الفصل الرابع

الطـاقة والمنـاخ

4-1 الغلاف الجوي

يعتبر كوكب الأرض كوكباً فريداً ليس فقط ضمن كواكب المجموعة الشمسية أو في مجرة درب التبانة فقط بل يمكن أن يكون في الكون بأسره. وهناك العديد من الأسباب وراء هذا التفرد، فكوكب الأرض هو الكوكب الوحيد الذي نعرفه ويحمل جميع مقومات الحياة البشرية من هواء وماء ونبات إضافة إلى ذلك فان بعده المناسب عن الشمس يوفر ضوءً وحرارة مناسبتين للحياة. كما يوفر دوران الأرض حول الشمس وحول نفسها، بسرعات متناسبة واختلاف الفصول الأربعة وتعاقب الليل والنهار مما يسبب تنوعاً في ظروف الحياة بطريقة تحافظ على مقومات الحياة على سطح الأرض. وكما أن وجود غلاف جوي حول الأرض بخصائص ومميزات فريدة مقارنة بالأغلفة الجوية المحيطة بكواكب المجموعة الشمسية يعتبر من أهم المميزات الفريدة والمهمة لكوكب الأرض.

يتكون الغلاف الجوي من خليط من الغازات تنقسم إلى قسمين أساسيين، الغازات الأساسية أو النشطة وهي الغازات التي تدخل مباشرةً في التفاعلات الحيوية على الأرض وهذه الغازات هي غاز النيتروجين ونسبته 78٪ من مجموع الغازات الموجودة وغاز الأكسجين ونسبته 21٪ وغاز ثاني أكسيد الكربون ومجموعة أخرى من الغازات بنسب ضئيلة.

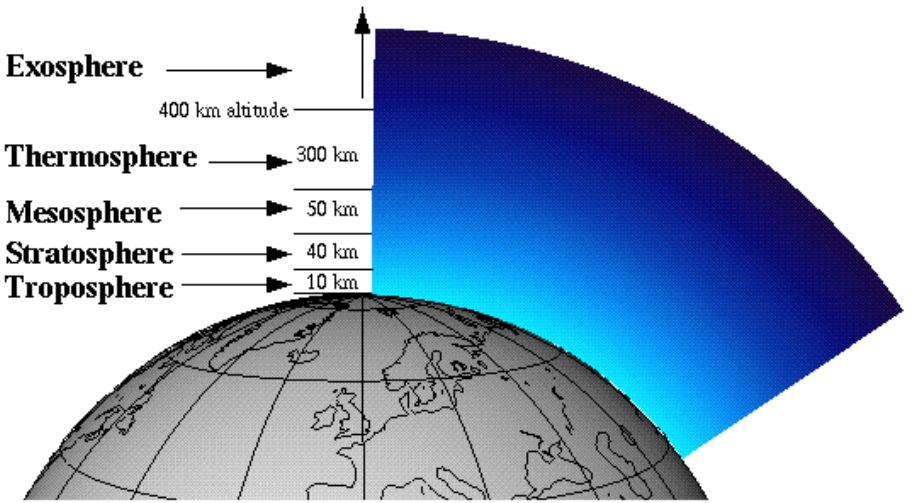
أما القسم الثاني فهي الغازات النادرة أو الخاملة والتي نادراً ما تدخل في التفاعلات الحيوية ومن هذه الغازات غاز الميثان والارجون والهليوم والهيدروجين والأوزون.

بالإضافة إلى الغازات السابقة فان الغلاف الجوي يتكون من بعض المركبات الكيميائية المهمة مثل بخار الماء الذي تختلف نسبته باختلاف المكان والزمان والحرارة والعوامل الجوية المسببة في تغيره، كما يوجد في الغلاف الجوي نسبة من الغبار العالق المكون في الغالب من المعادن والمركبات العضوية الموجودة على سطح الأرض أو تلك التي في النيازك والتي هي عبارة عن جزئيات صغيرة جداً ميكروسكوبية من الغبار و التي تعمل على تشتت أشعة الشمس والاحتفاظ بدرجة

حرارة الكرة الأرضية و المساهمة في تكثيف بخار الماء لتكوين حبات المطر.

4-1-1 طبقات الغلاف الجوي

تم تصنيف طبقات الغلاف الجوي إلى طبقات مختلفة بناءً على الاختلاف في درجات الحرارة مع الارتفاع عن سطح الأرض. وشكل (4-1) يوضح طبقات الغلاف الجوي.



شكل (4-1): يوضح طبقات الغلاف الجوي.

4-1-1-1 طبقة التروبوسفير أو الطبقة المناخية Troposphere

إن كلمة تروبوسفير هي تسمية يونانية فتروبو تعني متغير وسفير تعني الكرة. طبقة التروبوسفير هي الطبقة السفلي من الغلاف الجوي والملاصقة لسطح الأرض تعتبر هذه الطبقة من أهم طبقات الغلاف الجوي الأرضي بالنسبة لجميع أنواع الحياة على سطح الأرض. يبلغ متوسط سمك هذه الطبقة فوق سطح الأرض حوالي 10 كيلومتر. وبالرغم من صغر سمك طبقة التروبوسفير مقارنة بسمك الغلاف

الجوي فإن حوالي 75 ٪ من كتلة ومادة الغلاف الجوي الأرضي توجد في هذه الطبقة. ويختلف سمك هذه الطبقة بين خط الاستواء والأقطاب وذلك بسبب الاختلاف في درجات الحرارة في هاتين المنطقتين. وتعتبر طبقة التروبوسفير هي الطبقة الفعالة في تغيرات المناخ، حيث يطلق عليها الطبقة المناخية لأنه يحدث بها جميع الظواهر الجوية كالضباب والغيوم والأمطار والعواصف الرعدية والعواصف الرملية وكذلك حدوث تقلبات المناخ والطقس وما يتبع ذلك من رطوبة وحرارة وضغط. وتحتوي طبقة التروبوسفير أيضا على معظم بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي لذلك فهذه الطبقة من أهم طبقات الغلاف الجوي.

يبلغ متوسط درجة حرارة سطح الأرض في أسفل هذه الطبقة حوالي 15 درجة مئوية. وتتميز طبقة التروبوسفير بانخفاض في درجة حرارتها مع الارتفاع بمعدل 6 درجات مئوية لكل كيلومتر حيث يقل معدل التناقص هذا إلى ارتفاع 15 كيلومتر إلى أن يتوقف هذا التناقص تماماً على ارتفاع حوالي 10 كيلومتر والتي هي الحد الفاصل بين طبقة التروبوسفير والطبقة التي تليها وهي طبقة الستراتوسفير ويعرف هذا الفاصل بطبقة التروبوبوز حيث تروبو تعني تغير، بوز تعني الاستقرار، أي طبقة وقف التغيرات حيث تعرف طبقتي التروبوسفير والتروبوبوز لدي العلماء بالغلاف الجوي السفلي.

ويعتبر احتباس الأشعة الشمسية التي تصل إلى الأرض أو ما يعرف بظاهرة البيوت الزجاجية هو مصدر الحرارة والتسخين لطبقة التروبوسفير.

4-1-1-2 طبقة الستراتوسفير أو الطبقة الهادئة Stratosphere

تمتد طبقة الستراتوسفير من ارتفاع 10 كيلومتر إلى حوالي 50 كيلومتر فوق سطح البحر بسمك 40 كيلومتر. وتتميز هذه الطبقة بازدياد في درجة الحرارة بشكل عام من حوالي 60 درجة مئوية تحت الصفر في طبقة التربوبوز إلى حوالي صفر درجة مئوية في أعلى الستراتوسفير وهي طبقة الستراتوبوز. وتتميز طبقة الستراتوسفير بالاستقرار التام في جوها حيث ينعدم فيها بخار الماء وتكون جافة واقل كثافة من التروبوسفير، كما تخلو من الظواهر الجوية كالغيوم والضباب والعواصف

والأمطار. لذا فإن الطيران في هذه الطبقة يعد مثاليا ومريحاً للطائرات. وتحتوي طبقة الستراتوسفير على مجموعة من الغازات التي تكون بصورة ذرية أو جزئية أو مركبات غازية. في أعلى الستراتوسفير يوجد طبقة غاز الأوزون والتي لها دور كبير في امتصاص الأشعة الفوق البنفسجية القادمة من الشمس وحمايتنا من مخاطرها. وتفصل طبقة الستراتوبوز هذه الطبقة عن الطبقة التي تليها وهي الميزو سفير.

4- 1- 1-3 طبقة الأوزون Ozone

تتواجد طبقة الأوزون على ارتفاع حوالي 35 كيلو متر من سطح الأرض أي في الجزء الأعلى من الستراتوسفير، ويبلغ متوسط سمك طبقة الأوزون حوالي 20 كيلومتر. ويعتبر غاز الأزون O_3 من أهم مكونات طبقة الستراتوسفير. وتكون طبقة الأوزون اقل سمكاً في المناطق الاستوائية وتكون أكثر كثافة باتجاه قطبي الأرض. وينتج غاز الأوزون من اتحاد الأكسجين الجزيئي O_2 الموجود في طبقة الستراتوسفير مع الأكسجين الذري O الناتج من تفكك الأكسجين الجزيئي عن طريق الأشعة الفوق البنفسجية. وطبقة الأوزون تمتص الإشعاعات الشمسية الفوق بنفسجية ولا تسمح إلا بنفاذ جزء صغير منها ولولا ووجود طبقة الأوزون لكانت شدة الإشعاعات مهلكة لجميع من في الأرض.

4- 1- 1- 4 طبقة الميزوسفير أوالطبقة الوسطي Mesosphere

وهي الطبقة التي تلي طبقة الستراتوسفير وتمتد من ارتفاع 50 كيلومتر إلى حوالي 100 كيلومتر فوق سطح البحر اي بسمك حوالي 50 كيلومتر. وتتميز هذه الطبقة بتناقص مضطرب في درجات الحرارة مع الارتفاع حتى تصبح الحرارة في أعلى هذه الطبقة منخفضة جداً حوالي 100 درجة مئوية تحت الصفر والتي تعتبر أقل درجة حرارة في الغلاف الجوي في أعلى هذه الطبقة. في طبقة الميزوسفير يتم احتراق الأجسام والأحجار الكونية القادمة من الفضاء إلى الأرض والتي تصل إلى سطح الأرض على هيئة نيازك صغيرة نسبياً فتحترق على شكل شهب.

وتصل كثافة الغلاف الجوي في هذه الطبقة حوالي 0.0007٪ من كثافة الغلاف

الجوي عند سطح الأرض وهذه الكثافة هي في حقيقة الأمر متغيرة نتيجة المتغيرات التي تحصل في هذه الطبقة بسبب التغير في النشاط الشمسي. تفصل طبقة الميزيوبوز طبقة الميزوسفير عن الطبقة التي تليها وهي الأيونوسفير ويطلق العلماء على منطقة الستراتوسفير والميزوسفير مع الستراتوبوز والميزيوبوز الغلاف الجوي الأوسط.

4-1-1-5 طبقة الثرموسفير أو الطبقة الحرارية Thermosphere

الطبقة الخامسة من الغلاف الجوي هي طبقة الثرموسفير وترتفع فوق سطح البحر من 100 كيلومتر إلى ارتفاع 500 كيلومتر فوق سطح البحر. ولا يوجد بينها وبين الطبقة الجوية التي تليها حد حراري، ولذلك تحدد قمتها بحد ثرموبوز على أساس تركيبها الغازي. تثبت درجة حرارتها عند درجة الحرارة 93 درجة مئوية تحت الصفر لعدة كيلومترات في أسفلها ثم تتزايد تدريجياً مع الارتفاع خلالها، إذ تبلغ نحو 700° مئوية عند ارتفاع 600 كيلو متر لكنها قد تناهز 2000° مئوية عندما تكون الشمس نشيطة وتظل درجة الحرارة على وضعها حتى نهاية المتكور الحراري وخلال الطبقة الجوية التي تليها. ويكون الهواء رقيقا في هذه الطبقة، وتحدث ظاهرة الشفق القطبي الأورورا aurora أي الأنوار التي تظهر في القطب الشمالي والقطب الجنوبي. وتقع محطة الفضاء الدولية في هذه الطبقة.

4-1-1-6 طبقة الايونوسفير أو الطبقة المتأينة Ionosphere

وتقع هذه الطبقة خلال طبقة الثرموسفير. وتمتد طبقة الايونوسفير من ارتفاع حوالي 100 كيلومتر إلى 300 كيلومتر فوق سطح البحر أي بسمك يصل بين 200 كيلومتر. وسميت هذه الطبقة بالطبقة المتأينة لأنها تحتوي على كميات كبيرة من الأكسجين والنيتروجين المتأين. والسبب الرئيسي في تأين مكونات هذه الطبقة هو امتصاص غازات طبقة الايونوسفير للأشعة السينية والأشعة الفوق البنفسجية القادمة ضمن الإشعاع الشمسي حيث تعمل هذه الأشعة على تحرير إلكترونات المستوى الخارجي لذرات هذه الغازات وتركها في حالة أيونات.

وتتميز هذه الطبقة بارتفاع درجة حرارة الهواء في قسمها السفلي ثم تنخفض

بالتدريج مع الارتفاع إلى أعلى النهايات العليا للطبقة ووجود عدد كبير من الإلكترونات والأيونات في هذه الطبقة جعل هناك إمكانية في أن تكون طبقة الايونوسفير طبقة عاكسة لموجات الراديو و اللاسلكي الطويلة التي يزيد طولها الموجي عن 15 متر ، الأمر الذي يساعد على إرسال إشارات الراديو من مكان إلى أخر على سطح الأرض فلو لم تكن هناك طبقة الايونوسفير في الغلاف الجوي الأرضي لتعذر الاتصال اللاسلكي بالأمواج الراديوية ولانطلقت هذه الأمواج ونفذت إلى الفضاء الخارجي.

تختلف درجة التأين في طبقة الايونوسفير من ارتفاع إلى آخر من يوم لآخر ومن شهر إلى شهر ومن فصل إلى فصل، والسبب في هذا الاختلاف هو ارتباط تكون طبقة الايونوسفير بالشمس وما يحدث بها من تهيجات وهدوء. وهذا التغير في أحوال الشمس هو أيضا السبب في التشويش أو الانقطاع أحيانا في إرسال أو استقبال الموجات اللاسلكية والراديوية على سطح الأرض وبناءً عليه يمكن تقسيم طبقة الايونوسفير إلى مجموعة طبقات طبقا للاختلاف في درجة تأينها.

4-1-1-7 طبقة الإكسوسفير أو الطبقة الخارجية Exosphere

طبقة الإكسوسفير هي الطبقة الأخيرة الخارجية من الغلاف الجوي. وتمتد طبقة الإكسوسفير مرتفعة فوق طبقة ثيرموسفير من الثرموبوز وحتى نهاية الغلاف وتصبح جزيئات الهواء نادرة الوجود في طبقة الإكسوسفير إلى حد إنها تعد غير موجودة.

4-1-2 أهمية الغلاف الجوي

يعتبر وجود الغلاف الجوي حول الأرض عاملاً أساسيا ومهماً جداً في نشأة الحياة على الأرض. فالغلاف الجوي بمكوناته الغازية يوفر المواد الأساسية اللازمة للحياة كالأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون وغاز النيتروجين الذي يعتبر حجر الأساس في كل صور الحياة الموجودة على سطح الأرض، كما أن هناك غازات ومركبات كيميائية أخرى مهمة تدخل بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في معظم أنشطة الإنسان على سطح الأرض.

وتتسبب حركة الغلاف الجوي سواء على مستوى الكرة الأرضية أو على

المستوى الإقليمي المحدود في حدوث الكثير من الظواهر الطبيعية مثل تجانس مكونات الهواء وتكون السحب والمطر وهبوب الرياح، وكذلك حفظ كوكب الأرض من التغييرات الكبيرة والمفاجئة في درجات الحرارة.

بالإضافة إلى ما سبق فأن الغلاف الجوي الأرضي يعمل على حمايتنا من الأشعة الشمسية الضارة كالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية الصادرة والمنطلقة من الشمس بصفة مستمرة، وكذلك الأشعة الكونية القادمة من الفضاء الخارجي والتي لولا إرادة الله تعالى بخلق غلاف جوي حول الأرض لأنهت هذه الأشعة جميع أنواع الحياة البشرية الممكنة على سطح الأرض. والأهم من ذلك كله أن الغلاف الجوي يشكل سقفاً فوق الأرض يعمل على حمايتها من النيازك الكونية التي تحترق في أعلى الغلاف الجوي وتظهر على هيئة شهب لامعة.

4-2 المناخ

المناخ مجمل حالة الطقس في منطقة ما لفترة طويلة من الزمن. يصف علماء المناخ حالة المناخ على أساس درجات الحرارة والأمطار والثلوج والرطوبة والرياح وغيرها من المظاهر الجوية. كذلك يصف العلماء التغيرات التي تطرأ على المناخ من سنة لأخرى وتتسبب في الفترات الرطبة والفترات الجافة. فقد يتغير الطقس من يوم لآخر وقد يكون اليوم عاصفاً وبارداً بينما يكون اليوم التالي مشرقاً ودافئاً.

ولتحديد المناخ في منطقة معينة، يعتمد العلماء على دراسة الأحوال اليومية للطقس ولمدة طويلة تستغرق عدة سنوات. ولكل منطقة على سطح الأرض، مهما تضاءلت مساحتها، مناخها الخاص. وقد تشترك أقطار متباعدة في مناخ مماثل، وقد يختلف المناخ أيضًا بين منطقة جبلية مرتفعة وأخرى منخفضة مجاورة لها. ويختلف المناخ أيضاً بين المدينة وضواحيها.

4-2-1 تصنيف المناخ

أوجد علماء المناخ أنظمة كثيرة لتصنيف المناخ، إلا أن معظم الباحثين يركزون على اثني عشر نمطًا، وهي:

1-المناخ المداري الرطب.

2-المناخ المداري الرطب والجاف.

3-المناخ الجبلي.

4-المناخ الصحراوي.

5-المناخ السُّهبي (شبه القاحل).

6-المناخ شبه المداري الجاف صيفًا.

7-المناخ شبه المداري الرطب.

8-المناخ المحيطي الرطب.

9-المناخ القاري الرطب.

10-المناخ شبه القطبي.

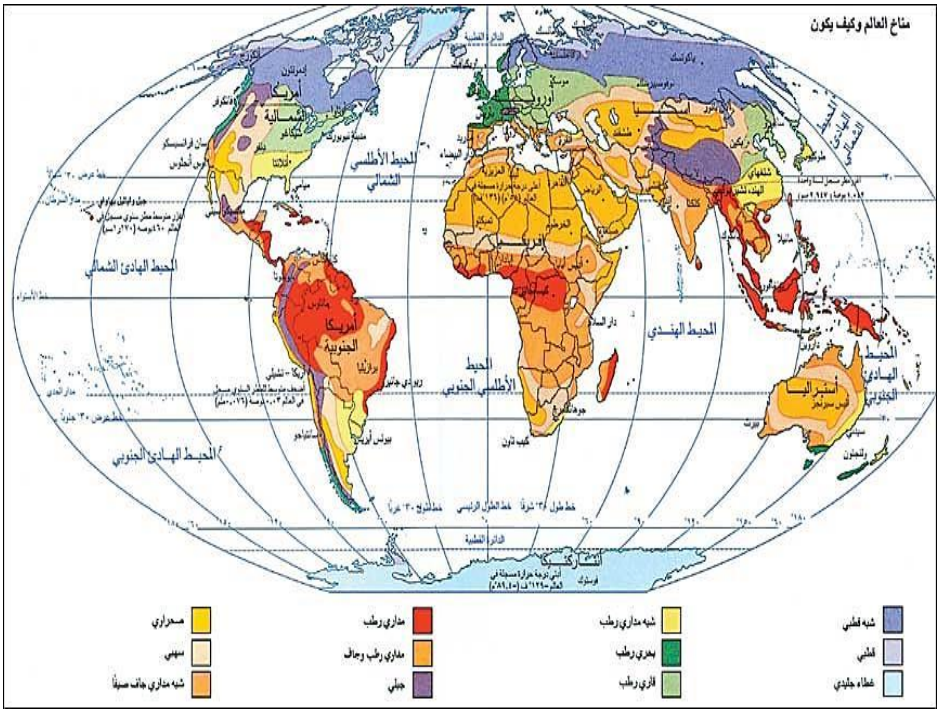
11-المناخ القُطبي.

12-الغطاء الجليدي.

إلا أنك لن تجد في الخريطة أي بيان للفروق داخل النمط الواحد من المناخ. مثلاً، نُلاحظ أن مدينتين شاطئيتين هما سيدني في أستراليا وولنجتون في نيوزيلندا تخضعان لنظام مناخي واحد هو شبه المداري الرطب حيث تمتاز هاتان المدينتان بوجه عام بمناخ دافئ إلى حار في فصل الصيف رطب في فصل الشتاء وممطر طوال العام. ولكن هناك بعض الفروق بين المناخ في الشواطئ الجنوبية الشرقية من أستراليا وبين المناطق الساحلية في نورث آيلاند.

بالإضافة إلى وصف وتصنيف المناخ، يجتهد علماء المناخ في معرفة الأسباب التي تجعل المناخ يختلف من مكان لآخر. وقد توصلوا إلى بعض الحقائق، منها: 1- الاختلاف في خط العرض، 2-الاختلاف في الرطوبة الجوية، 3-الاختلاف بين درجة حرارة اليابسة والماء، 4-الاختلاف في شكل سطح الأرض. وشكل (4-2)

يعرض خريطة توزيع المناخ في العالم.



شكل (4-2): توزيع المناخ في العالم

4-2-2 الاختلاف في خط العرض

يؤثر هذا الاختلاف في المناخ بطرق شتى، أهمها أن الأماكن البعيدة عن خط الاستواء تستقبل كمياتٍ متفاوتة من الطاقة الشمسية، لأن زاوية أشعة الشمس تختلف بحسب بُعدها عن خط الاستواء. ففي المناطق المدارية القريبة من خط الاستواء، أي بين مدار السرطان ومدار الجدي، تصل أشعة الشمس شبه عمودية إلى سطح الأرض طوال العام. وهذه الأشعة مصدر قوي لتوليد الطاقة وارتفاع درجة الحرارة في معظم المناطق القريبة من خط الاستواء.

أما في المناطق القطبية شمالي وجنوبي خط الاستواء فإن الشمس لا ترتفع على خط الأفق إلا قليلاً، حيث يحدث مَيْل في الأشعة الشمسية وتصير أقل تركزًا من الأشعة المباشرة العمودية وأقل حرارة على سطح الأرض. وذلك ما يُفسر برودة المناخ في المناطق القطبية. وفي مناطق العرض الوسطى، تكون كمية الأشعة أكبر في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء. ويلاحظ طول النهار وقصر الليل في الصيف، والعكس يحدث في الشتاء. وهذا ما يزيد من المُفارقات الفصلية في درجات الحرارة. وتمتد مناطق العروض الوسطى بين الدائرة القطبية الشمالية وبين مدار السرطان في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، وبين الدائرة القطبية الجنوبية ومدار الجدي في النصف الجنوبي.

وتتأثر المناطق البعيدة عن خط الاستواء بشتى أنواع الرياح، لأن الرياح تنشأ عن الاختلاف في درجة حرارة الجو حول الأرض، فترتفع الرياح الدافئة وتنتشر، ثم تهب رياح لتحل محلها، وتنشأ حركة في كل الجهات، حيث تنطلق الرياح من الشرق إلى الغرب في النطاق المداري، ويحدث خلاف ذلك في العروض الوسطى. وقد تكون هذه الرياح متغيرة الاتجاهات، كما هو الحال في المناطق القريبة من المناطق القطبية. ولأن الرياح تحمل معها الحرارة والرطوبة، فإن آثارها تظهر على أحوال الطقس من تساقط وحرارة ورطوبة وسحب. ولذلك، فإن المناطق التي تهُب فيها الرياح من اتجاهات مختلفة قد يسودُ فيها أكثر من نظام مناخي واحد.

4-2-3 الاختلاف في الرطوبة الجوية

يؤثر التفاوت في الرطوبة كذلك في المناخ. ففي المناطق الحارة قرب خط الاستواء، يمتص الهواء الرطوبة من مياه المحيطات الدافئة، وتحملها الرياح إلى اليابسة، حيث تُسقط أمطاراً. وهكذا فإن المناطق الممطرة هي القريبة من خط الاستواء، وكذلك المناطق التي تهُب فيها الرياح من جهة البحر. ويقل التساقط في المناطق القطبية حيث مياه البحر باردة، وكذلك في المناطق الداخلية البعيدة عن البحر.

4-2-4 الاختلاف بين درجة حرارة اليابسة والماء

قد يختلف المناخ في بقعتين على نفس خط العرض، إذا كانت إحداهما داخلية والأخرى ساحلية. ذلك لأن المناطق الداخلية أكثر حرارة من المناطق الساحلية، والماء في البحر يبرد أو يدفأ ببطء قياسًا مع اليابسة. ففي الصيف ترتفع الحرارة في المناطق الداخلية أكثر منها على السواحل التي يتحكم فيها هواء البحر. وفي فصل الشتاء يهب من البحر هواء دافئ فوق المناطق الساحلية، فلا تنخفض الحرارة هنا بقدر ما يحدث في المناطق الداخلية. وتعمل البحيرات عمل المحيط في تأثيرها على المناخ.

فمدينة بيرجن على الساحل الجنوبي الغربي للنرويج تقع على بعد 2115 كيلومتر شمال مدينة أوماها في داخل الولايات المتحدة الأمريكية. ولأن المدينة النرويجية أبعد من الأخرى عن خط الاستواء فقد يظن البعض أنها أكثر برودة وجفافًا منها. غير أن هواء المحيط الدافئ الممتد شمالاً من تيار الخليج، يكيف معدل الحرارة في بيرجين على مستوى أعلى من المعدل في أوماها الأمريكية في شهر يناير وأكثر انخفاضًا في شهر يوليو. كما تسهم الرياح المحيطية الرطبة لمدينة بيرجين بمعدل تساقط سنوي يبلغ 205 سم من الأمطار، بينما يبلغ معدل التساقط في مدينة أوماها سم فقط.

4-2-5 الاختلاف في شكل سطح الأرض

يؤدي اختلاف طبيعة سطح الأرض، إلى اختلافات في الخصائص المناخية. فكلما ارتفع الهواء وتمدد انخفضت درجة حرارته، كما أن الهواء البارد يحتفظ بكميات من الرطوبة أقل مما يحتفظ به الهواء الدافئ. وهكذا فإذا هبت الرياح فوق منطقة جبلية، فإنها تبرد وتفقد جزءًا من رطوبتها. ولهذا، فإننا نجد المناطق الجبلية أشد برودة وأقل رطوبة من المناطق المنخفضة. وإذا كان سفح الجبل في اتجاه الرياح الرطبة، كانت المنطقة معرضة للأمطار بنسبة أكبر.

تخضع المناطق المرتفعة للنظام المناخي الجبلي وهو نظام يصعب تحديده .

ويؤثر هذا النظام في المناطق المتاخمة له وفقًا لما يلي:

1- الاختلاف في الارتفاع. 2- موقعها من اتجاه الرياح.

وكما أن المرتفعات تؤثر على المناخ في المناطق المنخفضة. ففي الجزر البريطانية مثلاً، تُسقط التيارات الهوائية الغربية الرطبة معظم رطوبتها على المرتفعات الغربية. وحينما تمر هذه الرياح الرطبة فوق المنخفضات الشرقية، فإنها تصبح دافئة وجافة. وعمومًا، تسقط الأمطار في مرتفعات إيرلندا وبريطانيا بمعدل 200 سم سنويًا، مقابل 76سم في السهول الشرقية.

كذلك يحدث الاختلاف في نظام المناخ في وسط بقعة صغيرة مُسطحة، إذا حدث فيها تغير ولو ضئيل في سطح الأرض. كما أن وسط المدن الكبرى أكثر دفئاً من ضواحيها، بسبب الحرارة المنبعثة من السيارات ومن أجهزة التدفئة في المنازل. وبالإضافة إلى ذلك تمتص الأرصفة والجدران كميات من الطاقة الشمسية وتُرسلها لتدفئ طبقات الهواء السُّفلى. وفي النصف الشمالي من الكرة الأرضية، يكون المناخ أشد برودة في المنحدرات الشمالية المتجهة نحو القطب، منه في المنحدرات الجنوبية المتجهة نحو خط الاستواء.

3-4 تغير المناخ

تحدث التغييرات في المناخ عبر السنين والأحقاب. ففي أمريكا الشمالية، مثلاً، كان المناخ في الستينيات والسبعينيات أشدّ برودة منه في الثلاثينيات والأربعينيات. والسبب في ذلك راجع إلى الأنماط المناخية الباردة التي أخذت تنتشر في العالم كله في أواخر الأربعينيات. ويعتقد علماء المناخ أن مناخ أمريكا الشمالية أكثر دفئاً مما كان عليه قبل خمسة عشر ألف عام. فالمناطق التي نطلق عليها اليوم اسم كندا وشمالي الولايات المتحدة الأمريكية، كانت تغطيها الثلوج في ذلك العهد.

والتغيرات في المناخ، ترجع إلى عدة أسباب، منها الاختلاف في كميات الطاقة التي تطلقها الشمس، أو تغير مدار الأرض حول الشمس، حيث تنتج عن ذلك اختلافات في كمية الحرارة التي تستقبلها الأرض. والغبار البركاني يُحدث تأثيرًا

شديدًا عند تفجر البراكين، حيث تصب كميات هائلة من هذا الغبار في الجو وتعلق به سنين عديدة، مما يؤدي إلى تشتت أشعة الشمس، وبذلك تضعف حدة الحرارة التي تنشرها الشمس على الأرض. وهكذا فإن تفجر البراكين، له أثره على البيئة المناخية. كما تنطلق في الجو جسيمات دقيقة من جراء الأنشطة الاقتصادية كالزارعة والصناعة، فيكون لها الأثر نفسه على نمط المناخ.

والسبب الرئيسي في تغير مناخ الأرض هو تأثير الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون الذي يتكون في الهواء إثر عمليات الحرْق في البيوت وفي المصانع. فهذا الغاز يسمح بمرور أشعة الشمس نحو الأرض، لكنه يحجب قدرًا من حرارة سطح الأرض من التسرب خارج الغلاف الجوي، مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض وهو ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري.

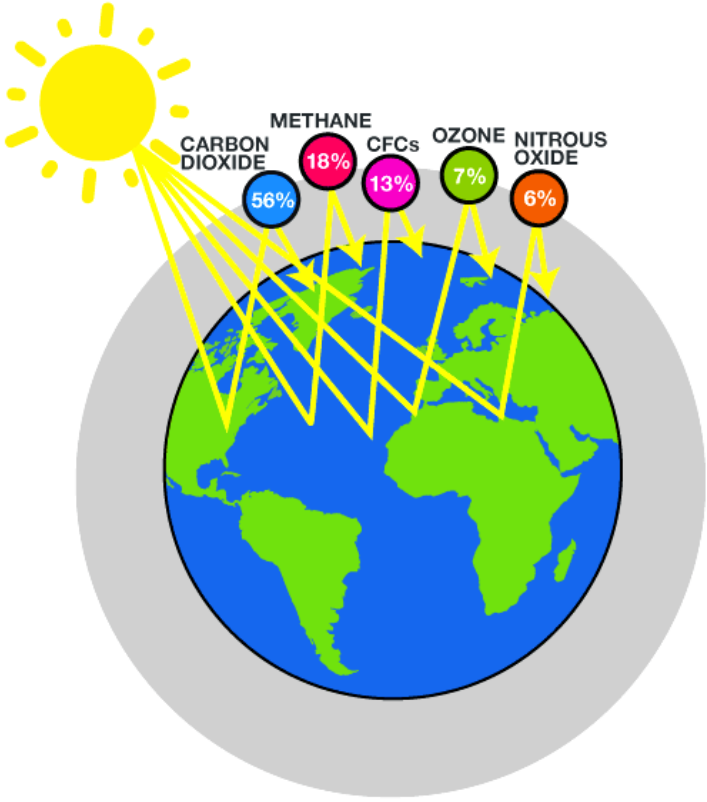
وعلى الرغم مما طرأ في الأربعينيات على النظام العام للمناخ من برودة على مستوى الأرض كلها، إلا أن بعض المناطق أصبحت أكثر دفئًا، ومناطق أضحت رطبة وأخرى أكثر جفافًا. وتغير المناخ هو أي تغير مؤثر وطويل المدى في معدل حالة الطقس يحدث لمنطقة معينة. ومعدل حالة الطقس يمكن ان تشمل معدل درجات الحرارة، معدل التساقط، وحالة الرياح. ولقد أدى تطور حجم الصناعة وكذلك ضخامة عدد السيارات ووسائل النقل في العالم خلال القرن الماضي وحتى الأن إلى استخراج وحرق مليارات الاطنان من الوقود الاحفوري لتوليد الطاقة. هذه الأنواع من الموارد الاحفورية أطلقت غازات تحبس الحرارة كثاني أكسيد الكربون وهذه الغازات من أهم أسباب تغير المناخ. وتمكنت كميات هذه الغازات من رفع حرارة الكوكب إلى 1.2 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. ولابد ان يحاول العالم تجنب العواقب الاسوأ من تغير المناخ وارتفاع درجة الحرارة الكلية للأرض ليبقى دون درجتين مئويتين.

وحيث أن ما حدث ويحدث من سيول وفيضانات وظروف مناخية قاسية ليس بهول ما قد يأتي في المستقبل. فاذا تقاعسنا عن التحرك لكبح سرعة عواقب التغير المناخي سيتفاقم عدد البشر المهددين وسترتفع نسبة الكائنات الحية المعرضة

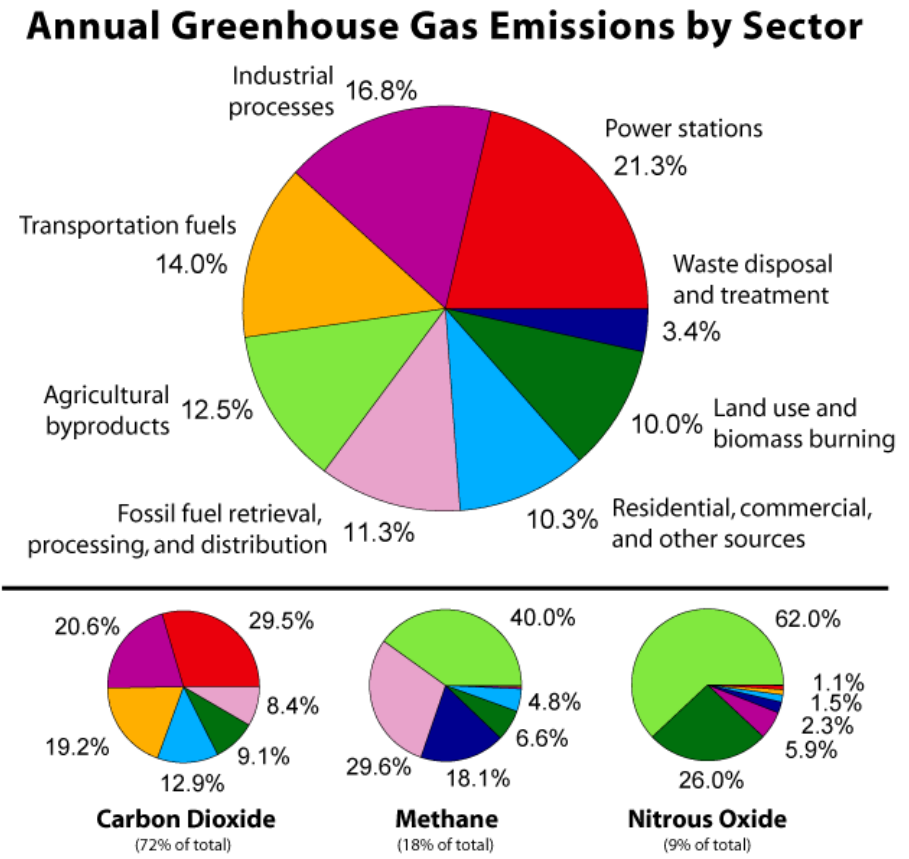
للانقراض.

والغازات الدفيئة الرئيسية المسببة للاحتباس الحراري هي غاز ثنائي أكسيد الكربون ، وغاز الميثان وغازات الكلوروفلوروكربون والأوزون وأكاسيد النيتروجين بالإضافة لبخار الماء.

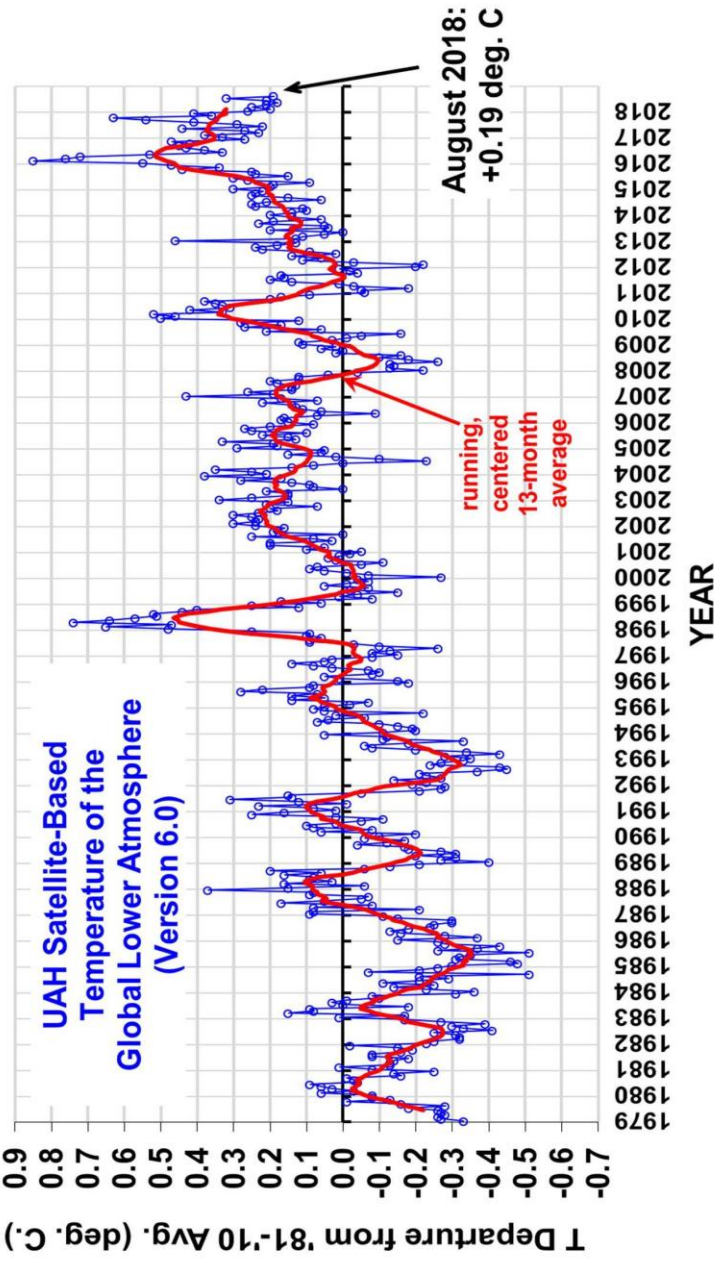
وشكل (4-3) يوضح الغازات الدفيئة ونسب تأثيرها في ظاهرة الاحتباس الحراري. وشكل (4-4) فيبين مصادر ونسب انبعاثات الغازات الدفيئة. أما شكل (4-5) يعرض زيادة درجة حرارة الأرض خلال السنين من عام 1979 حتى عام 2018.



شكل (4-3): الغازات الدفيئة ونسب تأثيرها في ظاهرة الاحتباس الحراري



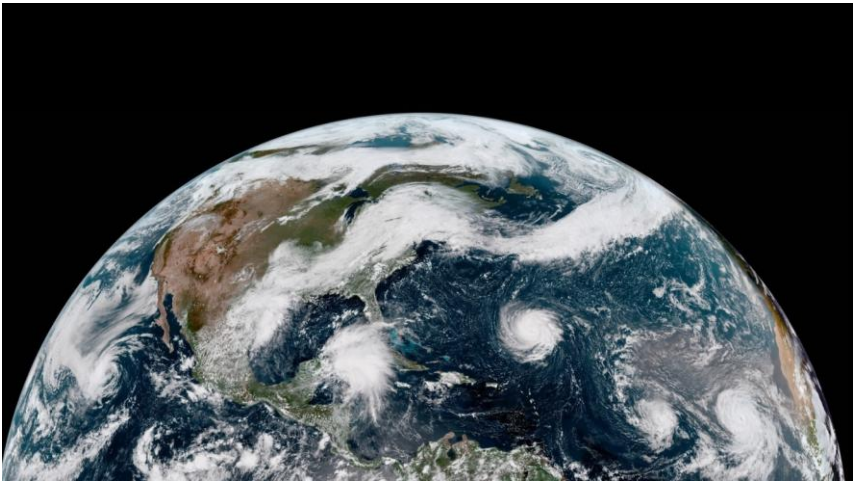
شكل (4-4): مصادر ونسب انبعاثات الغازات الدفيئة



شكل (4–5): زيادة درجة حرارة الأرض 1979 – 2018

وتتمثل الظواهر الحادثة نتيجة زيادة درجة حرارة الأرض في التالي:

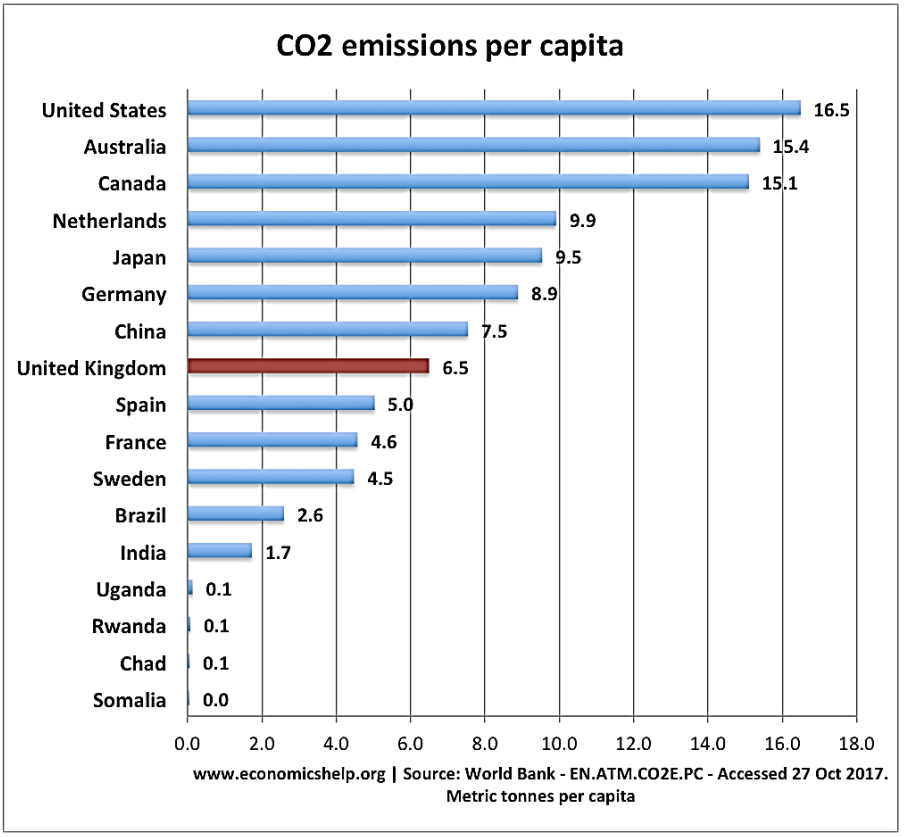
- حدوث كوارث زراعية وفقدان بعض المحاصيل.
- احتمالات متزايدة بوقوع أحداث متطرفة في الطقس.
- زيادة حرائق الغابات.
- ازدياد الفيضانات أن أجزاءًا كبيرة من الجليد ستنصهر وتؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر.
- غرق الجزر المنخفضة والمدن الساحلية.
- حدوث موجات جفاف وتصحر مساحات كبيرة من الأرض.
- زيادة عدد وشدة العواصف والأعاصير.
- انشار الأمراض المعدية في العالم.
- انقراض العديد من الكائنات الحية.
- وشكل (4-6) يعرض صورة للأرض بالقمر الصناعي توضح أعاصير سبتمبر 2018.



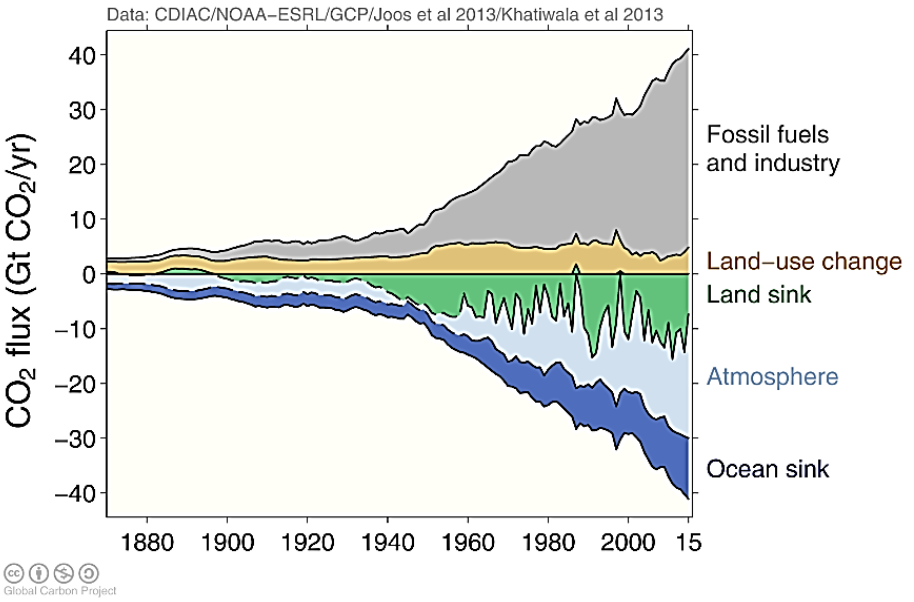
شكل (4-6): صورة مأخوذة بالقمر الصناعي للأرض توضح أعاصير في سبتمبر عام 2018

وتقوم الغابات بدور كبير في إبقاء كوكبنا بارداً، إذ أنها تقوم بامتصاص ثاني أكسيد الكربون، أحد غازات الاحتباس الحراري الرئيسة المسؤولة عن الاحترار العالمي. والأهم من ذلك أن إزالة الغابات وحرقها يسبب ذلك زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون المنطلق إلى طبقات الجو، وهكذا فإن حماية الغابات في العالم تنهض بدور مزدوج في صراعنا لمعالجة مسألة الاحترار العالمي. ولقد وعدت كافة البلدان الأعضاء في الأمم المتحدة بالإبلاغ عن انبعاث غازات الاحتباس الحراري لديها ووضع خطط للحد منها. وبالنظر إلى أن الغابات تعمل على امتصاص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، يتعين على كافة البلدان بالاهتمام والمحافظة على المناطق الخضراء والغابات لديها. ويتعين على العالم في سبيل الحدّ من الاحترار العالمي، أن يستبدل مصادر الطاقة الملوثة كالفحم والغاز الطبيعي والنفط، حيث أن حرق هذه المواد يطلق آلاف ملايين الأطنان من ثاني أكسيد الكربون إلى طبقات الجو كل عام، بمصادر غير ملوثة كالمصادر المتجددة مثل مثل ضوء الشمس والرياح والهيدروجين والعمل على تغيير محركات السيارات ووسائل النقل الحالية والتي تعمل بمشتقات البترول وتركيب محركات جديدة تعمل بالطاقة الكهربية. ويعدّ الخشب والوقود الحيوي من مصادر الطاقة الحيوية ولكن حرق الخشب كذلك يطلق ثاني أكسيد الكربون ولكن حينما تزرع الأشجار لتعويض الخشب المستخدم كوقود فإنها تقوم بامتصاص ثاني أكسيد الكربون أي أن الكربون يسير في دورة عبر طبقات الجو دون أن يتراكم، وهكذا يعتبر الخشب عديم التأثير على الاحترار العالمي. والحل هو جعل إنتاج حطب الوقود مستداماً. وأحد الأساليب لتخفيض استخدام السماد الملوث للتربة في الزراعة هو تطوير نظم الزراعة في البلدان المختلفة بالوسائل الطبيعية. وهو ما يساعد على تقليل كميات غازات الاحتباس الحراري بأسلوبين أولاً، أن هذه الزراعة تستخدم النباتات في تغطية التربة على مدار السنة، وهذا الغطاء الإضافي للأرض يساعد على امتصاص ثاني أكسيد الكربون وثانياً، أنها تقلل الحاجة إلى الأسمدة مما يحول دون انبعاث أكسيد النيتروز في الجو. وشكل (4-7) يعرض أعلى الدول في انبعاث ثاني أكسيد الكربون بالنسبة للفرد الواحد. وشكل (4-8) يوضح معدل غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم المنبعث

والممتص منذ عام 1880إلى 2015.



شكل (4–7): أعلى الدول في انبعاث ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد



شكل (4-8): معدل CO_2 المنبعث والممتص (1880 – 2015)

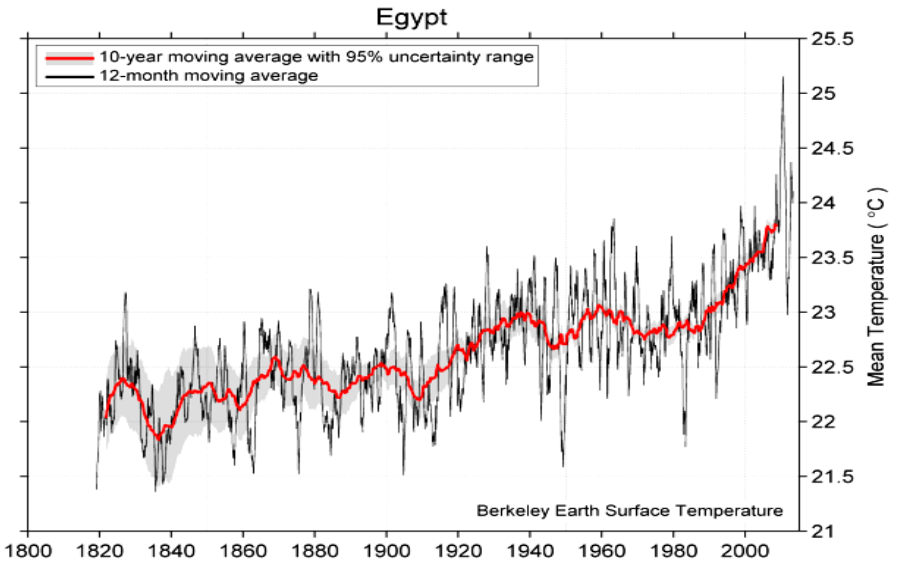
4-3-1 عزل ثاني أكسيد الكربون

عزل ثاني أكسيد الكربون هو عملية دفن غاز ثاني أكسيد الكربون وحقنه في باطن الأرض، ويتم ذلك بعد فصل الغاز واحتجازه في صهاريج عند انبعاثه من محطات توليد الكهرباء. تتم عمليات الفصل والاحتجاز والدفن لغاز ثاني أكسيد الكربون بهدف التخفيف من زيادة حرارة الأرض التي أصبحت تؤرِّق العالم لأنها تهدد مستقبل حياة البشر على الأرض. يتم تخزين ثاني أكسيد الكربون المعزول فيما يسمى بالوعة ثاني أكسيد الكربون.

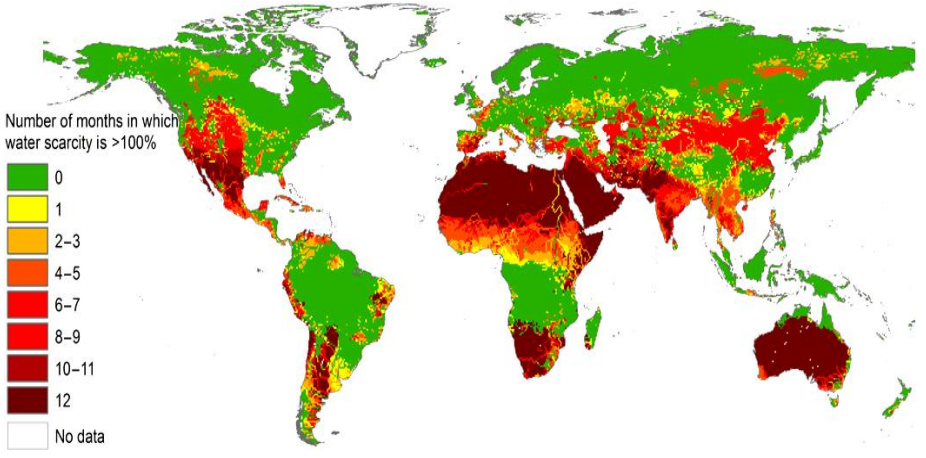
4-3-2 تأثير تغير المناخ على مصر

تغير المناخ أدى إلى تراجع مستويات هطول الأمطار، وتغير أنماط الطقس، وارتفاع منسوب مياه البحار في دلتا النيل وتدهور الوضع ببطء ولكن باطراد، خاصة في مجال الغذاء والماء. وتأثير نقص الماء والغذاء يظهر على الأحوال الاقتصادية والاجتماعية حيث تحتاج مصر إلى توفير أكثر من مليون فرصة عمل جديدة كل عام لقوتها العاملة المتنامية. فالملايين لا يزالون يعيشون تحت خط الفقر طبقا لتقرير الأمم المتحدة، ويجب على مصر أن ترفع مستوى المعيشة لمن هم في أشد الحاجة إليها.

ومصر نموذج لبلد نام معرض بشدة للتغير المناخي ويواجه تهديدات عديدة لاستدامته الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وهذا يسبب ضغوطا جوهرية هائلة على قدرة مصر التنافسية. ويمكن وصف هذه الأزمات أيضا بأنها تهديدات متزايدة للأمن القومي ويمكن أن تتطور إلى حالات أزمات حرجة إذا لم تعالج بسرعة وبصورة حاسمة .وتشمل هذه الضغوط أمن الطاقة ويعد الاستخدام غير المستدام لموارد الطاقة أحد الأسباب الرئيسية للتدهور البيئي وتغير المناخ. والنتيجة هي ندرة الطاقة وارتفاع أسعار الوقود التي تزيد من الفقر وتضغط الميزانيات الوطنية وكذلك أدت إلى الاتجاه إلى قروض صندوق النقد الدولي وما تبعه من تنفيذ شروط والتزامات زادت معاناة المواطن المصري. ويؤدي الاحترار العالمي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الأنهار الجليدية والثلوج القطبية. ونتيجة لذلك، تنخفض موارد المياه العذبة في العالم في حين تدخل المياه المالحة إلى خزانات تحت الأرض ومصر عرضة بشكل خاص بسبب دلتا النيل على ارتفاع منخفض. وشكل (4-9) يوضح زيادة متوسط درجة الحرارة في مصر من عام 1820 حتى عام 2000. وأما شكل (4-10) فيعرض خريطة العالم حسب عدد الشهور في السنة التي بها أزمة مياه.



شكل (4–9): زيادة متوسط درجة الحرارة في مصر (1820 – 2000)



شكل (4–10): خريطة العالم حسب عدد الشهور في السنة التي بها أزمة مياه

4-4 الاتفاقيات الدولية الخاصة بالمناخ

فيما يلي نستعرض تاريخ الاتفاقيات الدولية الخاصة بالمناخ وأهم البنود التي تم الاتفاق عليها بسبب ظهور تأثيرات ظاهرة الاحترار العالمي وتحذيرات العلماء والهيئات البحثية بخطورة تغير المناخ وتأثيره على كوكب الأرض والبيئات الطبيعية ، وتوصيات مؤتمر البيئة الدولي في سبعينيات القرن الماضي ، أخذت منظمة الأمم المتحدة ذلك في الاعتبار و تم في عام 1988 تشكيل الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ حيث تم الاتفاق على أن تقوم منظمتان تابعتان للأمم المتحدة وهي المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة بتشكيل الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ. لكن هذا الفريق لا يجري بحوثه الخاصة به، وإنما تتمثل مهمته في تسليط الضوء لتوضيح الأمور أثناء المداولات السياسية والخلافية بشأن الاحترار العالمي ومسبباته. ويقوم الفريق بإعداد تقديرات تتسم بالشمول والموضوعية والشفافية عن حالة البحوث الدولية بشأن تغير المناخ وأسبابه وتبعاته المتوقعة.

في عام 1990 تم صدور التقييم الأول للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ حيث أكد هذا التقييم الأول على أن الاحترار العالمي حقيقة واقعة، وأنه نجم عن تراكم الغازات الدفيئة المنطلقة الى الغلاف الجوي نتيجة للنشاطات التي يقوم بها البشر. وعلى أساس هذا التقييم، دعت الجمعية العمومية للأمم المتحدة الدول الى إجراء مفاوضات للتوصل الى اتفاقية دولية لمعالجة الاحترار العالمي.

في عام 1992 وضعت اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ حيث تصادق البلدان الأعضاء في الأمم المتحدة على هذه الاتفاقية. وتوافقت الدول بموجب هذه الاتفاقية الطوعية على تشارك المعلومات ووضع خطط عمل دولية للحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة. كما توافقت البلدان الصناعية كذلك على مساعدة البلدان النامية من خلال تزويدها بالتقنيات اللازمة لتوليد الطاقة باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، إضافة الى مساعدتها على التكيف مع التغيرات البيئية المتوقعة.

في 1992 كانت قمة ريو أو قمة الأرض وهي قمة نظمتها الأمم المتحدة بريو دي جانيرو بالبرازيل من أجل البيئة والتقدم. وكان ذلك من 3يونيو حتى 14يونيو عام 1992. وشارك في المؤتمر 172 حكومة، منها 108 دول أرسلت رؤساءها أو رؤساء حكوماتها .وحوالي 2400 ممثل لمنظمات غير حكومية و17000 شخص في المنتدى العالمي للمنظمات غير الحكومية الذي عقد موازيا للقمة وأطلق عليه المركز الاستشاري.

ومؤتمر قمة الأرض في ريو دي جانيرو لم يسبق له مثيل على مستوى مؤتمرات الأمم المتحدة من حيث حجمه ومجال الاهتمام. وبعد مضي عشرون عاماً على أول مؤتمر عالمي عن البيئة، تسعى الأمم المتحدة إلى مساعدة الحكومات على إعادة التفكير والتنمية الاقتصادية، وإيجاد السبل الكفيلة لوقف تدمير الموارد الطبيعية وتلوث الكوكب. اتجه مئات الآلاف من الناس العاملين في شتى المجالات إلى ريو دي جانيرو لاتخاذ القرارات الصعبة اللازمة لضمان كوكب صحي للأجيال القادمة .

ورسالة القمة كانت أنه لا شيء أقل من تغيير وتعديل سلوكياتنا وتصرفاتنا والذي نقله ما يقارب من 10 ألاف إعلامي وسمعه الملايين في أنحاء العالم. وكانت رسالة القمة تعبر عن مدى تعقيد المشاكل التي تواجهنا مثل الفقر، وكذلك الاستهلاك المفرط لمصادر الطاقة تسبب الضرر المؤكد للبيئة. وسلمت الحكومات بالحاجة إلى إعادة توجيه الخطط والسياسات الوطنية والدولية لضمان أن جميع القرارات الاقتصادية تراعي الآثار البيئية. وللرسالة نتائج مثمرة، الأمر الذي جعل الكفاءة البيئية مسؤولية الحكومات والأنشطة التجارية .

ومن محاور القمة:

- أنماط الإنتاج للمكونات السامة وخاصة إنتاج مثل الرصاص في البنزين أو المواد السامة والنفايات يجب أن يجري فحصها بطريقة منتظمة من الأمم المتحدة والمنظمات الشبه حكومية.
- العثور على مصادر بديلة للطاقة، والاستعاضة عن استخدام الوقود

الأحفوري المرتبط بالتغيرات المناخية.

- الاعتماد بشكل أكبر على وسائل النقل العامة لتقليل انبعاثات المركبات والاختنقات المرورية في المدن، والتي تسبب مشاكل صحية ناجمة عن تلوث الهواء أو الضباب والدخان.

- القلق المتنامي والوعي إزاء تنامي مشكلة ندرة المياه.

ولمدة أسبوعين، وتتويجاً لعملية بدأت في ديسمبر 1989 للتخطيط والتعليم وإجراء المفاوضات بين جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة، بما يؤدي إلى اعتماد جدول أعمال القرن الحادي والعشرين، كعملية واسعة النطاق وتخطيط للعمل على تحقيق التنمية المستدامة عالميا. وأطلق الأمين العام للمؤتمر موريس ستررونغ على القمة «لحظة تاريخية بالنسبة للبشرية. ومؤتمر قمة الأرض أثر في جميع مؤتمرات الأمم المتحدة لاحقا، والتي بحثت في العلاقة بين حقوق الإنسان والسكان والتنمية الاجتماعية والمرأة والمستوطنات البشرية والحاجة إلى التنمية المستدامة بيئياً. ففي المؤتمر العالمي لحقوق الإنسان الذي عقد في فيينا عام 1993، فعلى سبيل المثال، أكدت على حق الشعوب في بيئة سليمة والحق في التنمية.

واعتمدت القمة ثلاث اتفاقيات رئيسية تهدف إلى تغيير النهج التقليدي في التنمية:

- جدول الأعمال للقرن 21 ووضع برنامج عمل شامل للعمل العالمي في جميع مجالات التنمية المستدامة.

- إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية وهو سلسلة من المبادئ التي تحدد حقوق ومسؤوليات الدول.

- بيان مبادئ الغابات وهو مجموعة من المبادئ التي تقوم عليها الإدارة المستدامة للغابات في جميع أنحاء العالم.

بالإضافة إلى ذلك، تم فتح باب التوقيع على اثنين من الاتفاقيات الملزمة قانونا التي تهدف إلى منع تغير المناخ العالمي والقضاء على تنوع الأنواع البيولوجية،

وإعطاء لمحة عالية لهذه الجهود :

- اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.
- اتفاقية التنوع البيولوجي.

وجدول أعمال القرن 21 يتناول المشاكل الملحة اليوم، ويهدف إلى تحضير العالم لمواجهة تحديات القرن المقبل. وهو يتضمن مقترحات مفصلة للعمل في المجالات الاجتماعية والاقتصادية (مثل مكافحة الفقر وتغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك، ومعالجة التحولات الديموجرافية)، ولحفظ وإدارة الموارد الطبيعية التي هي أساس الحياة بحماية الغلاف الجوي والمحيطات والتنوع البيولوجي، ومنع إزالة الغابات، وتعزيز الزراعة المستدامة على سبيل المثال .

وقد وافقت الحكومات على أن التكامل بين البيئة والشواغل الإنمائية سيؤدي إلى تلبية الاحتياجات الأساسية، وتحسين المعايير للجميع، وتحسين حماية النظم البيئية وإدارتها على نحو أفضل وأكثر أمانا ومستقبل أكثر ازدهارا. وتنص الديباجة على أن »ليس هناك أمة تستطيع تحقيق هذا من تلقاء نفسها. معا يمكننا إقامة شراكة عالمية من أجل التنمية المستدامة .

وبرنامج العمل أوصى أيضا بسبل تعزيز الدور الذي تقوم به المجموعات الرئيسية: النساء، ونقابات العمال والمزارعين والأطفال والشباب، والشعوب الأصلية، والأوساط العلمية، والسلطات المحلية وقطاع الأعمال والصناعة والمنظمات غير حكومية في تحقيق التنمية المستدامة . وإعلان ريو بشأن البيئة والتنمية يعتمد جدول أعمال القرن 21 من خلال تحديد حقوق ومسؤوليات الدول فيما يتعلق بهذه القضايا. ومن مبادئه :

- على أن البشر هم في صميم الاهتمامات المتعلقة بالتنمية المستدامة. يحق لهم أن يحيوا حياة صحية ومنتجة في وئام مع الطبيعة.
- أن عدم اليقين العلمي لا ينبغي أن تؤخر اتخاذ تدابير لمنع التدهور البيئي حيث توجد تهديدات بأضرار خطيرة أو لا رجعة فيها.

- أن يكون للدول الحق السيادي في استغلال مواردها الخاصة ولكن لا تسبب ضررا لبيئة الدول الأخرى.

- أن القضاء على الفقر وتقليل التفاوت في مستويات المعيشة في جميع أنحاء العالم هي «لا غنى عنه» من أجل التنمية المستدامة.

- أن المشاركة الكاملة للمرأة أمر ضروري لتحقيق التنمية المستدامة.

- أن تعترف البلدان المتقدمة بالمسؤولية التي تتحملها في السعي الدولي لتحقيق التنمية المستدامة في ضوء الضغوط التي تلقيها مجتمعاتها على كاهل البيئة العالمية والتكنولوجيات والموارد المالية التي تحت تصرفها.

وفى بيان المبادئ المتعلقة بالغابات من أجل الإدارة المستدامة للغابات كان التوافق العالمي الأول الذي تم التوصل إليه في مجال الغابات.

ومن أحكامه :

- أن جميع البلدان، ولا سيما البلدان المتقدمة، ينبغي أن تبذل جهداً ل«العالم الأخضر» من خلال إعادة التشجير والحفاظ على الغابات.

- أن الدول لها الحق في تطوير الغابات وفقا لاحتياجات الاجتماعية والاقتصادية، وتمشيا مع السياسات الوطنية للتنمية المستدامة.

- وينبغي أن يخصص موارد المالية محددة تقدم لتطوير البرامج التي تشجع السياسات الاقتصادية والاجتماعية البديلة.

كما دعت الأمم المتحدة في مؤتمر القمة للتفاوض على اتفاق قانوني دولي حول التصحر، لاجراء محادثات حول منع استنزاف المخزونات السمكية، لوضع برنامج عمل لتحقيق التنمية المستدامة للدول النامية، وإنشاء آليات لضمان تنفيذ اتفاقات ريو .

وفي عام 1995 تم صدور التقييم الثاني للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير

المناخ. ويقرّ زعماء العالم بأن الاتفاقية الإطارية لا تتمتع بالقوة الكافية لمكافحة الاحترار العالمي بصورة جادة. فيبدأون إجراء مفاوضات لإبرام اتفاقية ملزمة قانونياً للحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة.

وكما في عام 1997 كانت اتفاقية كيوتو وتمثل هذه الاتفاقية خطوة تنفيذية لاتفاقية الأمم المتحدة المبدئية بشأن التغير المناخي وهي معاهدة بيئية دولية خرجت للضوء في مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية . ونصت معاهدة كيوتو على التزامات قانونية للحد من انبعاث أربعة من الغازات الدفيئة وهي ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، وسداسي فلوريد الكبريت ومجموعتين من الغازات الأخرى هيدروفلوروكربون، والهيدروكربونات المشبعة بالفلور التي تنتجها الدول الصناعية . ونصت أيضا على التزامات عامة لجميع البلدان الأعضاء. واعتبارا من عام 2008 م، صادق 183طرفا على الاتفاقية، التي كانت قد اعتمد استخدامها في 11ديسمبر 1997 في كيوتو في اليابان، والتي دخلت حيز التنفيذ في 16فبراير 2005. ووافقت الدول الصناعية في إطار اتفاقية كيوتو على خفض الانبعاث الكلي للغازات الدفيئة بنحو 5.2٪ مقارنة بعام 1990. ألزم الاتحاد الأوروبي بتخفيض قدره 8 ٪، والولايات المتحدة بنسبة 7%، واليابان بنسبة 6 ٪، وروسيا بنسبة 5 ٪. سمحت المعاهدة بزيادة انبعاث الغازات الدفيئة بنسبة 8 ٪ لأستراليا و10 ٪ لآيسلاندا .

ويتضمن اتفاق كيوتو مجموعتين من الالتزامات المحددة تحقيقاً للمبادئ العامة التي أقرتها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وتتضمن المجموعة الأولى الالتزامات التي تتكفل بها جميع الأطراف المتعاقدة، في حين تختص المجموعة الثانية بمجموعة الالتزامات التي تتحملها الدول المتقدمة حيال الدول النامية .

وفيما يختص بالالتزامات التي تتكون منها المجموعة الأولى فإنه يمكن القول أن البروتوكول يلزم الدول الموقعة عليه بقائمة محددة من الالتزامات لا يتم التفرقة فيها بين الدول المتقدمة والدول النامية، فهي التزامات مشتركة تتكفل بتنفيذها كافة

الأطراف المتعاقدة. هذه الالتزامات هي قيام 38 دولة متقدمة بتخفيض انبعاثات الغازات المسببة لتأثير الدفيئة وذلك بنسب تختلف من دولة لأخرى، على أن يجرى هذا التخفيض خلال فترة زمنيه محددة تبدأ في عام 2008 وتستمر حتى عام 2012. وبلغت نسبة التخفيض المقررة في حالة الاتحاد الأوروبي 8٪ أقل من مستوى عام1990، وفي حين بلغت هذه النسبة في حالة الولايات المتحدة واليابان 7٪، 6٪ على التوالي. وتشمل هذه الانخفاضات 6 غازات محددة هي : ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروجين، بالإضافة إلى ثلاثة مركبات فلورية . مع الحفاظ على الغابات، والعمل على زيادتها من أجل امتصاص انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة التغير المناخي . وكذلك إقامة نظم ومناهج بحث لتقدير انبعاثات الغازات الدفيئة، مع دراسة الآثار السلبية الناجمة عنها، والتبعات الاقتصادية والاجتماعية لمختلف سياسات مواجهة المشكلة . والتعاون الفعال في مجالات تطوير التعليم وبرامج التدريب والتوعية العامة في مجال التغير المناخي بما يهدف إلى تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة . والعمل على إنتاج وتطوير تقنيات صديقة للبيئة من خلال التركيز على الأنواع الأقل استهلاكا في الوقود، وبالتالي أقل من حيث احتراق الوقود وانبعاثات الغازات الضارة. وآليات المرونة، وهي تلك الآليات التي تعمل على تخفيض الانبعاثات وتقليل الآثار الضارة، ولكنها في نفس الوقت تأخذ البعد الاقتصادي عند احتساب تكاليف إنتاجها. وتشير هذه الجزئية إلى إمكانية بلوغ الهدف بأقل الخسائر الممكنة، وفي بعض الأحيان بدون خسائر على الإطلاق. بل ومن الممكن تحقيق مكاسب من وراء اتباع هذه الآليات. وتتيح هذه الآليات عمليات التجارة في وحدات خفض الانبعاثات .أما الالتزامات التي تحتويها المجموعة الثانية، فهي الالتزامات التي تتعهد بها الدول المتقدمة وحدها، وتلتزم بها في مواجهه الدول النامية لمساعدة هذه الأخيرة على الالتزام بالأحكام الواردة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية من ناحية، وتشجيع الدول النامية على التعاون الفعال في إطار المنظومة الدولية لحماية البيئة من ناحية أخرى. وهذه الالتزامات يمكن تحديدها في النقاط التالية:

تتعهد الدول المتقدمة بتمويل وتسهيل أنشطة نقل التكنولوجيا منها إلى الدول النامية والأقل نموا، خاصة تلك التقنيات صديقة البيئة في مجالات الطاقة والنقل والمواصلات وغيرها .

كما تعهدت الدول المتقدمة بدعم جهود الدول النامية والأقل نموا في مجالات مواجهة الآثار السلبية للتغير المناخي والتأقلم معها .والتعاون المشترك مع الدول النامية والأقل نموا في «آلية التنمية النظيفة» والتي تعد إحدى أهم الآليات التي حددها اتفاق كيوتو. وتنص هذه الآلية على التزام واضح من جانب الدول المتقدمة بالقيام بمشروعات في الدول النامية بغرض مساعدتها على الوفاء بمتطلبات التنمية المستدامة، والمساهمة في نفس الوقت بتحقيق الهدف الرئيسي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية الخاصة بتغير المناخ ومساعدة الدول المتقدمة في الالتزام بتخفيض الانبعاثات إلى الحد المقرر لها. فهذه الآلية تفيد كلاً من الدول المتقدمة والدول النامية على حد سواء، وتتمثل الفائدة التي تعود على اقتصاديات الدول النامية في وجود الاستثمارات القادمة من الدول المتقدمة على أراضيها، في حين تتمكن الدول المتقدمة من استخدام الانبعاثات الناتجة من أنشطة هذه المشروعات للإسهام في تحقيق جزء من التزاماتها الخاصة بتحديد وتخفيض كمي للانبعاثات . ومن خلال إجراء مقارنة سريعة بين المجموعتين من الالتزامات فإنه يمكن الاستنتاج بأن اتفاق كيوتو يضع مسئولية تنفيذ العبء الأكبر من الالتزامات الواردة فيه على عاتق الدول المتقدمة، إذ يلزمها البروتوكول بتقديم كافة صور الدعم المالي والفني اللازم لإعانة الدول النامية والأقل نموا على تنفيذ الالتزامات الناشئة عن السياسات الدولية المشتركة لحماية البيئة من مظاهر التلوث التي تداهمها. يضاف إلى ذلك أن هذا الاتفاق ألزم الدول المتقدمة دون الدول النامية والاقل نمواً بالعمل على انتهاج السياسات اللازمة لتخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسب محددة وفقاً لجدول زمني معين .

ومن هنا فإن الدول النامية والأقل نمواً تنظر بعين الرضى والارتياح إلى اتفاق كيوتو نظرا لقلة الالتزامات التي ألقاها على عاتقها في مجال حماية البيئة ومكافحة

التلوث المناخي وصيانة الغلاف الجوي للكرة الأرضية. فهذه الدول النامية والأقل نمواً تخشى من أن أية التزامات تفرض عليها في مجال حماية البيئة سوف تحد من قدراتها وحرية حركتها على تنفيذ مشروعات التنمية، خاصة في هذه المرحلة المبكرة من مراحل النمو. ويضاف إلى ذلك أن الدول النامية والأقل نمواً لا شأن لها فيما يخص ظاهرة انبعاثات الغازات الدفيئة، حيث أنها قد حدثت بفعل درجات التصنيع المتقدمة التي وصلت إليها الدول المتقدمة خاصة الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي. وأكثر من ذلك فإن الدول النامية والأقل نمواً ترى في نفسها ضحية سياسات التصنيع الخاطئة التي اتبعتها الدول المتقدمة، وعرضتها لمصير مشئوم في حالة ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية، إذ لا تملك الموارد المالية والتقنية التي تعينها على مواجهة سلبيات هذه الظاهرة .

وعلى العكس من ذلك ترى الولايات المتحدة الأمريكية أن الاتفاق ظالم لها، وغير محقق لمصالحها. وتستند الولايات المتحدة في ذلك إلى وجود دول وإن كانت نامية في الوقت الحالي، إلا أنها ليست كذلك في المستقبل القريب، خاصه الصين والهند، حيث ستتحول هذه الدول الأخيرة لتصبح من بين الدول المسئولة عن ظاهرة انبعاثات الغازات الدفيئة. فهذه الدول تنفذ برامج ضخمة للتصنيع دون أن تقدم أي التزامات في مجال تخفيض الانبعاثات. وترى الإدارة الأمريكية أن هذا الاتفاق لن يحقق الهدف منه طالما بقيت هذه القوى الاقتصادية الجديدة خارج نطاق الالتزامات. فما تفعله دول الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي من تخفيض لانبعاثات الغازات الدفيئة سوف تضيعه جهود الصين والهند في مجالات التنمية الصناعية .

واستناداً إلى وجهة النظر الأمريكية لحالة عدم التوازن في الالتزامات التي يتضمنها اتفاق كيوتو، التى دعت إلى معارضة تصديق الولايات المتحدة على الاتفاق. فالإدارة الأمريكية الحالية المحافظة -دفاعاً عن مصالح رجال الأعمال - ترى أن التزام الولايات المتحدة بتخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبه 7٪ أقل من المستوى الذي كانت عليه 1990 خلال الفترة 2008-2012 لن يتم إلا بتكلفة

عالية جدا. وتعيب هذه الإدارة على اتفاق كيوتو تركيزه الشديد على مصالح المدى القصير متجاهلاً الوضع الذي ستصبح عليه ظاهرة الانبعاثات في الأجل الطويل، ومن ثم هناك حاجة _ طبعاً لتقدير الإدارة الأمريكية _ إلى إعادة صياغة الاتفاق بطريقة تخلق التوازن المطلوب بين التزامات كافة القوى الاقتصادية القادمة مثل الصين، والهند وروسيا الاتحادية دون تفرقة بين الدول المتقدمة والدول النامية .

وفي عام 2001 سحبت الولايات المتحدة دعمها لبروتوكول كيوتو بحجة أن تكاليفه الاقتصادية أكبر بكثير من المنافع التي قد تتمخض عنه. وتطالب كذلك بضرورة إجبار البلدان النامية الكبيرة كالصين والهند على تخفيض انبعاثاتها هي الأخرى. إلا أنه نظراً لإطلاق الولايات المتحدة نحو ربع كميات الغازات الدفيئة في العالم، يخشى الكثيرون أنه من دون امتثال الولايات المتحدة سيكون تأثير بروتوكول كيوتو ضئيلاً في تخفيض انبعاث هذه الغازات. كذلك سحبت استراليا دعمها للبروتوكول في العام التالي. وفي عام 2005 بروتوكول كيوتو يدخل حيز التنفيذ في فبراير 2006 بعد 90 يوماً من توقيع روسيا عليه.

وفي عام 2015 كان اتفاق باريس وهو المؤتمر 21 الخاص بالمناخ وهو أول اتفاق عالمي بشأن المناخ. وجاء هذا الاتفاق عقب المفاوضات التي عقدت أثناء مؤتمر الأمم المتحدة 21 للتغير المناخي في باريس في 2015 و صدق على الاتفاق من قبل كل الوفود 195 دولة الحاضرة المؤتمر في 12 ديسمبر 2015 . ويهدف الاتفاق إلى احتواء الاحترار العالمي لأقل من 2 درجات وسيسعى لحده في 1.5 درجة. سيتم إعادة النظر في الأهداف المعلنة بعد خمس سنوات، وأهداف خفض الانبعاثات لا يمكن استعراضها على نحو أعلى. ووضع كحد أدنى قيمة 100 مليار دولار أمريكي كمساعدات مناخية الدول النامية سنويا وسيتم إعادة النظر في هذا السعر في 2025 على أقصى تقدير. يهدف الاتفاق إلى احتواء الاحترار العالمي لأقل من 2 درجات وسيسعى لحده في 1.5 درجة. وسيتم إعادة النظر في الأهداف المعلنة بعد خمس سنوات، وأهداف خفض الانبعاثات لا يمكن استعراضها على نحو أعلى. ووضع كحد أدنى قيمة 100 مليار دولار أمريكي كمساعدات مناخية الدول النامية

سنويا وسيتم إعادة النظر في هذا السعر في 2025 على أقصى تقدير. تعمل اتفاقية باريس للتغير المناخي بشكل أساسي علي مواجهة مشكلة انبعاثات الغازات الدفيئة، وكيفية إيجاد الحلول للتكيف معها، والتخفيف من حدة ضررها علي البيئة، والنظر بجدية للاثار الواضحة للتغيرات المناخية، والحد من ارتفاع الحرارة الي اقل من درجتين مئويتين، حيث إن متوسط درجات الحرارة العالمية ارتفع بمقدار 0.85 درجه مئوية من عام 1880 حتى 2012.

وقد تم الاعتراف بأن التغير العالمي للمناخ يتطلب جهوداً قصوى، وتعاوناً مشتركاً من جانب جميع البلدان، وضرورة وجود استجابات دولية فعالة. ووجود مبادئ وأحكام وفقاً لميثاق الامم المتحدة، والذي يتضمن الحق السيادي في استغلال الموارد الخاصة، وإنه يقع علي الدولة المسؤولية الكاملة في ألا تقع أية أنشطة داخل ولايتها تسبب ضرراً للبيئة. وتلك الأحكام يجب ان تكون صارمة وأن تنطبق على جميع البلدان المخالفة. ومن هنا عزمت كل دولة عضو في تلك الاتفاقية على النشر المستمر للتوقعات والمخططات التي تعمل عليها خلال مواجهتها لظاهرة التغيرات المناخية، ووضع الحلول بشكل ممنهج، واتخاذ القرارت الفعالة التي تعهدت بها كل دولة طرف في تلك الاتفاقية . ومبادئ اتفاق باريس للمناخ هي:

1- للأجيال القادمة الحق في العيش في بيئة سليمة صالحة، ولذلك فحماية أطراف الاتفاقية للبيئة هو أمر منصف لتلك الاجيال ويتعين على البلدان المتقدمة أن تأخذ دور الصدارة في مكافحة التغير المناخي والآثار الضارة المترتبة عليه .

2- توضع في الاعتبار الظروف الخاصة للبلدان النامية، ولاسيما تلك المعرضة للأضرار الناجمة عن تغير المناخ .وأن الدول المتقدمة ستتحمل عبء غير عادي بمقتضي الاتفاقية .

3- تتخذ جميع الأطراف التدابير اللازمة للوقاية من أسباب تغير المناخ أو تقليلها أو تخفيف من حدة آثارها الضارة، ومهما كانت التهديدات والتحديات يجب إتخاذ كل التدابير اللازمة لمعالجة الأمر .

4- وضع الخطط المناسبة المستدامة لحماية النظام المناخي من التغير نتيجة للنشاط البشري .

وقد عقد أخر مؤتمر المناخ حتى الأن سنة 2018 ببولندا وفيه تم الاتفاق على برنامج اتفاق باريس للمناخ. كما تم التوصل إلى اتفاق حول كيفية حساب انبعاث غازات الاحتباس الحراري. وشهد المؤتمر إعلان عدد من المبادرات بشأن العمل المناخي. فتعهدت ألمانيا والنرويج بأنهما ستضاعفان مساهماتهما لصندوق المناخ الأخضر، الذي أنشئ لدعم الدول النامية. وأعلن البنك الدولي أيضا أنه سيعزز التزامه بالعمل المناخي بعد عام 2021 إلى 200 مليار دولار.