

الطاقة المتجددة في مواجهة الاحتباس الحراري (Global Warming)

استخدام مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يكون له أثر كبير في الحد من الاحتباس الحراري، لكن ارتفاع كلفة الانتقال إليها والمنافسة الحادة التي تفرضها الطاقة الأحفورية الملوثة للبيئة تعرقل ذلك.

أشارت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن ثلثا انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مصدرها إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها لذا فإن إخراج الكربون من قطاع الطاقة هو على الأرجح الوسيلة الأسرع لتنظيف العالم من التلوث ويعتبر خبراء المجموعة الدولية للمناخ أن الحد من انبعاثات الغازات المسببة لارتفاع حرارة الأرض عند سقف مقبول، يجب أن يقترن بخفض الاعتماد على الكربون في إنتاج الطاقة بنسبة 80 % بحلول عام 2050.

تشكل مصادر الطاقة المتجددة من الرياح والمياه والطاقة الشمسية 20 % من مصادر توليد الطاقة الكهربائية لكنها لا تتعدى خمسة % من إجمالي استهلاك الطاقة في العالم والتي تعتمد في معظمها على الفحم والنفط. ويبدو أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة التي لم تكن موجودة قبل 15 سنة، ما عدا الطاقة الكهرومائية، لها أثر جيد في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ففي مجموعة دول العشرين، توقفت وتيرة هذه الانبعاثات عن الارتفاع في العام الماضي، للمرة الأولى منذ 40 سنة. ووفقاً للوكالة الدولية للطاقة فإن انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن توليد الطاقة الكهربائية ستزيد بوتيرة أقل من زيادة وتيرة استهلاك التيار الكهربائي. وعام 2020 ستشكل مصادر الطاقة المتجددة 62 % من إنشاءات توليد الطاقة الكهربائية المشيدة في العالم بحيث تصبح المحرك في نمو قطاع الكهرباء وعام 2040 يصبح نصف إنتاج التيار الكهربائي من مصادر الطاقة المتجددة. لقد حددت 160 دولة أهدافها في ما يتعلق باستخدام مصادر الطاقة المتجددة لكن هذه المصادر ما زالت تحتاج إلى إثبات كفاءتها وقدرتها على منافسة المصادر التقليدية ففي ألمانيا وبريطانيا أصبحت محطات توليد الكهرباء من الرياح أقل كلفة من الفحم والغاز، ويقدر الخبراء أن يتواصل هذا الاتجاه. أما في الصين والولايات المتحدة فإنتاج الكهرباء من الفحم والغاز ما زال أوفر، ولا شك أن الدول النامية ستبقى على خياراتها في مصادر الطاقة التقليدية وخصوصاً الفحم الأقل ثمناً، لتلبية حاجاتها المتزايدة.

وسيكون صعباً أيضاً أن تحل مصادر الطاقة المتجددة مكان الطاقة الأحفورية في مجال النقل بسبب غياب البدائل المقنعة. فكميات الوقود الحيوي، الذي ينتج من الصويا مثلاً، ما زالت محدودة بسبب المنافسة الغذائية، وأسعار الجيل الثاني منها مرتفعة بحيث تميل الكفة إلى استخدام الطاقة الأحفورية.

للتعرف على ظاهرة الاحتباس الحراري يجب التعرف على كوكبنا ومحيطه لنتمكن من تفسير ما يحدث من حولنا وهنا نقول أن الكرة الأرضية تحيط بها عدد من طبقات الجو تدعى بالغلاف الجوي حسب التالي:

❖ طبقة التروبوسفير Troposphere: تضم التيارات الهوائية العمودية والأفقية وتتناقص فيها درجات الحرارة للأعلى وتتميز بقدرة غازاتها على امتصاص الطاقة الإشعاعية الحرارية القادمة من الشمس.

❖ طبقة الستراتوسفير Stratosphere: يتركز الأوزون فيها على ارتفاع 25-30 km والتي تحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية.

❖ طبقة الميزوسفير Mesosphere: تتميز بغازاتها الخفيفة [الهيدروجين - الهليوم].

❖ طبقة الثيرموسفير Thermosphere: تتضمن طبقة الجو المتأين على ارتفاع 200-400 km.

❖ طبقة الاكسوسفير Exosphere: على ارتفاع 500-1000 km.

تعريف الاحتباس الحراري:

يعرف الاحتباس الحراري بأنه ارتفاع في درجات الحرارة لطبقات الجو السفلية من الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية، وذلك نتيجة اختزانها لجزء من الطاقة الحرارية الساقطة عليها من أشعة الشمس أكثر من الكميات الطبيعية وذلك بسبب زيادة تركيز بعض الغازات في طبقات الغلاف الجوي أهمها ثاني أكسيد الكربون، كما تؤثر على تبخر الماء وحركة الهواء العامودية والأفقية. في الوقت التي تفقد الأرض فيه طاقتها الحرارية نتيجة الإشعاع الأرضي الذي ينبعث على شكل إشعاعات طويلة [تحت الحمراء] مساوي لما تفقده الأرض من طاقة شمسية، هذا الاتزان الحراري الذي يؤدي لثبات حرارة الأرض عن مقدار معين 15% بسبب امتصاص الغازات لها.

بدأت هذه الظاهرة مع الثورة الصناعية التي رافقها انبعاث كميات هائلة من الغازات المسببة للاحتباس الحراري سميت بغازات البيت الزجاجي ، وهناك فريق من العلماء يعتقدون أن الاحتباس الحراري هو ناجم عن التناوب الحراري الذي يحدث كل فترة من الزمن وليس بسبب غازات دفيئة . أي أن مناخ الأرض يشهد طبيعياً فترات ساخنة وفترات باردة مستشهدين بذلك عن طريق فترة جليدية أو

باردة نوعاً ما بين القرن 17-18 في أوروبا وأن كلا الفريقين متفقان على أن الغازات الملوثة كالأزوت وثنائي أكسيد الكربون يرفعان من الاحتباس الحراري .

أهم مكونات الغلاف الجوي الطبيعية :

- النيتروجين ونسبته 78% تقريباً
- الأوكسجين ونسبته 21% تقريباً
- هيليوم ونسبته 0.9 % ، نيون ، الغازات الخاملة كالأرغون
- غازات أخرى تدعى غازات الندرة مثل :

❖ ثاني أكسيد الكربون وهو أهمها ونسبته 0.03%

❖ الأوزون

❖ الميثان

❖ أكاسيد الكبريت

❖ الهيدروجين

❖ أكاسيد النيتروجين

❖ بخار الماء

هذه الغازات تسمى غازات الندرة وتعتبر شوائب تسبب التلوث الجوي عندما يزيد تركيزها في الجو وتؤدي إلى حدوث اختلال في مكونات الغلاف الجوي والارتفاع الحراري الذي ينتج عنه تغيرات في المناخ والجو والبيئة وآثار سيئة على صحة الإنسان والنبات والأحياء ومن أهم الأخطار التي تهدد التوازن الطبيعي زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون بالجو .

أسباب التغيرات المناخية ذات الصلة بالاحتباس الحراري:

وهي غالباً ناتجة عن انبعاثات الغازات الملوثة بالجو بشكل عشوائي وغالباً ما تكون :

أولاً- طبيعية لا علاقة لفعل الإنسان بها:

1- التغيرات التي تحدث لمدار الأرض حول الشمس وما ينتج عنها من تغير في كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض وهذا عامل مهم جداً في التغيرات المناخية ويقود الى أن أي تغيير في الإشعاع سوف يؤثر عبر التاريخ على المناخ

2- الانفجارات البركانية وما يرافقها من انبعاثات غازية وغيرها .
ثانياً: غير طبيعية: ناتجة من النشاطات الإنسانية المختلفة مثل :

A. قطع الأعشاب وإزالة الغابات

B. استعمال الإنسان للطاقة

يؤدي استعمال الإنسان للوقود الأحفوري / نفط ، فحم ، غاز / إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو والذي يؤدي إلى زيادة درجة حرارة الجو وبالتالي حدوث ما يسمى بالاحتباس الحراري ، في نهاية القرن التاسع عشر والقرن العشرين ظهر اختلال في مكونات الغلاف الجوي نتيجة النشاطات الإنسانية منها تقدم الصناعة، ووسائل المواصلات، ومنذ الثورة الصناعية وحتى الآن نتيجة لاعتمادها على الوقود الأحفوري كمصدر أساسي للطاقة واستخدام غاز الكلوروفلوروكربون في الصناعات بشكل كبير ساعد على ظاهرة الاحتباس الحراري.

أهم غازات الدفيئة:

1. غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) : وهو الأهم من بين الغازات المؤثرة في الاحتباس الحراري والأكثر انبعاثاً ومصادر التلوث بهذا الغاز ناتجة عن استخدام أنواع الوقود الاحفوري المختلفة من فحم وبترول ومن تخمر المواد السكرية سواءً من الكائنات الدقيقة أو بالطرق الكيميائية ومن تنفس النبات والحيوان ومن تحللها بعد موتها. وتلعب وسائل المواصلات ومصانع الإنتاج المختلفة دور أساسي في زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو سيؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وخصوصاً في المدن المزدحمة، وإذا استمرت الزيادة في هذا الغاز سيؤدي ذلك إلى ارتفاع حرارة الكرة الأرضية وقد ينتج عن ذلك ذوبان الجليد وارتفاع مستوى المحيطات وحدوث فيضانات وخلل في النظام البيئي. هذا بالإضافة إلى أنه في الأماكن الرطبة يؤدي التلوث بغاز ثاني أكسيد الكربون إلى تكوين رذاذات حمضية كربونية تلحق أضرار بالنباتات والحياة المائية والأبنية التي تبنى بالحجر الجيري مكوناً كربونات الكالسيوم التي تتفتت بسهولة.

2. غاز الميثان (CH_4): يعتبر غاز الميثان من الغازات الطبيعية في الغلاف الجوي وهو ينتج من

التفاعلات الكيميائية في الظروف اللاهوائية في الغابات والبرك والمستنقعات هذا بالإضافة إلى خروجه مع غازات البراكين ومن حقول الغاز الطبيعي. ونتيجةً لنشاطات الإنسان المختلفة بدأت كميات إضافية من هذا الغاز تصل إلى الجو خاصةً النشاطات المتعلقة بتربية الحيوان في الحظائر ومحطات معالجة المياه العادمة ومكبات النفايات الصلبة وحقول الأرز والزراعة.

3. ثاني أكسيد النتروجين (NO_2): من أهم ملوثات الهواء وأكثرها شيوعاً يسبب التسمم عند

استنشاقه و ينتج من أكسدة المواد العضوية النتروجينية ومن عوادم السيارات ومن احتراق الغاز الطبيعي والفحم الحجري ومن التفاعلات الطبيعية التي تحدث في الغلاف الجوي ومن التفرغ الكهربائي للسحب أثناء الرعد. يعمل هذا الغاز على تهيج الجيوب الأنفية ومجري التنفس ويؤدي إلى حدوث أمراض في الرئة وعندما ترتفع نسبة غاز النتروجين في الهواء يعمل على امتصاص الطاقة ويتحول إلى أول أكسيد النتروجين الذي يتحد مع هيموجلوبين الدم ويكون الميثاميجلوبين الذي ينتج عنه نقص في الأوكسجين وخاصةً عند الأطفال ويهاجم هذا الغاز أوراق النباتات ويؤدي إلى تليف ونخر في الأوراق وخصوصاً في الحمضيات ويتفاعل مع بخار الماء ويكون رذاذات نتروجينية تضر الأبنية والنباتات ويمتص هذا الغاز اللون الأخضر المزرق من أشعة الشمس ويصبح لون طيف الشمس أصفر وتكثر هذه الظاهرة في المناطق الصحراوية المغبرة، ويعمل هذا الغاز مع الجسيمات الهيدروكربونية والأوزون على تكوين ضباب دخاني ينتج عنه انخفاض في حرارة الغلاف الجوي.

4. مركبات الكلوروفلوروكربون ($\text{Chlorofluorocarbons}$): هي مركبات عضوية تحتوي في

تركيبها على الكربون والكلور والفلور وتعرف بالاسم التجاري فريون Freon يرمز لها CFC

المستخدم لأغراض التبريد المؤثرة على طبقة الأوزون والاحتباس الحراري بشكل سلبي والذي منع استخدامه عالمياً منذ سبعينيات القرن العشرين. وتأقي أهميته بعد غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان .

5. غاز ثاني أكسيد الكبريت : ينتج طبيعياً من البراكين وصناعياً من العديد من العمليات الصناعية

ومن حرق المشتقات النفطية التي تحوي على مركبات الكبريت ويعد ثاني أكسيد الكبريت من أحد مسببات الأمطار الحامضية.

6. **الأوزون السطحي:** وهو زيادة تركيز الأوزون بالقرب من سطح الأرض بسبب زيادة التلوث ويعد الأوزون الدرع الحامي للأرض بتخفيفه من نفاذ الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس، وعندما يكون بالقرب من سطح الأرض يلعب دور الغازات الدفيئة.

تعتبر الغابات المخزون الأساسي للكربون وأن قطعها يؤدي لزيادة نسبته بالغلاف الجوي وحدوث ظاهرة الدفيئة والاحتباس الحراري، حيث يؤكد العلماء / الفاو / على أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون بالجو سيتضاعف مع نهاية القرن الحادي والعشرين الحالي والذي سيرفع حرارة الجو بمعدل 1.5-4.5 درجة مئوية مما يسبب زيادة بمعدل تساقط الأمطار بحوالي 3-5 % ولاحظ علماء المناخ أن مواسم الشتاء ازدادت خلال المواسم الثلاثة الأخيرة دفئاً عما كانت عليه من قبل وقد قصرت فتراته. فالربيع يأتي مبكراً عن مواعيده، وهذا يرجحونه لظاهرة الاحتباس الحراري ونتائجه.

أهم الحلول للحد من انبعاثات الكربون:

إن المشاكل البيئية بشكل عام والاحتباس الحراري بشكل خاص وانبعاثات الكربون لا يمكن أن تعالج بشكل فردي لذلك لابد من تضافر جميع الجهود الدولية مجتمعة، لذلك تداعت دول العالم لعقد المؤتمرات لمواجهة هذه المشاكل / مثل اتفاقية كيوتو / :

❖ اتفاقية كيوتو للحد من انبعاثات غاز الكربون وفق برنامج زمني محدد بتشريعات ونظام حوافز وعقوبات محددين .

❖ التشجيع على الطاقة البديلة المستدامة صديقة البيئة / طاقة الشمس ، طاقة الرياح ، طاقة المياه، الغاز الحيوي...../

❖ انتاج آليات وسيارات تعتمد على طاقة الهيدروجين ...

❖ انشاء نظام لضرائب الكربون بترتيب ضريبة محددة على المنشآت المتسببة لانبعاثات الكربون بشكل أكبر من الحد المسموح به لها.

❖ إنشاء مكبات قمامة بيئية وصحية تقلل من انبعاث الغازات وخاصة الميثان.

❖ تطوير العملية الصناعية بما يخدم تقليل انبعاث الغازات وكفاءة أعلى في استخدام الطاقة.

❖ إنشاء مراكز بحثية متخصصة ومنشرة في العالم مهمتها متابعة مراقبة منع استخدام غاز

الكلوفلوروكربون بشكل خاص وانبعاثات غازات الدفيئة الأخرى بشكل عام.

- ❖ القيام بمساعدة الدول النامية على تطبيق البرامج الخاصة للتخفيف من تلك الانبعاثات بجميع الوسائل المادية والخبرات والبرامج المتخصصة، خاصةً أن الدول الصناعية الكبرى هي المتسبب الرئيسي بتلك الانبعاثات والتي يتأثر بها دول العالم الثالث.
- ❖ التقليل من التبريد بالمناطق الدافئة ومن التدفئة في المناطق الباردة مثل استخدام مواد عازلة في البناء.

ظواهر مرتبطة بالاحتباس الحراري :

هناك عدة مؤشرات لبداية حدوث هذه الظاهرة مثل:

- ❖ زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون من 275 جزء بالمليون قبل الثورة الصناعية إلى 380 جزء بالمليون بعدها وهو السبب الأول في الاحتباس الحراري .
- ❖ مضاعفة نسبة الميثان بالجو بعد الثورة الصناعية.
- ❖ زيادة نسبة الكلوروفلوروكربون بمقدار 4 % سنوياً.
- ❖ ارتفاع تركيز النتروز بمحدود 18 % عن قبل الثورة الصناعية.
- ❖ ارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات من 0.3-0.7 قدم خلال القرن الماضي.
- ❖ ارتفاع درجة الحرارة بين 0.4-0.8 م خلال القرن الماضي حسب اللجنة الدولية لتغيير المناخ التابعة للولايات المتحدة .
- ❖ تزايد البشرية خلال ال 200 سنة المقبلة وتضاعفها إلى ستة أضعاف.
- ❖ ذوبان الجليد في القطبين وقمم الجبال الأسترالية بشكل ملحوظ.
- ❖ ازدياد دفء مواسم الشتاء خلال الثلاثين عام الأخيرة وقصرت فتراته حيث أصبح الربيع يأتي قبل موعده.
- ❖ تغير في مجرى التيارات المائية داخل المحيطات الذي أثر على التوازن الحراري السائد ويستدل على هذه الظاهرة بحدوث أعاصير في أماكن لم تظهر فيها من قبل.
- ❖ تغير في أعداد حيوانات البلانكتون في البحار نتيجة زيادة حموضة مياه البحار لقيامها بامتصاص ثاني أكسيد الكربون.

❖ إن نصف الكرة الشمالي يزداد سخونةً أسرع من نصف الكرة الجنوبي بسبب وجود مساحات يابسة أكبر عليه.

الاحتباس الحراري و ثقب الأوزون (O₃):

إن طبقة الأوزون تحمي الأرض من دخول الأشعة فوق البنفسجية لأن وجودها داخل الغلاف الجوي يحدث ضرراً بالغاً في كل أشكال الحياة حتى على الإنسان (سرطان الجلد أو الخلل في المورثات الجينية). عند محاولة دخول الأشعة فوق البنفسجية تمتص جزيئات الأوزون تلك الأشعة وبعد الامتصاص مباشرة تنقسم جزيئة الأوزون إلى جزئين بعد ذلك تعود الجزيئات التي انقسمت لتتحد من جديد فتعود إلى وظيفتها مرة أخرى (أي تعود لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية التي تحاول الدخول للغلاف الجوي باستمرار ثم تنقسم وهكذا) إلا أن انبعاث بعض الغازات داخل الغلاف الجوي مثل الكلور المنبعث من مستحضرات التجميل والتنظيف والتعقيم وحتى المبيدات الزراعية أو ثاني أكسيد الكربون المنبعث من مداخن المصانع الكبرى أو ثاني أكسيد الكبريت المنبعث بكثرة من احتراق نفايات النفط ومن أفران صهر المعادن الصلبة وغيرها .. يؤثر في آلية اتحاد تركيبة جزيئات الأوزون بعد انقسامها ويمنع إعادة توليد أو توحيد جزيئات الأوزون وشيئاً فشيئاً تفشل الكثير من جزيئات الأوزون بالعودة إلى وظيفتها أي حماية الغلاف الجوي من الأشعة فوق البنفسجية فيحدث هناك نقص في كمية الأوزون ويتراكم هذا النقص ويزيد مع كثرة وازدياد انبعاث الغازات الضارة بطبقة الأوزون ومع الوقت ينحصر هذا النقص في أكثر مكان تصعد إليه تلك الغازات الضارة بطبقة الأوزون فيحدث ترقق في طبقة الأوزون وشيئاً فشيئاً تبدأ بالتلاشي ويحدث الثقب في طبقة الأوزون وبالتالي تبدأ الأشعة فوق البنفسجية بالتسرب إلى جو الأرض محدثةً أضراراً هائلةً بالحياة على كوكب الأرض.

هناك بعض الغازات غير السامة والتي تضر بطبقة الأوزون وتعد ظاهرة حرق الإطارات المطاطية (المنتشرة في بلداننا العربية) من أخطر العوامل التي تسبب أضراراً في طبقة الأوزون.

الدور البشري في الاحتباس الحراري :

لا شك أن للإنسان الدور الكبير والمهم في التغير المناخي والاحتباس الحراري فمنذ وجوده على الأرض بدأ بتخريبها عن طريق الاستثمار الخاطئ والجائر لخيراتهما عن قصد وغير قصد وابتداءً من قطع

الغابة إلى استنزاف الموارد الطبيعية الأخرى حتى جاءت الثورة الصناعية في أور وبا التي أدت لتسارع في انبعاثات الغازات وخاصةً ثاني أكسيد الكربون المسبب الرئيسي للاحتباس الحراري وما ينتج عنه من كوارث طبيعية تنعكس بفعالها على الإنسان نفسه فقد زاد تأثير غاز الكربون من 275 جزء بالمليون إلى 380 جزء بالمليون بعد الثورة الصناعية .

نتائج الاحتباس الحراري:

- ❖ **المزيد من الجفاف والمزيد من الفيضانات:** عندما يزداد الطقس دفئاً يزداد التبخر في كل من اليابسة والبحار وقد يتسبب ذلك في حدوث الجفاف في مناطق من العالم لا يتم فيها تعويض زيادة التبخر بمزيد من تساقط الأمطار ولا بد لهذا الكم الزائد من بخار الماء أن يسقط مجدداً في كم زائد من الأمطار وهو ما قد يسبب في حدوث الفيضانات في أماكن أخرى من العالم.
- ❖ **تناقص الثلج والجليد:** تتعرض الكتل الثلجية حول العالم إلى تناقصٍ سريعٍ في الوقت الحاضر ويتمثل الاتجاه السائد في ذوبان الثلج بشكل أسرع من التقديرات الواردة في أحدث تقارير الفريق الحكومي الدولي المختص بتغير المناخ وفي المناطق الجبلية فقد يسبب ذلك جفافاً ونقصان في مياه الشرب.
- ❖ **المزيد من حوادث الطقس المتطرف:** من المرجح أن يتسبب الطقس الأكثر دفئاً في إحداث المزيد من موجات الحرارة المرتفعة والمزيد من حالات هطول الأمطار بشكلٍ عنيفٍ كما قد يتسبب في حدوث زيادة في عدد العواصف.
- ❖ **ارتفاع مستوى سطح البحر:** يرتفع مستوى سطح البحر لسببين فهو يعود جزئياً إلى ذوبان الثلج والجليد كما يرجع جزئياً أيضاً للتوسع في المستوى الحراري للبحر كما يستغرق التوسع الحراري وقتاً طويلاً إلا أنه من المتوقع لحدوث زيادة في درجة الحرارة بمقدار درجتين مئويتين أن تتسبب في وقتٍ ما إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر تقريباً.
- ❖ **يجلب الأوبئة والأمراض:** إن ظاهرة الاحتباس الحراري ستزيد من مخاطر انتشار الأوبئة بين الحيوانات والنباتات البرية والبحرية مع زيادة مخاطر انتقال هذه الأمراض إلى البشر.

التأثيرات الزراعية :

يوجد إجماع متناهي بأن التغيرات المناخية الناتجة عن الاحتباس الحراري ستؤدي إلى خلل في الإنتاج الزراعي وأن الأشياء التي ستتأثر بارتفاع درجات الحرارة هي الزراعة حيث يؤثر عليها تغيرات المناخ من شدة الحرارة وقلة الأمطار وزيادة غاز ثاني أكسيد الكربون فمثلاً المناطق الرئيسية لزراعة الحبوب في أمريكا الشمالية متوقع أن تصبح أكثر حرارةً وجفافاً والمحتمل أيضاً أن تقل الأمطار في تلك المنطقة وهذا سيؤثر سلباً على الزراعة بشكل عام.

بالنسبة لزراعة القمح الذي يعتمد على كمية كبيرة من الرطوبة تعمل درجات الحرارة العالية على إعاقة تلقيحه خلال فترات الإخصاب وهذا سيؤثر سلباً على جودة القمح وكميته والذي ينعكس بدوره على كمية الإنتاج وإضعافه وهناك مناطق ستعاني من المياه عند ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض سقوط الثلوج شتاءً كما هو متوقع في كاليفورنيا على سبيل المثال وهذا سيؤدي إلى زيادة فترات الجفاف واضطراب الزراعة في تلك الولاية. وهناك دراسات تؤكد بأن منطقة المحاصيل بالسهول العظمى في الولايات المتحدة ممكن أن تنقص إلى الثلث ونظرياً يمكن تعويض هذا النقص بالتوسع الزراعي في كندا وسيبيريا مثلاً لكن تربة هذه المناطق ضعيفة ويلزمها الكثير حتى تصل إلى إنتاجية وجودة الأراضي الزراعية. الغابات على سبيل المثال مكيفة لتتواءم مع نطاق ضيق من درجات الحرارة والرطوبة والعلماء الذين يدرسون الغابات الصنوبرية بمنطقة الولايات المتحدة الواقعة في شمال غرب المحيط الهادي يشيرون إلى إمكانية حدوث نقص شديد في نطاق الأشجار وهي الداعمة الرئيسية لمنتجات الغابات الصناعية. فهذا النوع من الأشجار يتطلب كمية ضخمة من الرطوبة في التربة ومن الممكن أن تهبط هذه الرطوبة هبوطاً حاداً بالتدفئة المتوقعة. أجريت دراسات أخرى على تأثير درجة حرارة الأرض على غابات شرق الولايات المتحدة ومن المتوقع أن تصبح الأنواع المهمة مثل الزان و القيقب غير قادرة على التكاثري في غضون بضعة عقود وبعد بضعة عقود أخرى ستصبح الأشجار الضخمة مجهدة وضعيفة ومعرضة للمرض والحشرات وستأتي الحرائق في النهاية على الغابات الواهنة.

إذا لم تبذل جهود ضخمة لجلب أنواع من الأشجار تحت المدايرة ورعايتها فمن الممكن أن تصبح مناطق واسعة أراضي قاحلة مقفرة وما دام المناخ مستمر في التغير فإن الجهود البشرية التي تبذل لإحياء الغابات محكوم عليها بالفشل والإخفاق والنتيجة المتوقعة لنقصان المحاصيل الزراعية هي ارتفاع

أسعار الغذاء في مناطق تعتمد اعتماداً أساسياً على الزراعة وهذا سيهدد حياة الملايين وتؤكد دراسات بأنه حتى لو حدث توازن بين إنتاج الغذاء والطلب عليه فإنه قد يحدث مناخاً أكثر حرارة وجفاف يسبب استهلاك مخزون الحبوب بشكل غير متوازن .

الجفاف والتصحر :

ظاهرة أخرى أصبحت تهدد البشرية نتيجة للارتفاع المتوقع لدرجات الحرارة وهي الجفاف والتصحر التي كانت في الماضي تحدث في بعض الدول نتيجةً للتغيرات الطبيعية أما الآن فأصبحت المشكلة أكبر نتيجة تدخل عوامل أخرى فزيادة الحرارة تعمل على نقص رطوبة التربة بدرجة كبيرة مما سيؤدي إلى قحط شديد خاصة في الدول النامية ويطرب على ذلك تدني الناتج المحصولي هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فإن استخدام الأراضي الزراعية للرعي والقيام بقلع الأشجار سيؤدي ذلك إلى تعرية وتآكل التربة وزيادة التصحر الذي له أكبر الأثر في معاناة الكثير من الشعوب وخاصة في أفريقيا الذين يعانون من الجوع وسوء التغذية مما سيدفعهم إلى ترك أماكن عيشهم والانتقال إلى أماكن أخرى بحثاً عن الغذاء. ليس هناك إحصائيات دقيقة لهذه الأزمة ولكن هناك دراسات تشير إلى أن حوالي 150 مليون شخص يعانون من المجاعة و سوء التغذية وهناك 4 ملايين من اللاجئين والعائدين وعدد غير محدود من الأشخاص الذين تركوا أماكن عيشهم إلى أماكن أخرى. أفريقيا الوسطى أكثر دول العالم تأثراً بهذه الظاهرة وهذا ما أظهرته خرائط الطقس حيث ستزداد الحرارة والجفاف وبالتالي التصحر وخصوصاً في المناطق الشرقية منها.

التنوع الحيوي :

أحدثت التغيرات المناخية في الثلاثين سنة الماضية ضرراً شديداً بأحد أكثر الأنظمة البيولوجية حساسية خصوصاً السلاسل المرجانية والغابات الاستوائية هذه الأنظمة معروفة بامتلاكها أعلى مستويات تنوع حيوي مع وجود بعض الأنواع التي لم تكتشف بعد تواجه السلاسل الصخرية المرجانية مستقبلاً متقلباً جداً. إن التغير المناخي بالإضافة لتأثيرات سلبية من الجانب البشري ربما يؤثر عليها لتنتهي كأنظمة بيئية غير فعالة.

الكثير من البحيرات والأراضي الرطبة ستتأثر سلباً بالتغيرات المناخية وهذه المناطق المائية تعتبر مساكن مهمة للطيور المناخية المهاجرة والطيور المائية كما ستتأثر هذه الطيور لفقدانها أماكن التعشيش وأهم مصادر الغذاء وكذلك الأمر بالنسبة للأراضي العشبية والشجرية والسافانا وبالتالي فإن الطيور العشبية سوف لن تجد مكاناً لها وكنتيجه لذلك ربما تتناقص أعدادها.

الأمّن الغذائي:

هناك علاقة وطيدة بين تقلبات المناخ وتغيراته وبين الزراعة ، فالزراعة تتأثر وتساهم في زيادة تقلباته وتغيراته سواءً بصورة مباشرة أو غير مباشرة من خلال انبعاث غازات الاحتباس الحراري وانقطاع الدورات الطبيعية لكثير من العناصر والمياه بسبب تدهور الأراضي وقطع الأشجار وغير ذلك. نظراً لأن أنماط تقلبات المناخ تحدث تدريجياً فإن تغير المناخ يمكن أن يحدث دون أن يلحظه أحد فتقلب المناخ ليس مؤذياً بالضرورة في حد ذاته وإنما تنشأ المشكلة الأحداث العنيفة ومن الاضطراب الناجم عن صعوبة التنبؤ بالأحوال الجوية لأكثر من أسبوع وتأثير تقلب المناخ على جميع أشكال الإنتاج الزراعي معروفة جيداً ويمكن أن يعزى ما بين 10 % - 100 % من تفاوت الإنتاج في الأجل القصير إلى تقلبات الطقس أما الخسائر المرتبطة بالتقلبات الأساسية في المناخ فهي أكثر من تلك المرتبطة بالكوارث الهائلة المحلية المرتبطة بالطقس مثل الأعاصير والفيضانات أياً كانت التغيرات التي ستحدث فإنها ستستمر لعقود أو قرون حيث المناخ يتسم بقصور ذاتي واضح. إن التأثيرات المحتملة لتغير المناخ على الإنتاج الزراعي لن تعتمد على المناخ بحد ذاته فحسب وإنما ستعتمد على قدرة المحاصيل الزراعية على التكيف مع التغيرات المناخية والتغيرات الملموسة في التوزيع الجغرافي للأقاليم المناخية وما يرتبط بها من أنماط استخدام الأراضي قد تؤدي إلى تعديل التوازن الجغرافي للمحاصيل، بما في ذلك حدوث تأثير إيجابي صافي محتمل على الإنتاج في البلدان المتقدمة في المناطق المعتدلة وتأثير سلبي على البلدان النامية في المناطق المدارية .

ويمكن تلخيص التأثيرات المتوقعة نتيجة الاحتباس الحراري في النقاط التالية :

❖ **الصحة:** ارتفاع درجات الحرارة سيؤدي إلى انتشار العديد من الأمراض الاستوائية فمثلاً البعوضة الاستوائية التي تسبب مرض الملاري سيعانون منه سكان بعض مناطق الولايات المتحدة.

❖ **الزراعة:** سيكون لارتفاع درجات الحرارة آثاراً سلبية في بعض الأحيان أو إيجابية في أحيان أخرى

ففي المناطق الشمالية مثل فنلندا وكندا واليابان حيث تطول المواسم التي تمتاز بوفرة المحاصيل في الوقت الذي سيتناقص فيه إنتاج القمح في أمريكا إلى الثلث.

❖ **الغابات:** لن تسلم الغابات من الارتفاع المتوقع لدرجات الحرارة وفقط الأشجار ذات الأخشاب

الصلبة القوية هي التي قد تتمكن من البقاء هذا إلى جانب ما سيحدث من انتشار للأوبئة بزيادة الحشرات و الطفيليات التي ستجد من زيادة الحرارة بيئة مناسبة لها.

❖ **حياة البراري:** معظم الأنواع التي تنمو في البراري ستعرض للانقراض حيث ستعمل الحرارة على

تغير أسلوب نموها وأنماط حياتها وفيزيولوجيتها وبالتالي ستضعف أو قد تختفي تماماً.

❖ **المحيطات والبحار:** سيحدث تغير في أماكن تواجد الأسماك حيث ستتغير بيئتها فتلجأ إلى

أماكن أخرى وكما أن الحرارة سترفع منسوب مياه البحر وبالتالي ستصبح هناك مناطق معرضة للانقراض مثل بنغلادش المهددة بالغرق نتيجة لارتفاع منسوب البحر وستتأثر الشعب المرجانية.

الخاتمة :

تلعب الكثير من الأمور دوراً مهماً في اكتشاف الخلل الواقع في التوازن البيئي من تخريب المناطق الزراعية وقطع الأشجار واستبدالها بكتل إسمنتية في حين توجد مناطق شاسعة غير صالحة للزراعة يمكن استثمارها لإقامة المدن الصناعية والمنشآت التي تنفث سمومها وترفع معدلات التلوث وتخلق خللاً واضحاً في البيئة بشكل عام .

الاحتباس الحراري هو من أهم أولويات العالم حالياً وذلك لما يتنبأ به العلماء المؤيدين لوجوده من عواقب كارثية أهمها ارتفاع مستويات مياه البحار بفعل ذوبان جليد القطبين وغمر عدد كبير من مدن العالم الشاطئية وانقراض عدد كبير الأحياء البرية والبحرية والتطرف الكبير في المناخ بحيث يكون هناك زيادة في معدلات درجات حرارة الصيف وانخفاض في درجات الشتاء مما يؤدي إلى تساقط الثلوج على مناطق لم تصلها من قبل وكل هذه السيناريوهات الكارثية تدفع الهيئات العالمية للعمل بصرامة في تطبيق قوانين للحد من انبعاثات الكربون وغازات الدفيئة الأخرى.

انطلاقاً من ذلك تعتبر التوعية البيئية المقياس الحقيقي لتقدم الدول وحضارتها والعالم اليوم ليس بحاجة إلى التقدم العلمي والتقني فحسب وإنما هو بحاجة ماسة أيضاً إلى صحة ضمير ونبد الأنانية . تعتبر التربية البيئية عملية سهلة وهي طويلة ومستمرة تهدف لتطوير وجهات النظر والمواقف القيمة وجملة المعارف والكفاءات والقدرات والتوجهات السلوكية وجملة النتائج الصادرة عن عملية التطوير هذه من أجل حماية البيئة والحفاظ عليها.