الفصل الثانى

أولاً: قراءة العلماء لتغير المناخ:

١- فى عام ١٩٩٦ أقامت الحكومة الدانمركية مشروعًا علميًّا لدراسة طبقات الثلج فى الكتل الجليدية، التى تغطى ما يزيد عن ٨٠% من المياه العذبة فى العالم.

تضمن المشروع حفر ثقب بقطر ٥ بوصات (Ice Core) لأخذ عينة على عمق حوالى ١٠٠٠٠ قدم خلال الثلوج حتى أسفل الطبقة الصخرية.

تتكون عينة الثلج من القلب (Ice Core) من الثلوج الساقطة والمتراكمة إلى ما يقرب من ١٠٠٠٠٠ سنة مضت فى طبقات أمكن تمييزها بسهولة. الطبقات تسجل كل أنواع البراهين حول ما كان يحدث على كوكب الأرض فى سنة معينة، وكذلك تحتوى الطبقات على فقاعات الهواء المحتجز والتى تكشف التسجيل الصحيح عما كانت عليه ملوثات الجو فى وقت معين.

٢- فى عام ١٩٨٣ قام تومسون بحفر ١٦٤ مترًا فى الجبل الجليدى المسمى (Quel Ccaya Ice Cap)، وقام بسحب عينة من القلب التى تسجل تاريخ المناخ منذ ١٥٠٠ سنة مضت قريبا من خط الاستواء. تلا ذلك القيام بحفر أعمق حيث فى عام ١٩٨٧ كانت عينة قلب الثلج تعود إلى ٢٥٠٠٠ سنة واستمر الحفر حتى الوصول إلى تاريخ ٧٠٠,٠٠٠ سنة. وبعد ما يزيد عن عقدين من العمل، وعند عودته إلى كليمنجارو فى عام ٢٠٠٦ وجد أن جبال الجليد مستمرة فى التضاؤل. ولقد قال "فى الواقع أن معظم الأنهار الجليدية من القطبية إلى المدارية تتكلم بصوت واحد، وتخبرنا أن الكوكب فى حالة دفء مستمرة".

٣- لقد تم إنشاء عديد من قياسات المحيط فى الفترة من ٤٨ – ١٩٩٨، حيث أعلن أن كل محيط أو بحر يحدث به دفء حتى عمق ١٠٠٠ متر، وأن الـ ٣٠٠ متر عليا يحدث بها دفء بحوالى ٠,٣°م كل عام. وأن كل الحرارة التى أضيفت إلى المحيطات تساوى ١٠% من الطاقة، التى احتجزت بواسطة غازات الاحتباس الحرارى من صنع الإنسان. تتمدد المياه مع ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة درجة الحرارة بدرجة واحدة تترجم إلى الارتفاع فى منسوب سطح البحر بحوالى ٢٥ مليمتر (بوصة واحدة)، ويزيد ذوبان الجليد يزيد من ارتفاع سطح المياه.

٤- كيف قرأ العلماء مفتاح اللغز:

لقد تقدمت التكنولوجيا المستخدمة لتحليل المواد وحجم المعلومات من المناخ فى العقود القريبة؛ حيث تستخدم الطرق الآتية للكشف عن خواص المناخ، مثل:

أ- البيولوجية:

حلقات الأشجار والمرجانيات والنباتات الحفرية والحشرات والكائنات المجهرية مثل الدياتوم (Diatoms).

الكثير من المواد البيولوجية يمكن أن يتم تأريخها (Dated) باستخدام معدلات التحلل الإشعاعى أو وجود النظائر (Isotopes)*، كذلك يمكن أن توفر البنية الكيماويات لتلك العينات معلومات مهمة.

ب- علم الجموديات: (Cryological)

يتم جمع عينات أسطوانية تسمى (Ice Core) بالحفر خلال مسطحات الثلج الكثيفة العميقة أو الأنهار الجليدية، حيث يتم إحتجاز فقاعات الهواء والغبار خلال الطبقات السنوية لسقوط

* النظائر (Isotopes): عنصر ذو عدد ذرى مماثل ووزن ذرى مختلف.

الأمطار. تحتفظ الفقاعات بغازات الاحتباس الحرارى وبعض المكونات الجوية الأخرى الموجودة فى وقت معين، ويمكن تحليل اللب الثلجى هذا بواسطة التأريخ بالقياس الإشعاعى (Radiometric Dating). طبقات الغبار وطبقات الثلج نفسه تمكن من كشف وقراءة الظروف المناخية.

جـ- جيولوجى:

الصخور، الكثبان الرملية، رواسب المحيطات، والأنقاض الثلجية، والمواد الأخرى المأخوذة من البحر ومن قاع البحيرات ومن الأرض الجافة. التحلل الإشعاعى لتلك المواد يساعد فى تعيين عمرها، وكذلك يمكن تأريخ الصخور البركانية بآثار المجال الجغرافى المغناطيسى الحقلى للأرض (Earth's Geomagnetic Field). يساعد المكان وحالة الظواهر الجيولوجية فى تعيين متى كانت مستويات سطح البحر عالية أو منخفضة، أو متى غسلت الأنهار الثلجية سطح الأرض. كثير من رواسب المحيط تكون محملة بالصدفات البحرية.

وفرة ونوع هذه الصدفات (Snells) يكشف عن كمية الكربون والعناصر الأخرى التى دخلت البحر.

د- تاريخى: (Historical)

تقنيات القياس الإشعاعى:

تقنيات القياس الاشعاعى تعتمد على حقيقة أن العناصر مثل الكربون واليورانيوم توجد فى أشكال مختلفة من النظائر، كل نظير له عدد مختلف من النيوترونات (Neutrons). بعض من هذه النظائر يكون غير مستقر، ويتآكل مع الوقت بمعدلات يمكن قياسها. استخدام تلك المعلومات يفيد فى تعيين عمر المادة.

هـ- العلماء يرون أنه من المحتمل بداية ذوبان سطح ثلوج جرين لاند فى حالة تعدى الزيادة فى درجة حرارة الكرة الأرضية عن ٢°م بما يسبب إغراق المساحات الساحلية، لذلك فإن أحد الاتجاهات التى تم تبنيها بواسطة الاتحاد الأوروبى والكثير من المجموعات الحكومية هو تحديد الارتفاع فى درجة حرارة الكرة الأرضية إلى ٢°م فوق المستويات ما قبل الثورة الصناعية. والطريقة الأخرى هى بوضع مستوى ثابت لغازات الصوبة لأقصى تركيز يسمح به الغلاف الجوى مثل ٥٠٠ جزء فى المليون مقاربة بـ ٢٨٠ – ٢٨٠ جزءًا فى المليون فى أوقات ما قبل الصناعة وحوالى ٣٨٠ جزءًا فى المليون الآن.

و- هناك إجماع لدى العلماء أن احترار الأرض هو واقع. لقد كان متوسط درجة حرارة الأرض ٤٦,٩° فهرنهيت عند بداية القياس الحديث، ثم وصل إلى ٤٩,٢ درجة فهرنهيت فى عام ٢٠٠٣. الزيادة فى درجة الحرارة بمقدار* ٢,٣ درجة فهرنهيت قد تبدو تافهة، ولكن لها تأثيرات شديدة. الارتفاع فى درجة الحرارة يتناسب تماما مع استهلاك الوقود.

٥- فى عام ١٩٨٥ توقع أحد العلماء (أرهينياس) الذى نال جائزة نوبل فى الكيمياء، أن CO_2 المنطلق من احتراق الفحم يمكن أن يسبب الدفء لكوكب الأرض. العامل الأول فى أن النشاط العشرى هو السبب لزيادة CO_2 فى الجو جاء من مرصد فى هاواى بهدف توفير المعلومات عن كيمياء الهواء فى بيئة بعيدة ومحتفظة بنقائها الطبيعى. لقد أظهرت القياسات زيادة مستويات CO_2 بمعدل حوالى ٠,٥% سنويًا، حيث الزيادة من ٣١٥ جزءًا فى المليون عام ١٩٥٨ إلى ٣٧٢ جزءًا فى المليون عام ٢٠٠٢، ولكن تلك الزيادات ليست فى خط مستقيم.

* ٢,٣ درجة فهرنهيت = ١,٤٤°م.

٦- فى عام ١٩٨٨ أنشأ برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الأرصاد الدولية اللجنة الحكومية لتغير المناخ (IPCC).[١] هذه اللجنة أحضرت العلماء من دول كثيرة لتقييم الحالة القائمة نحو تغير المناخ. التقرير الأول لـ (IPCC) للتقييم لعب دورًا مهمًا فى تبنى الإطار العام لدعوة الأمم المتحدة نحو تغير المناخ فى مؤتمر قمة الأرض فى ريو جانيرو عام ١٩٩٢. فى فبراير عام ٢٠٠١، أطلقت (IPCC) تقريرها الثالث نحو المناخ، والذى قيل فيه "بدرجة عالية من الثقة" أن "التغيرات" الحديثة فى المناخ العالمى أمكن إدراك تأثيراتها على النظم الطبيعية والبيولوجية، ولقد أظهرت التقرير حدوث تغيرات فى مايزيد عن ٤٢٠ من النظم الطبيعية والبيولوجية المختلفة.

ومع ملاحظة أن درجة حرارة سطح الأرض قد ارتفعت بحوالى ٠,٦°م (١,١° فهرنهيت) خلال القرن الماضى، مع حدوث كل ذلك الدفء خلال العقدين الأخيرين، ولقد استنتجت (PCC) لها دور نحو تغيرات المناخ، وأن الدفء الكوكبى الملاحظ كان نتيجة الحجز الحرارى لغازات ثانى أكسيد الكربون أساسا والميثان وأكاسيد النيتروز.

---

١ IPCC: Intergovernmental Panel On Climate Change.

ثانياً: المباحثات الدولية للمناخ:

أحد الأمور المهمة فى لقاء الأمم المتحدة عام ١٩٩٢ "لقمة الأرض" فى ريوجانيرو.. كان الإطار العام لإتفاقية تغير المناخ، والتى حددت الهدف نحو خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى لتقليل التهديدات المحتملة فى دفء كوكب الأرض. فى مؤتمر المتابعة فى كيوتو فى اليابان عام ١٩٩٧ وافقت ١٦٠ دولة على خفض انبعاثات CO_2، الميثان، أكسيد النيتروز بنسبة حوالى ٥% أقل من مستويات عام ١٩٩٠، وذلك بحلول عام ٢٠١٢. كذلك يتم خفض ثلاثة أنواع أخرى من غازات الاحتباس الحرارى، وهى غازات: (Hydrofloro carbons, Perfloro Carbons, Sulfur Hexafluoride) حيث وضع بروتوكول كيوتو حدودا مختلفة لكل دولة طبقاً لإنتاجها قبل عام ١٩٩٠. وقد تم استثناء الصين والهند من حدود الانبعاثات بهدف تحقيق التنمية ورفع مستوى المعيشة لتلك الدول.

لقد ألزم بروتوكول كيوتو الدول المتقدمة بخفض انبعاثاتها من غازات الاحتباس الحرارى الستة (CO_2، أكاسيد النيتروجين، الميثان، سادس فلوريد الكبريت، CFC'S

البيرفلوروكاربونز). وبعض الدول سمح لها بزيادة الانبعاثات، كما فى الجدول التالى:

الدول التى تم إلزامها بخفض الانبعاثات	النسبة	الدول المسموح لها بزيادة الإنبعاثات	النسبة
بلغاريا	٨%	النرويج	١%
جمهورية التشيك	٨%	أستراليا	٨%
استونيا	٨%	أيس لاند	١٠%
لاتفيا	٨%	جميع الدول الأخرى	لا توجد تكليفات
لتوانيا	٨%		
موناكو	٨%		
رومانيا	٨%		
سولفانيا	٨%		
الولايات المتحدة	٧%		
كندا، البرتغال	٦%		
اليابان، بولندا	٦%		
كرواتيا	٥%		
نيوزيلندا، روسيا، أوكرانيا	لاتغيير		

فى عام ٢٠٠٢ صدقت كل دول الاتحاد الأوربى بالإضافة إلى اليابان على اتفاقية كيوتو. فى حالة تصديق روسيا (وقد فعلت) فسيتم الوصول إلى ٥٥% ويصبح البروتوكول ملزمًا.

ولكن الولايات المتحدة رفضت أن تستجيب؛ حيث ظل الرئيس بوش الابن حجراً صلباً نحو عدم الالتزام بحجة أن خفض الانبعاثات سيكون مكلفًا جداً لاقتصاد أمريكا، حيث استمرت الولايات المتحدة فى زيادة الانبعاثات. ولقد قدر العلماء أن الولايات المتحدة سوف تزيد الانبعاثات بنسبة ٤٣% عن مستويات ١٩٩٠، وذلك فى عام ٢٠٢٠، وليس بخفضها بنسبة ٧%. وفى هذا السياق يتوقع أن يصحح أوباما مسار الولايات المتحدة فى هذا المجال.

سوق الانبعاثات:

الكثير من الدول تحاول تحقيق أهداف كيوتو، وذلك بمساعدة آليات السوق طبقاً للبروتوكول لمساعدة الدول لتحقيق أهدافها بأقل تكلفة ممكنة. الفكرة الأساسية هى أن الدول أو الشركات التى تجد صعوبة فى قطع انبعاثاتها يمكنها تحقيق أهدافها بشراء الخفض، الذى يمكن تحقيقه فى مكان آخر،

وكذلك زيادة الصادرات من التكنولوجيات النظيفة إلى الاقتصاديات الناشئة.

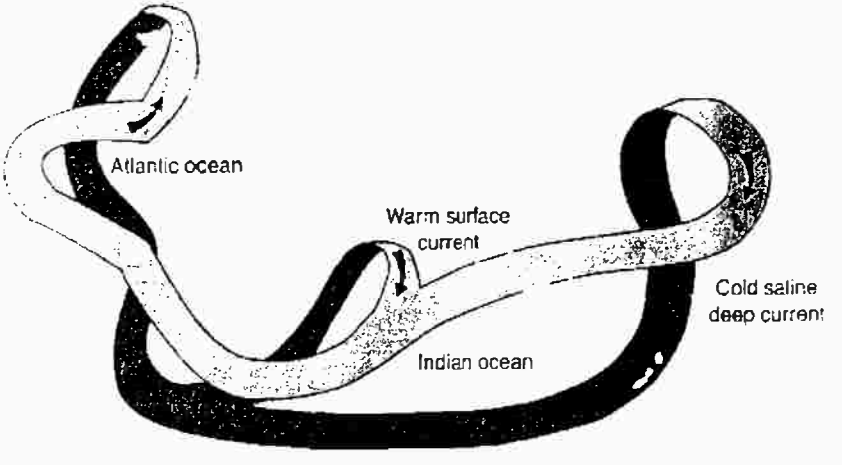
الحمل الحرارى والضغط الجوى:

معظم الإشعاع الشمسى القادم يستخدم لتبخير المياه. كل جرام من الماء يمتص ٥٨٠ سعرًا حراريًا مع التحول من السائل إلى الغاز. على مستوى كوكب الأرض يحتوى بخار الماء على كمية ضخمة من الطاقة المخزونة، والتى تعرف بالحرارة الكامنة (Latent Heat). عند تكثيف بخار الماء أى بالعودة من حالة الغاز إلى السائل، فإنه عندئذ تنطلق الطاقة الحرارية الكامنة، أى إن سقوط الأمطار يصاحبه انطلاق حرارة. إعادة توزيع الحرارة والماء حول الكرة الأرضية يعتبر أساسيًا للحياة على كوكب الأرض.

ينتج التسخين غير المتساوى -حيث الهواء الساخن قريبا من خط الاستواء والهواء الأبرد عند خطوط العرض البعيدة عن خط الاستواء- فرقًا فى الضغط الذى يسبب الرياح، المطر، والعواصف وكل ما نعرفه كمناخ.

تيارات المحيط:

تيارات المحيط الدافئة والباردة تؤثر بشدة على ظروف المناخ على الأرض. تيارات المحيط السطحية تنتج من الرياح التى تقوم بدفع سطح المحيط، مع تحرك المياه السطحية فإن المياه العميقة تصعد لأعلى لتحل محلها، سببه تيارات محيط أكثر عمقاً. الفرق فى كثافة المياه يتوقف على درجة الحرارة وملوحة المياه –كذلك الدفع لدوران المحيط (Drive Ocean Circulation). التيارات الدورانية الضخمة التى تسمى الحلزونية أو الدائرة (Gyres) تحمل المياه شمالا وجنوباً، وتعيد توزيع الحرارة من خطوط العرض القريبة على خطوط العرض البعيدة. تيار الخليج يحمل مياه الكاريبى الدافئة إلى الشمال خلال أقاليم كندا البحرية إلى شمال أوربا. الحرارة المنقولة من الخليج تجعل أوربا أكثر دفئا عما يمكن أن تكون عليه طبقاً لخطوط عرضها شكل (٥).



شكل (٥): تيارات المحيط.