التغيرات المناخية في الغلاف الجوي وتأثيراتها الحيوية على الكائنات الحية (النباتية والحيوانية)

أ.د.علي صاحب الموسوي
جامعة الكوفة– كلية التربية للبنات

م.م. مثنى فاضل علي
جامعة الكوفة – كلية الآداب

المقدمة.

تعد التغيرات المناخية واحدة من أهم وابرز المشكلات التي تواجه الإنسان وبيئته بمجمل عناصرها وظواهرها ومنذ القدم، واليوم أصبحت هذه المشكلة واحدة من اخطر التحديات الآنية والمستقبلية، التي تعد ظاهرة مرافقة لنشاطات الإنسان الحضارية في حين كانت فيما مضى نتاج طبيعي لما شهدته الكرة الأرضية من تغيرات أو تبدلات شاملة عبر عصورها الجيولوجية .

يعنى علم المناخ بميدان واسع من الغلاف الحيوي للكرة الأرضية(الهواء، الماء والأرض)، ويشمل ذلك الاهتمام بالنواحي التطبيقية للنشاطات المتعلقة بهذا الغلاف الحيوي، وتبين الدراسات الحديثة للمناخ اتجاهات كبيرة شملت جميع الميادين والأصعدة الطبيعية والبشرية ومنذ القدم. فالمناخ يهتم بمشاكل الإنسان ونشاطاته كافة كالمتعلقة بالصحة، الطاقة، التصحر، الغذاء، العمليات العسكرية، المدن، التخطيط والصناعة...وغيرها، لذا تعد دراسة التغييرات المناخية من المواضيع المهمة ذوات الأهمية التي استولت على اهتمامات العلماء والباحثين والمتخصصين سواء أكانوا مناخين أم جغرافيين أم هيدرولوجيين أم بيولوجيين أم زراعيين...و غير ذلك من التخصصات.

ولقد أصبحت المعلومات المناخية عاملاً هاماً في التعرف على كل مظاهر الحياة الحيوية التي تتأثر بالتغيرات المناخية التي تحدث في الغلاف الجوي، لذا جاء هذا البحث ضمن تخصص مهم جدا من فروع الجغرافية ألا وهو الجغرافية الحيوية Biogeography التي تتضمن دراسة النباتات والحيوانات وتوزيعها الجغرافي وأسباب وجود أنواعها في بيئات دون أخرى... ودراسة الجغرافية البشرية والانثروبولوجيا والعلوم الاجتماعية، وكلها ميدان الجغرافية الحيوية.[1] وقد جاء بحثنا هذا ليركز على جانب مهم ضمن هذا الميدان آلا وهو التغيرات المناخية التي تؤثر على الكائنات الحية وطبيعة هذا التأثير حاليا ومستقبلا. مستعرضين مفهوم هذه التغيرات واسبابها الطبيعية منها والبشرية ومن ثم التأثيرات التي تؤديها هذه التغيرات، وكذلك الإمكانيات التي يمكن ان تحد او تقلل من هذه التغيرات او من اثارها السلبية على الحياة الحيوية للنباتات والحيوانات.

المبحث الأول
مفهوم التغيرات الطقسية والمناخية وأسبابها

أولا: مفهوم التغيرات الطقسية والمناخية.

المناخ متغير دائما، فالتغير هنا هو القاعدة. قبل قرنين من الزمن كان جزء كبير من النصف الشمالي للكرة الأرضية خارجا لتوه من عصر ثلجي صغير، وقبل ألف سنة أي خلال العصور الوسطى كانت المنطقة نفسها تعيش حقبة دافئة وقبل ثلاثين عاما كان الاهتمام بالبرودة العالمية. [2]

تشير عبارة تغير المناخ إلى أي تغير يحدث في المناخ عبر الأزمنة سواء أكان ناجماً عن التقلبات الطبيعية أو نتيجة للنشاط البشري، وهذا المفهوم يختلف

عما هو عليه في الاتفاقية الإطارية بشان تغير المناخ، إذ تشير عبارة تغير المناخ إلى التغير الذي يعزى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى النشاط البشري الذي يفضى إلى تغير في تركيب الغلاف الجوي فضلاً عن تقلباته الطبيعية على مدى مدد زمنية متماثلة. (3)

يوجد عدد من المصطلحات المتعلقة بالتغير المناخيبحسب تعبير المختصين في هذا المجال، فمنهم من يقول بمصطلح (التبدل المناخي) وآخرين (بالتغير المناخي) ومنهم من يعده (تذبذب مناخي)، ويبدو أن إطلاق المصطلح العلمي الصحيح والدقيق مرتبط أساسا بالمدة الزمنية التي يسودها التغير أو التبدل أو التقلب أو التذبذب المناخي وكذلك ما يحصل بعد عملية التبدل أو التغير من استقرار أو عودة إلى الوراء للمناخ السابق للتغير أو التبدل بحيث إن عدداً من العلماء والباحثين يجدون إن مصطلح (تبدل) هو ما حصل في مناخات العصور السحيقة من (تبدلات) كبيرة شملت معظم سطح الكرة الأرضية ولمدد طويلة ثم تغير (تبدل) المناخ ليصبح مناخاً آخر يختلف عن سابقه من عملية التبدل.

ان التغيير الحاصل في عنصر أو مجموعة عناصر المناخ خلال الزمن، كمعدل الحرارة على سبيل المثال الذي يرتفع في منطقة معينة ويستمر الارتفاع حتى يصل إلى مستوى معين ثم يبدأ بالانخفاض والى أن يصل مستوى معين ثم يعاود الارتفاع، وهذا الارتفاع والانخفاض في المعدل وخلال مدة طويلة من الزمن يسمى تبدل مناخي، ويكتشف هذا التغير من استخراج المعدل السنوي (المتحرك) لدرجة الحرارة لعدد من السنين يتجاوز المائة سنة وفي هذه الحالة لابد من التمييز بين التبدل والتذبذب، التذبذب هو ارتفاع وانخفاض قيم العنصر حول معدله، مثلا المعدل الحراري (25°م) يمكن أن يكون متوسطه (35°م) و(20°م). أما التبدل المناخي فانه ارتفاع أو انخفاض معدل الحرارة لمدة طويلة من الزمن قد تزيد عن مئات السنين ويشترط بالتبدل (الثبات)، فمثلاً إذا كان معدل درجة الحرارة مدينة

بغداد(23°م) وارتفع هذا المعدل الطويل الأمد إلى (30°م) وانخفض إلى (15°م) كمعدل وثباته على هذا التغير لمدة طويلة يعني تغيراً واضحاً في المناخ علماً إن التغير لا يشترط في كل العناصر، إن التغير في عنصر واحد قد يتبعه تغير في بقية العناصر في اغلب الأحيان[4].

يصعب التمييز بين التذبذب والتبدل المناخي، فعلى المدى القصير يعد التذبذب هو الاختلاف المناخي بين سنة وآخر أو شهر وآخر أو بين مجموعة سنوات وسنوات أخرى على أن لا تتعدى (30) عاماً. أما التبدل فهو التغير في معدلات المناخ الثابتة لأكثر من مائة عام. أما على المدى الطويل فان التبدل المناخي هو (التغير الكامل في معدلات معظم العناصر المناخية أو لنقل الانتقال من مناخ دافئ إلى مناخ جليدي أو من رطب إلى جاف وفي هذه الحالة فان المدة التي يستغرقها هذا التبدل واستمراره مدة طويلة يؤدي إلى ظهور (تذبذب) داخل هذه المدة وهذا ما حصل في العصور السابقة[5]. يستنتج من ذلك ان التغير هو مفهوم ملازم للتبدل ولايشترط فيه الثبات لمدة طويلة، واذا ما حصل لمدة طويلة فأنه ممكن ان يؤدي الى حالة التبدل اذا ما كان (التغير) شاملا ومؤثرا في بقية العناصر اي الانتقال أو التحول من خصائص مناخية معينة الى خصائص أخرى مغايرة الى الخصائص الموجودة قبل عملية التغير.

تشير الاستكشافات والأدلة التي توصل إليها علماء الجيولوجيا والنبات والحيوان والآثار بان هناك تغيرات مناخية واسعة النطاق قد حصلت في مناخ الأرض منذ البدايات الأولى وحتى العصر الذي نحن فيه وعلى سبيل المثال يشار إلى إن شمال أوربا كان مغطى بالجليد في العصر الجليدي (Ice Age) وكان ذلك خلال الزمن الجيولوجي الرابع، واستمر ذلك لآلاف السنين أما شمال أفريقيا وغرب آسيا التي تنتشر فيها الصحاري الجافة حالياً فقد مرت بمدد لسقوط الأمطار الغزيرة أطلق عليها العصر المطير[6].

ثانيا. أسباب التغيرات المناخية.

إن العامل الأساسي المتحكم بالمناخ هو الإشعاع الشمسي، واختلاف كمية هذا الإشعاع الواصل إلى أية منطقة يؤدي إلى اختلاف مناخها لهذا يمكن للمناخ أن يتبدل لأسباب كثيرة. فالعوامل المؤثرة على الإشعاع ومن ثم في المناخ كثيرة، لذلك من الممكن أن يكون أي عامل منها سبباً للتبدل المناخي حتى إن تفاعل هذه العوامل بمجموعها يمكن أن يكون سبباً اضافياً للتبدل المناخي في الحقيقة لايمكن اعتبار سبب أهم من الأخر، ولكن يمكن إن يكون لأي منهما عاملاً منشطاً للتبدل المناخي، في حين يمكن اعتبار بعض العوامل مسببة لتبدل واسع كبير بينما تكون عوامل أخرى مسببة لتبدل محدود.

يعد مناخ الأرض عبارة عن سلسلة من العصور الجليدية التي تتخللها مدد دفيئة اذ شهدت الأرض قبل (45 ألف عام) خمس مدد زمنية بدأت آخرها منذ (000، 10 عاما) وقد بدأت فيها الحضارة التي يشير اليها التاريخ المكتوب ولا نزال نعيش ضمن هذه المدة الدفيئة،[7] وقد ظهرت نتيجة لذلك عدد من النظريات التي تفسر ظواهر العصور الجيولوجية والتغيرات المناخية الأخرى والتي من أهمها:[8]

1- نظرية زحزحة القارات وحركة الصفائح.

تعتمد هذه النظرية على إن القارات بتوزيعها الحالي لم تكن في مواقعها الحالية قبل ملايين السنين، اذ يعتقد فاكنر واضع النظرية إن اليابس كان يتكون من قارة واحدة هي بنجايا انقسمت هذه القارة بفعل عوامل عديدة إلى قارتين هما جندوانالند في الجنوب ولوراسيا في الشمال واستمرت القارتين بالتكسر والتحرك حتى وصلت إلى توزيعها الحالي، هذا يعني إن قارات اواجزاء منها كانت في عروض غيرعروضها الحالية فهناك أجزاء من قارة أسيا كانت في القطب الجنوبي ونتيجة تحركها وصلت إلى العروض المدارية، فشبة القارة الهندية كانت في العروض

القطبية وهي ألان في العروض المدارية، في حين إن الزحف الجليدي في أوج تقدمة لم يصل إلى هذا العروض. كما إن هذه النظرية فسرت وجود أثار عصور جليدية قدر عمرها بـ(230 مليون) سنه مضت في مواقع مدارية حالياً في استراليا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية، فالمعروف أن نوع المناخ يخضع لعروض المنطقة، وعلية فأن مناخ العروض المدارية يختلف عن مناخ العروض الوسطى وكذلك عن العروض القطبية، فإذا ما تحركت مناطق من عروض إلى أخرى فأن مناخها يتبدل، وبنفس الوقت فأن هذا التحرك ينتج عنه تبدل في طبيعة مناخ المنطقة التي تم التحرك اليها. فتحرك القارات او أجزاء منها يؤدي كذلك إلى تغيير في طبيعة التيارات البحرية التي كانت سائدة، وفي بعد المنطقة او قربها من المسطحات المائية وهذا بدورة يؤثر على مناخ المنطقة.

أن تطور نظرية زحزحة القارات إلى نظرية الصفائح قد القى ضوءاً جديداً على تفسير التبدلات المناخية. فالمعرف لدينا ألان إن الصفائح في حركتها المتعاكسة او المتقابلة تخلق واقعاً تضاريسياً جديداً فعند اصطدام الصفائح تتكون الجبال الالتوائية، كما في جبال الألب، الهملايا، الانديز والروكي. إن ظهور هذه الجبال وفي مواقعها الحالية قد اوجد في المنطقة مناخاً جديداً فقد عزل مناطق عن التاثير البحري، وعرض مناطق إلى هبوب أنواع جديدة من الرياح لم تكن تألفها من قبل، كما إن المنطقة التي ارتفعت أصبح مناخها مختلفاً عما كان في السابق إما في حالة افتراق الصفائح فان الانكسار الناتج عن هذا الافتراق يؤدي غالباً إلى ظهور البحار كما في البحر الأحمر، اذ إن المناطق المنخفضة الناتجة عن الانكسار سوف تغمر بالماء، إن هاتين النظريتين تفسران التبدل المناخي الجذري او الكامل غالباً. اذ إن حركة الصفائح وزحزحة القارات يؤثر وبشكل مباشر في التيارات البحرية وحركة الكتل الهوائية ودرجة الحرارة والامطار وبقية عناصر المناخ الاخرى.

وهما يحتاجان إلى وقت طويل لإكمال مهمتهما، اذ تقدر المدة الزمنية بالألف بل وملايين السنين.

2- النظرية الفلكية.

هناك مجموعة من النظريات الفلكية التي تشير إلى إن كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض غير ثابت عبر العصور. فعلاقة الأرض بالشمس تحدد إلى مدى كبير نوع المناخ السائد وموقع الأرض الحالي من الشمس هي التي حددت نوع المناخ الحالي السائد، واستناداً إلى هذه الحقيقة فقد استفاد علماء المناخ من نظريات فلكية ظهرت في الأربعينيات من القرن العشرين)، وهذه النظريات التي وضعها مليوتن ميلانكوفتش اليوغسلافي MilutinMilan Kovitch تشير إلى إن موقع الأرض من الشمس ليس ثابتاً، ويتغير بثلاث طرق:

أ- الشكل البيضوي لدوران الأرض حول الشمس والشكل الدائري، اذ تؤكد هذه النظرية إن الأرض تغير شكل دورتها حول الشمس بين الشكل البيضوي والشكل الدائري ففي كل(100.000 إلى 90.000 سنه) يتغير شكل دورة الأرض من الشكل البيضوي إلى الشكل الدائري. ففي الشكل البيضوي للدوران تقترب الأرض من الشمس في كانون الثاني (يناير) فتصبح المسافة بينهما (147 مليون كم)، وهذا ما يسمى بالحضيض وتبتعد الأرض عن الشمس في تموز (يوليو) مسافة (153 مليون كم)، وهذا ما يسمى بالأوج، ان ابتعاد الأرض عن الشمس في تموز يؤدي إلى الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض بمقدار(6 %) في تموز(يوليو) عنه في كانون الثاني (يناير) أي إن صيف النصف الجنوبي يستلم طاقة أكثر بـ(6 %) من صيف النصف الشمالي. هذا النقصان في كمية الإشعاع الشمسي في تموز وزيادته في كانون الثاني يجعل صيف وشتاء النصف الشمالي اقل قسوة وعندما يتغير شكل الدوران إلى دائري فأن الأرض تكون في نفس البعد عن الشمس في كل

الفصول وبذلك ليس هناك فرق في كمية الأشعة الواصلة إلى النصف الشمالي عن النصف الجنوبي في فصل الصيف لكلا النصفين، وبذلك يصبح الصيف الشمالي أكثر حرارة مما هو عليه ألان، وشتاؤه اقل برودة مما هو عليه ألان، مع إن هذا هو بحد ذاته تبدل مناخي، إلا إن ما يترتب على هذا التبدل قد يكون إشارة الانطلاق لعصور جليدية، فقد توصل الجيولوجيون الى إن هناك دورة مناخية للعصور الجليدية أمدها (100.000 سنه) يعقبها مدة دفيئة مقدارها (10.000 سنة)، لذلك يعتقد العلماء إن(45%) من أسباب التبدل المناخي تعود إلى شكل دوران الأرض.

ب- زاوية ميلان المحور- تتغير زاوية المحور للأرض بين(24.4ْ وَ22.1ْ) كل (41.000 سنة)فزاوية الميل للمحور ألان(23.5ْ)، ومناخ الأرض كما هو علية ألان. فإذا زاد الميلان للمحور وأصبح(24.4ْ)، فأن الليل القطبي في المنطقة القطبية الشمالية على سبيل المثال والذي هو ستة أشهر، سيسود في دوائر عرض ادنى من الوقت الحاضر أي إن الليل القطبي ولمدة ستة أشهر سينزل إلى دائرة(70ْ) شمالاً، وبذلك فأن الغطاء الجليدي للأرض سوف يتسع ليشمل مناطق أدنى إلى الجنوب من خط الجليد الدائم الحالية، وهذا طبعاً سينطبق على القطب الجنوبي كذلك، أي إن الغطاء الجليدي على الأرض سوف يتسع، وقد يكون ذلك مقدماً لعصر جليدي، إما في حالة كون زاوية الميل تصبح(22.1ْ)، فأن الليل القطبي سيتقلص في القطبين، وبذلك ترتفع درجة حرارة القطبين عما هو عليه ألان.

ج- اتجاه ميلان المحور Precession - يتجه ميلان المحور في الوقت الحاضر إلى النجم القطبي وفي كل(26.000 سنة) يتغير الاتجاه إلى النجم فيكا، ليعود بعد ذلك إلى اتجاه القديم، والنجم فيكا يقع في الاتجاه المعاكس لاتجاه النجم القطبي ، ففي حالة اتجاه محور الأرض باتجاه النجم فيكا فأن موعد الفصول سيتغير فيصبح شتاء النصف الشمالي في تموز (يوليو) وصيف النصف الشمالي في كانون الثاني (يناير)، فإذا كان شكل دوران الأرض بيضوي فسيتلاءم موقع

الأرض في مدة مع صيف النصف الشمالي، مما يعني ارتفاع في درجة حرارة الصيف، إما شتاء النصف الشمالي فسيتلاءم مع مدة الأوج، مما يعني اشتداد برودة الشتاء وهذا هو تغير مناخي واضح، أما النصف الجنوبي فأن شتاءه سيكون أدفأ من الوقت الحاضر وصيفة ابرد من الوقت الحاضر.

إن تأثير هذه النظريات على المناخ لا يقتصر على تأثيرها المنفرد، أي كل نظرية على حدة، وإنما يتعدى ذلك إلى تأثيرها مجتمعة. فلأن مواعيد حدوثها مختلف فأن هناك مرتان يتغير اتجاه ميلان المحور وتتغير عندها زاوية 24.2) ميل المحور وبعد دورتين من تغير زاوية الميل يكون شكل دوران الأرض حول الشمس قد تغير، وهذا يعني أن يصادف كل(100.000 سنة) إن تكون الأرض قد مرت بمدد متطرفة ومدد غير متطرفة بعلاقتها بالشمس فيصادف إن يكون شكل الدورة بيضوي، وزاوية الميل (24.4ْ) وميلان المحوراتجاه النجم فيكا، وهذا أقصى تطرف يمكن إن تشهده الأرض، أن هذه النظرية قد أعيد حسابها مرات عديدة من قبل مجموعة من الفلكيين، وقد تم تصحيح بعض الأرقام البسيطة فيها. لذلك تعد هذه النظرية لا غبار عليها وفي دراسة لإيجاد علاقة بين الدورات التي اقترحها العالم الفلكي اليوغسلافي وبين العصور الجليدية والدفيئة على سطح الأرض، فقد وجد أن هناك علاقة جيدة بين هذه الدورات الثلاث وبين التغيرات المناخية الكبيرة التي مرت على الأرض، وقد وجد أن للدورة الأولى أكبر الأثر في ذلك اذ إن اختلاف شكل دورة الأرض من الشكل البيضوي لها الأثر الكبير في التغيرات المناخية الكبيرة التي شهدتها الأرض، وأن الدورتين الأخيرتين مسؤولتان عن التذبذب الحاصل في مناخ كل مدة من المدد.

3- نظرية الغبار البركاني والغبار الذي يسببه الإنسان .

تعالج هذه النظرية التأثير المباشر على الإشعاع الشمسي الواصل إلى أية منطقة عن طريق اعتراض طريق هذا الإشعاع وتقليل كمية الواصل منه إلى

الأرض. فالانفجارات البركانية يصاحبها دائماً انبعاث كمية كبيرة من الأتربة والدخان تقذف إلى ارتفاعات كبيرة قد تصل احياناً الى طبقة الستراتوسفير، وإذا ما وصلت هذه الأتربة إلى هذه الطبقة فأنها ستبقى معلقة هناك ولمدة طويلة لعدم وجود الإمطار التي تساعد على إنزالها معها عند السقوط فصغر حجمها يجعل تأثير الجاذبية الأرضية عليها ضعيفاً، مما يسمح لها بالبقاء مدة تزيد على الثلاث سنوات، لذلك تعمل هذه الأتربة على حجز جزء من الإشعاع الشمسي عن طريق الامتصاص والتشتت من الوصول إلى سطح الأرض. إن هذا الخفض في كمية في الإشعاع الشمسي سيؤثر بشكل مباشر درجة الحرارة وبالتالي ستتأثر جميع عناصر المناخ الأخرى. إن حجز كمية من الإشعاع الشمسي لمدة اكثرمن سنه سيؤثر بشكل مباشر على تقصير فصل الصيف وأطالت مدة الشتاء، وأن هذا النقص في الإشعاع الشمسي قد يكون السبب المحفز للتبدل المناخي الشامل، أما في حالته الاعتيادية فأن هذا النقص في الإشعاع الشمسي يؤدي إلى تذبذب مناخي مؤقت. أن انخفاض النشاط البركاني بين سنة (1915 وسنة 1963) قد أعطى دعماً لهذه النظرية اذ توافق مع ارتفاع ملحوظ في معدل درجة حرارة الأرض، ولكن انخفاض درجة حرارة الأرض خلال عقد الأربعينات ومن دون وجود نشاط بركاني كبير يتعارض مع منطوق النظرية، اذ إن الانخفاض في درجة حرارة قد سبق استعادة البراكين نشاطها بحوالي (23 سنة).

هناك نوع أخر من الغبار المتطاير بسبب الإعمال الإنشائية، فبناء السدود المائية وشق الطرق في المناطق الجبلية يتطلب تفجير أجزاء من المنطقة بغرض تسويتها هذا التفجير ينتج عنه تطاير كميات كبيرة من الأتربة تبقى معلقة في الهواء حتى تسقط الإمطار، كما إن الحروب القديمة والحديثة ينتج عنها تطاير كميات كبيرة من الأتربة في الهواء، كما إن حرق النبات والدخان الناتج عن حرق وقود السيارات والمعامل والذي ينتج التلوث يدخل ضمن هذا النوع.إن استمرار وجود هذه

الكميات من الأتربة في الهواء والتلوث يقلل من كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، مما يؤدي إلى خفض درجة الحرارة التي بدورها تؤثر في بقية عناصر المناخ، ومن الواضح إن تأثير هذه الأتربة لوحدة لايؤدي إلى تبدل مناخي إلا إذا رافقته عوامل أخرى، إما عمل هذا العامل منفرداً فأنه يؤدي إلى تذبذب مناخي قصير الأجل.

4- نظرية البقع الشمسية- (نظرية هنتجتون- فشر).

يطلق عليها أيضا دورة البقع الشمسية وأساسها اختلاف الحرارة التي تنبعث من الشمس تبعا لظهور البقع الشمسية (الكلف الشمسي) في المدد التي تبلغ فيها الشمس أقصى نشاطها، وتشتد الأعاصير والزوابع في بعض المناطق من سطح الأرض لأسباب ترتبط بتغير الضغط الجوي وربما تكون هي العامل المسؤول عن هبوط الحرارة وذلك بسبب سرعة انتقال الهواء من جهة إلى أخرى ثم صعوده إلى الأعلى وتسرب حرارته في الفضاء ، ويقدر الزمن الذي تتم فيه دورة البقع الشمسية بـ(11)عاما.

مع قدم هذه النظرية الان استعمالها يتجدد، ومفهوم هذه النظرية هو ان الشمس عبارة عن جسم غازي ملتهب، وتستمر الغازات في التهابها نتيجة الانفجارات النووية التي تحدث في الشمس، والتي تكون مسئولة عن الطاقة الهائلة المنبعثة من الشمس. وتؤدي إلى خروج السنة اللهب إلى بعد كبير عن السطح الخارجي للشمس والى الفضاء المحيط بالشمس، ولان السنة اللهب هذه تبرد بسرعة عند ابتعادها عن السطح الخارجي، فأنها تبدو على شكل بقع سوداء للناظر اليها من الأرض، مما يعني وصول كميات اكبر من الطاقة إلى الأرض عندما تكون البقع كثيرة، وتقدر هذه المدة بحوالي (11 سنة) هذه المعلومات هي التي أغرت المناخيين في الماضي للاعتقاد بوجود دورة مناخية أمدها 35 سنة .

في دراسة ظهرت في السبعينيات لفلكيين تبين إن المدة الواقعة بين (1645 و1715) قد تميزت باختفاء البقع الشمسية. وفي دراسة ثانية، جرت محاولة لربط هذا الاختفاء للبقع بالمناخ الذي ساد أوربا في تلك المدة باستعمال نسبة تكرار الوهج القطبي أو نسبة(كاربون 14) في حلقات الأشجار كمعبر عن مدد قلة أو زيادة النشاط الشمسي مع مدد انخفاظ وارتفاع درجات الحرارة كانت النتيجة إن هناك توافقاً جيداً مع دورة الشمس، فقد مرت مدة على أوربا من نهاية القرن السابع عشر إلى بداية القرن الثامن عشر سميت بالعصر الجليدي الصغير شهدت هذه المدة انخفاض في درجة الحرارة يتطابق تماماً مع مدة اختفاء البقع الشمسية. فقد خلصت الدراسة إلى إن التغيير في النشاط الشمسي مسؤول عن التغيير المناخي والذي قد يستمر بين (50 إلى مئات السنين)، ولكن السؤال الذي مازال مطروحاً هو كيف نوفق بين (دورة 11 سنة) والتغير المناخي، اذ أن الدراسة السابقة لم تربط بين الدورة الشمسية والتغير المناخي، وفي محاولات عديدة بعضها نجح وبعضها فشل في إيجاد العلاقة بين البقع الشمسية والتبدل المناخي، فأن الباحثين ما زالوا يبحثون عن طريق لربط الدورة الشمسية بالتغير المناخي، وفي محاولة من المجلس البحث العلمي الأمريكي في هذا المجال، ركز المجلس على أهمية تغيير طريقة البحث من استعمال الإحصاء (لان نسبة التغيير في الإشعاع قليلة فلا يظهر تأثيرها في العلاقات الإحصائية إلى البحث عن السبب او الأسباب الفيزيائية التي يمكن إن يحدثها تغيير بسيط في كمية الإشعاع الواصل إلى الأرض على المناخ.

وخلاصة القول فقد أثبتت الدراسات الحديثة ان لظهور تلك البقع الشمسية ولزيادة عددها على قرص الشمس تأثيرات مهمة وواضحة في رفع درجات الحرارة في الغلاف الجوي للأرض، كما حصل في السنوات(2000-2002/1989-1991) وهي قمة ظهور البقع الشمسية في العصر الحديث. اما التقرير الذي نشريه(BBC.online) للشؤون العلمية(2004/7/7) تحت عنوان الشمس تسجل

أعلى نشاط لها منذ ألف سنة،فقد القي اللوم في ارتفاع درجات الحرارة على نشاط الشمس وليس الاحتباس الحراري .كما أشار تقرير صادر عن معهد الفضاء في زيورخ إلى ان عدد البقع الشمسية قد زاد على مدار القرن الماضي في الوقت الذي ارتفعت فيه درجة حرارة الأرض.[9]

معلومات البقع الشمسية يمكن ربطها بالتبدل المناخي عن طريق تذبذب كمية الطاقة الواصلة إلى الأرض، ولما كانت كمية الطاقة الواصلة إلى الأرض لا تختلف إلا بكميات قليلة بين النشاط العالي للشمس والنشاط الواطئ، لذلك نعتقد إن البقع الشمسية لاتؤدي إلى تبدل مناخي كبير إلا إذا تلاءم حدوثها مع عوامل أخرى لذلك فأن أفضل ما يمكن للبقع الشمسية إن تحدثه هو تذبذب مناخي.

5- نظرية ثاني اوكسيد الكاربون.

النظرية الأكثر شيوعاً في الوقت الحاضر. ويستند مؤيدوها على إن غاز ثاني اوكسيد الكاربون هو من غازات البيوت الزجاجية، أي أنه احد الغازات المسئولة عن تسخين الأرض عن طريق قدرته على امتصاص الأشعة الأرضية الطويلة الموجة ولولا وجود هذا الغاز لأصبح جو الأرض مشابهاً لجو القمر، ان غاز ثاني اوكسيد الكاربون يسمح للأشعة الشمسية القصيرة الموجة أن تمر إلى جو الأرض من دون أن يستطيع امتصاصها بينما يكون معتماً أمام الأشعة الأرضية الطويلة الموجة فيقوم بامتصاص جزء كبير منها، وبهذه الطريقة يسخن الغلاف الغازي المحيط بالأرض لذلك فأن نسبة هذا الغاز في الغلاف الجوي يزيد الأرض آنية امتصاص الطاقة مما يرفع من درجة حرارة الأرض.

تعد كمية غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي ليست ثابتة ويعود ذلك إلى نشاط الإنسان بالدرجة الأولى في الوقت الحاضر، والى النشاط الطبيعي في الحالات الاعتيادية يتولد غاز ثاني اوكسيد الكاربون من عمليات الاحتراق

للنباتات والمواد النفطية ، وكل أنواع الوقود الأخرى ويستهلك ثاني اوكسيد الكاربون من النبات بالدرجة الأولى ففي فصل الربيع في العروض الوسطى والعليا مثلاً تقل نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الجو، وذلك بسبب أستهلاك النباتات. في حين تزداد نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الخريف والشتاء بسبب دخول كثير من هذه النباتات مدة سبات مما يتوقف استهلاك هذا الغاز من قبلها هذا في الأحوال الطبيعية، أما في الوقت الحاضر فأن اعتماد الإنسان أكثر على الوقود أدى إلى اتساع استعماله بشكل متزايد، مما أدى إلى ضخ كميات كبيرة من هذا الغاز إلى الغلاف الجوي صحيح إن ارتفاع نسبه ثاني اوكسيد الكاربون قد تنشط عملية التمثيل الضوئي للنباتات فتستهلك نسبة منه لتخزن من جديد في النبات، كما إن البحار والمحيطات تخزن جزئاً أخر، إلا إن الدراسات بينت إن نسبة (50%) من هذا الغاز المولد عن طريق حرق الوقود يبقى في الغلاف الخارجي، وبذلك قدرت النسبة التي أضيفت للغلاف الخارجي بين سنتي (1860 و 1970) بـ (10%) من نسبة هذا الغاز في الهواء، وبذلك ارتفعت كمية الغاز في الهواء من(285 جزءاَ بالمليون) إلى(330 جزءاً بالمليون)، والتوقعات تشير إلى أن الكمية سوف تتضاعف بحلول عام (2040). رافق ذلك تزايد قطع الغابات وخاصة في العروض الدنيا والاستوائية أي أن الإنسان الحديث ونتيجة متطلبات التنمية قام بعملية مزدوجة، فهو يضخ كميات كبيرة من الغاز إلى الغلاف الجوي وبنفس الوقت يقطع جزءاً من رئة الغلاف الغازي المتمثلة بالأشجار وخاصة الغابات الاستوائية هذه العملية أدت إلى زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الغازي من(0.33% إلى 0.44%)، وهناك عدد من الدراسات الحديثة التي تشير إلى أن تضاعف كمية ثاني اوكسيد الكاربون في الجو قد ترفع درجة حرارة المناطق الاستوائية إلى(2 ْم)، وهذا يصبح خطيراً جداً إذا ما علمنا أن حرارة المناطق القطبية الشمالية هي (-6 ْم)، أي إن صيف القطب الشمالي سيصبح(صفراً مئوياً) مما يؤدي إلى إذابة كميات كبيرة من الثلوج القطبية.

ما يهمنا هنا هو اثر ذلك على التبدل المناخي فمن الواضح إن استمرار زيادة ثاني اوكسيد الكاربون في الجو سيؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة ، أي أن العالم مقبل على استمرار المدة الدفيئة التي تمتع بها منذ أكثر من(10 الآلف سنة).

ولو طرحنا سؤالا حول ما هو مستقبل مناخ الأرض في ضوء هذا التغيير في ثاني اوكسيد الكاربون؟ الجواب على هذا السؤال فيه الكثير من الغموض لان العلاقة الكاملة بين عناصر المناخ مازالت غير واضحة تماماً. وهنا يطرح تساؤلاً مهم لعدد من الباحثين يعد من اشد الانتقادات التي وجهت إلى هذه النظرية .إذا كان لثاني اوكسيد الكاربون هذا التأثير فلماذا شهد العالم في عقد الأربعينات من هذا القرن انخفاضاً جديداً في درجة الحرارة ؟ ومازال هذا الانخفاض مستمراً إن بعض المؤيدين لهذه النظرية يرد بالقول انه لولا الكمية المرتفعة نسبياً لغاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو لكانت نسبة الانخفاض في درجة الحرارة التي شهدها العالم أكثر شدة، في حين أن هناك أدلة أخرى تشير الى إن ارتفاع درجة الحرارة مستمر، اذ إن ارتفاع منسوب البحر من القرن الأخير لحد ألان كان بمعدل(15سم) في حين يرى باحثون أخرون إن ارتفاع الحرارة الناتج عن زيادة ثاني اوكسيد الكاربون سيؤدي إلى زيادة التبخر مما سيرفع من كمية الغيوم. إن ارتفاع كمية الغيوم بنسبة(6 %) فقط عن معدلها الحالي سيخفض درجة الحرارة بمعدل (0,5 م°)، وذلك لان الغيوم ستحجب جزءاً من الإشعاع الشمسي.

يتفق معظم الباحثين على درجة حرارة الأرض ارتفعت بمعدل (1 م°) عام 2000 وسترتفع بمعدل (2م) عام 2040، إذا استمرت كمية ثاني اوكسيد الكاربون بالارتفاع بمعدلها الحالي نفسه، وهذا ما دعا دول العالم للاجتماع في اليابان لتوقيع معاهدة كيوتو للحد من إنتاج غازات البيوت الزجاجية، وهنا يبدأ الخلاف في كيف سيكون مناخ الأرض إذا ارتفعت درجة الحرارة؟ فرفع درجة الحرارة سيؤدي إلى رفع درجة الحرارة مياه الهواء، مما سيؤدي إلى انخفاض قابليتها على خزن ثاني اوكسيد

الكاربون، وهذا سيحرر نسبة من الكاربون المذاب فيها إلى الغلاف الغازي كما إن تسخين المحيطات سيرفع من كمية بخار الماء في الهواء، وهو غاز يرفع من درجة الحرارة، وهذا سيعجل من رفع درجة الحرارة.

6- نظرية بروكنر أو دورة بروكنر.

تعرف بدورة الأعوام الخمسة والثلاثين التي تظهر تأثيراتها في شكل عدد من الظواهر الطبيعية، كتقدم وتقهقر عدد من الأنهار الجليدية، اختلاف مستوى الماء في عدد من الأنهار والبحيرات، اختلاف مواعيد تجمد او ذوبان الجليد في بعض الأنهار، كما أصابت الجهات الداخلية من المنطقة المعتدلة الباردة مدد متعاقبة باردة ممطرة وحارة جافة. كما توجد دورات أخرى للنشاط الشمسي منها دورة (80)عام ودورة (250)عاما.

ان هذه النظريات وغيرها لا تخرج عن كونها في كل الأحوال مجرد نظريات تقبل الصحة والخطأ، كما وان ما شهده العالم من تغيرات على جميع المستويات قد اثبت ان هناك أسباباً وعوامل أخرى تكاد تكون المسيطر الأول والأقوى لما يشهده الغلاف الجوي من تغيرات، وهذا ما سيتم توضيحه.

تشير دلائل التغير المناخي التي حصلت خلال مليوني عام الماضية إلى ظهور صعوبات أمام الكائنات الحية، إذ اضطرت الحيوانات إلى الهجرة والغابات والحشائش إلى الاختفاء بفعل اكتساح الجليد مساحات واسعة من سطح الأرض، كما وحصل تغيّر في الصحاري شبه المدارية، ولعل البيئات الاستوائية اقل جهات الأرض في التغير المناخي فهي تبدو اقرب لحالة الثبات المناخي رغم حصول بعض التقلب في درجات الحرارة ومعدلات سقوط المطر.

يعتمد العلماء اليوم على اختبارات (بروكسي) والتي هي اختبارات تعتمد على التسجيلات المناخية والى تسجيلات الحوادث والتطورات التي حصلت للأشياء ذات

علاقة مباشرة بالظروف المناخية، وفعلا وبوساطة هذه الاختبارات استطاع العلماء تحديد الخصائص العامة لمناخ الأرض خلال الزمن الرابع...وبشكل خاص خلال عصر (الهيلوسين) وهو ما يقارب من (10 الآف عام) مضت ... ولعل أهم مصادر اختبارات (بروكسي) هي الإرسابات الجليدية، أو على وجه الدقة الإرسابات الحاصلة بفعل حركة الثلاجات والطبقات الرسوبية في أحواض البحيرات القديمة وبقايا الشواطئ المرتفعة التي ترتفع عن مستوى السواحل الحالية.

يشار في هذا الجانب الى إن العصر الرباعي شهد تغيرات مناخية كبيرة وواسعة في رقعتها الجغرافية، وكان هناك تغير مستمر للمناخ ودليله التغير المناخي للتتابع الجليدي والمدد الجليدية. وقد شمل هذا التغير الاختلاف في البيئات في مدة العصر الرباعي والذي امتد بين (2– 2،5 مليون سنة) وكانت هناك أربع مراحل من مراحل التتابع الجليدي التي تركت أثرا كبيرا في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وكذلك في أوربا كان هناك (8 أو 10 مرات)التي تغير فيها المناخ خلال (2،5 مليونين ونصف السنة) من العصر الجليدي وقد بلغ ذلك بمعدل كل (250 ألف سنة) [10]،وإن التغيرات المناخية التي حصلت في العصر ألبرمي التي يبدو إن أجزاء من الأرض شهدت جفاف مع انخفاض في درجات الحرارة والذي أدى إلى ظهور الأشجار الصنوبرية ذات السيقان الصلبة لتحل محل السرخسيات الضخمة.

أما في زمن الحياة الوسطى (العصر الترياسي والجوراسي) الذي امتد مع الزمن الجيولوجي الثاني، فقد تميز بانخفاض درجات الحرارة انخفاضا شديدا، ويظهر أشجار الصنوبر الحقيقية في أواخر الترياسي والجوراسي وكذلك ظهور أشجار النخيل، في حين يستدل من المكشوفات الجيولوجية إن عصر الايوسين (العصر الأول من الحياة الحديثة) كانت تسود فيه أقاليم المناخ المداري والمعتدل أوسع مما هي عليه في الوقت الحاضر.

إن التغيرات المناخية تراوحت بين الجفاف والدفء وبين العصر الجليدي شديد البرودة فضلا عن العصور المطيرة، وان النشاط البركاني الذي ساد في عدد من العصور كانت له حصة في التغير المناخي الذي تعرضت له الأرض. إن ابرز تلك التغيرات المناخية وأكثرها اتساعا ما حدث في عصر البلايستوسين من زمن الحياة الحديثة وفي حقبته الثانية، جدول (1).

جدول (1)

التغيرات المناخية عبر أزمنة الحياة وتغيراتها المتوقعة للحياة الحيوية النباتية والحيوانية

الزمن	عصوره	التغيرات المناخية الحاصلة	التغيرات الحيوية المتوقعة للكائنات الحية
1- اللاحياة.	ما قبل الكمبري	مجهولة	-
2- الحياة القديمة.	1.الكمبري. 2.الاردوفيشي. 3.السليوري. 4.الديفوني. 5.الكربوني.	- بعضها عصور دفيئة. - جفاف كبير-انخفاض درجات الحرارة. - ظهور الجليد في نصف الكرة الجنوبي.	-تغيرات كبيرة لاسيما لنوع النباتات وأشكالها وتكيفها مع التغير المناخي - وبالنتيجة أثره في الحياة الحيوانية.

	6.البرمي.		-انتشار الشعاب المرجانية في العصر الديفوني.
3- الحياة الوسطى.	1.الترياسي. 2.الجوراسي. 3.الكريتاسي.	انخفاض شديد جدا في درجات الحرارة – عقبه نشاط بركاني عظيم.	-ظهور أنواع جديدة من النباتات في معظم جهات العالم بعد عصر توطد مركز النباتات الزهرية وبالنتيجة تغيرات في الحياة الحيوانية.
4- الحياة الحديثة (الحقبة الأولى).	1.الايوسين. 2.الألجيوسين. 3.الميوسين. 4.البليوسين.	- ظهور أقاليم المناخ المداري والمعتدل أوسع مما هي عليه اليوم - أي ان درجة الحرارة ارتفعت أكثر من الأزمنة السابقة – أي حالات من الدفء والاعتدال.وبعض الجهات مناخها ابرد. - تميز بتغيرات وتقلبات مناخية بين منطقة وأخرى على سطح الأرض.	-انتشار النباتات المدارية في المناطق القطبية (الباردة). -اتساع نطاق الأعشاب وتضاؤل الغابات. -ظهور الصحاري في جهات ظل المطر. -
5- الحياة الحديثة (الحقبة الثانية).	1.البليستوسين. 2.العصر الحديث.	-ظهور العصر الجليدي الكبير الذي غطى مساحات واسعة من الأرض. -يقابله عصر مطير في المناطق المدارية ثم عصر جاف. - شهد عصر	- انتشار الغابات مدة الدفء . - زحف عدد كبير من الأنواع النباتات والحيوانات جنوبا مع عصر الجليد.

		البليستوسين أعظم الحوادث المناخية (تغطية جليدية)	

المصدر: الباحث بالاعتماد على: 1- علي حسين الشلش ، احمد حديد، ماجد ولي، جغرافية الاقاليم المناخية، مطبعة جامعة بغداد، بغداد،1978، ص 205،

2- علي الشلش و عبد علي الخفاف، الجغرافية الحياتية، ط2، جامعة الكوفة، 2007. ص 35-39.

يمكن تحديد ثلاث مجموعات من العوامل المسببة للتغييرات المناخية في العالم، تشمل المجموعة الأولى منها التغييرات الطقسية والمناخية التي تنشأ عن العلاقة بين الأرض والشمس والتي نتج عنها عددا من التأثيرات كالتغير في قيم الطاقة الحرارية التي تصل الأرض واختلافها والذي ظهر واضحا في العصور الجليدية التي مرت بها الأرض. فضلا عن التغير في موقع الأرض بالنسبة للشمس والمؤثر في طريقة استلام الطاقة الحرارية من قبل الأرض عن طريق تغير موقع الأرض بالنسبة للشمس، وكذلك التغيرات التي تحدث بسبب تعرض النظام الشمسي لتغييرات تؤثر في اختلاف الطاقة الحرارية التي تصدر عنه. وان هناك تغييرات طقسية ومناخية تحصل نتيجة التجاذب بين الشمس والكواكب الأخرى مما يتسبب عنه اختلاف قيم الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض وتأثيراته في الغلاف الجوي. إذ يعتقد ان درجة الحرارة ومن ثم الطاقة الصادرة من الشمس قد زادت بين (20-40%) وهذه الزيادة لم تغير من الثابت الشمسي فحسب وإنما قد غيرت أيضا من التوزيع الطيفي للطاقة. (11)

وتتضمن المجموعة الثانية التغيرات الناتجة عن عوامل أرضية والتي تؤثر في نسب وخصائص مكونات الغلاف الجوي وبالنتيجة حصول تغييرات طقسية ومناخية، والتي منها تعرض سطح الأرض إلى حركة بطيئة لأجزاء القشرة الأرضية والتغيرات الناتجة عن حركة الغطاء الجليدي عند القطبين وتأثيراته في حركة

وخصائص التيارات البحرية في المحيطات، فضلا عن التغييرات التي تنشأ نتيجة لحركات باطنية كالبراكين وما تقذفه إلى الجو من طاقة حرارية. (12)

تشمل المجموعة الثالثة من العوامل المسببة للتغييرات الطقسية والمناخية، العوامل المتعلقة بنشاطات الإنسان وفعالياته المتنوعة لاسيما الصناعية منها والتي يكون لها الدور الأكبر في تغيير خصائص الغلاف الجوي ومكوناته، والتي تعزى بشكل او بآخر الى التلوث باشكاله وتنوع مصادره، وهذا ما سيتم التطرق إليه بشيء من التفصيل في هذا المبحث، كما و إننا سنستعرض الظواهر الناتجة عن مشكلة الاحتباس الحراري باعتبارها عامل ناتج ومسبب بنفس الوقت لظاهرة الاحترار العالمي (الاحتباس الحراري). وسيتم في الآتي استعراض مفصل لأهم العوامل المسببة للتغيرات المناخية في وقتنا الحاضر والمظاهر التي رافقتها:

1. انفجار البراكين:

تشير الدلائل إلى ان لانفجار البراكين دورا كبيرا في إحداث تغيرات مناخية، ومثاله ما حدث في عام (1883م) من انفجار بركاني في جزيرة كراكاتو الأندنوسية، إذ يعد هذا الانفجار أعنف انفجار سمعته البشرية، إذ سمع بمسافة تزيد عن (4500كم) رافقه ارتفاع الغبار والرماد البركاني إلى ارتفاع (80كم) في طبقات الجو العليا حاجباً الشمس كلياً في المناطق المحيطة بالبركان واستمر نسيج الظلام لمدة(2.5يوم) وغطى الرماد والغبار جميع الأرض في المنطقة الشمالية من دائرة العرض الاستوائية، ولمدة(13يوماً) من بدء الانفجار، وبعد ثلاث أشهر من بدأ الانفجار فان الحزام من الغبار الناعم الموجود في طبقات الجو العليا أدى إلى ظهور مناظر خلابة حمراء غير مسبوقة لضباب الشمس وظواهر غريبة باللون

الأخضر أو الأزرق امتدت تلك الظواهر حتى شتاء(1884م) في كل من امريكا واوربا واستمرت (3سنوات) وقدرت المواد التي رفعت إلى الأعلى بين (10-100كم^3). كما اعقبت ذلك انفجارات بركانية أخرى في السنوات اللاحقة ، وقدرت الطاقة التي أطلقت في انفجارات كاركاتاو الأربعة حوالي (200 ميكاطن TNT) وبما يعادل(10 الآف)، ورافق الانفجار أيضا سلسلة من الأمواج الهائلة والتي وصلت إلى ارتفاع (40م). كما خيم ظلام دامس لمدة يوم واحد لمسافة (200كم) ولأكثر من يومين لمسافة(80كم)، وقد انطلق حوالي (21كم^3) من الغبار والرماد منها حوالي (4كم^3) إلى ارتفاع (27كم) مما عمل كمرشح لأشعة الشمس،وقد انخفضت درجة الحرارة في السنة التي اعقبت الانفجار ب(1.2مْ) وبقي المناخ غير مستقر لسنوات عديدة وان الحرارة لم ترجع لمعدلاتها الآ بعد خمس سنوات أي في عام(1888م)، يجدر بالذكر ان انفجار (1883م) هو اكبر انفجار سجل تفصيليا في التاريخ، لكن انفجار بركان جزيرة (سانتورين) في الأرخبيل اليوناني (القرن 5 ق.م)، والذي يقدر بأنه أكبر من انفجار كاركاتوا(6.5 مرة) والذي تسبب في دمار كبير للجزر ومنطقة البحر المتوسط وجفاف في تلك المناطق. كذلك انفجار بركان(فيزوف) في سنة (79م) في ايطاليا والذي كان اكبر من انفجار كاركاتاو، وكان من نتائج ذلك حجب قرص الشمس وتقليل الإشعاع الشمسي ونسبة السطوع الشمسي ومن ثم انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة.[13]

يبين البروفسور كلين(معهد فرجينيا للبوليتكينك) في نظريته التي اوجزها في مقال بالانترنيت(1995م) وأكد فيها ان أسباب التغيرات قبل (65مليون سنة) هو التفجيرات البركانية العنيفة التي حدثت في الهند فيما يسمى(دكن ترابي البركانية)، إذ حدثت اعنف الحوادث في تاريخ الأرض وكان من نتائجها حدوث شكل من البيوت الزجاجية على نطاق واسع كبير شمل غالبية سطح الأرض، إذ غطت الحمم البركانية أكثر من (2.6مليون/كم^2)، ونتج عن تلك ألانفجارات تغير مفاجئ وكبير

جداً في دورة الكاربون(co2) في الطبيعة، وخلق حالة عدم توازن في الجو مما أدى إلى تغير في الحياة فاستطاع عدد من الكائنات الحية التأقلم فيما انقرضت أخرى كالديناصورات.

2- ظاهرة النينو.

تعد ظاهرة النينو من اغرب الظواهر الطبيعية وأوسعها انتشارا، ويعد العالم الانكليزي (جيلبرت ووكر) أول من توصل إلى تفسير لهذه الظاهرة عندما كان في الهند، في الوقت الذي كان العلماء منشغلين بتسجيل آثار النينو، إذ لاحظ إن هناك تغيرات مناخية تحصل في الشرق ومثيلاتها في الغرب، فعندما يرتفع الضغط في الشرق ينخفض في الغرب والعكس صحيح، وأطلق عليها (التذبذب الجنوبي). كما ولاحظ أيضا وجود علاقة ثلاثية الأطراف تربط بين هبوب الرياح الموسمية في آسيا وحدوث الجفاف في كل من استراليا واندنوسيا والهند وعدد من مناطق أفريقيا، ودفء الشتاء نسبيا في غرب كندا. وانتقد ووكر في وقتها كثيرا، لكن بعد مرور (50 عاما) جاء العالم النرويجي (جاكوب جركنز) ليثبت تلك العلاقة لتلك التغيرات الجوية، وأطلق عليها اسم (Elnino). [14]

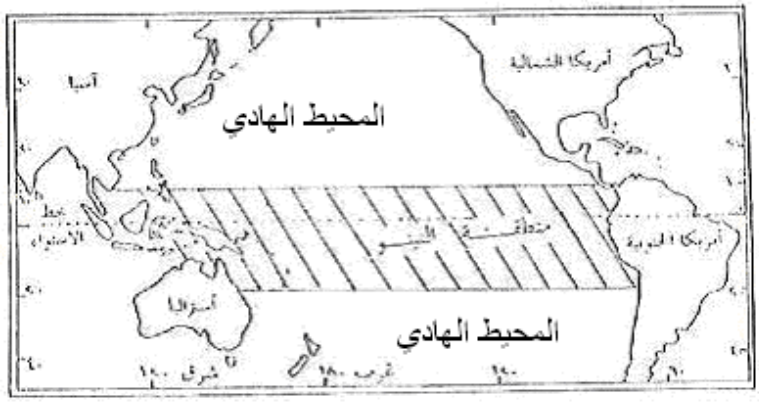
النينو Elnino كما تعرفها موسوعة الجغرافية الطبيعية بأنها بروز مياه دافئة بشكل غير اعتيادي عند سواحل بيرو والأكوادور وتشيلي، وهي أقاليم تصاعد المياه الباردة عند السواحل من قاع المحيطات إلى السطح بشكل دوامة تصاعدية، مما يجعلها غنية بالمواد الغذائية والعوالق (البلانكتون) التي تجلب من الأسفل مع تصاعد الماء الذي يحل محل المياه السطحية التي تجرفها الرياح التجارية غرباً. فظاهرة النينو هي استبدال تيار همبولت او بيرو البارد الذي يصل قرب دائرة العرض الاستوائية بمياه دافئة مرتدة تقطع تصاعد الماء البارد من الأسفل ويصل تأثير المياه الدافئة إلى دائرة عرض (15 جنوباً)، هذا التغير في حركة التيارات

يؤدي إلى سقوط أمطار غزيرة على سواحل الأكوادور وبيرو وشمال شيلي الجاف، ولذلك تعد هذه الظاهرة من أفضل الأمثلة على علاقة التبادل بين المحيطات والغلاف الغازي والتي تحدث في مدد تتراوح بين (2–10) سنوات[15].

أما التعريف الأكثر تحديدا لهذه الظاهرة فهو الذي يتوافق ويتناسب مع الحقائق العلمية المستمدة من التغيرات في حركة الجو وحركة التيارات في المحيطات المقترنة بحركة الشمس الظاهرية شمال دائرة العرض الاستوائية وجنوبها، إذ تنتقل مع ذلك مواقع التيارات المحيطية، وبشكل أكثر وضوحا تلك المرتبطة بدائرة العرض الاستوائية الحرارية التي تكون إلى الشمال من دائرة العرض الاستوائية الفلكية في الصيف الشمالي بنحو (10 ْ) والى الجنوب منه في الصيف الجنوبي بنحو (3 ْ)، فحركت التيار الاستوائي العكسي الذي يكون اتجاهه شرقيا باتجاه السواحل الغربية لقارة أمريكا الجنوبية في نطاقها الاستوائي، يكون في موقع إلى الجنوب من خط الاستواء العكسي في كل سنة، مصحوبا بارتفاع حراري بفعل اندفاع المياه على طول تلك السواحل في الإكوادور وبيرو وشمالي تشيلي، بارزا بشكل لافت للنظر للسكان المحليين مع بداية السنة الميلادية وأعياد الميلاد ليطلق عليه السكان المحليون تسمية (النينو) بمعناها الحرفي بالاسبانية الطفل الصغير (النونو). وتمثل الظاهرة حدثا عاديا متكررا سنويا، مرتبطاً كما ذكرنا بحركة الانتقال للأنظمة الجوية والمحيطية المصاحبة مع حركة الشمس الظاهرية، لتعم تلك الظاهرة على الشذوذ الحراري الذي ينتاب مياه التيار الدافئ أصلا وذلك في عدد من السنين. وأصبحت الظاهرة الآن أكثر خصوصية وانتظاما ودورية في حدوثها وترددها، وهي تخص الحركة المائية في المحيط الهادي من إلى غربه إلى أقصى شرقه.. وتكون أكثر حالاتها منذ منتصف الصيف إلى بداية الصيف التالي مع تعاظم قوتها في شهري (ديسمبر ويناير)، وتتجلى العوامل المسببة في حدوثها

واضحة في هذا المحيط وبخاصة في جزئه الجنوبي المداري بين دائرتي عرض (10 شمالا–20ْ جنوبا)، شكل(1).

شكل (1) خريطة العالم موضحا عليها موقع حصول ظاهرة النينو



المصدر: فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية، مصدر سابق، ص 442.

تتبع ظاهرة النينو في حدوثها دورة متكررة غير منظمة المدة، تتراوح مدتها بين (2–5 سنوات)، بمتوسط لها بنحو (4 سنوات)، وسجل العلماء أحداث النينو الهامة منذ عام (1891م) في حين يرجعه آخرون إلى زمن أكثر إلى الوراء...، وقد بلغ تكرارها من الربع الثاني للقرن الثامن عشر وحتى نهاية القرن العشرين (23 مرة) ... ومن الثابت إن معظم احداث النينو تمتد ما لا يقل عن عشرة أشهر موزعة على سنتين، بحيث تكون على أشدها عموما عند بداية السنة الميلادية، وهذا ما يتضح في احداث النينو في القرن العشرين المتداخلة في سنتين، والشديدة منها ربما متداخلة في ثلاث سنوات مستمرة من آخر السنة إلى السنة التالية، وأوائل السنة اللاحقة لها، إلا إن أقصى قوة لها تكون بداية السنة الميلادية (الشمس الجنوبية). ومن احداث النينو العنيفة بل أعنفها خلال القرن العشرين، احداث أعوام (1925 و

1972 و 1982 و 1983 وأخيرا عامي 1997 و 1998م)، وقد تجلى ذلك بالآثار الكبيرة التي أحدثتها تلك الجولات على مناخ كوكب الأرض. جدول(2).

جدول (2)

سنوات حصول ظاهرة النينو وشدتها

السنة	درجة الشدة	السنة	درجة الشدة
١٨٩٩	قوية	١٩٤٦	ضعيفة جداً
١٩٠٠	معتدلة	١٩٤٨	ضعيف جداً
١٩٠٢	معتدلة	١٩٥١	ضعيفة
١٩٠٥	معتدلة	١٩٥٣	معتدلة
١٩١١	قوية	١٩٥٧	قوية
١٩١٢	معتدلة	١٩٥٨	قوية
١٩١٤	معتدلة	١٩٦٣	ضعيفة جداً
١٩١٧	ضعيفة	١٩٦٥	معتدلة
١٩١٨	قوية	١٩٦٩	ضعيفة
١٩١٩	معتدلة	١٩٧٢	قوية
١٩٢٣	ضعيفة	١٩٧٣	قوية
١٩٢٥	قوية	١٩٧٥	ضعيفة جداً
١٩٢٦	قوية	١٩٧٦	معتدلة
١٩٢٩	معتدلة	١٩٨٢	قوية
١٩٣٠	معتدلة	١٩٨٣	قوية
١٩٣٢	ضعيفة	١٩٨٦	معتدلة
١٩٣٩	معتدلة	١٩٨٧	ضعيفة
١٩٤٠	ضعيفة	١٩٩١	ضعيفة
١٩٤١	قوية	١٩٩٢	ضعيفة جداً
١٩٤٣	ضعيفة	١٩٩٧	قوية
١٩٤٤	ضعيفة	١٩٩٨	قوية

المصدر: فتحي عبد العزيز أبو راضي،

الأصول العامة في الجغرافية المناخية

والنباتية، مصدر سابق، ص 452.

يتضح من الجدول (2) انه في القرن العشرين كان هناك (41 سنة) حدثت فيها ظاهرة النينو والباقي (59 سنة) لم يسجل حدوث ظاهرة النينو.

تحدث هذه الظاهرة على مدد غير منتظمة متزامنة مع ظاهرة اخرى تسمى (النوسان الجنوبي) وهي عبارة عن نوسان هائل من الضغط الجنوبي بين المنطقتين الجنوبية الشرقية والغربية من المحيطالهادي الأستوائي . وكان من المحتمل ان تظل هاتان الظاهرتان مبهمتين لولا اكتشاف ارتباطهما بالاحوال الجوية في مناطق اخرى من العالم بما فيها الولايات المتحدة الامريكية – فخلال حدوث هاتين الظاهرتين عام

(1982–1983) على سبيل المثال نكبت ولاية كاليفورنيا بالفيضانات في وقت كان الجفاف في افريقيا على اشده. [16] يذكر ان هناك عدة نظريات حاولت تفسير هذه الظاهرة الشاذة ومنها – نظرية تراخي وخمول الرياح التجارية في غرب امريكا الجنوبية، و دورة ولكر والتذبذب الجنوبي– تفسر سبب تراخي الرياح التجارية وهو اختلاف في توازن الطاقة المحلية بسبب تقدم اضطرابات من النصف الشمالي حوادث مؤثرة في الطقس.[17]

3– تزايد معدلات درجات الحرارة (الاحتباس الحراري) ومظاهره.

تشير التسجيلات المناخية إلى ان درجة حرارة الغلاف الجوي في تزايد مستمر، وجاء ذلك نتيجة لتزايد نشاطات الإنسان وتلويثه لبيئته بشكل عام وللغلاف الجوي بشكل خاص، لاسيما بعد الثورة الصناعية وما تلاها من تفاقم نشاطات الإنسان الصناعية والتجارية والزراعية ...الخ.

لاحظ (ر. ريفل و هـ. إسويس) في عام (1957 م) وهما من معهد سكوبس لعلوم البحار، ان البشرية تجري تجربة جيوفيزيائية كبيرة على كوكب الأرض، وتتضح نتيجة هذه التجربة التي بدأت أساسا مع بداية الثورة الصناعية في غضون عشرات من السنين، فمنذ ذلك الحين عمل الإنسان على زيادة محتوى الغلاف الجوي من ثنائي أوكسيد الكربون بنحو (25%) عن طريق إحراق الفحم والنفط وغيرها من الوقود الاحفوري وكذلك عن طريق إزالة الغابات، مما يؤدي إلى إطلاق هذا الغاز عند احتراق الأوراق والأغصان أو تعفنها. ويذكر ان غاز (Co2) يشكل جزءا واحدا من ثلاثة الآف جزء فقط من الغلاف الجوي، إلا انه يؤدي مع بخار الماء وغازات أخرى موجودة بمقادير اقل بكثير من الميثان وكلوروفلوريدات الكاربون (CF Cs) دورا كبيرا في تحديد مناخ الأرض. [18]

لقد تغيرت نسب مكونات الغلاف الجوي نتيجة لزيادة الملوثات في الجو، فعلى سبيل المثال أثبتت الدراسات منذ أواخر القرن (19 م) ان هناك زيادة مطردة في نسبة غاز (co2) في الجو، وقدرت نسبة الزيادة بنحو(14%) في عام (1960م)، مما يعني رفع في معدلات درجات الحرارة لمقدرة هذا الغاز على امتصاص الإشعاع الشمسي والأرضي، ويقدر العلماء إلى ان زيادة هذا الغاز في الجو من (300–600جزء بالمليون) قد يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة بحوالي(1.0مْ) مما قد سبب في تغير تركيب الغلاف الجوي وما ترتب عليه من تغيير رئيسي في الأحوال البيئية في مختلف مناطق العالم، وان هذا الغاز سيؤدي أيضا إلى ذوبان الجليد في المناطق القطبية وقمم الجبال وتصريف مياهها نحو المحيطات، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب سطح البحر إلى ما قد يصل إلى (400 قدم) مما سبب في غرق المدن الساحلية. (19)

ارتفع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية(متوسط درجة الحرارة القريب من السطح فوق اليابسة ودرجة حرارة سطح البحر) منذ عام (1861م). وبلغت الزيادة في القرن العشرين (0.2–0.6 مْ) ويزيد هذا الرقم بنحو(0.15 مْ) عن التقديرات الواردة في تقرير التقييم الثاني للمدة حتى عام (1994م) وذلك نتيجة للارتفاع النسبي في درجة الحرارة خلال السنوات الممتدة بين (1995–2000م) وتحسين طرق معالجة البيانات وتأخذ هذه الأرقام في الاعتبار مختلف التعديلات بما في ذلك تأثيرات جزر الحرارة في المدن فعلى سبيل المثال فأن معظم الاحترار الذي حدث خلال القرن العشرين وقع خلال الفترتين (1910–1945م) و(1976 –2000م).

أثار تحذير هيئة مستشاري تغيرات المناخ (Ipcc) التابعة للامم المتحدة في اجتماعها المنعقد في (22 يناير) في شنغهاي في الصين حول احتمالات زيادة التغيرات المناخية الناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحراري بصورة أسرع من المتوقع

بكثير، فقد أصر هذا الاجتماع الذي حضره أكثر من (150 عالما) و (80 عضوا) لجماعات البيئة من (99 دولة) تقريرا يؤكد ان المسبب الرئيس في زيادة درجة حرارة سطح الأرض هو التلوث الهوائي الناتج عن الأنشطة البشرية المختلفة، وان استمرار معدلات انبعاث غازات الصوبة الخضراء – وعلى رأسها ثاني أوكسيد الكاربون (Co2) قد يعني كارثة محققة، إذ يحتمل زيادة درجة الحرارة (10.5 مْ) عن معدلها الحالي مع نهاية هذا القرن. ويعد هذا اعنف تحذير صدر لحد الآن عن هذه الظاهرة. [20]

وحذرت المجموعة الحكومية في مؤتمر بالي باندنوسيا (منتصف كانون الأول / 2007 م) من ان ظاهرة الاحتباس الحراري لا يمكن الرجوع عنها، متوقعة ارتفاع حرارة الأرض بمعدل (1.8 مْ) إلى (4 مْ) مع إمكانية وصوله إلى (6.4 مْ) بحلول عام (2100 م) بالمقارنة مع العام (1990 م). [21]

ان ما يقال عن غاز (Co2) يقال أيضا عن غاز الميثان الذي يجد عدد من الباحثين انه أقوى مفعولا من غاز ثاني أوكسيد الكاربون بواقع (23 مرة) في قدرته على احتجاز الحرارة داخل الغلاف الجوي للأرض كما انه قادر على جبس الغازات المنبعثة من الفضلات الحيوانية ومن مناجم الفحم أو الغازات المتسربة من أنابيب الغاز. ويبين خبير المناخ (بول فرايزر) ان خمس غازات الاحتباس الحراري المسؤولة عن ارتفاع درجة حرارة الأرض ناجمة عن الميثان. وقالت لجنة الأمم المتحدة لمراقبة التغيرات المناخية ان تراكيز غاز الميثان تضاعفت بنسبة (150%) تقريبا في الجو منذ عام (1750 م) وتجاوزت الآن الحدود الطبيعية. [22]

وتشير التحليلات الجديدة للبيانات التقريبية في نصف الكرة الشمالي إلى انه من المرجح ان يكون ارتفاع درجة الحرارة في القرن العشرين هو الأعظم بين القرون الأخرى في خلال الالف عام الماضية ومن المرجح ان عقد التسعينات كان اشد العقود حرارة في نصف الكرة الشمالي، وان عام 1998كان اشد الأعوام حرارة ونظراً

لعدم توافر الكثير من البيانات لا يعرف الكثير عن المتوسطات السنوية قبل الف عام من الآن وعن الظروف السائدة في معظم أنحاء نصف الكرة الجنوبي قبل عام 1861.، وقد ازدادت درجات الحرارة الصغرى اليومية الليلية فوق اليابسة بحوالي ضعف معدل درجات الحرارة العظمى اليومية النهارية فيما بين عامي (1950و1993) بنحو(0.2 ْم) تقريباً بالمقارنة مع (0.1 ْم) في العقد الواحد، وقد أدى ذلك إلى إطالة الفصول التي لا يحدث فيها التجمد في الكثير من المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية، وكانت الزيادة في درجة حرارة سطح البحر خلال هذه المدة نحو نصف متوسط درجة حرارة سطح اليابسة.

ينتج عن تلك الملوثات ظاهرة مهمة تسبب رفع درجة حرارة سطح الأرض والغلاف الجوي، تعرف بـ ظاهرة الاحتباس الحرارة أو (غازات الصوبة الخضراء Green house gasses)، وهي ظاهرة جيوفيزيائية تحدث بسبب تعرض قسم قليل من الإشعاع الشمسي إلى عملية الامتصاص من قبل الغلاف الجوي، في حين ينعكس قسم آخر نحو جميع الاتجاهات ويصل الباقي إلى سطح الأرض، والأخير ينبعث نحو الفضاء بشكل إشعاع حراري طويل الموجة، ويتم حجز نسبة كبيرة من هذا الإشعاع من قبل غازات الاحتباس الحراري، لاسيما (Co2- Ch4- CFs)، ونتيجة لعملية حبس الإشعاع يمنع جزء كبير منه من النفوذ نحو الفضاء الخارجي، إذ يرتد مرة أخرى نحو سطح الأرض مما يسبب في رفع درجة حرارة سطح الأرض. (23)

أكدت منظمة الأرصاد العالمية (WMO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة بان العالم يشهد ارتفاعاً في درجات حرارة جو الأرض يتراوح بين (1.5 – 4.5˚م) وسيصل المعدل إلى (3.2 ْم) في السنوات القادمة، كما أكدت في تقارير لاحقة تعديلات للحرارة المتوقعة بان معدلاتها ستتراوح بين(2 – 2.5 ْم). وان الاستمرار في الاستهلاك المتزايد لمصادر الطاقة ونشاطات الإنسان المختلفة في البيئة سيكون

لها دور في رفع درجات الحرارة والتي عدلت ما بين (3 – 3.5ْ م) بينما تتوقع دراسات أخرى مكملة لأبحاثها المتوقع للحرارة سيتراوح بين (2 – 5ْ م) بحلول عام 2100م [24].

لقد لعب التزايد المهول في أعداد سكان العالم [25] وما رافقه من تعدد وتنوع الاحتياجات ومن ثم زيادة الضغط على البيئة ومواردها لاسيما ما يتعلق بمصادر الطاقة، فضلا عن التوسع في الصناعات وتنوعها، كل ذلك ساهم بشكل فعال في تدهور عناصر البيئة الطبيعية كما وعمل على ظهور واستفحال هذه المشكلة (الاحتباس الحراري).

يبين لنا الجدول (3) ان هناك تطورا كبيرا في استهلاك مصادر الطاقة الرئيسة (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي)، إذ يبلغ مجموع استهلاكها عام (1950م) (69,276 بيتا جولز) لتتضاعف بشكل كبير إلى (288,709 بيتا جولز) عام 1989م، موزعة بشكل (98,510 بيتا جولز) فحم حجري وبنسبة (34,12 %) و (117,172بيتا جولز) نفط وبنسبة (40.58 %) و (73.027 بيتا جولز) غاز طبيعي وبنسبة (25.30 %) أي ان النفط كان في مركز الصدارة يليه الفحم ثم الغاز الطبيعي. اما في عام (1995 م) أي بعد مرور ستة سنوات فقط فيلاحظ ان النفط لازال يحضا بالصدارة رغم انخفاض نسبة ما يشكله من استهلاك مصادر الطاقة إلى (38.97 %) وبكمية استهلاك بلغت (119.725 بيتا جولز) كذلك الحال بالنسبة للفحم الحجري الذي بلغ استهلاكه في هذا العام (101.413 بيتا جولز)، في حين نجد ان الغاز الطبيعي قد تزايدت كميتة استهلاكه بنسبة اكبر من بقية مصادر الطاقة ليصل إلى (86.103 بيتا جولز) وبنسبة (28.02 %) وتستمر الزيادة في استهلاك مصادر الطاقة، اذ يلاحظ في عام 2001 ان هناك زيادة بسيطة في استهلاك الفحم ، في حين كانت الزيادة الكبرى في استهلاك النفط وبزيادة(46.121 بيتا جولز) بالمقارنة مع عام 1995. جدول (3) وشكل (2).

جدول(3)

التطور التاريخي لاستهلاك مصادر الطاقة (بيتا جولز*)

السنة	الفحم الحجري	النفط	الغـــــــاز الطبيعي	المجموع
1950	43.156	18.990	7.130	69.276
1989	98.510	117.172	73.027	288.709
1995	101.413	119.725	86.103	307.241
2001	102.018	165.846	97.798	365.662

المصدر:عمل الباحث بالاعتماد على:

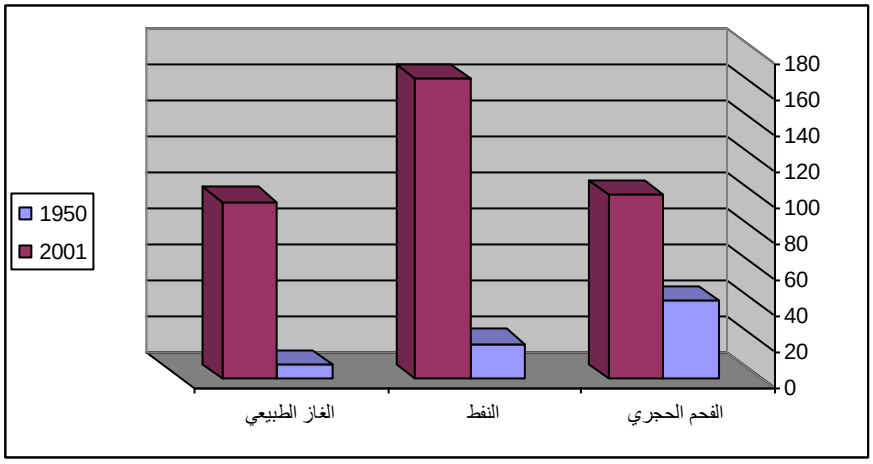
1- دياري صالح مجيد، الانحباس الحراري بسبب الطاقة كمشكلة بيئية وجيوبولتيكية معاصرة، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2001، ص.49

2- فؤاد قاسم الامير، الطاقة التحدي الاكبر لهذا القرن، منشورات الغد، بغداد، 2005، ص 88-89.

بيتا جولز = 1015 جولز = 947,800,000,000 وحدة حرارية بريطانية = 163,400 مكافئ برميل نفط = 34,140 مكافئ طن متري فحم.

شكل (2)

مقارنة استهلاك مصادر الطاقة في العالم بين عامي (1950 و 2001)



المصدر: بالاعتماد على جدول (3)

لقد تضاعف انبعاث غازات الاحتباس الحراري أو الغازات الدفيئة مع تزايد استهلاك مصادر الطاقة، لاسيما الزيادة المهولة لانبعاث غاز Co2 الذي يعد أهم الغازات المسببة لهذه لمشكلة المناخية والبيئية، وتشير البيانات المسجلة لكميات هذا الغاز إلى إنها ارتفعت من (5.825 % ألف طن متري كاربون) عام (1950م)، والتي شكل منها الفحم النسبة الكبرى (67.30 % فحم حجري) و (39.70 %) نفط، في حين وصلت كميات انبعاث هذا الغاز إلى (21.534 ألف طن متري كاربون) عام (1995م) وشكل الفحم باستمرار المركز الأول لمصادرها بحوالي (41.87 %) فيما حل النفط بعده بواقع (38.73 %)، في حين جاء الغاز الطبيعي بالمركز الثالث (19.40 %). جدول (4).

وتشير الدراسات الى ان استهلاك مصادر الطاقة الحفرية والمتجددة قد بلغ (6568 مليون طن كاربون) في عام 2001 م أي ما يعادل (24.08 مليار طن) من غاز C02 وهي الغازات المؤثرة على الاحتباس الحراري والمنطلقة إلى الجو، ويذكر ان الولايات المتحدة الأمريكية احتلت مركز الصدارة وبنسبة(25%) من

هذه الكمية، تليها أوربا الغربية (20%) ثم الصين (10%) واليابان (7%)، وجاءت روسيا أخيرا بواقع (6%).[26]

جدول (4)

التطور التاريخي لانبعاث غاز CO2(ألف طن متري كاربون)

السنة	فحم حجري	نفط	غاز طبيعي	المجموع
1950	3.920	1.550	355	5.825
1989	8.885	8.119	3.449	20.453
1995	9.015	8.341	4.178	21.534

المصدر: دياري صالح مجيد، الانحباس الحراري بسبب الطاقة كمشكلة بيئية وجيوبولتيكية معاصرة، رسالة ماجستير، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2001، ص49.

ظهرت في العالم بداية فكرة جديدة حول هذه الظاهرة، تفيد بان السبب الرئيس في زيادة درجة حرارة الأرض هو (الرياح الشمسية)، إذ تؤدي تلك الرياح بمساعدة المجال المغناطيسي للشمس إلى الحد من كمية الأشعة الكونية التي تخترق الغلاف الجوي للأرض، والتي تحتوي على جزئيات علية الطاقة تقوم بالاصطدام بجزئيات الهواء، لتنتج جزئيات جديدة بعد النواة لأنواع معينة من السحب التي تساعد على تبريد سطح الأرض، ومن ثم فان وجود هذا النشاط الشمسي يعني نقص كمية الأشعة الكونية، أي نقص السحب التي تساعد على تبريد سطح الأرض وبالتالي ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض. [27]

يبين لنا الجدول (5) الغازات الملوثة للغلاف الجوي والتي تظهر ان اغلب مصادره هو الوقود الاحفوري فيما عدا غاز الميثان وغازات الكلورفلور كاربون، وان متوسط بقائها في الجو متباين بشكل كبير (بين ايام كما في غازات النتروز وبين اكثر من مئة سنة كما في غازات ثاني اوكسيد الكاربون وغازات الكلورفلوركاربون)،

وايضا يظهر ان هذة الملوثات قد ازدادت بشكل كبير خلال المئة سنة الاخيرة كما هو الحاصل بالنسبة لغاز ثنائي أكسيد الكاربون الذي ازدادت نسبته خلال المئة سنة الاخيرة من (290000) الى (350000) جزء في البليون، جدول (5).

جدول (5)

معلومات عن الغازات الملوثة للغلاف الجوي

الغاز	المصادر الرئيسة للتلوث البشري	متوسط مدة البقاء في الغلاف الجوي	متوسط التركيز قبل 100سنة (جزء في البليون)	التركيز الحالي بالتقريب (جزء في البليون)

أحادي أكسيد الكاربون	احتراق الوقود الاحفوري، حرق الكتلة الحيوية.	أشهر	-نصف الكرة الشمالي 40-80° - ؟ -الجنوبي - (اجواء نظيفة).	100-200 نصف الكرة الشمالي 40-80° -الجنوبي - (اجواء نظيفة).
ثنائي أكسيد الكاربون	احتراق الوقود الاحفوري، قطع الغابات.	100سنة	290000	350000
ميثان	حقول الرز، الماشية، انتاج الوقود الاحفوري.	10سنوات	900	1700
غازات النتروز	احتراق الوقود الاحفوري، حرق الكتلة الحيوية.	ايام	0.001 - ؟ (نظيف الى صناعي)	50 - (نظيف الى صناعي)
أكسيد النتروز	الاسمدة النتروجينية، قطع الغابات، حرق الكتلة الحيوية.	170سنة	285	310
ثنائي أكسيد الكبريت	احتراق الوقود الاحفوري، صهر الخامات.	ايام الى اسابيع	0.03- ؟ (نظيف الى صناعي)	50 - (نظيف الى صناعي)
مركبات الكلورفلوركاربون	بخاخات الحلالات الهوائية، المبردات، عوامل النفخ.	60- 100سنة	0	حوالي 3 ذرات كلور.

المصدر: ت.ا. كريديل و ب. ج. كرتزن، الغلاف الجوي المتغير، مجلة العلوم، الترجمة العربية لمجلة العلوم الامريكية، الكويت، اذار، 1990، ص 20.

وقد اكتشفت بعد الدراسات المناخية في عام 1985 وجود ما يسمى ثقب الأوزون، وهو مفهوم يدل على استنزاف لغاز الأوزون في طبقة الاستراتوسفير وبخاصة فوق القارة القطبية الجنوبية (انتاركاتيكا) مما يؤدي االى تدفق الأشعة فوق البنفسجية بنسب اكبر من نسبتها الطبيعية (3%) من أجمالي كميتها المتدفقة من الشمس وينذر ذلك بحدوث أضرار بيئية خطيرة، اذ تتعرض طبقة الأوزون إلى خطر التحلل والتفكك والتدمير بسبب ما يصلها من ملوثات هوائية منبعثة من سطح الأرض

تتفاعل معها وتفككها وتحولها الى عناصر أخرى من جهة ،وبسبب بعض عمليات الغلاف الجوي من جهة أخرى ،وتعد مركبات الكلوروفلوروكربون الصناعية أكثر تلك الملوثات المؤدية الى تفكك الأوزون وبالتالي انخفاض تركيزه.

وتعمل مركبات الكلوروفلوروكربون في حالة صعودها الى مستوى الأوزون في طبقة الاستراتوسفير بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية فتتفكك بفعل التفاعل الضوئي الكيميائي منتجة ذرات الكلور، التي تتفاعل مع جزيئات الأوزون وتفككه مكونة أول أوكسيد الكلور والأكسجين،وتتفاعل ذرات اول أكسيد الكلور أيضا مع ذرات الأكسجين الأحادية الناتجة عن تفكك الأوزون مكونة الكلور والأكسجين،وتكون النتيجة تدمير طبقة الأوزون وتحويله إلى مركبات كيميائية أخرى ،وقد ثبت إن كل ذرة كلور تتسبب في تفكك حوالي مائة ألف جزئ أوزون.

وتشكل اكاسيد النيتروجين ثاني أكثر الغازات خطورة على الأوزون،وهي تنبعث من خلال عمليات التحلل الحيواني والنباتي ،ومن عمليات احتراق الوقود الاحفوري ،ومن عمليات احتراق المخلفات النباتية مثل حرائق الغابات وتدخين التبغ ،ومن عوادم الطائرات النفاثة ،وتقوم اكاسيد النتروجين في حالة صعودها الى مستوى الأوزون في طبقة الاستراتوسفير بعدة تفاعلات مع ذرة الأكسجين الأحادية الناتجة بفعل التفكك الضوئي للاوزون ،ومع غاز الأكسجين ،ومع غاز الأوزون نفسه مكونة النتروجين ،وأكاسيد النتروجين على حساب تفكك وتدمير الأوزون.

4. تدمير الغابات.

تعد إزالة الغابات واحدة من ابرز مظاهر المناطق التي تتعرض لمشاكل مناخية، اذ يقع حوالي (10%) من مساحة الأرض في إطار النشاط الزراعي، في حين تشغل الغابات حوالي (30%) منه. غير ان مساحة الغابات لاسيما في المناطق المدارية تتعرض للتناقض بمعدلات سريعة، الأمر الذي يعني ان الخصائص السطحية لهذه المساحة الواسعة تتعرض للتغير، كما هو الحال في إزالة

الغابات في منطقة حوض ألامزون في البرازيل، ولبحث عملية إزالة الغابات في البرازيل، فقد اخذ نموذجا بمساحة (5 مليون كم2) من منطقة حوض ألامزون إلى منطقة حشائش السفانا ومع من ان هذا يمثل تغيرا واضحا إلا انه بمعدلات إزالة الغابات التي تتم حاليا يمكن ان يتم خلال (30–60 عاما)، وقد قام النموذج بتحويل الغطاء النباتي على الفور تقريبا ولكنه استغرق بعد ذلك حوالي (5 سنوات) لكي يعود إلى الأحوال المناخية المستقرة تقريبا. وفي النهاية وجد ان كلا من التساقط و التبخر تناقصا بقيمة تقدر بحوالي (10%) وكان هناك تغير طفيف في درجة الحرارة السطحية ربما لان انخفاض تدفق الحرارة بعيدا عن السطح كان يتم تعويضه بالزيادة الطفيفة في الأليبدو. [28]

إن للغابات دوراً رئيسياً في التخفيف من آثار التغير المناخي لاسيما ارتفاع درجات الحرارة، فضلا عن وظيفتها الأساسية في استهلاك وخزن ثاني أوكسيد الكاربون، وهو أمر مهم يعمل على تقليل درجات الحرارة، لذا فان عملية إزالة (وحرق) الغابات تؤدي إلى رفع درجات الحرارة من جانبين، الأول عملية الاحتراق بحد ذاتها والثاني إطلاق غاز (Co2) من عملية الاحتراق.

5.الأمطار الحامضية.

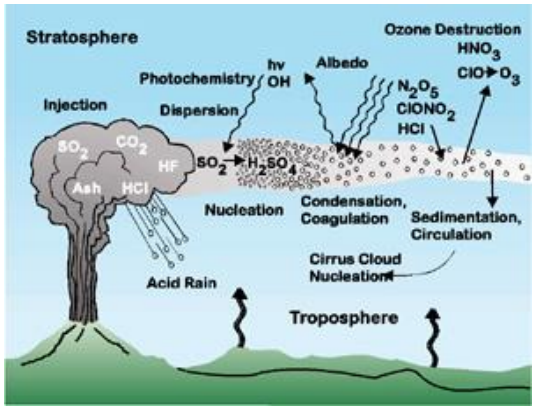
تعد الأمطار الحامضية واحدة من مظاهر التلوث البيئي لاسيما تلوث الهواء، إذ ينتج عن الاستعمال المتزايد لجميع أنواع الوقود المختلفة وما ينتج عنها من ملوثات كما في مركبات (أكاسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين، أكاسيد الكاربون، أكاسيد النتروجين) التي تتصاعد إلى الجو، وبفعل الأشعة فوق البنفسجية يحدث تفاعل بين غاز ثاني أوكسيد الكبريت وأوكسجين الهواء الجوي، إذ ينتج غاز ثالث

أوكسيد الكبريت والذي بدوره يتحد مع بخار الماء الموجود في الجو منتجا حامض الكبريتيك، إذ يبقى هذا الحامض بصورة رذاذ دقيق معلقا في الجو وتنقله التيارات الهوائية من مكان إلى آخر، وعندما يكون الجو صافيا فان هذا الرذاذ الدقيق من الحامض يبقى معلقا في الجو في صور ضباب، وعندما يصبح الجو ممطرا والبرودة شديدة فان رذاذ الحامض يذوب في ماء المطر ويختلط مع الجليد ويسقط على سطح الأرض على هيئة ما يعرف بـ(الأمطار الحامضية)، وهكذا بالنسبة لبقية المركبات الملوثة، شكل (3).

وتتسبب أكاسيد النتروجين والكبريت الناتجة عن حرق الوقود في تكوين هذه الأمطار، كما حصل من زيادة حموضة الترسبات في أوربا وشرق أمريكا الشمالية عام (1960)، ويعد المطر ألحامضي ناتجا مباشرا لتنظيف المحيط الجوي نفسه، إذ تقوم القطيرات الصغيرة من الماء والتي تكون الغيوم بامتصاص الجسيمات المعلقة وآثار الغاز المذابة باستمرار، ومع تكثيف هذه الرواسب في مياه الغيوم فإنها تغسل الملوثات وتزيلها من المحيط الجوي، ونجد ان ثاني أوكسيد الكبريت (so2) واكاسيد النتروجين المنبعثة في الجو تتحول كيميائيا إلى مركبات تندمج بسهولة مع قطيرات الغيوم كأحماض الكبريتيك (H2So4) والنتريك (HNo3) ومما يزيد سرعة هذه التفاعلات جزئيات الأوزون. [29]

شكل (3)

تكون الأمطار الحامضية في الجو



7.ازدياد الأعاصير:

يشهد العالم في الآونة الأخيرة ازدياداً ملحوظاً في قوة وعدد الأعاصير المدمرة والمؤثرة في عدد من بلدان العالم . وقد سجل في العام (2007م) كوارث مناخية والتي منها الأعاصير المدمرة، كالإعصار المدمر (سيدر) الذي ضرب بنغلادش في تشرين الثاني من العام نفسه، والإعصار (غونو) الذي ضرب عمان في حزيران(2007م). والتي يعتقد ان من أسبابها الغازات المسببة للاحتباس الحراري. [30]

تشير الاحتمالات المناخية إلى احتمال انتهاء الجفاف الذي بدأ قبل (30 عاماً)في ساحل شمال إفريقيا مشيراً بزيادة في الأعاصير التي تجتاح الجبهة الساحلية الشرقية للولايات المتحدة ، إذ ان الأعاصير التي تجتاح الكاريبي وخليج المكسيك سنوياً غالباً ما تبدأ حياتها بعد آلاف الكيلومترات إلى الشرق كسحب عواصف سوداء تعبر الساحل الأفريقي. ومن الشواهد الاخرى على تزايد الأعاصير والعواصف كنتيجة لاحتباس حرارة الأرض حسب ما يراه العلماء هو إعصار كاترينا الذي دمر مدينة(نيو اولينز) في الولايات المتحدة الأمريكية.[31] وتتميز توقعات

الخبراء إلى ان قارة آسيا قد تتعرض إلى المزيد من الأعاصير الاستوائية والموجات الحارة ولن تشهد تغيراً كبيراً في انماط سقوط الأمطار بحلول نهاية القرن الحالي بفعل النشاطات الصناعية وتأثيراتها.

ويشير تقرير حكومي عن التغيرات المناخية في استراليا إلى ان استراليا تواجه احتمال تعرضها لأعاصير أقوى وصقيع اقل وتغير في التيارات البحرية في المحيط ودورات أكثر حدة من الجفاف الطويل والأمطار الغزيرة. [32]

وكذلك إعصار (ايفان) الذي ضرب منطقة البحر الكاريبي في أيلول(2004) والذي بلغت درجته(5على مقياس الأعاصير)وهي أعلى درجة، ويعد اكبر إعصار شهده التاريخ في تلك المنطقة الذي خلف دمارً هائلاً، إذ ارتفعت الأمواج إلى (7م) .[33]

المبحث الثاني

تأثيرات التغيرات المناخية على الحياة الحيوية للنباتات والحيوانات

تعكس التغيرات المناخية تأثيرات واضحة على الكثير من ميادين الحياة لاسيما المتعلقة منها بالحياة النباتية والحيوانية، سواء أكانت تأثيراتها بصورة مباشرة أم غير مباشرة. وتختلف تلك التأثيرات بحسب موقع وظروف تلك البيئة الحية ومدى قدرتها على المقاومة أو التكيف مع تلك التغييرات.

ويشير خبراء المناخ ومنهم (توماس كارل وكيفن ترينبيرث) في مقالة نشرت بمجلة (ساينس العلمية) الى ان التغييرات الناتجة عن النشاط البشري تزيد من مخاطر حصول الجفاف وقلة تساقط الثلوج وارتفاع مستوى البحار وتوقع الخبيران ان يستمر مفعول التغييرات في المناخ الناتجة عن الإنسان على مدى قرون وقالا (إننا نسير نحو المجهول في ما يتعلق بالمناخ، والعواقب المرتبطة بذلك قد تكون مدمرة). وقد نسبا هذه التغييرات إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. [34]

رصد علماء يعملون في القطب الشمالي بداية ظاهرة علمية شديدة الخطورة، تتمثل في استمرار حبيبات المطر داخل الغيوم فوق القطب في المحافظة على طبيعتها (السائلة)، رغم افتراض تجمدها ورجحت تانيل اوثيل (رئيسة البعثة العلمية/مختبر أبحاث الأرض التابعة لهيئة ابحاث الطقس والمحيط الأمريكية) ان سبب المشكلة هو الاحتباس الحراري، وان هذه الظاهرة رصدت أيضا في غيوم حول العالم رغم وجودها في درجة حرارة (-30). وحذرت الباحثة بقولها ان محافظة الحبيبات المطرية في الغيوم على طبيعتها السائلة بدل تحويلها إلى بلورات ثلجية سيؤثر على الطريقة التي تتفاعل بها مع ارض القطب، و ستؤثر في طبيعة عكس وامتصاص طبقات الجو للإشعاعات التي تصطدم بها، وقد حذر العلماء من خطر تساقط أمطار سائلة على القطب الشمالي، لان من شأن ذلك تسريع ذوبان جليد القطب لافتين في الوقت نفسه إلى تقلص مدد الشتاء القطبي في القارة من(10-6اشهر) والذي اعزي في الغالب إلى إخطار التلوث [35]، ويمكن توضيح هذه التأثيرات وفق الآتي:

1- تأثيرات الاحتباس الحراري.

تعمل الملوثات التي تحدث بفعل نشاط الانسان على احداث تأثيرات سيئة على المكونات الرئيسة للغلاف الجوي خاصة مع توسع ثقب الأوزون الذي نتج عنه زيادة مرور الأشعة فوق البنفسجية نحو الأرض وحدوث ظواهر طقسية ومناخية كارتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها وظاهرتي الانحباس الحراري والانقلاب الحراري وما يرافقها من ظواهر طقسية مختلفة.

تؤكد الدراسات الى انه في حالة حدوث اقل تغير مناخي حتى عام (2050 م) فان هذا يعني ان (18%) من أنواع الكائنات الحية المتضررة ستندثر، أما في حالة حدوث تغير مناخي متوسط فان معدل الانقراض سيصل إلى (24%) في حين

سيبلغ معدل الانقراض نحو (35%) إذا وقع أقصى تغير مناخي يمكن ان تتعرض له الأرض خلال الاعوام القادمة [36].

وأوضحت الأبحاث العلمية إلى ان ارتفاع حرارة الأرض قد يسبب في ابادة ربع أنواع الكائنات الحية بحلول عام (2050م) مما يعني ان لهذه الظاهرة المناخية اثرها الواضح في إحداث الانقراض، وهي الناتجة عن الزيادة المضطردة في انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكاربون بشكل رئيس إلى جانب أكاسيد النتروجين.

تشير التقديرات إلى ان ارتفاع درجة حرارة هواء سطح الأرض سيرتفع بنحو(1.5 ْم) كما أنها سترتفع في المناطق القطبية إلى ضعفين أو ثلاثة اضعاف ارتفاعها في المناطق المدارية، الأمر الذي سيؤدي إلى حدوث تأثير كبير في التوزيع الحراري على نطاق العالم كما يتبعه تغييرات عالمية كبيرة في الرياح وتساقط الأمطار [37]. وتبين الأبحاث العلمية إلى ان التطرف المناخي له ادوار سلبية على الكائنات الحية، فالحرارة مثلاً تؤثر بطريقة مباشرة وغير مباشرة في الحياة، فهي تؤثر في الكائنات الحية عن طريق تأثيرها في العمليات الكيميائية والطبيعية والحيوية، كما أنها تؤثر على الرياح الحارة الجافة والتي يؤدي استمرارها إلى قتل جميع الأوراق والسيقان الجذرية في ساعات قليلة بسبب زيادة النتح عن الامتصاص مع درجات الحرارة المرتفعة [38].

أفادت دراسة نشرتها مجلة (ساينس) العلمية إلى ان ظاهرة الاحتباس الحراري التي تعاني منها الأرض ستزيد من مخاطر انتشار الأوبئة والأمراض بين الحيوانات والنباتات البرية والبحرية مع ازدياد مخاطر انتقال هذه الأمراض إلى البشر. ويقول العالم (درو هارفيل) من جامعة كورنل (ان ما يثير الدهشة والاستغراب ان الأوبئة الشديدة التأثر بالمناخ تظهر عبر أنواع مختلفة جدا من مولدات المرض من فيروسات وجراثيم وطفيليات، وتصيب مجموعة متنوعة للغاية من الكائنات منها المرجان والمحار والنباتات البرية والعصافير والبشر). [39]

ووجد بأنه مع ارتفاع درجة الحرارة سيزداد نشاط ناقلات الأمراض (حشرات وقوارض) فتصيب عدد اكبر من البشر والحيوانات، كما لوحظ ان فصل الصيف في العقد الأخير من القرن الماضي قد ازدادت حرارته أولا ومدته ثانيا، مما زاد من المدة التي يمكن للأمراض ان تنتقل خلالها إلى الأجناس الحية الشديدة التأثر بالتغييرات الحرارية وخصوصا في البحار والمحيطات، ولا يقتصر الأمر على مشكلة (المرجان الأبيض) الذي فقد لونه، بل الأمر له أوجه كثيرة.

تناولت إحدى الدراسات حياة الكثير من الطيور والحيوانات التي تأثرت بفعل ارتفاع الحرارة، ويذكر الباحثون على سبيل المثال طيور (الاكيبا) في هاواي، إذ تعيش على ارتفاع (700م) في جبال جزيرة (ماوي)، محتمية بالبرودة على هذا الارتفاع من البعوض والحشرات التي تدمر حياتها، غير ان ارتفاع الحرارة جعل من البعوض يصل إلى مثل هذا الارتفاع جالبا معه جراثيم الملاريا التي أصابت إعداد كبيرة من هذه الطيور وفتكت بها ولم تترك منها إلا القليل .[40] كما وتوجد تأثيرات أخرى غير مباشرة لهذه الظاهرة على الحياة الحيوانية والنباتية، إذ ان هذه الظاهرة تعد المسبب الحقيقي لذوبان الجليدي في القطبين وكما هو معلوم ان ذوبان الجليد وتلاشيه في المستقبل البعيد سيعني ذلك إبادة شاملة للحياة الحيوانية والنباتية نتيجة لفقدانها بيئاتها ومقومات بقائها، ومن الجدير بالذكر ذوبان الجليد القطبي سيجعل الدببة والثعالب التي تحتمي بفرائها الأبيض اللون فريسة سهلة أمام الإنسان مما ينذر باحتمال انقراضها.

أفادت دراسة علمية أخرى بأن التغيرات المناخية قد تؤدي إلى انقراض ملايين الكائنات الحية بحلول عام (2050م)، وقد أوضح معهد الدراسة التي نشرت في دورية (ينتشر) انه بعد دراسة مطولة لـ (6) مناطق في العالم إن ربع الكائنات الحية التي تعيش في البر قد تنقرض، وان اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقليل نسبة الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري وعلى رأسها (Co2) قد ينقذ العديد من

أنواع الكائنات من الاندثار، يذكر ان الدراسة التي شملت تلك المناطق الست تشمل(20 %) من مساحة الأرض اليابسة، واستخدمت الدراسة نماذج الكترونية لمحاكاة رد فعل (1103نوع) من الكائنات الحية بما فيها الثدييات والطيور والنباتات والزواحف والضفادع والفراشات، إزاء أي تغير في درجات الحرارة ومناخ الأراضي التي تعيش فيها، وخلص التقرير الذي أعده فريق العمل إلى ان ما بين (15–37 %) من كافة الكائنات الحية التي تعيش في المناطق التي شملتها الدراسة قد تتعرض للانقراض بسبب التغيرات المناخية في الأعوام القادمة وحتى عام (2050م) وتتضمن قائمة الأنواع المعرضة للانقراض الآتي:[41]

1 –غطاء الغابة الاسترالية التي قد تتناقص أعدادها بنسبة (20%).

2– زهرة بجنوب إفريقيا (كينبح بروتيا) وكافة الزهور المنتمية لعائلتها.

3– شجرة (فيرولا سبيفيرا) التي تنمو في البرازيل.

4– طائر القرزبيل الاسكتلندي الذي لا يعيش سوى في اسكتلندا.

وتوقع تقرير للأمم المتحدة ان ارتفاع درجة حرارة كوكب الارض قد يدمر بيئات مثل غابات الأمازون المطيرة، وقال (شافجات كاكا كلهيل) نائب رئيس برنامج الأمم المتحدة للبيئة في جلسة اتفاقية (سيتيس) (ان هذا ليس منتدى لمناقشة تغير المناخ ولكن قرارات تتخذ هنا لها تأثير بالفعل على أنواع في عالم مهدد مناخيا) وأضاف (سوف نحتاج إلى أنواع قوية إذا كان عليها التعايش مع درجات حرارة ترتفع وظروف متطرفة أخرى) [42]

وأفادت دراسة حديثة بأنه ما بين نصف وثلاثة أرباع مستعمرات طيور البطريق فى القطب الجنوبى سوف يتقلص عددها بشكل كبير أو قد تختفى نهائياً إذا ما ارتفعت حرارة الأرض بأكثر من درجتين مئويتين. وأشار تقرير حديث أصدره برنامج الأمم المتحدة البيئي، إلى أن الزيادة بهذه النسبة تعتبر عالية جداً، وتظهر أن(50 فى المئة) من مستعمرات البطريق "أيكونيك امبارور" و(75 فى المئة) من

بطريق "أديلي" تواجه الخطر، مؤكداً أن احتمالا كهذا قد يصبح أمراً واقعاً خلال أقل من (40 سنة. وأوضح التقرير أن انحسار كمية الثلوج البحرية قد تؤثر على كميات "كريل" الشبيهة بالروبيان أو القريدس والتى تعد جزءا أساسياً من غذاء البطريق.

وأوضح منسق التغيرات المناخية فى برنامج الامم المتحدة البيئى فى القطب الجنوبى خوان كاسافالوس، أن طيور البطريق متأقلمة تماماً على العيش فى الأماكن الباردة والأحوال الطبيعية القاسية فى القطب الجنوبى، ولذا فإن الارتفاع المتزايد فى درجة الحرارة فى العالم يقلص المناطق التى تفرخ وتعيش فيها، فإذا زادت الحرارة درجتين أخريين فإن "البطريق" سوف تتعرض لخطر شديد. [43]

أشارت دراسات عربية تعنى بشؤون البيئة في ملفاتها المتعلقة بالتغيرات المناخية معلومات وحقائق وتقارير تتعلق بتأثيرات وآثار الاحترار العالمي ومساوئه الكبيرة على الحياة النباتية والحيوانية، ويمكن إجمال ذلك بالشكل الأتي:[44]

1- إن التغير المناخي الناجم عن انبعاثات الكربون بسبب موجات الجفاف من ناحية والفيضانات من ناحية أخربومن ثم تزايد الكوارث الطبيعية وتهدد النباتات بشكل خاص.

2- يشير مجموعة من العلماء في ولاية سانت لويس الأمريكية ، إلى إن انزلاق انهار الجليد في كرينلند نحو المحيط أسرع مما كان يعتمد سابقا، وتشير المؤشرات الأخيرة إن انزلاق الغطاء الجليدي ينزلق بشكل أسرع من المتوقع، مما يعني تدهور الحياة الحيوية النباتية والحيوانية في تلك الناطق. يذكر ان مساحة جليد البحر القطبي الشمالي تراجعت إلى (5.31مليون كم2) حتى (أيلول-2005) في حين كانت للمدة (1978-2000م) حوالي (7 مليون كم2) مما يعني تهديداً كبيراً للبيئة الإحيائية في تلك المناطق وتهديد للحيوانات البرية والدببة على وجه الخصوص، كما سيؤثر ذلك على حياة الاسكيمو والجماعات البشرية الأخرى التي تعيش في المناطق القطبية.

ويحذر تقرير بريطاني إلى ان انزلاق الكتل الجليدية إلى البحر سيؤدي إلى رفع مستوى البحار إلى حوالي (7م) في غضون السنوات الألف المقبلة، وحذر علماء أمريكيون من ان هذه الظاهرة قد تسبب غمر (3%) من ولاية نيوجرسي خلال القرن المقبل.

3- ان ارتفاع حرارة الأرض يمكن ان يؤدي إلى انخفاض منسوب المياه في المناطق المحيطة بالبحر المتوسط والأمازون ووسط الولايات المتحدة، مما يمكن ان يضر بالزراعة والمدن في تلك المناطق، وكذلك يسبب حالات الجفاف ونقص المياه وحرائق الغابات وانتقال أشجار لتنمو في الشمال وتدهور الزراعة في هذا الإقليم.

4- تعمل ظاهرة الاحتباس الحراري على جعل المناخ أكثر دفئاً وجفافاً وخاصة في المناطق المدارية، إذ تتعرض غابات الأمازون المطيرة إلى الموت بسبب ذلك.

5- ورغم السلبيات الكبيرة لمشكلة الاحتباس الحراري ، فقد رصد المعهد النرويجي للأبحاث المياه إلى ان ذوبان الثلوج في فصل الربيع يعمل على تنظيف النترات السامة التي تتجمع في ثلوج الشتاء ، كما ان تزايد تساقط الأمطار بفعل ارتفاع درجة الحرارة يخفف من الأحماض الصناعية التي تلوث الأنهار مما يساعد في نمو اسماك السلمون .

6- وحددت منظمة السلام الأخضر البيئية قائمة طويلة من الفصائل المهاجرة من الطيور وغيرها من الإحياء، التي ابتعدت شمالا والتي أعدت مؤشر على ارتفاع درجات حرارة الأرض، ومن أمثلة تلك الفصائل هجرة عدد من الطيور المغردة من الولايات المتحدة إلى كندا شمالا، وانتقال طائر الطوقان إلى أعالي الجبال في كوستريكا.

وأشار تقرير يتعلق بقارة أفريقيا بأن هذه القارة ستشهد برمتها قريبا تغيرا خطيرا في نوعية وكثافة غطائها النباتي بسبب التغيرات المناخية .. وأظهرت النتائج ان التغيرات الطارئة للنباتات ستشهدها في مناطق الغابات المطرية الاستوائية في

الكونغو نتيجة للجفاف ، وأفاد تقرير لـ(F.A.O) ان ارتفاع الحرارة سيؤدي إلى نقص بنسبة (11%) في الأراضي التي تروى بالإمطار في الدول النامية ومن ثم تقليص في الحياة النباتية ومن ثم الحيوانية..

وتبين التسجيلات المناخية العالمية إلى ان العام(2005م) هو أحد أكثر الأعوام حرارة خلال الألفية الأخيرة . ففي ذلك العام ارتفعت درجة الحرارة وتجاوزت (30ْ م) في شواطئ روسيا الشمالية بشطرها الأوربي، وأستمرت الحرارة مرتفعة (20 يوما) في شهري حزيران وتموز، كما سجلت حرارة عالية في المناطق الجنوبية من سيبريا الغربية أدى إلى حرائق كبيرة في تلك المنطقة لم تشهدها منذ (40 عاما).

وقد أفادت دراسة علمية أعدها باحثون في الفلبين إلى ان الاحتباس الحراري يقلل من إنتاج محصول الأرز أولا وانه كلما ارتفعت الحرارة درجة واحدة انخفض المحصول بمعدل(10%) ثانيا، وهو أمر خطير لما يشكله هذا المحصول من مصدر رئيس للغذاء الأكبر من سكان العالم. [45]

حددت هيئات دولية بشأن تردي الوضع البيئي في جزر المحيط الهادئ، إذ تفيد التقارير إلى اختفاء جزر بأكملها في المحيط مع ارتفاع مناسيب المياه، ويتوقع اختفاء جزر رملية أخرى تحت مياه المحيط مع ازدياد ذوبان الجليد في القطبين. فالحرارة كما يشير التقرير ارتفعت بنسبة (0.43ْم) بين عامي(1981-1998)، وتنذر النظريات العلمية بدمار العالم وترى ان ارتفاع درجة حرارة الأرض سيؤدي إلى تغيرات أكثر تأثيرا منذ فناء الديناصورات، وطبقا لدراسة دولية فأن ارتفاع درجة الحرارة من الممكن ان يؤدي إلى انقراض ربع أنواع النباتات والحيوانات بحلول عام (2050). [46]

ويقدر العلماء بأن الزراعة او الحياة الزراعية يجب ان تنتقل(100-150كم) باتجاه القطبين لتعوض عن ارتفاع الحرارة درجة واحدة، وقد تثبت بان حرارة المحيطات هي التي تتسبب بتغير لون المرجان، وقد جاءوا بلوحات بيانية تثبت

التغير الحاصل في الحرارة خلال العقد الماضي في المحيطات، وتشير تقديرات العلماء إلى انه اذا بقيت الحرارة على ارتفاعها الحالي في المحيطات فسوف تكون نتائجها الاقتصادية هائلة تتمثل في موت المرجان والسلاسل المرجانية، إذ إنها تؤمن(12%) من مصائد السمك في كافة انحاء الأرض. (47)

ويمكن للبيئة ان تستعيد توازنها بعد ان ينتهي التغير المناخي السريع لكن ذلك يستغرق قروناً عديدة. وفي غضون ذلك فأن الخسائر سوف تفوق الأرباح وسوف يذهب التراث البيولوجي إلى الأبد. والدورة الغابية الطويلة والغابات الجارية سوف تنضج وتتدهور خلال مناخ لم تتكيف معه جيداً.

وتعتمد التأثيرات الحقيقية على التكيف الفيزيولوجي وعلاقة الطفيليات المضيفة معه، وهذه الخسائر تحدث من جراء العاملين السابقين، كما ان النيران تأتي على مساحات كبيرة من الغابات، فضلاً عن ان المناطق المناخية سوف تتحرك باتجاه القطب والى مناطق أعلى ، اما أكثر المناطق حساسية فهي اذ تكون الفصيلة قريبة من الحدود البيولوجية(حدودها) الحرارة والرطوبة، وهذه تحدث في المناطق شبه القاحلة،كما ويتوقع من الضغوط الاجتماعية ان تزيد من تدمير الغابات وتلفها. (48)

وتقدر النماذج إلى ان التركيز المتزايد للغازات الدفيئة في الغلاف الجوي سيرافقها تغيرا في تواتر وشدة ومدة الظواهر المتطرفة مثل تزايد الأيام الحارة والموجات الحارة والأمطار الغزيرة وتناقص الأيام الباردة، وسوف تفضي كثير من هذه التغيرات إلى تزايد أخطار الفيضانات والجفاف في عدد من المناطق وستؤدي إلى حدوث تأثيرات ضارة على النظم الإيكولوجية والقطاعات الاجتماعية – الاقتصادية وصحة الإنسان، وتشير دراسات الإسقاطات العالمية إلى انه من المرجح حدوث زيادة في شدة الرياح القصوى والتساقط في الأعاصير الحلزونية المدارية في عدد المناطق.

ويمكن ان تؤثر الزيادة في درجة الحرارة في مراحل التطور الرئيسة لعدد من المحاصيل(مثل عقم السنيبلات في الأرز وفقدان صلاحية حبوب اللقاح الذرة وتموت الدرنات في البطاطس) ومن ثم غلات المحاصيل [49]، وسيؤدي الارتفاع المؤكد في درجة الحرارة الأرض وغلافها الجوي إلى تقليل كمية الثلوج في البحار والمحيطات وارتفاع في مستوى سطح البحر، وانطلاق ثاني أوكسيد الكاربون من المحيطات إلى الغلاف الجوي، وتقليل الحركة التبادلية العمودية في مياه المحيطات، وأخيرا انتقال النظم البيئية البحرية بما تتضمنه من ثروة سمكية نحو القطب[50].

وتنعكس الآثار المهمة لهذه الظاهرة هو تآكل الاوزون، التي تمثل (طبقة الأوزون) وقاءً لكوكب الأرض يحميه من الأشعة فوق البنفسجية ويعمل الاوزون على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات الطاقة الحرارية العالية مما يرفع درجة حرارة هذه الطبقة[1]، ومن ثم فان الأوزون يؤدي وظيفتين أساسيتين تجعلان كوكب الأرض ملائما للحياة – الأولى انه يمثل طبقة رقيقة حول الأرض ترشح نحو(99%) من الأشعة الشمسية فوق البنفسجية الواصلة الى الأرض،وهو بذلك يمثل درعا يقي الحياة على سطح الأرض من الأثر المدمر للأشعة فوق البنفسجية. والوظيفة الثانية للأوزون انه يلعب دورا مهما في تنظيم حرارة الأرض..[2].

ويقدر عدد من العلماء أن الأوزون قد تناقص في طبقة الستراتوسفير فوق القطب الجنوبي بنحو (10%) في العشرين سنة الماضية، وفي نصف الكرة الشمالي حدث انخفاض بنفس النسبة ما بين عامي(1969– 1986) في الشتاء ما بين خطي عرض (53 ° – 64 ° شمالا)،وتقل النسبة عن ذلك فوق العروض الأدنى ،إلا أن هناك نظريات تقترح إن استنزاف الأوزون بفعل ملوثات الكلوروفلوروكربون خلال تلك المدة لا يمكن أن تزيد عن 2 %[3].

يعد الأوزون،من الغازات التي تؤدي الى أضرار كبيرة لكثير من النباتات ،لأنها تدمر خلايا الأوراق ومادة الكلوروبلاست التي تحوي على مادة الكلورفيل

الهامة جدا لعملية التمثيل الضوئي في النبات والتي عن طريقها يصنع النبات ما يحتاجه من غذاء .

وإذا ما تعرضت أشجار الفاكهة خاصة الخوخ ،والمشمش ،والسفرجل ،والبرتقال ،والعنب ل15 % من المليغرام من الأكاسيد النيتروجينية والأوزون لمدة من الوقت فإنها تصاب ببقع بيضاء ورمادية وسوداء تبعا لمدد التعرض .وتبدأ حواف الأوراق في الالتفاف والالتواء .كما تؤدي هذه الغازات الى عدم أزهار تلك النباتات مما يسبب خسائر اقتصادية كبيرة[3] .

وكذلك تؤدي زيادة غاز الأوزون إلى ظهور بقع في الأجزاء العليا من أوراق الكروم والتبغ ،ففي ولاية نيوجرسي الأمريكية تأثرت زراعة التبغ كثيرا نتيجة لكثرة وجود غاز الأوزون[4].

تؤدي كثافة الأشعة فوق البنفسجية الى تثبيط عملية التمثيل الضوئي للكائنات العضوية مما يكون له اثر ضارة عليها وعلى نموها .وأكثر هذه الكائنات تأثرا هي العوالق النباتية (البلانكتون النباتي) التي تتواجد قرب سطح الأرض ومن ثم فهي عرضة للتأثر بهذه الأشعة مما يقلل من معدلات إنتاجها ،وفي نفس الوقت يقل تثبيتها لكربون الغلاف الجوي ،وبالتالي تدهور البلانكتون وتتدهور معه الحياة البحرية التي يعتبر البلانكتون النباتي هو أول السلسلة الغذائية للكائنات البحرية الأخرى .وقد أثبتت الدراسات إن زيادة الأشعة فوق البنفسجية في القارة القطبية الجنوبية (انتاركتيكا) في أثناء ذروة الأوزون كافة لإحداث انخفاض موسمي في إنتاجية البلانكتون النباتي بنسبة تتراوح بين 6-12%[1]، ويسبب الاوزون الحرائق الدورية لأعشاب السفانا والغابات في العالم ومع توافر الأشعاع الشمسي وشدته في المناطق الاستوائية الى ارتفاع مستويات غاز الأوزون فورا إلى حوالي خمسة أمثال المستوى الطبيعي [2].

2. تأثيرات إزالة الغابات.

تعد إزالة أشجار الغابات من سطح الأرض له تأثيراته على الكائنات الحية بضمنها الإنسان، فهي بالإضافة إلى كونها تعني إزالة موردا طبيعيا بيئيا هاما وتدميرا بيولوجيا، فان ذلك يسبب الكثير من الخسائر للكائنات الحية التي تعيش على تلك الغابات من حيوانات برية وطيور وغيرها، كما ان إزالة الغابات له تأثير خطير جدا وهو زيادة كميات غاز (Co2) في الجو وبكميات هائلة، كون تلك الغابات تستهلك كميات كبيرة منه في عملية البناء الضوئي، ويبين الجدول (5) التوزيع المفترض للنبات الطبيعي قبل إن يغيره تدخل الإنسان تغيرا كبيرا. فقد كان ثلث سطح الأرض تقريبا تغطيه الغابات، والثلث الثاني موزعا بين أرضا مشجرة ومعشوشبة، وتتراوح تقديرات كل عالم لهذه الأقسام المختلفة تراوحا كبيرا، ولكن من الممكن الاعتماد على التقدير المبين في الجدول (6).

جدول (6)

التغيرات العالمية في استعمال الأرض

الغطاء الأصلي حوالي قبل 10000 ق.م	%	الغطاء بعد تغير استعمالات الأرض في السبعينيات	%
غابات	33	غابات + أشجار ومراعي طبيعية	36
أرض مشجرة وحشائش	31	–	–
صحاري	20	صحاري	19
قطبية وألبيه	16	قطبية وألبيه	16
–	–	محاصيل زراعية	10
–	–	مروج ومراع	19

المصدر: بيتر هاجيت، الجغرافية تركيبة جديدة، ترجمة محمد السيار، مؤسسه الشباب، القاهرة،1996، ص 288.

اذ يشير الجدول أعلاه الى تغير نسب النباتات على سطح الأرض بفعل نشاطات الإنسان، وتقدر F.A.o. ان نحو (10%) من مساحة الأرض مزروعة، وان (25%) غابات و (20%) أخرى حشائش (أعشاب وشجيرات) ومن الصعب مقارنة هذه التقديرات مع الجدول أعلاه، إذ ان تصنيف الأرض في كل منهما مختلف عن الآخر، لكن المقارنة تبين إن مساحة الغابات مختلفة، وان هذا الاختلاف كان انتقائيا جدا خصوصا في العروض الوسطى في شرقي USA وأوربا وشرق آسيا، وفي الأراضي الموسمية بجنوب آسيا. أما مساحات الغابات الاستوائية الواسعة والغابات الشمالية التي تحيط بالمنطقة القطبية فهي لم تتحسن. وان انكماش مساحة نطاق الحشائش أيضا مركز، فأكبر تغير حدث في نطاق الحشائش داخل العروض الوسطى، مثل براري أمريكا الشمالية أو سهول كانتربرى في نيوزيلندة، وهذا نقيض التغيرات الطفيفة التي حلت بنطاق الحشائش المدارية أو السفانا. (52)

وتبين الدراسات بان الغابات في البرازيل كانت تغطي حوالي (70%) من جملة المساحة مع مطلع القرن العشرين في حين تناقصت هذه النسبة إلى (58%) فقط عام (1965م) نتيجة التوغل الزراعي والعمراني ومد طرق النقل عبر مناطق الغابات، وكذلك الحال في الصومال الذي تحولت فيه مناطق واسعة مغطاة بالأشجار والحشائش الفنية إلى مناطق صحراوية جافة نتيجة للأقراط الرعوي. (53)

تشير منظمة الفاو إلى ان تدمير الغابات يضيف حوالي (6 مليار طن) من غاز ثاني أوكسيد الكاربون إلى الأجواء في كل سنة، وان منع هذه الكميات من الكاربون المختزل من الانطلاق تستحسن أهمية على الموازنة العامة للكاربون في البيئة مثلما يؤدي دورا حيويا في صون النظام الايكولوجي عموما، وتشير التقديرات

إلى ان مساحة الغابات في العالم انخفضت فيما بين (1980–1995) بنحو (180) مليون هكتار، إذ حدثت خسائر في الغابات ضمن الدول النامية نحو(200) مليون هكتار، علماً ان نسبة (55%) من مساحة الغابات في العالم تسود ضمن الدول النامية، وفي نفس الوقت حصلت زيادة في مساحة الغابات للدول الصناعية وبلغت (20) مليون هكتار، علماً ان نسبة مساحة الغابات في الدول الصناعية تبلغ (45%) من مجمل مساحة الغابات في العالم. (54)

وأثبتت الدراسات بان الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية هي الأكثر تضرراً في إزالة الغابات ، والتي تشكل (56%) من غابات العالم، في حين لا يتجاوز نسبة الغابات المعتدلة المنتشرة في اغلب الدول الصناعية نحو (44%)، ومن أكثر المناطق تعرضاً للإزالة في الغابات هي شمال أفريقيا نتيجة لتعرضها لعملية الإفراط في الاستغلال وقلة كميات الأمطار، ففي المغرب العربي تبلغ مساحة الغطاء الغابي (6.5) مليون هكتار، بلغت نسبة التدهور (3000)هكتار سنوياً، وذلك بسبب الرعي الجائر وقطع الأشجار و الاحتطاب والتوسع الزراعي والأمراض، وفي الجزائر تقدر مساحة الغابات بنحو (3.670.000) هكتار ، تشكل (1.5%) من جملة المساحة و(15%) من غابات إقليم شمال الصحراء، وتبلغ نسبة التدهور مابين (15–20%) أي (1500) هكتار سنوياً وفي تونس تقدر المساحة الإجمالية للغابات (970187)هكتار، اما المساحة المتدهورة فهي (400000) هكتار. (55)

ويبن تقرير التنمية البشرية لسنة(2000م) ان متوسط المعدل السنوي لإزالة الغابات للمدة من (1990–1995) هو كبير في الدول النامية (عالم الجنوب) ومنخفض جداً في الدول المتقدمة (عالم الشمال)، فعلى سبيل المثال كان أعلى معدل سنوي لازالة الغابات في دول لبنان وجامايكا وجزر القمر، إذ وصل أكثر من (5%) في حين كان يتراوح بين (1–5%) في عدد كبير من دول الجنوب ابرزها الأردن وسوريا والجزائر والسلفادور وفيتنام وهندوراس وبوليفيا ونيكاراغوا وغواتيمالا

وغانا وباكستان وكمبوديا وكوبا وبنما وماليزيا والسعودية وتايلاند وباراغواي والأكوادور وإيران ومالي وسيراليون. (56)

وتسهم حرائق الغابات في زيادة ظاهرة الاحتباس الحراري، اذ انها ازدادت سنوياً على (50000) حريق تلتهم نحو (1000000)هكتار من أحراج البحر المتوسط، كما ان الحرائق البرية تلتهم ملايين من الهكتارات سنوياً من أراضي السفانا الأفريقية، وفي أمريكا الشمالية يحترق في كل عام أكثر من (2.3 مليون هكتار) من أراضي الغابات والأحراج ، كما ان أكثر من (2 مليار) إنسان يعتمدون على الغابات في مجال توفير الطاقة في مجالات التدفئة والطبخ والاستعمالات الأخرى. (57)

وتتعرض في الجنوب مساحات كبيرة من الغابات سنوياً إلى الحرائق، إذ يتسبب نحو(500000) حريق بالقضاء على نحو يتراوح بين(700000-100000) هكتار من احراج البحر المتوسط، وفي عام (1982) تسبب حريق في اندونيسيا في التهام ما يزيد على (3.6) مليون هكتار، فضلاً عن التهام ما يزيد على ملايين الهكتارات في أراضي السفانا الأفريقية سنوياً بسبب الحرائق البرية، وفي أمريكا الشمالية يحترق كل عام أكثر من (2.3) مليون هكتار من الأراضي الحرجية. وتعمل عملية إزالة الغابات على تفاقم مشكلة الاحتباس الحراري وذلك لسببين هما:

ان إزالة الغابات زاد من التلوث الهوائي، اذا ما علمنا ان الغابات تعمل على امتصاص الغازات الحابسة للحرارة لاسيما ثاني أوكسيد الكاربون.

ان تقليص مساحة الغابات قلل من دور الغابات في احداث عملية التوازن الحراري على كوكب الأرض، إذ تعمل الأشجار على تقليل درجة الحرارة عن طريق عملية النتح خلال مدة نمو الأشجار التي تتراوح بين (10-15) سنة، إذ تكون درجة حرارة الهواء فوق النبات بـ(5سم) اقل درجة من الهواء الذي فوق ارتفاع

(20م)، إذ يبلغ معدل الفرق (2.5مْ) وقد يصل الفارق إلى (6.5مْ) في بعض الحالات المتطرفة. [58]

3. تأثير الأمطار الحامضية.

توجد الكثير من الآثار الضارة للأمطار الحامضية التي تمثل في زيادة الحموضة للمجاري المائية والبحيرات، إذ تقضي الحموضة الزائدة على الكثير من الكائنات المائية، كما تسبب تلوث التربة الزراعية والأضرار بالمحاصيل والغابات وما تحتويه من أشجار وحيوانات، وهناك الكثير من الدول لاسيما الصناعية منها والتي تعاني من آثار هذه الأمطار وما تسببه من تلوث في هوائها ومياهها وتربتها مثل (دول أوربا الغربية كألمانيا وبريطانيا وفرنسا، والدول لاسكندنافية مثل السويد والنرويج، وفي أمريكا الشمالية مثل كندا والولايات المتحدة.

تشير الدراسات الحديثة على ان الأمطار الحامضية قد قضت على (34%) من الأشجار في ألمانيا الاتحادية في عام (1982م) وزادت الأضرار في عام (1985م) بنسبة تصل إلى (50%)، كما حدثت أضرار في الغابة السوداء وبنسبة (75%)، وحدث مثل ذلك في فرنسا، فقد بلغت نسبة الأشجار التي أتلفتها الأمطار الحامضية بين (50–60%). في حين بلغت نسبة الأشجار التي قضت عليها هذه الأمطار بنحو (40%) في أوربا الشرقية، وفي تشيكوسلوفاكيا (سابقا) فقط. وقضت هذه الأمطار على ما لا يقل عن (125 ألف فدان) من غابات جبال أور وإنها تهدد بالقضاء على (150 ألف فدان) أخرى من تلك الغابات في المستقبل...ويذكر إن أكثر الغابات المتضررة هي (غابات الصنوبر) في تلك المناطق، فقد قضت الأمطار الحامضية على أوراق تلك الأشجار وجردتها منها، وتعاني الولايات المتحدة الأمريكية أيضا من أضرار هذه الأمطار، ففي ولاية جورجيا وسائر ولايات الساحل الغربي (اذ واشنطن ونيويورك وغيرها) حتى الحدود الكندية، اما الساحل الشرقي فقد بلغ تلوث المطر الحامضي أقصاه في بعض المناطق في كاليفورنيا، وبإضرار تقدر

بين (3000–4000 مليون دولار سنويا)، اما كندا فقد قضى المطر الحامضي القادم اليها من الولايات المتحدة على ما يقارب من (1.6 مليون كم2) من غابات كندا [59]، إذ تؤدي هذه الأمطار الحامضية إلى تلوث مئات البحيرات والمجاري النهرية في جنوب السويد والنرويج بحيث لم تعد ملائمة لحياة الأسماك، كما ان هذه الأمطار تحمل المكونات إلى التربة بالشكل الذي يعمل على تدهورها ومن ثم تدهور الغطاء النباتي. [60]. ان اهم ما يلاحظ على التاثيرات الخطيرة للامطار الحامضية يبرز في الآتي: [61]

أ- التأثير على الأنظمة البيئية المائية.

تحضى البحيرات ولا زالت باهتمام واسع في دراسات تأثيرات الأمطار الحامضية لما تمثله من نظام بيئي مغلق اولا ولكونها ايضا نظام بيئي نموذجي لدراسة هذه التأثيرات ثانيا.

لقد أثرت الأمطار الحامضية في بيئة البحيرات بصورة كبيرة، فمن بين (18 ألف) بحيرة كانت قد درست بشكل جيد وجد إن (15 ألف) منها كانت قد تأثرت بالأمطار الحامضية بصورة واضحة، اذ ماتت وتناقصت أعداد كثيرة من الكائنات الحية التي تعيش في هذه البحيرات وخاصة الأسماك والضفادع. وقد يتبادر إلى الذهن السؤال التالي: من أين تأتي خطورة الأمطار الحامضية على البحيرات؟ والجواب يكون إن زيادة حموضة الماء تعود إلى انتقال الحوامض إليها من مياه السيول وخاصة حامضي الكبريتيك والنتريك. فضلا عن ذلك فان الأمطار الحامضية تتسبب في إذابة بعض الفلزات والمركبات من رواسب البحيرات مما أدى إلى ارتفاع نسبتها في المياه وتسبب ضررا إضافيا على تلك المياه، اذ تجرف هذه الأمطار معها عناصر معدنية مختلفة بعضها بشكل مركبات من الزئبق والرصاص والنحاس والألمنيوم فتقتل الأحياء المختلفة في البحيرات.

كما ان للأمطار الحامضية آثار تخريبية في بيئة البحيرات والمحيطات اذ أنها تتأثر بهذه الأمطار وتتسبب في موت و تناقص أعداد كثيرة من الكائنات الحية التي تعيش في هذه البحيرات و خاصة الأسماك و الضفادع. كما أن لها أثرا سلبيا على الغابات و النباتات التي تنتج المواد العضوية على سطح الأرض والأخشاب التي يستعملها الإنسان والأهم من ذلك أنها تطلق لنا الأكسجين اللازم لحياتنا، كذلك تؤثر الأمطار الحمضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية و في الغابات الصنوبرية فهي تجرد الأشجار من أوراقها و تحدث خللا في التربة و بالتالي تجعل الامتصاص يضطرب في الجذور، و النتيجة تؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل، كما أنها تؤثر في الحيوانات فمثلا تأثر النباتات بالأمطار الحامضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، و يؤدي إلى موتها أو هجرتها، و قد يلاحظ التأثير المباشر أيضا في الحيوانات مثل موت القشريات و الأسماك الصغيرة في البحيرات التي سقطت عليها الأمطار الحمضية نظرا لتشكيل مركبات سامة بتأثير الأمطار و الحوامض التي تدخل في نسيج النباتات و العوالق و عندما تتناولها القشريات و الأسماك الصغيرة ، تتركز المواد السامة في المستهلكات الثانية و الثالثة حتى تصبح قاتلة في السلسلة الغذائية.. و لا بد من الإشارة إلى أن النظام البيئي لا يستقيم إذا حدث خلل في عناصره المنتجة أو المستهلكة أو المفككة و بالنتيجة يؤدي موت الغابات إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة و هجرة الكبيرة منها .. و هكذا[62].

وهنا لابد من الإشارة إلى إن درجة حموضة ماء البحيرة الطبيعي تكون بين (5-6) فإذا قلت عن الرقم 5 ظهرت المشاكل البيئية بصورة جلية كما يجدر التوضيح بان مياه البحيرات تمتلك آلية طبيعية لتنظيم أسها الهيدروجيني فتذيب بعض المركبات القاعدية القلوية الموجودة في صخور القاع أو تنتقل إليها مع مياه

الأنهار والسيول فتنطلق ايونات البيكاربونات وايونات أخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني إلى درجات غير طبيعية.

إن التأثير الحامضي اخذ اتجاها متسارعا مع مرور الوقت وتشير إحدى الإحصائيات إلى إن البحيرات التي كانت حموضتها اقل من (5 درجات) في الولايات المتحدة الأمريكية في النصف الأول من القرن الماضي كان بحدود(8 بحيرات) فقط ، وأصبح الآن بحدود(109 بحيرات)، كما أحصي في منطقة اونتريو في كندا أكثر من ألفي بحيرة حموضة مياهها اقل من (5)، أما في السويد فان أكثر من (20%) من بحيراتها تعاني من ارتفاع الحموضة وفقدت(152 بحيرة) كبيرة (ولاسيما في السويد والنرويج) قابليتها على إدامة حياة كائناتها الحية. ولا يقتصر فقط على البحيرات بل الأنهار أيضا كما في نهر توفدال بالنرويج والشهير بوجود اسماك السلامون، والذي أصبح بفعل الأمطار الحامضية لا يوجد به إلا عدد قليل جدا من أنواع الكائنات الحية التي تستطيع تحمل الحموضة العالية.

لقد ركزت اغلب الدراسات المتعلقة بتأثيرات الحموضة على الأسماك لأهميتها الغذائية فضلا عن العديد من أنواع الكائنات الحية العالقة الدقيقة كالعوالق الحيوانية التي تشكل قاعدة سلسلة الغذاء. وبينت نتائج العديد من الدراسات إن زيادة حموضة المياه عن الحد الطبيعي تجعل الأسماك والأحياء الأخرى تبدأ بالاختفاء بشكل تدريجي من هذه الممرات المائية، بعد أن تصبح قابلية هذه الأحياء على التحمل قليلة، وأشارت الدراسات الى إن بعض أنواع السمك مثل التراوت والسلامون أكثر حساسية للحموضة من الأنواع الأخرى، ولذلك فانه تميل هذه الأنواع إلى الاختفاء، إن تأثيرات الحموضة العالية على الأسماك تسبب نقصاً في النمو، وعدم قابلية لتنظيم كيمياء الجسم، وخفض إنتاج البيوض وأضرار مختلفة في السمك الصغير وسهولة التأثر بالأمراض المختلفة.

لا تتوقف تأثيرات الحموضة عند الأحياء سابقة الذكر بل تمتد لتشمل التنوع الإحيائي ككل، ويمكن توضيح ذلك عن طريق التجربة التي أجريت على إحدى البحيرات الكندية، إذ بدا الباحثون تحميض البحيرة تجريبيا في عام (1976)، بإضافة حامض الكبريتيك على التتابع حتى أوصلوا الرقم الهيدروجيني للبحيرة إلى (5) في العام(1983) بعد إن كان بحدود(6.8) قبل الإضافة وعليه بين الباحثون في عام (1985) بان الأنواع التي تعيش في التغيرات كانت واسعة حتى عندما كان الرقم الهيدروجيني عاليا نسبيا (أي قريبا من الحالة الطبيعية) ولم تتغير الإنتاجية البيولوجية الإجمالية تغييرا كبيراً ولكن التحميض قضى على مجموعة من الأنواع التي كانت غذاء لسمك الثروات السائدة في هذه البحيرة. فضلا عن ما تقدم تناقصت أعداد الأنواع مع زيادة حموضة المياه فبعد إن كانت البحيرة تملك بحدود (220 نوعا)، أصبحت لا تملك سوى (150 نوعا) وذلك بعد إن وصلت درجة الأس الهيدروجيني إلى (5). [63]

ويعتقد العلماء بان أكثر من نصف البحيرات الواقعة في اشد المناطق تأثرا بالأمطار الحامضية قد فقد ما بين (40% و 50%) من الأنواع مثل الرخويات والحشرات وهذه خسائر على الدرجة نفسها من الأهمية للنظام البيئي كالخسائر في السمك.

ب- اثر المطر الحامضي على الغابات والنباتات.

يعد تدمير الغابات احد تأثيرات الأمطار الحامضية المهمة، اذ ان الضرر الذي يلحق بالأشجار من نوبات الجفاف والأعاصير والحشرات والأمراض قديم قدم الغابات نفسها، كما إن نقل الملوثات من مصادرها الصناعية إلى الغابات التي تبعد عن تلك المصادر بمئات الكيلومترات يعد تأثيرا سلبيا إضافيا بهذه النظم المهمة.

تؤثر الأمطار الحامضية على النباتات بصورة عامة فهي تجرد الاشجار من اوراقها وتحدث خللا في التوازن الأيوني للتربة، وبالتالي يضطرب الامتصاص في

الجذور والنتيجة حدوث خسارة في المحاصيل وموت الغابات.كذلك تؤثر الأمطار الحامضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية وهذا يؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل.

وعليه وصلت نسبة الأضرار حدودا عالية في أوراق الإحراج مثلا وبلغت هذه النسبة بحدود (34%) في إحراج ألمانيا في السبعينات وازدادت إلى (50%) عام (1985) ، أما في إحراج السويد فقد وصلت الأضرار إلى(30%)، وتشير بعض التقارير أيضا إلى إن(14%) من جميع أراضي الإحراج الأوربية قد أصابها الضرر نتيجة الأمطار الحامضية. فضلا عن ذلك فان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الأمريكية تتأثر بشكل واضح بالأمطار الحامضية، لدرجة إن أطلق على هذه الحالة اسم (فالدشترين) وتعني موت الغابة. ([64])

لقد دفعت هذه الخسائر الكبيرة إلى القيام بعدد من المبادرات من اجل فهم الآلية التي تحدث فيها هذه الأمطار هذه التأثيرات الواسعة ونذكر هنا على سبيل المثال لا الحصر ما قام به برنامج الحكومة الأمريكية الوطني لتقييم الترسيب الحامضي واثر هذا الترسيب في الغابات الموجودة في أمريكا الشمالية، ولقد بينت الدراسة التي ركزت على البيسية الحمراء نتائج مثيرة.

اذ أظهرت تحاليل حلقات الأشجار العائدة للبيسية الحمراء، والتي تنمو على ارتفاعات عالية في شمال سلسلة الجبال الابلاشية وفي شرق الولايات المتحدة، إن معدل نموها هبط هبوطا كبيرا خلال الربع الأخير من القرن الماضي، كما بينت التحليلات إن ما يزيد على نصف أشجار البيسية 157الحمراء الناضجة في الارتفاعات العالية بجبال اديروندك والجبال الخضراء قد ماتت أما في نيويورك وفيرمونت ونيوهامبشاير فقد أخذت مجموعات أشجار البيسية الحمراء في التدهور فيما بين أواخر الخمسينيات ومنتصف الستينيات من القرن الماضي.

وبينت الدراسة كذلك إن وجود هذه الملوثات يضاعف الضغوط البيئية الأخرى إلى الحد الذي لا تستطيع عنده البيسية الحمراء البقاء ونظرا لان السحب يمكن أن تحتوي على تركيزات عالية من الأوزون والأحماض، ولان الترب رقيقة نسبيا في الارتفاعات العالية، فان التأثيرات في الغابات تكون واضحة إلى ابعد حد في هذه الارتفاعات اذ تلامس السحب والضباب الأشجار مباشرة.

فضلا عن ما تقدم فقد أوحى تغير لون أوراق الشجر الابرية ومعدلات النمو المتدهورة في غابات شمال شرق بافاريا بجمهورية ألمانيا الاتحادية كما في أواخر السبعينات من القرن الماضي بان الترسيب الحامضي وأوزون المستوى الأرضي، الناتج من التفاعلات الكيميائية الداخلة في الترسيب الحامضي، يقومان بدور رئيسي فيما صار معروفا "بموت الغابات" وبحلول أوائل الثمانينيات اعتبر ما بين(20%) من الغابات الأوروبية قد أصيب بضرر وخيم أو متوسط على الرغم من انه في أواخر الثمانينيات هبط معدل التدهور بصورة عامة وأصبح هذا التأثير اقل.

ومن التأثيرات الأخرى للأمطار الحامضية في النباتات والتي تكون بصورة غير مباشرة، هو عندما تسقط هذه الأمطار على أراضي جيرية إذ أنها تؤدي إلى إذابة عنصر الكالسيوم من هذه الأراضي وتحمله معها إلى مياه الأنهار والبحيرات القريبة، وينتج عن ذلك حدوث نحر في التربة وزيادة تركيز الكالسيوم وبعض العناصر الأخرى في مياه هذه الأنهار والبحيرات، كما إن الأمطار الحامضية تجرف معها العناصر الهامة لنمو النباتات مثل البوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم وغيرها إلى المياه الجوفية. ولقد انتهى العلماء إلى إن ايونات الهيدروجين الزائدة في التربة، نتيجة تلقيها جرعات من الترسيب الحامضي، تحل محل عناصر أخرى وأهمها العناصر المغذية (البوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم)، كما إن تركيزات الهيدروجين العالية تحرر أيضا الألمنيوم، وهو فلز يوجد طبيعيا في التربة، ويمكن

أن يكون ساما للنباتات حالما يتحرر، وذلك بتعويق قدرة الجذور على امتصاص الماء والمغذيات.

وظهرت في مناطق شاسعة في أمريكا الشمالية وأوربا حساسة للترسيب الحامضي بسبب تركيب هذه التربة أصلا، والتي تفقد القابلية على معادلة الأمطار الحامضية، ومما يضاعف الخطر هو الاستمرار في اكتشاف مناطق أكثر واكبر ذات حساسية عالية للأحماض، كما إن هذه المساحات الجديدة كانت بصورة عامة أكثر مما يعتقد الباحثون قبل عشر سنوات مضت. وعموما إن المطر الحامضي يمكن فأن يؤثر على التربة وبالتالي على الأشجار بعدد من الطرائق منها:

1- اذابة وجرف المواد المغذية والمعادن في التربة التي تساعد الأشجار على النمو.

2- يسبب إطلاق المواد الضارة مثل الألمنيوم إلى التربة.

3- يؤثر على الطلاء الوقائي الشمعي للأوراق ويتلفه ويمنع الأوراق من أن تقوم بعملية التركيب الضوئي بشكل صحيح. وإن مجموعة هذه التأثيرات تضعف الأشجار وتجعلها قليلة المقاومة للأمراض والحشرات، فضلا عن منافسة الأشجار الأخرى في الحصول على الضوء والمغذيات والماء، وعندما تصبح هذه الضغوط المتراكمة مفرطة في الشدة، تزيد هشاشة الأشجار حساسيتها للآفات الانتهازية أو الأذى من أحوال الطقس المتطرفة وفي النهاية، يهبط معدل نمو الشجرة وفي أحيان كثيرة إذا بلغ الضغط البيئي مبلغا كبيرا فان هذه الأشجار بغالبيتها لا تستطيع تحمل الظروف الجديدة وتؤدي إلى موتها.

3- اثر المطر الحامضي في الحيوانات.

يمتلك النظام البيئي حالة توازن ديناميكي مستمر، وتتوقف سلامة كل مكون من مكونات هذا النظام على سلامة المكونات الأخرى، أي إن النظام البيئي لا

يستقيم إذا حدث خلل في عناصره الرئيسية، وبالنتيجة يؤدي موت الغابات مثلا إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة التي تتخذ من هذه الغابات مكانا لمعيشتها فضلا عن هجرة الكبيرة منها، وان تأثر النباتات بالأمطار الحامضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي إلى موتها أو هجرتها كما تموت الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على القوارض أو تهاجر أيضا .

فضلا عما تقدم يلاحظ التأثير المباشر للأمطار الحامضية في الحيوانات نفسها وما موت القشريات والأسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة إلا كمثال على ذلك، اذ تتشكل مركبات سامة بتأثير الأمطار الحامضية، تدخل في نسيج النباتات والعوالق النباتية، ومن المعروف إن هذه الأحياء تعد الحلقة الأولى في سلسلة الغذاء، فعندما تتناولها القشريات والأسماك الصغيرة، تتركز المركبات السامة في أنسجتها بنسبة اكبر، وبتأثير ظاهرة التراكم الحيوي لهذه السموم تتركز أكثر فأكثر في المستهلكات الثانوية والثالثية حتى تصبح سامة بصورة اكبر في أعلى سلسلة الغذاء.

4- تأثير ظاهرة النينو على الحياة الحيوانية والنباتية.

تؤدي ظاهرة النينو إلى ظهور تأثيرات مناخية وجوية عامة، فهي تؤثر بشكل وآخر في مناخ وأجواء المناطق المدارية والعروض الوسطى، كما إن لهذه الظاهرة آثارا واضحة في تركز غاز (Co_2) وفي نشؤ العواصف والأعاصير، وقلة الأمطار في منطقة ووفرتها في منطقة أخرى، وارتفاع الحرارة وانخفاضها، كما تعمل الظاهرة في العروض المدارية في تنشيطها للحركة الجوية ومن ثم زيادة فاعلية الرياح التجارية في تحريك المياه ودفعها غربا في مدة اللانينو التي تشكل مرحلة فاصلة ما بين حادثتي نينو. (65)

وأكدت الدراسات الى إن حدوث ظاهرة النينو المتكررة خلال القرن العشرين يصاحبها شذوذ ملحوظ في درجات الحرارة والإمطار وحدوث انحراف باتجاه الشرق لنشاط العواصف الرعدية من اندنوسيا إلى أواسط المحيط الهادي، مصحوبة عادة بحالات من الجفاف غير العادية في استراليا الشمالية واندنوسيا والفلبين وحالات جفاف غير عادية في أفريقيا الجنوبية الشرقية والبرازيل الشمالية، في حين تزداد الأمطار بشكل كبير فوق معدلات على طول الساحل الغربي من أمريكا الجنوبية المدارية كما يكون نقص ملحوظ لكمية الأمطار في إقليم الساحل الإفريقي الممتد بين دائرتي عرض (10-18ْ) شرقي أفريقيا. (66)

وتؤدي التغيرات المرتبطة بالتذبذبات الجنوبية ذوات الصلة بظاهرة النينو إلى إحداث تباين كبير في الطقس والمناخ حول العالم من سنة لأخرى، ولهذا التباين تأثيرات عميقة على البشرية والمجتمع بالنظر إلى ما يرتبط بها من جفاف وفيضانات وموجات حارة وغير ذلك من التغييرات التي يمكن ان تحدث اضطرابات شديدة في الزراعة ومصائد الأسماك والبيئة والصحة والطلب على الطاقة ونوعية الهواء...، كما تضطلع التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينو بدور بارز في وضع نماذج تبدلات ثاني أكسيد الكاربون مع الغلاف الجوي. وتتوقف عمليات التصاعد المعتادة للمياه الباردة الغنية بالمغذيات والغنية بثاني أكسيد الكاربون خلال النينو. (67)

تجتاح النينو العالم بتأثيراتها المتباينة، فبينما تسبب زيادة سقوط الأمطار في المناطق الجنوبية للولايات المتحدة وبيرو ووسط أوربا والذي ينتج عنه فيضانات مدمرة تجرف معها البيئات النباتية والحيوانية وتغير من خصائص الترب المتأثرة بها ومن ثم تغير من الحياة الموجودة فوقها أو التي كانت تعيش عليها. وبنفس الوقت فان حدوث هذه الظاهرة يسبب حدوث الجفاف في مناطق غرب المحيط الأطلسي ويصاحبها أحيانا حرائق مدمرة في استراليا وجنوب شرق آسيا وأعاصير في وسط

الولايـات المتحـدة، ويعنـي ذلـك تـدمير كبيـر للبيئـة الطبيعيـة وخلـل واضـح فـي عناصرها، فالحرائق على سبيل المثال تسبب في إزالة ألاف الهكتارات من الغابات والنباتات وكائناتها الحية ويعني ذلك القضاء على الحياة الحيوية للنباتات والأحياء في تلك الغابات.

وقد حدث أقوى نينو في (1982–1983) والذي تسبب عنه حدوث الكوارث على معظم القارات، وكان منها الجفاف والحرائق التي عانت منها كل من استراليا وإفريقيا واندنوسيا، والإمطار الغزيرة في بيرو التي لم تشهدها المنطقة من قبل، كما انتشـرت الأمـراض كالالتهـاب الـدماغي والـذي انتشـر بشـدة فـي السـاحل الشـرقي للولايات المتحدة... كما ساعد هذا الجو على انتشار البعوض والفئران والثعابين، وحتـى اسماك القرش. علـى سـاحل (اوركـون) فـي الولايـات المتحـدة. كمـا تعرضـت استراليا لأسوأ موجة جفاف شهدتها القارة على مدار القرن الماضي وذلك بسبب نينو عام (2002–2003م). [68]

وتظهـر الآثـار البيئيـة والحيويـة العامـة لظـاهرة النينـو علـى سـواحل أمريكـا الجنوبية الغربية اذ تعرض هذا الساحل إلى الخلل في السنوات التي ينعدم فيها تيار النينو الحار من الشمال متحركا جنوبا بضعة درجات عرضية، عاكسا آثاره على الأوضاع الاقتصادية في البيرو والإكوادور، إذ ينجم عن حرارة المياه الزائدة وتراجع التيار البارد وغياب التصعيد المائي تناقص كبير في كمية المغذيات في المحيط العلوي وحتـى فقدانـه لهـا، ويـؤدي هـذا الوضـع إلـى هـلاك الأسـماك ومـؤثرا علـى السلسلة الغذائية بكاملها من طيور بحرية تموت بإعداد هائلة نتيجتها كارثة بيئة بحرية، وتشمل آثار هذه الظاهرة حتى مناطق اليابس الأخرى من العالم إذ تزداد الأمطـار إلـى درجـة تحـول كمياتهـا الكبيرة إلـى فيضـانات مدمرة للتربـة والمحاصـيل الزراعية، في حين يتعاظم الجفاف وتتدهور البيئة الحيوية في مناطق أخرى.

وفي كينيا أكد (اوربوا)- الباحث في (مؤسسة تآكل الشعاب المرجانية في المحيط الهندي)، إن هناك (هلاك كارثي) بين الشعاب المرجانية في المياه الضحلة قبالة شرق أفريقيا بعد وقوع ظاهرة النينو عامي (1997-1998 م) التي دفعت حرارة سطح البحر للارتفاع في المحيط الهندي. (69)

يبين لنا الجدول (6) الثاثيرات التي احدثتها ظاهرة النينو خلال مدة النينو (1997-1998)، والاختلاف الواضح في التاثيرات بين القارات، اذ نلاحظ حالة الجفاف غير الاعتيادي في وسط امريكا الشمالية في حين تسود الرطوبة في ذات الوقت في شمال امريكا الجنوبية.

جدول(6)

تأثيرات ظاهرة النينو التي حصلت في العامين (1997- 1998)

المنطقة	التأثيرات
المنطقة المدارية في استراليا	جفاف وحرائق غابات وتناقص في معدل الأمطار
شرق افريقيا	امطار غزيرة
وسط اوروبا	لاتوجد مؤشرات في الوقت الحاضر
الشرق الأوسط	لاتوجد مؤشرات في الوقت الحاضر
المناطق المدارية	توقف تام للعواصف المدارية والهريكان الى مابعد شهر تموز وامتداد مدة المناخ اللطيف على مساحة واسعة.
السواحل الغربية لأمريكا الشمالية	تسخين غير طبيعي للمحيط وغطت المياه الساحل الغربي، وظهرت حيوانات بحرية من غير المعتاد مشاهدتها.
شمال امريكا الجنوبية	الرطوبة كانت اكثر من الطبيعي من حزيران الى تشرين اول وكذلك درجة الحرارة اعلى من الطبيعي، امطار غزيرة وسط شيلي
وسط امريكا الشمالية	حالة جفاف غيراعتيادية من حزيران الى تشرين الأول

المصدر :حسام طارق مجيد العاني، دراسة تحليلية لبعض العناصر والمتغيرات الأنوائية في العراق والمناطق المجاورة، رسالة ماجستير (غ.م)،كلية العلوم، جامعة المستنصرية،2001،ص12.

ويؤدي اندفاع المياه الباردة نسبيا الى الاسفل والتي تكون غنية بالمواد المغذية لاسيما الفوسفات والنترات، التي تتغذى عليها العوالق النباتية البحرية ذات التركيب الضوئي الامر الذي يوفر لصيادة السمك البيروبين محصولا وفيرا من سمك (الانشوفة) الذي يعد أضخم محصول يجنيه صيادو السمك في العالم اجمع. (70)

5- تأثيرات تذبذب الأمطار والجفاف والتصحر.

تتعرض مناطق واسعة من العالم إلى مشكلة خطيرة ألا وهي الجفاف، فقد تسبب نقص المياه عن شمال شرق البرازيل عام(1958) في هجرة الملايين من السكان بحيث تركوا قراهم خوفاً من المجاعة، وفي منطقة السهل الأفريقي كان الجفاف قاسياً للسنوات (1968-1973) فلم يسمح سوى بزراعة منطقة طولها (400 كم) وعرضها (100كم) فقط، إذ تسبب نقص سقوط الأمطار على هذا السهل مطلع الستينات حتى تسبب توالي هذا التناقص المطرد في حصول الجفاف. والذي كان السبب في موت اعداد كبيرة من قطعان الماشية والأغنام وقتل عدد غير معروف من السكان وفقر التربة ودمار النبات الطبيعي لاسيما الأشجار منها، ولقد شمل الجفاف كلاً من اثيوبيا والصومال وتنزانيا وكينيا وشمال نيجيريا، وقد هبط في هذه الجهات محصول الفول السوداني من (765000طناً) في سنة (1968-1969) إلى (2500طناً) فقط لسنة (1972-1973)، وكذلك تزايد سقوط المطر في عامي (1974و1975) في أجزاء من هذه الجهات بينما استمر الجفاف في أجزاء أخرى منها كما حصل غرب القارة الأفريقية عام (1977م).

شجعت هذه الظاهرة الأمم المتحدة لعقد مؤتمر للتصحر عام (1977) في نيروبي، وتوصل المؤتمر إلى ان جفاف الساحل جاء لتراكم لسنوات طويلة سابقة، تبدأ من الخمسينات ومطلع الستينات وتشير جميعها إلى قلة معدلات سقوط

الأمطار، فالجفاف في هذه المنطقة ليس له مثيل كما انه شديدا وقاسياً فضلا عن انه امتد إلى مساحات واسعة، ولعل قساوة الجفاف الأخير الذي حصل كان بفعل سببين هما الرعي الجائر واستمرار زراعة الأراضي الجافة مما يجعلها زراعة جائرة أيضا، ولذلك فأن الأرض تصبح عاجزة من ان تعيل السكان والحيوانات خلال سنوات الجفاف.

وتعد منطقة الساحل الأفريقي واحدة من مناطق واسعة جافة وشبه جافة في العالم والتي تتوزع جغرافيا في جميع قارات العالم كما في المكسيك وكاليفورنيا و أريزونا في الولايات المتحدة والشريط الساحلي في أمريكا الجنوبية من دائرة العرض الاستوائية إلى دائرة عرض (25ْ)جنوباً وجزء من المنحدرات الشرقية والغربية لجبال الانديز ومنطقة صغيرة من البرازيل وكولومبيا وفنزويلا ثم النطاق الرابع الأفريقي الأسيوي والذي يمتد من ساحل المحيط الأطلسي عند دائرة عرض (37ْ) شمالاً وحتى عرض البحر المتوسط عبر شبه جزيرة العرب والى قلب آسيا عبر سهول بحر قزوين وبحر ارال ومعظم هضاب وأحواض سنكيانج ومنغوليا وصحراء شمل الصين ونطاق الأراضي المنخفضة في السند وراجستان التي تمتد مابين الهند والباكستان، وأخيرا صحراء كلهاري جنوب القارة الأفريقية وغالبية القارة الأسترالية.شكل (4)، وتشغل هذه الجهات ثلث مساحة اليابسة في العالم ويعيش عليها أكثر من(600مليون نسمة)، ولذلك فلا عجب ان يهتم العالم بما حصل فيها من ظواهر وآثار الجفاف الشديدة، إذ انهم جميعاً يعانون من شدة التقلبات المناخية الحاصلة في مناطقهم بفعل البيئة الهشة التي تمتد على هامش الصحاري.[71]

وكان الجفاف واحداً من حالات المناخ الطارئة التي وقعت في سنوات الستينات والسبعينات، فقد شهدت أوربا خلال (25 سنة) الماضية تبدلاً في أحوال المناخ في عدد من فصول السنة، مثل ذلك جفاف عام (1976) والذي كانت له آثار اقتصادية سلبية وواسعة، وشهدت من جانب آخر الأقسام الشمالية والشرقية من

الولايات المتحدة الأمريكية شتاءًا قاسياً سقطت فيه الثلوج وذلك في شتاء (1976-1977) وقد وصف بأنه أسوء شتاء في هذا القرن، وكذلك كان الشتاء عبر (200عامً)الماضية من تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية وعلى اثر ذلك توقفت بعض المصانع وتعطلت المدارس وبذلك كانت الخسارة الاقتصادية كبيرة، وفي عام (1975) كانت موجات من البرد قد اجتاحت البرازيل وسببت دمارا لمحصول البن نتج عنه تضاعف سعره. (72)

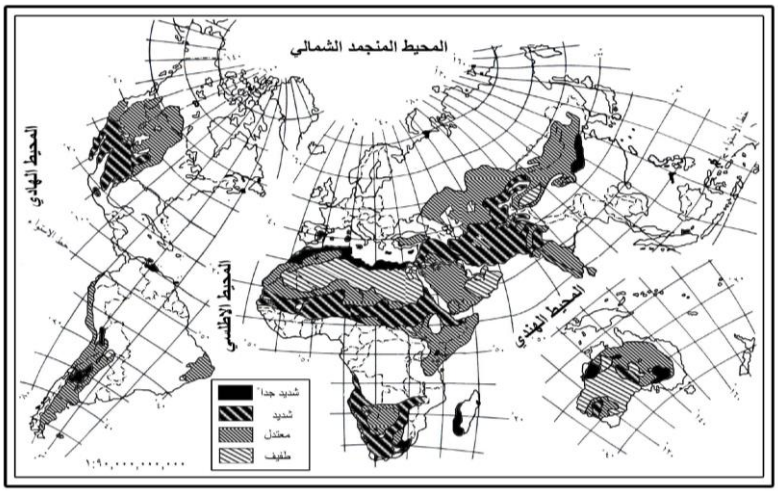
وتظهر هذه المشكلة في المناطق الموسمية، إذ ان هذه الأقاليم تتميز بالتفاوت الكبير في كمية المطر الساقط من سنة إلى أخرى، ويعد الاعتماد على هذه الأمطار في الإنتاج الزراعي له مخاطره، وكثيراً ما يحدث الجفاف والقحط في سنة والفيضانات المخربة في سنة أخرى.(73)

وتعاني البيئات الصحراوية من قلة الأمطار وعدم الوثوق به سواء من اذ سقوطها ام من اذ مقدارها، كما توجد أجزاء معينة من صحاري العالم خالية من المطر بصورة (مطلقة) فأمطار أجزاء من مناطق الصحراء الكبرى وشمال شيلي لم يزد معدلها عن (0.02 بوصة) خلال سبعة عشر سنة، وعموماً فان معدل أمطار المناطق الصحراوية يتراوح بحدود (5 بوصة) في السنة، وذلك وفق تقسيمات علماء المناخ لبيئات اليابسة (74). وتسهم الأمطار المتذبذبة من سنة لأخرى والمنحرفة عن معدلاتها السنوية بنسب (30 -90 %) في عدم استقرار النظم البيئية والبيولوجية وزيادة حساسيتها لأي ضغط ولو محدود على موارد البيئة مما يساند عملية التصحر، وقد عملت نوبات الجفاف المتكررة للساحل الأفريقي للمدة (1915 - 1973)، والتي تزامنت مع زيادة الضغط على الأرض نتيجة لتزايد أعداد السكان، والذي انعكس سلباً على النظام البيئي ومن ثم القيمة الرعوية للأرض بالشكل الذي أدى إلى حدوث تناقص واضح في أعداد الحيوانات، كما ان سنوات الجفاف (1968، 1973) في شمال إفريقيا أدت إلى تدمير كبير للغطاء النباتي، فضلاً عن

تناقص حجم احتياطي المياه وعجز البيئة عن توفير المياه للأراضي الزراعية، ومن ثم قلة قدرتها على إعالة الثروة الحيوانية المتواجدة [75]. وبالشكل الذي رافقه خسارة كبيرة للكائنات الحية في تلك المناطق.

شكل رقم(4)

التوزيع الجغرافي للأراضي المتصحرة في العالم



المصدر: محمد رضوان خولي، التصحر في الوطن العربي انتهاك الصحراء للارض، عائق في وجه الأنماء العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1985،ص19.

7- تأثير ازدياد الأعاصير.

توقع إن يؤدي الجفاف وقلة التساقط إلى تقليل الرطوبة اللازمة للنمو النباتي ومن ثم تتغير صفة النبات في حوض النهر (على سبيل المثال) ونتيجة لهذا تحل الشجيرات المقامة للجفاف محل الغابات، وهذا سيقلل من مقدرة النبات على تسرب التساقط الذي يسقط على سطح التربة أثناء الأعاصير. [76]

عملت التغيرات المناخية التي تتعرض لها منطقة الشرق الأوسط في هجرة أنواع مختلفة من الحيوانات والطيور سواء من الشمال أو الجنوب مع ارتفاع منسوب

مياه البحار، فضلاً عن دور الأعاصير المدمرة في القضاء على الشعاب المرجانية في سواحل المكسيك قبالة جزيرة يوكاتان، والتي دمرت ما يقرب من (40 كم2) من مساحة نمو الشعاب المرجانية وخلال ثلاثة ايام بالشكل الذي يؤكد بأنها لن تتعافى إلا بعد مرور (100عام). [77]

8- تأثيرات الانفجارات البركانية.

تشير الدلائل على ان الأنفجارات البركانية وما تخلفه من تغيرات مناخية هائلة على المنظور القريب قد عملت على تقليل نضج النباتات لاسيما الفواكه (كالعنب الحامض)، وان الزراعة قد أصابها الصقيع بسبب رياح الشمال ولم يكن هنالك أمطارا، وتشير دراسة البروفسور (مايك بيلي/جامعة بلفاست) المنشورة مؤخراً عن تلك الحقب القديمة، وذلك عن طريق دراسته لحلقات الأشجار، وتوصل إلى ان حلقات الأشجار في أواسط العقد الرابع من القرن الخامس الميلادي أي حوالي (535م) تبين لنا ان هنالك حدثا أدى الى تأخر في نمو الأشجار استمر لمدة(15سنة)، وهذا يدل على ان شيئاً مهماً جداً قد حدث في تلك المدة. [78]

كما رافق الانفجارات البركانية انطلاق كميات هائلة من الميثان و co2 وبخار الماء وإذابتها في مياه البحر لاسيما co2 والتي أدت إلى الإخلال بتوازن الأوكسجين المذاب، فأن حامضية الماء في البحر قد تبدلت وأدت إلى النتيجة البيولوجية في انقراض الكثير من الأنواع، ويلاحظ ان أنواع الحياة البدائية في البحر قد تأثرت لهذه الظروف وانقرضت، وهو احد الأسباب التي جعلت الغازات البركانية المستمرة في الانطلاق إلى الجو تحتوي كميات هائلة من(co2). ويؤكد ماكلين بأن اكبر عملية انقراض للحياة في تاريخ الأرض حدثت قبل (250مليون سنة) وفي ظروف بركانية متشابهة كما في سيبريا فيوجد اكبر مناطق للحمم البركانية البازلتية في تاريخ الأرض، ويقدر العلماء ان هذا الحادث (قبل245مليون سنة) أدى إلى

انقراض (50%) من جميع غوائل الحيوانات وان(25%) من الأنواع المائية والكثير من أنواع الأشجار قد ماتت. [79]

المبحث الثالث

الحلول والمعالجات المقترحة والمعتمدة لمعالجة التغير المناخي وتدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية

تعد صيانة المحيط الحيوي ضرورة ملحة يفرضها الوضع المتدهور للكائنات الحية، لاسيما وان الحياة تعتمد عليهما بدرجة كبيرة، لذا لابد من تحديد الوسائل اللازمة لصيانتها والمحافظة عليها، ويمكن عن طريق مجموعة كبيرة من التقنيات والاجراآت والأساليب من تحقيق ذلك، وان من اهم ما تم التوصل اليه هو تقرير الفريق العامل الثالث لتغير المناخ ([80]) – التخفيف/ 2001 والصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، والذي قبل في الدورة السادسة للفريق العامل الثالث. و قد عرف التخفيف بأنه تدخل بشري للحد من مصادر غازات الدفيئة أو تعزيز مصارفها. ويقيم هذا التقرير الجوانب العلمية والفنية والاقتصادية والاجتماعية المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ.

وسيتأثر تخفيف آثار المناخ بسياسات واتجاهات اجتماعية اقتصادية أوسع نطاقاً مثل السياسات والاتجاهات المتعلقة بالتنمية والاستدامة والإنصاف، كما ستكون له تأثيرات في هذه السياسات والاتجاهات وسياسات تخفيف الآثار المناخية..، يمكن أن تسفر عدد من إجراءات التخفيف عن فوائد جمة في مجالات غير تغير المناخ مثلا:

1- تقليل المشاكل الصحية.

2- تزيد من فرص العمل.

3- تحد من الآثار البيئية (التلوث).

4- حماية الغابات والتربة ومستجمعات المياه.

5- تحد من نظم المعونات والضرائب التي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة.

6- تستحث التغيرات التكنولوجية ونشرها.

وتتطلب دراسة الانبعاثات المنخفضة أنماطا مختلفة من تنمية موارد الطاقة ويبين التقرير إن انبعاثات الكربون التراكمية للمدة (1990- 2100) إن هناك موارد وفيرة للوقود الأحفوري ستؤدي إلى عدم الحد من الانبعاثات في القرن 21 لكن على خلاف الرواسب الكبيرة نسبياً من الفحم واحتياطيات النفط والغاز غير التقليدية فان الكربون الموجود في احتياطيات النفط والغاز التقليدية المؤكدة أو في موارد النفط غير التقليدية أقل كثيراً من انبعاثات الكربون التراكمية المرتبطة بتثبيت Co_2 عند مستوى (450) جزء في المليون. وقد أحرز تقدم فني كبير في التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة، إذ كان التقدم أسرع من المتوقع، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق:

1- إدخال التوربينات التي تعمل بقوة الرياح إلى الأسواق.

2- الإزالة السريعة للغازات الثانوية من العمليات الصناعية مثل ثاني اوكسيد النتروز من إنتاج حامض الادبيك وانبعاثات الهيدروكاربونات المشعة من إنتاج الألمنيوم.

3- تصنيع السيارات ذات المحركات المختلطة الفعالة.

4- تقدم التكنولوجية الخاصة بالخلايا العاملة بالوقود والبرهنة على الاختزان الجوفي لـ Co_2.

وتتضمن الخيارات التكنولوجية الخاصة بالحد من الانبعاثات:-

1- تحسين كفاءة أجهزة الاستعمال النهائي للطاقة.

2- تكنولوجيات تحويل الطاقة.

3- التحول إلى وقود الكتلة الإحيائية القليلة الإطلاق لـ Co_2 والمتجددة.

4- تحسين التكنولوجيات غير المطلقة للانبعاثات.

5- تحسين إدارة الطاقة.

6- التقليل من المنتجات الثانوية الصناعية وانبعاثات الغازات من العلميات الصناعية.

7- إزالة وتخزين الكربون.

وتوصلت عدد من الدراسات التي اجريت على مستوى (مشاريع، وعلى مستوى إقليمي ووطني ومستوى عالمي بإمكانية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في للمدة من (2010-2020) عن طريق:-

1- يرجع أكثر من (2/1) هذه الإمكانية إلى مئات التكنولوجيات والممارسات المتعلقة بكفاءة الاستعمال النهائي للطاقة في البناء والنقل والصناعات التحويلية.

2- سيظل الوقود الاحفوري الرخيص والوفير نسبياً هو الغالب على إمدادات الطاقة وتحويلها عام 2020 على الأقل.

3- ويمكن أن تسهم إمدادات الطاقة القليلة الإطلاق للكاربون مساهمة هامة عن طريق الكتل الإحيائية المتأتية من الحراجة والمنتجات الثانوية الزراعية ونفايات البلديات والنفايات الصناعية والمزارع المخصصة لإنتاج الكتلة الإحيائية حيثما تتاح الأراضي والمياه المناسبة والميثان المنبعث من مقالب القمامة وطاقة الرياح والقوة الكهرومائية وعن طريق زيادة عمر محطات القدرة النووية وبعد عام 2010 سيمكن الحد بصورة كبيرة من الانبعاثات الصادرة من منشآت توليد الكهرباء المزودة بالوقود الاحفوري (و/أو) وقود الكتلة الإحيائية عن طريق إزالة وتخزين الكربون قبل أو بعد الحرق.

4- يمكن في قطاع الزراعة الحد من انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز مثل الانبعاثات من التخمر المعوي للماشية ومن زراعة الأرز غير المقشور واستعمال السماد النتروجيني والنفايات الحيوانية.

5- يمكن تطبيق التقليل إلى أدنى حد من انبعاثات الغازات المفلورة وذلك عن طريق تغييرات في العمليات وتحسين الاستخراج وإعادة التدوير والاحتواء أو تجنب إطلاق هذه الانبعاثات عن طريق استعمال مركبات وتكنولوجيات بديلة. و يوضح الجدول أدناه التخفيضات المحتملة للانبعاثات- مع مراعاة التداخلات المحتملة بين القطاعات والتكنولوجيات المختلفة.

تتيح الغابات والأراضي الزراعية وغيرها من النظم الايكولوجية الأرضية إمكانية كبيرة لتخفيف انبعاثات الكربون وقد يتيح الحفظ وتنحية ايونات الكربون ويمكن أن يحصل التخفيف البيولوجي بثلاث استراتيجيات:

أ- حفظ متجمعات الكربون الموجودة.

ب- تنحية الايونات بزيادة حجم متجمعات الكربون.

ج- الاستعاضة عن المنتجات البيولوجية المستدامة الإنتاج كالأخشاب المستعملة في إنتاج مواد البناء الكثيفة الاستهلاك للطاقة والكتلة الإحيائية اللازمة لإنتاج الوقود الاحفوري. ولا يمكن أن يصبح الحفظ مستداماً إلا إذا أمكن التصدير للدوافع الاقتصادية والاجتماعية لإزالة الغابات.

ويتوقف تحقيق إمكانيات التخفيف تلك على توفر الأراضي والمياه وممارسات إدارة الأراضي وتوجد اكبر إمكانية بيولوجية لتخفيف تركيزات الكربون في الغلاف الجوي في المناطق شبه المدارية والمدارية وتتفاوت قيمة التكاليف باختلاف البلدان.

* تختلف تقديرات التكلفة بسبب:

1- كيفية قياس مستوى الرفاه.

2- نطاق ومنهجية التحليل.

3- الفرضيات الأساسية التي يتضمنها التحليل.

و تشتمل تلك الفرضيات:

1- التغير الديمغرافي ومعدل وهيكل النمو الاقتصادي والزيادة في تنقل الأشخاص والابتكار التكنولوجي مثل تحسينات كفاءة الطاقة وتوفر مصادر طاقة قليلة التكلفة.

2- مستوى وتوقيت هدف التخفيف.

3- الفرضيات المتعلقة بتدابير التنفيذ مثل مدى الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات والية التنمية النظيفة.

4- أسعار الخصم – النطاقات الزمنية الطويلة الأمد.

جدول (8)

التقديرات الخاصة بإمكانيات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة عام 2010 و 2020.

القطاع	الانبعاثات التاريخية عام 1990 مكافئ ميغا طن كربون/ سنة	الحد المحتمل من الانبعاثات عام 2010	الحد المحتمل من الانبعاثات عام 2020

1. البناء	Co_2	1650	-700 750	1100-1000
2. النقل	Co_2	1080	-100 300	700-300
3. الصناعة	Co_2	2300		
	كفاءة استعمال الطاقة		-300 500	900-700
	كفاءة استعمال المواد		200 ~	600 ~
4. الصناعة		170	100 ~	100 ~
5. الزراعة	Co_2	210	-150 300	750-350
	غازات أخرى	2800-1250		
6. النفايات	الميثان	246	200 ~	200 ~

المصدر: تقرير الفريق العامل الثالث لتغير المناخ – التخفيف/ 2001 والصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

أ- خيارات التخفيف الرئيسة في قطاع المباني.

أسهم قطاع المباني بنسبة(31%)من انبعاثات Co_2 ذات الصلة بالطاقة في العالم (1995) وزادت هذه الانبعاثات بمعدل سنوي (1.8%) منذ عام (1971)، واستمرت تكنولوجيا المباني في مسار تطويري في مجال كفاءة الطاقة في النوافذ والإضاءة والتبريد والتدفئة والتكييف وقد انخفضت انبعاثات الفلور كربون من الثلاجات وأجهزة التكييف إذا استعمل الكلورفلوركربون الذي يبطل بالتدريج بفضل تحسن عمليات احتواء واستخلاص مواد التبريد الفلور كربونية والى حد اقل ويتوقع انخفاض الكلورفلوركربون المهجن إذ تؤدي بحوث التطوير إلى زيادة كفاءة نظم التبريد والثلاجات.

لقد ازداد استهلاك الطاقة في المباني بسبب:

1- زيادة عدد المساكن.

2- زيادة استعمال الأجهزة.

3- التوسع التجاري مع النمو الاقتصادي.

4- اتساع المساكن.

ب- خيارات التخفيض الرئيسة في قطاع النقل.

أسهم هذا القطاع في عام(1995) بنسبة (22%)في انبعاثات اكاسيد الكربون المنطلقة من الطاقة في العالم وتتزايد على المستوى العالمي بمعدل سريع 2.5 سنوياً لاسيما في البلدان الآسيوية النامية(7.3%) وتتضمن مسارات التخفيف:

1- استعمال الطاقة الكهربائية بدل البنزين في تسيير السيارات.

2- استعمال الوقود الإحيائي مخلفات الأخشاب ومحاصيل الطاقة.

3- استعمال الديزل الحيوي.

4- تحسينات في تصميم الآلات وتوسع استعمالها.

ج- خيارات التخفيف الرئيسة في قطاع الصناعة.

تشكل انباعاثات الصناعة (43%)من الكربون المطلق(1990) وتزداد بمعدل سنوي(1.5 سنوياً)، وسجلت تباطئاً سنوياً منذ عام (1990) بمعدل(0.4%) سنوياً وتوجد فروقات كبيرة في استعمالات الطاقة بين البلدان النامية والمتطورة وبعد تحسين كفاءة استعمال الطاقة في العمليات الصناعية أهم خيار مطروح للحد من انبعاثات غازات الدفيئة.

يوجد خيار هام تحسين كفاءة استعمال المواد (بما في ذلك إعادة التدوير، والتصميم الأكثر كفاءة للمنتج، وإحلال المواد). ويؤثر ذلك في إمكانية تبلغ (600 ميغا طن

كربون)عام(2010) وتتوفر فرص أخرى للحد من انبعاثات Co_2 عن طريق التحول في الوقود أي إزالة Co_2 وتخزينه واستعمال اسمنت مخلوط.

د- خيارات التخفيف الرئيسة في القطاع الزراعي.

تسهم الزراعة بما لا يتجاوز (4%) من انباعاثات الكربون الناشئ عن استعمال الطاقة في العالم إلا إن هذه النسبة تزيد على (20%) من انبعاثات غازات الدفيئة وخاصة غازات الميثان وأكسيد النتروز فضلاً عن الكربون الناتج عن تطهير الأراضي.

يمكن أن تؤدي التكنولوجيا الحيوية ذات الصلة بالإنتاج النباتي والحيواني إلى تحقيق مكاسب إضافية ويمكن أن يؤدي التحول عن إنتاج اللحوم إلى الإنتاج النباتي لأغراض توفير الأغذية البشرية في زيادة كفاءة الطاقة وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة ويمكن تحقيق خفض كبير في انبعاثات غازات الدفيئة بحلول(2010)عن طريق إحداث التغيرات في الممارسات الزراعية مثل:

1- زيادة امتصاص التربة للكربون عن طريق أساليب الحرث المحافظة على موارد التربة والحد من كثافة استعمال الأراضي.

2- الحد من الميثان ن طريق إدارة ري الأرز وتحسين استعمال الأسمدة وخفض انبعاثات الميثان المعدية من المحراث.

3- تجنب انبعاثات اكاسيد النتروز الزراعي البشري المنشئ باستعمال الأسمدة بطيئة المفعول والسماد العضوي وعوامل الكبح النتروجينية.

هـ- خيارات التخفيف الرئيسة في قطاع إدارة النفايات.

تتضمن تقنيات تحويل النفايات إلى مصدر من مصادر الطاقة كما في اليابان وعدد من الدول الأوربية مما يسهم في تقليص غاز الميثان.

و- خيارات التخفيف الرئيسة قطاع إمدادات الطاقة.

تشمل هذه التقنيات استعمال تكنولوجيا حديثة في توليد الطاقة لاسيما الكهربائية فاستعمال التوربينات العاملة بغاز متنوع الدورة وتطوير التوربينات العاملة- بالرياح التي يتجاوز معدل نموها السنوي 25% وكذلك استعمال الطاقة الشمسية والطاقة الإحيائية والكهرومائية. كما يمكن استعمال الفحم والكتلة الإحيائية كمصدر للهيدروجين مع تخزين Co_2 المتخلف عن هذه العملية .

ان ما ذكر اعلاه من تقنيات تتعلق بالاجرآت الهادفة الى تقليل الملوثات في الجو، وتتطلب هذه التقنيات الاستعانة بخبرات وأبحاث ودراسات العلماء التي من شأنها الاهتمام بها، والتي تنعكس ايجابياً في حماية الكائنات الحية ومنع تدهورها، الأمر الذي يساعد عل إعادة النظم الايكولوجية المتدهورة، وزيادة قدرتها على إعالة الحياة، ويركز عدد من الباحثين حول امكانية التقليل من مصادر الطاقة الملوثة واستحداث مصادر الطاقة منخفضة الكربون، وهناك خيارات للتخفيف على مستوى القطاعات الأقتصادية، وكما تم استعراضها سلفا.

السيطرة على التلوث.

يمكن فرض السيطرة على التلوث من خلال مراحل عملية التلوث:-

ا.تحديد موقع التنمية التي قد تسبب تلوثا.

ب.السيطرة على عملية الانتاج من اذ الامكانية وكيفية العمل.

ج.السيطرة على طبيعة المنتوج من اذ عناصرة ومركباته.

د.تحديد أوقات ومكان وطريقة استعمال منتوج معين .

هـ.السيطرة على رمي الفضلات وذلك لتحديد مكان ونسبة وطريقة الدفن

و.السيطرة على طريقة معاملة الفضلات ومواقع ومباني أعمال المعاملة.[81]

ويمكن الحد من تلوث الهواء بوساطة تقنيات ومنها:-

1-التحول من مصادر الطاقة الملوثة إلى المصادر التي لا تلوث البيئة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة المائية، وطاقة الحرارة الباطنية للأرض) والتوسع قدر الامكان في استعمال تلك المصادر، ويعتمد التحسن في الظروف البيئية على مقدار ذلك التحول. [82]

2- ضرورة معالجة المخلفات الصناعية قبل ان يسمح لها بالانطلاق والانتشار في البيئة وتجميعها والاستفادة منها كمواد خام ثانوية على الرغم من كونها عملية مكلفة لكنها تقلل من اخطار التلوث.

3- تشجير الشوارع لإيجاد احزمة خضراء حول المدن لتنقية الهواء من ذرات التراب وانتاج الاوكسجين .

4- زيادة المساحات الخضراء في المدن بما لا يقل عن (15%) من المساحة الكلية للمدينة كمعدل يتراوح بين (15-16م^2) لكل فرد. [83]

5- سن التشريعات والقوانين المناسبة والتي تشمل التشريعات المحددة لأعلى نسبة من الشوائب الضارة اللازم عدم تجاوزها من مصادر التلوث ووضع قواعد من شأنها تنظيم وحسن صنع اجهزة تساعد على الاحتراق الكامل مع مراقبة فعالة لحركة السيارات العاملة في المدن[84]، وتشمل هذه التشريعات - وضع القيود الصارمة على إضافة نسبة الرصاص في البترول المستخدم في السيارات ومنع السيارات التي تسهلك وقوداً غير البنزين من المرور في المناطق السكنية ومراقبة ذلك باستمرار [85]، كما ودخلت التكنولوجيا لأجل تقليل نسبة التلوث المائي، إذ استعملت خلايا الهيدروجين في مجال السيارات لكي تقلل من الأدخنة الملوثة للبيئة، والتي تسبب الأمراض المختلفة، فقد أنتجت إحدى الشركات الأمريكية سيارة رياضية

تعمل بخلايا هيدروجين ذات كلفة متشابهة لكلفة نظيراتها التي تعمل بالوقود الاعتيادي [86]، أما اليابان وعدد من الدول المتقدمة الأخرى فقد استعملت تقنيات وقود (الميكرو) أو طاقة الميكرو بدل الوقود الملوث للبيئة وتعمل هذه الطاقة عن طريق مجموعة كبيرة من خلايا الوقود.

6- ضرورة استعمال تكنولوجيا الطاقة البديلة ولاسيما الطاقة المتجددة، ويمكن الاعتماد على ثلاث تقنيات في هذا المجال لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الاحفورية المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري عن طريق تلويثها للاجواء، وهي :-

أ- التكنولوجيا المكملة – وتشمل طاقة الساقط المائية لانتاج الكهرباء، الأشعة الشمسية، الجيوحرارية، (البقايا الإحيائية biomass) والتي غالبيتها مخلفات النبات.

ب- التكنولوجيا النامية – وتشمل طاقة الرياح والتكنولوجيا الجديدة لاستعمال البقايا الحيوية وطاقة الخلايا الشمسية.

ج- التكنولوجيا التي لم تدخل الحيز التجاري مثل طاقة المحيطات وانتاج الهيدروجين من الطاقة المتجددة.[87]

7- استعمال الطرائق الحديثة في معالجة الملوثات داخل المصانع، والتي من احدثها – الترسيب اللاكتروستاتيكي- وتتضمن هذه التقنية امرار تيار كهربائي عالي الفولتية خلال اسلاك متعددة لتكون احد الاقطاب الموجودة في وسط صفائح نتوازية او على شكل اسطوانات متعددة لتكون القطب الثاني ثم يمرر الهواء الملوث خلال هذه الاسلاك مما يؤدي الى تأيين الدقائق المادية والعوالق تجتذب الى الصفائح (القطب الثاني) لتفقد شحنتها وتترسب نحو الاسفل.

فضلا عما تقدم ولاجل تقليل آثار التغير المناخي فأنه بالامكان اعتماد عدد من الآجراءات ومنها:-

اولا. العناية بالكائنات الحية.

بدأت معظم الدول تدرك خطورة استنزاف وتدمير الغطاء النباتي وإبادة الحيوانات البرية. ومن ثم أخذت تضع الخطط والضوابط وتسن القوانين التي تصون هذه الموارد وتحافظ عليها. ومن أهم أسس صيانة هذه الموارد الآتي: (88)

1.اعتماد أسلوب اقامة الغابات المحجوزة والحدائق القومية national parks، ويستهدف أسلوب الحجز وإنشاء الحدائق القومية صيانة وحماية ما تبقى من غابات وحشائش طبيعية وتحقيق أهداف ايكولوجية وسياحية وبيولوجية واقتصادية، وعلى سبيل المثال فقد بدأت دول إفريقيا بوضع خطط قومية لصيانة موارد القارة الغابية والحيوانية البرية. فقامت حكومة السنغال مثلا بتنفيذ هذه السياسة بإنشاء ثلاث حدائق قومية من أكبرها حديقة نيوكولا – كويو والتي تغطي مساحة تقدر بحوالي(8000 كم2)، وفي مالي حديقة bouchea bonch وحديقة نيروبي القومية في كينيا والدندر والرهد بالسودان وغيرها من الدول. ويتضمن أسلوب حجز الغابات العمل على استزراع الغاباتreforestation وخاصة في المناطق التي تعرضت الى استنزاف في حياتها النباتية وكذلك سفوح المنحدرات لحماية البيئة من خطر الجرف، وليس ثمة شك في ان استزراع الغابات يستهدف إعادة النمو ألغابي بصورة أكثر كثافة وبأشجار متجانسة والتركيز على الأنواع المطلوبة دون غيرها مما يزيد من قيمة الغابات الاقتصادية، كما انه يعوض التناقص في مساحتها نتيجة التوسع الزراعي.

2. مواجهة الإفراط الرعوي عن طريق وضع الخطط التي تكفل استزراع نباتات المرعى بالأنواع المستساغة من جانب الحيوان وبكثافة عالية، كما تتضمن خطة الصيانة العمل على إحداث الموازنة بين طاقة المرعى المتاحة وأعداد الحيوانات التي تربى فيها تجنبا لأي استنزاف وتدمير، ففي الجزائر على سبيل المثال اضطرت إمام التدمير والتلف الذي أصاب الغطاء النباتي إلى اتخاذ

الخطوات التي من شانها تخفيف حدة هذه المشكلة، وذلك عن طريق إجبار أصحاب قطعان الماعز بتقيدهم ووضعهم في حظائر خاصة وإنتاج العلف اللازم لهم وتحديد المناطق التي ترعاها الأغنام، ومنع قطع الأشجار قبل الحصول على موافقة مسبقة من الجهات المختصة، هذا إلى جانب تعين حراس للغابات.

3. تحتاج صيانة هذه الموارد الى إجراء مسح شامل وكامل لظروف البيئة في كل منطقة ليتسنى وضع الخطة المناسبة لكل منها لتوفير الظروف الملائمة، والعمل على تنمية وتهجين الأشجار سريعة النمو بما يزيد من قيمتها الاقتصادية، فضلا عن الاهتمام بإدارة الغابات والمرعى إذ إن الإدارة الجيدة ضمان ضد سوء الاستغلال وتطبيق ما يمكن إن نسميه دورة غابية طويلة الأمد ودورة رعوية أو ما يسمى بالرعي المؤجل، ولاشك إن الدورات الغابية والرعوية من شانها تنظيم استغلال هذه الموارد بما يحفظها من خطر الاستنزاف.

4. يجب إن يخطط لإنشاء ما يسمى (بخطوط النار fire line)، وهي عبارة عن منطقة خالية من النمو النباتي تقسم بها ارض المرعى أو الغابة إلى قطع حتى إذا ما اندلعت النيران في قطعة لا تنتشر في باقي أجزاء المرعى أو الغابة، هذا إلى جانب توعية العاملين في الغابة والرعاة بخطورة النيران وإنشاء مراكز مراقبة وإنذار مبكر حتى يمكن حصر النيران قبل إن تنتشر وتأتي على الغابة والمرعى كله.

5كما يتطلب ذلك تنظيم الصيد وسن القوانين التي تحدد أوقات الصيد والمدد التي يتوقف فيها الصيد ليتاح للحيوان فرصة التعويض والتكاثر، هذا إلى جانب تحديد عدد الحيوانات التي يمكن صيدها في الموسم كله، ويكون التعرف على عادات وطباع الحيوانات لتوفير البيئة المثالية لتكاثرها خطوة على الطريق لصيانة هذا المورد.

6. القيام بمسح بيولوجي شامل من قبل المنظمات العالمية والمحلية المعنية لمعرفة نوعية الأحياء ودرجة كثافتها وتحديد درجة تعويضها، أو تحديدها لأجل

معرفة مدى قدرة أو طاقة كل منطقة غاباتيه أو حشائشية حتى يمكن ان يحدد نمط الاستعمال الأمثل لهذه الموارد الحيوية.

7. التوسع في إقامة شبكات المحميات الطبيعية وحماية الأحياء ودعمها لتغطي كل أقاليم العالم الحيوية ولضمان بقاء الأحياء، وهذا لا يتحقق إلا بقيام كل دولة أو كل مجموعة دول متجاورة بوضع برامج مشتركة لإنشاء تلك المحميات الحيوية مع إعطاء الأولوية للدول التي لا تزال تتمتع بوجود معظم أحيائها أو المناطق التي تضم أحياء معرضة للانقراض، مع أعداد الكوادر الفنية القادرة على إدارة هذه المحميات وتقديم الخبرات والمشورة اللازمة في هذا الميدان .

8. أعداد برنامج متكامل لمكافحة التصحر عن طريق اتخاذ إجراءات متكاملة تهدف إلى معرفة الظروف البيئية والحياتية لكل منطقة في العالم، فضلاً عن معرفة العوامل الاجتماعية والاقتصادية لها، وبالشكل الذي ينعكس على ضرورة المحافظة على الغطاء النباتي وتحسين إدارة المراعي وعدم الإفراط في قطع الأشجار والاستفادة من المياه الجوفية لاسيما في المناطق الجافة. كما ويتطلب من المعنيين تحسين نوعية السلالات والاهتمام بتغذيتها ورعايتها بيطرياً وتحسين نوعية المراعي وتكثيفها باستزراع سلالات جيدة تعطي للحيوانات قدرة اكبر على إدارة الألبان واكتناز اللحوم، وهذا ليس بالأمر الصعب مع تقدم تكنولوجيا الحيوان والنبات.

9. إتباع تقنية (بيولوجية – زراعية) تسهم بتحويل الأراضي القاحلة إلى غابات وزرعها بالأشجار، إذ تسمح هذه التقنية بتوليد (غابات الأنابيب) على غرار ما قام به الجنس البشري، أي تربية نواة الغابة في المختبرات والتحكم في نمو الخلايا النباتية بما يحقق استنبات غابات اصطناعية ضمن أنابيب المختبرات، ويتركز اتجاهها إلى استفراد خلايا عدد من النباتات والأشجار وزرع كل خلية في أنبوب اختبار لأجل الحصول على كيان وتكوين كاملين من هذه الخلية التي تؤلف

بتكوينها وتوالديها وتجمعاتها الكيانية الأشكال التي نرى بها مختلف الأشجار، ثم زرعها في بيئة ملائمة، بحيث يؤدي ذلك إلى نشؤ فسائل وعساليج وبراعم فتية تتحول إلى تكوينات وكيانات نباتية كاملة[89]. ولهذه الطريقة الأثر الكبير في تغيير العالم وخصائص كثير من الأشجار المثمرة وغير المثمرة ومن نباتات الخضروات مع تكييفها بما يتيح لها النمو في أي مناخ بما يخدم مصلحة التنمية الزراعية والغابية على حد سواء.

كما يجب الاهتمام بالتحريج واستزراع النباتات، والتي تعد من الوسائل المهمة في حماية الغطاء النباتي واستعادة المناطق المتدهورة، فمثلاً أعلنت الصين في برنامج طارئ للتشجير بان يقوم كل مواطن بزراعة ما بين (3–5 أشجار) كل عام، وقد حددت مكافآت للمتميزين وعقوبات للمقصرين، كما بدأت أثيوبيا مع مصر في تنفيذ برنامج لتشجير منابع النيل الحبشية لتنمية الغطاء النباتي، وفي الدنمارك تقرر ان يزرع شجرة لكل طفل مولود وكل تلميذ يدخل المدرسة [90].

10. تخزين المواد الوراثية لآلاف الحيوانات المهددة بتدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية والحفاظ على شفرات الحياة لهذه الحيوانات حتى بعد انقراضها، وسيمكن هذا الإجراء الأجيال القادمة من العلماء من فهم المخلوقات التي انقرضت لأجل التمكن من وضع البرامج المستقبلية للحفاظ على الحيوانات المهددة بخطر تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية، كما هو الحال في بريطانيا إذ أنشأت بنك للأنسجة أطلق عليه (سفينة نوح المجمدة) [91].

11. منع القطع المفرط للأشجار لاسيما مناطق الغابات التي تحتوي على أشجار ونباتات وحيوانات وحتى حشرات نادرة أساسا، وذلك عن طريق سن التشريعات والقوانين الصارمة، والتي تلزم الجميع بلا استثناء في الحفاظ على البيئة الحيوانية والنباتية ومحاسبة المخالفين لذلك، وتشكيل الهيئات واللجان والجمعيات التي من واجبها حماية البيئة وتفعيل دورها وإعطائها جميع الصلاحيات اللازمة

لانجاز ذلك، فضلاً عن عقد المؤتمرات الدولية والمحلية وتوسيع التوعية الإعلامية لمعرفة خطر هذه المشكلة.

12. مراقبة فعاليات صيد وقنص الحيوانات البرية والبحرية ووضع شروط وضوابط لهذا النشاط، وتحريم صيد الحيوانات النادرة، لاسيما أنواع من الحيتان والدلافين والأسماك والطيور، فضلاً عن الحيوانات البرية كالأسود والنمور والدببة. كما ولابد من اعتماد التلقيح الصناعي للحيوانات والتي يخشى عليها من تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية، فعلى سبيل المثال نجحت الإمارات العربية في هذا المجال عندما قامت في تفريخ وتربية الحباري الأسيوية مع عدم توفر الظروف المناخية لهذه الطيور، كما ويجب اعتماد الأبحاث العلمية لحماية الكائنات الحية من تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية، إذ حرمت اتفاقية الصيد في البحار اصطياد السمك الصغير قبل بلوغه سن النضج خشية ان يؤدي الإفراط في صيدها إلى انقراض بعض أنواع السمك مثل السلمون والتونة، ويمكن استثمار الطاقات التكنولوجية في معالجة المشكلة باستعمال الأقمار الصناعية التي استعملت مؤخراً في معرفة وضع طيور (الفلامنجو) واختفائها مع توفر ظروف عيشها في الإمارات العربية.

13. نقل الحيوانات المهددة بتدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية إلى مناطق آمنة أو التي يتوفر فيها على الأقل سبل العيش بدل الأماكن الموجودة كما هو الحال في نقل محميات النسور في الهند.

14.تطوير وتنمية البدائل التي تؤدي إلى استنزاف الغطاء النباتي عن طريق تشجيع إيجاد أو توفير البدائل التي تقلل الضغط المتزايد على الموارد الحيوية، وذلك بالاعتماد على الوقود بدل من الأخشاب،فضلاً عن توفير البدائل الصناعية مثل البلاستيك والألمنيوم والمطاط الصناعي والحديد لتقليل استهلاك الأخشاب في الأغراض الصناعية.

15- ضرورة المحافظة على التنوع الوراثي الحيواني الذي من شأنه ان يتيح لأجيال المستقبل ان تختار المخزونات الاحتياطية منها أو تطور السلالات الجديدة منها بحيث تتماشى مع التغيرات في الطقس والأمراض والعوامل الاقتصادية والاجتماعية، ونظراً لاعتماد البلدان بعضها على البعض الأخر في مجال الموارد الوراثية الحيوانية، فان الحاجة تستدعي تسهيل التبادل المتواصل ومزيد من التطور لمثل هذه الموارد دون أي حواجز غير ضرورية بما يضمن تمتع مربي السلالات والمزارعين والرعاة والمستهلكين والمجتمع بأسره [92]، بالسيطرة التامة على الحيوانات وزيادة عددها بالشكل الذي يسهم في عدم تعرضها للانقراض والمحافظة عليها من أي ضرر قد يلحق بها جراء الاستعمال الخاطئ للإنسان لموارد البيئة المختلفة.

ثانيا. تعديل وتحسين الظروف المناخية في مناطق الأحياء النباتية والحيوانية.

1. إسقاط الأمطار صناعياً في المناطق الجافة.

تعد تقنية إسقاط الأمطار صناعياً من التقنيات الحديثة، التي يمكن عن طريقها تقليل الجفاف وزيادة الأمطار، وتكمن هذه التقنية في ثلاثة جوانب رئيسة تتمثل في توجيه الغيوم من مناطق نحو مناطق أخرى يراد اسقاط أمطارها وتكثيف الغيوم صناعياً وتسريع تكاثف الغيوم الموجودة ومن ثم إسقاطها صناعياً.

تستعمل مواد كيماوية مثل مسحوقا (ثاني أوكسيد الكاربون الصلب وايوديد الفضة) في تهيئة نويات صغير للتكاثف وإسقاط الأمطار صناعياً، وهي مواد غير قابلة للذوبان في الماء، وتحقق هذه الطريقة سقوطاً للأمطار بكميات معينة في مكان معين وفي وقت معين.وقد أظهرت النتائج إن زرع السحب الركامية في درجة الحرارة تصل إلى(-20 مْ) قد أنتج زيادة في التساقط بمقدار بين (2-10%) ووصلت الزيادة بين (10 – 15%) من زرع سحب تضاريسية شتوية. [93]

وتعمل هذه التقنية على حث وتعجيل تصادم القطرات المائية بصوره تتابعيه مما يسبب نموها أو تساقطها بشكل اكبر، كما تعمل هذه الطريقة في تقليل خصائص التذبذب في سقوط الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة وتعمل على التغلب على مخاطر الفشل الزراعي الناتج عن الجفاف، ومن ثم رفع إنتاجية المحاصيل وإيجاد مناطق جديدة للزراعة عن طريق سد النقص في الاحتياجات المائية للنباتات،كما أنها تعد (الأمطار الساقطة صناعياً) مورداً مائية يرفع من مخزون المياه الجوفية. وتعمل تقنية زرع الغيوم أو رشها بالمواد الصلبة المذكورة أنفا في إسقاط الأمطار من الغيوم التضاريسية والإعصارية ومن مختلف أنواع الغيوم سواء أكانت تلك الغيوم مفرطة التبريد أم غيوم دافئة، إذ لا تحتاج هذه العملية سواى إلقاء كميات من المساحيق الكيماوية بواسطة الطائرات في أماكن تواجد الغيوم.

2. إتباع الوسائل الحديثة لتقليل التبخر والنتح.

تستعمل عدد من المواد الكيماوية لتقليل التبخر من السطوح المياه الموجودة في المسطحات المائية والخزانات المفتوحة، كاستعمال أملاح وحيدة الجزيئة التي توضع على سطوح الخزانات المائية لمنع التبخر (بشكل أغشية)، كما يمكن استعمال مواد شمعية أو بلاستيكية أو بقايا النباتات لتقليل التبخر من التربة، وتبين التجارب إن وضع طبقة رقيقة من كحول خاص الذي لا يختلط بسهولة بالماء على سطح المياه يقلل من معدل التبخر بنسبة (15%)، وتشير الدراسات في ذلك إلى أمكانية تقليل التبخر بنسبة (24%) باستعمال (898 كغم/هكتار) من المواد الكيماوية مثل(هيكسادونال وكروسول)، وأظهرت التجارب إلى إن إضافة المحلول الأسيتي إلى وعاء التبخر يقلل من كمية التبخر بنسبة (40%) تحت ظروف انوائية معينة. (94)

تختلف النباتات في كمية ما تنتحه أوراقها من رطوبة،فهنالك نباتات تصل كمية النتح فيها إلى حوالي (100م^3) من الماء في اليوم الواحد، وإذا أمكن التوصل إلى طريقة عملية لتقليل معدلات النتح دون التأثير على غلة النبات فأن ذلك يعني تقليل الطلب على الماء، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويمكن ذلك عن طريق زراعة أصناف من النباتات قليلة النتح وكذلك إحاطة المحاصيل بمنشات تسمح بتجميع مياه النتح وإعادة استعمالها، أو تسمح برفع درجة الرطوبة وبالتالي وقف عملية النتح. وكذلك توجيه المزارعين والمختصين بالابتعاد عن زراعة النباتات كبيرة النتح والتي تكون ذات فائدة اقتصادية قليلة وإزالة النباتات قليلة الفائدة وإزالة الأوراق غير المنتجة من النباتات وزراعة السلالات النباتية قليلة النتح.

يمكن استعمال مواد كيماوية مضادة للنتح ورش طبقة رقيقة منها على الأوراق مما يعمل على غلق ثغرات ومسام الأوراق. ويمكن استعمال السوائل المخللة مثل (خلات فينيل الزئبقية وحامض الابسيك) في هذا الجانب،كما يمكن استعمال الأغشية من مستحلبات عصارة الأشجار وشموع البولي فينيل والبولي اثلين والكحولات العالية مثل الميكاديكانول التي توضع على سطح الورقة لتقليل النتح.[95]

3. توسيع الغطاء النباتي وتكثيفه:

يعمل الغطاء النباتي بأشكاله من غابات وأعشاب وحشائش دوراً واضحاً وتأثيرا ملحوظاً في عناصر المناخ، فالنباتات يمكنها تقليل التبخر وزيادة الرطوبة والأمطار وبذلك تقليل الجفاف، إذ ان للغطاء النباتي له دوراً كبيراً بهذا الميدان ويتمثل ذلك بـ:-

يعمل الغطاء النباتي على تقليل شدة الإشعاع الشمسي الساقط ويتوقف ذلك على ارتفاع النباتات وشكلها العام وكثافة أوراقها، إذ تقوم الأشجار والشجيرات بامتصاص الجزء الأكبر من الإشعاع الشمسي الساقط عليها وتستعمله في عملياتها

الحيوية، كما تعكس الأشجار الأشعة الشمسية وتمتص ما يقرب بين (75–80%) منها، وتسمح النباتات في حالة التغطية الكاملة بمرور (4–10%) من الإشعاع الساقط، وتمتص الورقة الخضراء المفردة عند تعرضها للأشعة الشمسية بكامل أطوالها الموجية ما مقداره (75%) وتعكس (15%) وتنقل (10%) من الاشعاع الشمسي ، لذا فان الغطاء النباتي يعمل على خفض درجة الحرارة وتقليل المديات الحرارية ضمن أجواء الأشجار نتيجة لتضليل الأشجار وحجب أشعة الشمس، إذ يصل الفرق في انخفاض درجات الحرارة ضمن المنطقة النباتية ولاسيما عندما تكون الأشجار كثيفة بين (5–10م) مقارنة مع ارض جرداء ضمن نفس المنطقة وتعمل النباتات على خفض درجة الحرارة عن طريق تحويل معظم الطاقة الممتصة من قبل النبات إلى طاقة كامنة تستعمل في التبخر/النتح .

تضيف النباتات نسبة كبيرة من بخار الماء إلى الهواء عن طريق عملية النتح مما يعني زيادة رطوبة الجو، إذ تزداد الرطوبة بشكل عام ضمن المنطقة المضللة وفوقها وبجوارها وأظهرت احدى الدراسات إن الرطوبة النسبية تبلغ (53%) في حقل مزروع بقصب السكر في حين تكون الرطوبة النسبية (43%) في الأرض الجرداء في نفس الحقل. [96]، وبينت دراسة أخرى اجريت في الهند بان فقدان ماء الأمطار انخفض من (105 الى 35 ملم) حينما استعمل غطاء نباتي كبديل لعملية تبوير الأرض [97]، كما تقلل النباتات بشكل عام ولا سيما الأحزمة الخضراء من سرع الرياح ومن شدتها إذ تقل الرياح خلف المصدرات وتبدو خفيفة جداً على بعد بين (5–10) اضعاف ارتفاع المصد .

إن الأنظمة البيئية للغابات تعتبر من أهم أنظمة اليابسة، وهذا يتأتى من أهمية نظام الغابات في حفظ توازن الحياة على كوكب الأرض، ويمكن ملاحظة ذلك عن طريق بعض التقارير التي تشير بصورة واضحة إلى إن إنتاج الغابات يشكل نحو (15%) في الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض. فضلا عن

ذلك يكفي أن نذكر إن كمية الأخشاب التي يستعملها الإنسان في العالم تزيد عن (2.4 مليار طن) في السنة، فضلا عن ذلك إن للغابات دورا رئيسيا في الحفاظ على غاز الحياة وهو الأوكسجين وعلى سبيل المثال إن غابات الحور المزروعة في (1كم2) تطلق بحدود (1300 طن) من الأوكسجين، وتمتص نحو (1640 طنا) من ثاني اوكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد. (98)

ثالثا. معالجات التربة.

تعد عملية استصلاح الأراضي من أهم وابرز العمليات التي تتداخل فيها الحقائق العلمية والفنية مع الاعتبارات الأقتصادية والاجتماعية ومن دون هذا التداخل والربط بين مختلف الجوانب في استصلاح الأراضي فأن هذه العملية تفقد فاعليتها التنموية، ويؤدي ذلك إلى التأثير السلبي لأهدافها الفنية.

يتضمن استصلاح التربة مجموعة من العمليات والإجراءات الفيزياوية والكيماوية والبيولوجية، وان القيام بهذه الإجراءات معاً يمكنه إن يضمن تحسين خواص التربة وهو ما يجعله فيما بعد احد الوسائل الهامة في التقليل من الجفاف، والتي منها:-

1. تقليل فقد الماء، تتضمن هذه الطريقة وضع عوائق أو حواجز بشكل طبقة ذات نفاذية قليلة جداً على عمق معين في التربة، والهدف من ذلك تقليل سرعة حركة الماء أو تقليل حركته من الأعلى إلى الأسفل، ومن ثم زيادة كمية الرطوبة فوق الحاجز أو العائق لتوفيرها للامتصاص من قبل النبات، فقد استعملت في عدد من الدول عوائق أو حواجز مصنعه عديدة، قسم منها مصنع من مواد صناعية وأخرى مصنعه من مواد عضوية ومعدنية طبيعية، وقد بينت نتائج استعمال هذه الطريقة يحقق زيادة كمية الرطوبة فوق العائق، إذ كانت تشكل (30%) بالمقارنة مع كمية الرطوبة في التربة غير المعاملة التي كانت (10%) فقط، وذلك في طبقة التربة التي يبلغ سمكها(20سم) وبعد مدة معينة من الري، واذا

افترض إن (50%) من الرطوبة في هذه الطبقة جاهزة للامتصاص من قبل النبات يعني ذلك إن هناك زيادة قدرها(200%) في كمية الرطوبة الجاهزة للنبات في التربة الرملية المعاملة بالعائق الإسفلتي.[99]

2. تحسين نوعية التربة، وذلك بإضافة الطمى إلى التربة الرملية هدف هذه العملية إلى تحسين الصفات الفيزيائية والخصوبية والكيماوية للترب الرملية على وجه الخصوص، وتؤكد التجارب على إن إضافة الطين إلى التربة الرملية لتتحول إلى تربة مزيجيه يمكن إن يعمل على زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء ورفع كمية رطوبتها ومن ثم تقليل العجز المائي فيها، إذ تعمل زيادة نسبه الطين على زيادة المساحة السطحية النوعية لدقائق التربة، مما يزيد من قدرة التربة للاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، كما ان إضافة الطين يزيد من عمق التربة ويجعل آفاقها متكاملة.

إن إضافة الطمى إلى التربة الرملية في المحافظة امرا ضروريا جداً كون التربة الرملية (خشنة النسجة) لا تحتفظ بالماء ولا تسمح بالجريان السطحي إلا القليل، ويعني ذلك إن مدى الماء المتيسر للامتصاص من قبل النبات في تلك الترب والذي هو بين (4-6%) فيما يصل إلى (16-20%) في التربة الطينية من الوزن الجاف، ومن جانب أخر فأن التربة الخشنة النسجة تكون قليلة الخصوبة لقلة قدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغنية والمعادن اللازمة للنمو النبات [100] ، وتعد هذه التقنية من التقنيات البسيطة والسهلة الاستعمال والتي تحقق نتائج مفيدةً وجيدة في هذا المجال.

3. صيانة وحماية المحتوى المائي الموجود في التربة، وتوجد العديد من التقنيات التي يمكن استعمالها في هذا المجال، وهي إلى حد ما تشبه تقنية تقليل التبخر من التربة وأهمها:-

تقليص معدل تبخر المياه من سطح التربة، وذلك بتغطيتها بالبلاستيك المعتم والذي يسهم بالقضاء على الحشائش والأدغال الضارة بالمحاصيل.

وكذلك وضع طبقة رقيقة من مادة (البيتومين) على عمق بين (60-90سم) تحت سطح التربة بوساطة معدات خاصة، ولاسيما في التربة الرملية عند زراعتها بالمحاصيل الحقلية والخضراوات لتقليل الفاقد من التبخر. (101)

4. زيادة خصوبة التربة. اذ تحتوي الترب الخصبة على المواد الغنية بالغذاء والمواد الأخرى المفيدة للتربة والنبات، وان النبات يمتص كمية أقل من الماء اللازم في حالة التربة الخصبة،ويعني ذلك تقليل الاحتياجات المائية للنبات،وبالنتيجة فأن زيادة خصوبة التربة يعمل على تأمين الاحتياجات المائية للنباتات دون الحاجة إلى مياه إضافية أخرى، ومن ثم فأن التربة الخصبة تزداد فيها القدرة على حفظ محتواها الرطوبي.

ويمكن لمقدرة التربة التنظيمية هذه أن تبطئ تحميض البحيرات والأنهار أو تحول دونه، ولكن هذا لا يحدث إلا حيثما يحتوي نوع التربة بالذات على الأنواع المناسبة من المعادن، فالتربة الرملية أو الرقيقة والمجواة بدرجة عالية هي، عموما حامضية من قبل وعلى ذلك فكل ما لديها هي قدرات محدودة على معادلة تأثيرات الأحماض المترسبة من الجو. وتبين الدراسات أيضا إن حساسية البحيرات للترسيب الحامضي تختلف من مكان لآخر، وحتى البحيرات المتجاورة يمكن أن تختلف في استجاباتها لتأثيرات الأمطار الحامضية. (102)

رابعاً. رفع المستوى المعرفي والتوعوي والتثقيفي لدى كافة المعنيين بالمناخ والجفاف والكائنات الحية والموارد المائية والتربة والمزارعين في أهمية إتباع الأساليب الصحيحة والسليمة في استعمال ما ذكر أنفاً من معالجات ممكنة أو مقترحة، ويشمل ذلك الكل من حكومات ومنظمات وافراد ومؤسسات باعتبار المسألة وطنية تهم بلداً بأكمله بل العالم بأجمعه. يشمل ذلك إجراءات وممارسات تتعلق بعقد

المؤتمرات والندوات العلمية الهادفة والحملات الإعلامية والإعلانية الشاملة لجميع إفراد ومؤسسات المجتمع، وإصدار النشرات والمجلات والبوسترات المتعلقة بتلك الميادين المذكورة، فضلاً عن توسيع التعاون والتنسيق بين الدول والمنظمات العالمية والإقليمية، والاستعانة بالخبرات واستيراد التقنيات المعرفية والتكنولوجية الحديثة لمعالجة هذه المشكلة.

خامسا. تفعيل القوانين والمعاهدات الدولية والاقليمية المتعلقة بتنقية الهواء أو مايعرف بـ (قانون الهواء النظيف)، والتي تضع معايير للعوادم والملوثات المطروحة في الجو، وتفعيل مقررات مؤتمر قمة الأرض (ريودو جانيرو- 1992) والذي وقعت فيه معاهدة المناخ الدولية والتي بموجبها تعمل الدول اختياريا على خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لاسيما co2 بحلول عام 2000 الى مستويات عام 1990 ، وذلك بفرض ضرائب على النشاطات التي تسهم في زيادة انبعاث هذه الغازات. وكذلك مقررات وبنود اتفاقية كيوتو 1997 ومعاهدة بالي 2006.. وغيرها.

وإتباع القوانين الإدارية التي من شأنها مراقبة وتنفيذ القانون، فعند تطبيق أي قانون بيئي لابد من تنظيم الإدارة لأجل رقابة صيد الحيوانات، وهي المسؤولة عن وقوع التدهور البيئي في حالة عدم تنفيذها أو تهاونها أو تقاعسها في تنفيذ القوانين. فضلاً عن ضرورة تطبيق القانون البيئي الجنائي الذي يختص بإنشاء المحاكم الجنائية المتخصصة بالبيئة،كما يحدث الآن في العديد من الدول المتقدمة،اذ تقوم هذه المحاكم بإصدار عقوبات جزائية وغرامات للأشخاص والشركات والهيئات المتجاوزة على البيئة، ويعد هذا القانون من أهم القوانين الرادعة للإساءة الى البيئة، لاسيما فيما يتعلق بمشكلة انقراض الكائنات الحية، إذ يجب ان يكون هناك قانون في كل وزارة يهتم بهذا الجانب كوزارة الزراعة والسياحة والإسكان والأعمار والصناعة، كما يحدث اليوم في عدد من الدول مثل مصر.

وتبعاً لما تقدم فلابد من الحكومات والمنظمات العالمية والحكومية والمحلية وضع إستراتيجية في هذا الجانب على ان تشمل الآتي :

1- إنشاء بنك معلومات متكامل عن الكائنات الحية وإعطاء مسح شامل للبيئات المنقرضة والتي في طور تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية إذا ما توقعنا ان كل شيء سينقرض من حولنا.

ب- تحديد المنطقة الجغرافية التي ستشملها الستراتيجية وفق أسس وضوابط، كأن تشمل إعطاء معلومات أولية عن البيئات التي في طور تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية.

2- تحديد الوقت اللازم لوضع الإستراتيجية ووقت تنفيذها مع تحديد مسؤوليات الجهات المختصة عن وضعها وتنفيذها.

الهوامش والمصادر:

(1) علي علي البنا، أسس الجغرافية المناخية والنباتية، دار النهضة العربية للطباعة، بيروت، بدون سنة طبع، ص 243.

(2) فيجاي ف. فيتيسواران، الطاقة للجميع، ترجمة إيهاب عبد الرحيم، سلسلة عالم المعرفة321، الكويت، 2005، ص 144.

(3) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، تغير المناخ (الأساس العلمي)، ملخص تقرير الفريق العامل الأول ، 2001، ص3.

(4) قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ والأقاليم المناخية، دار اليازوري، عمان، 2008، ص411-412.

(5) المصدر نفسه، ص412-413.

(6) عبد العزيز طرح شرف، الجغرافية المناخية، النباتية، القاهرة، بدون سنة طبع، ص13.

(7) عبد علي الخفاف، الجغرافية البشرية اسس عامة، ط1، دار الفكر، عمان، 2001، ص 329-330.

(8) انظر: 1- قصي السامرائي، المناخ والأقاليم المناخية، مصدر سابق، ص 412-430. 2- عبد الغني جميل السلطان، الجو عناصره وتقلباته، وزارة الثقافة والإعلام ، دار الحرية للطباعة، بغداد، 1985، ص 453-455. 3- يوسف محمد علي الهذال، التذبذب والاتجاه في عناصر وظواهر مناخ العراق ودوريتها خلال مدة التسجيل المناخي، اطروحة دكتوراه، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 1999، ص 21-48.

(9)فؤاد قاسم الأمير،الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، منشورات الغد، بغداد، 2005 ، ص45-49.

(10) عدنان النقاش ومهدي الصحاف، الجيمورفولوجيا، جامعة بغداد، 1989، ص 51.

(11) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية، مصدر سابق، ص 93.

(12) انظر: علي صاحب الموسوي، التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالميا وانعكاساتها(الأسباب والنتائج) – دراسة جغرافية مناخية، مجلة البحوث الجغرافية، العدد 4، 2002، ص 18-19.

(13) فؤاد قاسم الأمير،الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، مصدر سابق، ص 39-42.

(14) ريم مهنا، النينو بعض باستقرار الأرض، الموقع الالكتروني: http:www.3d.net.

(15) قصي عبد المجيد السامرائي،ظاهرة النينو المناخية، مجلة آداب بغداد، العدد45، 1999،ص132-135.

(16) ك.س. راميج، النينو، مجلة العلوم الامريكية، الترجمة العربية، مجلد 2، العدد 3، 1987، ص 28.

(17) قصي عبد المجيد السامرائي، مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري، عمان، 2008، ص 313-314.

(18) مجلة علوم الأمريكية، المناخ المتغير، مجلد 7، العدد 3، آذار - 1990. ص 26.

(19)حسين طه نجم وعلي علي البنا و عبد الاله ابوعياش، البيئة والإنسان-دراسات في الأيكولوجيا البشرية، ط3، وكالة المطبوعات، الكويت، 1984، ص280.

(20) بثينه أسامة، ظاهرة الاحتباس الحراري بين الحقيقة والوهم، مجلة علوم وتكنولوجيا، الموقع الالكتروني : http:WWW.Islamonline.net

(21) بحث من الانترنيت ،التغيرات المناخية تطرح على العالم تحديات كبرى، الموقع الالكتروني : http:// www.al-khayma.com-Evernts.2007

(22) غاز الميثان عدو جديد من غازات الاحتباس الحراري، الموقع الالكتروني : http:WWW.Islamonline.net.

(23) منذر بن صالح عبدلي، التنمية والمشكلات البيئية، اطروجة دكتوراه (غ م)، كلية التربية ابن رشد بجامعة بغداد، 2003، ص 36..

(24) علي صاحب الموسوي، التغييرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالمياً وانعكاساتها .... ، مصدر سابق، ص 27.

(25) لقد ازداد عدد سكان العالم من حوالي (1600 مليون نسمة) مطلع القرن العشرين (1900 م) إلى نحو (5000 مليون نسمة) في منتصف الثمانينات (1987 م) ويؤكد ذلك ان سكان العالم قد تضاعف إلى أكثر من ثلاث مرات في مدة زمنية قصيرة لا تتعدى ثمان عقود ونصف، في حين يقدر عدد سكان عدد سكان العالم بداية هذا القرن نحو (6.103.000 مليون نسمة).
انظر: زين الدين عبد المقصود، البيئة والإنسان - دراسة في مشكلات الإنسان مع بيئته، دار البحوث العلمية، ط 1، الكويت- 1990 ص 286.
وعبد علي الخفاف، الجغرافية البشرية، مصدر سابق، ص 105.

(26) فؤاد قاسم الأمير، الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، مصدر سابق، ص 86.

(27) بثينة أسامة، ظاهرة الاحتباس الحراري بين الحقيقة والوهم، الموقع الالكتروني لمجلة علوم وتكنولوجيا: http: www.Islamonline.com.2001.

(28) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية، مصدر سابق، ص 412، 414.

(29) عبد الحكم عبد الطيف الصعيدي، البيئة في الفكر الإنساني ..، مصدر سابق، ص 66.

(30) التغيرات المناخية تطرح على العالم تحديات كبرى، الموقع الالكتروني: http;\\www.al-\Events 2007. khayma.com

(31) انظر:الموقع الألكتروني لنشرة اخبار البيئة، الموقع الالكتروني: www.Arab Eco News.Climate // chang .2005.

(32) الموقع الالكتروني: http://www .alhayat.com.

(33) فؤاد قاسم الأمير،الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، مصدر سابق، ص 40.

(34) التأثير البشري حاسم في التغيرات المناخية، بحث من الانترنت:

(35) انظر امجد قاسم، الغيوم فوق القطب تحمل أمطارا لا ثلوجاً، الموقع الالكتروني: http:// www.TR3 C.org.

ا أو مجلة آفاق علمية /الموقع أعلاه-2006/9/29م.

(36) ويكبيديا(الموسوعة الحرة)،التغييرات المناخية قد تقضي على ملايين الكائنات الحية، المصدر السابق.

(37)16- بحث من الموقع الالكتروني. http://www.Islamway.com

(38) البتانوني، كمال الدين، بيئة صحراوية، مركز جامعة القاهرة، التعليم المستمر، مطبعة المركز، القاهرة – 1992، ص 31 – 43.

(39) امجد قاسم، الاحتباس الحراري يجلب الأوبئة والأمراض، الموقع الالكتروني (آفاق علمية). -http;\\www.aafaq maktoobblog.com.2008.

(40) المصدر السابق نفسه.

(41)التغيرات المناخية قد تقضي على ملايين الكائنات ،مصدر سابق.

(42) بحث من الانترنيت بعنوان ،الأمم المتحدة تحث على حماية الحيوانات من التغير المناخي، الموقع: http:www.Sotalirag.com-tech,2007.

(43) الموقع الالكتروني: http://www.moheet.com 2006.

(44) الموقع الالكتروني: WWW.Arab Eco News.2004//http / 2005 .

(45)الموقع الالكتروني http: / / WWW.Arab Eco News.2004

(46) المصدر نفسه.

(49) جرالد فولي، سلسلة كتب البيئة(تسخين الكوكب وارتفاع حرارة الأرض)، دار الحمراء، بيروت،2000،ص65.

(48) المصدر نفسه، ص66.

(49) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تغير المناخ (التقرير التجميعي)، ملخص لصانعي السياسات الحكومية، 2001، ص16-17

(50) عبد علي الخفاف، الطاقة وتلوث البيئة، ط1، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان،1999، ص59.

(51)Henderson – Sellers A.& Robinson ,B., Contemporary Climatology .U.K., 1986 ,P.62 .

(52) Mackenzie, op.cit.,p.315 .

(53)جون جربيين (ترجمة د.احمد مستجير) ، ظاهرة الصوبة ، القاهرة ،1992،ص 308- 310 .

(54) علي زين العابدين عبد السلام ،ومحمد بن عبد المرضي عرفات ، تلوث البيئة ثمن المدينة، ط1،القاهرة،المكتبة الأكاديمية ،1992،ص 64 .

(55) زين الدين عبد المقصود ،البيئة والإنسان علاقات ومشكلات ، الكويت، منشأة المعارف بالاسكندرية19981،ص125 .

(56) تقرير البنك الدولي عن التنمية والبيئة ،تقرير عن التنمية في العالم (التنمية والبيئة) عام 1992 .،ص 85 .

(57) محمد محمود سالم غنيم ،الغلاف الجوي المتغير ، مجلة أسيوط للدراسات البيئية ،العدد (9) ،1995 ،ص 9-23 .

(58) بيتر هاجيت، الجغرافية تركيبة جديدة، ترجمة محمد السيار،مؤسسة الشباب،القاهرة،1996، ص 289.

(59) زين الدين عبد المقصود، البيئة والإنسان علاقات ومشكلات، مصدر سابق، ص 179.

(60) الموقع الالكتروني لمنضمة الغذاء والزراعة التابعة للامم المتحدة، . http;\\www.fao.org.

(61)منذر بن صالح عبدلي، التنمية والمشكلات البيئية، مصدر سابق، ص55، 119-120.

(62) الأمم المتحدة، تقرير التنمية البشرية لسنة 2000، نيويورك، 2001، ص 231-234.

(63) رضا عبد الجبار سلمان الشمري، الاهمية الاستراتيجية للنفط العربي، دراسة في الجغرافية السياسية، اطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2003، ص 155.

(64) علي الشلش، جغرافية الاقاليم المناخية، مطبعة جامعة بغداد، 1987، ص 86.

(65) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية، مصدر سابق،ص 432.

(66) حسين طه نجم وزملاءه، البيئة والإنسان-دراسة في الأيكولوجيا البشرية، مصدر سابق، ص 328 .

(67) عادل مشعان ربيع، مشاكل بيئية معاصرة، مصدر سابق، ص 127-165.

(68) الموقع الألكنروني http://leqatar.net/vb/showthread.php

http://www.w3.org/1999/xhtm

(69) عادل مشعان ربيع، مصدر سابق، ص 153.

(70) المصدر نفسه، ص 154-155.

(71)فتحي عبد العزيز أبو راضي،مصدر سابق، ص 453.

(72) المصدر نفسه، ص 444-454 .

(73) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الأساس العلمي)، مصدر سابق، ،ص56.

(74) ظاهرة النينو تضرب الأرض من جديد، الموقع الالكتروني:http;\www.islamonlin.net-2002

(75) الموقع الالكتروني: .http;\www.Arab Econews.Climate Chinge-2005

(76) ك.س. راميج، النينو، مجلة العلوم الامريكية، الترجمة العربية، مجلد 2، العدد 3، 1987، ص 28.

(77)عبد علي الخفاف، الجغرافية البشرية اسس عامة، مصدر سابق،،ص335-336.

(78) المصدر نفسه،ص337.

(79) حسين طه نجم زملاءه، البيئة والإنسان..، مصدر ر سابق، ،ص139.

(80) عبد خليل فضيل وعلوان جاسم الوائلي، علم البيئة، جامعة الموصل، مطبعة جامعة الموصل، الموصل – 1985، ص 259 – 260.

(81) زين الدين عبد المقصود، ، مشكلة التصحر في العالم الاسلامي، نشر (21) تصدر عن الجمعية الجغرافية وقسم الجغرافية، جامعة الكويت، شركة المطبعة العصرية، الكويت – 1980، ص14.

(82) بيتر هاجيت، الجغرافية تركيبية جديدة، مصدر سابق، ص 284.

(83) بحث عن الانقراض من الموقع الالكتروني http://www.BBC.Arabic.com.

(84) فتحي عبد العزيز أبو راضي، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية، مصدر سابق، ص42-43.

(85) فؤاد قاسم الأمير،الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، مصدر سابق ، ص 59-61 .

(86) انظر تقرير الفريق العامل الثالث لتغير المناخ /التخفيف/ 2001 والصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ2001.

(87) كرستوفر وود ، تخطيط المدن والسيطرة على التلوث، ترجمة مضر خليل العمر ،جامعة البصرة ، 1984، ص .

(89) سعد محمد الحفار ، نحو بيئة افضل، ص 170.

(90) عبد خليل فضيل،، علم البيئة، مصدر سابق، ص 402-403.

(91) سعد محمد الحفار ، نحو بيئة افضل، مصدر سابق، ص 170

(92) عبد علي الخفاف وزملاءه، الطاقة وتلوث البيئة، مصدر سابق، ص72.

(93) عبد الغني جميل السلطان، الجو عناصره وتقلباته، مصدر سابق، ص423 .

(94) فؤاد قاسم الأمير،الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن،مصدر سابق، ص 150

(95) زين الدين عبد المقصود، البيئة والأنسان علاقات ومشكلات، مصدر سابق، ص182،181.

(96) بدور عبد الكريم ، الأشجار رفيق الجنس البشري، كتاب العربي، الإنسان والبيئة صراع أو توافق ، ص47 – 50.

(97) زين الدين عبد المقصود، البيئة والأنسان علاقات ومشكلات، مصدر سابق، ص182،181.

(98) عبد المقصود،زين الدين،البيئة والإنسان–دراسة مشكلات الإنسان مع البيئة، مصدر سابق، ص296.

(99) ويكبيديا (الموسوعة الحرة)، مصدر سابق.

(100) نحو (20) بالمائة من السلالات الحيوانية تواجه خطر تدهور الحياة الحيوية للكائنات الحية، مصدر سابق.

(101) ريتشارد جي كورلي ، الماء، الأرض والإنسان، ترجمة وفيق حين الخشاب، جامعة بغداد، مطبعة جامعة بغداد، بغداد-1979، ص235.

(102) مهدي الصحاف و وفيق الخشاب و أحمد كاشف الغطاء، علم الهيدرولوجي، جامعة الموصل، مطبعة جامعة الموصل، الموصل- 1983، ص285.

(103) عماد محمود ذياب الحفيظ، دراسات عن الزراعة والمياه في أغوار الأردن، دار الياقوت للطباعة والنشر، عمان – بدون سنة طبع، ص71.

(104) موسى،علي حسين، المناخ الاصغري، مصدر سابق، ص72، 80 .

(105) عبد الله قاسم الفخري ، الزراعة الجافة اسسها وعناصر استثمارها،جامعة الموصل ،دار الكتب للطباعة والنشر، موصل،1981، 192-193 .

(106) عادل مشعان ربيع، مشاكل بيئية معاصرة، مصدر سابق، 151.

(107) أحمد حيدر الزبيدي ، استصلاح الأراضي-الأسس النظرية والتطبيقية، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد، ص236- 237.

(108) سعد الله نجم عبد الله النعيمي، علاقة التربة بالماء والنبات، جامعة الموصل، مطابع التعليم العالي، الموصل- 1990، ص44.

(109) عماد محمد ذياب الحفيظ، دراسات عن الزراعة والمياه...، مصدر سابق، ص70.

(110) عادل مشعان ربيع، مشاكل بيئية معاصرة، مصدر سابق، 151.