



جامعة حلب
كلية الهندسة التقنية
تقانات الهندسة البيئية
مقرر: التلوث البيئي الحيوي
لطلاب السنة الخامسة

تلوث بيئي



سائلين المولى القدير والقديرا فورا

بكل معاني الشكر والعرفان ، نتوجه بها لكل من مد يد المساعدة لنا سواءً من قريب أم بعيد ووقف إلى جانبنا لإخراج هذا البحث على هذه الصورة، وإن كان لنا أن نخص أحداً بذلك، فلا يسعنا إلا أن نقدم خالص شكرنا وامتناننا للدكتور القدير الذي أشرف على هذا البحث ، مثنيين عليه تواضعه الكبير مع طلبته وأسلوبه المميز والمحِب في تعامله مع طلابه حيث كان بحق أخاً كبيراً ناصحاً ومرشداً لنا إلى الأفضل دائماً .
ولا ننسى تقديم خالص الشكر كذلك لكل من ألف بإسهاب حول موضوع حماية البيئة ، وذلك لارتباطه بمستقبل البشرية والإنسانية بأسرها .

وأخيراً فإن وفق هذا البحث وحوى في طياته على إيجابيات ونجاح يذكر (على الرغم من صغره) ، فهو منسوب لجميع من سعى وأعاننا لإخراجه على هذه الصورة، ولا نستثني منهم أحد، وما كان به شيء من السلبيات أو التقصير أو النقد فهو راجع للباحث وحده .

سائلين المولى القدير التوفيق لما فيه خيري الدنيا والآخرة .

الفهرس والمحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
1	إهداء
2	شكر وتقدير
3	الفهرس والمحتويات
4	الملخص Abstract
5	الفصل الأول: تغير مناخ الأرض عبر التاريخ
6	1.1. تغير المناخ في الماضي
6	1.2. تغير المناخ في العصر الحالي
9	1.3. تغير المناخ في المستقبل
10	الفصل الثاني: الإحتباس الحراري: مصدره - أسبابه
10	2.1. مفهوم الإحتباس الحراري والغازات الدفيئة
10	2.2. غاز ثاني أكسيد الكربون CO ₂
12	2.3. غاز الميثان CH ₄
13	2.4. أكسيد النيتروز N ₂ O
14	2.5. غازات التسخين ذات المستوى العالي GWP
15	2.6. دور الغازات الدفيئة في الإحتباس الحراري
16	الفصل الثالث: آثار ونتائج الإحتباس الحراري
16	3.1. النتائج والآثار على البيئة الطبيعية والنظم الحيوية الأيكولوجية
16	3.1.1. درجات الحرارة
17	3.1.2. الهطولات المطرية
18	3.1.3. الاضطرابات الجوية والكوارث الطبيعية
19	3.1.4. البيئة الحيوية والتنوع البيولوجي
25	3.2. النتائج والآثار على اقتصاديات الدول ومعيشة السكان
27	3.3. المناطق الأكثر تضرراً بالإحتباس الحراري (رأي شخصي)
28	الفصل الرابع: سبل الحد والتخفيف والتحديات التي تواجه ذلك
31	الخلاصة (رأي شخصي)

الملخص: Abstract

- يشمل البحث المقدم أربع فصول بحيث تغطي كافة الجوانب المتعلقة بتغير المناخ العالمي وما بات يُعرف بالاحتباس الحراري لاسيما تأثير هذه الظاهرة المستقبلية على التنوع الحيوي في البيئة الطبيعية :
- ◀ ففي الفصل الأول نسرّد التغيرات المناخية التي حصلت للأرض في العصور المختلفة بدءاً من العصور الجليدية وحتى العصر الحالي موضحين الأسباب الطبيعية لهذه التغيرات وعارضين في نفس الوقت وجهات نظر العلماء المختلفة في إعتبار التغيرات المناخية ناتجة عن أسباب طبيعة فقط ، أو عن أسباب بشرية محضة ، أو لكلا السببين . وسندعم ما ذهبنا إليه بالأمثلة الواقعية في مختلف مناطق العالم للتغيرات المناخية التي طرأت على الأرض لا سيما خلال القرن العشرين الماضي والتي أصابت الغلاف الجوي والتنوع الحيوي في الصميم .
- ◀ ونوضح في الفصل الثاني مفهوم الاحتباس الحراري وسنبين بأسلوب سلس وبسيط أهم الغازات المسببة لهذه الظاهرة ودورها الكبير في رفع درجة حرارة الأرض ، آخذين بعين الاعتبار حاجة القارئ لمعرفة مصادر هذه الغازات التي تنتوع بين طبيعية وصناعية .
- ◀ أما في الفصل الثالث فسنركز على الآثار والنتائج المدمرة للاحتباس الحراري خلال السنوات المئة القادمة في مختلف الميادين ، ونظراً لتعقيد وتداخل الأضرار فيما بينها فقد لجأنا إلى تقسيم هذه التأثيرات إلى عدة أبواب بغرض تقديم المعلومة بأبسط شكل ممكن للقارئ . فقسّمنا هذه الأضرار إلى قسمين : الأول يتضمن الأضرار على البيئة الطبيعية والنظم الحيوية والأيكولوجية ، بما فيها درجات الحرارة والهطولات المطرية والظواهر الجوية المتطرفة وتهديد التنوع الحيوي . والثاني يعرض الآثار على اقتصاديات الدول ومعيشة السكان . وفي نهاية هذا الفصل تبادلنا الآراء وخلصنا إلى تحديد المناطق الأكثر تضرراً بالتغير المناخي وهو رأي شخصي شاركنا في صياغته نحن الثلاثة .
- ◀ وفي الفصل الرابع عرضنا سبل الحد والتخفيف من آثار الاحتباس الحراري والتحديات التي تواجه ذلك ، وقد حاولنا تبسيط المعلومات في هذا الفصل قدر المستطاع ، وذلك نظراً لأن المرجع الذي استقينا منه المعلومات (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) هو مرجع تقني بامتياز ، يعرض المعلومات من وجهة نظر تقنية صرفة مطعمة بنكهة البروتوكولات السياسية . ونأمل أن نكون وفّقنا في ذلك .
- ◀ وفي نهاية المطاف ومما سبق ذكره في الفصل الرابع قدمنا خلاصة من ثلاث نقاط بيّنا فيها أهمية التكيف والتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة وفوائد هذا التخفيف والسياسات الحكومية الأفضل لتحقيقه .

الفصل الأول: تغير مناخ الأرض عبر التاريخ :

تتحكم في المناخ عمليات ودورات جيولوجية كيميائية ناشئة عن التفاعل بين المكونات البيئية المعنية في الوقت الذي تتأثر فيه بالنشاط البشري. ويبين المخطط المرفق جانباً (الشكل 1) بعض هذه القضايا. وللتبسيط، تمثل الأسهم المفردة

ذات الطرفين بين القضايا بعض الروابط المعنية.

فعلى سبيل المثال، تتسم العمليات البيولوجية

والايكولوجية بأهمية كبيرة في تعديل مناخ الأرض

على النطاقين الإقليمي

والعالمي عن طريق التحكم

في مقادير بخار الماء

وغيره من غازات الدفيئة

التي تدخل في الهواء أو

التي تستند من الغلاف

الجوي. وتؤثر التغيرات

في المناخ على حدود

وتركيب وأداء النظم

الايكولوجية، مثل الغابات،

الشكل (1) الروابط بين تغير المناخ والقضايا البيئية الأخرى



الشكل (1) : الروابط بين تغير المناخ والقضايا البيئية الأخرى

وتؤثر التغيرات في هيكل وأداء الغابات على النظام المناخي للأرض من خلال التغيرات في الدورات البيولوجية الكيميائية، ولاسيما دورات الكربون والنيتروجين والماء. وهناك روابط أخرى، مثل الصلة بين جودة الهواء و الحراجة، بطريق مباشر أو من خلال الهطول الحمضي، وهي لا تظهر في الشكل لأغراض التبسيط.

لقد ارتفعت درجة حرارة الأرض بشكل ملحوظ خلال القرن الماضي ، لكن لماذا ؟ وكيف ؟

العلماء ليسوا متأكدين بالضبط أو ليسوا مقتنعين بأن الأرض يمكن أن تصبح أدفأ لوحدها ، لذا فالعديد من علماء المناخ البارزين في العالم يعتقدون بأن النشاطات البشرية هي التي تساعد على جعل الأرض أدفأ .

إذاً فقد تغير المناخ عدة مرات خلال تاريخ هذا الكوكب بتتابع الأزمنة عبر التاريخ ، من الناحية التاريخية عوامل طبيعية مثل الانفجارات البركانية ، التغيرات في مدار الأرض ، وكمية الطاقة المنبعثة من الشمس ، كلها أثرت على مناخ الأرض .

لكن ومنذ القرن الثامن عشر غيرت النشاطات البشرية المرتبطة بالثورة الصناعية من تركيب الجو والغلاف الجوي بشكل كبير .

سنركز في بحثنا هذا على التغيرات المناخية المرصودة خلال السنوات الماضية بدءاً من العصور الجليدية القديمة ومروراً بالعصور الوسطى والتركيز الأكبر سيكون على السنوات الأخيرة الماضية ، موضحين بالتحليل أسباب هذه التغيرات ، وآثارها المدمرة على البيئة الحيوية ، ثم نشرح ما هي الإجراءات الواجب إتباعها للتخفيف من هذه الظاهرة الخطيرة والتي تهدد العالم بأسره .

1-1- تغير المناخ في الماضي:

لقد تغير مناخ الأرض عبر التاريخ من الفترات الجليدية أو ما يعرف بالعصور الجليدية حيث **غطى** الثلج أجزاء لا بأس بها من الأرض إلى الفترات ما بين العصور الجليدية حيث **تراجع** الثلج إلى الأقطاب أو ذاب كلياً .
العلماء قادرون على تخيل صورة المناخ قبل ملايين السنين وذلك من خلال تحليل عدد من الأدلة التي تعبر عن المناخ مثل : دراسة **الفقاعات** الموجودة داخل كتل الثلج - دراسة **حلقات** جذوع الأشجار - **أطوال** الكتل الجليدية - **بقايا** غبار الطلع - تحليل **رواسب** المحيطات - بالإضافة إلى دراسة **التغيرات** في مدار الأرض حول الشمس .

أسباب تغير المناخ عبر التاريخ :

- (1) **التغيرات في مدار الأرض :** أو ما يعرف بتأثير **اللامركزية** ، بالإضافة إلى ميل محور الأرض وتقدمه (وهو ما ينتج عنه حدوث الاعتدالين في كل سنة قبل الأوان) .
- (2) **التغيرات في كثافة أشعة الشمس :** التغيرات الحاصلة **ضمن** أو **داخل** الشمس يمكن أن تؤثر على كثافة أشعة الشمس التي تصل سطح الأرض .
- (3) **الانفجارات البركانية :** البراكين يمكن أن تؤثر على المناخ أيضاً لأنها يمكن أن **تطلق** الدخان وغاز CO₂ إلى الجو .

- تميل الأدخنة والغازات البركانية إلى **حجب** أشعة الشمس وتساهم في **تبريد** المحيط القريب من البركان . فالأدخنة لا تنتج تغيرات بعيدة المدى لأنها تتبدد في الجو بعد فترة ليست بطويلة من الزمن . (طبقاً للمسح الجيولوجي الأمريكي USGS فإن انفجار بركان تامبورا في أندونيسيا عام 1815 قد **خفض** درجة الحرارة بمقدار 5 فهرنهايت ، وهناك روايات تاريخية في نيو إنجلاند تصف السنة 1815 بأنها **سنة بدون صيف** .
- تطلق البراكين غاز CO₂ وهو غاز دفين له تأثير **رافع** لدرجة الحرارة .

1-2- تغير المناخ في العصر الحالي:

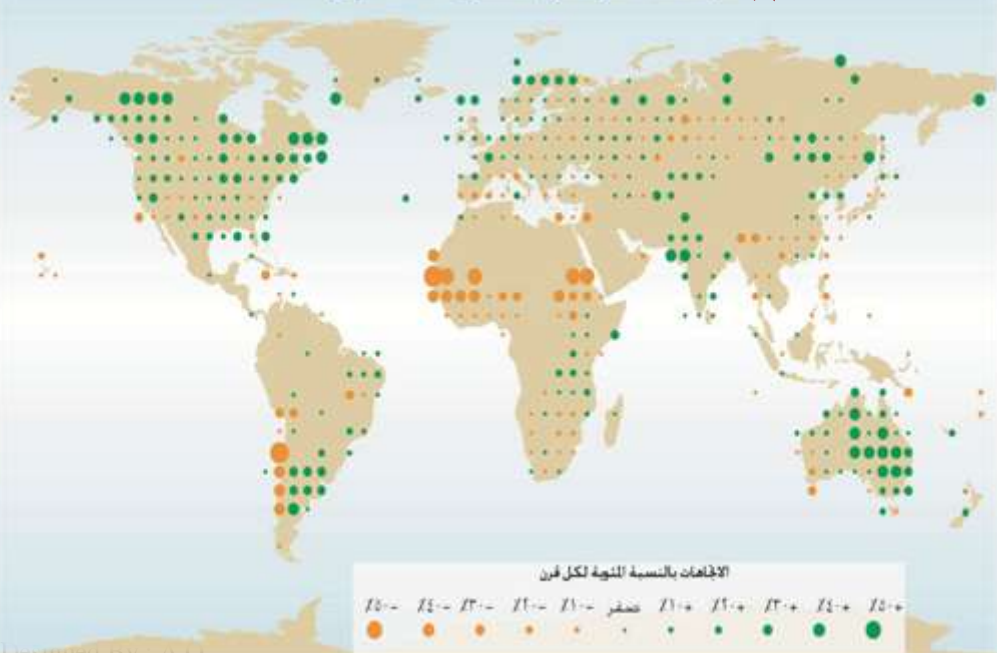
- منذ الثورة الصناعية عام 1750 أضافت **النشاطات البشرية** كميات كبيرة من الغازات الدفيئة وطرحتها في الجو ، فاحتراق كميات كبيرة ومنتزعة من **الوقود** المستخرج قد أدى إلى إطلاق الغازات التي **تمتص** الحرارة وترفع من حرارة سطح الأرض تعرف **بالغازات الدفيئة** ، هذا بالإضافة إلى الغازات الدفيئة والأدخنة التي تطلقها البراكين كما ذكرنا سابقاً والتي تغير من تركيب الجو .
- إن التغيرات في تركيب الجو قد أثرت على **درجة الحرارة** ، **الهطولات المطرية** و**العواصف** ، **ومستوى سطح البحر** .
وسنوضح في الجدول التالي أبرز التغيرات المناخية المرصودة في العالم خلال السنوات القليلة الماضية .

الجدول (1) : التغيرات التي رصدت خلال القرن العشرين في كل من : الغلاف الجوي والمناخ ، والنظام الحيوي الفيزيائي

التغيرات المرصودة	المؤشر
مؤشرات التراكيز	
تراوحت بين 280 جزءا في المليون للأعوام من 1000 إلى 1750 و 368 جزءا في المليون في عام 2000 بزيادة $31 \pm 4\%$.	تراكيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي
700 جزء في البليون للفترة من 1000 إلى 1750 و 1750 جزءا في البليون في عام 2000 بزيادة $151 \pm 25\%$.	تراكيز الميثان في الغلاف الجوي
270 جزءا في البليون للفترة 1000-1750 و 316 جزءا في البليون في عام 2000 بزيادة $17 \pm 5\%$	تراكيز أكسيد النيتروز في الغلاف الجوي
تزايدت بنسبة $35 \pm 15\%$ من 1750 إلى 2000، وهي تتفاوت حسب الأقاليم .	تراكيز أوزون التروبوسفير
تناقصت من 1970 إلى 2000، وهي تتفاوت بتفاوت الارتفاع وخطوط العرض .	تراكيز أوزون الستراتوسفير
تزايدت عالميا خلال الخمسين عاما الماضية .	تراكيز المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية و المركبات الكربونية الفلورية المشبعة و سادس فلوريد الكبريت
مؤشرات الطقس	
تزايد بمقدار 0.6 ± 0.2 درجة مئوية خلال القرن العشرين. وتعرضت اليابسة لاحترار أشد من المحيطات.	المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية
تزايدت خلال القرن العشرين أكثر من أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية، وكان عقد التسعينات أشد العقود احتراراً في الألفية .	درجة الحرارة السطحية في نصف الكرة الأرضية الشمالي
تناقصت من عام 1950 إلى عام 2000 فوق اليابسة: تزايدت درجة الحرارة الدنيا أثناء الليل بمعدل يزيد ضعفين عن معدل درجة الحرارة القصوى أثناء النهار .	نطاق درجات الحرارة السطحية اليومية
تزايدت .	الأيام الحارة/مؤشر الحرارة
تناقصت في معظم مناطق اليابسة خلال القرن العشرين.	أيام البرد/الصقيع
تزايد بنسبة تتراوح بين 5 و 10 % خلال القرن العشرين في نصف الكرة الشمالي بالرغم من تناقصه في بعض المناطق (مثل شمال وغرب إفريقيا وأجزاء من البحر المتوسط) .	هطول المطر القاري
تزايدت في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا الشمالية .	ظواهر الهطول الغزير
تزايد الجفاف في فصل الصيف وما يصاحبه من ظهور حالات الجفاف في بضعة مناطق . وفي بعض المناطق، مثل أجزاء من آسيا وإفريقيا، رصدت زيادة في تواتر وشدة حالات الجفاف في العقود الأخيرة.	تواتر وشدة الجفاف
المؤشرات الأحيائية والفيزيائية	
تزايد بمعدل سنوي تراوح بين 1 و 2 مم خلال القرن العشرين.	المتوسط العالمي لمنسوب سطح البحر
تناقص بنحو أسبوعين خلال القرن العشرين في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الشمالي .	أمد الغطاء الجليدي في الأنهار والبحيرات

تتناقص عمقه بنسبة 40% خلال العقود الأخيرة في أواخر فصل الصيف وحتى مطلع الخريف وتتناقص من حيث الحجم بنسبة تراوحت بين 10 و 15% منذ الخمسينات في الربيع والصيف .	حجم وعمق الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية
تراجعت على نطاق واسع أثناء القرن العشرين .	المناطق المثلجة غير القطبية
تناقصت مساحته بنحو 10% منذ إتاحة الرصد العالمي عن طريق السواتل في الستينات .	الغطاء الثلجي
تعرضت للذوبان والاحترار والتدهور في أجزاء من المناطق القطبية وشبه القطبية والجبلية .	التربة الصقيعية
تزايد تواترها واستمرارها وشدتها خلال العشرين إلى الثلاثين عاما الماضية مقارنة بالسنوات المائة السابقة .	ظواهر النينو
ازداد طولا بنحو يوم إلى أربعة أيام لكل عقد خلال الأربعين عاما الماضية في نصف الكرة الشمالي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا .	موسم النمو
تزرحت في اتجاه القطبين والى الاتجاه العمودي الأعلى في النباتات والحشرات والطيور والأسماك .	النطاقات النباتية والحيوانية
الإزهار المبكر في النباتات، ووصول الطيور مبكرا والتواريخ المبكرة لموسم التكاثر والظهور المبكر للحشرات في نصف الكرة الشمالي .	التكاثر والإزهار والهجرة
تزايد تواتره، ولاسيما أثناء ظواهر النينو.	تبييض الشعاب المرجانية
المؤشرات الاقتصادية	
ارتفاع حجم الخسائر العالمية المعدلة على أساس التضخم خلال الأربعين عاما الماضية . يرتبط جزء من الاتجاه المساعد المرصود بالعوامل الاجتماعية-الاقتصادية ويرتبط جزء آخر بالعوامل المناخية .	الخسائر الاقتصادية المرتبطة بالطقس
هذا الجدول يقدم أمثلة للتغيرات المرصودة الرئيسية وليس قائمة شاملة. وهو يشمل كلا من التغيرات التي تعزى إلى تغير المناخ بفعل الإنسان وتلك التغيرات التي قد تنشأ عن الاختلافات الطبيعية أو تغير المناخ البشري المنشأ.	

الشكل (2) اتجاهات التهطل السنوية: 1900 إلى 2000



والشكل الجانبي يوضح تزايد الهطول في المتوسط خلال القرن العشرين في القارات الواقعة خارج المنطقة المدارية ولكنه تناقص في المناطق الصحراوية في أفريقيا وأمريكا الجنوبية . وبينما يظهر السجل حدوث زيادة كلية تتفق مع تزايد الارتفاع

في درجات الحرارة وتزايد رطوبة الغلاف الجوي، تتفاوت اتجاهات الهطول تفاوتاً كبيراً من منطقة إلى أخرى ولا تتاح إلا خلال القرن العشرين بالنسبة لبعض المناطق القارية . وخلال تلك المدة، حدثت اتجاهات طويلة الأجل صغيرة نسبياً في مناطق الجفاف التي تعاني من الجفاف الشديد أو الرطوبة الشديدة، ولكن تخضع هذه التغيرات في كثير من المناطق لتقلبية المناخ.

وهناك تأثيرات مناخية مرصودة على الصحة . ومن المعروف أن كثيراً من الأمراض المعدية التي تنقلها الكائنات الناقلة للأمراض والمنقولة عن طريق الغذاء والماء حساسة للتغيرات في الظروف المناخية. وتوضح التجربة الواسعة أن أي زيادة في الفيضانات ستزيد من خطر الغرق والإصابة بالإسهال وأمراض الجهاز التنفسي والأمراض الناجمة عن تلوث المياه والجوع وسوء التغذية في البلدان النامية. وتفتقر موجات الحرارة في أوروبا وأمريكا الشمالية بالزيادة الكبيرة في الوفيات في المناطق الحضرية، ولكن درجة الحرارة الأدفأ في فصل الشتاء تسفر أيضاً عن تناقص الوفيات أثناء الشتاء. وفي بعض الحالات، ترتبط التأثيرات على الصحة ارتباطاً واضحاً بالتغيرات التي طرأت مؤخراً على المناخ، مثلما هو الحال في السويد حيث تزايد ظهور حالات الإصابة بمرض التهاب السحائي المنقول بالقراد بعد فصول الشتاء الأكثر اعتدالاً وانتقل المرض شمالاً عقب زيادة تواتر فصول الشتاء الأكثر اعتدالاً خلال السنوات من 1980 إلى 1994.

1-3- تغير المناخ في المستقبل:

- ❖ يتوقع الكثير من العلماء حدوث تغير في المناخ الحالي خلال العقود القليلة القادمة ، يتمثل في ارتفاع درجة الحرارة على سطح الكرة الأرضية ، هذا التغير لن يحدث بسبب الظروف البيئية الطبيعية فقط ، ولكن بسبب النشاطات البشرية المتعددة وتدخل الإنسان في تغيير طبيعة النظم البيئية من خلال تلويث الغلاف الجوي وإزالة الغابات وقطع الأشجار التي تقوم بتخليص الهواء من غاز ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التركيب الضوئي .
- ❖ هذا ومن المقدر حدوث زيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون والمتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية ومستوى سطح البحر خلال القرن الحادي والعشرين. وتشير التقديرات إلى حدوث زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية تتراوح بين 1.4 و 5.8 درجة مئوية خلال الفترة من 1990 إلى 2100 . ويزيد ذلك بنحو ضعفين إلى عشرة أضعاف عن القيمة المركزية للإحترار المرصود خلال القرن العشرين. ومن المرجح جداً أن يكون المعدل المقدر للإحترار غير مسبوق خلال العشرة آلاف عام الماضية على الأقل، وذلك استناداً إلى بيانات المناخ القديمة .
- ❖ كما وتشير التقديرات إلى أن المتوسط السنوي العالمي للتهطل سيزداد خلال القرن الحادي والعشرين. ومن المقدر أيضاً حدوث زيادة في المتوسط العالمي لبخار الماء والتبخير. ومن المقدر حدوث ارتفاع في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بمقدار يتراوح بين 0.09 و 0.88 متراً بين الأعوام 1990 و 2100 .

سنستفيض بالكلام عن التغيرات المتوقعة في كافة مناحي الحياة الطبيعية والبيولوجية وتأثيراتها على كل من صحة الإنسان و التنوع البيولوجي والإنتاجية في النظم الأيكولوجية والزراعة والمصادر المائية والجزر الصغيرة والسواحل المنخفضة وغيرها بالتفصيل والتحليل في الفصل الثالث الذي سيركز بالذات على تداعيات "الإحترار العالمي" وتأثيره المستقبلي على كل من البيئة الطبيعية والبيئة الحيوية

الفصل الثاني: الإحتباس الحراري - مصدره - أسبابه:

كما ذكرنا فهناك أسباب عديدة لتغير المناخ منها ما هو طبيعي ومنها جراء النشاطات البشرية والثورة الصناعية . سنركز الآن على الدور المهم الذي تلعبه الغازات الدفيئة في رفع درجة حرارة الأرض (الإحتباس الحراري) وتغيير بنية الغلاف الجوي وأثر ذلك طبعاً على مناخ كوكبنا . مدعمين هذا البحث بالدراسات والإحصاءات والتغيرات التي جرت خلال السنوات الماضية .

2-1 - مفهوم الإحتباس الحراري والغازات الدفيئة:

الإحتباس الحراري هو ظاهرة إرتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة و إليها. و عادة ما يطلق هذا الإسم على ظاهرة إرتفاع درجات حرارة الأرض في معدلها. و عن مسببات هذه الظاهرة على المستوى الأرضي أي عن سبب ظاهرة إرتفاع حرارة كوكب الأرض ينقسم العلماء إلى من يقول أن هذه الظاهرة ظاهرة **طبيعية** و أن مناخ الأرض يشهد طبيعياً فترات ساخنة و فترات باردة مستشهدين بذلك عن طريق فترة جليدية أو باردة نوعاً ما بين القرن 17 و 18 في أوروبا. هذا التفسير يريح كثير من الشركات الملوثة مما يجعلها دائماً ترجع إلى مثل هذه الأعمال العلمية لتتهرب من مسؤوليتها أو من ذنبها في إرتفاع درجات الحرارة حيث أن أغلبية كبرى من العلماء و التي قد لا تنفي أن الظاهرة طبيعية أصلاً متفقة على أن إصدارات **الغازات الملوثة** كالأزوت و ثاني أكسيد الكربون **يقويان** هذه الظاهرة في حين يرجع بعض العلماء ظاهرة الإحتباس الحراري إلى **التلوث وحده** فقط حيث يقولون بأن هذه الظاهرة شبيهة إلى حد بعيد بالدينيئات الزجاجية و أن هذه الغازات و التلوث يمنعان أو يقويان مفعول التدفئة لأشعة الشمس. ففي الدفيئة الزجاجية تدخل أشعة الشمس حاملة حرارتها إلى داخل الدفيئة، ومن ثم لا تتسرب الحرارة خارجاً بنفس المعدل، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة داخل الدفيئة. كذلك تتسبب الغازات الضارة التي تنبعث من أمدخنة المصانع ومحطات تكرير البترول و من عوادم السيارات (مثلاً) في نفس الظاهرة ، مسببة ارتفاع درجة حرارة الأرض وهذه الغازات هي التي تعرف؟ " الغازات الدفيئة " . ولعل أهم الغازات الدفيئة نذكر :

- (1) ثاني أكسيد الكربون (CO_2) .
- (2) الميثان (CH_4) .
- (3) أكسيد النيتروز (N_2O) .
- (4) غازات التسخين ذات المستوى العالي High Global Warming Potential Gases (GWP) .

2-2 - غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 :

ثاني أكسيد الكربون غاز **خامل** عديم اللون والرائحة ، يطلق في الجو بعدد من الطرق ، فهو يطلق **طبيعياً** عبر " دورة الكربون " ، ومن خلال **النشاطات البشرية** مثل إحتراق الوقود المستخرج .
❖ تظهر المصادر الطبيعية؟ CO_2 خلال **دورة الكربون** حيث بلايين الأطنان من CO_2 الجوي يُزال من الجو من قبل المحيطات و عبر نمو النباتات ، ثم يعاد إطلاقه ثانية إلى الجو عبر العمليات الطبيعية والتي تتضمن :
(1) تنفس الأحياء الهوائية .

(2) عمليات التحلل الهوائي للنفايات العضوية .

(3) حرق المواد العضوية والوقود بكافة أنواعه .

ويحدث التوازن عندما تكون كمية CO₂ المنبعثة والمزالة **ثابتة** تقريباً (حالة التوازن الطبيعي) .

إن أهم العمليات الطبيعية الأساسية التي تصدر CO₂ إلى الجو هي :

➤ **تنفس النباتات :** والتي **تحول** فيها النباتات الأكسجين والغذاء إلى CO₂ + طاقة .

➤ **التبادل بين الجو والمحيطات :** حيث **تمتص** المحيطات ؟ CO₂ و**تحرره** عند سطح البحر .

➤ **الإنفجارات البركانية :** التي **تصدر** الكربون من أعماق الصخور في قشرة الأرض (هذا المصدر **صغير** جداً) .

❖ منذ **الثورة الصناعية** عام 1700 م زادت **النشاطات البشرية** ؟ إحتراق النفط والفحم والغاز وإزالة الأشجار ،

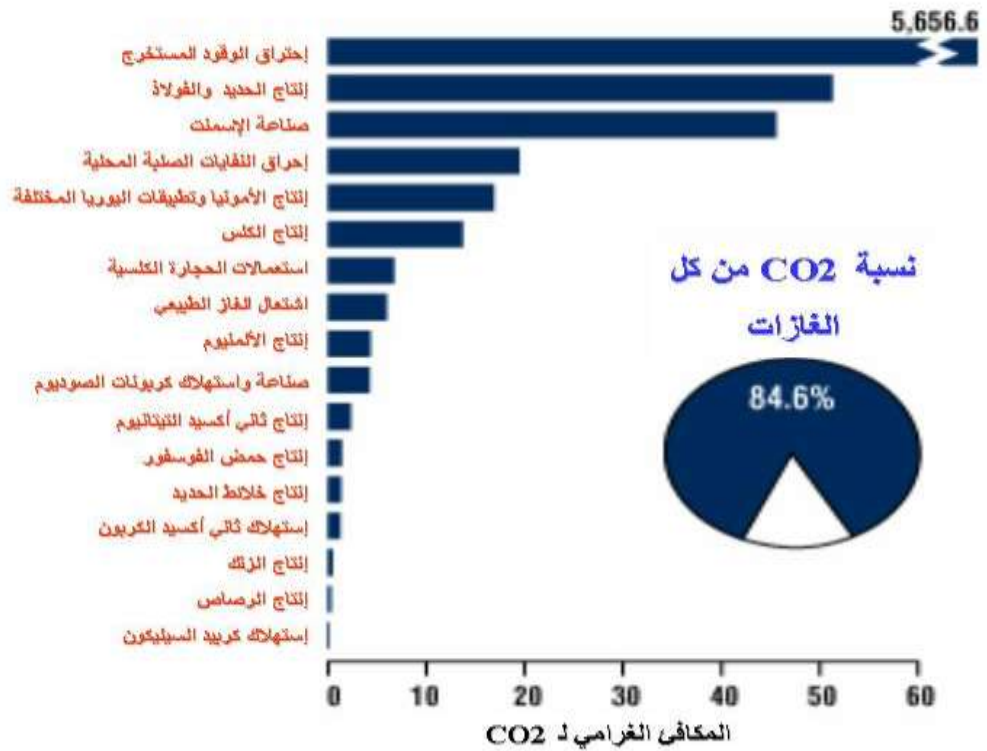
من تركيز CO₂ في الجو ، والنسبة العظمى من هذه الزيادة سببتها **الدول الصناعية** ، وما زالت هذه الدول هي

المساهمة **الكبرى** في زيادة تركيز CO₂ ، ففي عام 2005 م مثلاً زادت تراكيز ؟ CO₂ بمقدار 35% عن تلك

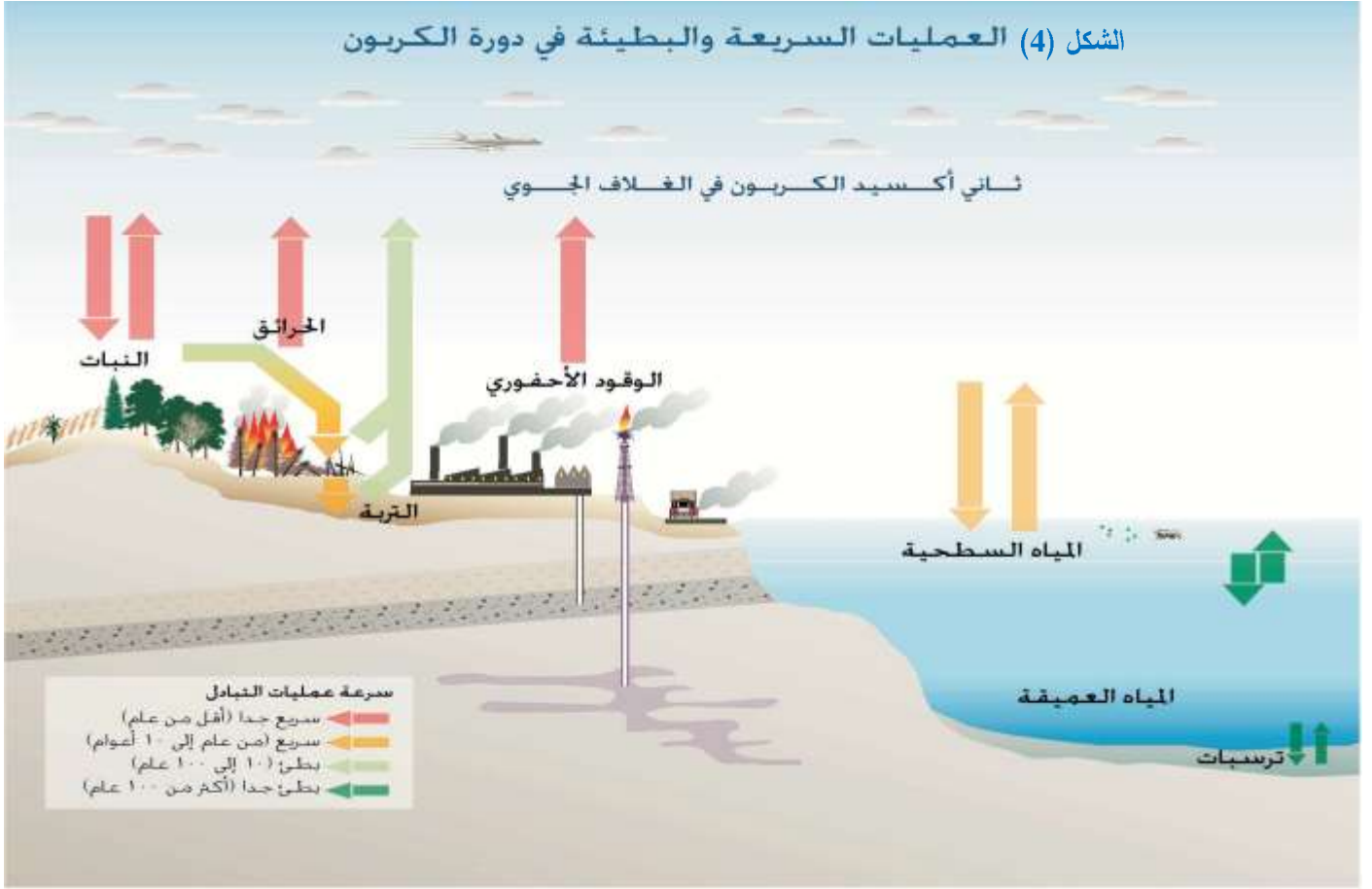
التي كانت قبل الثورة الصناعية .

و بالنسبة لمصادر ؟ CO₂ المرتبطة بالنشاطات البشرية فيوضحها الشكل (3) .

الشكل (3) مصادر CO₂ الناتجة عن النشاطات البشرية لعام 2004



الشكل (4) العمليات السريعة والبطيئة في دورة الكربون



2-3 - غاز الميثان NH_4 :

يعتبر الميثان من مركبات " الفحوم الهيدروجينية " ويطلق في الجو من مجموعة من كلا المصادر الطبيعية و المصادر المرتبطة بالنشاطات البشرية .

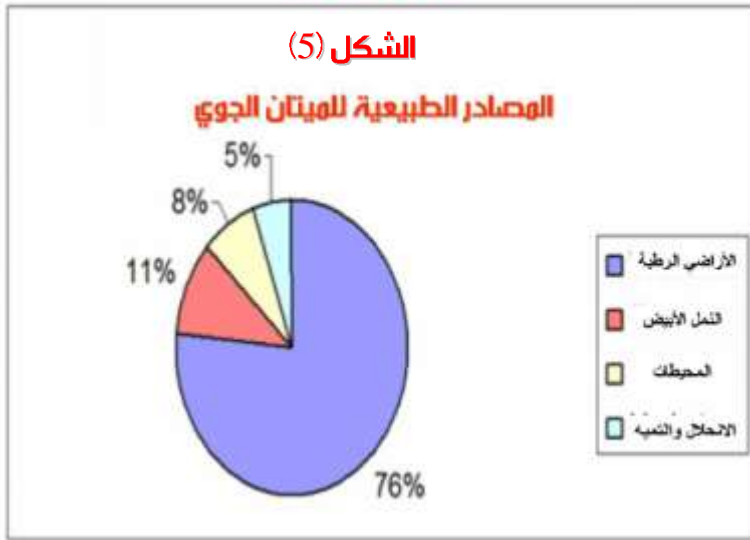
❖ أبرز المصادر المرتبطة بالنشاطات البشرية تتضمن كلاً من :

- (1) نواتج إحتراق الوقود المستخرج .
- (2) روث الحيوانات .
- (3) زراعة الأرز .
- (4) إحتراق الكتل العضوية .
- (5) تصريف النفايات .

هذه النشاطات تحمل كميات هامة من الميثان إلى الجو.

❖ أبرز المصادر الطبيعية للميثان تتضمن :

- (1) الأراضي الرطبة .
- (2) إحلل الغازات .
- (3) التفسخ البيولوجي للكتل العضوية .
- (4) طبقات التربة الصلبة .
- (5) النمل الأبيض .



(6) المحيطات .

(7) ومصادر عديدة أخرى كالحرارة الهائلة التي تحصل أحياناً .

مع العلم بأن إنبعاثات الميثان من المصادر الطبيعية يتبع بشكل كبير **للمتغيرات البيئية** كتغيرات درجة الحرارة وهطول الأمطار .

❖ إن مستويات إنبعاثات غاز الميثان **تتفاوت** من دولة أو من منطقة إلى أخرى تابعة لعدة عوامل أهمها :

(1) المناخ .

(2) مواصفات الإنتاج الصناعي والزراعي .

(3) أنواع الطاقة الموجودة وطرق استعمالها .

(4) آلية وكيفية تصريف النفايات .

على سبيل المثال : درجة الحرارة والرطوبة ذات تأثير هام على عمليات الهضم اللا هوائي والتي تعتبر واحدة من العمليات البيولوجية الرئيسية التي تتسبب في إطلاق غاز الميثان .

كذلك فإن تطبيق **تقنيات** الاستفادة من الميثان من المصادر المختلفة مثل : مواقع دفن النفايات ومناجم الفحم وأنظمة معالجة الأسمدة ، كلها تؤثر على **مستويات** إنبعاثات هذا الغاز من تلك المصادر .

2-4- أكسيد النتروز N_2O :

ينتج أكسيد النتروز بكميات المصادر الطبيعية والمتعلقة بالنشاطات البشرية .

❖ المصادر الأساسية المتعلقة بالنشاطات البشرية تضم :

(1) إدارة التربة الزراعية .

(2) إدارة الأسمدة الحيوانية .

(3) معالجة مياه الصرف .

(4) الاحتراق الثابت والمتنقل للوقود الأحفوري .

(5) إنتاج الحموض الدسمة .

(6) إنتاج الحموض الأزوتية .

❖ ينتج أكسيد النتروز طبيعياً من مصادر **بيولوجية** حيوية متنوعة في التربة والماء ، خصوصاً **نشاط** الأحياء الدقيقة في الغابات الاستوائية **الرطبة** . فالانبعاثات الطبيعية؟ N_2O قبل كل شيء تنتج من خلال **الهدم** البكتيري للنتروجين في التربة والمحيطات .

عالمياً : التربة الاستوائية (على الأخص تربة الغابات الاستوائية الرطبة ومناطق السافانا) تنتج 6.3 تيرا غرام من N_2O سنوياً . وتطرح المحيطات ما يعادل 4.7 تيرا غرام من N_2O سنوياً إلى الجو أيضاً . هذين المصدرين يساهمان بأكثر من 70 % من المصادر الطبيعية؟ N_2O . بينما تطلق العمليات **الميكروبية** المشابهة في تربة المناطق **المعتدلة** كميات أقل من N_2O .

في بعض مناطق المحيطات ، مساحات كبيرة من المياه السطحية يمكن أن تصبح **خالية** من الأكسجين سامحةً بذلك لحدوث عمليات **نزع** النتروجين من الماء . إن كميات **كبيرة** من أكسيد النتروز المحيطي يمكن أن ترتفع إلى الجو من خلال عملية نزع النتروجين الموجود في **الرواسب البحرية** ، خصوصاً في المناطق **الغنية** بالمواد المغذية .

❖ إن مستويات إنبعاثات أكسيد النتروز من أي مصدر كان **تتباين** من دولة أو من منطقة إلى أخرى ، وذلك تبعاً لعوامل عدة مثل :

(1) خصائص وميزات الانتاج الزراعي والصناعي .

(2) تقنيات الاحتراق .

(3) عمليات إدارة النفايات .

(4) المناخ .

على سبيل المثال : الاستخدام الكبير **للأسمدة** النتروجينية في إنتاج المحاصيل الزراعية يُنتج وبشكل ملحوظ انبعاثات N_2O **كبيرة** من التربة الزراعية ، أكثر من الناتج من التربة الحاوية على تركيز **أقل** من هذه الأسمدة . كذلك فإن وجود أو غياب **أجهزة التحكم** على مصادر الاحتراق مثل أدوات **التحويل** المساعدة على السيارات يمكن أن يؤثر بشكل ملحوظ على مستوى انبعاثات N_2O من تلك الأنواع من المصادر .

❖ من المهم في دراسات انبعاثات N_2O أن نأخذ بعين الاعتبار التفاعلات المختلفة الحاصلة بين **العمليات الطبيعية** و**التأثيرات البشرية** في **دورة** النتروجين . إذ أن التأثيرات البشرية يمكن أن **تعزز** بشكل ملحوظ العمليات الطبيعية التي تؤدي إلى تشكيل N_2O .

على سبيل المثال : تحميل النتروجين المغذي في الأجسام المائية ناتج عن **التسميد** وجريانه إلى الجداول والينابيع ، هذا التحميل يمكن أن **يُعزز** من انبعاثات N_2O من تلك المصادر . كذلك فإن انبعاثات **الأمونيا** المرتبطة بالنشاطات البشرية تسبب أيضاً انبعاثات N_2O في الجو عبر أكسدة الأمونيا .

2-5- غازات التسخين ذات المسئوى العالي :

High Global Warming Potential Gases (GWP).

❖ تطلق غازات التسخين العالية من عمليات صناعية متنوعة والتي تتضمن :

(1) إنتاج الألمنيوم .

(2) صناعة الزجاج المعدني .

(3) نقل الطاقة الكهربائية .

(4) إنتاج ومعالجة المغنزيوم .

(5) بالإضافة إلى إنتاج غازات الكلورو فلورو كربون المهدرجة HCFC-22 .

❖ إن أغلب مركبات كلورو فلورو كربون تكون على شكل **غازات** في درجة الحرارة **العادية** ، وتسيل بسهولة

تحت الضغط ، لذلك فهي تستخدم بكثرة في أجهزة التبريد وفي عبوات الأيروسول المنتشرة الاستخدام .

❖ تتميز مركبات كلورو فلورو كربون بتركيبها **الثابت** تقريباً ومعدل عمرها الذي يُقدر **بعشرات** السنوات . إن

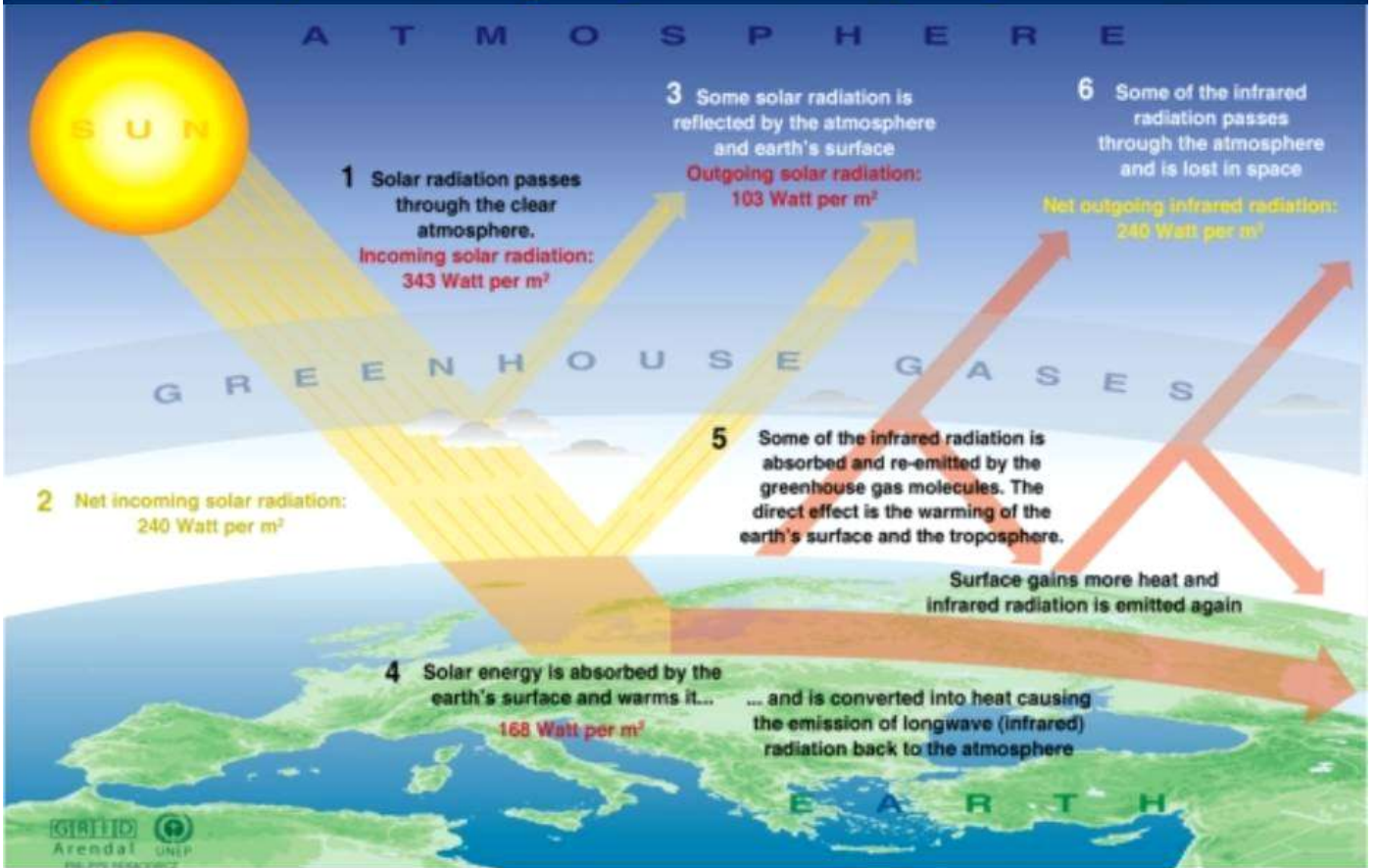
خمول هذه المركبات في الطبقة اللصيقة من الغلاف الجوي (التروبوسفير) يجعلها تصل إلى الستراتوسفير دون

أن يطرأ عليها أي تغيّر ، حيث تتفكك هناك وتعمل على **تخريب** الأوزون في طبقة الستراتوسفير .

6-2 - دور الغازات الدفيئة في الاحتباس الحراري :

كما رأينا فإن **النشاطات البشرية** المتنوعة تتسبب في مستويات **عالية** من الغازات الدفيئة في الجو . الشكل (6) يوضح كيف يتم امتصاص الطاقة الشمسية من قبل سطح الأرض مما يؤدي إلى تدفئة سطح الأرض وإطلاق الأشعة تحت الحمراء (الموجات الحرارية) . وبالتالي تقوم الغازات الدفيئة **بامتصاص الأشعة تحت الحمراء** (الموجات الحرارية) والاحتفاظ بها في الجو **مانعة** إياها من الصعود والخروج عبر الغلاف الجوي . وهكذا **ترتفع** درجة حرارة الجو .

الشكل (6) آلية تأثير الغازات الدفيئة في ظاهرة الاحتباس الحراري



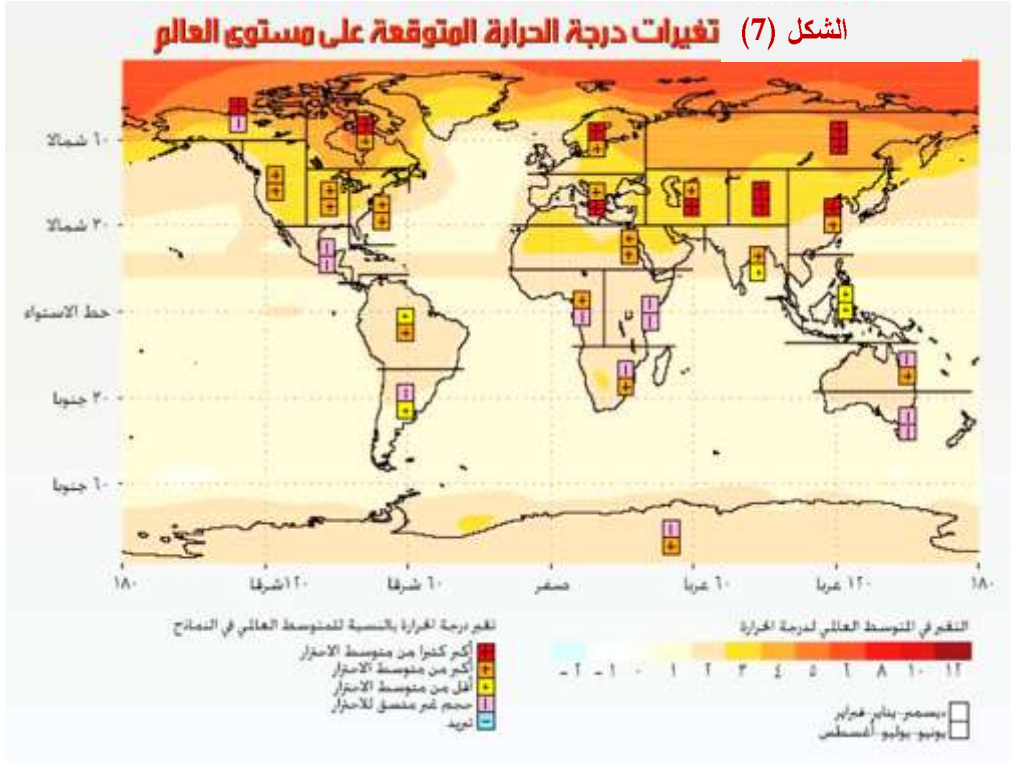
1. الإشعاع الشمسي المار عبر الجو النقي . (الإشعاع الشمسي الداخل النقي يقدر؟ 343 واط / م²) .
2. الإشعاع الشمسي الصافي القادم يقدر؟ 240 واط / م² .
3. جزء من الأشعة الشمسية ينعكس من خلال الجو وسطح الأرض (الإشعاع الشمسي الخارج يقدر؟ 103 واط / م²) .
4. الطاقة الشمسية الممتصة من قبل سطح الأرض والتي تدفئه تقدر؟ 168 واط / م² . ويتم تحويلها إلى حرارة مسببة انبعاث الموجات الحرارية الطويلة (الأشعة تحت الحمراء) وإطلاقها إلى الجو .
5. جزء من الأشعة تحت الحمراء يمتص ويعاد إطلاقه بواسطة جزيئات الغازات الدفيئة وهو ما يؤثر مباشرة على تدفئة سطح الأرض وطبقة التروبوسفير . فالسطح يحصل على حرارة أكثر ، والأشعة تحت الحمراء تطلق ثانية .
6. جزء من الأشعة تحت الحمراء يمر خلال الجو وينتشتت في الفراغ (الأشعة تحت الحمراء الصافية الخارجة تقدر ؟ 240 واط / م²) .

الفصل الثالث: تداعيات الإحترار العالمي

3-1- النائج والآثار على البيئة الطبيعية والنظم الحيوية الأيكولوجية :

3-1-1: درجات الحرارة:

❖ من المرجح جداً أن يكون احترار معظم مناطق اليابسة أسرع من المتوسط العالمي، ولاسيما في مناطق خطوط

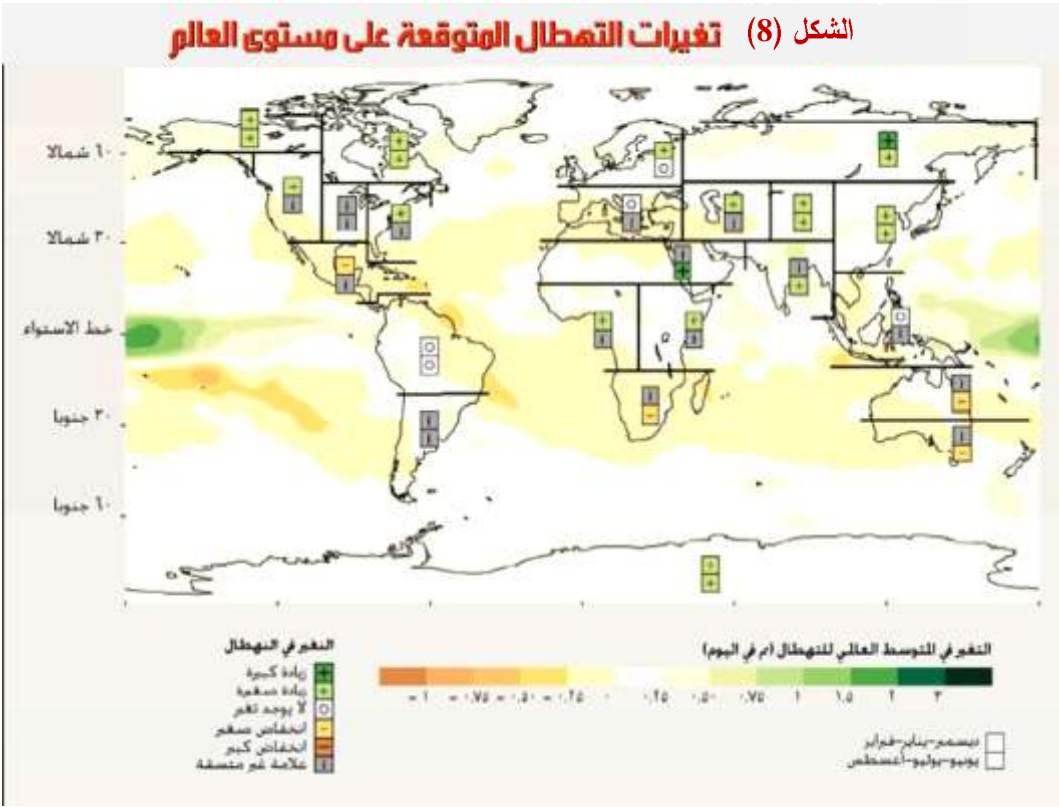


العرض العليا الشمالية في الشتاء . ومن أبرزه ذلك الاحترار في المناطق الشمالية لأمريكا الشمالية وشمالى ووسط آسيا الذي سيزيد عن المتوسط العالمي للاحترار في كل نموذج بأكثر من 40%. وفي المقابل، يقل الاحترار عن المتوسط العالمي للتغيير في جنوب وجنوب شرق آسيا في

الصيف و في جنوبي أمريكا الجنوبية في الشتاء . (إنظر الشكل 7) .

- ❖ وسوف يؤدي الارتفاع العام في درجة الحرارة، وارتفاع مستوى البحر إلى غرق الأجزاء الساحلية المنخفضة في أوروبا خاصة في غرب أوروبا وشمالها مع التعرض لموجات حارة تؤثر على الزراعات ومعدلات إنتاج المحاصيل.
- ❖ سوف ينقلص الغطاء الثلجي للقطبين الشمالي والجنوبي بنحو 150-550 كم، حيث تجد الثلوج الذائبة طريقها إلى البحر ليرتفع مستواه بنحو 15-95سم، بما يستتبعه تغيير الأنماط الأحيائية في هذه الأقطاب والبحار عما اعتادت عليه آلاف السنين .

❖ في القطب الشمالي ستزداد درجات الحرارة بسرعة تفوق بضعفين معدل ارتفاعها في باقي العالم ، وقد تتبدل معالمه تماماً بحلول نهاية القرن ، حيث سيذوب الجليد كلياً في الصيف ، وسيختلف التنوع الحيوي في القطب بشكل جذري . فمعدل درجات الحرارة في هذه المنطقة قد يرتفع أربع إلى سبع درجات بحلول نهاية القرن، بسبب مواصلة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات التي تساهم بصورة «معتدلة» في ظاهرة الاحتباس الحراري . هذا الأمر مهم لأن ما يجري هناك ينذر بما سيحصل في باقي كوكب الأرض . وبحسب أحد الاحتمالات الواردة، فإن الجليد قد يذوب كلياً ابتداء من صيف العام .????



- ❖ على النطاق الإقليمي، من المقدر حدوث **تزايد وتناقص** على السواء في التهطل بنسبة تتراوح عادة بين **5 و 20%** . ومن المرجح أن **يزداد** التهطل في مناطق خطوط العرض **العليا** في الصيف والشتاء على السواء . ومن المتوقع

أيضا حدوث **زيادات** في مناطق خطوط العرض **الوسطى الشمالية** وفي إفريقيا المدارية والمنطقة القطبية الجنوبية في فصل الشتاء، وفي **جنوب وشرق** آسيا في فصل الصيف. وتشير التقديرات إلى حدوث **انخفاضات** متسقة في الأمطار **الشتوية** في أستراليا وأمريكا الوسطى والجنوب الأفريقي. ومن المرجح جدا حدوث تغييرات **أكبر** في التهطل من سنة إلى أخرى في معظم المناطق التي من المقدر أن تحدث فيها زيادة في متوسط التهطل (أنظر الشكل 8) .

- ❖ ومن المقدر استمرار الثلجات والقلنسوات الجليدية في **التراجع** على نطاق واسع خلال القرن الحادي والعشرين . وتشير التقديرات إلى استمرار **تناقص** الغطاء الثلجي والتربة الصقيعية وحجم الجليد البحري في نصف الكرة **الشمالي** . ومن المرجح أن **تزداد** كتلة الغطاء الجليدي في المنطقة القطبية الجنوبية نتيجة **لتزايد** التهطل بينما **يرجح تناقص** كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند نظرا لأن الزيادة في الصيف **ستتجاوز** الزيادة في التهطل .
- ❖ يتوقع **زيادة** ظاهرة الجفاف في قارة أفريقيا بصورة عامة ، وفي الجزء الجنوبي الشرقي منها بصورة خاصة، مصحوبا بظاهرة التقلبات الجوية المعروفة باسم **الإنزو ENSO** بينما **تزداد** معدلات سقوط الأمطار على الجبال العالية في شرق أفريقيا وفي الجزء الأوسط الواقع على خط الاستواء من القارة .
- ❖ أما في المناطق **الساحلية** من قارة أفريقيا فسوف يؤدي **ارتفاع** مستوى سطح البحر إلى **غمر** أجزاء كبيرة من المناطق الساحلية **المنخفضة** في شمال أفريقيا، وخاصة شمال **دلتا النيل**، وفي الجزء الأوسط من غرب أفريقيا. وسينتج عن هذا **فقدان** مساحات من الأراضي الزراعية والمنشآت المختلفة ، كما سيؤدي أيضا إلى التأثير على **إنتاجية** الأراضي الزراعية المجاورة، **لزيادة** ارتفاع منسوب المياه المالحة.
- ❖ وبالنسبة للشرق الأوسط وغرب آسيا فمن المتوقع أن تظل المنطقة بعمومها **قاحلة** قليلة الأمطار ، وبالنسبة لبعض المناطق الساحلية المنخفضة **فسيزداد** معدل الأمطار عليها قليلا مع **ارتفاع** في درجة الحرارة والبحر بصفة عامة .

- ❖ ومن المتوقع أن **يزداد** معدل سقوط الأمطار شمال وغرب أوروبا مع احتمالات حدوث **فيضانات** ، أما جنوب القارة وشرقها فسوف يتعرضان **لقلّة** سقوط الأمطار مع احتمالات **الجفاف** في بعض المناطق .
- ❖ من المتوقع أن **تنخفض** معدلات ومدة سقوط الثلوج في المناطق المعرضة في أستراليا ونيوزيلندا ولذلك سوف **تزداد** معدلات سقوط الأمطار في أماكن سقوطها الحالية، بما يشكل احتمالات حدوث **فيضانات** في بعض المناطق، كما سوف تتعرض المناطق الساحلية المنخفضة **للتآكل**.

3-1-3 : الاضطرابات الجوية والكوارث الطبيعية :

- ❖ ربط علماء البيئة عملية **اختلال** الطقس في العالم التي تكمن في تزايد الفيضانات وموجات الحر والبرد الشديدين بظاهرة **الاحتباس الحراري**، حيث أشارت المنظمة العالمية للأحوال الجوية إلى أن العديد من مناطق العالم شهدت أحوالاً جوية **قاسية** جداً منذ مطلع العام الحالي . وذكرت المنظمة أن هذه الظواهر الجوية الشديدة القسوة تشمل



الشكل (9) : آثار إعصار جونو في سلطنة عمان

الأمطار الموسمية **الاستثنائية** في جنوب آسيا التي أوقعت أكثر من ألفي قتيل في بنجلاديش والهند والنيبال، و**الفيضانات** في بريطانيا، و**موجة الحر** في جنوب شرق أوروبا و**الإعصار جونو** الذي أوقع خمسين قتيلًا في سلطنة عُمان وإيران وتساقط **ثلوج** غزيرة في جنوب أفريقيا .

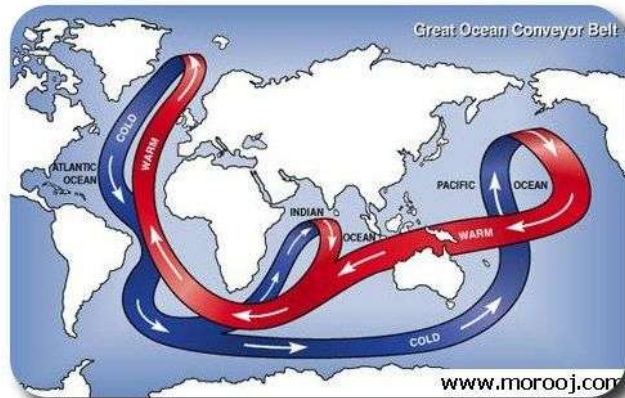
- ❖ وبلغت درجات الحرارة على اليابسة في كانون الثاني ونيسان **أعلى** مستوى سجل حتى الآن لهذين الشهرين، بحسب ملاحظات أولية وضعتها المنظمة العالمية للأحوال الجوية .



الشكل (10) : حرائق الغابات في أستراليا

- ❖ إلا أن بعض العلماء قالوا أن مسألة حصول **اختلال** في الأحوال الجوية بالتزامن مع ظاهرة **الاحتباس الحراري** مطروحة. ولكن يجب لزوم **الحذر** والنظر إلى الأمور من **مسافة**.. ليس هناك حالياً تشخيص **حقيقي** من العلماء حول وجود **رابط** بين الأحوال الجوية القاسية والاحتباس الحراري .

- ❖ إن انبعاث الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري جعل جو الأرض **أكثر** رطوبة ولزوجة مما قد يؤدي إلى المزيد من **الأعاصير** العنيفة وأمطار أكثر غزارة في المناطق **الاستوائية** .



الشكل (11) : التيارات المائية الحارة والباردة في المحيطات

- ❖ ويربط العديد من العلماء بين المحيطات والتيارات الموجودة بها وبين درجة حرارة الأرض حيث إن هذه **التيارات** الباردة والساخنة عبارة عن نظام تكييف للأرض أي نظام تبريد وتسخين . وقد لوحظ مؤخراً أن هذه التيارات قد **غيرت** مجراها ما جعل التوازن

الحراري الذي كان موجوداً **ينقلب** . ويستدل بعض العلماء على ذلك من خلال ظهور **أعاصير** في أماكن لم تكن تظهر بها من قبل . كما **يربط** بعض العلماء التلوث الحاصل بتغير في عدد حيوانات **البلانكتون** في البحار نتيجة زيادة **حموضة** البحار نتيجة **لامتصاصها** ثاني أكسيد الكربون، ويفسرون أن التلوث الذي يحدثه الإنسان هو شبيه بمفعول الفراشة أي أنها مجرد **الشعلة** التي تعطي الدفعة الأولى لهذه العملية والبلانكتون يقوم بالباقي .

❖ ولقد شهد العالم في العقد الأخير من القرن الماضي **أكبر** موجة حرارية شهدتها الأرض منذ قرن حيث **زادت** درجة حرارتها 6 درجات مئوية . وهذا معناه أن ثمة تغيراً كبيراً في مناخها **لا تحمد عقباه** . فلقد ظهرت الفيضانات والجفاف والتصحر والمجاعات وحرائق الغابات ، وهذا ما جعل علماء وزعماء العالم **ينزعجون** ويعقدون المؤتمرات للحد من هذه الظاهرة الاحترارية التي باتت **تؤرق** الضمير العالمي وتصيب البشر **بالهلع** ، وهذا معناه أن الأرض **سنتسحها** الفيضانات والكوارث البيئية والأوبئة والأمراض المعدية . وفي هذا السيناريو البيئي فإن المتهم الأول هو غاز ثاني أكسيد الكربون الذي أصبح **شبحاً** تلاحق لعنته مستقبل الأرض . وهذا ما جناه الإنسان عندما **أفرط** في إحراق النفط والفحم والخشب والقش ومخلفات المحاصيل الزراعية فزاد معدل الكربون بالجو . كما أن **اجتثاث** أشجار الغابات وانتشار **التصحّر** قلل الخضرة النباتية التي تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو . مما جعل تركيزه **يزيد** به .

3-1-4 : البيئة الحيوية والتنوع البيولوجي:

❖ من المتوقع أن **يتأثر** التنوع في النظم الايكولوجية بتغير المناخ و**ارتفاع** مستوى سطح البحر، مع تزايد خطر **انقراض** بعض الأنواع السريعة التأثير . كذلك من المتوقع **تزايد** الخلل الذي يلحق بالنظم الايكولوجية من جراء الاضطرابات، مثل **الحرائق والجفاف وتفشي الأوبئة وغزو الأنواع والعواصف وظواهر تبييض المرجان**، والإجهادات الناجمة عن تغير المناخ بالإضافة إلى الاجهاديات الأخرى الواقعة على النظم الايكولوجية (مثل تحول الأراضي وتدهورها وقطع الأشجار والتلوث) تهدد بإلحاق **ضرر** بالغ ببعض النظم الايكولوجية الفريدة أو **ضياعها** تماماً و **انقراض** بعض الأنواع الحية المعرضة لتهديدات حرجة أو الأنواع المهددة. ومن أمثلة النظم الايكولوجية المعرضة لتهديد تغير المناخ الشعاب المرجانية والجزر المرجانية الحلقية والمنغروف والغابات الشمالية والمدارية والنظم الايكولوجية القطبية والألبية (نسبة إلى جبال الألب) وأراضي البراري الرطبة وبقايا الأراضي ال عشبية الوطنية . والنظم الايكولوجية المهددة في بعض الحالات هي تلك النظم التي يمكنها أن **تخفف** من بعض تأثيرات تغير المناخ (مثل النظم

الساحلية التي **تصد** تأثيرات

العواصف). وطرق التكيف الممكنة

الرامية إلى تخفيف خسائر التنوع

البيولوجي تشمل إنشاء **ملاذات**

ومتزهات ومحميات مزودة بممرات

لتسمح بنزوح الأنواع، واستخدام

التوالد **المقيد ونقل** الأنواع الحية.

❖ ففي أفريقيا ونتيجة للزيادة في عدد

السكان سوف تتعرض الغابات لمزيد

من **الإزالة** لاستخدام الأرض في

الزراعة أو التوسع العمراني ، في



الشكل (12) : الحيوود والجزر المرجانية

حين أن ارتفاع درجة حرارة الجو سيؤدي إلى **تغيير** أنماط النماذج الإحيائية للنباتات والحيوانات، وكل هذا سوف تكون له تداعيات **سلبية** على **التنوع البيولوجي** في القارة الأفريقية.



الشكل (13) : الإحتباس الحراري وراء نفوق الضفادع في الولايات المتحدة الأمريكية



الشكل (14) : ذوبان الجليد في القطب الشمالي



الشكل (15) : تأثر الدب القطبي بذوبان الجليد

❖ هذا ولم تقتصر أضرار الاحتباس الحراري على التسبب في ارتفاع حرارة الأرض مما يهدد بذوبان طبقات الثلوج بالمناطق المتجمدة ، بل تخطت أضراره إلى أكثر من ذلك، فقد كشفت مراجعة العلماء للمئات من الأبحاث العلمية عن ضلوعه في **انقراض** أنواع كثيرة من الطيور والنباتات . إلى ذلك، أكد الخبراء أن نحو 70 نوعاً من **الضفادع** انقرضت بسبب التغيرات المناخية ، كما أن الأخطار تحيط بما بين 100 إلى 200 من أنواع الحيوانات التي تعيش في المناطق الباردة . فنحن نشاهد انقراض عينات من الأحياء.. لدينا الأدلة.. إنها هنا.. إنها **حقيقة**.. إنها ليست مجرد حدس علماء الأحياء بل حقائق تحدث . فقد تم رؤية **هجرة** تجمعات حيوانية إلى الشمال وأخرى تحاول التكيف والتأقلم مع التغيرات المناخية بجانب **تغيرات** ملحوظة في عالم **النبات** وتكاثر أعداد الحشرات والطفيليات . وتأتي التغيرات الإحيائية وسط **دهشة** العلماء الذي تكهنوا بتغيير مرحلي وعلى مر السنوات، والذي تم ربطه بقدوم فصل الربيع مبكراً. ويبيد العلماء **قلقاً** بالغا تجاه بعض حيوانات المناطق الباردة مثل البطريق والديبة القطبية وكيفية تأقلمها مع سرعة ارتفاع حرارة الأرض، فقد **تراجعت** أعداد "البطريق الإمبراطور" من 300 زوج بالغ إلى تسعة فقط في القطب الجنوبي فضلاً عن الديبة القطبية التي **تراجعت** أعدادها وأوزانها . وبينت أحدث الأبحاث العلمية في هذا المجال أن ارتفاع درجات الحرارة في العالم يمكن أن يؤدي **لانندثار** أكثر من نصف أنواع الكائنات الحية على الأرض في القرون القليلة القادمة. ❖ لقد تم التأكد في الآونة الأخيرة أن الأمراض الفطرية المسببة **لنفوق** الضفادع في ولاية أريزونا الأمريكية يعود سببها لظاهرة الاحتباس الحراري . ويتفق عدد من الخبراء أن أسباب ارتفاع الحرارة في أريزونا، وما

يسببه من ظواهر، يختلف عما يحصل في وسط وجنوب أمريكا، حيث بيّنت دراسة مؤخراً أن نفوق الضفادع في هذه المنطقة يعود **للحرارة**، فمنذ عام 1998 توصل الباحثون إلى نتيجة أن **ضفادع** أريزونا تواجه خطر التعرض لأحد **الأمراض الفطرية "Chytrid"**، ويقولون حالياً إن هذا المرض تربص باثني عشر صنف من الضفادع، وفعلاً فإن **نصف** هذه الأصناف بدأ عددها **بالتناقص** جراء المرض. إن **الاحتباس الحراري** هو السبب وراء هذه الظاهرة في ولاية أريزونا، لأن المناخ فيها **أكثر** حراً من وسط وجنوب أمريكا. ويقول مركز البحث الأمريكي اللاتيني إن ظاهرة الاحتباس الحراري **سرّعت** من انتشار المرض الفطري في أريزونا بفعل **زيادة** طبقات الضباب التي **تتبدد** من حرارة الجو خلال النهار **وتدفعه** في فترة المساء. إلا أن الباحثين في أريزونا يقولون إن الاحتباس الحراري قد **يهدد** أنواع الضفادع في أريزونا في نهاية المطاف ولأسباب أخرى. وشرح الباحثون أنه في حال تواصل الطقس الحار في الولاية ورافقه الجفاف، وهو ما حدث في معظم هذا العقد، فإن **الأنهر والينابيع** التي هي موطن لهذه الضفادع قد تصبح **جافة**. وقال الباحثون إنه في حال بقاء معدلات هطول المطر على حالها، فإن الطقس الحار سيعني **مزيد** من التبخر التي ستؤدي إلى **جفاف** مصادر الماء للضفادع



الشكل (16) : البطريق أكثر الأنواع المهتدة بالانقراض بسبب ذوبان جليد القطبين

❖ وتشير أحدث التقارير إلى أن الاحتباس الحراري قد يؤدي إلى **اختفاء** الكتلة الجليدية كلياً في الصيف في غضون **قرن**، ويهدد أجناس الحيوانات التي تعيش فوق الطبقة الجليدية مثل الدب القطبي. وأن أجناساً أخرى من الحيوانات قادمة من مناطق معتدلة ستحل محل الحيوانات القطبية. إنها **مفارقة**، فذوبان الجليد **سيزيد** في التنوع البيولوجي، غير أن الأجناس القطبية نفسها ستكون **مهتدة** بالانقراض. ويشكو الصيادون الأسكيمو ومربو الرنة من عدم تمكنهم من توفّر

التغييرات المناخية وهطول الثلوج في المستقبل القريب، ما يعيق نشاطاتهم. وإن كان ذوبان الطبقة الجليدية بحد ذاته **لا يؤدي** إلى ارتفاع مستوى المحيطات، إذ تحتل طبقة الجليد الطافية مساحة **أكبر** من مساحة المياه التي تحتوي عليها، فإن ذوبان **جبال الجليد سيسرّع** ارتفاع مستوى المحيطات بمقدار يراوح ما بين 10 و90 سنتيمتراً بحسب التقديرات، ما **سيرغم** الشعوب المقيمة على



الشكل (17) : "التوتورا" المهتد بالانقراض في نيوزلندا

السواحل على **الانتقال** إلى أماكن أخرى. ❖ إن ارتفاع الحرارة بمعدل ستة بالعشرة من الدرجة المئوية في القرن العشرين، أدى إلى بدء **موسم النمو** في أوروبا وأمريكا الشمالية **أبكر** من مواعده السابق. ويقول علماء المناخ أن ارتفاع درجة الحرارة بدرجة مئوية واحدة قد يؤدي إلى **انقراض** الحيوانات التي تعرف بالتوتورا، وهي خليفة الديناصور المنقرض. حيث أن درجة مئوية واحدة

تحدث **تغييراً** في الأجواء التي تنمو فيها أجنة الذكور أو الإناث . وتمثل التوتورا آخر ما تبقى من أنواع الزواحف ، وكانت قد نشأت في نفس الفترة التي نشأت



الشكل (18) : الدلافين تستاء من التغير المناخي

فيها الديناصورات ، وتعيش الآن في إحدى الجزر النيوزيلندية . كما يؤكد خبراء المناخ أن **البعوض** الذي يحمل الأمراض في الأراضي المرتفعة في آسيا وشرق أفريقيا ودول أمريكا اللاتينية أصبح بإمكانه العيش على **ارتفاعات** أكثر من ذي قبل . ويقول العلماء إن ارتفاع درجات الحرارة يعني أيضاً أن هناك بعض العينات من **النبات والحيوان** سيكون مصيرها **الفناء** . وتقدر الهيئة البيئية حول التغير المناخي التابعة للأمم المتحدة أن معدل

درجة الحرارة سوف يرتفع بين 1.4 إلى 5.8 درجة مئوية بحلول نهاية القرن الحالي .

❖ إن الحيتان والدلافين تواجه **تهديدات** متزايدة بسبب التغير المناخي . وقد تبين أنه من بين العوامل التي تشكل خطراً

على بقاء هذه الكائنات البحرية **التغيرات** في درجة حرارة مياه البحر ، وكذلك معدلات تجدها بسبب **ذوبان** الجليد

وارتفاع نسب هطول الأمطار ، فضلاً عن **تراجع** عدد

القواقع التي تعتمد عليها العديد من الحيتان كمصدر

للغذاء . ومع أن الحيتان والدلافين وخنازير البحر تملك

بعض القدرة على **التكيف** مع التغير في البيئة المحيطة .

لكن المناخ **يتغير** حالياً بمعدل **متسارع** بما لا يجعل من

الواضح ، المدى الذي تستطيع فيه الحيتان والدلافين

التكيف مع هذه التغيرات.. ويعتقد العلماء أن العديد من

الكائنات الحية ستكون عرضة للخطر بسبب التغيرات

المتوقعة . كما أن العديد من المخلوقات البحرية تواجه

هي الأخرى خطراً مثل الدلافين البيضاء وكركدن البحر

وحيتان البحار القطبية الشمالية وذلك بسبب **التآكل** في الغطاء الجليدي للبحار.

❖ إن حياة الكثير من الطيور والحيوانات **تأثرت** بفعل

ارتفاع الحرارة ، ويذكر الباحثون على سبيل المثال

طيور (الأكيبا) في هاواي ، حيث تعيش هذه الطيور

على ارتفاع يبلغ 700 متر في جبال جزيرة (ماوي)

، **محتمية** بالبرودة على هذا الارتفاع من **البعوض**

والحشرات التي تدمر حياتها ، غير أن **ارتفاع** الحرارة

جعل **البعوض** يصل إلى مثل هذا الارتفاع جالباً معه

جراثيم الملاريا التي أصابت أعداداً كبيرة من هذه

الطيور وفتكت بها ولم تترك منها إلا عدداً ضئيلاً .



الشكل (19) : السلحفاة البحرية المهتدة بالإنقراض



الشكل (20) : الإحتباس الحراري يزيد جفاف الأشجار

❖ إن **اتساع** ثقب الأوزون وانبعثت الغازات السامة في الجو يجعلان الأشجار **أكثر جفافاً** ما يجعلها بحاجة للحصول على كميات أكبر من المياه لمنعها من الذبول . وقد تبين أن مستويات الأوزون أثرت في **نمو** الأشجار الكبيرة وفي **نقل** المياه من التربة إلى الجو وأدت إلى **انخفاض** منسوب مياه الجداول والأماكن التي تتجمع فيها المياه . لكن بعض الباحثين قالوا إن هناك حاجة لإجراء المزيد من التجارب لمعرفة ما إذا كانت هناك أسباب أخرى لجفاف الأشجار والغابات التي تتأثر أكثر من غيرها جراء ذلك .

❖ وقد لوحظ أن الأشجار في المناطق شبه القطبية هناك قد **ازداد** ارتفاعها عما ذي قبل . فلقد زاد ارتفاعها إلى 40 متراً على غير عاداتها منذ ربع قرن ، وهذا مؤشر تحذيري مبكر لبقية العالم لأن **زيادة** ظاهرة الاحتباس الحراري قد تحدث **تلفاً** بيئياً في مناطق أخرى به ، وهذا الإلتلاف البيئي فوق كوكب الأرض قد **لا تحمد عقباه** ، فقد **يزول** الجليد من فوقه **تماماً** خلال هذا القرن. وهذا الجليد له تأثيراته على الحرارة والمناخ والرياح الموسم .

❖ وقد تسبب الاحتباس الحراري في **توالد** الفئران بشكل **أسرع** في بعض مناطق العالم وخاصة شمال غرب الصين حيث **هاجمت** الحقول وتهدد بالقضاء عليها وبالتسبب في



الشكل (21) : فئران الصين الآكلة للمروج

الأمراض للأهالي وقد لوحظ أنه بعد الشتاء الدافئ ظهرت "موجة ولادة" بين الفئران في شهر نيسان/أبريل ، أي قبل الموعد بشهر، وهذه الفئران **تهدد** مليوني هكتار من **المروج** ونحو 20 % من إجمالي أراضي شمال غرب الصين ، وقد تسبب بانتشار **الأوبئة** بين السكان . ولجأت مصلحة الثروة الحيوانية بالمنطقة ، إلى إرسال مروحيتين لرش 20 طناً من **مبيدات** الفئران في المناطق الأكثر تضرراً ، بهدف **تقليل** الأضرار. غير أن المسؤولين قالوا إنهم لا بد أن يكونوا أكثر

حرصاً حيال مبيدات الفئران التي تلوث البيئة وأيضاً قد تسمم الثعالب والنسور التي تفترس الفئران . ويعود سبب هذه الولادات المفاجئة إلى **المعدل المرتفع** لدرجة الحرارة في فصل الشتاء الماضي والذي كان **أعلى** من المعتاد بمقدار درجتين إلى أربع درجات مئوية و**تقلصت** الثلوج على الجبال هناك بمقدار 32 سنتيمتراً على الأقل .

❖ لقد بينت أحدث الدراسات أن ظاهرة الاحتباس الحراري التي تعاني منها الأرض **ستزيد** من مخاطر انتشار الأوبئة بين الحيوانات والنباتات البرية والبحرية مع **زيادة** مخاطر انتقال هذه الأمراض إلى البشر . وفي هذا الصدد يقول العلماء إن **الأوبئة** الشديدة التآثر بالمناخ تظهر عبر أنواع مختلفة



الشكل (22) : الإحتباس الحراري سبب في تكاثر البعوض المسبب للملاريا

جدا من مولدات المرض من فيروسات وجراثيم وطفيليات ، وتصيب مجموعة **متنوعة** للغاية من الكائنات ، منها المرجان والمحار والنباتات البرية والعصافير والبشر . لقد كرس الباحثون دراستهم طوال سنتين حول العلاقة بين **التغير** في درجة الحرارة و**نمو** الفيروسات والجراثيم وغيرها من عوامل الأمراض ، مع دراسة عوامل نشر بعض الأمراض مثل القوارض والبعوض والذباب ، وقد وجد أنه مع **ارتفاع** درجة الحرارة ، **يزداد** نشاط ناقلات الأمراض - حشرات وقوارض

– فتصيب عدد أكبر من البشر والحيوانات ، وقد وجد أن فصول الشتاء المتعاقبة **والمعتدلة حرارياً** فقدت دورها الطبيعي في الحد من مجموعة الجراثيم والفيروسات وناقلات المرض ، كذلك فقد لوحظ أن فصول الصيف في العقد الأخير من القرن الماضي زادت **حرارةً وطولاً** ، مما زاد من المدة التي يمكن للأمراض أن تنتقل خلالها إلى الأجناس الحية **الشديدة التأثير** بالتغيرات الحرارية وخصوصاً في البحار والمحيطات ، إذاً فالمسألة لا تقتصر على مشكلة مرجان أبيض وفقد لونه كما يقول حماة البيئة ، أو بعض حالات الملاريا المتفرقة التي يمكن السيطرة عليها ، الأمر له أوجه كثيرة ومتفرقة ونحن **من حقنا** أن نقلق .

❖ كما أن الاحتباس الحراري في العالم يتسبب **بانتشار** أمراض كانت أوروبا ، ومن ضمنها إيطاليا ، قد قضت عليها سابقاً وفي مقدمة ذلك **الملاريا** . وأشارت تقارير إلى انتشار الملاريا في بعض مناطق إيطاليا خلال السنوات الماضية خصوصاً في مناطقها الجنوبية . فمن المتوقع أن يؤدي **ارتفاع** درجة الحرارة إلى **تفشي** أمراض استوائية مثل "فيسكرال لياشمانيايسيس" والذي تسببه **طفيليات** وينتقل عن طريق بعض الذباب. وسجلت الدوائر الصحية الإيطالية وقوع **150** إصابة بهذا المرض كل عام منذ سنة 2000 مقارنة بحوالي **50** عام ، 1990 علماً بأن أكثر المناطق التي ضربها هذا المرض كانت منطقة كامبانيا في جنوب نابولي . وقال علماء إن فيروس "إنسيفاليتس" أو التهاب الدماغ يسببه **الارتفاع** في درجة حرارة الجو ، مشيرين إلى **تزايد** الإصابة به منذ عام 1993، وأضاف هؤلاء أن الاحتباس الحراري أدى أيضاً إلى **انتقال** أمراض مثل "بلو تنغ" من إفريقيا إلى جنوب إيطاليا ، مشيرين أن تأثيره السيئ على مناطق عديدة مثل سردينيا وصقلية وبيوغلما وإيميليا روماغنا وبايدمونت .



الشكل (23) : تسمم المأكولات البحرية بسبب الإحتباس الحراري



الشكل (24) : سمك الباركودا

❖ وقد أكدت دراسات علمية حديثة أن ظاهرة الاحتباس الحراري وما يرافقها من تغييرات مناخية تتسبب في وصول **أعشاب** استوائية **سامة** إلى مياه البحار **الباردة** بشكل **متسارع** مما يؤدي إلى حدوث أكثر من 50 ألف حالة **تسمم** نتيجة تناول المأكولات البحرية سنوياً حول العالم . وأظهرت الدراسات أن 90 في المائة من تلك الحالات **لا يتم** التبليغ عنها مما يرفع من مخاطر عدم إدراك الحجم الحقيقي للمشكلة خاصة وأنها تطال أنواعاً شعبية واسعة الانتشار تشكل **الغذاء الأساسي** للكثير من شعوب العالم خاصة في آسيا. وأشارت إلى أنه يبدو أن **الخطر الأكبر** يأتي من المرض **الفتاك** المعروف باسم "التسمم السيجاتيري" وهو مرض استوائي يصيب **الأسماك** التي تتناول أنواعاً من الأعشاب البحرية التي تفرز **أنزيمات سامة** وبات ينتشر بسرعة خارج نطاقه الجغرافي التقليدي ومع الانتشار المتزايد لتلك الأعشاب في البحار بسبب **ارتفاع** حرارة الأرض.. وذلك إلى جانب المخاطر الناتجة عن مصادر التلوث التي باتت "تقليدية" في هذه الحالة كالمخلفات الكيماوية التي ترميها

المصانع ومياه الصرف الصحي للتجمعات السكانية على طول السواحل. وقد نوهت هذه الدراسات إلى أن **التهديد**

يطال بشكل أساسي عشرات فصائل الأسماك التي تقطن الأجراف القارية المحاذية للشاطئ خاصة فصائل الباركودا وأسماك الحفش التي تعتمد في غذائها على الأسماك الصغيرة وأعشاب البحر التي تنمو في مناطق تحولت في الغالب إلى مصب للمخلفات . وقد عدد المصابين بهذا المرض سنوياً بحوالي 250 شخصاً في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها إلى جانب المئات في دول آسيوية لم تعرف هذا المرض من قبل مثل هونغ كونغ والفلبين فيما واجه أطباء تلك الدول **صعوبة شديدة** في التعرف على ماهية عوارض هذا المرض حيث كانوا يعجزون عن تقديم أي تفسير لحالات **التسمم الشديد والشلل الجزئي** التي كانت تقابلهم في المستشفيات . وتقول الدراسات أنه رغم أن



الشكل (25) : سمك الحفش

خطر "التسمم السيجاتيري" معروف في **المناطق الحارة** حيث يشتهر سكان بعض الجزر الكاريبية بعادة إطعام الأسماك للكلاب **أولاً** للتأكد من أنها **غير سامة** إلا أن هذا الخطر يرتدي طابعاً شديد الأهمية مع وصول الأعشاب البحرية المسببة له

إلى بحار **آسيا وأوروبا** . وحذر العلماء بشدة من المخاطر **الهائلة** التي تترصد شعوب المناطق الأكثر فقراً في آسيا حيث تكاد البنى الطبية والحكومية تكون معدومة .. داعين إلى أوسع حملة توعية لشرح مخاطر هذا المرض الفتاك فيها.

❖ وأخيراً فإن الدراسات والأبحاث البيئية **المتقدمة** تؤكد أن كل ارتفاع في الحرارة بنسبة **درجة مئوية واحدة** سيزيد الخطر بنسبة **كبيرة** ويؤثر بشكل كبير وسريع على الأنظمة البيئية **الضعيفة** وعلى الأجناس المعرضة . وكل ارتفاع يزيد عن **درجتين مئويتين** يضاعف الخطر بشكل جوهري قد يؤدي إلى **انهيار** أنظمة بيئية كاملة وإلى **مجاعات** ونقص في المياه وإلى **مشاكل** إجتماعية واقتصادية **كبيرة** لاسيما في **الدول النامية**.. وقد يكون ارتفاع معدل الحرارة درجتين كافياً للتسبب بما يلي :

- (1) نقص **كبير** في المحاصيل الزراعية في الدول المتقدمة والنامية .
- (2) **تضاعف** معدل الأراضي الزراعية ثلاث مرات .
- (3) حركة **تهجير** كبيرة لسكان شمال افريقيا .
- (4) تعرّض 8,2 مليار شخص **لنقص** المياه .
- (5) **خسارة** 97 في المئة من الحيد المرجاني .
- (6) انتشار **مرض** الملاريا في افريقيا وشمال أمريكا .

3-2- النتائج والآثار على إقتصاديات الدول ومعيشة السكان :

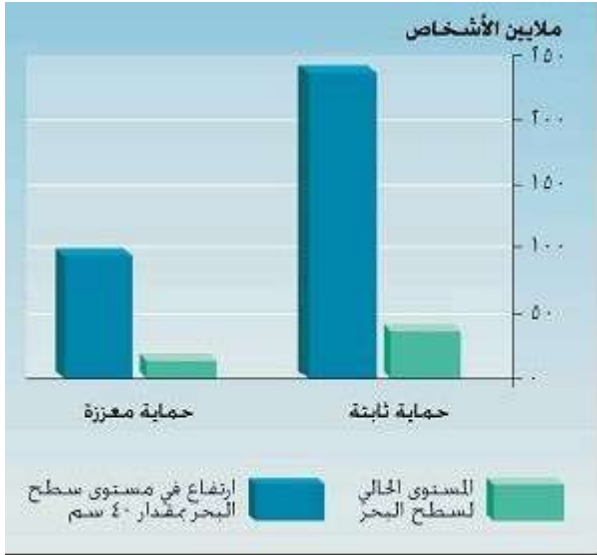
❖ تشير نماذج محاصيل الحبوب إلى **تزايد** الغلات المحتملة في بعض المناطق **المعتدلة** نتيجة لحدوث **زيادات صغيرة** في درجة الحرارة ولكنها **تتناقص** مع **التغيرات الكبيرة** في درجة الحرارة . ومن المقدر **تناقص** الغلات المحتملة في معظم المناطق **المدارية وشبه المدارية** مع معظم الزيادات المقدرة في درجة الحرارة . وتشير نماذج المحاصيل في مناطق خطوط العرض **الوسطى** إلى أن حدوث **احترار** بمقدار **يقل** عن بضع درجات مئوية وما يصاحبه من **زيادة** في تركيزات ثاني أكسيد الكربون سيفضي إلى استجابات **إيجابية** بصفة عامة ، واستجابات **سلبية** بصفة عامة مع **تزايد** الاحترار . وحيثما يوجد أيضا **تناقص كبير** في سقوط الأمطار في نظم الأراضي **الجافة / البعلية** شبه المدارية **والمدارية** ، **ستتضرر** غلات المحاصيل بدرجة أكبر . ومن المقدر أن حدوث **احترار** بمقدار **يزيد** عن بضع درجات

مئوية أو أكثر **سيزيد** من أسعار الأغذية على مستوى العالم وقد **يزيد** من خطر الجوع في قطاعات السكان السريعة التأثير .

❖ وسوف يؤدي تغير المناخ المقدر إلى **تفاقم** مشاكل نقص وجودة المياه في كثير من مناطق العالم التي تعاني من ندرة المياه ، ولكنه **سيخفف** منها في بعض المناطق الأخرى . وهناك بصفة عامة زيادة مستمرة في الطلب على المياه نتيجة النمو السكاني والتنمية الاقتصادية ، ولكن هذا الطلب على المياه أخذ في الانخفاض في بعض البلدان نظراً لزيادة كفاءة الاستخدام . ومن المقدر أن **يقلل** تغير المناخ من تدفق المجاري المائية وإعادة شحن المياه الجوفية في كثير من أنحاء العالم ، ولكنه سيزيدها في بعض المناطق الأخرى . و**ينفاوت** مقدار التغير بسبب **الاختلافات** في سقوط المطر المقدر (ولاسيما شدة سقوط المطر) وجزئياً بسبب **الاختلافات** في التبخر المقدر . ومن المقدر أن **يعاني** أشخاص يتراوح عددهم بين مئات الملايين وبضعة بلايين من جراء **انخفاض** الإمدادات بنسبة 10% أو أكثر بحلول عام 2050 وذلك بالنسبة لتقديرات تغير المناخ التي تقابل زيادة سنوية بنسبة 1% في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون . وسوف **تندهور** عموماً جودة المياه العذبة من جراء الارتفاع في درجات حرارة المياه . ولكن ذلك قد يعادله **زيادة** التدفقات في بعض المناطق . وسوف **تزداد** حدة التحديات التي تواجه إدارة المياه والفيضانات من جراء تأثيرات تغير المناخ على ندرة المياه وجودة المياه وتواتر وشدة الفيضانات وحالات الجفاف . ونظم المياه غير المدارة

والنظم التي تعاني من سوء الإدارة هي **الأسرع** في تأثرها بالتأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ .

❖ في الشكل الموضح جانباً يظهر العمودان الواقعان في الجهة اليمنى من الشكل المتوسط السنوي لعدد الأشخاص الذين من المقدر أن يتعرضوا للفيضانات العارمة للعواصف الساحلية في عام 2080 في ظل المستوى الحالي لسطح البحر ومع ارتفاع مقداره 40 سنتيمتراً في المستقبل القريب ، مع افتراض **عدم تغير** الحماية الساحلية عما هي عليه في الوقت الراهن وحدث **زيادة معتدلة** في عدد السكان . ويبين العمودان الواقعان جهة اليسار نفس البيانات ولكن مع افتراض **تعزير** الحماية الساحلية بالنسبة للنمو في الناتج المحلي الإجمالي .



الشكل (26) : تقدير لثمانينات القرن الحادي والعشرين عن مدى التكيف ومتوسط العدد السنوي للأشخاص الذين يتعرضون لفيضانات العواصف الساحلية

❖ ويقول خبراء المناخ أن ما لا يقل عن **مليار** شخص

سينزحون بحلول 2050 بسبب **ارتفاع** حرارة الأرض الذي سيؤدي إلى **تفاقم** النزاعات والكوارث الطبيعية الحالية، وسيتسبب نزاعات وكوارث جديدة . وأطلق العلماء مؤخراً مصطلح جديد يدعى " **لاجئ المناخ** " على هؤلاء المشردين وقد وجه العلماء تحذيراً واضحاً من وتيرة **تسارع** النزوح السكاني خلال القرن الحادي والعشرين . مع العلم أن عدد الأشخاص الذين نزحوا من ديارهم بسبب النزاعات والكوارث الطبيعية ، ومشاريع التنمية الكبرى "مناجم وسدود وغيرها" مرتفع **أصلاً** بشكل كبير .

❖ ويعتقد العلماء أن تراجع الطبقة الجليدية ستكون له أيضاً تأثيرات **إيجابية**، إذ سيفتح بعد فترة « **ممرًا شمالياً** » لحركة الملاحة بين المحيطين الهادئ والأطلسي يسمح **بكسب** الوقت بالنسبة للطريق التي تسلكها السفن حالياً والتي تمرّ من قناة السويس . كما أنه سيوجد **مساحات جديدة** لصيد السمك واستغلال الثروات المنجمية . إذاً فلأمر ليس سلبياً كلياً ،

بل يفتح احتمالات أيضاً . وهذا يتوقف على الزاوية التي يُنظر منها . **فالشركات النفطية** تعتقد أنه أمر **جيد** ، لكن **الأسكيمو** على الطبقة الجليدية **يخالفونها** الرأي بالتأكيد . ويعتقد أن منطقة القطب الشمالي تحوي **ربع** الموارد العالمية من المحروقات .

❖ وأخيراً سوف يؤثر تغير المناخ على **قطاع السوق** عن طريق **تغيير** وفرة وجودة وأسعار الأغذية والألياف والمياه والسلع والخدمات الأخرى . وإضافة إلى ما سبق ، يمكن لتغير المناخ أن يؤثر على السوق من خلال :

- (1) التغيرات في الطلب على الطاقة وإمدادات الطاقة الكهرومائية والنقل والسياحة والإنشاء .
- (2) الأضرار التي تلحق بالعقارات وخسائر التأمين الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة وخسائر الأراضي الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر وقرارات تحديد ونقل مواقع التنمية والسكان ، والاحتياجات من الموارد ، وتكاليف التكيف مع تغير المناخ.

3-3- المناطق الأكثر تضرراً بالتغير المناخي والاحتماس الحراري [رأي شخصي]:

بعد أن استعرضنا بالتفصيل الأضرار المختلفة لظاهرة الإحتباس الحراري فإننا ومن خلال بحثنا هذا نستنتج ما يلي :

إن الدول الأكثر فقراً والأكثر تضرراً بالتغيرات المناخية هي تلك الواقعة في جنوب الصحراء والأرخبيلات الآسيوية وعموم السواحل خاصة سواحل المحيط الهندي ، حيث نجد أن حالها بقي كما هو أي عبارة عن مكبات لنفايات العالم الغربي ، ومستقبلات لغازاته الضارة . والعرب ليسوا بأفضل حالاً فالعالم العربي حاله حال تلك الدول . فهو متأثر بالتغيرات المناخية وذلك لطول سواحله المطلة على البحرين الأبيض المتوسط والأحمر والمحيطين الهندي والأطلسي، وهي كلها أماكن عرضة للتأثر بتلك التغيرات، كما حدث مؤخراً على سبيل المثال من أعاصير في سلطنة عمان . فهو إلى الآن لا يمتلك الأجهزة المتقدمة لرصد التغيرات المناخية والتحذير منها قبل وقوع الكوارث الطبيعية الناجمة عنها. كذلك لا يعمل العرب على استغلال ما حباهم الله به من مصادر للطاقة البديلة والنظيفة والقادرة على إمداد العالم باحتياجاته بعد نفاد النفط والمتمثلة في الطاقة الشمسية ، فهم حتى الآن لم يتحركوا، وهو تحرك إذا ما تم فإن من شأنه إنقاذ بيئتهم والتقليل من مخاطر التغيرات المناخية عليهم .

الفصل الرابع: هبل الحد والتخفيف من أثار الإحتباس الحراري والتحديات التي تواجه ذلك

إن الوسيلة الأفضل للتخفيف من ظاهرة الإحتباس الحراري هي العمل بكل الوسائل والأساليب على **تخفيف** والحد من **الإنبعاثات** المتزايدة لغازات الدفيئة فهناك بعض الخيارات التكنولوجية كالطرق المستخدمة لزيادة فعالية الطاقة ومصادر الطاقة القابلة للتجديد على سبيل المثال (استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) . إلا أن بعض الخبراء حذروا من أنه فيما يتعلق بالاستراتيجيات الممكن تطبيقها، فإن المشكلة الأكبر **ليست** في التكنولوجيات وفي تكلفة استخدامها بل في كيفية **تخطي** معظم **العقبات** السياسية والسلوكية والاجتماعية .

◀ إذاً هناك إمكانية كبيرة للتخفيف على الأجل القريب والبعيد تتمثل بخفض إنبعاثات غازات الدفيئة من خلال استخدام وسائل تكنولوجية أكثر تطوراً وأقل بعضاً للغازات الدفيئة ، وقد سار هذا التقدم في بعض الدول بخطى أسرع مما كان متوقعاً . هذه الوسائل التكنولوجية تشمل مايلي :

- (1) طرح **توربينات الرياح** في الأسواق وأجهزة الطاقة الشمسية المنزلية منها والصناعية .
- (2) **التخلص السريع** من الغازات الناتجة عن الصناعة ، مثل أكسيد النيتروز المنبعث من إنتاج حمض الأديبيك والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة المنطلقة من إنتاج الألمنيوم .
- (3) العمل على دعم إنتاج وصناعة السيارات التي تعمل بالمحركات **المهجنة** ذات الكفاءة .
- (4) النهوض بتكنولوجيا **خلايا الوقود** أو ما يعرف بتخزين ثاني أكسيد الكربون في **جوف** الأرض .
- (5) فرض ضرائب وتراخيص وحدود **لا يمكن** تخطيها للإنبعاثات/الكربون/الطاقة لكل دولة من الدول ، والعمل على **تعديل** هذه الحدود **سنوياً** حسب الظروف المناخية و**حصّة** التلوث لكل دولة .
- (6) إعطاء **دعم** وأهمية خاصة **للبحث والتنمية** في مجالات الطاقات المتجددة والتكنولوجيات **السليمة بيئياً** . وقد ازداد إنفاق حكومات الدول المتقدمة في مجال بحث وتطوير الطاقة زيادة كبيرة عقب الزيادات في أسعار النفط عام 1970 .
- (7) العمل على **نقل** التكنولوجيات بين البلدان والمناطق والذي من شأنه أن **يوسع** من انتقاء الخيارات على الصعيد الإقليمي .
- (8) إعداد المهارات الفنية والتجارية والإدارية والتنظيمية على الصعيد المحلي والذي **سيعزز** من تدفق رأس المال الدولي ، وهو ما يساعد على النهوض بنقل التكنولوجيا السليمة بيئياً .
- (9) العمل على رفع **الوعي البيئي** والقيام **بحملات إعلامية** ضخمة مدعومة من قبل المنظمات الدولية المعنية ، لاسيما في **الدول النامية** .
- (10) التأثير على السلوك الفردي والتنظيمي من خلال **الابتكارات الاجتماعية** . والتي من شأنها إذا ما اقترنت **بالتغيير التكنولوجي** أن تزيد من تعزيز الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية للدول ، لاسيما أنماط **السلوك المستدام** والأقل بئاً للإنبعاثات . وفي كثير من الأحيان قد تقابل هذه الابتكارات **معارضة** يمكن التصدي لها عن طريق **تشجيع** زيادة المشاركة العامة في عملية **صنع القرارات** .
- (11) السعي إلى **تثبيت** التراكيز في الغلاف الجوي على تخفيضات الإنبعاثات إلى **أقل** مما تم الاتفاق عليه في **بروتوكول كيوتو** . ومعظم التحليلات والأبحاث التي تمت تشير إلى أن تحقيق تثبيت عند مستوى 450 جزءاً في المليون قد يتطلب تخفيضات في الإنبعاثات خلال الفترة الممتدة من عام 2008 إلى عام 2012 تكون **أقوى** كثيراً من الالتزامات المنصوص عليها في بروتوكول كيوتو .

◀ هذا وسوف يتطلب النجاح في تنفيذ خيارات تخفيف غازات الدفيئة التغلب على الحواجز التقنية والاقتصادية والسياسية والثقافية والاجتماعية والسلوكية و/أو المؤسسية التي تحول دون الاستغلال الكامل لفرص خيارات التخفيف على المستويات التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية . انظر الشكل (27) .

مفاهيم إمكانات التخفيف



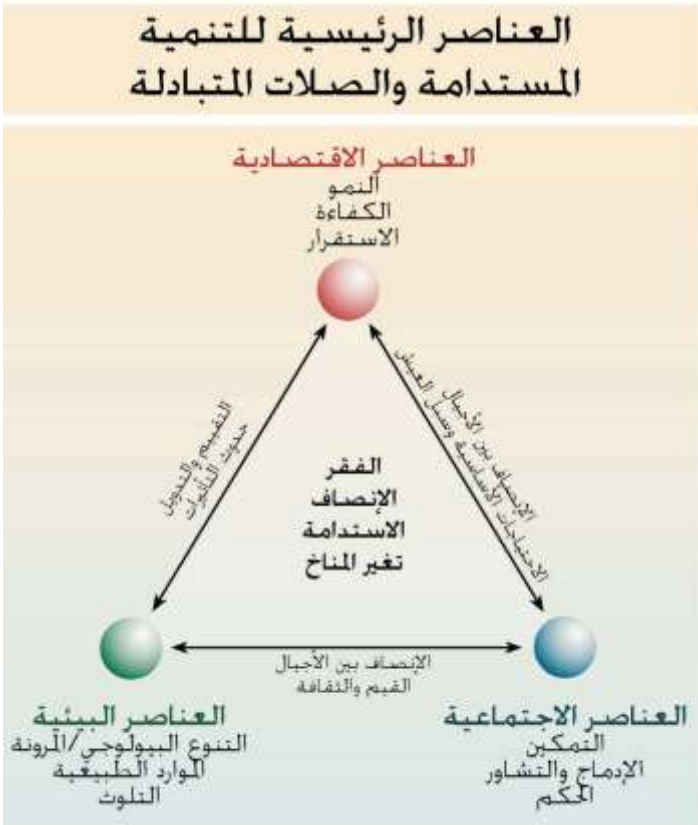
◀ لا يوجد مسار منفرد لمستقبل تقل فيه الإبتعاثات وسيتعين على البلدان والمناطق أن تختار مسارها الخاص بها . وتشير معظم التقديرات والنتائج إلى أن الخيارات التكنولوجية المعروفة والتي ذكرناها آنفاً يمكن أن تحقق نطاقاً واسعاً من مستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مثل 550 أو 450 جزءاً في المليون أو أقل من ذلك خلال الأعوام المائة أو الأكثر القادمة، ولكن التنفيذ سيتطلب تغييرات اجتماعية اقتصادية ومؤسسية مصاحبة لها .

◀ إن البلدان التي تعاني من ضيق الموارد الاقتصادية وانخفاض مستوى التكنولوجيا وتدهور نظم المعلومات وعدم كفاية البنية الأساسية وضعف المؤسسات وعدم استقرارها وعدم الإنصاف فيما يتعلق بالتمكين والوصول إلى الموارد ليست شديدة التأثر بتغير المناخ فحسب وإنما أيضاً بالمشاكل البيئية الأخرى ، وهي تعاني في الوقت نفسه من القدرة المحدودة على التكيف مع هذه الظروف المتغيرة و/أو تخفيفها . ويمكن **تعزيز** قدرة هذه البلدان على التكيف والتخفيف عند **دمج** سياسات المناخ مع الأهداف غير المناخية لتطوير السياسة الوطنية و**تحويلها** إلى استراتيجيات انتقالية واسعة من أجل **تحقيق** التغييرات الاجتماعية والتكنولوجية طويلة الأجل المطلوبة في **التمنية المستدامة** و**تخفيف** تغير المناخ على السواء .

◀ يجب العمل من قبل كافة الدول لاسيما الدول النامية ومن بينها الدول العربية على تحقيق التنمية المستدامة بكافة عناصرها ومكوناتها ، والشكل (28) يوضح تلك العناصر ، حيث تمثل رؤوس المثلث الأبعاد أو الميادين الرئيسية الثلاثة للتنمية المستدامة: الاقتصادية والاجتماعية والبيئية . ويرمي الميدان **الاقتصادي** في الأساس إلى تحسين **رفاه الإنسان** ، وذلك في المقام الأول من خلال الزيادات في استهلاك السلع والخدمات .

ويركز الميدان **البيئي** على **حماية** سلامة ومرونة **النظم الايكولوجية** . ويشدد الميدان **الاجتماعي** على **تقوية العلاقات البشرية** وتحقيق **الطموحات** الفردية والجماعية. وتظهر أمثلة للروابط بين الميادين الثلاثة بطول أضلاع المثلث. وتظهر داخل المثلث القضايا الهامة ، مثل تغير المناخ والفقر والإنصاف والاستدامة وهي **تتفاعل** مع الميادين الثلاثة جميعاً. كما هو واضح في الشكل .

◀ وأخيراً يجب التنويه بأن وضع استراتيجية قادرة على إدارة المخاطر ينطوي على النظر بدقة في العواقب (البيئية والاقتصادية على السواء) واحتماليتها وموقف المجتمع إزاءها .



الشكل (28) : العناصر الرئيسية للتنمية المستدامة والصلات المتبادلة

الخلاصة (رأي شخصي):

لم يعد التكيف خياراً، وإنما ضرورة بالنظر إلى أن تغيرات المناخ وما يرتبط بها من تأثيرات قد بدأت بالفعل في الحدوث. والتكيف التحسبي والتفاعلي الذي يتفاوت باختلاف الموقع والقطاع ينطوي على إمكانية تقليل التأثيرات الضارة لتغير المناخ وتعزيز التأثيرات المفيدة وتحقيق الكثير من الفوائد الثانوية الفورية، ولكنه لن يحول دون وقوع جميع الأضرار. ومع ذلك، فإمكانته محدودة في النظم الطبيعية بدرجة أكبر كثيراً عن إمكانته في النظم البشرية. وقدرة مختلف المناطق على التكيف مع تغير المناخ تعتمد كثيراً على حالة التنمية الاجتماعية الاقتصادية الحالية والمستقبلية وتعرضها لإجهاد المناخ. ولذلك، فإن إمكانية التكيف تكون محدودة بدرجة أكبر في البلدان النامية التي من المقدر أن تكون الأكثر تضرراً. ويبدو التكيف أسهل إذا كانت تغيرات المناخ معتدلة و/أو تدريجية وليست كبيرة و/أو مفاجئة. وإذا تغير المناخ تغيراً سريعاً عن المتوقع في أي منطقة، فستقل إمكانية التكيف في تقليل سرعة تأثير النظم البشرية.

تتفاوت تكاليف وفوائد التخفيف تفاوتاً كبيراً حسب القطاعات والبلدان ومسارات التنمية. وبصفة عامة، من الأسهل تحديد قطاعات - مثل الفحم - ومن الممكن النفط والغاز وبعض الصناعات الكثيفة الطاقة التي تعتمد على الطاقة المنتجة من أنواع الوقود الأحفوري - التي من المرجح جداً أن تعاني من عيوب اقتصادية ناجمة عن التخفيف. وخسائرها الاقتصادية تكون فورية بصورة أكبر، وتكون أكثر تركيزاً ومؤكدّة بصورة أكبر. والقطاعات التي من المرجح أن تستفيد تشمل الطاقة المتجددة والخدمات والصناعات الجديدة التي تطورت نتيجة للطلب على أنواع الوقود الأقل بئناً للإنبعاثات والطلب على تقنيات الإنتاج. وتتفاوت كثيراً هياكل الطاقة في مختلف البلدان ومسارات التنمية، ولذلك تتفاوت أيضاً التكاليف والفوائد التي يحققها التخفيف. ويمكن للضرائب التي يتم فرضها على الكربون أن تسبب تأثيرات سلبية على الفئات المنخفضة الدخل إلا إذا استخدمت إيرادات الضرائب بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لإصلاح هذه التأثيرات.

وأخيراً يمكن خفض تكاليف التكيف عن طريق التوقع والعمل المخطط، وقد تكون كثير من التكاليف زهيدة نسبياً، ولاسيما عندما تسهم سياسات وتدابير التكيف في تحقيق الأهداف الأخرى للتنمية المستدامة. فالسياسات العامة غير المتوقعة (الطول السريعة) بما تنطوي عليه من آثار مفاجئة قصيرة الأجل قد تكلف الاقتصاد نفقات أكبر بكثير مما تسببه السياسات المتوقعة ذات الآثار التدريجية.

.....نح بعون الله نعالج.....

