الفصل الثالث

السيطرة على النظام المناخي – أغلفة النظام المناخي

هو نظام تفاعلي يتألف من خمسة عناصر وهي: الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الثلجي وسطح الأرض والغلاف الحيوي. وتتأثر هذه العناصر بآليات خارجية أهمها الشمس، ويعتبر تأثير الإنسان قوة خارجية أيضاً.

الغلاف الجوي (Atmosphere) منذ تشكل الأرض إلى الآن، ويتركب هذا الغلاف من النتروجين بنسبة ٧٨.١% والأكسجين بنسبة ٢٠.٩% والأرغون بنسبة ٠.٩٣% حجماً، يقوم الغلاف الجوي بالتداخل بشكل بسيط مع الإشعاع الشمسي القادم من الشمس، ولا يمتص الأشعة الحرارية المنبعثة من الأرض، لكن الغازات الموجودة في الغلاف الجوي بنسب بسيطة مثل ثنائي أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والأوزون والتي تشكل نسبة ٠.١% حجماً فقط، تلعب دوراً هاماً في ميزان الطاقة، إذ أنها تمتص الأشعة الحرارية أو تحت الحمراء الصادرة من الأرض وتعيد إطلاقها نحو الأرض، تدعى هذه الغازات بغازات الدفيئة Greenhouse Gases GHG، ويحتوي الغلاف الجوي أيضاً على بخار الماء بنسبة تختلف من وقت لآخر، ومن منطقة لأخرى ولكنها في المتوسط بحدود ١% حجماً، وهو أيضا يمتص الأشعة تحت الحمراء الحرارية ويطلقها، كما أن ثنائي أكسيد الكربون والأوزون وبخار الماء تمتص الأشعة الشمسية في المجال فوق البنفسجي القصير، وللأوزون دور مميز، فوجوده في التروبوسفير (طبقة الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض) أو (في الستراتوسفير السفلي) يؤدي إلى امتصاص الأشعة تحت الحمراء الحرارية ويعتبر من غازات الدفيئة، أما في طبقات الجو العليا، أي في أعلى طبقة الستراتوسفير، فإنه يقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية القصيرة، وبذلك يشكل درعاً يقي الكرة الأرضية منها. ويلعب بخار

Scanned by TapScanner

الماء دوراً هاماً فهو أقوى غازات الدفيئة امتصاصاً للأشعة تحت الحمراء. وهناك أيضا إضافة إلى هذه الغازات المعلقات aerosols والغيوم، التي تلعب بدورها دوراً هاماً أيضاً [٥٨].

يشمل الغلاف المائي Hydrosphere كل المياه السطحية والجوفية والعذبة والمالحة. وتؤثر مياه الأنهار التي تصب في البحار على تركيزها وعلى دورانها. وتغطي المحيطات ٧٠% من سطح الأرض وهي تخزن كميات هائلة من الطاقة. كما أن مياه المحيطات تمتص غاز ثنائي أكسيد الكربون. يكون دوران المياه في المحيطات أبطأ من دوران الهواء في الغلاف الجوي. ويتأثر هذا الدوران بالرياح، وفرق التركيز في الملوحة، والفرق في درجة الحرارة. وبسبب هذه العطالة الكبيرة للغلاف المائي فإنه يعمل كمنظم لدرجة الحرارة، ويقلل التغيرات التي تحصل فيها.

يتضمن الغلاف الثلجي Cryosphere ألواح الجليد في غرينلاند، والقطب الجنوبي، والقبعات الثلجية. وتنبع أهمية الغلاف الثلجي من عكسه للأشعة الشمسية، ومن ناقليته المنخفضة للحرارة، ومن عطالته الحرارية المرتفعة، وعلى الأخص من دوره الهام في إدارة دوران مياه المحيطات العميقة. ولأنه يخزن كمية هائلة من المياه، فهو مهم بسبب دوره المحتمل في رفع منسوب البحار والمحيطات.

يتحكم غطاء النباتات والتربة لسطح الأرض في كمية الطاقة الممتصة من الجو، وعودتها إليه. يعود بعض الطاقة على شكل إشعاعات حرارية، أو في المجال تحت الأحمر، و يؤدي هذا إلى تسخين الغلاف الجوي مع تسخين الأرض. ويبخر بعضها الماء الموجود في التربة، أو النباتات ويطلقه على شكل بخار الماء إلى الجو، حيث تلعب رطوبة الجو دوراً هاماً في رفع درجة حرارة الأرض. وتؤثر تضاريس سطح الأرض وخشونته، على تيارات الهواء لأن الرياح تضرب سطح الأرض. تعتمد خشونة سطح الأرض على

Scanned by TapScanner

الماء دوراً هاماً فهو أقوى غازات الدفيئة امتصاصاً للأشعة تحت الحمراء. وهناك أيضا إضافة إلى هذه الغازات المعلقات aerosols والغيوم، التي تلعب بدورها دوراً هاماً أيضاً [٥٨].

يشمل الغلاف المائي Hydrosphere كل المياه السطحية والجوفية والعذبة والمالحة. وتؤثر مياه الأنهار التي تصب في البحار على تركيزها وعلى دورانها. وتغطي المحيطات ٧٠% من سطح الأرض وهي تخزن كميات هائلة من الطاقة. كما أن مياه المحيطات تمتص غاز ثنائي أكسيد الكربون. يكون دوران المياه في المحيطات أبطأ من دوران الهواء في الغلاف الجوي. ويتأثر هذا الدوران بالرياح، وفرق التركيز في الملوحة، والفرق في درجة الحرارة. وبسبب هذه العطالة الكبيرة للغلاف المائي فإنه يعمل كمنظم لدرجة الحرارة، ويقلل التغيرات التي تحصل فيها.

يتضمن الغلاف الثلجي Cryosphere ألواح الجليد في غرينلاند، والقطب الجنوبي، والقبعات الثلجية. وتنبع أهمية الغلاف الثلجي من عكسه للأشعة الشمسية، ومن ناقليته المنخفضة للحرارة، ومن عطالته الحرارية المرتفعة، وعلى الأخص من دوره الهام في إدارة دوران مياه المحيطات العميقة. ولأنه يخزن كمية هائلة من المياه، فهو مهم بسبب دوره المحتمل في رفع منسوب البحار والمحيطات.

يتحكم غطاء النباتات والتربة لسطح الأرض في كمية الطاقة الممتصة من الجو، وعودتها إليه. يعود بعض الطاقة على شكل إشعاعات حرارية، أو في المجال تحت الأحمر، و يؤدي هذا إلى تسخين الغلاف الجوي مع تسخين الأرض. ويبخر بعضها الماء الموجود في التربة، أو النباتات ويطلقه على شكل بخار الماء إلى الجو، حيث تلعب رطوبة الجو دوراً هاماً في رفع درجة حرارة الأرض. وتؤثر تضاريس سطح الأرض وخشونته، على تيارات الهواء لأن الرياح تضرب سطح الأرض. تعتمد خشونة سطح الأرض على

Scanned by TapScanner

طوبوغرافيتها، وعلى وجود النباتات عليها. وتثير الرياح الغبار في الجو، حيث تلعب هذه المعلقات دوراً هاماً بتفاعلها مع الإشعاع الجوي.

(*) يعتقد كثير من العلماء أن درجة حرارة الأرض ترتفع تدريجياً بسبب انبعاث الغازات الحرارية الناتجة عن الأنشطة الانسانية إلى طبقة الغلاف الجوي ، وقد توصل الباحثون إلى أن النصف الشمالي من الكرة الأرضية شهد في الثلاثين سنة الأخيرة زيادة قدرها ٠.٢ درجة مئوية مما جعلها الأكثر حرارة طوال الألفية الأخيرة.

مناطق الكتل الجليدية

تغطي ما تبقى من سطح الأرض وهو حوالي ٣ % ، وهي المزود الأكبر للمياه العذبة في العالم ، تعكس طبعة الجليد الموجودة على الأرض كثيراً من حرارة الشمس إلى الفضاء مرة أخرى . ويؤثر فقدان كثير من هذه الحرارة على مناخ الأرض ، ويؤدي إلى ارتفاع مستوى البحر ، ويهدد مخزون المياه في العالم . وهناك الغلاف الحيوي Biosphere المحيطي أو الأرضي، ويمكننا القول عن الغلاف الحيوي بأنه ذلك الجزء من الغلاف الجوي والماء واليابسة الذي تعيش فيه الكائنات الحية وتتزود بما يلزمها من مواد لتحيا وتشمل الكائنات الحية :- (الإنسان ، النباتات ، الحيوانات والكائنات الحيّة الدقيقة).

يجري تبادل كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون بين الغلاف الحيوي والغلاف الجوي : حيث تأخذ النباتات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتُعطى الأكسجين له في عملية صنع الغذاء . وتأخذ الكائنات الحية الأكسجين وتطلق ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس .

يلعب الغلاف الحيوي أيضاً دوراً هاماً في درجة حرارة الأرض، فالكائنات الحية تؤثر على امتصاص غازات الدفيئة، وعلى إطلاقها أيضاً. وتقوم النباتات بامتصاص ثنائي أكسيد الكربون، وتمثله في بناء نسجها بعملية التمثيل اليخضوري، ولذا فهي تلعب دوراً هاماً في توازن ثنائي أكسيد الكربون

Scanned by TapScanner

والميثان وأكسيد النيتروز. وهناك أيضاً المركبات العضوية الطيارة volatile VOC organic compounds التي تؤثر على كيمياء الغلاف الجوي، وتقوم بتشكيل المعلقات، وبالتالي تؤثر على المناخ. إن تأثير المناخ على المحيط الحيوي محفوظ في المستحاثات، وحلقات الأشجار، وغيرها. ويأتي معظم المعلومات عن المناخ القديم من هذه المصادر.

تتفاعل عناصر المناخ المذكور مع بعضها بعضاً بشكل معقد جداً. فمثلاً يتفاعل الغلاف الجوي مع الغلاف المائي حيث يتم تبادل الماء وغاز ثنائي أكسيد الكربون بينهما. ويقوم الغطاء الجليدي بمنع هذا التبادل بين الجو والمحيطات. ويؤثر الغلاف الحيوي على تركيز ثنائي أكسيد الكربون عن طريق التمثيل اليخضوري أو التنفس، وهما عمليتان تتأثران بدورهما بالتغير المناخي. ويؤثر الغلاف الحيوي على دخول الماء إلى الجو من خلال تنفس النباتات، ومن خلال عكسه لأشعة الشمس إلى الجو.

النظام القديم للمناخ Paleoclimatology

يتغير المناخ على مدى فترات زمنية مختلفة الطول. وخلال المليون سنة الأخيرة كانت هناك فترات جليدية، وفترات بين جليديتين، بسبب التغير الذي حصل على محور دوران الأرض. وعن طريق تحليل عينة لب جليدية مأخوذة من القطب الجنوبي، أمكن تمييز أربع دورات جليدية خلال الـ ٥٠٠٠٠٠ سنة الماضية. وقد اكتشف مؤخراً أن هناك تغيراً طفيفاً طرأ على درجة الحرارة على مدى واسع على الكرة الأرضية، وخاصة في نصف الكرة الشمالي منها خلال آخر فترة جليدية، فقد ارتفعت درجة الحرارة عدة درجات مئوية خلال حياة إنسان واحد. وعلى النقيض من ذلك يبدو أن المناخ كان إلى حد بعيد مستقراً خلال العشرة آلاف عام الأخيرة، على الرغم من احتمال حدوث تغيرات محلية كبيرة فيه. وقد أظهرت التحاليل أن مناخ نصف الكرة الشمالي اتسم بتبريد متواصل خلال الألف عام الأخيرة، ما عدا القرن العشرين الذي شهد دفأً قوياً. لقد كانت درجة الحرارة دافئة نسبياً خلال القرنين الحادي

Scanned by TapScanner

عشر والثالث عشر الميلاديين، وباردة نسبياً من القرن السادس عشر إلى القرن التاسع عشر. وصادف هذا ما سمي بالعصر الجليدي القصير. وعلى الرغم من أن هذه الاختلافات انحصرت في نصف الكرة الشمالي، إلا أن ارتفاع درجة الحرارة في القرن العشرين غير مسبوق. وعلى الرغم من الاختلاف بين نصف الكرة الجنوبي والنصف الشمالي، إلا أن الاثنين شهدا ارتفاعا" في درجة الحرارة في القرن العشرين [٥٩].

تستخدم الدراسات على المناخ القديم التغيرات التي تطرأ على مؤشرات حساسة مناخياً لاستنتاج التغيرات المناخية على فترات زمنية، تتراوح من عقود إلى ملايين السنين. تتأثر هذه المؤشرات (مثل عرض حلقات الأشجار) بدرجة الحرارة المحلية، وبعوامل أخرى كالهطول. وغالباً ما تكون لفصول معينة بدلاً من أن تكون لسنين. وتقدم الدراسات التي أجريت على عدد من المؤشرات في مناطق مختلفة من العالم تأكيداً أكبر لتأثيرات مناخية متسقة. ومع ذلك تزداد درجة عدم التأكد بشكل عام مع الزمن بالرجوع إلى الوراء، بسبب عدم التغطية الجغرافية الشاملة.

تدعم المعلومات عن المناخ القديم التفسير القائل بأن الدفء في منتصف القرن الماضي غير معهود على الأقل خلال الـ ١٣٠٠ عاماً الماضية. أما آخر فترة كانت فيها المناطق القطبية أدفأ بشكل كبير من الوضع الحالي لمدة طويلة، فترجع إلى ١٢٥٠٠٠ سنة. وقد أدى الانخفاض في حجم الجليد القطبي في العصر بين الجليديتين (منذ حوالي ٢٥٠٠٠ عام) إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمعدل ٤- ٦م عن مستواه في القرن العشرين. وتظهر بيانات من لب الجليد في القطبين، أن متوسط درجة الحرارة عندهما كان أعلى بـ ٣-٥ م° من درجة الحرارة الحالية. ويعود ذلك إلى تغير في محور دوران الأرض. وكانت هناك فترات أبرد في القرنين ١٢ و ١٤ وأيضاً في القرن ١٧ وحتى القرن ١٩[٦٠].

Scanned by TapScanner

عشر والثالث عشر الميلاديين، وباردة نسبياً من القرن السادس عشر إلى القرن التاسع عشر. وصادف هذا ما سمي بالعصر الجليدي القصير. وعلى الرغم من أن هذه الاختلافات انحصرت في نصف الكرة الشمالي، إلا أن ارتفاع درجة الحرارة في القرن العشرين غير مسبوق. وعلى الرغم من الاختلاف بين نصف الكرة الجنوبي والنصف الشمالي، إلا أن الاثنين شهدا ارتفاعا" في درجة الحرارة في القرن العشرين [٥٩].

تستخدم الدراسات على المناخ القديم التغيرات التي تطرأ على مؤشرات حساسة مناخياً لاستنتاج التغيرات المناخية على فترات زمنية، تتراوح من عقود إلى ملايين السنين. تتأثر هذه المؤشرات (مثل عرض حلقات الأشجار) بدرجة الحرارة المحلية، وبعوامل أخرى كالهطول. وغالباً ما تكون لفصول معينة بدلاً من أن تكون لسنين. وتقدم الدراسات التي أجريت على عدد من المؤشرات في مناطق مختلفة من العالم تأكيداً أكبر لتأثيرات مناخية متسقة. ومع ذلك تزداد درجة عدم التأكد بشكل عام مع الزمن بالرجوع إلى الوراء، بسبب عدم التغطية الجغرافية الشاملة.

تدعم المعلومات عن المناخ القديم التفسير القائل بأن الدفء في منتصف القرن الماضي غير معهود على الأقل خلال الـ ١٣٠٠ عاماً الماضية. أما آخر فترة كانت فيها المناطق القطبية أدفأ بشكل كبير من الوضع الحالي لمدة طويلة، فترجع إلى ١٢٥٠٠٠ سنة. وقد أدى الانخفاض في حجم الجليد القطبي في العصر بين الجليديتين (منذ حوالي ٢٥٠٠٠ عام) إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمعدل ٤- ٦م عن مستواه في القرن العشرين. وتظهر بيانات من لب الجليد في القطبين، أن متوسط درجة الحرارة عندهما كان أعلى بـ ٣-٥ م° من درجة الحرارة الحالية. ويعود ذلك إلى تغير في محور دوران الأرض. وكانت هناك فترات أبرد في القرنين ١٢ و ١٤ وأيضاً في القرن ١٧ وحتى القرن ١٩[٦٠].

Scanned by TapScanner

العوامل المؤثرة على توزيع الاشعاع الشمسي

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

١ – زاوية سقوط اشعة الشمس .

٢ – زاوية الجو وتغييم السماء (شفافية الغلاف) .

٣ – طول الليل والنهار .

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

٥ – العلاقة بين الارض والشمس (البعد بينهما)

٦ – الألبيدو .

١ – زاوية سقوط اشعة الشمس على سطح الارض .

وتؤثر في مقدار الاشعة المستلمة من قبل سطح الارض فيما اذا كانت عمودية ام مائلة وارتباط ذلك بطول وقصر المسافة فاذا طالت المسافة (اي مائلة) تعرض الاشعاع للامتصاص والانعكاس والانتشار كما انها تتوزع على مساحة اكبر مما يؤدي الى تقليل الاشعة المستلمة ويمكن تمثيل العلاقة بين اشعة الشمس العمودية والمائلة بالمعادلة الاتية [٦١] :-

ك م = ك ع × جتاز

حيث ان ك م = شدة الاشعة المائلة

ك ع = شدة الاشعة العمودية

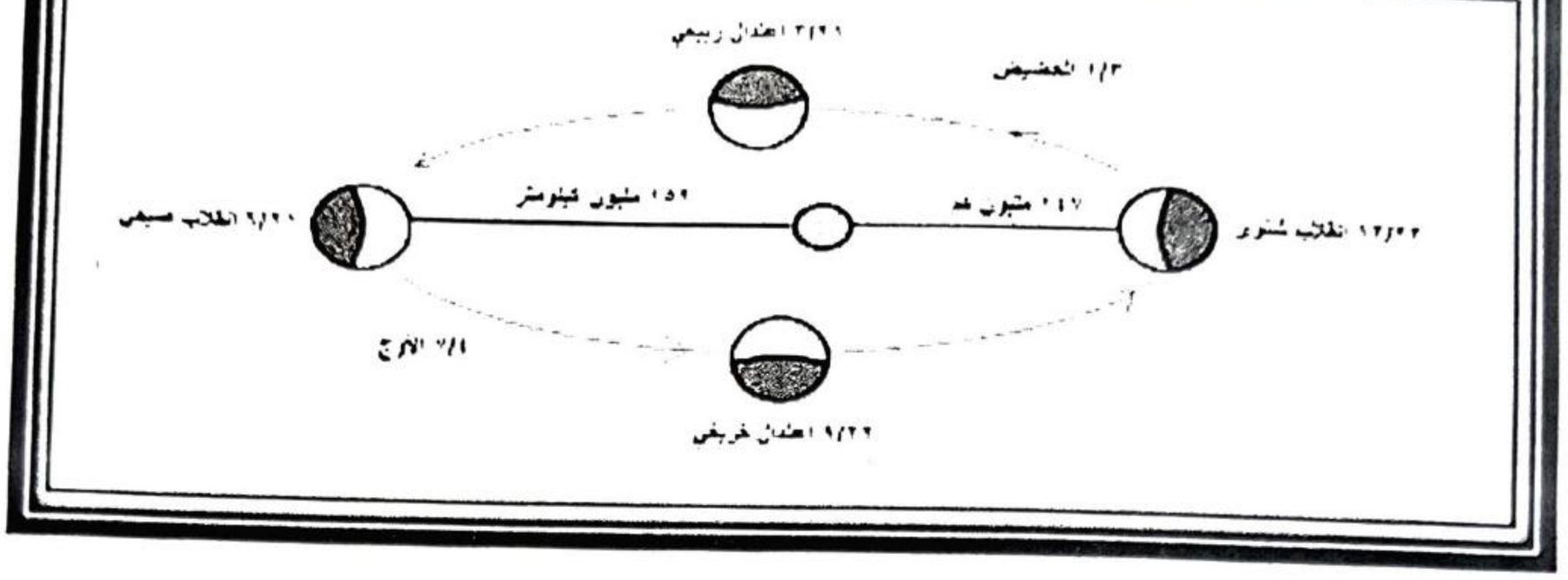
جتاز = زاوية ميلان الاشعة .

٢ – البعد بين الارض والشمس :-

بما ان الارض تدور حول الشمس في مدار بيضوي وليس دائري اذن فانها تقترب من الشمس مرة وتبتعد عنها مرة اخرى وبذلك تختلف المسافة بين الشمس والارض تبعاً لذلك من ١٥٢ مليون كم في ٤ تموز الى ١٤٧ مليون كم في ٣ ك٢ [٦٢] لاحظ الشكل (٣) .

Scanned by TapScanner

شكل (٣) البعد والقرب بين الارض والشمس



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

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

٣ – اختلاف طول النهار :–

لا يختلف طول النهار (في الصيف والشتاء) في المناطق المدارية فمعدله ١٢ ساعة طول ايام السنة . اما في المناطق المعتدلة والباردة فان طول النهار يزداد طولا في الصيف ويقصر في الشتاء (ويزداد الفرق بين طول الليل والنهار كلما زادت دائرة العرض) وبناءاً عليه يزداد المدى الحراري اليومي والسنوي للإشعاع في المناطق المعتدلة والباردة ويقل في المناطق المدارية ، وهذا معناه ان طول النهار يتوقف على دائرة العرض والفصول المختلفة (٦٣) .

Scanned by TapScanner

٤ – شفافية الغلاف الغازي :-

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

٥ – اختلاف التضاريس [٦٤]:-

يؤثر اختلاف تضرس سطح الارض وامتداد السلاسل الجبلية واتجاهات الاودية التي تتبع هذه الجبال في مدى قوة الاشعة الشمسية الساقطة على سطح الارض ، ففي النصف الشمالي يلاحظ ان المنحدرات الجنوبية لسفوح الجبال يمكن لها ان تستقبل الاشعاع الشمسي بصورة مباشرة في حين ان المنحدرات الشمالية لسفوح هذه الجبال تقع في منطقة ظل المطر . كما ان طول فترة عدد ساعات اشراق الشمس خلال اليوم في وادي نهري عميق ما تتأثر بشدة ارتفاع السلاسل الجبلية العالية التي تحيط بجانبي هذا الوادي وطبيعة امتدادها وهكذا قد تحجب التلال والسلاسل الجبلية الاشعة الشمسية عن بطون الاودية ، اذ قد لا يسجل اكثر من ثلاث ساعات اشراق في مثل هذه المناطق كما في سويسرا .

٦ – الالبيدو Albedo:-

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

ثلج جديد = ٧٥ – ٩٥%

ثلج قديم او جليد = ٥٠ – ٧٠ %

صخور بيضاء = ٤٥ – ٦٠ %

رمال الصحاري = ٢٠ – ٤٠%

اراضي جافة محروثة = ٢٠ – ٢٥%

غابات نفضية في الخريف = ٣٣- ٣٨ %

Scanned by TapScanner

غابات نفضية خضراء = ١٦ – ٢٧ %

مراعي وحقول خضراء = ١٢ – ٣٠%

غابات كثيفة = ٥ – ٢٠%

سطوح البحار (معدل) = ٣ – ١٠%

وتختلف نسبة الالبيدو تبعاً الى:-

أ- الموقع بالنسبة لدوائر العرض .

ب – اختلاف طبيعة سطح التربة.

ج – اختلاف لون التربة.

د – اختلاف تركيب التربة .

هـ – وجود النباتات .

و – تغطية السطوح بالثلج

اثر مكونات الغلاف الجوي على الاشعاع الشمسي

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

١ – الامتصاص – التوصيل Conduction .

٢- الحمل Convection

٣ – الاشعاع Radiation .

فأما التوصيل فهو وسيلة هامة لانتقال الطاقة في الاجسام الصلبة وعلى نطاق قليل في الهواء يمكن القول ان الاوكسجين الذري (الاوزون) هو العنصر الذي يسهم في عملية الامتصاص والتوصيل في الغلاف اذ انه يمتص جانباً من الاشعة الفوق البنفسجية في حزمة امتصاص تمتد بين (٠,١٧) مايكرون الى (٠,٢) مايكرون [٦٥]

ويتم انتقال الطاقة عن طريق الحمل عندما يتحرك الوسط النقي بالطاقة من مكانه الى مكان اخر ذي طاقة اقل وطريقة الحمل هي الوسيلة لانتقال الطاقة في الغلاف الجوي وما التقلبات الجوية اليومية في المناطق

Scanned by TapScanner

المعتدلة والباردة الا نتيجة مباشرة لتعاقب كتل هوائية ذات درجات حرارية متبادلة . اما الاشعاع فيشترط عند انتقال الطاقة عن طريق التوصيل او الحمل توفر وسط مادي لكي تنتقل الطاقة عبره وفي الاشعاع لا يشترط وجود وسط مادي بل ان من الممكن انتقال الطاقة عن طريقه عبر الفراغ [٦٦] ولهذا فان الاشعاع هو الوسيلة الوحيدة التي يتم بواسطتها انتقال الطاقة من الشمس الى الارض التي تبعد عنها ١٥٢ مليون كم وتنتقل هذه الطاقة عن طريق الاشعاع على شكل موجات كهرومغناطيسية وتعرف الوحدة المستعملة في قياس طول موجات الاشعاع بالميكرون Micron وهي تساوي واحد في الالف من المليمتر اي ان:

السنتمتر الواحد = عشرة الاف مايكرون .

الاشعاع الارضي :

يصل الى سطح الارض ٥٠% من الاشعاع الواصل الى سطح الغلاف الغازي ويقوم سطح الارض بامتصاصها ثم يشعها الى الجو على شكل موجات حرارية طويلة تتراوح بين ٥ – ٥٠ مايكرون [٦٧] وهي بذلك اطول من موجات الاشعاع الشمسي بعشرين مرة . ويحدث الاشعاع الارضي طول ساعات اليوم (الليل والنهار) بينما الشمسي خلال النهار فقط واعظم مقدار للإشعاع الارضي يكون عند الخامسة مساءاً تقريباً ثم ينخفض خاصة عند الخامسة صباحاً اي قبل شروق الشمس.

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

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

Scanned by TapScanner

النبات ولذلك نجد زراع الفاكهة في العالم (كاليفورنيا مثلا) يبذلون جهدهم لتدفئة جو المزرعة حتى يظل فوق التجمد وذلك عن طريق اشعاع النيران في مدافئ خاصة يطلقون عليها smudge pots فيؤدي الدخان الكثيف المتصاعد الى اعاقة فقدان الاشعاع الارضي بسرعة خلال ليالي الشتاء الصافية ومن ثم يقلل من ظاهرة حدوث الصقيع [٦٨]

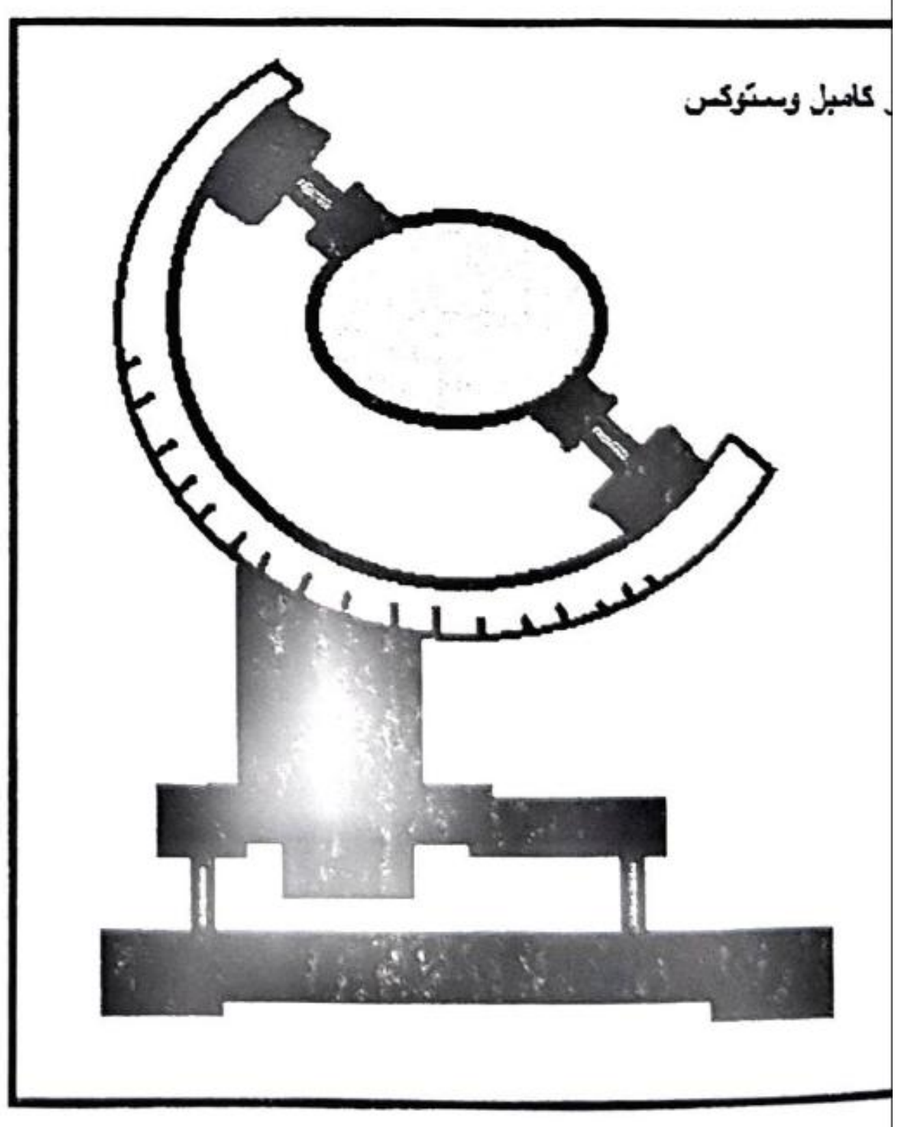
ادوات وطرق قياس الاشعاع الشمسي واشراق الشمس

اهمها:-

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

لقياس السطوع الشمسي [٦٩] :- ويتكون من كرة زجاجية قطرها ٩,٢ سم ومهمتها تجميع الاشعة الشمسية وتركيزها على ورقة خاصة بحيث تحرق فيها مسارا خاصا يتفق مع مسار الشمس اما اذا لم تكن الشمس ساطعة نتيجة لاحتجابها نتيجة السحب فانه لا يظهر على الورقة اي حرق انظر الشكل (٤).

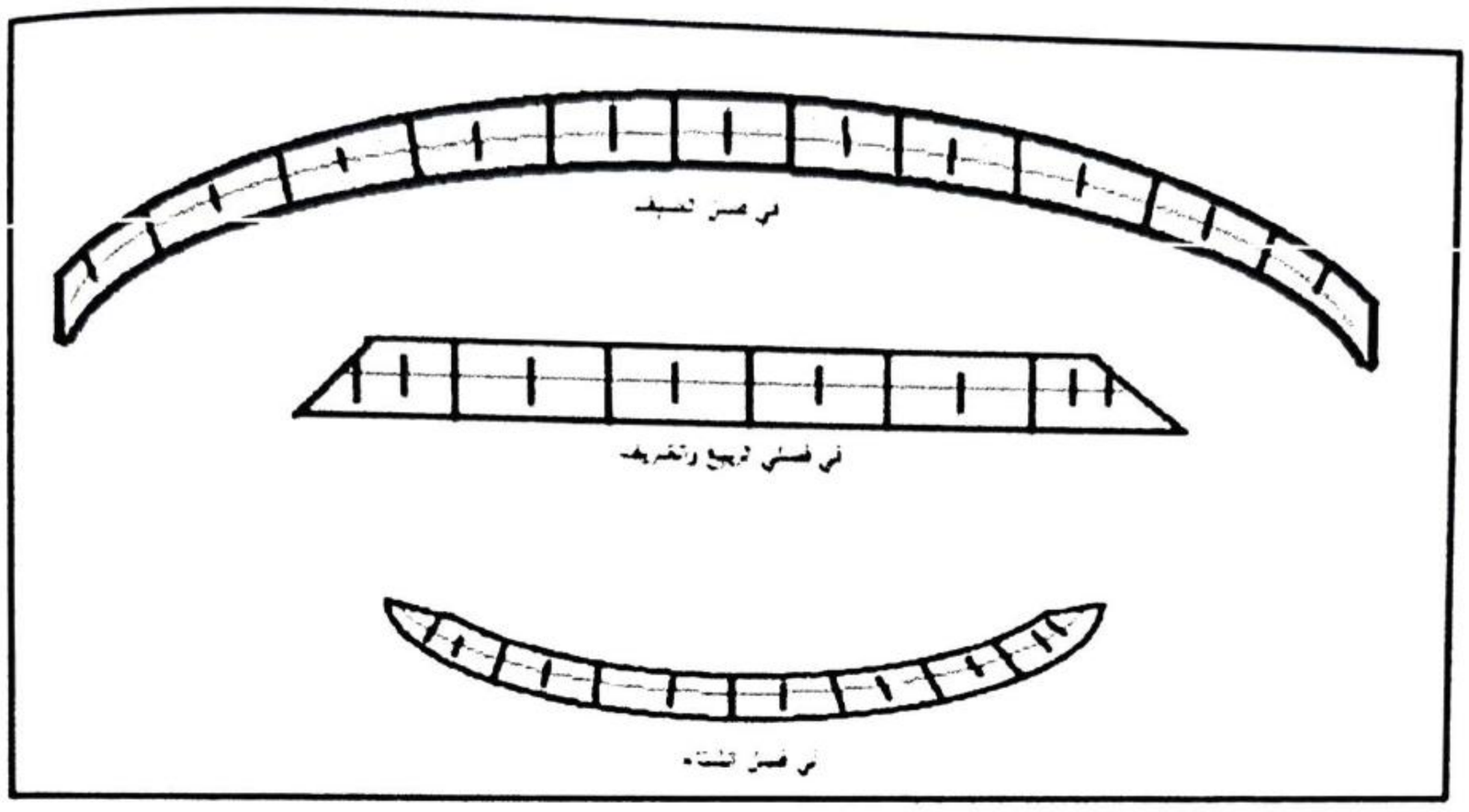
شكل (٤) جهاز كامبل وستوكس لقياس الإشعاع الشمسي



Scanned by TapScanner

وتستعمل ثلاثة انواع من الاوراق[٧٠] فالأوراق الخاصة بالصيف تكون طويلة ومحدبة والاوراق الخاصة بالشتاء قصيرة ومقعرة اما اوراق الربيع والخريف فتكون مستقيمة انظر الشكل (٥) .

الشكل (٥) الأوراق المستخدمة في جهاز كامبل ستوكس



السيطرة على النظام المناخي

هنالك مجموعة من العوامل المؤثرة والمسيطرة على النظام المناخي هي :-

أولاً: دوائر العرض[٧١] : تحدد درجة العرض طول النهار بالنسبة لليل على مدار السنة، وهذا يتوقف عليه مقدار ما تكتسبه الأرض من حرارة الشمس، وتصل اشعة الشمس الى الأرض بشكل عمودي عند خط الاستواء ومائلة بعيداً عنه ويزداد ميلها كلما ابتعدنا عن خط الاستواء، ونظراً لأن الاشعة العمودية أقوى أثراً من الاشعة المائلة فإن المنطقة الاستوائية تتلقى كمية اشعاع اكبر من اي منطقة اخرى.

إن هذا التوزيع لا يأخذ في الحسبان تأثير العوامل الاخرى التي تتدخل في تلطيف الحرارة أو رفعها، فالمناطق الاستوائية أقل حرارة من المناطق المدارية وقت تعامد الشمس، فالمناطق الأولى تمتاز بغزارة أمطارها والسحب الكثيفة والأبخرة ووجود الغطاء النباتي الكثيف، كما إن طول النهار بها أقصر

Scanned by TapScanner

من المنطقة الثانية، كل ذلك يقلل من تأثير الاشعاع الشمسي في المنطقة الاستوائية.

من المعروف إنه كلما ابتعدنا عن خط الاستواء زاد الفرق بين طول النهار و الليل ، ففي الصيف الشمالي يطول النهار في مناطق العروض العليا التي تصلها اشعة الشمس شديدة الميل، (إذ إن طول النهار يعوض النقص في الاشعاع الذي يصل الأرض نتيجةً لذلك الميل)، بل إن شمال الدائرة القطبية الشمالية (٦٦،٥ درجة شمالاً) لا تغيب الشمس عنه طوال الانقلاب الصيفي وتختفي تماماً طوال الانقلاب الشتوي، وهذا معناه ارتباط توزيع الاشعاع الشمسي ارتباطاً وثيقاً بدائرة العرض، ولدائرة العرض اهمية اخرى تتمثل في تأثيرها في توزيع مقدار ما يتمتع به سطح الأرض من حرارة بعد عملية الاشعاع الشمسي وهو ما يسمى الموازنة الحرارية للأرض (Earth Heat Budget) .

ثانياً: علاقة الشمس بالأرض :

توجد علاقة دائمة ومستمرة بين الأرض والشمس، ويرجع للشمس الفضل في كافة صور الحياة على سطح الأرض، لأنها المصدر الرئيس للطاقة الظاهرة والكامنة، التي تعتمد عليها جميع الأنشطة الحيوية على سطح الأرض، فيرجع الفضل لحرارة وضوء الشمس في تعديل أشكال التضاريس على سطحها، وما ينتج عنها من أنواع التربة، إلى جانب تأثيرها الواضح في المناخ، وبالتالي فإنها تؤثر في أنواع النبات والحيوان، والتي تمثل الغذاء المولد لطاقة البشر المحركة لكل أشكال النشاط على سطح الأرض، كما أن بقايا بعض النباتات والحيوانات تستخدم كمصادر للطاقة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي.وتعد الطاقة هي العامل المشترك المؤثر في كل أشكال البيئة الجغرافية على سطح الأرض، وإن اختلفت أشكالها إلا أن مصدرها الأساس هو الشمس، وعلى ذلك فالاختلاف بين بيئة جغرافية وأخرى على سطح الأرض، يعود إلى الفارق في نصيب كل منها من الطاقة الشمسية التي

Scanned by TapScanner

تتلقاها، ويتوقف قدر هذه الطاقة على العلاقة بين الأرض والشمس، والتي نلاحظها في توالى الليل والنهار والتفاوت في طول كل منهما، وعملية تتابع الفصول واختلاف حرارة كل فصل، وما يترتب على ذلك من التنوع المناخي والنباتي والحيواني وأوجه النشاط البشرى، ويتوقف ذلك على دورتي الأرض اليومية والسنوية.

ثالثاً: دوران الأرض [٧٢]:

دوران الأرض هو حركة دوران الكرة الأرضية المجسمة حول محورها، حيث تدور الأرض باتجاه الشرق، وعندما ينظر إليها من جهة القطب الشمالي فإن الأرض تدور بعكس دوران عقارب الساعة (وستبدو عكس ذلك في حال نظر إليها من جهة القطب الجنوبي). القطب الشمالي ، يعرف أيضاً بالقطب الشمالي الجغرافي او القطب الشمالي الأرضي ، وهو النقطة في نصف الكرة الشمالي حيث يلتقي محور دوران الارض مع سطح الأرض، وهذه النقطة مختلفة ومستقلة عن نقطة الشمال المغناطيسي للأرض، اما القطب الجنوبي فهو النقطة في نصف الكرة الجنوبي التي يلتقي فيها محور دوران الأرض مع السطح ، وهي موجوده في القارة المتجمدة "انتاركتيكا." وتدور الارض حول نفسها مرة كل ٢٤ ساعة تقريباً من منظور شمسي ، وتدور مرة كل ٢٣ ساعه و٥٦ دقيقة و٤ ثواني من منظور نجمي، دوران الارض حول نفسها يتباطأ بمرور الوقت ، علماً بأن اليوم في الماضي كان أقصر مما هو عليه الآن ، وذلك بسبب تأثيرات المد والجزر التي يسببها القمر على دوران الأرض، والساعات الذرية توضح ان اليوم الحديث أطول بـ ٠.٠٠١٧ جزء من الثانية مما كان عليه قبل قرن من الزمان ، وتدور الأرض الدورات الآتية :

أ – الدورة اليومية للأرض :

تدور الأرض حول محورها الوهمي كل ٢٤ ساعة، حيث تدور الأرض حول محورها أمام الشمس بسرعة لا تزيد عن ٢٩.٧٦ كم/ ثانية، في دورة عكس عقارب الساعة إذا ما نظرنا إلى الأرض من نقطة تعلو القطب

Scanned by TapScanner

الشمالي، ومن ثم تدور أمام الشمس من الغرب إلى الشرق، فيما يعرف بحركة الشمس الظاهرية اليومية، حيث تشرق الشمس على المناطق الشرقية من الأرض.

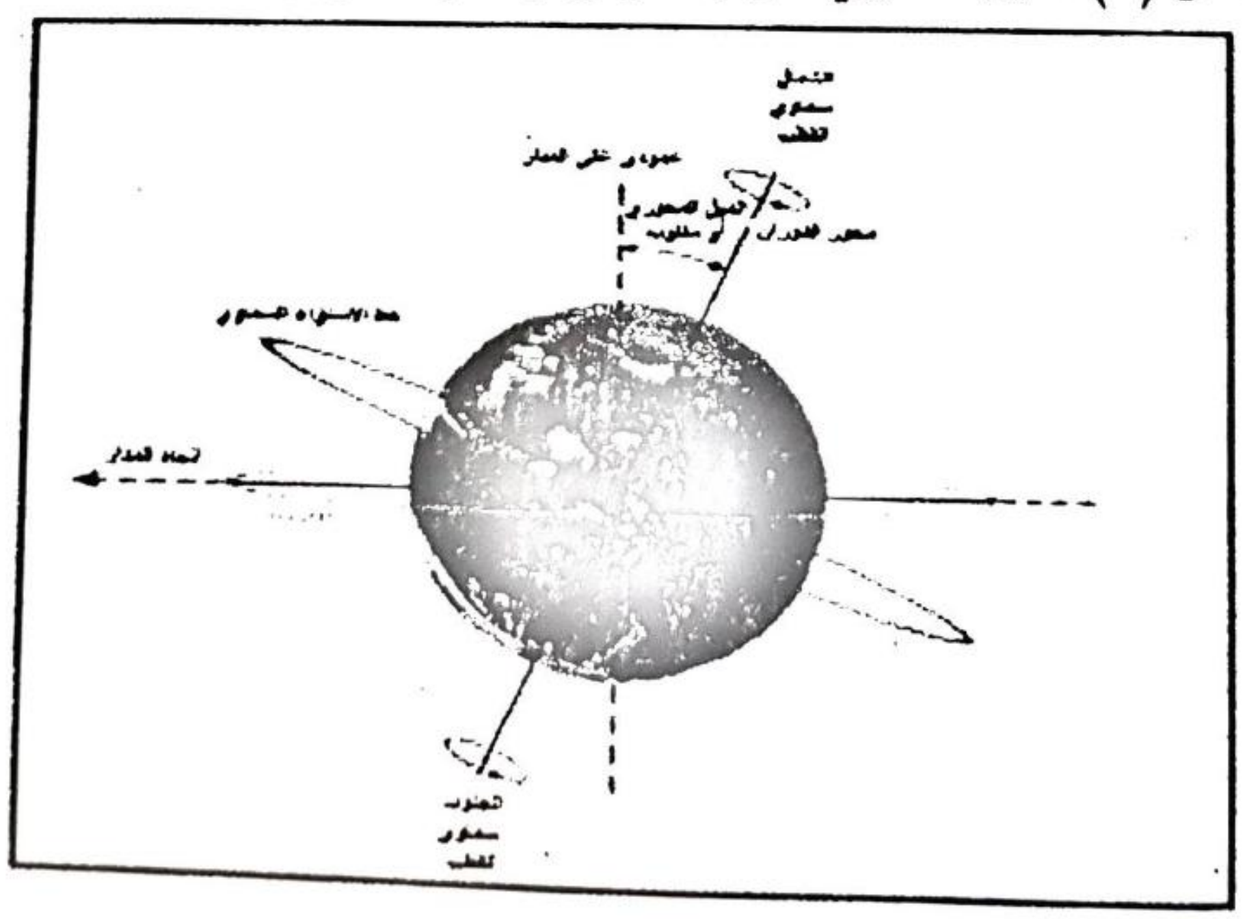
ب – الدورة السنوية للأرض:

تدور الأرض حول الشمس عكس عقارب الساعة أيضا، في مدار شبه بيضوي ، ويعني ذلك ان المسافة بين الأرض والشمس غير ثابتة طول العام على الرغم من وقوع الشمس في المركز (٣٦٥.٢٥ يوماً)، فتبعد الأرض عن الشمس ١٥٢ مليون كم في الصيف الشمالي، خاصة في الرابع من تموز، وعلى بعد ١٤٧ مليون كم في الشتاء الشمالي، خاصة في الثالث من شهر كانون الأول، إن مدار الأرض حول الشمس يمر بكل من مركزي الأرض والشمس معا، ويسمى بمستوى الفلك (أو مستوى الخسوف والكسوف عند الفلكيين).

رابعاً : الميل المحوري للأرض:

الميل المحوري هو ميلان محور دوران كوكب بالنسبة للعمود على مستوي الدوران الذي تدور فيه الكواكب حول الشمس ، انظر الشكل (٦)

الشكل (٦) الميل المحوري لكوكب الأرض ومستوى الدوران.



المصدر: بالاعتماد على https://marefa.org

Scanned by TapScanner

تذبذباً ، بسبب تحرك الكتل الهائلة على سطح الأرض وإحداث تغير في التناسب ، مما أدى إلى إزاحة أو بمعنى أدق زيادة مقدار التذبذب لمحور الأرض المائل.

وهنا من الطبيعي أن نشهد كل عام مناخاً أسوأ من ذي قبل ، فبسبب تأثير ميل المحور ودرجة ثبوته على الفصول الأربعة ، فإنه بعد هذه التغيرات التي حدثت لمحور الأرض ، فلا شك في أن فصل الخريف والربيع قد تلاشوا للأبد ، فإما شتاء لم يشهده الكوكب كل عام ، وإما صيف لم يشهده الكوكب كل عام أيضاً.

سادساً: البعد عن المسطحات المائية:

بعد اليابس والماء وتوزيعهما على سطح كوكب الأرض من أهم العوامل التي تؤثر في المناخ، فمن المعروف إن الخصائص الطبيعية للماء إكتسابه وفقده للحرارة ببطء بعكس اليابس الذي يسخن ويبرد بسرعة، وبالتالي ففي فصل الصيف يسخن الهواء الملامس لليابس اسرع من الهواء الذي يعلو الماء، ويحدث العكس في الشتاء، إذ نجد إن الهواء الملامس لليابس يبرد اسرع من الماء الذي يكون الهواء الملامس له أدفأ نسبياً من اليابس ، وبسبب كل ذلك كانت المسطحات المائية عاملاً مساعداً على إعتدال المناخ في الجهات التي تجاورها، ولتوزيع اليابس والماء أثره الكبير على المدى الحراري اليومي والسنوي، ففي الجهات البحرية يكون المدى الحراري صغيراً بينما يزداد كلما توغلنا في داخل اليابس بعيداً عن البحر.

الدورات [٧٤]

الدورات المناخية ، تغير المناخ اليوم ، امر ثابت لكن الاختلاف قائم في اسبابه فهناك من يرى ان علم الفلك وحده هو الذي يملك الاجابة على سؤال لماذا ارتفعت درجة حرارة كوكبنا خلال السنوات الخمسين الاخيرة بحوالي درجتين مئويتين حيث يرجعون ذلك الى دورات النشاط الشمسي والدورات الفلكية الناتجة عن تعديل الارض لمسارها حول الشمس ، بينما يرى غالبية

Scanned by TapScanner

العلماء مدعومين بهيئات دولية وحكومات كبرى اننا نحن البشر من تسبب في ذلك واننا سندمر الحياة على كوكبنا ان لم نتخذ الاجراءات المناسبة فإننا سنكون امام كوارث محققة ستقضي على مئات ملايين البشر في غضون سنوات قليلة، فما هي دورات النشاط الشمسي ؟ منذ اختراع التلسكوب واستعماله في مراقبة الكواكب ومراقبة نشاط سطح الشمس لاحظ العلماء تغيرات دورية تحدث له بحيث استطاعوا رصد دورتين واضحتين للشمس وهي دورة شواب التي اكتشفها العالم الالماني صموئيل شواب في اربعينيات القرن التاسع عشر وتستمر لمدة ١١ عام على الاغلب وقد تتراوح بين ٩ و ١٣ عام، وهناك دورة اطول تستغرق من ٨٠-٩٠ عام وهي دورة غلايسبرغ حيث اكتشفها العالم ولفجانج غلايسبرغ ، وقد لوحظ ان نشاط سطح الشمس يزداد في فترات معينة فتظهر عليه بقع تشع طاقة اكبر من المناطق الاخرى فيه وتظهر هذه البقع بصورة دورية اذ يمكن ان يصل عدد البقع خلال فترة نشاط الشمس الى اكثر من مائة بقعة ، ويمكن لنشاط الشمس العالي ان يؤثر في عمل الاقمار الصناعية وبعض الاجهزة الالكترونية كما انه يتسبب في رفع درجات الحرارة والتأثير في الامطار وفي مظاهر الطقس الاخرى.

يعتقد كثير من العلماء ان دورة الشمس هي اكبر عامل محدد في الدورات المناخية على سطح الارض وحتى ان بعضهم رأى انه لا وجود لظاهرة الاحتباس الحراري اساسا ، ويدافع انصار الظاهرة عنها بأن معدلات درجات حرارة كوكب الارض لا يمكن ان تزداد جراء تأثير نشاط الشمس فقط فالمعروف ان الحرارة بدأت بالتزايد خلال القرن العشرين ولم يسجل ارتفاعات في درجات الحرارة قبل ذلك.

إن ارتفاع درجة حرارة كوكب الارض امر حتمي نتيجة تغير مسار دورانها حول الشمس في عشرينيات القرن العشرين وضع العالم ميلانوكوفيتش فرضية قال فيها ان الارض ستمر بثلاث دورات فلكية ستكون مسئولة عن كل التغيرات المناخية التي تحدث فيها ، وقد بين ان حرارة كوكب الارض سترتفع

Scanned by TapScanner

لكونها تمر بثلاث مراحل او ثلاث دورات وقد سميت هذه الدورات المناخية بدورات ميلانوكوفيتش وهي دورة الانحراف او الابتعاد عن المركز وفي هذه الدورة سيتغير شكل مدار الارض حول الشمس بحيث ستصبح ابعد عن الشمس مع نهايتها وقد وضح ان الدورة ستستغرق ست وتسعون الف سنة ، ودورة ميلان المدار : اذ سيتغير ميلان مدار كوكب الارض حول الشمس ومن المعروف ان ميلان المدار هو سبب تعاقب الفصول الاربعة وبالتالي فإن تغيره سيؤدي الى تغير معدلات درجات الحرارة خلال تلك الفصول وتستغرق هذه الدورة ٤١ الف سنة ، والتذبذب او التأرجح وفي هذه الفترة تتأرجح الارض حول مدارها وتستمر هذه الدورة ٢١ الف سنة .بالنظر الى طول مدة دورات ميلانوكوفيتش والعودة الى سجلات الحرارة المسجلة في الاف مراكز الرصد حول العالم نجد ان تلك السجلات و ما هو مسجل فيها لا يعدو كونه يمثل بضع ساعات في السنة بالنسبة الى تلك الفترات الطويلة، ولذا يرى العلماء انه من غير المنطقي الحكم على دورة فلكية من خلال متابعة فترة قصيرة منها ، فالعالم ليس عنده سجلات لكل تلك الدورات الطوال التي مرت على كوكب الارض ، ويلجأ بعض العلماء حاليا الى تتبع الاحافير وبعض الاشجار المعمرة لتحديد مدى تأثير الحرارة عليها وبالتالي معرفة معدلات درجات الحرارة في ذلك الماضي البعيد الذي يبعد عنا الاف السني، لذلك فان حركة النظام الشمسي وحدها هي من تحدد المناخ على سطح الارض وانه لا داعي لكل تلك الملايين التي تصرف في المحاضرات والنشاطات والمؤتمرات التي تخص الموضوع هذا بالإضافة الى تعطيل عجلة التنمية في بعض البلدان الفقيرة التي هي في امس الحاجة الى كل مصنع جديد او الى كل مصدر طاقة ، كما ان الصراعات والتلوث والجوع مسئولة عن موت ملايين البشر وان تم مواجهة تلك السلبيات والكوارث فقد نستطيع انقاذ ما يمكن انقاذه منهم بدل الجلوس ووضع تصورات لما سيكون عليه طقس الارض بعد مئة سنة مثلا.

Scanned by TapScanner