قسم الاقتصاد : السنة اولى ماستر تخصص : اقتصاد الطاقة
مقياس : اقتصاديات تغير المناخ
د ، مسمش نجاة
المحاضرة الثالثة :

نظريات التغير المناخي

تعد دراسة المناخ ومعرفة خصائصه من الدراسات المهمة للإنسان في جميع جهات الأرض وعلى مر العصور المختلفة ، فقد لاحظ الإنسان الأعاصير العاتية وسقوط الأمطار وهبوب الرياح من وقت لأخر ، وقد أدت ملاحظة الإنسان لتلك الظواهر الجوية والمناخية شهراً بعد الآخر وسنة تلو الأخرى إلى محاولته فهم أسرار تلك المظاهر ومسبباتها والسعي إلى تفهم العوامل التي تتحكم فيها وتغيرها من وقت لآخر ومن مكان لآخر . ورغم مرور وقت طويل منذ بدء الحياة البشرية إلا إن الإنسان لم يتوصل بعد إلى تفسير الظواهر الجوية جميعا ولا تزال هنالك بعض الظواهر الجوية التي تحتاج إلى الدراسة والتفسير. فهناك مناطق تصاب بظاهرة مناخية معينة وهي غريبة غير مألوفة ، نجدها في وقت آخر تظهر في مكان ثان فمثلا حالات الجفاف نجدها توزعت على وسط أمريكا في الثلاثينات وبعد ثلاثين سنة نجدها تعصف في سواحل أفريقيا الشرقية أي في الستينات من القرن الماضي، واكتسحت الاتحاد السوفيتي السابق عام 1970 ، ولان التغيرات المناخية لها تأثير مباشر في الغطاء الحيوي والإنسان لذلك انصب اهتمام العلماء على هذه التغيرات ، لذا قامت العديد من الدراسات لمعرفة هذا التغير المناخي وحاولت إعطاء أسبابه وتتمثل في(أسباب طبيعية وأسباب بشرية) ، ولابد من استعراض هذه الأسباب للوقوف عليها أو فهم أسباب التغيرات الطقسية والمناخية ، وفيما يلي استعراض موجز لأهم النظريات التي عالجت التغير المناخي :-

أ – الأسباب الطبيعية

و من النظريات التي ترجع أسباب التغير المناخي إلى الأسباب الطبيعية هي :-

1- نظرية البقع الشمسية (Sunspots) :-

تعد البقع الشمسية ، أو ما يسمى بالكلف الشمسي و الاوهاج المصاحبة لها من أهم مظاهر النشاط الشمسي ، تظهر البقع الشمسية عادة على شكل منخفضات أو دوامات تحيط في الشمس، ويمكن أن تصل أقطارها إلى(100,000) كم ، وتنخفض درجة حرارة البقع الشمسية عن درجة حرارة المحيط بمقدار (1000 – 1500 م°). وهي تؤثر بشكل أو بأخر في مناخ الأرض بعناصره الأساسية من أمطار وحرارة وضغط جوي ورياح وعواصف

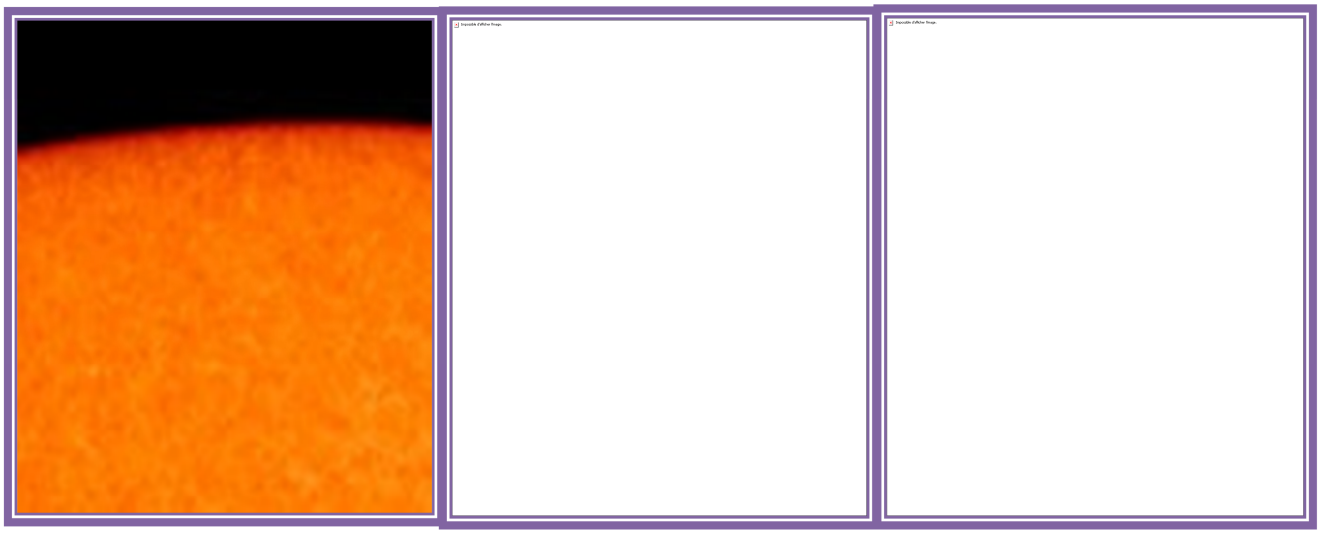
. وكذلك بما تؤثره في الكهرباء الجوية ، إذ ظهر أن الجسيمات الشمسية التي تقذفها الانفجارات تحتوي غالبا على بروتونات والكترونات تندفع إلى الفضاء في جميع الاتجاهات كما تصطدم بعضها بالطبقة العليا للغلاف الجوي للأرض محدثة العواصف المغناطيسية والزوابع .

تعتمد هذه النظرية على أن البقع الشمسية أو الكلف الشمسي يزداد وينخفض بدورة مقدارها 11 سنة كمعدل ، ويعود سبب ظهور الكلف الشمسي على شكل بقع سوداء على سطح الشمس ، إلا أن الإنفجارات الشمسية تدفع الغازات الملتهبة على شكل لسان من اللهب بعيدا عن سطح الشمس مما يؤدي إلى ظهورها بهذه الهيئة كما في الشكل (1) ، وهذا يعني أن كمية الإشعاع الشمسي و ما يرافقه من طاقة سوف تزداد بزيادة كمية أو أعداد البقع الشمسية ، ويصح العكس . وتبعا لذلك فان درجة حرارة الأرض ترتفع مع زيادة عدد البقع الشمسية وتنخفض مع قلة عدد البقع الشمسية .

وأن هنالك العديد من الدراسات العلمية تؤكد ذلك فقد أشارت الدراسة للعالم (كنج King) في عام 1973 م أن التناقص في مقدار الحرارة كان متزامنا مع التناقص في عدد البقع الشمسية خلال المدة الممتدة بين (1958 – 1963 م) وأكد الباحث (برادلي) أن متوسط منسوب خط التجمد في شمال كندا قد تناقص خلال المدة (1957 – 1966 م) مما يعني أن هنالك تناقصاً عاماً في درجة الحرارة خلال هذه المدة الذي يتزامن مع تناقص عدد البقع الشمسية .

شكل (1)

صور للبقع الشمسية سجلت سنة 2008



أما الدراسات الحديثة فقد أثبتت أيضاً أن ظهور البقع الشمسية وزيادة أعدادها على قرص الشمس يؤثر في رفع درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض إذ تم ربط ذلك بالتغيرات المناخية التي شهدها العالم خلال (1989 ، 1991 ، 2000 ، 2002) وتمثل قمة ظهور البقع في العصر الحديث ، وأكد ذلك تقرير معهد الفضاء في (زيورخ) إلى أن عدد البقع الشمسية قد ازداد على مدار القرن الماضي واقترن مع ما شهده مناخ العالم من ارتفاع في درجات الحرارة.

2- نظرية ميلانكوفتش

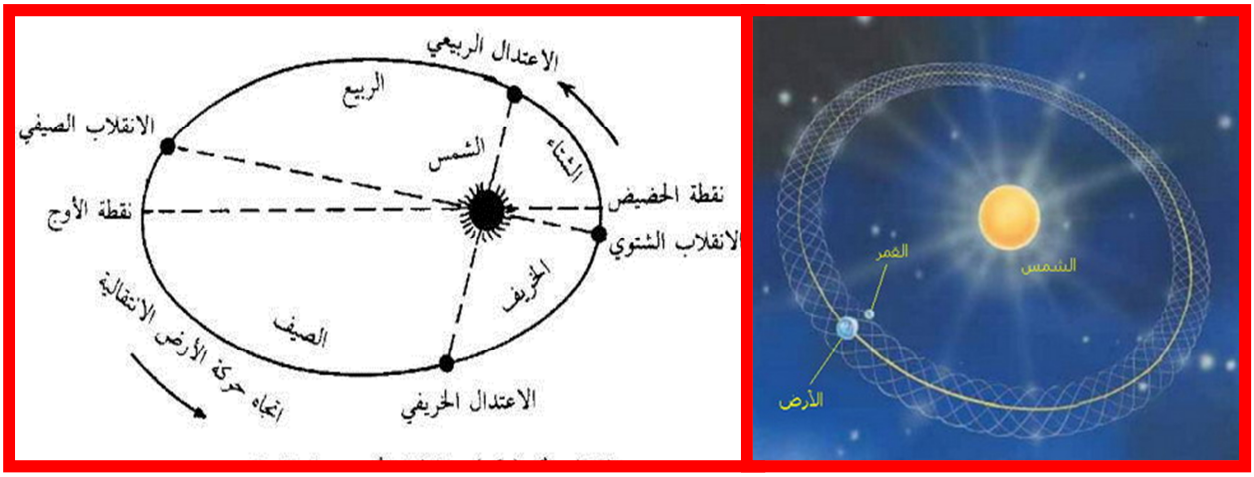
إن هذه النظرية ظهرت في أربعينات القرن الماضي على يد الفلكي اليوغسلافي ميلوتن ميلانكوفتش (Milutin Milankovitch) وهي تعتمد على التغيير في خصائص حركة الأرض ،وما لها من تأثير على كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض ، فاختلاف كمية الإشعاع سيؤدي إلى اختلاف في درجة الحرارة والمعروف أن الاختلاف في درجة الحرارة سيؤثر بدوره في عدد من العناصر المناخية الأخرى .وتعتمد هذه النظرية على حسابات رياضية أهمها :-

أ- تذبذب محور الأرض فمحورها يتجه نحو النجم القطبي الشمالي ويتجه محورها باتجاه النجم فيكا (viga) في دورة مقدارها 26 ألف سنة وهذا له تأثير مباشر في المناخ فقد تختلف أوقات الفصول ، فيكون الصيف بدل الشتاء مثلاً فعندما يتوافق مجيء الصيف كون الأرض في الحضيض فيزداد الإشعاع الشمسي فيكون الصيف أكثر حرارة . وإذا توافق مجيء الشتاء مع الأوج فان كمية الإشعاع الشمسي تكون أقل وبذلك يكون الشتاء أبرد .

ب- تختلف زاوية محور الأرض بين مدة وأخرى وتكون زاوية الميلان للمحور بين (22,1 إلى 24,4) في دورة مقدارها 41 ألف سنة وتؤثر في المناخ من خلال الفصول الأربعة . فعندما يكون الميلان قليلاً يعني اختلافاً قليلاً في درجة الحرارة بين الفصول وعندما يكون الميلان كبيراً يحدث العكس .

ت- يختلف مدار الأرض حول الشمس بدورة تقدر 95 ألف سنة . والاختلاف هذا يتمثل في أن الأرض تدور حول الشمس بمدار دائري فتكون متساوية البعد في كل الفصول . وعندما يتغير ويصبح بيضاوياً فهنالك نقطتان قريبتان ونقطتان بعيدتان وبذلك تختلف درجة الحرارة حسب البعد . انظر الشكل (2) .

شكل (2)
مدارات الأرض حول الشمس



3-نظرية زحزحة القارات

وضع هذه النظرية العالم الألماني ألفريد فجنر عام 1912. وهي تنص على أن سطح الأرض، قبل 200 مليون سنة، كانت تشغله قارة يابسة كبرى، واحدة، أطلق عليها بانجايا Pangaea، وتعني كل الأرض، ومحيط مائي واحد، أطلق عليه بونتس Panthass. وبمرور الأزمنة الجيولوجية انقسمت هذه القارة الأم إلى قارات أصغر أخذت في التحرك والابتعاد عن بعضها الآخر، وهذه القارات لم تتخذ موضعا ثابتا منذ أن تكوّنت الأرض، إذ إنها تتحرك حركة مستمرة ولكن ببطء شديد منذ الزمن السحيق وحتى الآن. وتوضح نظرية فجنر أن قارة (بانجيا) بعد انقسامها تركت أجزاؤها الشمالية ناحية الشمال مكونة ما يعرف بالقارة الكبيرة لوراسيا Laurasia وتشمل أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية، أما الأجزاء الجنوبية فتحركت ناحية الجنوب مكوّنة القارة الكبيرة جوندوانا Gondwana Land وتشمل أمريكا الجنوبية وأفريقيا وشبه الجزيرة العربية ومدغشقر والهند وأستراليا، ويفصل بين القارتين البحر المتوسط القديم أو "بحر تيثس" وعلى مر الأزمنة تحركت أجزاء كل من القارتين الكبيرتين واتخذت الوضع الحالي لليابسة مشكّلة القارات الجديدة .

يعد ألكسندر دو تويت Alexander Du Toit، أستاذ الجيولوجيا في جامعة جوهانسبرج، من المؤيدين لنظرية التزحزح وكذلك قال هولمز Holms بالفكرة نفسها. وأضاف أن التيارات الحرارية، في صهير وشاح الأرض، هي التي تدفع القارات إلى التحرك.

لذا فان لب الأرض على حسب هذه النظرية يعد عبارة عن شبه سائل تطفو عليها القشرة الأرضية ، وان هذه القشرة تمثل صفائح تكون القارات وقيعان المحيطات ، وتتحرك هذه الصفائح مع بعضها الآخر فتغير مواقعها فتحدث تغيرات في مناخها. وهذا يفسر وجود آثار العصور الجليدية التي يرجع عمرها إلى 230 مليون سنة في إفريقيا واستراليا . كما سبق الإشارة إلى أن حركة الصفائح تؤدي إلى تكسر القارات القديمة . وبذلك تغيرت التيارات البحرية ومواقعها ، وهذه التيارات لها تأثير فاعل في عناصر المناخ . وأن حركة الصفائح كانت سببا في نشوء التضاريس مما كان له الأثر الفاعل في دورة الرياح.

4- ظاهرة النينو

كلمة النينو بالاسبانية تعني الطفل حديث الولادة أو الطفل المسيح وربما جاءت هذه الكلمة من الألفاظ العربية ، التي دخلت إلى اللغة الاسبانية . وان تكن محرفة عن اللغة العربية (النونو)، وأن الهنود الحمر الذين كانوا يعيشون في أمريكا الجنوبية يطلقون اسم النينو على المياه الدافئة في المحيط الهادي . التي تظهر عند شواطئ بيرو والإكوادور أيام عيد الميلاد ، إذ كان يرافق ظهور تلك المياه في فصل الشتاء اضطرابات جوية عنيفة ، وتسقط فيه أمطار غزيرة تؤدي لحدوث فيضانات وسيول جارفة .

يرجع سبب حدوث هذه الظاهرة إلى التفاعل بين الغلافين الجوي والمائي ، ففي الظروف الاعتيادية التي لا تترافق مع حدوث ظاهرة النينو ، إذ يتشكل الضغط الجوي المرتفع في الجزء الشرقي للمحيط الهادي بالمنطقة المدارية والمحاذية لسواحل أمريكا الوسطى والجنوبية بينما يتكون ضغط جوي منخفض فوق الأرخبيل الاندونيسي وشمال استراليا ، أي في غرب المحيط الهادي . ويؤدي هذا الوضع إلى نشوء تدرج في الضغط الجوي يسهم إلى حد كبير في هبوب الرياح التجارية في المنطقة المحاذية للدائرة الاستوائية (5 شمالاً وجنوباً) باتجاه الغرب ، دافعتاً أمامها المياه السطحية الدافئة فوق

الجزء الشرقي من المحيط الهادي (سواحل بيرو وأمريكا الوسطى) نحو الغرب ، لتكون كتلة مائية سطحية ساخنة ضخمة بالقرب من الساحل الشرقي لاندونيسيا وشمال استراليا . ونتيجة لوجود كميات هائلة من المياه ذات الحرارة العالية في الساحل الغربي للمحيط الهادي ، فان الأرخبيل الاندونيسي سوف يتعرض لحدوث اعنف العواصف الرعدية ، إذ إن المياه الدافئة سوف تؤدي إلى تزايد نسبة التبخر من المسطحات المائية للمحيط الهادي ، بالإضافة إلى أن إرتفاع درجة الحرارة للمياه السطحية ، سوف يؤدي إلى تكون حالة من عدم الاستقرار الجوي .

وفي الواقع فان هذه الظاهرة تؤثر في مناخ العديد من مناطق العالم المختلفة ، إلا أن تأثيرها يتفاوت من منطقة إلى أخرى. فبينما يؤدي في بعض المناطق إلى ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة ، فانه يؤدي في مناطق أخرى إلى إنخفاضها . ونتيجة للتأثير الكبير لهذه الظاهرة في مناخ الكرة الأرضية ، فإن بعض علماء المناخ يضعها في المرتبة الثالثة بعد الفصول الأربعة وتعاقب الليل والنهار .

5- نظرية الغبار البركاني

تقوم هذه النظرية على أن الثورات البركانية الكبيرة قد تؤدي إلى إيصال كمية كبيرة من الغبار البركاني والدخان المصاحب للانفجارات البركانية إلى الطبقة الثانية من طبقات الغلاف الجوي وهي طبقة الستراتوسفير التي تبعد في المتوسط حوالي 50 كم عن سطح الأرض. وبما أن هذه الطبقة خالية من بخار الماء (أي فوق مستوى أكثر الغيوم ارتفاعاً) وفيها حركة سريعة للرياح . فان الغبار البركاني والدخان سوف ينتشران ليغلفا الكرة الأرضية بعدة مدة قصيرة ، ولصغر حجم الذرات فان الجاذبية الأرضية لا تؤثر فيها بالإضافة لعدم وجود أمطار في هذه الطبقة تعمل على إسقاط هذا الغبار والدخان البركاني لذا فانه سوف تبقى معلقة لعدد من السنين في طبقة الستراتوسفير. ومن أكثر غازات الغبار البركاني التي تؤثر سلبا في الإشعاع الشمسي هو غاز ثاني اوكسيد الكبريت ، حيث تقوم جزيئات هذا الغاز بامتصاص الإشعاع الشمسي وحجبه وتشتيت بعضه نحو الفضاء مرة أخرى ، ويسبب ذلك في انخفاض الحرارة وبرودة سطح الأرض . وقد اثبت العالمان (بوديكو و بيفوفاروفا) سنة 1967م تأثير الاندفاعات البركانية في الإشعاع

الشمسي وتوصلا إلى أن شدة الإشعاع الشمسي بعد ثورة بركان (اوجنت) في أندنوسيا عام 1964 م تناقصت بنسبة (8%) في جميع مناطق الأرض وبقيت على المستوى نفسه خلال عامي (1964 ، 1965 م) .

يرافق الاختلاف بين أوقات النشاط والضعف البركاني اختلافاً واضحاً في درجات الحرارة ، إذ إن مدد النشاط البركاني الطويلة تؤدي إلى تغيرات مناخية مهمة نحو تناقص درجات الحرارة ، وقد تؤدي إلى عصر جليدي إذا كانت الظروف الأخرى ملائمة ، ففي دراسات إحصائية وجد أن الثورات البركانية هي السبب في حدوث العصر الجليدي الصغير (Little Ice Age) في الفترة (1650 – 1850) . وقد أدت البراكين القوية التي حدثت في أواخر القرن العشرين إلى انخفاض درجة حرارة الأرض (0.5 – 1 م°) في السنة التالية لحدوث البركان ، مثل بركان تشيشون في المكسيك سنة 1982 الذي ألقى حوالي 12 مليون طن من الكبريت في الجو ، وبركان بيناتوبو في الفلبين في عام 1991 الذي ألقى في الجو حوالي 25 مليون طن من الكبريت.

ب- الأسباب البشرية

أما أهم النظريات التي ترجع أسباب التغير المناخي إلى الأسباب البشرية فهي :-

1- نظرية التلوث

تعتمد هذه النظرية على نشاط الإنسان بشكل مباشر في عملياته المختلفة وما تسببه أو تنتجه تلك الأعمال من ملوثات . فعمليات حرق النباتات أو الأعمال الهندسية كبناء المدن أو حرق الوقود سواء كان من خلال وسائل النقل أم المصانع الصغيرة والكبيرة جميعها تؤدي إلى إنتاج ملوثات سواء كانت صلبة أم غازية يستطيع الهواء حملها إلى ارتفاعات مختلفة وهنا يبدأ تأثيرها ، إذ تعمل تلك الملوثات على حجب الإشعاع الشمسي من الوصول إلى سطح الأرض مما يؤدي إلى خفض درجة الحرارة من ناحية وتعمل من ناحية أخرى على امتصاص الإشعاع الأرضي ومنعه من الهروب إلى الغلاف الجوي وإعادة اشعاعة إلى الأرض ، وهناك خلاف في الرأي بين الباحثين حول تأثير هذه المواد في المناخ ، فالمعروف أن هذه المواد لا تبقى عالقة في الجو لمدة طويلة كما هو حال

الغبار البركاني ، وذلك لان هذه المواد تبقى ضمن طبقة التروبوسفير التي سرعان ما تغسل بالإمطار ، لذلك فان تأثيرها قليل يتحدد بعمرها.

2- نظرية الاحتباس الحراري

ربما يكون العالم الفرنسي جوزيف فوريه J. Fourier هو أول من اكتشف ظاهرة "الانحباس الحراري" أو ظاهرة "البيت الزجاجي" أو ظاهرة "الدفء الكوني"، وذلك في عام 1824، ثم شرع في إجراء دراسات واختبارات على هذه الظاهرة العالِم سفانتي أرهينيوس Svante Arrhenius في عام 1896، إذ درس ظاهرة امتصاص الغازات في الجو للأشعة تحت الحمراء (الموجات الحرارية Heat waves) وإعادة إبتعاثها إلى الأرض من جديد، وبخاصة الغازات الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري، وتحديداً غاز ثاني أكسيد الكربون.

يعد الاحتباس الحراري ظاهرة طبيعية وضرورية لوجود الحياة على كوكب الأرض وهو السبب الرئيسي لاحتفاظ الأرض بالطاقة اللازمة لتفاعل ونمو الكائنات التي تضمها الأنظمة البيئية الأرضية المختلفة .

يعرف الاحتباس الحراري بأنه عملية التبادل الإشعاعي بين الغلاف الجوي وما يحتويه من غازات ومواد عالقة وبين سطح الأرض . إذ يسمح الغلاف الجوي بمرور الإشعاع الشمسي باتجاه الأرض لكنه في الوقت نفسه يحبس الإشعاع الأرضي الحراري عاملا على رفع حرارة الجو . وهو بذلك يعمل عمل البيت الزجاجي الذي يسمح بدخول الأشعة الشمسية القصيرة الموجات وتمنع الإشعاع الأرضي الطويل الموجة من الهروب.

الاحتباس الحراري عبارة عن طبقة غازية تنشأ في الحالات التي يكون فيها الهواء مستقراً وراكداً ، مما يؤدي إلى ظهور ما نسميه بالحرارة المعكوسة ، فمثل هذه الظاهرة تحدث عندما تزداد درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن سطح الأرض في ضمن طبقة التربوسفير . ويعد الاحتباس الحراري احد أهم مؤشرات التغير المناخي العالمي لكونه يمثل ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة لتغير تدفق الطاقة الحرارية من البيئة واليها ، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض عن معدلها الطبيعي. إذ بلغت الزيادة في درجة حرارة نصف الأرض الشمالي نحو (0.3) درجة مئوية للمدة (1976 – 1986) وفي نصف الكرة الجنوبي نحو (0.23) درجة مئوية .