ظاهرة الإحتباس الحراري: الأسباب، التداعيات، ومقترحات الحلول =
Global warming: causes, impacts, and solutions proposed

إعداد: د. أزاهر حسن عبدالرحمن[1]

المستخلص

مشكلة التغيرات المناخية هي إحدى المشاكل البيئية الهامة التي تستحق الوقوف عندها ودراستها. وتشكل ظاهرة الاحتباس الحراري إحدى تلك التغيرات في المناخ الملفتة للنظر والجديرة بالدراسة، إذ إنها تتسبب في الكثير من الأضرار بالنسبة للكائنات الحية والتي على رأسها الإنسان . لهذه الظاهرة مسببات عدة بعضها طبيعي والبعض الآخر ناتج عن تدخلات الإنسان غير الرشيدة في الأنظمة البيئية بصورة كبيرة تضر بها وقد تؤدي إلى تلفها.

توجد بعض المقترحات أو المحاولات الجادة في إستخدام تقنيات عديدة قد تساعد في التقليص أو التقليل من هذه الظاهرة إلا أن أغلبها أقرب للنظري منه إلى العملي، عليه قدمت الورقة بعض المقترحات التي رأت أنها أكثر فاعلية أو عملية في التصدي لمثل هذه الظواهر مثل الوقف الفوري لإزالة الغابات واستزراع غابات جديدة.

Abstract

The problem of climate change is one of the most important environmental problems that deserves studying, the phenomenon of global warming is one of the climatic changes which causes many threats to living beings. There are many reasons for this phenomenon some of them are natural while the others are induced by irrational human interference in the eco-systems which result negatively on these systems.

There are some suggestions and serious endeavors in utilizing many techniques that might help in reducing negative impacts of the phenomena, yet most of these endeavors are rather theoretical. The paper has put forward some suggestions regarding human activities for more effective and practical to face such phenomena such as immediate cessations of deforestation, and cultivation of new forests.

[1] د. أزاهر حسن عبدالرحمن – أستاذة مساعدة– معهد دراسات الكوارث واللاجئين – جامعة إفريقيا العالمية

١. مقدمة Introduction

المناخ هو جزء من البيئة، وله عناصر متنوعة تعمل متضامنة مع بعضها البعض. فالحرارة والأمطار وتوزيعها تتفاعل مع التربة والنباتات لتكون البيئة الحيوية. وهناك الكثير من الحديث عن التغيرات التي تحدث في المناخ-الأمطار والحرارة. بيد أن هذه الورقة تركز بشكل خاص على التغيرات في الحرارة أو ما يعرف بالاحتباس الحراري (Global Warming).

توجد العديد من الافتراضات النظرية من أهمها ما ذهب إليه عالم البيئة دانسرو (١٩٥٧) " أن الإنسان يكون في صراع وعراك دائمين مع بيئته إما أن تصرعه أو يصرعها وفي كلتا الحالتين يكون هلاكه" فعلى الرغم مما يبدو أن هذا الافتراض مشبع بنظرة قاتمة، إلا أنه وفي نهاية التحليل يبدو منطقياً مع واقع الحال الذي يؤكد وإلى حد بعيد صدقية هذا الافتراض الصادم shocking hypothesis حيث يؤكد دانسرو أن البيئة تزخر بالموارد الطبيعية المختلفة (حية وغير حية) والتي إذا لم يتم استغلالها على الإطلاق أو كانت البيئة فقيرة في مواردها هلكته بالجوع والفقر والمرض والجهل والأمية...الخ وإذا أُسيئ استغلالها هلكها هو وتسبب في مشاكلها المختلفة من تلوث، تصحر، احترار عالمي...الخ مما ينعكس سلباً على صحته وهذا ما يحدث في عالم اليوم.

لقد بات العالم منشغلاً اليوم بقضية الإحترار العالمي والتغيرات المتوقعة جراء هذه القضية أو الظاهرة مثلما كان العالم في نهايات القرن الماضي منشغلاً بمسألة ثقب الأوزون، حيث لا يزال الجدل قائماً بهذا الشأن منذ التقرير الأول لفرق العمل الخاصة بالهئية الحكومية الدولية في ١٩٩٠م والتي تعنى بتغيرات المناخ. في هذا التقرير تمت الإشارة بشكل قاطع إلى العلاقة الوثيقة التي تربط بين انبعاثات الغازات الدفيئة والمعروفة بإسم غازات الإحتباس الحراري والناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة وبين تغيرات المناخ على مستوى الكرة الأرضية.

فمن الناحية العلمية ليس هناك من خلاف على أن هذه الغازات والتي قد تتواجد طبيعياً أو بفعل الانسان (التفاعلات الكيميائية) يمكنها من خلال ظاهرة الإحتباس الحراري رفع درجات الحرارة في الوسط الذي تغلفه (سطح الأرض) وذلك من خلال إمتصاصها للموجات الحرارية ذات الطول الموجي الطويل والمنعكسة من سطح الأرض ومنعها من الخروج بعيداً إلى الفضاء الخارجي مما يؤدي في النهاية إلى إرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي ومن ثم الأرض. وبمعنى آخر فإن هذه الغازات تعمل كمستودع لحبس الطاقة الحرارية ومنعها من الإنتشار بعيداً في الفضاء الخارجي.

تختلف أهمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن نشاط الإنسان في خطورة تكونيها لغلاف حول الأرض وفقاً لمصدرها (زراعي، صناعي، بنى تحتية...الخ). كما تختلف أيضاً في آليات صرفها أو معالجتها.

إن نقطة الخلاف الأساسية اليوم بشأن قضية الاحترار العالمي ليس بين دول الشمال والجنوب، كما كان في سابقه في مسألة ثقب الأوزون ولكنه بين أغلبية دول الاتحاد الأوربي في جانب

والولايات المتحدة وأستراليا في الجانب الآخر، فالصراع في جوهره بين دول أصبح لأنصار البيئة فيها دور سياسي كبير فشكلوا بذلك مجموعات ضغط تدافع عن قضايا البيئة مقابل دول مازالت مجموعات الضغط في الصناعة تهيمن على القرار السياسي فيها.والجدول رقم (١) أدناه يوضح تطور انبعاث ثاني أكسيد الكربون في بعض الدول.

جدول رقم (١): تطور إنبعاث ثاني أكسيد الكربون في الفترة ٦٥-١٩٨٩م في بعض الدول (ملايين الأطنان من الكربون)

الدولة أو الإقليم	١٩٦٥م	١٩٨٩م
الولايات المتحدة	٩٤٨	١٣٢٩
المملكة المتحدة	١٧١	١٥٥
ألمانيا	١٧٨	١٧٥
اليابان	١٠٦	٢٨٤
الصين	١٣١	٦٥٢
الهند	٤٦	١٧٨
الشرق الأوسط وشمال إفريقيا	٣٧	١٨٩
جملة العالم	٣٠١٢	٥٨٢٢

المصدر: ياسين عبد الرحمن الشرعبي، الأسس العلمية للاحتباس الحراري، مجلة عالم الفكر،٢٠٠٨م، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت .

- لاحظ ارتفاع انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في الدول الصناعية الكبرى

٢. التغيرات المرصودة في درجات الحرارة:-

وُجد أن المعدل العام لحرارة الأرض زاد بنحو ٠.٧٤ درجة مئوية، وذلك خلال الفترة الممتدة بين ١٩٠٦-٢٠٠٥م ويزيد هذا الرقم بنحو ٠.١٤ درجة مئوية عن التقديرات الواردة في التقرير الثالث لسنة ٢٠٠١م الصادر عن الهيئة القومية المعنية بتغير المناخ، وذلك نتيجةالارتفاع النسبي لدرجة الحرارة خلال السنوات الإضافية ٢٠٠١-٢٠٠٥م، وتحسين سبل معالجة البيانات، وتأخذ هذه الأرقام في الاعتبار مختلف التعديلات، بما في ذلك تأثيرات الجزر الحارة في المدن كما أن البيانات تشير إلى أن معظم الاحترار الذي حدث خلال القرن العشرين وقع خلال فترتين الأولى من ١٩١٠-١٩٤٥م، والثانية ١٩٨٦-٢٠٠٥م.

وتشير التحليلات الجديدة للبيانات في نصف الكرة الأرضية الشمالي إلى أن ارتفاع درجة الحرارة في القرن العشرين هو الأعظم بين القرون خلال ألف العام الماضية وأن فترة التسعينيات وبداية الألفية الجديدة كانت من أشد الفترات حرارة في النصف الشمالي للأرض، وأن سنتي ١٩٩٨م، ٢٠٠٥م كانتا من أشد الأعوام حرارة ، ويؤكد ذلك ارتفاع درجات الحرارة في بلد كالسودان والذي فيما يبدو لم تكن لديه مسببات كافية في ارتفاع معدلات الحرارة بشكل

ذاتي حيث تراوحت درجات الحرارة منذ بداية هذه الألفية ما بين٤٦-٥٠ درجة مئوية خلال فصل الصيف.

٣. ظاهرة الاحتباس الحراري التعريف والمفهوم (Global Warming, Definition & Concept)

يمكن تعريف ظاهرة الاحتباس الحراري بأنها الزيادة التدريجية في درجة حرارة أدنى طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض كنتيجة لعدة عوامل من أهمها زيادة انبعاث غازات البيوت الزجاجية(Green houses gases) وهي غازات إما طبيعية وتوجد أصلا في الطبيعة مثل بخار الماء (H_20) وثاني أكسيد الكربون(Co_2) والميثان(CH_4)، وأكسيد النيتروز(NO) والأوزون(O_3)، أو كيمائية ناتجة عن التفاعلات الكيميائية مثل الكلوروفلوروكربون(CFCl) وكلها تلعب دورا هاما في تدفئة سطح الأرض، حيث تقوم تلك الغازات بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء(Infrared) التي تنبعث من سطح الأرض كانعكاس للأشعة الساقطة على سطح الأرض من الشمس ، وتحتفظ بها في الغلاف الجوي لتحافظ على درجة الحرارة في معدلها الطبيعي.

خلصت اللجنة الدولية لتغير المناخ (IPCC) (***Intergovernmental Panel on Climate Change***) إلى أن غازات البيوت الزجاجية والمعروفة بالصوبة الزراعية الناتجة عن النشاط البشري هي المسؤولة عن معظم الزيادة الملحوظة في درجة الحرارة منذ منتصف القرن العشرين. بينما كانت الظواهر الطبيعية، مثل التغيرات الشمسية والبراكين هي السبب في إنتاج معظم الزيادة الحرارية قبل العصور الصناعية حتى عام ١٩٥٠ وكان لها تأثير بسيط بعد ذلك. تم التصديق على هذه الاستنتاجات من قبِل أكثر من ٤٠ جمعية علمية وأكاديمية علوم بما فيها جميع أكاديميات العلوم القومية في كبرى الدول الصناعية. وذكر في التقرير الأخير للجنة الدولية لتغير المناخ أن درجة حرارة سطح الأرض من المحتمل أن تزيد١.١ إلى ٦.٤ درجة مئوية (٢.٠ الى 11.5 درجة فهرنهايت) في أثناء القرن الحادي والعشرين. ينتج عدم التأكد من هذه التوقعات من حقيقة استخدام نماذج تختلف في درجة حساسيتها للتغيرات المناخية وعن استخدام تقديرات مختلفة للانبعاثات المستقبلية لغازات الصوب الزراعية. وهناك بعض الشكوك الأخرى والتي تتضمن كيف أن الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية المصاحبة له ستختلف من منطقة لأخرى في العالم.و تركز معظم الدراسات على الفترة الزمنية حتى عام ٢١٠٠. مع ذلك، فإنه من المتوقع أن يستمر الاحتباس الحراري إلى ما بعد عام ٢١٠٠ حتى إذا توقفت الانبعاثات ويرجع هذا إلى السعة الحرارية الكبيرة للمحيطات والفترة الطويلة لبقاء ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

عموما وكما هو معلوم تعمل غازات الاحتباس الحراري على احتجاز الحرارة التي تتزايد نتيجة لامتصاصها الأشعة تحت الحمراء مما يسبب تزايداً مستمراً في درجة حرارة الأرض وذلك لأن ثاني أكسيد الكربون من الغازات الثقيلة ويوجد في طبقات الجو السفلى فعند وصول أشعة الشمس إلى الأرض تكون في شكل موجات قصيرة ولكن عندما تسقط على الأرض تتحول إلى موجات طويلة، يقوم ثاني أكسيد الكربون بامتصاصها مما يسبب ارتفاع حرارة الأرض.

٤. أثر النشاطات البشرية على الأنظمة البيئية وتغير المناخ :

(The Impact of Human Activities on Eco-system & Climate Change

بالعودة لافتراض دانسرو فإن زيادة النشاط البشري وتسارع وتأثر التنمية واستهلاك موارد البيئية الطبيعية، يتجه المناخ للتغير نتيجة لتراكم الغازات وخاصة ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز حيث زاد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة ٣٠% وتضاعف تركيز غاز الميثان مما زاد من احتباس الحرارة في الغلاف الجوي . تمثل الغابات مصنعا كيميائيا طبيعيا فهي المستهلك الرئيس لثاني أكسيد الكربون في عمليات التمثيل الضوئي وتطلق الأكسجين فإزالتها لاي سبب من الأسباب تمثل ضرراً كبيراً على البيئة، وللأسف الشديد ونتيجة لإزالة مساحات واسعة من الغابات زادت تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون، وما حصل في القرون الأخيرة من زيادة إنتاج ثاني أكسيد الكربون ما هو إلا نتاج أنشطة البشر فحرق الطاقة لتسيير السيارات والمقطورات وتدفئة المساكن ومقار العمل وتشغيل المصانع المختلفة مسؤول عن ٨٠% من زيادة ثاني أكسيد الكربون إضافة إلى زيادة الميثان وأكسيد النتروز ، فإزالة وحرق الأشجار والغابات غير المرشدين تؤدي إلى إطلاق الكثير من غازات الاحتباس الحراري إضافة إلى أن الغطاء الشجري يغطي التربة من حرارة الشمس مما يقلل من انعكاس الأشعة التي تزيد من الاحتباس الحراري ، بالمقابل فإن مكبات القمامة والمخلفات الزراعية، والصناعات المختلفة والتعدين وبعض الغازات الأخرى مثل الكلوروفلوروكربونات والهيدروفلوروكربونات والتي تنتج بسبب صناعة الرغاوي وعمليات التكييف والتبريد والتجميد والمحصلة النهائية لكل ذلك هي زيادة درجة الحرارة فوق سطح الأرض. وتوجد العديد من الشواهد على تسبب أنشطة الإنسان وممارساته المختلفة في عملية احترار الأرض خاصة في الدول النامية، فعلى سبيل المثال لا الحصر يتضح الآتي:

(أ) دور الزراعة في انبعاث الغازات الدفيئة (The Role of agriculture in Global Warming)

تعتبر الزراعة بوصفها نشاطاً بشرياً مسؤولة عن ثلث ما تتعرض له الكرة الأرضية من حرارة وتغير في المناخ.ومن المتفق عليه عموما أن ٢٥% من انبعاثات الاحتباس الحراري من الغاز وثاني أكسيد الكربون تخرج من المصادر الزراعية وخاصة عند إزالة الغابات وحرق الكتلة الإحيائية كما ذكر سابقاً. فضلاً عما تفرزه الحيوانات المجترة المنزلية من غازات شبيهة بغازات المستنقعات والمناجم الموجودة في الجو ، وحرائق الغابات ، وأراضي زراعة الأرز المغمورة بالمياه والمنتجات المهملة ، في حين أن عمليات الحرث التقليدية واستخدام الأسمدة يستأثران بنسبة ٧٠% من الأكسيد النتري إضافة إلى أن استخدام كميات كبيرة من المبيدات الزراعية أيضاً له تأثيره الضار بالبيئة .

ولما كانت الزراعة هي أحد أسباب تغير المناخ فمن الضروري أيضا أن تكون جزءا من الحل. وقد جاء في التقرير المقدم إلى لجنة الزراعة بمنظمة الفاو عام ٢٠٠١م أنه يمكن للمنظمة تقديم العون للبلدان الموقعة على اتفاقية كيوتو في اليابان في ديسمبر ١٩٩٧م والتي عنيت بتخفيض انبعاثات الغازات الضارة بالبيئة أو عزل الكربون وذلك عن طريق إدخال التحسينات على نظم الإنتاج والعمل على استدامتها بما في ذلك ترشيد استخدام الأسمدة ، استخدام وصون المياه ، أساليب صون الزراعة ، الحد من الزراعة التي تقوم على نثر الأغصان وحرقها وتوفير حماية أفضل للتربة .

(ب) أثر السدود على الاحتباس الحراري The impact of dams construction on global warming

يبدو أن محاولة البشر الحصول على المياه وتخزينها تسببت بمضار زيادة الاحتباس الحراري ، حيث إنها يمكن أن تتسبب في معدلات تلوث أكثر مما يفعله الفحم ويعود سبب ذلك إلى أن خزان (حقينة) السدود تجمع النباتات المتعفنة خاصة في موسم الفيضانات حيث تطفو النفايات المتعفنة الواردة من الغابات عندما تغزو الفيضانات السدود وتسبب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان إضافة إلى أن مزيداً من هذين الغازين تنتجه المواد العضوية التي تصل إلى حقينة السدود مما يؤدي إلى استمرار العملية داخل خزان السد هذا بالإضافة إلى أن الميثان يسبب الاحتباس الحراري بنسب تفوق عشرين مرة ما يسببه غاز ثاني أكسيد الكربون،فهو ينبعث من المياه الراكدة بصورة مستمرة . ومن هذا المنطلق فإن خزان السد ينتج كميات من الميثان أكثر مما يحصل مع الأنهار الجارية . ويجدر القول في هذا المقام إن أكثر السدود خطورة تلك السدود الضحلة الموجودة في المناطق المدارية ، حيث لم تتم تنقية الأنهار من الأوحال قبل بناء السدود مثل سد بالبينا في البرازيل والذي لا يتجاوز عمق المياه فيه أربعة أمتار ، وتبلغ قوة الطاقة الكهربية التي ينتجها هذا السد (بالبينا) ١١٢ ميقاوات ويتوقع أن يكون قد أدى إلى انبعاث ثلاثة ملايين طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا خلال الأعوام العشرين التي مرت على بنائه.

وخلاصة الأمر يمكن القول إن الاحتباس الحراري موجود فعلا وأنه يزداد ببطء لكنه يحدث تغييرات قاسية على وجه كوكب الأرض، كل ذلك بسبب تدخل الإنسان غير المسؤول وغير الرشيد في الأنظمة البيئية لتحقيق أطماعه اللامحدودة.

٥. مصادر الغازات الضارة بالبيئة ومشاكلها الاجتماعية ، الاقتصادية والبيئية

Sources of gases harmful to environment & their economical, social and environmental complications

تختلف الغازات المسببة لظاهرة الاحترار العالمي في مصادرها فمثلاً غاز ثاني اكسيد الكربون (Carbon Dioxide) الذي يتركب من كربون وأكسجين ونسبته في الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية ٠٣٣،%، هذا الغاز ينتج من احتراق المواد العضوية مثل الفحم والنفط والغاز والخشب، كما يخرجه البشر والحيوانات طبيعياً في عملية الزفير. يمثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء أهم غازين من غازات الدفيئة الطبيعية. أما أكسيد النيتروز (Nitrous oxide) فإن الجانب الأكبر من انبعاثاته يأتي من الزراعة (تحلل الأسمدة غير العضوية) كما يتولد عن احتراق البنزين والنفط في محركات الاحتراق. وبالنسبة لغاز الميثان **(Methane)** والذي يسمى أيضاً الغاز الطبيعي، وهو يمثل أبسط صور الهيدروكربون، والذي يتألف من الغازات والزيوت القابلة للاشتعال ومجموعة كبيرة من المواد الأخرى فإنه يتركب كيمائياً من الكربون والهيدروجين ، وينتج في مناجم الفحم ، وعند إنتاج الغاز الطبيعي ، وعند تحلل القمامة كذلك يتكون نتيجة لتفاعلات ميكروبية في حقول الأرز ومن حرق الكتل الحيوية. أما غازات الكلوروفلوروكربون(CFCl gases) فهي عبارة عن مجموعة من الغازات –التي تشكل جزءاً من مجموعة تسمى غازات الهيدروفلوروكربون - التي تم استخدامها بكثرة في المجال الصناعي، على سبيل المثال في الثلاجات أو في أجهزة الإطفاء ، وتندرج غازات الكلوروفلوروكربون بين غازات الدفيئة وأصبح استخدامها اليوم محدوداً إلى حدٍ بعيد. وتؤثر غازات الكلوروفلوروكربون على المناخ إلا أنها تسهم أيضاً في استنزاف طبقة الأوزون والتي تحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. تتحلل غازات الكلوروفلوروكربون

الموجودة بالفعل في الغلاف الجوي ببطء شديد، ولذلك فإنها تُسهم في استنزاف طبقة الأوزون وزيادة تأثير ظاهرة الدفيئة.

ويتفق الكثيرون من المختصين والمهتمين على أن إحراق الغاز الطبيعي (البوتاغاز) والنفط والفحم الحجري مما يسمى بالوقود الأحفوري ، فضلا عن الأشكال الأخرى من التلوث التي يكون مصدرها النشاط البشري لها القسط الأكبر في مشاكل التغيرات المناخية والتي من ضمنها ظاهرة الاحتباس الحراري مثل قطع وحرق الغابات الذي يؤدي إلى تدمير واسع للغابات وإطلاق كميات كبيرة من الغازات مثل أول وثاني أكسيد الكربون كما موضح في جدول رقم (٢) أدناه (نسبة مساهمة هذه الغازات في ظاهرة الاحتباس الحراري).

جدول رقم (٢): نسبة مساهمة الغازات الدفيئة في ظاهرة الاحترار العالمي:

إسم الغاز	النسبة المئوية لمساهمته (%)
غاز ثاني أكسيد الكربون	٦١
غاز الميثان	١٥
غاز النتروجين	١٠
مركبات الكلوروفلوركربون العضوية	٩
بخار الماء	٤

المصدر: جمال أحمد الحسين2004م، الإنسان وتلوث البيئة، دار الأمل للنشر والتوزيع، الأردن

❖ **لاحظ نسبة المساهمة العالية لغاز ثاني اكسيد الكربون في حدوث الظاهرة**

هناك صعوبة كبيرة في الربط بين ظواهر مناخية معينة وظاهرة الاحتباس الحراري، ومن المتوقع أن يتسبب الاحتباس الحراري في تغيير التوزيع العام للظواهر المناخية وحدتها، مثل تغيرات تردد التكثيف الشديد للبخار وكثافته. من المتوقع أن تتضمن التأثيرات الأكبر تراجع أنهار الجليد وانكماش القطب الشمالي و يرجح تقرير أجرته (IPCC) عام ٢٠٠١ أن كلاً من تراجع أنهار الجليد وتمزق الجرف الجليدية، مثلما حدث مع الجرف الجليدي لارسن، بالإضافة إلى ارتفاع مستوى سطح البحر وتغيرات في نمط سقوط المطر والحدة المتزايدة للظواهر المناخية العنيفة وتكرارها من النتائج المترتبة على ظاهرة الاحتباس الحراري حيث وُجد أنه ومنذ أواخر الستينيات من القرن الماضي انحسرت المناطق التي تغطيها الثلوج بنسبة ١٠% وتراجعت جبال الثلوج في المناطق غير القطبية بشكل ملحوظ حيث انصرفت المياه الذائبة بكميات هائلة إلى البحار والمحيطات مما تسبب في زيادة منسوبها، وقد يغمر جزء من اليابسة (الأراضي الساحلية والجزر المنخفضة) وتحويلها إلى جزء منها، ومن الطبيعي أن تختلف تقديرات هذا الارتفاع في مناسيب البحار طبقاً للاختلافات حول مدى ارتفاع درجات الحرارة ليفقد الكثير من البشر مأواهم ومصادر غذائهم . وعلى الرغم من أن قياسات معدل ارتفاع منسوب البحر الحالية تشير إلى الارتفاع بحوالي١٥-٢٠سم خلال القرن الماضي إلا أن هذا الوضع تصبح نتائجه كارثية عندما تتلاشى مدن وجزر بأكملها تقع عند منسوب سطح البحر الحالي أو تحته. ويذكر عالم البيئة جريبين J. Gribbin في كتابه Hot House Earth ما ستتعرض له دلتا النيل نتيجة لارتفاع منسوب سطح البحر اعتماداً على إسقاطات لبرامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) ودعمها بخريطة لدلتا النيل موضحة في الشكل رقم (١). وقد قدر بأنه

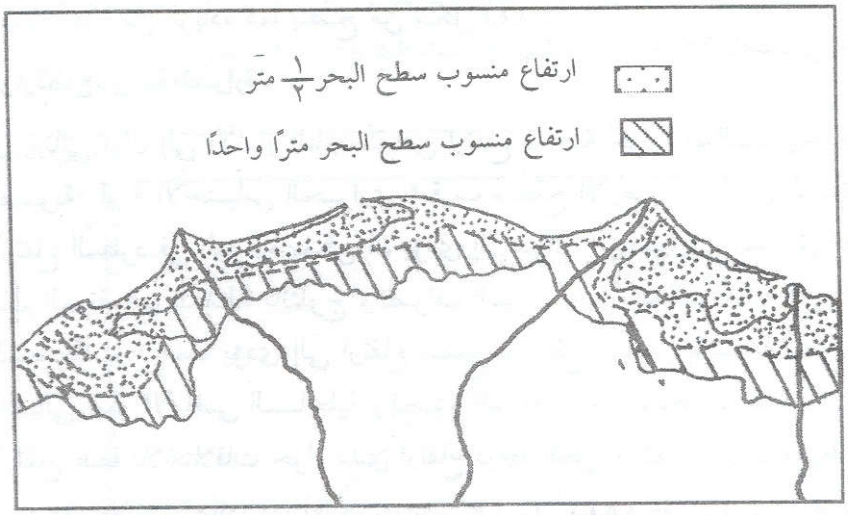
بارتفاع مستوى سطح البحر ٢١١ متر فقط ستغمر المياه مساحة قدرها ١٧٥٤ كلم^{٢} ويتأثر بها من السكان نحو ٣.٣ مليون نسمة، أما إذا ارتفع هذا المنسوب متراً واحداً كما هو متوقع بعد منتصف القرن الحالي بقليل سيطغي البحر على مساحة قدرها ٤٤٧٦ كلم^{٢} ويتأثر بها من السكان نحو ٥.٢ مليون نسمة . وقس على ذلك بقية مصبات ودلتاوات الأنهار والأراضي الساحلية الرطبة في جميع أنحاء وجهات العالم مثل دولة بنجلاديش والتي يتوقع غرق أجزاء كبيرة من الأراضي المنخفضة بدلتا نهر الجانج بحلول عام ٢٠٥٠م.

هذه التقديرات قد تكون غير دقيقة ولكنها في واقع الأمر قد تكون بمثابة جرس الإنذار لهذه الدول كي تنتبه وتتحسب ومن ثم تشرع في وضع استراتيجيات للحلول قبل فوات الأوان.

وقد تشتمل التأثيرات الأخرى على تغيرات في محاصيل الحبوب وإضافة طرق تجارية جديدة وانقراض بعض الكائنات الحية وتغيرات في شكل الجراثيم ناقلة الأمراض. ترجع بعض التأثيرات على كل من البيئة الطبيعية والحياة البشرية - جزئيًا على الأقل - إلى ظاهرة الاحتباس الحراري. تشتمل التأثيرات المتوقعة أيضًا على ندرة المياه في بعض المناطق وتزايد التكثيف في مناطق أخرى وتغيرات في كمية ثلوج قمم الجبال وتأثيرات ضارة بالصحة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة. ويمكن أن تتفاقم التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية لظاهرة الاحتباس الحراري من خلال كثافة السكان المتنامية في المناطق المتأثرة. وفي تقرير آخر ل (IPCC) في ٢٠٠٧م ذكر فيه أنه ومن المتوقع أن تعود على المناطق ذات المناخ المعتدل بعض الفوائد من ظاهرة الاحتباس الحراري، مثل تناقص عدد الوفيات بسبب الإصابة بالانفلوانزا. وفي ملخص التقرير التقييمي الثالث للتأثيرات المحتملة الذي أعدته المجموعة الثانية لـ (IPCC) أنه لا يوجد اتجاه واضح في العدد السنوي العالمي للأعاصير الاستوائية وظواهر مناخية أخرى حادة وانخفاض نسبة الأس الهيدروجيني في مياه المحيطات وزيادة استهلاك الأكسجين في المحيطات وانتشار الأمراض، مثل الملاريا وحمى الضنك، الطاعون، والكوليرا .

وفي دراسة قامت بها ناسا ٢٠٠٥م، وجدت أن المعدلات المتوقعة للانقراض في الكائنات الحية في البيئة البحرية غير مؤكدة حيث تؤدي زيادة ثاني أكسيد الكربونCO2 في الغلاف الجوي إلى زيادة الذائب منه في مياه المحيطات ، ويتفاعل الأخير مع الماء ليكون حمض كربوني يؤدي إلى زيادة حامضية مياه المحيطات ونظرًا لأن الكائنات الحية والنظم البيئية متكيفة مع مقدار ضئيل من الأس الهيدروجيني، ومع امتصاص المحيطات كمية أكبر من ثاني أكسيد الكربون فإن ذلك يثير المخاوف من الانقراض والذي يحدثه بطريقة مباشرة زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مما قد يتسبب في حدوث اضطرابات في شبكات الغذاء ويؤثر على المجتمعات البشرية التي تعتمد على النظم البيئية البحرية في غذائها.

شكل رقم (١): الأراضي التي يتوقع غمرها بمياه البحر في دلتا النيل في ٢٠٥٠م



المصدر: علي علي البنا، عن جريبين (Gribbin)، ترجمة أحمد مستجير، ظاهرة الصوبة، ١٩٩٢م

ومما يجدر ملاحظته وضوح التداخل بين التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية المتوقعة ، كذلك يوجد جانب آخر من التداخل للتأثيرات بين الجانب الاقتصادي والبيئي أورده خبراء البيئة والتنمية كنتيجة لإرتفاع درجة حرارة العالم على النحو التالي:

أولاً: تأثر الزراعة ورعي الماشية خاصة في المناطق الحدية وإن كان لا يوجد دليل كافٍ على المكاسب أو الخسائر التي يمكن أن تتعرض لها هذه القطاعات الاقتصادية الهامة بالنسبة لكثير من اقتصادات الدول فمثلاً في دولة مثل السودان والتي أصبح اقتصادها يعتمد بصورة كبيرة – بعد انفصال الجنوب- على الزراعة والثروة الحيوانية ، حيث يودي الارتفاع في درجات الحرارة إلى الزيادة في تكرار فترات الجفاف عبر السنين بالتالي يزداد النتح والتبخر وتتأثر التربة ومناسيب المياه الجوفية وتقل إنتاجية الأراضى وتتأثر المراعي الطبيعية ومن ثم الثروة الحيوانية.

ثانياً: يمكن لبعض النظم الأيكولوجية أن تتعرض للتهديد أو حتى التغيير ذلك إن كل نظام بيئي أو أيكولوجي يتكون من مجموعة من كائنات حية وأخرى غير حية (البيئة المحيطة)هذه المكونات البيئية خلقها الله سبحانه وتعالى في توازن، عليه حدوث أي خلل في هذه المكونات (ارتفاع درجات الحرارة) يعني بالضرورة خللاً في توازن هذه المنظومة وبالتالي تعرضها لخطر التهديد أو التغيير أو حتى الانقراض، هذه الأخطار تكون نتائجها كارثية عند تعرض النظم الايكولوجية النادرة لخطر الانقراض حيث يصبح من المستحيل استعادتها مرة أخرى.

ثالثاً: تأثر المستوطنات البشرية ولا سيما تلك الموجودة في المناطق المعرضة لمخاطر الجفاف والفيضانات والعواصف حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة حدة هذه المخاطر وبالتالي ستصبح تلك المناطق من الصعوبة بمكان العيش فيها نتيجة لفقد سبل كسب العيش Livelihoods وتكون المحصلة النهائية نزوح السكان، وتكون هذه المشكلة أكثر وضوحاً في

الأقاليم الجافة وشبه الجافة حيث يؤدي ارتفاع الحرارة فيها إلى زيادة معدلات النتح والتبخر وبالتالي نقصان الإنتاج والإنتاجية مما ينعكس سلباً على مسألة الأمن الغذائي برمتها.

رابعاً: إغراق الأراضي الساحلية الزراعية فضلاً عن مراكز العمران والأنشطة الصناعية والسياحية والتجارية، أي بمعنى آخر فقد كل أو معظم الموارد الاقتصادية التي تدفع بعجلة التنمية خاصة في المناطق المنخفضة كما ذكر آنفاً، وبالتالي تكون النتيجة انهيار الاقتصاد والذي يتمثل بصورة واضحة في انتشار مشاكل البطالة والفقر والنزوح وما يترتب على هذه المشاكل من مشاكل أخرى اقتصادية، اجتماعية، بيئية، سياسية، وحتى أمنية.

خامساً: زيادة التكاليف الناتجة عن حماية السواحل وقد قدر أن هذه التكاليف تصل في الولايات المتحدة إلى ٠.١٤ من الناتج المحلي الإجمالي إذا ما ارتفع سطح البحر متراً واحداً وبطبيعة الحال يتوقف ارتفاع هذه القيمة أو انخفاضها على حجم المساحة المنخفضة أو عدد الجزر التي تتألف منها الدول.

ويكمن الخوف الحقيقي في حالة تسارع معدل الاحتباس الحراري ومن ثم توالي زيادة درجات الحرارة إلى مستويات خارجة عن السيطرة تصبح معها الحياة على كوكب الأرض مهددة.

٦. محاولة تخفيف أسباب وتأثيرات الاحتباس الحراري

(أ) تقليل الانبعاثات

يعد بروتوكول كيوتو هو الاتفاقية العالمية الرئيسة عن تقليل انبعاثات الغاز من الصوب الزراعية ويعد تعديلاً لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ التي تم التفاوض بشأنها في عام ١٩٩٧. يغطي البروتوكول الآن أكثر من ١٦٠ دولة وأكثر من ٥٥% من انبعاثات غازات الصوب الزراعية على مستوى العالم. ولم تصادق كل من الولايات المتحدة وكازاخستان على الاتفاقية؛ حيث إن الولايات المتحدة الأمريكية تعد أكبر دولة منتجة لغازات الصوب الزراعية على مستوى العالم. تنتهي هذه الاتفاقية في عام ٢٠١٢. بدأت محادثات دولية في شهر مايو ٢٠٠٧ عن اتفاقية مستقبلية تلي الاتفاقية الحالية. تجمع مفاوضات الأمم المتحدة الدول من أجل اجتماع محوري في كوبنهاجن في شهر ديسمبر ٢٠٠٩ تشجع العديد من الجماعات المهتمة بالبيئة على التصرف الفردي بشأن مواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى ردود الأفعال الجماعية والإقليمية. في حين اقترحت بعض الجماعات الأخرى تقسيم إنتاج الوقود الحفري إلى حصص وربطت بشكل مباشر بين إنتاج الوقود الحفري وانبعاث ثاني أكسيد الكربون CO_2. هذا بالإضافة إلى وجود ردود أفعال من جانب رجال الأعمال تجاه التغيرات المناخية والتي تتضمن جهوداً لتحسين كفاية الطاقة والتحركات المحدودة تجاه استخدام وقود بديل. في يناير ٢٠٠٥، قدم الاتحاد الأوروبي مخططه لتجارة الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي والذي من خلاله وافقت الشركات بالتعاون مع الحكومة على إنهاء الانبعاثات التي تنتجها أو تشتري حصصاً من الشركات التي تأتي بعدها في الترتيب. وأعلنت أستراليا عن خطتها لتقليل التلوث الكربوني عام ٢٠٠٨. كما أعلن الرئيس الأمريكي "باراك أوباما" عن خطط تقدم سقف سعر فائدة اقتصادية واسعة وبرنامج للتجارة . تعد مجموعة العمل الثالثة للجنة الدولية لتغير المناخ (IPCC) هي المسؤولية عن إعداد التقارير عن تخفيف ظاهرة الاحتباس الحراري

وتكاليف ومكاسب تطبيق الأساليب المختلفة. خلص التقرير التقييمي الرابع للجنة الدولية لتغير المناخ في عام ٢٠٠٧ إلى أنه ليس من الممكن تحميل تقنية واحدة أو قطاع واحد المسؤولية الكاملة لتخفيف ارتفاع درجات الحرارة المستقبلي. وجدت مجموعة العمل أن هناك عددًا من الممارسات والتقنيات الأساسية في قطاعات متنوعة، مثل إمدادات الطاقة والنقل والصناعة والزراعة التي يجب تنفيذها من أجل تقليل الانبعاثات على مستوى العالم. تقدر مجموعة العمل أن استقرار مكافئ ثاني أكسيد الكربون عند نسبة تتراوح بين ٤٤٥ و٧١٠ جزء من المليون بحلول عام ٢٠٣٠ سوف يؤدي إلى زيادة قدرها ٠.٦% و٣% انخفاض في إجمالي الناتج المحلي على مستوى العالم .

وبالرغم من أن الظاهرة لم تزل في مراحلها الأولية إلا أن مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون وصل أعلى مستوى له منذ نصف مليون سنة ،وللسيطرة على غاز ثاني أكسيد الكربون ومن ثم ظاهرة الاحتباس الحراري هنالك أربع من التقنيات المعتمدة لتخزين الغاز تخضع للأبحاث الأكثر تطورا كالآتي:

التقنية الأولى: جربت في أعمال التنقيب النفطية والغازية وتقضي بحبس غاز الكربون في تجويفات واسعة تحت الأرض. وفي أي حال وبعكس ما يزعمه معتمدو هذه الطريقة ، فإن غاز الكربون لا يحقن في الأرض لدواع بيئية بل من أجل الحفاظ على قوة الضغط في عمليات التنقيب وتعويض أقصى ما يمكن من الطاقة من الحفريات.

الطريقة الثانية: هي صب الغاز الكربوني في المحيطات حيث يؤخذ غاز الكربون مباشرة من مصادر انبعاثه، من فوهات مداخن مراكز الطاقة الحرارية مثلا ثم يسحب بواسطة أنابيب إلى عمق ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ متر حيث يضغط بفعل المياه فيتمدد بشكل سائل. لكن الكثير من العلماء يعبرون عن قلقهم حيال هذه الطريقة حيث إنه لا يمكن معرفة التفاعلات التي قد تنتج من ذلك فبتخزين غاز الكربون بهذا الشكل سوف يكون هنالك تأثير على السلسلة الغذائية (الثروة السمكية). كما يخشون على التضاريس المرجانية. في هاتين التقنيتين (الأولى والثانية) يجب ضبط غاز الكربون ثم ضغطه ثم نقله إلى موقع الدفن ومن ثم ضخه تحت الأرض أو في أعماق البحار .

الاتجاه الثالث: للأبحاث يتناول امتصاص غاز الكربون بواسطة النباتات. و الهدف منها هو زيادة إنتاجية النباتات إلى درجة عظمى من خلال غرس مساحات شاسعة من الغابات (لتخضير الصحاري). وقد اتجهت الشركات المستثمرة في هذا المجال إلى زراعة الأشجار المطورة جينيا فمن ناحية تستطيع أن تتحمل نقص الماء والمناخ الحاد ومن ناحية أخرى تكون قادرة على امتصاص أكبر قدر من ثاني أكسيد الكربون .

التقنية الرابعة: والتي أثارت الكثير من الجدل وسط المهتمين بالأمر هي رش بودرة الحديد. فانطلاقا من اقتناع الكثير من الباحثين بأن قلة الموارد المغذية مثل الأمونياك والحديد يحد في بعض مناطق المحيطات من نمو الطحالب الخضراء التي تساعد على استهلاك كميات مقدرة من ثاني اكسيد الكربون في عملية التمثيل الضوئي ، فكر البعض في نشر بودرة الحديد على مساحة بضعة كيلومترات مربعة تختار بعناية وهذا ما يؤدي فعلا إلى انتشار الطحالب بقوة .

وبما أن الغازات المسببة للاحترار تؤدي إلى ارتفاع في حرارة الكرة الأرضية فإن هدف هذه التقنية هو التخفيف من الأشعة الشمسية التي تصل إلى الأرض حيث يمكن أيضا نثر حبيبات صلبة أو سائلة تسمى رزازات في الطبقات العليا من الجو بحيث تشكل حجابا من الأشعة الشمسية وتستخدم في هذه العملية طائرات تجارية . إلا أنه يكمن خطورة طريقة الرزازات هذه في الأمطار الحمضية، حيث تتفاعل أكاسيد الكبريت والنتروجين المنبعثة من المصادر المختلفة مع بخار الماء في الجو ليتحول إلى أحماض ومركبات حمضية ذائبة تبقى معلقة في الهواء حتى تتساقط مع مياه الأمطار مكونة ما يعرف بالأمطار الحمضية.

(ب) الهندسة الجيولوجية

إن الهندسة الجيولوجية هي التغيير المتعمد للبيئة الطبيعية للأرض على مستوى واسع كي تتوافق مع احتياجات البشر. ومثال على ذلك إصلاح الآثار السلبية الناتجة عن غازات الصوب الزراعية؛ حيث تتم إزالة هذه الغازات من الغلاف الجوي من خلال أساليب فصل الكربون، مثل تنقية الهواء من غاز ثاني أكسيد الكربون. يقلل التحكم أشعة الشمس من الإشعاع الشمسي، مثل إضافة أيروسولات كبريت الاستراتوسفير.

(ج) التكيف مع التغيرات

تم اقتراح عدد كبير من القياسات من أجل التكيف مع ظاهرة الاحتباس الحراري. تتراوح هذه القياسات من العادية، بدءاً من تركيب أجهزة التبريد إلى مشاريع البنية التحتية الكبيرة، التهجير من المناطق المهددة بارتفاع مستوى سطح البحر أو تلك المهددة بارتفاع درجات الحرارة إلى الحد الذي تصعب الحياة فيها..الخ.وقد تم اقتراح قياسات تتضمن الحفاظ على الماء وإدخال تغييرات على الممارسات الزراعية وبناء السدود الحامية من الفيضانات وتغييرات في الرعاية الصحية وتدخلات من أجل حماية الكائنات الحية المهددة بالانقراض...الخ. إضافة إلى عمل دراسة شاملة عن الفرص المتاحة للتكيف مع البنية التحتية المزمعة.

بالنظر إلى ما تقدم طرحه فإن معظم هذه الحلول أقرب إلى النظرية منها إلى العملية أو التطبيقية وذلك لما يصاحب تطبيق العديد منها ضرورة توافر أوضاع خاصة ، فمثلاً بعضها يقتضي توفير خبرات وظروف أو تقانات معينة وبالتالي توفير أموال ضخمة والتي ربما تعجز العديد من الدول أو الشركات خاصة في دول العالم الثالث عن الايفاء بمطلوباتها ، أضافةً إلى ذلك الموقع الجغرافي لكثير من الدول والذي قد لا يمكنها من تطبيق العديد من هذه التقانات والكثير من التبعات والتعقيدات والمشاكل الأخرى.

عليه يمكن اقتراح حلول أخرى تكون أكثر عملية وفاعلية للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري خاصة ثاني أكسيد الكربون والتي يمكن للعديد من دول العالم الثالث ان تتوافق معها مع القليل من الاهتمام والدعم العالمي كالآتي:

أولاً: يأتي في مقدمة هذه الحلول والذي ربما يتوافق تماماً مع التقنية الثالثة آنفة الذكر وهو إيجاد طريقة للحد من إزالة الغابات واستزراع غابات جديدة، فالغطاء النباتي كما هو معروف

يقوم بامتصاص ثاني أكسيد الكربون أثناء نموه حيث يصنع النبات غذاءه بواسطة عملية التمثيل الضوئي في وجود ثاني أكسيد الكربون وبالتالي يتم التخلص من كمية كبيرة من الغاز في الهواء الجوي ومنطقياً كلما زادت المساحات المشجرة أو المزروعة زاد استهلاك الغاز وبالتالي قلت معدلاته في الجو.

إلا أن تعرض هذه الغابات للتدمير والإزالة بواسطة الإنسان سواء لأغراض تجارية أو من أجل تصدير الأخشاب أو لإحلال الزراعة وتربية الحيوان محلها أو المشاريع الإنشائية والطرق...الخ. أضر ضرراً واسع النطاق باالبيئة في تلك المناطق خاصة مناطق الغابات المدارية المطيرة والتي تتعرض للإزالة بمعدل يبلغ ١١٠ ألف كلم سنوياً وبهذا المعدل فإن هذه الغابات ستختفي خلال أقل من قرن من الزمان، وأن تدميرها الآن أصبح من الكثافة لدرجة أن ثاني أكسيد الكربون الذي كانت تمتصه هذه الغابات يعادل قدر ما تطلقه استخدامات الوقود الحفري. ولا تأتي أهمية الغابات المدارية المطيرة للمناخ من امتصاصها لثاني أكسيد الكربون وحسب بل لها من الفوائد مالها حيث يتفق الكثير من الباحثين على أهميتها في هطول الأمطار ويعتقدون بأنها تتسبب في هطول ٥٠% من أمطار حوض الأمازون، كما أنها تساعد في تلطيف الجو، توفير الظل، تثبيت زحف الرمال،تعمل مصدات رياح، تثبيت التربة والمحافظة عليها من عوامل التعرية، تخفيف حدة جريان المياه خاصة في وقت الفيضان.....الخ.

أما بالنسبة للوضع في الدول النامية فبإمكان الدول الصناعية الغنية مساعدتها حتى لا تضطرها ظروفها الاقتصادية القاسية من إتلاف غاباتها. كما يمكن أن يخصص "صندوق عالمي" لمساعدتهاعلى الحد من إزالة الغابات واستزراع غابات جديدة، أما في جانب الشركات الصناعية فيمكنها أن تنشئ مشاريع للتشجير في مناطقها الصناعية لتساعد على امتصاص جزء من ثاني أكسيد الكربون والذي تتسبب بانبعاثه في الجو ويمكن الإشارة على سبيل المثال إلى ما اختطته مصفاة الخرطوم للبترول بمنطقة الجيلي من نهج في محاولة تخفيف انبعاثات الغازات باستزراع مساحة واسعة بالأشجار وهذا نهج غير مكلف مادياً ويعمل على تأكيد معايير الجودة.

ثانياً: من الأهمية بمكان خفض مصادر تلوث الهواء والمتمثلة بصورة كبيرة في احتراق الوقود الأحفوري (البترول ومشتقاته) خاصة بالنسبة للدول الصناعية الكبرى، كذلك فإنه من الممكن فرض ضريبة على استخدام أو استهلاك الطاقة مما يقلل من الاستهلاك المفرط لها، أو حتى الاستثمار في البحث العلمي في مجالات الطاقة ربما يقود إلى ابتكار تقنيات جديدة وبديلة للاقتصاد في الطاقة مثل استخدام مصادر الطاقة النظيفة (طاقة الشمس، الرياح...الخ)، أيضاً ربما تؤدي عملية خفض الدعم الذي تقوم به كثير من الدول مثل دول أوروبا الشرقية لاستهلاك الطاقة إلى نتائج إيجابية.

ثالثاً: الاتجاه البشري المفرط في استنزاف البيئة لأغراض التنمية وما أفرزه من تدمير واسع النطاق وغير عقلاني للبيئة ، يستوجب النظر بعين الاعتبار إلى مراعاة مبادئ إدارة مخاطر الكوارث (DRM- DRR) وذلك بغرض التقليل قدر الإمكان من الآثار الكارثية التي قد يتسبب فيها الإنسان ركداً وراء التنمية.

المراجع العربية:

١. جمال أحمد الحسين، ٢٠٠٤م، الإنسان وتلوث البيئة، دار الأمل للنشر والتوزيع، الأردن
٢. علي علي البنا، ٢٠٠٦م، المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية – نماذج دراسية في الجغرافيا التطبيقية، الطبعة الثانية، دار الفكر العربي، القاهرة.
٣. ياسين بن عبدالرحمن الشرعبي، ٢٠٠٨م، الاسس العلمية للاحتباس الحراري، مجلة عالم الفكر، المجلد (٢)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

المصادر العربية (الانترنت)

١. الخط الأخضر (الاحتباس الحراري فناء البشرية) www.greenline.com (٢٠٠١م)
٢. العناية والوقاية الصحية (ظاهرة الاحترار العالمي) www.Feedo .net (2001)
٣. الغلاف الجوي ونوعية الهواء www.environment.gov(2001)
٤. بثينة أسامة (الاحتباس الحراري بين الحقيقة والوهم) www.khayma.com (2001)
٥. فلب بوفيه ، فرانسوا بلاويي (المناخ والسحرة الصغار) www.mondiploar.com (2001)
٦. مايكل متشر (اقتربت نهاية العالم) www.amoor.net (٢٠٠١م)
٧. مصطفى كاظم ، (الاحتباس الحراري أولوية مؤجلة) www.bbc.arabic .com

المصادر الانجليزية (الانترنت)

1. IPCC (2007), Summary for policy makers- Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group 1 to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.

www.ipcc-wgi.ucar.edu