.

أثبتت القياسات التي أجريت بعد القياسات الأولى لغاز ثنائي أوكسيد الكربون التي قام بها العالم تشارلز كيلنك عام (1950) م في منطقة (Mauna Loa) في جزيرة هاواي إلى وجود تزايد في تركيزات هذا الغاز حتى بلغت(380) جزء بالمليون (0.038%) عام(2005) م وتمثل هذه التركيزات لغاز ثنائي أوكسيد الكربون الأعلى

منذ(700) الف عام مضت والشكل(5-2) يمثل ارتفاع معدل تراكيز هذا الغازفي الغلاف الجوي للخمسين سنة الاخيرة.



شكل (5-3)

يمثل إرتفاع معدلات غاز ثنائي أوكسيد الكربون للخمسين سنة الاخيرة

تتكون المركبات العضوية من عنصري الكربون والاوكسجين بشكل اساسي وان إحتراقها (تفاعلها الكيميائي مع الأوكسجين) يولد غاز ثنائي أوكسيد الكربون كناتج لعملية التفاعل. يولد حرق الوقود الإحفوري (الفحم حجري والنفط والغاز الطبيعي) غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذي يتصاعد الى الغلاف الجوي. يقوم الغطاء النباتي بالإستفادة من ربع كمية هذا الغاز في عملية التركيب الضوئي بينما تقوم المحيطات والبحار بامتصاص نفس الكمية من هذا الغاز المنطلقة للغلاف الجوي. وهذا يعني ان نصف كمية غاز ثاني اوكسيد الكربون تبقى في الغلاف الجوي للارض مما يزيد من تركيزات هذا الغاز وهذا هو سبب التغير الذي طرأ على مناخ الأرض بعد الثورة الصناعية. وكذلك بالنسبة لبقية الغازات المسببة لهذه الظاهرة.

والجدول (5-1) يبين تراكيز الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري ومدة بقائها في الغلاف الجوي.

ت	الغاز	قبل الثوره	التركيز عام	نسبه التغير	مده البقاء في

		الصناعيه	1998	بالتركيز لكل عام	الغلاف الجوي (عام)
1	رابع فلوريد الميثان	40 ppt	80 ppt	1.0 ppt	50000
2	الفريون FCKW	0	268 ppt	- 1.4 ppt	45
3	أوكسيد النتروز	270 ppb	314 ppb	0.8 pp	114
4	الميثان	700 ppb	1745 ppb	7.5 ppb	12
5	ثاني أوكسيد الكربون	280 ppm	365 ppm	1.5 ppm	5-200

((ppt) = جـزء بـالترليون ،،،،(ppb) = جـزء بـالبليون،،،، (ppm) = جـزء بالمليون)

جدول

(1-5) يمثل تراكيز الغازات المسببة للإحتباس الحراري ومدة بقائها في الجو

تمكن هانز سويس (Hanz Swiss) في خمسينيات القرن الماضي عند تحليله لنظائر الكربون من اثبات ان مصدر ثنائي أوكسيد الكربون الموجود في الجو يعود الى حرق الوقود الإحفوري. من جانب اخر اثبتت التحاليل العديدة التي اجريت في أماكن مختلفة لمياه البحر الى تطابق النتائج مع النتائج التي توصل لها العالم هانز سويس.

ومن الجدير بالذكر هنا ان أية زيادة في عدد البراكين وحرائق الغابات تؤثر بشكل ملحوظ على نسب غازات الإحتباس الحراري في طبقة الغلاف الجوي القريبة من الأرض. تؤدي الزيادة في تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكربون و في زيادة في حالات الجفاف الناتج منها وهذا ما اثبتته الأعوام مابين(2003-2002) م إذ ارتفعت درجة حرارة الصيف مما ادى الى حصول جفاف ونشوب حرائق للغابات في كل من الولايات المتحدة الامريكية والبرتغال و ايطاليا و تركيا واليونان ولبنان.

يتحمل الإنسان ومن خلال تعدد أنشطته الحياتية (الصناعية والزراعية والمنزلية) المسؤلية الكاملة عن زيادة إنبعاثات غازات الدفيئة وهو الوحيد القادر على خفض هذه الانبعاثات. وتمثل تاثيرات غاز ثنائي أوكسيد الكربون (64%) من تاثيرات غازات الإحتباس الحراري اما بقية غازات الإحتباس الحراري مثل الميثان و الفريون وأوكسيد النتروز ورابع فلوريد الميثان وغيرها فان تاثيراتها تمثل (36%) فقط من تاثيرات غازات الإحتباس الحراري بإستثناء تاثيرات بخار الماء.

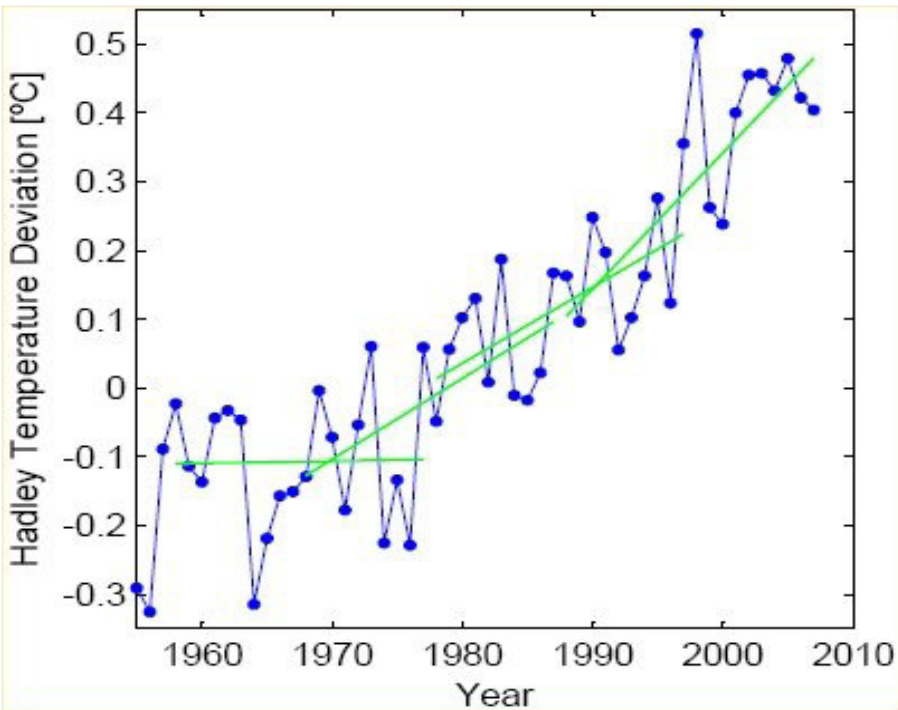
يعد بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي اكثر الغازات المسببة لظاهرة احترار الارض وان نسبته تفوق مجموع نسب بقية الغازات المسببة لهذه الظاهرة. غير ان العلماء والمهتمين بدراسة التغير المناخي يركزون على بقية الغازات لسببين أولهما ان الإنسان وحده المسؤل عن زيادة تركيزاتها وهو الوحيد القادر على خفض

هذه الإنبعاثات الغازية وثانيهما ان الإنسان مسؤول بشكل غير مباشر عن زيادة تركيزات بخار الماء في الغلاف الجوي لكنه غير قادر حاليا على خفض هذه النسبة.

ان مصدر بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي هو عمليات التبخر المائي للمحيطات والبحار والبحيرات والانهار وعملية النتح للغطاء النباتي وتنفس الإنسان وبقية الحيوانات وخطوط المياه التي يخلفها الطيران المدني والحربي في الجو. تبلغ نسبة بخار الماء في الهواء (0.25%) وتختلف من موقع لاخر ومن وقت لاخر في المكان الواحد على عكس من بقية غازات الدفيئة التي تنتشر في الغلاف الجوي والتي تكون تركيزاتها متساوية في جميع المناطق فوق سطح الكرة الأرضية. تقدر كمية بخار الماء الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب الارض بـ ($4 \times 10^{21} m^3/yr$) وهي كمية تعادل تقريباً كمية المياه الموجودة في بحر الشمال الواقع بين السويد والدنمارك وفنلندا والمانيا وبولونيا ودول البلطيق في شمال أوربا وتتكاثف وتسقط على شكل أمطار او ثلوج على الأرض.

ويعتمد تركيز بخار الماء في الجو على درجة الحرارة حيث ان إرتفاعها يؤدي الى زيادة عملية التبخر وذلك لان جزيئات الماء وبارتفاع درجة الحرارة تزداد طاقتها الحركية فتتباعد الجزيئات فيما بينها وتزداد التصادمات بينها وتتحرر من قوة الشد التي تربطها بالجزيئات الأخرى وتتحول بذلك من الحالة السائلة الى الحالة الغازية على شكل بخار ماء يتصاعد الى الغلاف الجوي. وبعكس هذه العملية حيث يؤدي إنخفاض درجه الحرارة إلى فقدان الجزيئات للطاقة الحركية فتتقارب الجزيئات فيما بينها وتقل تصادماتها وتتكاثف وتتحول الى قطرات من الماء (مطر). ان مدة بقاء بخار الماء في الغلاف الجوي وهي المدة الزمنية مابين التبخر والتهطال قصيرة جداً لاتتعدى بضعة أيام عكس بقية غازات الدفيئة التي تقدر مدة بقائها بالغلاف الجوي بالأعوام.

تؤدي الدقائق الصلبة العالقة بالهواء (Aerosols) دوراً ثانوياً في ظاهرة الإحتباس الحراري لان لها دوراً مزدوجاً، فهي من جانب تساهم في عكس الأشعة الكونية الحرارية المتجهة للأرض مروراً بالغلاف الجوي وبهذا تساهم في خفض درجة حرارة الأرض، ومن جانب اخر تمنع الأشعة الحرارية طويلة الموجة من الإفلات للفضاء الخارجي وتحبسها في طبقات الجو القريبة من سطح الارض وهي بذلك تساهم في رفع درجة حرارة كوكب الأرض.والشكل (3-5) يبين مقدار ارتفاع درجة الحرارة على سطح الارض خلال الخمسين سنة الاخيرة.



شكل (5-4)
يمثل إرتفاع درجة الحرارة عالمياً خلال الخمسين عام المنصرمة

(5-5) دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الطبيعة:

تشير دورة غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى عملية التبادل الغازي بين الغلاف الجوي من جهة والكائنات الحية النباتية والحيوانية ومياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والغلاف الصخري والتربة من جهة أخرى. تتمكن النباتات البرية والبحرية والطحالب وبعض أنواع البكتيريا من الإستفادة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الموجود في الهواء في عملية التمثيل الضوئي لبناء مركبات

عضوية (كربوهيدراتية) على شكل سكريات بسيطة مثل سكر الكلوكوز وتتمكن فيما بعد من تحويلها الى سكريات معقدة مثل النشاء والسليلوز تبني من خلالها اجسامها وتستفيد منها كمصدر للطاقة في فعالياتها الحيوية. وتقوم النباتات والطحالب والبكتيريا بتثبيت ملايين من الأطنان سنوياً من غاز ثنائي اوكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي وبذلك تقلل من تركيزاته في الهواء.

من جانب اخر تتغذى الكائنات الحية الحيوانية على النباتات وتستفيد من المواد العضوية التي انتجتها النباتات في عملية التركيب الضوئي كمصدر للطاقة تقوم من خلاله بإنجاز جميع فعالياتها الحيوية. وبمساعدة الأوكسجين الذي تتنفسه الحيوانات (الشهيق) تقوم هذه الكائنات الحية بإستهلاك المواد العضوية (كربوهيدرات وبروتينات ودهون) وتحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرة ثانية الى الجو(الزفير). وعند موت الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية تقوم البكتريا بتفسيخها وتحليلها الى مكوناتها الأساسية مما يؤدي الى تحرير ثنائي أوكسيد الكربون مرةً ثانية وتصاعده الى الغلاف الجوي.

يذوب غاز ثاني اوكسيد الكربون في مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وتتمكن النباتات المائية والطحالب من الإستفادة منه بعملية التركيب الضوئي، بينما تقوم الاحياء البحرية وخصوصاً الصدفيات منها بالإستفادة من هذا الغاز ببناء الأجزاء الخارجية من أجسامها والمتكونة من مادة كاربونات الكالسيوم($CaCO_3$) عن طريق تفاعل هايدروكسيد الكالسيوم مع غاز ثنائي أوكسيد الكربون الذائب في الماء وفق المعادلة الآتية:

$$CO_2 + Ca(OH) \rightarrow {}_2\, CaCO_3 + \text{----------} H_2O \quad [3]$$

وتعد المصادر المائية بكل أنواعها ومحتوياتها من الكائنات الحية مغاطس لغاز ثنائي أوكسيد الكربون تقلل من تركيزاته في الغلاف الجوي. إن تزايد تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في مياه البحار والمحيطات ممكن له ان يزيد حموضة المياه مما قد يؤثر على الحياه الطبيعية للاحياء البحرية والشعب المرجانية.

لم تشهد العصور التي سبقت الثورة الصناعية اختلالاً ملحوظاً في التوازن الطبيعي لغاز ثنائي أوكسيد الكربون إلا ان تدخل الإنسان وخصوصاً بعد بداية الثورة الصناعية واستهلاكه المتزايد للوقود الإحفوري ادى الى اختلالاً واضحاً بالتوازن الطبيعي لغاز ثنائي اوكسيد الكربون مما ادى الى إرتفاع تركيزاته عن المستوى العام لتركيزات هذا الغاز قبل الثورة الصناعية.

(6-5) مصادر غاز ثنائي أوكسيد الكربون:

ينطلق غاز ثنائي أوكسيد الكربون إلى الجو عن طريق مجموعة من المصادر أبرزها:

- تفسخ وتحلل المركبات العضوية
- إستعمال الوقود الإحفوري في محطات توليد الطاقة الكهربائية
- الإستخدامات المنزلية المتنوعة
- حرق النفايات المتنوعة والتي تحوي على مواد كيمياوية وبلاستيكية
- المصانع التي تسخدم الطاقة الحرارية في الانتاج مثل مصانع الاسمنت والحديد والصلب والاسفلت والطابوق وغيرها من مواد البناء
- وسائط النقل
- تنفس الكائنات الحية
- حرق الغابات الإستوائية والمزارع
- البراكين
- التدخين

(5-7) تأثير الرياح الشمسية على رفع درجة حرارة الارض:

يرى بعض العلماء ان من الاسباب الرئيسية في زيادة حرارة الارض هو الرياح الشمسية، حيث تؤدي تلك الرياح بمساعدة المجال المغناطيسي للشمس خاصة في اوقات زيادة النشاط الشمسي الى الحد من كمية الاشعة الكونية التي تخترق الغلاف الجوي للارض، والتي تحتوي على جزيئات عالية الطاقة تقوم بالاصطدام بجزيئات الهواء لتنتج جزيئات جديدة تعد النواة لانواع معينة من السحب التي تساعد على تبريد سطح الارض، وبالتالي فأن وجود هذا النشاط الشمسي يعني نقص كمية الاشعة الكونية، اي نقص السحب التي تساعد على تبريد سطح الارض وبالتالي ارتفاع درجة حرارة سطح الارض وانه عند انخفاض هذا النشاط الشمسي المؤقت ستعود درجة حرارة الارض الى طبيعتها حتى اذا تم تخفيض نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء لان تاثير الغاز سيكون ضعيفا في حال وجود النشاط الشمسي.

(5-8) النتائج المتوقعة من إرتفاع درجة حرارة الارض:

ان اثار ارتفاع درجة حرارة الارض لن تكون متساوية في جميع مناطق الكرة الارضية، فقد ترتفع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة عند خط الاستواء و(12) درجة مئوية في القطبين وستكون هنالك فروق اقليمية كبيرة في كيفية تأثر الناس والنظم البيئية بأرتفاع درجة الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر. ويمكن توقع ما سيحدث عند ارتفاع درجة الحرارة وكما يلي:

- سيؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى ذوبان الجليد والثلوج في المناطق الباردة وخصوصا القارتين المتجمدتين الشمالية والجنوبية والذي سيؤدي الى ارتفاع كبير في مستوى المحيطات والبحار في جميع انحاء الكرة الارضية. واختفاء التيارات الباردة التي تأتي من المناطق المتجمدة لتلطيف حرارة باقي المناطق على الارض.
- سيؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر الى غمر مساحات كبيرة من السهول الساحلية التي تعتبر من أفضل الاراضي الزراعية في العالم وقد تجتاح الفيضانات بعض المدن كما قد تختفي بعض الجزر وزيادة حموضة البحار الذي يؤدي الى موت الكثير من انواع الكائنات البحرية.
- ممكن ان تنمو غابات في بعض مناطق الاسكا وشمال سيبيريا ويصبح رعي الماشية ممكنا ومتاحا في اصقاع القارات الاوراسية والامريكية.
- ستصبح الزراعة في المناطق الجافة اكثر صعوبة وستتضائل موارد المياة وستزيد درجة الحرارة الطلب على مياه الري.
- سيتم القضاء على الكثير من الغابات بسبب تتغير الظروف البيئية الملائمة لنموها وعدم امكانية تكيف هذه النباتات بصورة سريعة مع الظروف البيئية الجديدة من حرارة ونقص اوزيادة في المياه مما سيؤدي الى موتها وتدمير الحياة النباتية والحيوانية في هذه المناطق.

الفصل السادس

المعالجات المقترحة للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري

(6-1) مقدمة

(6-2) المعالجات قصيرة الامد

(6-3) المعالجات بعيدة الامد

(6-4) طرق التخلص من الملوثات الهوائية

(6-5) الجهود الدولية لمكافحة التغير المناخي

الفصل السادس

المعالجات المقترحة للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري

(6-1) مقدمة :

غازات الإحتباس الحراري المتمثلة في بخار الماء وثنائي أوكسيد الكربون والميثان وأوكسيد النتروز وغاز ثلاثي فلوريد النتروجين وغازات أخرى هي المسؤولة عن رفع درجة حرارة كوكب الارض وغلافها الجوي وإن الإنسان ومن خلال تعدد نشاطاته وتأخر إهتمامه بحل هذه المشكلة هو المسؤول الوحيد والمباشر عن إرتفاع نسب غازات الإحتباس الحراري في الغلاف الجوي.

(6-2) المعالجات قصيرة الأمد

تلعب التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى الناس دوراً مهماً في التصدي لمشكلة التغير المناخي وتولي الدول المتقدمة أهمية كبيرة لهذا الموضوع. تعتمد الكثير من الدول على التربية البيئية وزيادة الوعي البيئي لدى السكان في مساعيها الجدية للحيلولة دون إرتفاع تركيزات الغازات المسببة للإحترار الكوني. يستهلك الفرد في الدول الصناعية كميات من الطاقة تفوق معدلات الإستهلاك في البلدان النامية باضعاف مضاعفة كما في الجدول (6-1).

ت	الدولة	استهلاك الفرد السنوي من الكهرباء (كيلو- واط-ساعة)
1	الولايات المتحدة الأمريكية	12376
2	ألمانيا	6303
3	البيرو	724
4	غواتيمالا	393
5	كينيا	128
6	بنغلاديش	106
7	مالي	53
8	الصومال	26

جدول (6-1)

الفرق الشاسع في إستهلاك الطاقة الكهربائية بين البلدان الصناعية والبلدان النامية.

وأهم المعالجات التي يستطيع ان يتخذها الفرد والعائلة والمجتمع للتقليل من ظاهرة الاحتباس الحراري هي :

- **التوفير في إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة والخاصة:**

يمكن التقليل من إستهلاك الطاقة في المنازل والمباني العامة وفي مجالات حياتية مختلفة كالإضاءة والطبخ وغسل الملابس والكوي والتدفئة والإستحمام وكذلك في إستخدام الأجهزة الكهربائية. ففي جانب الإضاءة يؤدي إستبدال المصابيح العادية ذات الأسلاك المتوهجة (watt 100-60) بمصابيح النيون المملؤة بالغازات المتأينة مثل غاز الأرغون (Argon) او مصابيح توفير الطاقة (Energy Saver) 6،8،10، 12 (watt) الى توفير كبير بالطاقة الكهربائية للمنازل إذ ان هذه المصابيح تستهلك (20%) من الطاقة التي يستهلكها المصباح العادي ذو السلك المتوهج بينما توفر نفس القدر من الإضاءة في البيوت كما في الجدول (6-2).

ت	نوع المصباح – واط	كمية الغاز المنطلقة المصباح- (kg/yr)	مدة إستخدام المصباح (hr)
1	مصباح عادي 75 واط	53	1000
2	مصباح توفير الطاقة 7 واط	4.9	15000

3	مصباح توفير الطاقة 8 واط	5.7	15000
4	مصباح توفير الطاقة 11 واط	7.8	15000
5	مصباح توفير الطاقة 15 واط	10.6	15000
6	مصباح توفير الطاقة 20 واط	14.1	15000

جدول (6-2)
كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة سنوياً لمختلف أنواع المصابيح

- **التوفير في إستهلاك الطاقة في وسائط النقل:**

تطلق وسائط النقل المختلفة مثل السيارات والشاحنات والقطارات والطائرات والسفن (30%) من مجمل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وهي نسبة عالية جداً. يؤدي ذلك ليس فقط الى زيادة تركيزات هذا الغاز وإنما إلى تلوث الهواء بمختلف الغازات الضارة والغبار خصوصاً في المدن الكبيرة المزدحمة بوسائط النقل ويسبب مختلف الأمراض للسكان ومنها أمراض الجهاز التنفسي

من الإجراءات المهمة التي يمكن إتخاذها لتقليل إحتراق الوقود وبالتالي تقليل كميات الغازات المنطلقة للغلاف الجوي ومنها غاز ثنائي أوكسيد الكربون بأعتباره من النواتج الأساسية لعملية الإحتراق الداخلي في محركات السيارات ما يأتي :

a. تصغير حجم وقوة المحرك للسيارات الشخصية (الخاصة) وتخفيف وزنها وذلك لانه كلما زاد حجم المحرك والقوة الحصانية زاد إستهلاك الوقود داخل المحرك.
b. تشجيع المواطنين على إستخدام وسائط النقل العامة مثل الباصات والقطارات بدلاً عن إستخدام السيارات الشخصية بالتنقل داخل المدن وحتى بالسفر من مدينة إلى اخرى. وهنا تلعب الإجراءات الحكومية في دعم أسعار النقل دوراً اساسياً في تشجيع المواطنين على إستخدام وسائط النقل العامة.
c. تغيير نوعية الوقود أو مصادر الطاقة في المحرك من الديزل إلى البنزين إلى الغاز الطبيعي وأخيراً إلى الطاقة الكهربائية يؤدي الى تقليل حجم ونوعية الغازات المنطلقة الى الغلاف الجوي كما في الجدول (6-3). تعمل الآن الكثير من شركات صناعة السيارات على إنتاج سيارات حديثة تعتمد على الغاز الطبيعي أو الكهرباء بدل الديزل والبنزين في محركاتها والمشكلة الوحيدة التي تواجه هذه الأنواع من السيارات هو قلة عدد محطات تزويدها بالطاقة. حيث قانت بعض الدول بزيادة عدد محطات الطاقة حيث بلغ عدد

محطات تزويد السيارات بالغاز الطبيعي في المانيا مثلا حوالي ألف محطة عام (2009).

ت	نوع الوقود	كمية الطاقة (كيلو-واط/ساعة)	كمية الوقود لكل 100 km
1	لتر من البنزين	8.60	8.01 ltr
2	لتر من الديزل	9.84	6.01 ltr
3	كيلو غرام من الغاز الطبيعي	13.40	5.9 kg

جدول(6-3)

الفائدة الأقتصادية والبيئية من إستخدام الغاز الطبيعي كوقود في وسائط النقل.

d. إستبدال السيارات القديمة بأخرى حديثة للتقليل من استهلاك الوقود الإحفوري لأن المحركات القديمة تستهلك كميات أكبر من الوقود قياساً بالمحركات الجديدة.
e. تحديد السرعة اثناء قيادة السيارات سواءاً كان ذلك داخل المدن أو في الطرق الخارجية السريعة وذلك لأن زيادة السرعة تزيد من إستهلاك وحرق الوقود داخل المحرك.
f. تقوم بعض المدن الكبيرة مثل لندن وبرلين بإجراءات للتقليل من دخول السيارات إلى مركز المدينة عن طريق إجبار سائقي السيارات على دفع مبلغ معين عند دخولهم بسياراتهم الى مركز المدينة. كما وتقوم بعض المدن بتحديد بعض الأيام لتكون أيام لا يسمح بها بإستخدام السيارات داخل المدن (Car free day). وتشجع بعض الدول مثل هولندا واستراليا والصين والهند سكانها على إستخدام الدراجات الهوائية بدلاً عن السيارات داخل المدن عن طريق انشاء طرق خاصة لراكبي الدراجات.
g. القيام بحملات لجمع اطارات السيارات المستهلكة والمواد البلاستيكية وكبسها لاعادة تصنيعها والاستفادة منها لانها من اكبر ملوثات البيئة.
h. منع سير السيارات ذات المحركات المستهلكة في الشوارع والتي تنتج ملوثات غازية كبيرة الى الغلاف الجوي ووضع قوانين صارة بهذا الخصوص.

- متابعة المصانع ومحطات الكهرباء التي تستخدم الوقود الاحفوري لتوليد الطاقة الحرارية المستخدمة في انتاجها مثل معامل الحديد والصلب والالمنيوم والمواد المتراكبة ومواد البناء مثل الاسمنت والاسفلت والطابوق وغيرها ووضع شروط قاسية وغرامات مالية لعدم اطلاق مخلفات تلك المصانع الغازية الى الغلاف الجوي واجبارها على وضع

مرشحات خاصة (filters) في مداخن هذه المصانع ومعالجة هذه المخلفات قبل اطلاقها الى الهواء.

- التشجيع على الزراعة وتشجير المناطق السكنية والاهتمام بالحدائق المنزلية والعامة وتشجير الاماكن الخالية في المصانع والمعامل والقيام بحملات مجتمعية موسمية لزراعة الاشجار دائمة الخضرة في هذه الاماكن.
- منع حرق النفايات وخصوصا البلاستيكية واطارات السيارات المستهلكة ووضع تعليمات صارمة بهذا الخصوص، وبناء مصانع لتدوير هذه النفايات واعادة تصنيعها والاستفادة منها وتخليص البيئة من أضرارها.
- التقليل من وسائل الانارة والتدفئة وخصوصا في اوقات النهار والتثقيف حول أضرارها الاشعاعية على صحة الانسان والكائنات الحية. وتصميم بنايات تستفيد من اشعة الشمس للاضاءة الداخليةاثناء النهار.
- استخدام تقنية الغيوم الاصطناعية للحد من اشعة الشمس الواصلة الى الارض في المدن للتقليل من شدة الحرارة في ايام الصيف.
- التقليل من أستخدام مبيدات الافات في الاغراض الزراعية وفي مكافحة الحشرات والقوارض في المناطق السكنية، واستخدام بدائل أقل ضرارا على الصحة العامة و البيئة.
- الرقابة على المواد المستنزفة لطبقة الاوزون مثل الايروسولات والكلوروفلوركربون وأكاسيد النتروجين وتثقيف مستخدميها عن أضرارها الصحية والبيئية.
- نشر الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع وحثهم على التعاون مع البلديات وغيرها من الجهات الحكومية وغير الحكومية المعنية بالحفاظ على سلامة البيئة والصحة العامة من أجل الحفاظ على سلامة الهواء ونقائه.

(3-6) المعالجات بعيدة الأمد:

- **إيقاف عمليات حرق وقطع أشجار الغابات الإستوائية والإهتمام بالتشجير**

يعد حرق وقطع الأشجار المعمرة في الغابات الإستوائية وتحويلها الى أراضي رعوية كما هو حاصل في غابات الأمازون في أميركا الجنوبية وغابات جنوب شرق أسيا حيث تحولت أجزاء كبيرة من هذه الغابات إلى مراعي للأغنام والأبقار من أهم الأخطار التي يجب الإنتباه لها. يطلق على الغابات الإستوائية بـ "رئة كوكب الارض" لانها تمتص كميات كبيرة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون المنطلقة إلى الغلاف الجوي وتخلص كوكبنا من ملايين الأطنان من هذا الغاز سنوياً. إن الحاجة المتصاعدة لإستهلاك اللحول لإطعام المليارات من البشر والحاجة

المتزايدة لإستهلاك الأخشاب في عمليات البناء والتصنيع دفعت الكثير من الدول إلى السماح للشركات المتعددة الجنسية للقيام بمشاريع كبيرة في مناطق الغابات الإستوائية أدت الى تحويل اجزاء كبيرة وشاسعة منها الى أراضي رعوية وزراعية.

إن الحاجة لإطعام مليارات من البشر دفعت الشركات العالمية المصنعة للأغذية إلى زيادة إستثماراتها في قطاع الإنتاج الحيواني مما زاد في عدد المواشي والأبقار. يكون قطاع المواشي مسؤولاً عن (9%) من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون و (37%) من إنبعاثات غاز الميثان و (65%) من إنبعاثات غاز أوكسيد النتروز الناتجة عن الأنشطة ذات الصلة بالإنسان. من أهم المعالجات التي يجب القيام بها على المستوى القريب والبعيد هي إيقاف عمليات قطع و حرق الغابات الإستوائية من أجل الحصول على المراعي وزيادة الإهتمام بالتخطيط المدروس لزيادة غرس الأشجار والتشجير في الكثير من مناطق العالم.

- **التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة:**

تمتاز مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والرياح والطاقة الجيو حرارية والطاقة الحيوية بانها مصادر طاقة أزلية وغير ملوثة للبيئة عكس الوقود الإحفوري الذي يسبب تلوث الهواء والماء والتربة ويزيد من تركيزات غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي. تمكنت الكثيرمن البلدان في السنوات الأخيرة من زيادة نسبة الطاقة المنتجة عن طريق مصادر الطاقة المتجددة إلى مجموع الطاقة المنتجة في محاولة منها للتقليل من إنبعاثات غازات الدفيئة الى الغلاف الجوي. ففي بعض الدول الغربية مثلاً إرتفعت هذه النسبة من (4.4%) عام (1997) إلى (14.2 %) عام (2007) وهذا ما أدى إلى التقليل في إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون.

من جانب أخر يؤدي إستبدال انواع من الوقود الإحفوري بانواع أخرى مثل الغاز الطبيعي الى التقليل من إنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون. أن إنتاج (كيلو-واط) واحد من الطاقة عن طريق إستهلاك الغاز الطبيعي يؤدي إلى تحرير (201gm) من غاز ثنائي أوكسيد الكربون بينما يؤدي إنتاج (كيلو-واط) واحد من الطاقة بإستخدام الفحم الحجري إلى تحرير حوالي (373gm) من نفس الغاز. إن الإعتماد على الغاز الطبيعي كمصدر لانتاج الطاقة في حالة عدم توفر مصادر الطاقة المتجددة يؤدي الى التقليل من الإنبعاثات الغازية مقارنةً بأنواع الوقود الإحفوري الأخرى كالنفط والفحم الحجري. وسنتناول انواع الطاقات المتجددة بالتفصيل في الفصل السابع من هذا الكتاب.

- **عزل (إحتجاز) وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون (CCS-Processes)**

(Carbon Dioxide Capture and Storage):

إن طريقة عزل وتخزين غاز ثنائي أوكسيد الكربون هي تكنولوجيا حديثة ما تزال تحت التجريب والدراسة يراد بها تقليل كميات غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلقة للغلاف الجوي وبالتالي إيقاف أو تحجيم تفاقم ظاهرة الإحتباس الحراري وما يرافقها من تغير في مناخ كوكب الأرض. تطبق هذه التكنولوجيا في الأماكن التي يكون بها إنتاج غاز ثنائي أوكسيد الكربون بكميات كبيرة مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية ومنشات إستخراج وتكرير البترول ومصانع الحديد والأسمنت وهي مواقع ثابتة تسهل بها عملية إحتجاز الغاز، بينما يصعب ذلك في حالة وسائط النقل والسيارات.

تستهلك محطات توليد الطاقة الكهربائية عادةً كميات كبيرة من الغاز الطبيعي والفحم الحجري وتستخدم الحرارة العالية الناتجة عن إحتراق هذه الأنواع من الوقود في تبخير الماء بغية تدوير التوربينات والتي بدورها تدير المولدات الكهربائية. يحترق الغاز الطبيعي والفحم الحجري بإعتبارهما مركبات هايدروكربونية بوجود الهواء او الأوكسجين وتحرر غاز ثنائي اوكسيد الكربون. يحتوي الدخان المنطلق من محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستهلك الفحم الحجري على (15%) من غاز ثنائي أوكسيد الكربون أما في المحطات التي تستهلك الغاز الطبيعي فان النسبة تقارب (5%).

نتيجة لإرتفاع أسعار البترول التي حصلت عام (2008) والصعوبات التي واجهت الدول الغربية في الحصول على إحتياجاتها من الغاز الطبيعي الروسي بعد الأزمة الأخيرة بين روسيا واوكرانيا ووجود كميات وإحتياطي أكبر من الفحم عالمياً توجهت الكثير من الدول مثل المانيا وإنكلترا والصين والولايات المتحدة الأمريكية والهند الى إعادة محطاتها المتوقفة للعمل او بناء محطات توليد للطاقة الكهربائية جديدة تعمل بالفحم.

خطوات عملية إحتجاز غاز ثنائي اوكسيد الكربون وخزنه :

a. فصل غاز ثنائي أوكسد الكربون عن الغاز الطبيعي حيث يحتوي الغاز الطبيعي على نسبة ((5-10)%) من غاز ثنائي أوكسيد الكربون والمتبقي عبارة عن خليط من غاز الميثان والإيثان والبروبان.
b. زيادة تركيز الغازالمنطلق من محطات توليد الطاقة عن طريق حرق الوقود سواءاً كان الوقود المستخدم غازاً طبيعياً أو فحم بوجود الأوكسجين لأن تفاعل الوقود الإحفوري مع الأوكسجين مباشرةً (بمعزل عن الهواء الذي يحتوي على نسبة عالية من غاز النتروجين) يؤدي الى تركيز وزيادة في كميات غاز ثنائي اوكسيد الكربون مما يسهل عملية إحتجازه ونقله وخزنه.

c. غسل الغاز المنطلق بمحلول الكاربونات او الأمونيا بعملية تدعى (PCC) (Post-Combostion-Capture) حيث يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكربون في هذا المحلول مما يؤدي بعد تسخينه وإنفصال الغاز عنه إلى الحصول على نسبة مركزة وعالية من غاز ثنائي أوكسيد الكربون. بعد تبخير غاز ثنائي اوكسيد الكربون يعاد استخدام محلولي الكاربونات أو الأمونيا مجدداً في عمليات الغسل.

d. تجميع الغاز ونقله ثم خزنه في مستودعات آمنة داخل الأرض مثل آبار النفط المستنفذة والناضبة وآبار الغاز الطبيعي وخزانات المياه الجوفية المالحة أو طبقات الفحم الحجري الموجودة تحت الارض. يستعمل غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الإستخلاص المعزز للنفط حيث يتم ضخ الغاز عن طريق بئر حقن لزيادة قوة الدفع على النفط بغية دفعه بإتجاه بئر الإنتاج.

- **تقليل معدلات النمو السكاني عالمياً:**

إن زيادة النمو السكاني عالمياً وبشكل خاص في البلدان النامية والفقيرة يعتبر من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه البشرية في عصرنا الحالي. يبلغ عدد سكان كوكب الأرض أكثر من ستة ملايين ويتوقع أن يزداد هذا العدد خلال السنوات القليلة القادمة. تعتبر الصين والهند وهما من الدول النامية من أكبر دول العالم من حيث عدد السكان إذ يبلغ عدد سكان هاتين الدولتين حوالي نصف عدد سكان العالم. إرتفعت نسبة إنبعاثات الصين من غاز ثنائي أوكسيد الكربون عالمياً من (10%) الى (14.5%) اما الهند فقد إرتفعت إنبعاثاتها لنفس الفترة من (4.1%) الى (5.1%). وتعاني الكثير من الدول مثل مصر وبنغلاديش والبرازيل من تزايد عدد السكان حيث تؤدي الزيادة غير المخطط لها لعدد السكان الى مشاكل بيئية واقتصادية وخدمية كبيرة تعجز الكثير من البلدان النامية والفقيرة في أيجاد حلول مناسبة لها.

- سن القوانين والتشريعات والمواصفات التي تحد من تلوث الهواء والبيئة الخارجية والداخلية وتفعيلها، مثل قانون حماية البيئة وتنميتها وقانون الوقاية من الاشعاع. والمواصفات الخاصة بالكازولين والبنزين الخالي من الرصاص، والتشريعات والمواصفات الخاصة بالنظافة العامة والادارة السليمة للنفايات، وجودة ونوعية الهواء في البيئة الخارجية والهواء الداخلي. والتشريعات والمواصفات الخاصة بتقييم الاثر البيئي للمشاريع والمنشآت الصناعية والزراعية والتجارية وغيرها، وبالحدود المسموح بها من الانبعاثات الغازية وغير الغازية (الاتربة والغبار والابخرة وغيرها) والالتزام بها من قبل القائمين على هذه المشاريع.

- التخطيط العمراني والبيئي السليم للمدن والقرى بما في ذلك إنشاء شبكات للصرف الصحي وشق الطرق الواسعة لتفادي الاختناقات المرورية، وتخصيص مناطق صناعية بعيدة عن المناطق السكنية.
- التخلص السليم من النفايات الصلبة والسائلة، وبالتالي الحد من الانبعاثات الغازية الضارة التي تنجم عن دفن النفايات او حرقها، حيث يمكن معالجتها واعادة تدويرها ويمكن استغلال الغازات الصادرة منها في محطات توليد الطاقة.
- رصد ملوثات الهواء المختلفة وتراكيزها في الغلاف الجوي مثل اكاسيد الكبريت واكاسيد الكربون واكاسيد النتروجين والهيدروكربونات غير الميثانية وغاز الاوزون والرصاص والعوالق الجوية وغيرها واستخدام طرق حديثة للتخلص منها ومن أضرارها البيئية حتى إن كانت هذه الطرق مكلفة ماديا.

(4-6) طرق التخلص من الملوثات الهوائية :

توجد عدة طرق للتخلص من الملوثات الهوائية وهي كما يلي:

- **التخلص من غاز ثاني اوكسيد الكبريت (SO_2):** توجد عدة طرق يمكن اتباعها في المواقع الصناعية للتخلص من غاز ثاني اوكسيد الكبريت اهمها:

a) **طريقة الجير الحي:** في هذه الطريقة يضخ غاز ثاني اوكسيد الكبريت الى أفران تحتوي على جير حي مكونة كبريتات وكبريتيد الكالسيوم ثم يوجه الهواء الى ابراج غسيل للتخلص من الدقائق العالقة.

b) **طريقة الامتصاص:** في هذه الطريقة توجه الغازات الملوثة الى أبراج امتصاص تكون أسطحها الخارجية مغطاة بطبقة من الكربون النشط حيث يتم امتصاص الغاز الكبريتي ثم يتساقط رذاذ مائي يحول الغاز الى حامض ضعيف (H_2SO_3).

c) **طريقة الاكسدة:** في هذه الطريقة يوجه الهواء الملوث بغاز (SO_2) الى مفاعلات بها عوامل حفارة تعمل على تحويل الغاز (SO_2) الى (SO_3) ثم يوجه هذا الغاز الناتج الى ابراج امتصاص ثم يتساقط حيث يحول فيها (SO_3) الى حامض الكبريتيك (H_2SO_4) الذي يمكن استخدامه أو بيعه.

- **التخلص من أكاسيد النتروجين:** يمكن أختزال أكاسيد النتروجين بالغاز الطبيعي (CH_4) حيث تتحول الى غازات غير ضارة مثل النتروجين وبخار الماء وثاني أوكسيد الكربون(CO2). كما ويمكن تمرير الهواء الملوث الى برج يحتوي على هيدروكسيد المغنيسيوم ($Mg(OH)_2$) حيث يترسب المغنيسيوم ويخرج الهواء نظيفا من أعلى البرج.

- **طرق التخلص من الجسيمات العالقة:** للتخلص من الدقائق والجسيمات العالقة تستخدم العديد من الاجهزة والمرشحات اعتمادا على نوعية الدقائق واحجامها وكثافتها وتراكيزها وخواصها الكيمياوية مثل الذوبان والسمية والقابلية للصدأ والتآكل. وكذلك مقدار الضغط الجوي ودرجة الحرارة وادناه بعض أنواع المرشحات التي يمكن استخدامها :

a) **مرشحات تعمل بطريقة اللزج:** وهي عبارة عن الياف مصنعة تلتصق بها جزيئات الغبار.

b) **المرشحات الجافة:** تكون الياف هذه المرشحات جافة وناعمة جدا وتعمل بكفئة اكبر.

c) **المرشحات الالكترونية:** تعمل هذه المرشحات على ترسيب الجزيئات بطريقة الكترونية.

d) **المرسبات اللكتروستاتيكية:** وتستخدم هذه المرشحات قوة كهربائية عالية (80) الف فولت لتكوين مجال كهروستاتيكي لجذب الدقائق المشحونة اليها والتي قطرها اكثر من (0.05μm).

(5-6) الجهود الدولية لمكافحة التغير المناخي:

أدركت دول العالم أهمية التعاون فيما بينها من أجل مكافحة التغير المناخي وذلك باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة تحد من انبعاث الغازات الدفيئة.وقد عقدت في سبيل ذلك عددا من المؤتمرات الدولية كان آخرها مؤتمر كيوتو الذي عقد في اليابان في عام (1997).وقد كان مؤتمر المناخ العالمي الثاني الذي عقد في جينيف في الفترة من أكتوبر (1990)، دق ناقوس الخطر منذراً بالعواقب الجسيمة للتغير المناخي المتوقع. وقد عقد ذلك المؤتمر برعاية المنظمة العالمية للأرصاد الجوية،وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة اليونسكو، وغيرها من المنظمات الدولية، وشارك فيه أكثر من (700) عالم من (100) بلد. وقد جاء البيان العلمي والفني الصادر عن ذلك المؤتمر أن "معدل الزيادة المتوقعة لدرجة الحرارة خلال القرن القادم- إذا لم يتم الحد من الزيادة المطردة للغازات الدفيئة ستكون زيادة غير مسبوقة، ولم يحدث لها نظير خلال العشرة آلاف سنة السابقة، وأنها ستؤدي إلى تغيرات في المناخ تشكل تهديدا بيئيا خطيرا يمكن أن يعرض التنمية الاجتماعية والاقتصادية في كثير من مناطق العالم للخطر.بل يمكن أن يهدد البقاء في بعض الجزر الصغيرة كجزر المالديف وغيرها،وفي المناطق الساحلية المنخفضة،والمناطق القاحلة وشبه القاحلة".

ولان دول العالم كانت تدرك منذ ذلك الوقت، إن مكافحة من ظاهرة التغير المناخي تتطلب جهداً كبيراً ونفقات باهظة، للحد من انبعاث الغازات الدفيئة، وأن ذلك

يتطلب نفقات باهظة لتطوير التكنولوجيا الحديثة لاستغلال الطاقة، أو إيجاد تكنولوجيا بديلة تكون أقل تلويثا للبيئة،فإن المؤتمر الدولي للأرض الذي عقد في مدينة ريوديجانيرو عام (1995)، وبحضور عدد كبير من رؤساء الدول، قد دعي مختلف الدول خاصة الدول الصناعية الى خفض انبعاث الغازات الدفيئة، إلا أنه قد جعل تنفيذ الدول لتلك التوصيات اختياريا ولهذا معظم الدول لم تنفذ تلك التوصية ولم تخفض الدول الصناعية نسبة انبعاث الغازات الدفيئة، مما أدى استفحال الأمر، وأصبح يهدد بخطر جسيم، ولذا فقد تداعت (160) دولة إلى مؤتمر كيتو الذي عقد في ديسمبر عام (1997) في اليابان، لاتخاذ خطوات جادة، والاتفاق على إجراءات إلزامية تتقيد بموجبها مختلف دول العالم بخفض انبعاث الغازات الدفيئة بنسب محددة. وقد تم الاتفاق خلال ذلك المؤتمر على أن تقوم الولايات المتحدة بخفض انبعاث الغازات الدفيئة التي تصدر عنها بنسبة (7%)، واليابان بنسبة (6%)، ودول الإتحاد الأوروبي بنسبة (8%) كما تم الاتفاق على عدد من الإجراءات التنفيذية الخاصة بخفض انبعاث الغازات في العالم بنسبة متوسطها (5%)، وذلك مقارنة بنسبة انبعاث تلك الغازات عام (1990)، على أن يتم الخفض خلال الفترة (2008-2012) م.

الفصل السابع

الطاقة المتجددة وأنواعها

(7-1) المقدمة

(7-2) مفهوم الطاقة المتجددة

(7-3) مصادر الطاقة المتجددة

(7-4) أنواع الطاقة المتجددة

(7-4-1) الطاقة المائية

(7-4-2) طاقة الرياح

(7-4-3) الطاقة الحيوية

(7-4-4) الطاقة الشمسية

(7-4-5) الطاقة الجوفية الحرارية

الفصل السابع

الطاقة المتجددة وأنواعها

(7-1) مقدمة:

شهدت العقود الأربعة المنصرمة إهتماماً متزايداً من قبل المؤسسات الدولية والحكومات والمجتمعات المختلفة في العالم بموضوعات البيئة ومكوناتها وبضمنها قضايا الطاقة وإستمرارية توفرها والمصادر الرخيصة منها والبدائل الصديقة للبيئة. وقد شهدت تلك الفترة أزمات متعددة بالطاقة بين الدول المنتجة والمستهلكة للنفط منها على سبيل المثال لا الحصر تلك الأزمة التي نشبت بين الدول العربية والغرب الصناعي أبان حرب تشرين عام (1973) م، بين العرب وإسرائيل حيث إستخدمت الدول العربية لأول مرة النفط كسلاح ضد الدول الغربية مما قاد إلى شل أجزاء كبيرة من النشاط الإقتصادي والصناعي في كثير من البلدان الصناعية نتيجة عدم توفر الوقود وكذلك التكلفة المادية العالية لميزانيات تلك الدول المالية جراء استيرادالنفط والغازالطبيعي من الدول المصدرة وكذلك للحد من ظاهرة الانبعاثات الضارة بالبيئة.

نتيجة لذلك بدات الدول الغربية أنذاك بالتفكير وبشكل جدي بموضوعات الطاقة وكيفية توفيرها بالكميات المناسبة من أجل إستمرار العجلة الإقتصادية والصناعية بالدوران في هذه البلدان. وبما ان الوقود الإحفوري هو من مصادر الطاقة غير المتجددة وهو قابل للنفاذ والنضوب خصوصاً بعد الزيادة الحاصلة في إنتاجه وإستهلاكه. توجهت الكثير من البلدان بالتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة بغية تقليل الإعتماد على النفط مستقبلاً وإستغلال مصادر الطاقة النظيفة والصديقة للبيئة. وستتناول في هذا الفصل ماهية الطاقة المتجددة وانواعها بشكل مختصر لاننا نجد ان هذه المعلومات لها علاقة وثيقة بموضوع الطاقة الشمسية والاحتباس الحراري، وسنتناول هذا الموضوع بشكل مفصل في مؤلفاتنا المستقبلية ان شاء الله.

(7-2) مفهوم الطاقة المتجددة:

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد و التي لايمكن أن تنفذ، ومصادر الطاقة المتجددة تختلف جوهريا عن مصادر الوقود الاحفوري مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي وغيرها حيث ان مخلفاتها ونتائج احتراقها لاتحتوي على غازات وملوثات أخرى كما في احتراق الوقود الاحفوري.

والطاقة المتجددة يمكن انتاجها من الرياح والمياة والشمس ويمكن استخدامها في نطاق واسع في جميع الانشطة الانسانية حيث تم استخدامها في انتاج الطاقة الكهربائية والسيارات والقطارات والسفن والاقمار الصناعية وغيرها.

(7-3) مصادر الطاقة المتجددة:

ان مصادر تدفق الطاقة المتجددة هي الظواهر الطبيعية مثل الشمس والرياح وحرارة باطن الارض وحركة المد والجزر والشلالات والانهار، ولكل من هذه المصادر خصائصها التي تؤثر على كيفية استخدامها. ان اغلبية تقنيات الطاقة المتجددة مرتبطة بشكل مباشر او غير مباشر بالقدرة الصادرة من الطاقة الشمسية، حيث ان نظام الغلاف الجوي للارض في حالة توازن و ان مستوى الطاقة المتساقط داخل نظام الغلاف الجوي للارض يمكن ان نسمية المناخ الارضي حيث ان المياة تمتص جزءا كبيرا من طاقة الاشعاع الشمسي، كما وان معظم الطاقة الساقطة من الشمس تكون في خطوط العض القريبة من خط الاستواء على مدار السنة، ويتم نشر وتوزيع هذه الطاقة الى جميع انحاء الكرة الارضية بواسطة الرياح والتيارات المحيطية التي تحاول ان توازن الحرارة على سطح الارض. والطاقة الشمسية مسؤولة ايضا عن اماكن تساقط الامطار وكمياتها وتواجد الثلوج وتساقطها لذلك يمكن ان نقول ان اهم واكبر مصدر للطاقة المتجددة هي الشمس لذلك تم تناولها بشكل مفصل في بداية هذا الكتاب.

(7-4) أنواع الطاقة المتجددة:

كما ذكرنا سابقا فأن اهم انواع الطاقة المتجددة على الارض هي الطاقة المائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحيوية وسيتم تناول كل واحدة من هذه الطاقات بشئ من التفصيل وكما يلي:

(7-4-1) الطاقة المائية:

هي الطاقة المستمدة من حركة المياة المستمرة والتي لايمكن ان تنفذ، وبمعنى اخر هي الاستفادة من حركة المياة لتوليد طاقة اخرى. ان استخدام الطاقة المائية في عمليات الري وطحن الحبوب وصناعة النسيج كان منذ قرون عديدة، حيث استخدمها الرومان والصينين في طحن الحبوب وانتاج الدقيق وفي عملية تحريك عجلات الري الخشبية لرفع المياة الى الاراضي المرتفعة وفي عمليات النقل، وتم تحويل الطاقة المائية الى طاقة ميكانيكية للانتاج في بعض المعامل والمصانع واخيرا استخدمت الطاقة المائية

في انتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الشلالات والسدود وادناه أهم استخدامات الطاقة المائية :

- النواعير التي استخدمت امئات السنين في المطاحن وتسيير الالات ورفع المياة.
- انتاج الطاقة الكهرومائية (Hydroelectric energy) عن طريق السدود والشلالات ومجاري الانهار، حيث يتم انشاء المحطات التوليدية قرب هذه المصادر.
- طاقة المد والجزر والتي تمثل حركة مياة البحار والمحيطات مدا وجزرا بس جاذبية القمر لها مما يولد طاقة حركية افقية يمكن الاستفادةمنها في توليد طاقة ميكانيكية لآلات المحطات الكهربائية.
- طاقة التيار المدي حيث يمكن استغلال طاقة المد والجزر بالاتجاة العمودي.
- طاقة الامواج التي تستخدم في انتاج الطاقة المتموجة.

(2-4-7) **طاقة الرياح:**

وهي عملية تحويل حركة (طاقة) الرياح الى شكل أخر من اشكال الطاقة وهي طاقة ميكانيكية لتحريك الات كبيرة مثل مراوح او طواحين لتوليد طاقة كهربائية اوغيرها.ان استخدام طاقة الرياح كان منذ القدم وذلك عن طريق بناء الطواحين الهوائية الكبيرة ذات الزعانف العريضة لتحركها الرياح بعد اختيار الموقع والاتجاة المناسب لها حسب الرياح السائدة في تلك المناطق.

والزعانف الريحية هي شفرات دوارة تحمل على عمود ينقل حركتها بواسطة نواقل ميكانيكية الى عجلات مختلفة الاحجام لزيادة السرعة الدورانية لها ثم تربط المجموعة الى مولد للطاقة الكهربائية لتوليد الكهرباء، وتعتمد كمية الطاقة الكهربائية المنتجة على سرعة الرياح وقطر الشفرات. ويستخدم في العادة شفرات ذات قطر مناسب لامكانية حملها والاستفادة بأفضل شكل من سرعة هبوب الرياح. وتوضع هذه المراوح دائما في الاماكن العالية والمفتوحة والتي تحوي تيارات هوائية قوية وقد تم الاستفادة مؤخرا من نسيم البر والبحر كتيارات هوائية دائمة فتم نصب الكثير من المراوح على شواطئ البحار والمحيطات لهذا السبب.

ومن ميزات استخدام طاقة الرياح بالاضافة الى انها طاقة نظيفة ليس لها اثار ملوثة للبيئة هو امكانية استغلال الاراضي المستخدمة في وضع المراوح في الزراعة والصناعة ويمكن استخدام تقنية المراوح فوق الابنية العالية العالية وفي المدن، لكن هذه التقنية لها عدة مساوئ منها قتل الطيور التي تهاجر بكميات كبيرة بسبب حركة المراوح والضوضاء التي تصدر منها بالاضافة الى انها تكون خطرة على الطائرات التجارية والعمودية خصوصا المحطات المرتفعة او كثيرة الاعداد لذلك يفضل عدم انشاءهذه المحطات قرب المدن اوالمطارات.

(7-4-3) **الطاقة الحيوية:**

وهي الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء نباتية او حيوانية وقد بأت بعض الدول بزراعة انواع متعددة من النباتات لاستخدامها في مجال الوقوتد الحيوي مثل الذرة وفول الصويا واللفت وقصب السكروزيت النخيل. ويتم ايضا الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات مثل القش والخشب والسماد وقشر الارز وتحلل الحيوانات ومخلفات الاغذية التي يمكن تحويلها الى الغاز الحيوي عن طريق الهضم اللاهوائي

(7-4-4) **الطاقة الشمسية:**

كما ذكرنا في الفصول الاولى من هذا الكتاب ان الطاقة الشمسية هي المصدر الئيسي والاهم من بين مصادر الطاقة المتجددة لانها المسؤول الاول عن كل اشكال الطاقة على الارض فهي المسؤولة عن تسخين الجو المحيط باليابسة والمحيطات والبحار وتوليد الرياح وتصريفها وتدفع دورة تدوير المياة وتدفئ المحيطات وتنمي النباتات وتطعم الحيوانات بأمر خالقها الباري عز وجل ومع الزمن يتكون الوقود الاحفوري في باطن الارض، لذلك تم التركيز عليها واعطائها الاولوية في كتابنا هذا لدورها الفعال والاساسي لادامة الحياة على الارض حيث يمكن ان نسميها بأم الطاقات، وان فائدتها عظيمة لو استغلت الاستغلال الامثل حتى يمكن ان تصل الحالة بالانسان بأن ينظر الى الوقود الاحفوري الذي تتقاتل الدول من اجلة حاليا الى انه مرض من امراض الكوكب ويجب التخلص منه ودفنه تحت الارض كأنه نفايات مضرة.

ان الطاقة الشمسية تصلنا الى الارض على شكل طاقة ضوئية مرئية وغير مرئية وعلى شكل طاقة حرارية ويمكن استغلال كل هذه الانواع من الطاقة كبدائل للوقود الاحفوري الذي دمر ولوث شكل الحياة على الارض. حيث يمكن استخدام الطاقة الضوئية والطاقة الحرارية عن طريق الانعكاس او الامتصاص حسب نوع ولون السطوح والاجسام المستخدمة وكما يلي:

- استخدام الطاقة الضوئية الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الخلايا الشمسية التي تصنع من مواد كيمياوية مشوبة بمواد اخرى تقوم بتوليد تيار كهربائي عند سقوط الشعاع الضوئي عليها. وتستخدم هذه التقنية حالي في الاقمار الصناعية لتزويدها بالطاقة اللازمة لاداء عملها وكذلك في السيارات الكهربائية واجهزة الحواسيب ومحطات توليد الطاقة الكهربائية الضخمة، ومن عيوب هذه التقنية ان الخلايا الشمسية لاتعطي كفاءة انتاج للتيار عالية حيث تكون كفاءتها في احسن الاحوال اقل من (25%) وهذا يؤدي الى تصنيع خلاياشمسية ذات مساحات واسعة لتعويض النقص في الكفاءة.
- استخدام ظاهرة الانعكاس للضوء عن السطوح الملساء والفاتحة الالوان وتركيز هذا الضوء في حزمة ضيقة لتوليد طاقة حرارية علية لتسخين سائل معين الى مرحلة التبخر لتوليد ضغط كبير يدور توربينات توليد الطاقة الكهربائية.لذلك تستخدم مجموعة كبيرة من المرايا العاكسة ذات سطوح ملساء لعكس وتجميع الاشعة الضوئية الصادرة من الشمس في نقطة واحدة يوضع فيها المادة المطلوب تسخينها، اوتوضع المادة المراد تسخينها في انابيب قريبة من المرايا او في بؤرتها لتجميع الاشعة واسقلطها على تلك الانابيب فتسخن. من عيوب تلك التقنية انها تحتاج الى مساحات واسعة لوضع المرايا الكثيرة العدد للحصول على الحرارة المطلوبة ومشكلة قلة الاشعاع الصادر من الشمس في الايام الغائمة وكثرة الغبار المتساقط على المرايا الذي يجب ان ينظف يوميا لزيادة الانعكاسية وكذلك مشكلة الحفاض على الطاقة ليلا.
- استخدام السطوح الخشنة والمعتمة لامتصاص الاشعة الشمسية الساقطة وتسخينها ومن خلالها يمكن تسخين المياة اواي سائل اخر يستفاد منه في

عملية توليد الطاقة او الطبخ اوالاستخدامات المنزلية الاخرى، ومن عيوب هذه التقنية ايضا عملية الحفاظ على الطاقة الكهربائية المتولدة والتي لايمكن خزنها وخصوصا في الليل.

(7-4-5) **الطاقة الجوفية الحرارية:**

وهي الطاقة الموجودة في باطن الارض وتخرج على شكل عيون مائية وكبريتية حارة تستخدم في بعض الدول كمشافي من بعض الامراض الجلدية والمراض العظام والمفاصل وقد استخدمها الهنود الحمر قبل عدة قرون في التدفئة والطبخ والاستخدامات المنزلية. وتستخدم اليوم هذه الطاقة في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام بخار هذه العيون الحارة في تدوير توربينات المولدات الكهربائية وكذلك في تدفئة البيوت والفنادق وبعض المرافق السياحية عن طريق مد شبكة من الانابيب التي تحوي بخار هذه العيون في مرافق وغرف الابيوت والفنادق.

الملخص

- إن التغير في شدة الأشعة الشمسية الواصلة الى كوكب الأرض نتيجة النشاط الشمسي أو الإختلاف في مدارات الأرض الذي يراها فريق من العلماء بأنه السبب وراء التغير المناخي يكون هذا العامل مؤثراً على مدى زمني طويل يصل الى عشرات أو مئات الألوف من السنوات.
- إن ظاهرة الإحترار الكوني سببت التغير المناخي والتطرف المناخي على كوكب الأرض والذي قاد الى الكثير من الكوارث المناخية التي حصلت في العقود الأخيرة وتأثر بها سكان المناطق الجافة وشبه الجافة بالدرجة الرئيسة.
- إن ظاهرة الإحتباس الحراري هي حقيقة علمية تستند إلى معطيات مبنية على أبحاث علمية وبيانات وإحصائيات موثقة. تثبت هذه البيانات والإحصائيات الموثقة حجم التغيير والزيادة التي طرات على معدلات تركيزات غازات الإحتباس الحراري، كذلك تبين من خلال الأرقام معدلات إرتفاع درجات حرارة كوكب الأرض منذ بداية الثورة الصناعية ولحد يومنا هذا. إن تاثيرات هذه الظاهرة لازال مستمراً ومن المتوقع ان يزداد بشكل أكبر في المستقبل.
- إن غازات الإحتباس الحراري المتمثلة بثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء والميثان وثنائي أوكسيد النتروز وثلاثي فلوريد النتروجين ناتجة عن نشاطات الإنسان خصوصاً ما يتعلق منها عند حرق الوقود الحجري. فضلاً عن النشاطات الأخرى الزراعية وقطع الأشجار والزيادة المتسارعة

في سكان الأرض. إن هذه الغازات تعتبر من ملوثات الغلاف الجوي وهي المسؤولة عن الإحترار الكوني الذي يعاني منه كوكب الأرض حالياً ولم تكن هذه الظاهرة معروفة قبل الثورة الصناعية.

- تقع على الدول الصناعية الكبرى باعتبارها المسبب الرئيسي لظاهرة التغير المناخي مسؤولية إيجاد حلول مناسبة وسريعة لهذا التغير المناخي من خلال تقليل إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري ودعم الإجراءات والبرامج التي تهدف الى الإهتمام بمصادر الطاقة المتجددة كبديل مهم للوقود الحجري.

المصـــــادرالعربية

1- صلاح اسماعيل (1980)، دراسة العوامل المؤثرة على كفائة الخلية الشمسية، اطروحة ماجستير، كلية العلوم /الجامعة المستنصرية.

2- فهد حسن شنيتر (1984)، تصنيع ودراسة الخصائص الكهربائية للخلية الشمسية، اطروحة ماجستير /كلية العلوم /جامعة بغداد.

3- مارتن.أ.كرين (1989)، الخلايا الشمسية، مبادئ العمل، التقنية وتطبيقات المنظومة، ترجمة د.يوسف مولود حسن، جامعة الموصل .

4- سول وايدز (1989)، مقدمة في الطاقة الشمسية، ترجمة شاكر جابر، خليل ابراهيم، يوسف مولود، عماد محمد، جامعة الموصل .

5- البيان العلمي والفني لمؤتمر المناخ العالمي الثاني الذي عقد في مدينة جنيف في اكتوبر1990(جنيف، 1990، بيان غير منشور). منظمة الأرصاد الجوية العالمية.

6- د.سلوان كمال جميل، د.بتول درعم عمارة (1991)، مبادئ الالكتروبصريات، جامعة بغداد.

7- عادل الشيخ (2001)، تطور استخدام طاقة الخلايا الشمسيةعالميا، الدورية الاردنية لملخصات الطاقة، مجلد 5 عدد 2 نوفمبر .

8- مجموعة باحثين(29/3/2001)، تقرير عن النشاط الشمسي، قسم الفلك بمعهد الفلك والجيوفيزياء، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم التقنية، المملكة العربية السعودية.

9- ابراهيم عودة (2001)، الغلاف الجوي، الدارالعربية للنشر، بيروت.

10- التميمي، كامل (2004). مباديء التلوث البيئي، الاهلية للنشر والتوزيع، عمان.

11- الصطوف، عبد الاله (2006). التلوث البيئي ازمه العصرص، دار الزهور للنشر والتوزيع، سوريا.

12- الشربيني، احمد (2007). هل تكف المحيطات عن إمتصاص غاز ثنائي اوكسيد الكربون، مجلة العربي العدد584،،الكويت.

13- علم الفلك (2007)، المجموعة الشمسيه، عماد عبد العزيز مجاهد، مراجعة وتقديم/ د.محمدفارس،الطبعه العربية/عمان- الاردن.

14- العمر، مثنى (2008). الإحتباس الحراري، النور- مركز إعلامي ثقافي فني مستقل .

15- الناصر، وهيب (2009). طاقة الشمس والرياح:خيارات ممتازة لمزيج الطاقة في دول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
16- تريب، فرانز (2009). تقويم إمكانية تنويع مصادر الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، المصاد المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
17- دنجر، إبراهيم (2009). إدخال الطاقة المتجددة في النقل، المصادر المستقبلية للطاقة في الخليج العربي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
18- جاسم، صباح (2009). جفاف وتصحر وتلوث بيئي غير مسبق، شبكة النبا المعلوماتية.
19- بوادر مشجعة لوقف تصاعد ظاهرة الاحتباس الحراري. (2009) مجلة ساينس العلمية.
20 – حسن شاكر عزيز (2009) – ظاهرة الاحترار الكوني وعلاقتها بنشاطات الإنسان والكوارث الطبيعية – رسالة ماجستير، الأكاديمية العربية المفتوحة، الدنمارك

المصادر الاجنبية:

1- Climate Research Board (1979). Carbon Dioxide and Climate:
A Scientific Assessment (National Academy of Sciences، Washington).
2- Phillips Kenneth J. H. (1995)، Guide to the Sun ،Astronomers Had it Wrong Most Stars are Single، University Cambridge.
3- http://hypertextbook.com/facts//1999Mayko.shtml The Physics Factbook1999) .(،Density of the Sun
4- Tett، S.F.B (1999). Cause of twentieth-Centery temperature change near The Earths surface، Nature.
5- Equinoxes، Solstices، Perihelionand Aphelion،2000 –USNAVA1 Observatory.
6- Changnon، Stanley A.; Bell، Gerald D. (2000). El Niño، 1997–1998: The Climate Event of the Century. London: Oxford University Press.
7-Working Group On Cartographic Coordinates and Report Of TheIAU/IAG and Satellites: (2000) Rotational Elements Of The Planets

8- Schutz،Bernard F. (2003) ، Gravity from the ground uP prees University Cambridge.

9-http://arxiv.org/abs/astro-ph/0308537v1 Broggini، Carlo(2003) Nuclear Processes at Solar Energy Retrieved

10- Mentzel، Anette (2006). European Phenological response to climate Change matches the warming pattern، Global Change Biology، : 1969-1976.

11-Equinoxes، SolsticesPerihelion، and Aphelion 2000- 2020 (January 2008) US Naval Observatory .

12- National Academy of Sciences، (2008)، United States، "Understanding and Responding to Climate Change". 13-13-13-http://americasclimatechoices.org/climate_change_2008_final.pdf

13- http://hypertextbook.com/facts//1999Mayko.shtml Figures Solar System Exploration: Planets: Sun: Facts

14- World Book at NASAaccessed 2012-10-10 sun NASA.

15- http://www.global-greanhouse-warnning.com/greanhause.html

16-http://www.escl.noaa.gov/gmil/ceyg/trends

17-http://www.khayma.com/bse/Home.htm

18- http://www.feedo.net/Environment/GlobalWarming.html

.