

## التقليل من آثار الاحتباس الحراري

م . م رافد عبد النبي إبراهيم الصائغ  
جامعة المثنى - كلية التربية

تشير السيناريوهات التي وضعتها اللجنة الدولية المعنية بتغير المناخ إلى إن الزيادة في نسبة ثاني اوكسيد الكربون وغيرها من غازات الاحتباس الحراري ستؤدي إلى تغيرات مناخية وبيئية مختلفة بعدة طرق ، وفي ظل هذه المتغيرات برز التغير المناخي على جدول الأعمال السياسي لذا بادر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي مع المنظمة العالمية إلى تأسيس الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ لتمد صانعي القرار السياسي بالمعلومات العلمية الجازمة فيما يختص بالتغيرات المناخية وبلورة نصح وخيارات ومشورة سياسية واقعية ، يهدف البحث إلى دراسة الاحتباس الحراري وأسبابه وابرز الخيارات للحد أو التخفيف من هذه الظاهرة ، وقد جاءت الدراسة بمقدمة ومبحثين فضلا عن النتائج حيث تناول المبحث الأول مفهوم الاحتباس الحراري وأسبابه وابرز الغازات المسببة لهذه الظاهرة والآثار الناتجة عنها إما المبحث الثاني فستعرض ابرز الخيارات لتخفيف من هذه الظاهرة مثل التخزين الجيولوجي والتخزين بالمحيطات لثاني اوكسيد الكربون وخيارات تخفيف اوكسيد النتروز والميثان وخيارات أخرى في مجالات مصادر الطاقة و الزراعة والصناعة والنقل والمباني والغابات والنفايات فضلا عن خيارات صعبة في ظل التجربة لحد الآن .

التقليل من آثار الاحتباس الحراري

شهد المناخ العالمي في الفترة الأخيرة من القرن الماضي أكبر زيادة حرارية شهدتها الأرض إذ ازادت حرارتها ٦ درجات مئوية ظهرت الفيضانات والجفاف والتصحر وحرائق الغابات هذا ما جعل علماء وزعماء العالم ينزعجون ويعقدون المؤتمرات للحد من هذه الظاهرة الاحترارية التي باتت تورق الضمير العالمي ، وفي هذا السيناريو البيئي نجد إن المسبب الأول هو غاز ثاني اوكسيد الكربون فضلا عن غازات أخرى ، حيث أصبح هذا الغاز شبحا تلاحق لعنته مستقبل الأرض وهذا ماجناه الإنسان عندما أفرط في استخدام النفط في الصناعة في مناطق مختلفة من العالم ، وفي ظل هذه المستجدات برز التغير المناخي على جدول الأعمال السياسي في منتصف الثمانيات مع الدلائل العلمية المتزايدة على التدخل البشري في النظام المناخي العالمي مع الاهتمام الجماهيري المتنامي حول البيئة ، لذا بادر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي U. N. D . P مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية W. M. O إلى تأسيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ I.P.C.C لتمد صانعي القرار السياسي بالمعلومات العلمية الجازمة ، ولقد انيطت بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والتي تتكون من مئات من كبار العلماء والخبراء في الدفينة لتمد العالمية global warming واجب تقدير حالة المعرفة العلمية في ما يختص بالتغير المناخي وتقييم تأثيراته البيئية والاقتصادية والاجتماعية وبلورة نصح ومشورة سياسية واقعية ، ولقد نشرت الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ في تقريرها الأول عام ١٩٩٠مشيرة التراكم المتنامي للغازات الدفينة green house gases بشرية المنشأ في الجو قد يعزز من تأثير الصوبة الزجاجية green house effect متسببا في دفئيه مضافة إلى سطح الأرض بحلول القرن الحالي أي القرن الحادي والعشرين ما لم تتخذ إجراءات تحد من هذه الانبعاث .

يهدف البحث إلى دراسة ظاهرة الاحتباس الحراري و اسبابه ووضع ابرز الخيارات للحد من هذه الظاهرة أو التخفيف منها .

## المبحث الأول :

### أولاً : الاحتباس الحراري مفهومه وأسبابه

الاحتباس الحراري اصطلاح يطلق على احترار سطح الأرض بسبب احتباس الأشعة ذات الموجة الطويلة بفعل غازات مثل ثاني اوكسيد الكربون والميثان ، ومركبات الكلورفلوركربون إذ تتمتع هذه الغازات بانعكاس الحرارة من الأرض إلى الجو ويشبه ذلك احتباس الحرارة في بيت النباتات الزجاجي لتوفير الدف للنباتات (١) وعرف بأنه عملية التبادل الإشعاعي بين ما يحتويه الغلاف الغازي من غازات ومواد عالقة وبين سطح الأرض إذ تسمح هذه الغازات والمواد الأخرى بمرور الإشعاع الشمسي باتجاه الأرض لكنه بالوقت نفسه يحبس الإشعاع الأرضي الحراري عاملاً في رفع حرارة جو الأرض . (٢) ويعرفه آخرون بأنه ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة واليها . (٣) وعرف كذلك بأنه عملية حبس الحرارة والاحتفاظ بها في الجو المحيط بالأرض مباشرة وعدم السماح بتسربها إلى الفضاء الخارجي بفعل غاز ثاني اوكسيد الكربون غلظاً خارجياً يسمح بمرور الإشعاع الشمسي الكهرومغناطيسي الضوئي ويمنع تسرب وتبدد الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض والأجسام التي توجد عليها وهذه العملية تشبه البيت الأخضر أو البيوت الزجاجية التي تستعمل للزراعة في المناطق الحارة والباردة ، وتعمل هذه الظروف على السماح بدخول الأشعة الشمسية الضوئية ومنع تسرب الحرارة داخل البيت الزجاجي . (٤) فمهما تعددت تسميات هذه الظاهرة تبقى دلالاتها تشير إلى مفهوم واحد شكل (١)

### شكل (١)





المصدر : سفيان التل ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والاداب والفنون ، الكويت ، مجلد ٣٧ ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٧ .  
ثانيا : ا أسباب ظاهرة الاحتباس الحراري فهناك ثلاثة أسباب هي :

الأول : الغازات الدفيئة هي السبب وراء هذه الظاهرة وزيادة نسب هذه الغازات تؤدي زيادة في نسب التلوث الجوي والنتاج عن ملوثات طبيعية كالبراكين وحرائق الغابات والملوثات العضوية ، وملوثات طبيعية من نشاط الإنسان ( فحم ، نפט ، غاز طبيعي قطع الغابات ) مما يؤدي إلى انبعاث الغازات الدفيئة .  
الثاني : ارتفاع حرارة الأرض بسبب تغير المناخ (٥) .

الثالث : زيادة درجة حرارة الأرض هو الرياح الشمسية حيث تؤدي بمساعدة المجال المغناطيسي للشمس للحد من كمية الأشعة الكونية التي تخترق الغلاف الجوي

للأرض ، وهذا النشاط الشمسي يسبب نقصا في السحب وبالتالي ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض (٦) .

إما رأى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والاتحادات العلمية ظاهرة البيوت الزجاجية هي التي تسبب انحباس كميات الطاقة التي تصل إلى الأرض من الشمس بسبب زيادة غاز ثاني اوكسيد الكربون والتي بلغت ٣٠ % إضافة إلى بقية الغازات الحساسة للحرارة وان المناخ يبدأ نتيجة لدف هذه البيوت الزجاجية (٧) .

وتبقى مخاطر هذه الظاهرة كبيرة لاسيما الارتفاع الكبير في درجات حرارة الكرة الأرضية ، وان البشر سيساهمون بنسبة كبيرة فيها وبحلول عام ٢١٠٠ فتسبب خطر للعالم (٨) . خاصة وان الدول الصناعية المتقدمة وبالأخص الولايات المتحدة الأمريكية تساهم بالنصيب الأكبر في تلويث البيئة الطبيعية بشكل عام والاحتباس الحراري بشكل خاص ، فهذه الدول التي يسكنها اقل من ربع سكان العالم تنتج ثلاثة أرباع فضلاته ( ٥،٢ ) مليار طن سنويا وبمعدل (٦،١ طن ) للفرد سنويا وبذلك فليس من المستغرب إذا عرفنا إن هذه الأرقام تعادل عشرة إضعاف ما يعود إلى الدول النامية، فضلا عن ذلك بلغ استهلاك دولة متقدمة واحدة كالولايات المتحدة الأمريكية من مصادر الطاقة ما يعادل ( ٢٦ % ) من الاستهلاك العالمي لعام ٢٠٠٠ (٩) كما ويتضح من الجدول ( ١ ) إن الولايات المتحدة الأمريكية تساهم ( ٢٤ % ) من مشكلة الاحتباس الحراري تليها الصين ( ١٣ % ) واليابان وروسيا ( ٥ % ) لكل منهما

#### جدول ( ١ )

النسبة المئوية لمساهمة البلدان المختلفة في مشكلة الاحتباس الحراري

الدولة	النسبة %
الولايات المتحدة الأمريكية	٢٤
الصين	١٣
الصين	٥
روسيا	٥
الهند	٤
ألمانيا	٣
بريطانيا	٢
كندا	٢
كوريا الجنوبية	٢
ايطاليا	٢
فرنسا	٢
المكسيك	٢
بلدان أخرى	٣٤

جمال كامل العبايجي عادل مشعان ربيع الاحتباس الحراري ، مكتبة المجتمع العربي  
٢٠٠٩ للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٩ ، ص ١٥١ .

ثالثا : الغازات المكونة لظاهرة الاحتباس الحراري :  
يتألف الغلاف الغازي من عدد من الغازات المختلفة في النسب والوزن والخصائص  
والتي تتباين في الزمان والمكان (١٠) . إن من الغازات المكونة لظاهرة الاحتباس  
الحراري هو غاز ثاني اوكسيد الكربون الذي يساهم ب(٤٩%) من ارتفاع درجة

الحرارة وهو يعد ضمن غازات البيوت الخضراء حسب تصنيف العلماء ، فضلا عن غاز الميثان الذي يسهم بنسبة ( ١٨ % ) كما ان أكسيد النتروز وغاز الكلورفلوركربون الذي يسهم ( ١٤ % ) ويسهم القطع ( ٩ % ) ، وقد أدى تراكم هذه الغازات أدت إلى رفع درجة الحرارة وكلما زاد تركيز الغلاف الغازي الأمر الذي يؤدي إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري (١١) .

#### ١ - غاز ثاني اوكسيد الكربون : CO2

ينتج هذا الغاز من الاحتراق الكامل للوقود في وجود كمية وفيرة من الهواء كالخشب والفحم أو مقطرات البترول ، وغاز ثاني اوكسيد الكربون غاز خانق إلا انه غير سام وكميته الموجودة في طبقة التروبوسفير تتوقف على الاتزان الكلي في دورة الكربون في الطبيعة والتي تشمل انتقاله الدائم و المستمر خلال الهواء والماء في البحار والمحيطات والمحتويات العضوية الموجودة في التربة ، ونظرا للنشاط المتزايد للإنسان سواء الناتج عن التقدم العلمي والصناعي له ، والزيادة العددية للسكان (١٢).

ساهم البترول ومن خلال الاستعمال الجائر له أدى إلى ظهور دعوات كثيرة للسيطرة على هذا الاستعمال ، فلكي تقوم الثورة الصناعية استخدم الإنسان الوقود للتعويض عن طاقته المحددة ، وبذلك استخدم الفحم أولاً كمصدر أساسي للوقود والذي يحرك الآلات والمعروف إن الفحم من الملوثات الشديدة إذ إن احتراقه يولد كمية كبيرة من ثاني اوكسيد الكربون فضلا عن المواد الصلبة التي تكون على شكل دخان ومن المعروف إن لغاز ثاني اوكسيد الكربون تأثير سي على الحرارة حيث انه من الغازات الدفيئة الذي يعمل على ارتفاع درجة الحرارة (١٣) .

فضلا عن ذلك إن قطع الغابات اثر كبيرا على المناخ من خلال تقليل استهلاك ثاني اوكسيد الكربون المنتج بكثرة من المصانع والسيارات فالغابات هي رئة الغلاف الغازي الذي بواسطته يستهلك ثاني اوكسيد الكربون الزائد ، لذلك فان قطعها يعمل

على تفاقم كميات هذا الغاز (١٤). وتعد الدول الصناعية أكثر الدول التي تضح هذا الغاز إلى الغلاف الغازي وتأتي في مقدمتها الولايات المتحدة بـ ٢٤ % ثم بالترتيب الاتحاد السوفيتي سابقا ١٣ % اليابان ٦ % ألمانيا ٥ % والهند ٤ % . (١٥) وفيما يلي استعراض لتطور سنوات غاز ثاني اوكسيد الكربون جدول ( ٢ )

## جدول ( ٢ )

### مراحل تطور اكتشاف غاز ثاني اوكسيد الكربون وسنواته

بلغ مستوى غاز CO2 في الغلاف الجوي كما جرى قياسه لاحقا في الجليد القديم حوالي ١٩٠ ( جزء بالمليون )	١٨٧٠- ١٨٠٠
يشير ارهينوس أولى حساباته عن تسخين كوكب الأرض الناتج عن الانبعاثات البشرية لغاز CO2	١٨٩٦
يجادل العالم كاليندر بان تسخين كوكب الأرض الناتج عن غاز CO2 من تأثير الدفيئة هو قادم ألينا .	١٩٣٨



يحذر العالم بلاش من أن زيادة CO2 بالغلاف الغازي سوف يكون له تأثير بالتوازن الإشعاعي	١٩٥٦
يكتشف العالم ريفل إن غاز CO2 الذي يسببه البشر لم يجري امتصاصه فورا في المحيطات .	١٩٥٧
يقوم العالم كلينج بقياس كمية غاز CO2 في جو الأرض بدقة ويكتشف ارتفاعا سنويا عن مستواه ٣,١٥ ( جزء بالمليون ) .	١٩٩٠
اوحث الحسابات بان التكرارات مع بخار الماء يمكن أن تجعل المناخ حساسا لتغيرات بمستوى CO2 .	١٩٦٣
يقوم العالمان مانابي وويثرالد بحسابات مقنعة تظهر بان مضاعفة كمية CO2 سوف تقوم برفع درجة الحرارة العالمية حوالي الدرجتين .	١٩٦٧
ينتج مانابي ومعاونوه نموذجا حاسوبيا معقد لأنه مقنع والذي يظهر زيادة درجات الحرارة بعدة درجات .	١٩٧٥
يجد تقرير الأكاديمية الأمريكية للعلوم انه من المعقول جدا مضاعفة CO2	١٩٧٩
نماذج من جليد القارة القطبية الجنوبية تظهر ان CO2 ودرجات الحرارة ارتفعتا وانخفضتا معا خلال العصور الجليدية الماضية .	١٩٨٥
وصل تركيز غاز CO2 إلى حوالي ٣٦٣ ( جزء بالمليون ) وترجع هذه الزيادة إلى التوسع الكبير في الأنشطة الصناعية وزيادة القيم المستهلكة من مصادر الطاقة غير النظيفة .	١٩٩٦ - ٢٠٠٧

المصدر من عمل الباحث باعتماد على

سبنسر . ل . ورت ، ترجمة مركز التعريب والترجمة ، الدار العربية للعلوم ، بيروت

، الطبعة الأولى ٢٠٠٤ صفحات مختلفة

علي صاحب الموسوي ، جغرافية الطقس والمناخ ، الطبعة الأولى ، ٢٠٠٩ ،

ص ٨٧ .

٢ - غاز الميثان CH4

يعد غاز الميثان احد الغازات الطبيعية الرئيسية ، ويعرف أيضا بغاز المستنقعات

ويأتي هذا الغاز بالمرتبة الثانية بعد غاز CO2 من ناحية الأهمية التي تشكل الغازات

الحابسة للحرارة ويشكل هذا الغاز ١٨ % من مجموع الغازات الدفئية الممزوجة طويلة

الأجل والعالمية<sup>(١٦)</sup>، وله الأثر الكبير في ظاهرة الدف وارتفاع درجة الحرارة فقد تغيرت نسبته الثابت في الهواء والتي هي بحدود (٠،٠٠٢) جزء بالمليون ووصلت إلى ( ٠،٧ ) جزء بالمليون قبيل الثورة الصناعية في حين أسهمت النشاطات البشرية فازدادت فوصلت إلى ( ١،٦٤٥ ) جزء بالمليون عام ١٩٩٥ ثم وصلت إلى ( ١،٦٧٠ ) جزء بالمليون عام ١٩٩٦ ، كما إن عمليات حرق الفحم والغاز الطبيعي والبتروول (فعاليات الإنسان ) ستزيد من نسبته في الغلاف الغازي<sup>(١٧)</sup> وينتج غاز الميثان أيضا بواسطة البكتريا إلا هوائية الموجودة في الظروف التي ينعدم فيها الهواء في النظم الايكولوجية الطبيعية للارض الرطبة وفي حقول الأرز وفي أمعاء الحيوانات المجتررة والخالية من الأوكسجين، وفي أمعاء النمل الأبيض وكذلك الحشرات المستهلكة للخشب ومقالب القمامة<sup>(١٨)</sup> وان كمية الانبعاث لغاز الميثان تراوحت بين ( ١٦٣،٥ - ١٧٧،٤ ) طن للأعوام ( ١٩٤١ - ١٩٥١ ) وازدادت تلك الكميات فتراوحت بين(١٨٦،١ - ٢٤٧ ) طن للأعوام ( ١٩٥٢ - ١٩٦٥ ) في حين وصلت إلى ( ٣٠٤،٤ - ٣٧١ ) طن للأعوام ( ١٩٧٦ - ١٩٩٤ )<sup>(١٩)</sup> .

### ٣ - اكسيد النيتروز

ينتج النترور طبيعيا عن العمليات الميكروبيولوجية التي تتم في التربة والمياه ، وتسهم عملية حرق الكتلة الحيوية والوقود الاحفوري في انبعاث اكسيد النترور أيضا ، وتقدر هذه الانبعاثات ٣٠ مليون طن سنويا ينسب ربعا إلى النشاطات البشرية المختلفة ، بينما تتحمل العمليات الطبيعية الثلاثة الأرباع الأخرى وتشير قياسات اكسيد النيتروز في الهواء إلى انه كان في عام ١٩٧٠ ( ٢٨٩ ) جزء لكل مليار من حيث الحجم ، وزاد عام ١٩٨٥ إلى ( ٣٠٤ ) جزء لكل مليار من حيث الحجم وتزداد هذه الأرقام بما يتراوح بين ( ٢ ،٠ - ٣ ،٠ ) في المائة سنويا ، وهناك تباين في الآراء بشأن اثر زيادة المخصبات النتروجينية في الزراعة أو زيادة عملية إزالة

الغابات والتغيرات في أنماط استخدام الأرض ، في حين يرى البعض أنها لا تسهم اسهاما مهما ، في حين يرى آخرون ( تقرير اللجنة العلمية المعنية بمشكلات البيئة عام ١٠٨٦ ) إن استخدام المخصبات تزيد انبعاث اكسيد النتروز في الجو ، وقدر التقرير هذه الانبعاثات ما بين ( ٦٠٠ - ٢٣٠٠ ) طن من النتروجين سنويا ، وقدرت الانبعاثات من زيادة الأراضي المزروعة بين ( ٢٠٠ - ٦٠٠ ) طن نتروجين سنويا<sup>(٢٠)</sup> وهناك تقديرات تشير إن نسبة تركيز اكسيد النيتروز في الجو ستصل الى ٣٧٥ لكل مليار من حيث الحجم ، وقد تصل إلى ٤٤٦ جزء لكل مليار من حيث الحجم عام ٢٠٥٠ جدول ( ٣ ) ، ولابد من إشارة إن الأرقام الواردة في الجدول السابق الذكر ينتهي القياس بها عند عام ١٩٩٠ ، إما بعد ذلك فكان مجرد تقديرات .

### جدول ( ٣ )

قياسات وتقدير اكسيد النتروز في الجو

السنة	جزء لكل مليار من حيث الحجم
قبل عصر الصناعة ١٧٥٠	٢٨٥
١٩٧٠	٢٨٩
١٩٨٤	٣٠٣
١٩٨٥	٣٠٤
١٩٩٠	٣١٠

٣٧٥	تقدير ٢٠٣٠
٤٤٦ - ٣٩٢	تقدير عام ٢٠٥٠

سفيان التل ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت  
٢٠٠٨ ، ص ٥٥

#### ٤ - الكلورفلوروكربون :

تعدد أنواع مركبات الكلوروفلوروكربون ، الا انها تتضمن تحتوي جميعها على ذرات من الكلور والفلور وهي في اغلب الأحيان مشتقات هالوجينية لعدد من المركبات الاليفاتية ذات الوزن الجزيئي الصغير، وبعض هذه المركبات قد يحتوي على ذرة واحدة من الفلور مثل الفريون ١١ والفريون ١٢ والفروران ١١٤ ، ولكنها جميعا تحتوي على ذرات من الكلور

CFCL3	CF2CL2	CF2CLCF2CI
Freon 11	Freon 12	Freon 114

واغلب هذه الغازات في درجات الحرارة العادية ، وتسيل بسهولة عند الضغط ، لذا فهي تستعمل بكثرة في أجهزة التبريد، كما تستعمل كمواد دافعة في عبوات الايروسول التي تحمل بعض المبيدات ، أو بعض مواد التنظيف، أو إزالة الشعر كما يؤدي الإفراط في استعمالها إلى انتشار هذه المركبات في كل مكان ، كما إن إحراق النفايات المنزلية إحراقا غير كامل يؤدي إلى انتشار التلوث بمركبات الكلورفلوروكربون وعندما تنتشر هذه المركبات في الهواء تحملها التيارات الصاعدة إلى طبقات الجو العليا وقد وجد تركيز محسوس لهذه المركبات على ارتفاع ١٨ كم من سطح الارض عند خط الاستواء وعلى ارتفاع ٧ كم فوق المناطق القطبية وتقدر كمية مركبات الكلوروفلوروكربون التي تنطلق إلى الجو كل عام بما يزيد على مليون طن<sup>(١)</sup> هذا وتساهم مركبات الكلوروفلوروكربون في رفع درجة حرارة الجو حيث بدأت زيادته تظهر

في عام ١٩٥٠ حتى وصلت عام ١٩٩٠ إلى ٤٥٠ جزء في الترليون وازدادت لتصل إلى ٥٤٠ في الترليون عام ١٩٩٦ (٢٢)

#### ٥ - عوامل أخرى :

يعد غاز الأوزون من العوامل الأخرى والتي لها مساهمة وان كانت محدودة في ظاهرة التدفئة العالمية هو غاز سام شفاف يميل الى الزرقة ويتكون الجزء منه من ثلاث ذرات أوكسجين O3 ويتواجد الأوزون في طبقات الجو السفلى التروبوسفير بنسبة تبلغ ١٠ % وطبقة الجو العليا الستراتوسفير بنسبة ٩٠ % ، وينتج هذا الغاز طبيعيا في طبقات الجو العليا بالعمليات الكيماوية الضوئية من خلال تفاعلات معقدة تتضمن أول أو كسيد الكربون واكاسيد النتروجين والهيدروكربونات والميثان ويتكون من تفاعل الأوكسجين O2 مع الأوكسجين الحر والذي ينتج من انشطار هذه الجزئيات بفعل الأشعة فوق البنفسجية . ومن العوامل المؤثرة في الاحتباس الحراري هو الإشعاعات الذرية و الانفجارات النووية والتي تؤدي إلى تغيرات كبيرة في الدورة الصيفية للحياة على سطح الأرض (٢٣)

#### رابعا : نتائج الاحتباس الحراري :

يترتب على مشكلة الاحتباس الحراري نتائج عديدة منها ما يتعلق بتأثير ظاهرة الاحتباس الحراري على مصادر المياه العذبة ، اذ نشرت الأمم المتحدة تقريرا في ٢٠٠٥ م بان أزمة المياه تزداد وضوحا بعد تراجع ذوبان الجليد على قمم الجبال وجميع المرتفعات في العالم والذي يعرض مئات الملايين من سكان العالم إلى النقص في المياه العذبة . ، فضلا عن انه يتعرض لفيضانات مدمرة تعقبها سنوات جافة تهدد حياة سكان العالم الذين يعتمدون على الزراعة في اقتصادهم الوطني .

ويشير تقرير آخر للأمم المتحدة في ٢٠٠٥/٢١١ م إلى ذوبان جليد القطب الجنوبي بحيث إن أكثر من ( ١٣ إلف كم ٢ ) من جليد بحار القارة القطبية الجنوبية (انتاركتيكا) خلال الخمسين سنة الماضية قد تعرض للذوبان . وسيرافق مشكلة الاحتباس الحراري قلة تجمع الثلوج على القمم الجبلية أولاً ، وذوبانها في القطبين ثانياً ، مما سيؤدي إلى ذوبان الجليد واندفاعه باتجاه المحيطات ورفع مناسيب المياه إذ تراجعت مساحة جليد القطب البحر القطبي الشمالي إلى ( ٥,٣ مليون كم ٢ ) عام ٢٠٠٠ م وكذلك حدوث فيضانات في المناطق القريبة منها . يعقبها سنوات جفاف تقل فيها الأمطار وبالتالي التذبذب في الأمطار وتناقص المساحة المزروعة وقلة مصادر الغذاء وما يرافق ذلك من مشكلات الفقر في المناطق الفقيرة والتي تزداد فقراً وتفشي الأمراض والأوبئة . وأشارت الأمم المتحدة بان الارتفاع المستمر للحرارة يهدد حياة الكائنات الحية سواء الحيوانات والطيور البحرية منها أم البرية . إذ وجد من خلال دراسة قدمت للأمم المتحدة لحوالي ( ١١,٣ ) نوعاً من الكائنات الحية في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ( نباتات . طيور . زواحف ) تعرض حوالي ( ٣٧% ) منها إلى الانقراض ، وان ما بين نصف إلى ثلاثة أرباع البطريق في النصف الجنوبي قد تقلص عددها وإنها ستختفي إذ ما ارتفعت حرارة الأرض لأكثر من درجتين مئويتين عن معدلاتها الحالية ، كما إن انحسار كمية الثلوج البحرية سيقضي على أنواع الحيوانات البحرية في نفس القارة .

وان الآثار الأكثر خطورة والتي سترافق الاحتباس الحراري مستقبلاً هو ما سيحدث من تغير في طبيعة العلاقة القائمة بين الحرارة - التبخر - النتج وموارد المياه والتغيم والتوازن الإشعاعي وان التغيرات المتوقعة لهذه العلاقات داخل الأقاليم المناخية الجافة وشبه الجافة ستؤثر في انتقال هذه الأقاليم إلى شمال وجنوب مواقعها الجغرافية وبالتالي توسع الخصائص المناخية الجافة وشبه الجافة على حساب الأقاليم

المعتدلة والباردة وما ما يوتر ذلك في سعة المناطق المتصحرة في البلدان النامية على وجه الخصوص .

ووفقا لذلك فان الدراسات حول هذه المشكلة سوف تمدنا برؤى ذات أهمية كبيرة عن الآثار المستقبلية لغازات الاحتباس الحراري وتأثيراتها وما يمكن إن يعتمد في وضع الحلول الناجعة لهذه المشكلة التي أخذت بعدا تجاوز الحدود الإقليمية لأية قارة ولاية دولة في العالم. (٢٤)

#### المبحث الثاني : خيارات التخفيف

تعددت الخيارات المطروحة بشأن التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري فبعض الخيارات يمكن تطبيقها بسهولة ، وبعضها يحتاج إلى قرار سياسي من القيادات العليا للبلاد ، والبعض الآخر يحتاج إلى فترة كبيرة جدا ، كما إن بعض الحلول تعتبر خيالية تعبر عن آراء بعض العلماء المختصين في هذا المجال و فيما يلي ابرز هذه الخيارات .

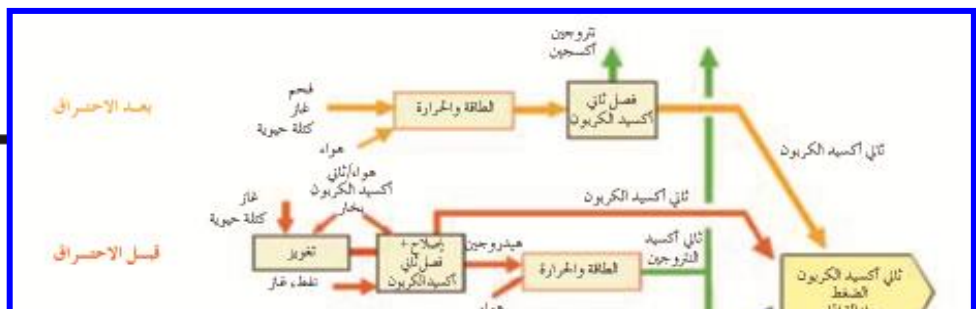
#### خيارات وتطبيقات تكنولوجيا الاحتجاز :

إن الغرض من احتجاز CO<sub>2</sub> هو إفراز مجرى من CO<sub>2</sub> بضغط مرتفع يمكن نقله بسهولة إلى موقع التخزين الجيولوجي ورغم انه من حيث المبدأ كل مجرى الغاز

الذي يحتوي على تركيزات منخفضة من CO<sub>2</sub> وحقنه في جوف الأرض ( فان تكاليف الطاقة وغيرها من التكاليف المقترنة بهذه العملية تجعل هذا النهج غير علمي ) لذلك فمن الضروري إفرار مجرى لتدفق CO<sub>2</sub> شبه النقي من أجل نقله وتخزينه ويجري الآن تطبيقات تفصل CO<sub>2</sub> في منشآت صناعية كبيرة بما في ذلك معالجة الغاز الطبيعي ومرافق إنتاج غاز النشاور ويزال في الوقت الحاضر CO<sub>2</sub> لتقنية مجاري الغازات الصناعية الأخرى واستخدمت عمليات الاحتجاز أيضا للحصول من مجاري تدفق غازات المداخن الناجمة عن احتراق الفحم والغاز الطبيعي على كميات CO<sub>2</sub> إلا انه لم يحدث لحد الآن طبقت الاحتجاز على CO<sub>2</sub> على المحطات الكبيرة للطاقة والتي تنتج ( ٥٠٠ ميعا وات ) وهناك تبعا للعمليات أو تطبيقات محطات الطاقة المتبعة ثلاثة نهج رئيسية للاحتجاز CO<sub>2</sub> الناتج عن الوقود الاحفوري ( الفحم والغاز الطبيعي والنفط ) أو الوقود الاحفوري أو مزيج من هذه الأنواع شكل (٢) ونظم ما بعد الاحتراق تفصل CO<sub>2</sub> عن غازات المداخن الناجمة عن احتراق الوقود الأولي في الهواء وتستخدم هذه النظم عادة مذيبا سائلا لتحجز ( من الهواء ) النسبة الصغيرة ( من ٣ - ١٥ % ) الحجم الموجود في مجرى غازات المداخن والتي يعتبر النتروجين مكونها الرئيسي وفي حالة محطات الطاقة الحديثة التي تعتمد على الفحم المسحوق أو دورة مختلطة للغاز الطبيعي فان نظم ما بعد الاحتراق تستخدم عادة مذيبا عضويا مثل المونوايثانولامين . (٢٥)

## شكل (٢)

عرض عام لعمليات ونظم احتجاز ثاني أكسيد الكاربون



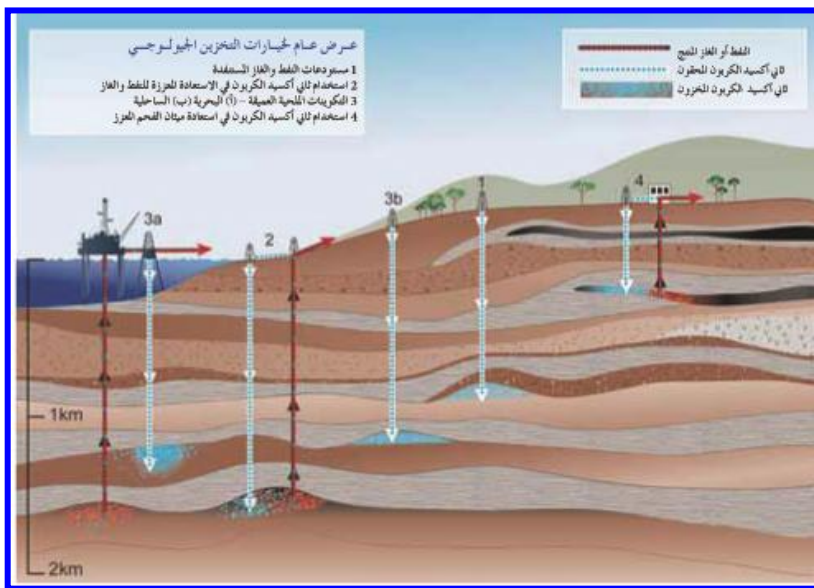




المصدر : الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ملخص لواضعي السياسات وملخص فني ص ٢٣ .

أولاً :التخزين الجيولوجي لغاز ثاني اوكسيد الكربون  
يتناول هذا القسم الأنواع الثلاثة من التكوينات الجيولوجية مثل التخزين الجيولوجي لثاني اوكسيد الكربون وهي خزانات النفط والغاز ، والتكوينات الملحية العميقة ، والطبقات الحاملة للفحم غير القابلة للتعيين شكل (٣) ويحدث التخزين الجيولوجي في كل حالة عن طريق حقن ثاني اوكسيد الكربون بتكوين صخري تحت سطح الأرض ، وتعتبر تكوينات الصخور المسامية التي تحمل أو حملت في السابق ( كما في خزانات النفط والغاز المستفضة ) موائع من قبيل الغاز الطبيعي أو النفط أو الماء الملحي من المواقع التي يحتمل إن تكون مرشحة لتخزين ثاني اوكسيد الكربون ، ويمكن إن توجد التكوينات المناسبة للتخزين في الأحواض الرسوبية البرية والبحرية على السواء ( المنخفضات الطبيعية الكبيرة في القشرة الأرضية المملوءة بالرواسب ) كما يمكن استخدام الطبقات الحاملة للفحم في تخزين ثاني اوكسد الكربون حيث لا

يرجح إن يحدث تعدين الفحم في وقت لاحق بشرط إن تكون نفاذيتها كافية ، ومازال خيار تخزين ثاني اوكسيد الكربون في الطبقات الحاملة للفحم في طور البنيان العملي (٢٦)



### شكل (٣)

عرض عام لخيارات التخزين الجيولوجي لثاني اوكسيد الكربون

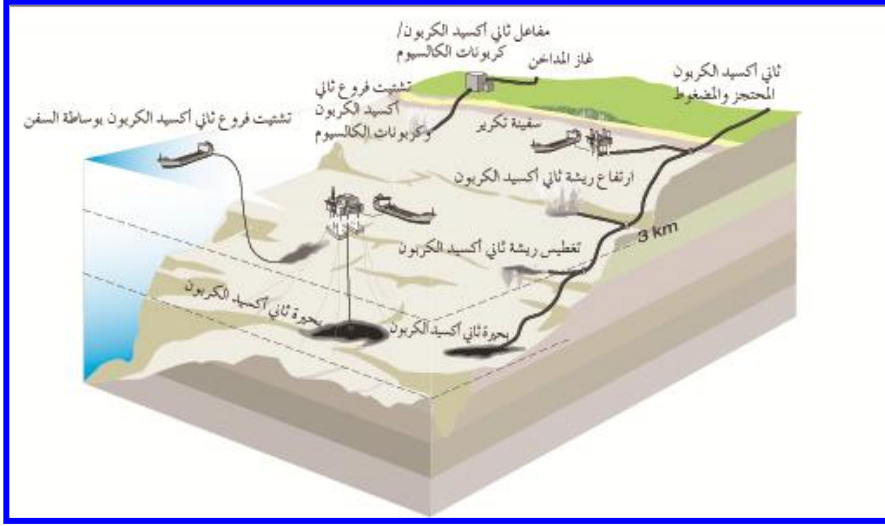
المصدر : الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ملخص لواضعي السياسات وملخص فني ص ٥.

ثانيا : خيارات التخزين في المحيطات :

تمثل احد الخيارات الممكنة لتخزين ثاني اوكسيد الكربون عن طريق حقن ثاني اوكسيد الكربون حقنا مباشرا في المحيطات على عمق يزيد على ١٠٠ م حيث يعزل معظمه من الغلاف الغازي لعدة قرون ، ويمكن تحقيق ذلك بنقل ثاني اوكسد الكربون عن طريق خطوط الأنابيب أو السفن إلى موقع تخزين في المحيطات ، حيث يحقن في عمود مياه المحيط أو في قاع البحر ، وسوف يصبح ثاني اوكسيد الكربون المنحل والمتناثر جزء من دورة الكربون العالمية وبين الشكل ( ٤ ) بعضا من الطرق الرئيسية التي يمكن استخدامها في هذا المجال ، ولم يستخدم التخزين في المحيطات او تجري بيانات عملية لحد الآن على مستوى تجريبي ، غير انه كانت تجارب حقلية صغيرة ، ودراسات نظرية ومختبرية على طوال ٢٥ عاما على التخزين المعتمد في المحيطات ( ٢٧ )

### شكل (٤)

طرق تخزين ثاني اوكسيد الكربون في المحيطات



المصدر : الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ملخص لواضعي السياسات وملخص فني ص ٣٤.

ثالثا : خيارات التخفيف في غاز الميثان :

إن الجهود التي تبذل لتخفيف انبعاثات الميثان يمكن ان تكون مؤثرة في إبطا الزيادة في معدل الدف العالمي ، ومن الصعب تنفيذ الجهود التي تخفض مباشرة من انبعاثات الميثان الناجمة في إنتاج الغذاء بسبب زيادة تعداد السكان والطلب على الغذاء في مناطق من العالم حيث يعد الأرز المصدر الرئيس للغذاء ، إضافة إلى ذلك فان غذاء قطاعات كبيرة من سكان العالم منخفض الجودة ، ومع مرور الزمن حدث تحسن في الغذاء عن طريق زيادة نسبة اللحوم في الغذاء وهذا يتطلب بالتالي زيادة إعداد الحيوانات الأليفة في بعض المناطق من العالم ، وقد تصبح الأبحاث قادرة على تخفيض كمية الميثان الناتج لكل وحدة أرز ناتجة ، ويمكن انجاز ذلك بواسطة تربية الأرز بنسبة ( حبوب قش ) اعلي وهي نسبة تؤدي إلى إنتاج كمية قش

اقل صالحة للتحلل الأ هوائي أو بواسطة زيادة نسبة سلالات الأرز النجدي (التي تنمو في أراضٍ غير مغمورة) وقد تخفض إستراتيجيات أخرى خاصة باستخدام المياه من انبعاثات الميثان من حقول الأرز وقد تخفض أيضا الأبحاث انبعاثات الميثان من الحيوانات الأليفة وبصفة خاصة المجترات ، ويعكس الميثان المنبعث من هذه الحيوانات الفقد في طاقة التغذية ، وهو عبارة عن عدم فعالية أو عدم كفاءة ، على إن الجهود التي تبذل لزيادة تغذية الحيوان أو لكي تزيد من وزنه سوف تخفض كمية الميثان المنبعث ، وسوف نحتاج الجهود المباشرة لتخفيض انبعاثات الميثان إلى تركيز الضوء على نظم توزيع الغاز الطبيعي وطرق إنتاج الوقود الأحفوري ، ومدافن المخلفات العضوية والطرق المختلفة لتداول المخلفات ، وهذه الطرق سوف تكون مفيدة لمشكلة المناخ العالمي (٢٨)

رابعا : خيارات التخفيف في أكسيد النتروز :

يعتبرا أكسيد النتروز غاز صوبة أكثر فعالية من ثاني أكسيد الكربون والميثان ، وان وسائل تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مثل استخدام الوقود الحجري والمحافظة على المادة العضوية في التربة سوف تقلل أيضا من انبعاثات أكسيد النتروجين حيث إن النتروجين مكون تكاملي للوقود الحجري والكتلة الحيوية والكربون العضوي في التربة ، وينبغي تركيز الجهود المباشرة من أجل تخفيض انبعاثات أكسيد النتروز على استخدام السماد النتروجيني ، ويعد انبعاثات أكسيد النتروز الناتج من السماد عملية معقدة يمكن إن تتأثر بعوامل مثل نوع السماد ، معدل النتروجين ، طريقة الإضافة ، الحرث ، رطوبة التربة ، درجة الحرارة ، ومحتوى التربة في الكربون العضوي ، والنشاط الكربوني ، وعموما فإن تخفيض أكسيد النتروز الناتج من السماد سوف يتطلب الزيادة في كفاءة استخدام النتروجين (٢٩)

خامساً: خيارات التخفيف في مجال الطاقة :

توجد عدة خيارات في مجال التخفيف عن الطاقة فمن المتوقع استثمار ٢٠ ترليون دولار في تحسين البنية التحتية للطاقة بدا من الوقت الحاضر حتى عام ٢٠٢٠ ومن اجل تلبية الطلب المتزايد الذي سينمو بسبة ٦٠ % في ذلك الحين وفقا لووكالة الطاقة الدولية ،ويقدر إن التكلفة الإضافية لتعديل هذه الاستثمارات من اجل الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري يتراوح بنسبة تكاد لأتذكر إلى زيادة تتراوح من ٥ - ١٠% ولكن الطريقة التي ستلبي هذه الاحتياجات من حيث الطاقة ستحدد ما إذا كان تغير المناخ سيظل من الممكن التعامل معه وستحدد إلى حد كبير جهود التخفيف التي ستبذل على مدى العقدين أو العقود الثلاثة المقبلة ومدى متوسط الزيادة في درجات الحرارة في العالم على المدى الطويل وما يقابل ذلك من تأثيرات تغير المناخ التي يمكن تجنبها ، والانتشار الواسع للتكنولوجيات غير الضارة للمناخ أمر حاسم الأهمية فمن ألام اعتماد التكنولوجيات التطبيقية إلى جانب القطاع الخاص على وجه السرعة ونشرها على نطاق واسع إضافة إلى ذلك بما في ذلك عن طريق التعاون التكنولوجي بين البلدان الصناعية والبلدان النامية ، بيد إن التصدي لتغير المناخ يتطلب تحسينا مستمرا من خلال الابتكارات واستخدامات تكنولوجيا حديثة من الممكن إن توفر التكنولوجيات الأنظف وكفاءة استخدام الطاقة حلولا مزدوجة بحيث تتيح تحقيق النمو الاقتصادي إلى جانب مكافحة تغير المناخ ومع استمرار هيمنة دور أنواع الوقود الاحفوري بدون تفريط الأهداف المتعلقة بتغير المناخ إلى الخطر ( ٣٠ ) وفيما يلي استعراض لبعض تقنيات تحسين كفاءة الطاقة كالتطورات في تكرير البترول لتحقيق إنتاجا اكبر من البترول مع وفر كبير للطاقة المستخدمة ، وذلك من خلال تطوير العمليات الإنتاجية ذاتها مع تقليل الفاقد باستخدام مواد عزل أكثر كفاءة وتحسين كفاءة الاحتراق في المراجل البخارية والإفراط تحسين عملية التبادل الحراري داخل معامل التكرير ، كما تحسنت كفاءة توليد المحطات الكهربائية لتصل إلى أكثر من ٦٥ % بعد إن كانت في حدود ٣٠ %

نتيجة استخدام الدورة المركبة والتوربينات الغازية ، وادى ذلك إلى خفض كبير في كميات الوقود المستهلكة لإنتاج كليو واط في الساعة فعلى سبيل المثال ارتفعت كفاءة توليد الكهرباء في مصر بحيث بلغ الوقود المستهلك لإنتاج كليو واط ١ ساعة حوالي ٢٢٠ جم في الوقت الراهن بالمقارنة بنحو ٣٨٠ جم عام ١٩٨٥ مما يعني تحسنا في الكفاءة وقد أدى ذلك بالطبع إلى تحسن كبير في اقتصاديات توليد الكهرباء ومن ثم أدى إلى خفض ملحوظ في حجم الانبعاثات الملوثة في البيئة<sup>(٣١)</sup> وفي نفس المجال قامت شركة Iberdrola وهي شركة اسبانية متخصصة في إنتاج الطاقة من مصادر متجددة ، تمتلك قدرت توليد كهربائية تبلغ نحو ٤٤ميجاوات من طاقة الرياح والشمس وطاقة الكتلة الحيوية والطاقة المائية ، كما امتد نشاط الشركة ليشمل السوق الأوروبية المشترك، كما وضعت شركة Dow chemical هدفا لتحسين الطاقة بنسبة ٢٠% خلال الفترة ١٩٩٥ - ٢٠٠٥ وذلك من خلال العديد من الإجراءات والتقنيات منها تكنولوجيا التوليد المشترك فضلا عن تطوير واستخدام مواد جديدة من خامات متجددة مثل تصنيع لبعض المواد المشابه للبلاستيك وذلك من محصول الذرة ويؤكد ذلك التزام المجتمع الصناعي بتطوير عملياته ومنتجاته لكي تتوافق مع المعايير البيئية التي يتزايد استخدامها كل يوم على مستوى العالم<sup>(٣٢)</sup> بإضافة إلى ذلك قامت شركة Delta Electronics وهي كبرى شركات إنتاج المكونات الالكترونية في العالم ، ومورد أساسي لشركات إنتاج الحواسيب الإلية مثل Dell , HB , IBM وغيرها بتحسين كفاءة استخدام الطاقة في تلك المكونات، كما تقوم بإنتاج العديد من تقنيات تحسين كفاءة الطاقة ، فضلا عن تقنيات الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وخلايا الوقود<sup>(٣٣)</sup>

سادسا : خيارات التخفيف في مجال الزراعة :

إن اغلب الانبعاثات في قطاع الزراعة هي مؤشرات على عدم كفاية الزراعة وفي بعض الأحيان عدم استدامتها ، وهذه الانبعاثات تشكل خسائر على المزارعين وهناك مجال لتخفيفها بصورة ملموسة في كثير من الأحيان حيث قامت المجتمعات الزراعية بالكثير من الأنشطة من اجل زيادة استدامة أنظمة الإنتاج ومن بين الأنشطة:

- ١- تحسين استخدام الأسمدة إذ إن إطلاق أكاسيد الأورت في الجو يمثل خسارة ويدل على عدم كفاية الزراعة .
- ٢- تحسين عمليات الهضم في المجترات بزيادة كفاءة الأعلاف ، أو الحقول إلى استخدام إنزيمات تساعد على الهضم إذا كان ذلك ممكنا .
- ٣- تطوير أساليب تجميع المياه وصيانتها ، وإدخال تحسينات أخرى على إدارة مياه المحاصيل كجزء من التأقلم مع تفاوت كمية الأمطار .
- ٤- تحسين زراعة الأرز ، إذ إن زيادة الأعلاف ترتبط بالانخفاض النسبي في انبعاثات غاز الأوزون .
- ٥- الزراعة القائمة على الصيانة وأساليبها بما يؤدي إلى تحسين تخزين الكربون في تركيبة التربة وتزيد قدرتها على الاحتفاظ بالمياه .
- ٦- تحسين الحد من تأثير قطع الأخشاب في الغابات والحد من الزراعة بأسلوب القطع والحرق وتحسين حماية التربة (٣٤)

سابعاً: خيارات التخفيف في مجال الصناعة :

تشكل الانبعاثات الصناعية حوالي ٤٣ % من الكربون المطلق عام ١٩٩٥ وازدادت انبعاثات الكربون من هذا القطاع بمعدل ١,٥ سنويا بين ١٩٧١ - ١٩٩٥ وتواصل الصناعات العثور على عمليات أكثر كفاءة من ناحية استخدام الطاقة وخفض الغازات الدفيئة ذات الصلة بالعمليات ، وهذا القطاع اظهر انخفاضا سنويا في انبعاثات الكربون في اقتصاديات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وانخفضت انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون من بلدان الاقتصاديات ٦,٤ % سنويا فيما



بين ١٩٩٠ - ١٩٩٥ عندما انخفض الإنتاج الصناعي ويعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية أهم خيار مطروح للحد من انبعاثات غازات الدفيئة ، وتتكون هذه الإمكانيات من مئات التكنولوجيات الخاصة بالقطاع وتقديراً لإمكانية العالمية على تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بتطور خط الأساس لعام ٢٠١٠ بمقدار ٣٠٠ - ٥٠٠ ميغا طن كربون لعام ٢٠٢٠ و ٧٠٠ - ٩٠٠ ميغا طن كربون في هذه الحالة الأخيرة في هذه الحالة الأخيرة يتعين مواصلة التطور التكنولوجي لتحقيق الإمكانيات ، وهناك عدد من العمليات النوعية لا يطلق فقط ثاني اوكسيد الكربون بل وغازات الدفيئة الأخرى وصناعة الأحماض الدهنية خفضت بشدة من انبعاثاتها من اوكسيد النتروز وحققت صناعة الألمنيوم مكاسب كبيرة في خفض إطلاق غازات الدفيئة البيروفلوركربون ويمكن في اغلب الأحيان إحداث خفض آخر في مستويات انبعاثات لغازات الدفيئة من غير ثاني اوكسيد الكربون من الصناعات التحويلية وذلك بتكاليف منخفضة على أساس الطن من مكافئ الكربون الذي تم تخفيضه (٣٥)

ثامنا : خيارات التخفيف في مجال النقل :

هناك خيارات محدودة لتقليل الطاقة المستخدمة في النقل في الأجل القصير وما لا ينطوي على تكاليف اقتصادية أو اجتماعية أو سياسية ملموسة فلم تظهر حكومة لحد الآن ، أي إن سياسات يمكن إن تقلل من الطلب العام على الحركة ، بل إن جميع الحكومات تجد إن من الصعب عليها سياسيا التفكير في إجراء من هذا النوع ، ومن المرجح حدوث تحسينات اضافية ملموسة في كفاءة الطاقة المستخدمة في الطائرات عن طريق سياسات تزيد من سعر الطائرات وبالتالي تقلل من حجمة ، وفي مجال العمل التطبيقي قامت شركة ( Cosan ) وهي شركة برازيلية تعد الاولى في العالم في إنتاج الايثانول المستخرج من قصب السكر بديلا عن النفط ، وتعد البرازيل اكبر

دولة في العالم في إنتاج الايثانول الحيوي حيث بلغ إنتاجها نحو ٤,٥ مليون غالون سنويا ، وقد بدأت الحكاية مع الايثانول منذ أوائل الثمانيات حيث يستخدم وقود السيارات بعد خلطه بالكازولين بنسب مختلفة ، بعد إن أمكن ذلك بسبب التطور التكنولوجي في صناعة المحركات ومن بين كل عشر سيارات تسير الآن في شوارع البرازيل فان ثمانية منها تعمل بوقود الايثانول ، حتى إن نسبة هذه السيارات قد بلغت ٦٢ % من جملة مبيعات السيارات الجديدة عام ٢٠٠٥. (٣٦) وفي نفس المجال عقدت مجموعة فورد لصناعة السيارات اتفاقا طوعيا مع الاتحاد الاربوي تقوم بمقتضاه الشركة بتخفيض انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون من السيارات بنسبة ٢٥% خلال عشر سنوات ولتحقيق هذا الهدف فان صناعة السيارات سوف تتحول خلال عشر سنوات القادمة الى تكنولوجيا جديدة تماما في مقدمتها خلايا الوقود وقد أعلنت فورد أنها سوف تطرح في الأسواق أول سيارة تعمل بخلايا الوقود خلال الفترة ٢٠٠٨ - ٢٠١٢ وهي فترة الالتزام بأهداف بروتوكول كيوتو للدول الصناعية (٣٧) ومن ناحية أخرى أخذت السيارات العاملة بخلايا الوقود تتطور بسرعة ومن المقرر نزلها إلى السوق عام ٢٠٠٣ ، ويبدو إن التحسينات الكبيرة على اقتصاد الوقود الخاص بالطائرات ممكنة من الناحية الفنية والاقتصادية في أسطول الجيل القادم ومع ذلك فان معظم عمليات التقدم الخاصة بتحسينات الكفاءة التكنولوجية جدول ( ٤ ) تبين سبب نمو الطلب على النقل لا تكفي التحسينات على كفاءة النقل وحدها ان تجنب الزيادة في انبعاثات الغازات الدفيئة ، كما تتوافر قرائن على إن انه إذا ما ظلت كل الأمور في وضعها العادي فان جهود تحسين كفاءة الوقود لن تحقق سوى تأثيرات جزئية في خفض انبعاثات نتيجة الزيادة التي نشأت في مسافات التي تقطعها السيارات نتيجة لانخفاض تكاليف التشغيل النوعية (٣٨)

#### جدول ( ٤ )

تغير كفاءة الطاقة في النقل من دراسة أجرتها خمسة مختبرات في الولايات المتحدة .

العناصر المحورة	١٩٩٧	العمل دون التغير	كفاءة الطاقة ٢٠١٠	ارتفاع الطاقة وانخفاض الكربون
سيارات الركاب الجديدة ١٠٠١ كم	٨٠٦	٨٠٥	٦٠٣	٥٠٥
الشاحنات الخفيفة الجديدة ١٠٠١ كم	١١٠٥	١١٠٤	٨٠٧	٧٠٦
اسطول الخدمة الخفيفة ١٠٠١ كم (١)	١٢	١٢٠١	١٠٠٩	١٠٠١
كفاءة الطائرات Seat ١٠٠١ كم	٤٠٥	٤	٣٠٨	٣٠٦
أسطول شاحنات النقل ١٠٠١ كم	٤٢	٣٩٠٢	٣٤٠٦	٣٣٠٦
كفاءة السكك الحديدية طن	٤٠٢	٤٠٦	٥٠٥	٦٠٣
(١) بما في ذلك سيارات الركوب والشاحنات الخفيفة				

تغير المناخ ٢٠٠١ التخفيف ملخص تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، ص ٤٤ .

تاسعا: خيارات التخفيف في مجال الغابات : تبين بعض الدراسات والبحوث التي تمت في محطة هواي مونالوا في الولايات المتحدة الأمريكية ( ١٩٥٨ - ١٩٧٤ ) إن النباتات تساهم مساهمة فعالة في امتصاص جزء كبير من ثاني اوكسيد الكربون في الهواء لاستخدامه في بناء أجسامها وفي تكوين ما تحتاجه من مواد عضوية ، وقد دلت الدراسات إن هناك تغيرا في نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء من فصل

إلى آخر إلى حد ما ، إذ تقل نسبة هذا الغاز في فصل الربيع الذي تنشط فيه عمليات نمو النبات ، بينما تزداد نسبة هذا الغاز في فصل الشتاء عندما تصل عمليات التركيب الضوئي إلى اقل قيمة <sup>(٣٩)</sup> ومن المعروف إن الغابات لها دور لاغني في دورة الكربون في الطبيعة لكن الأنشطة البشرية واحدة من الأسباب التي ساهمت في القضاء على تلك الغابات وتدميرها وتقدر مساحات الغابات التي أزيلت في العالم ١٣٠ هكتار خلال العقد الماضي ولتعويض تلك المساحة من المطلوب زراعة حوالي ١٤٠ مليار شجرة ، لذلك فإن مشروعات التشجير تعد أهم البدائل المتاحة للحد من مشكلة تغير المناخ ، والجدير بالذكر إن أول جائزة نوبل للسلام في العالم في مجال البيئة عام ٢٠٠٤ كانت قد منحت للدكتورة ماساي من كينيا بسبب زعامتها لحركة الحزام الأخضر في كينيا والتي تهدف إلى حماية الغابات وإعادة زراعة المناطق التي أزيلت ، وقد أعلنت الدكتورة ماساي في إثناء حضورها مؤتمر تغير المناخ الذي عقد أخيرا في كينيا في مبادرة لزراعة بليون شجرة في العالم بمشاركة كل شعوب العالم وبدعم من برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP 2007 <sup>(٤٠)</sup> ومن الممكن إن يؤدي وقف المستويات المرتفعة الحالية لإزالة الغابات وزرع غابات جديدة إلى حدوث انخفاض كبير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بتكلفة منخفضة فحوالي ٦٥ % من مجموع إمكانات التخفيف المتعلقة بالغابات تتمثل بالمناطق المدارية ، وتتمثل أفضل السبل للحفاظ على قدرة الغابات على عزل الكربون أو زيادة تلك القدرة في ادارة الغابات ، وهي إدارة تتطوي على فوائد اجتماعية وبيئية كثيرة ، ومن الممكن إتباع منهج كامل فيما يتعلق بإدارة الغابات والحصول على غلة شتوية مستدامة من الأخشاب والألياف تتناسب مع تغير المناخ والحفاظ على التنوع الإحيائي وتشجيع التنمية المستدامة <sup>(٤١)</sup>

عاشراً : خيارات التخفيف في مجال المباني :

من الممكن خفض زهاء ٣٠% من الانبعاثات الأساسية المتوقعة في قطاع الإسكان والتجارة والتي تمثل اعلي معدل بين جميع القطاعات التي درستها الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ بحلول عام ٢٠٣٠ مع تحقيق فائدة اقتصادية صافية ، فمن الممكن خفض استهلاك الطاقة ولطاقة الكامنة هي المباني عن طريق زيادة استخدام التكنولوجيات القائمة من قبل التصميم الشمسي السالب والإضاءة والأجهزة ذات الكفاءة العالية ، ونظم التهوية العالية ، وسخانات المياه التي تعمل على الطاقة الشمسية والعزل ، ومواد البناء التي تعكس حرارة الشمس إلى حد كبير ومن الممكن إن توفر السياسات الحكومية المتعلقة بمعايير الأجهزة وامدادات الطاقة الخاصة بالمباني مزيدا من الحوافز والمعلومات لاتخاذ تدابير تجارية في هذا المجال (٤٢)

احدى عشر : خيارات التخفيف في مجال النفايات :

تتضمن تحويل النفايات إلى مصدر من مصادر الطاقة كما في اليابان وعدد من الدول الأوروبية مما يسهم في تقليص غاز الميثان (٤٣) وتدور مناقشات بشأن ما إذا كان التوسع في خفض دورة انبعاثات غازات الدفيئة يحدث من خلال إعادة تدوير الورق والألياف أو من خلال استخدام الورق العادم في شكل وقود حيوي في مرافق تحويل النفايات إلى طاقة وكلا الخيارين أفضل من دفن القمامة من حيث انبعاثات غازات الدفيئة (٤٤)

أثنتا عشر : خيارات أخرى :

يطالبنا بعض العلماء بان ننسى مسألة تخفيض الانبعاث الحراري أو يسمى بغازات البيوت الزجاجية وان نجد بلا من ذلك حلولا تقنية من قبيل إعادة عكس ضوء الشمس مجددا عن طريق ضخ جزئيات عاكسة دقيقة إلى الفضاء الخارجي أي تصميم منظما حراريا كونيا ، وفي نفس المجال قدم العالم وود مجموعة من الأفكار لضبط مناخ الأرض ، بما في ذلك إقامة بحر قطبي جليدي ليكون بمنزلة مكيف

هواء للكوكب من اجل امتصاص السخونة من وسط ممر للحرارة وعد ذلك بأنه أسلوب علمي مثير ، وان ذلك سوف يتحقق باستخدام مدافع ثقيلة لإطلاق ما يصل إلى ملايين الأطنان من كبريتات الهباء الجوي ذات العاكسية العالية أو جزيئات بالغة الدقة مصممة خصيصا للقطب الشمالي لتعكس أشعة الشمس ، إطلاق ما يصل إلى ملايين الأطنان من هذه المواد بواسطة المدفعية سيتطلب رماية متواصلة بالمدفعية ، وفي خيار بديل يقوم أسطول من طائرات الجامبو العملاقة بي ٧٤٧ بإطلاق الجزيئات خلال طيرانها المستمر على طول الدائرة القطبية أو استخدام أنبوب من سماء عالية وبطول ٢٥ كم يمكن شدة إلى منطاد عسكري ضخم في مكان عال من سطح الكوكب لضخ الجزيئات العاكسة في الغلاف الجوي واقترح عالم الفضاء روجل انجل وضع عدد كبير من المرايا في مدار قضائي لتحويل مسار الإشعاع الشمسي القادم إلى الأرض ، بتكلفة تصل الى بضعة تريليون من الدولارات فقط ، إما عالم الغلاف الغازي جون لاثام والمهندس ستيف سالتر فقد حاول تسويق فكرتهما بخلق سحب بحرية أكثر كثافة وعاكسيه عن طريق ضرب مياه المحيط لخلق زبد ورغوة باستخدام مضخات وخلطات بيض عملاقة (٤٥)

### الاستنتاجات

- ١ - تساهم الولايات المتحدة الأمريكية بالنصيب الأكبر من تلويث البيئة بشكل عام وظاهرة الاحتباس الحراري بشكل خاص إذ بلغ استهلاكها ٢٦% من استهلاك الطاقة العالمي .
- ٢ - بينت الدراسة إن بعض الخيارات المتعلقة بالتخزين الجيولوجي والتخزين بالمحيطات والتي يمكن التحقق على المدى البعيد فضلا عن ذلك تحتاج إلى تقنية عالية جدا ورأسمال كبير .
- ٣ - قيام برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP وبمشاركة كل دول العالم بزراعة بليون شجرة في العالم لتعويض عن الغابات التي أزيلت في العالم .

٤ - استثمار ٢٠ تريليون دولار في تحسين البنية التحتية للطاقة من الوقت الحاضر حتى عام ٢٠٢٠ عن طريق استخدام مصادر متجددة للطاقة مثل طاقة الرياح والشمس وطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الكهرومائية .

٥ - إمكانية الاستفادة من النفايات عن طريق إعادة تدوير الورق والألياف من خلال تحويل الورق العادم إلى وقود حيوي بدلا عن دفن النفايات .

٦ - في مجال التطبيق العملي لتقليل الطاقة المستخدمة في النقل تم إنتاج الايثانول المستخرج من قصب السكر بدل النفط والذي يخلط مع البنزين كوقود للسيارات حيث تعد البرازيل رائدة في هذا المجال إذ بلغ مجموع إنتاجها ٤,٥ مليون غالون سنويا فضلا عن ذلك فان ٨٠ % من سيارات البرازيل تستخدم هذا المصدر الجديد للطاقة في النقل .

٧ - أوجدت الدراسة حلولا تقنية يمكن إن تكون بديله في مسالة تخفيف انبعاثات الحرارة مثل إعادة عكس ضوء الشمس مجددا عن طريق ضخ جزئيات عاكسة إلى الفضاء الخارجي أو إقامة بحر قطبي جليدي يكون بمنزلة مكيف هواء لكوكب الأرض من اجل امتصاص سخونة الأرض أو من خلال ضخ عدد كبير من المرايا في مدار فضائي لتحويل مسار الإشعاع الشمسي القادم إلى الأرض .

#### الهوامش :

١ - براين فاغان ، ترجمة مصطفى فهمي ، الصيف الطويل دور المناخ في تغير الحضارة ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ٢٠٠٧ ، ص ١٣ .

٢ - مثني عبد الرزاق العمر ، تلوث البيئة ، دار الأوائل للطباعة والنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠ ، ص ٩٣ .

٣ - الموقع الإلكتروني . W. W . W ar wiki pedia , org , 2\4 \ 2007 .

٤ - رضا عبد الجبار ، سلمان ، تأثير الإنسان في التغيرات المناخية في العالم ، وقائع المؤتمر الجغرافي القطري الثاني ، كلية الآداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٢ ، ص ١٣٢ .

٥ - . W. W . W , Serdar . com . 3 \11 \ 1429 .

٦ - . W . W .W salmon line . net . 28 \11 \ 2000 .

- ٧ - صفاء جاسم الدليمي . تغير المناخ العالمي وأثره في تغير الأنظمة البيئية ، مجلة القادسية للعلوم التربوية ، العدد الأول ، المجلد الثالث ، ٢٠٠٤ ، ص ١٣٢ .
- ٨ - ثائر شفيق الأمين ، تغير المناخ الخطر القادم ، مجلة البيئة ، العدد ٢٤ ، ٢٠٠٨ ، ص ٤٥ .
- ٩ - جمال كامل العبايجي وعادل مشعان ربيع ، الاحتباس الحراري ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، الطبعة الأولى ، ٢٠٠٩ ، ص ١٥١ .
- ١٠ - علي صاحب الموسوي. التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالميا وانعكاساتها . مجلة البحوث الجغرافية ، جامعة الكوفة . كلية التربية ، العدد الرابع . ٢٠٠٢ ، ص ١٣ .
- ١١ - قصي عبد المجيد السامرائي ، مبادئ الطقس والمناخ ، دار اليازوري. عمان ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٩٤ .
- ١٢ - فتحيي عبدا لعزيز أبو راضي ، أسس الجغرافية المناخية والنباتية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ٢٠٠٤ ، ص ٤١٧ .
- ١٣ - قصي عبد المجيد السامرائي، مبادئ الطقس والمناخ ، دار اليازوري ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٨ ، ص ٣٩٤ .
- ١٤ - قصي عبد المجيد السامرائي ، المناخ والأقاليم المناخية ، دار اليازوري ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٨ ، ص ٤٦٤ .
- ١٥ - ضاري ناصر العجمي ، التغيرات المناخية وتأثيراتها في البيئة ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ٢٠٠٨ ، ١٦٧-١٦٨ .
- ١٦ - جمال كامل العبايجي وعادل مشعان ربيع ، مصدر سابق ، ص ٨٩ .
- ١٧ - علي صاحب الموسوي ، جغرافية الطقس والمناخ ، الطبعة الأولى ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٤ .
- ١٨ - سفيان التل ، الاحتباس الحراري ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ٢٠٠٨ ، ص ٥٣ .
- ١٩ - علي صاحب الموسوي ، جغرافية الطقس والمناخ ، - مصدر سابق ، ص ٩٤ .
- ٢٠ - سفيان التل ، مصدر سابق ، ص ٥٤ .
- ٢١ - احمد مدحت إسلام ، التلوث مشكلة العصر ، عالم المعرفة ، سلسلة كتب يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٩٠ ، ص ٥٥-٥٦ .



- ٢٢ - علي صاحب الموسوي ،التغيرات الطقسية والمناخية وانعكاساتها عالميا ،مصدر سابق ، ص٤٦ .
- ٢٣ جمال كامل العبايجي وعادل مشعان ربيع ، مصدر سابق ، ص٩٨-٩٩ .
- ٢٤ - علي صاحب الموسوي ، جغرافية الطقس والمناخ ،مصدر سابق ،ص٩٩-١٠٠ .
- ٢٥ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، ملخص لواضعي السياسات وملخص فني ، ص٢٢
- ٢٦- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الخاص ل ،ملخص لواضعي السياسات وملخص فني ، ص٢٨-٣٢ .
- ٢٧ - المصدر نفسه ، ص٣٤ .
- ٢٨ - جاري . م . بيرزنسكي ، الأراضي والجودة البيئية ، ترجمة محمد السيد الننة ،المجلس الأعلى للثقافة ، القاهرة ، ٢٠٠٣ ، ص٤٣٧-٤٣٨ .
- ٢٩ -المصدر نفسه ، ص٤٣٩ .
- ٣٠ - [http W.W.W. UN org Arabic Climate Change back ground](http://W.W.W. UN org Arabic Climate Change back ground) -٣١
- إبراهيم عبد الجليل ، ص ١٤٥ .
- ٣٢ - المصدر نفسه ، ص ٤٥-٤٧ .
- ٣٣ - المصدر نفسه ، ص١٤٦-١٤٧ .
- ٣٤ . [http// W.W.W. FAO . 2007 . P6](http://W.W.W. FAO . 2007 . P6) .
- ٣٥ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، تقرير الفريق العامل الثالث ، ٢٠٠١ ، ص٤٣ .
- ٣٦ - إبراهيم عبد الجليل مصدر سابق، ص١٤٥ .
- ٣٧ - المصدر نفسه ، ص١٤٨ .
- ٣٨ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، تقرير الفريق العامل الثالث ، ٢٠٠١ ، ص٤٣ .
- ٣٩ - احمد مدحت إسلام ، التلوث مشكلة العصر، مصدر سابق ، ص٢٤ .
- ٤٠ - إبراهيم عبد الجليل ، مصدر سابق ، ص١٤٣ .
- ٤١ - قسم خدمات الشبكة العالمية ، إدارة شؤون الإعلام ، الأمم المتحدة ، ٢٠٠٧ ، ص٤ .
- ٤٢ - المصدر نفسه ص٤-٥ ..

- ٤٣ - علي صاحب الموسوي ومثنى فاضل الوائلي ، التغيرات المناخية في الغلاف الغازي وتأثيراتها الحيوية على الكائنات الحية ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد ١١ ، جامعة الكوفة ، كلية التربية للبنات ، ٢٠٠٩ ، ص ٩٧ .
- ٤٤ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، تقرير الفريق العامل الثالث ، ٢٠٠١ ، ص ٤٥ .
- ٤٥ - مهندسو المناخ ، مجلة الثقافة العالمية ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، العدد ١٥٣ ، ٢٠٠٩ ، ص ١٠٨ - ١١١ .

### المصادر

- ١ - إبراهيم عبد الجليل ، التغيرات المناخية وقطاع الأعمال الفرص والتحديات ، عالم الفكر، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ٢٠٠٨ .
- ٢ - احمد مدحت إسلام ، التلوث مشكلة العصر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٩٠ .
- ٣ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، ملخص تقرير الفريق العامل الثالث ، ٢٠٠١ .
- ٤ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، ملخص تقرير الفريق العامل الأول ، ٢٠٠١ .
- ٥ - الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ، ملخص لواقعي السياسات وملخص فني .
- ٦ - براين فاغان ، ترجمة مصطفى فهمي ، الصيف الطويل ودور المناخ في تغير الحضارة ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، ٢٠٠٧ .
- ٧ - ثائر شفيق الأمين ، تغير المناخ الخطر القادم ، مجلة البيئة ، العدد ٢٤ ، ٢٠٠٨ .

- ٨ - جمال كامل العبايجي وعادل مشعان ربيع ، الاحتباس الحراري ، الطبعة الأولى ، المجتمع العربي للنشر والتوزيع ، عمان و الأردن ، ٢٠٠٩ .
- ٩ - جاري . م بيرزنسكي وآخرون ، الأراضي والجودة البيئية ، ترجمة محمد السيد الننة ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ٢٠٠٣ .
- ١٠ - رضا عبد الجبار سلمان ، تأثير الإنسان في التغيرات المناخية في العالم ، المؤتمر الجغرافي القطري الثاني ، كلية الآداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٢ .
- ١١ - سبنرج روت ، اكتشاف الاحتباس الحراري الكوني ، ترجمة مركز التعريب والبرمجة ، الطبعة الأولى ، الدار العربية للعلوم ، بيروت ، ٢٠٠٤ .
- ١٢ - سفيان التل ، الاحتباس الحراري ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، مجلد ٣٧ ، ٢٠٠٧ .
- ١٣ - صفاء جاسم الدليمي ، تغير المناخ وأثره في تغير الأنظمة البيئية ، مجلة القادسية للعلوم التربوية ، العدد الأول ، المجلد الثالث ، ٢٠٠٤ .
- ١٤ - ضاري ناصر العجمي ، التغيرات المناخية وأثرها في البيئة ، عالم الفكر ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، مجلد ٣٧ ، ٢٠٠٩ .
- ١٥ - علي صاحب الموسوي ، جغرافية الطقس والمناخ ، الطبعة الأولى ، ٢٠٠٩ .
- ١٦ - علي صاحب الموسوي ، التغيرات الطقسية والمناخية المتوقعة عالميا وانعكاساتها ، مجلة البحوث الجغرافية ، جامعة الكوفة ، كلية التربية للبنات ، العدد الرابع . ٢٠٠٢ .
- ١٧ - علي صاحب الموسوي ومثنى فاضل الوائلي ، مجلة البحوث الجغرافية ، كلية التربية للبنات ، جامعة الكوفة ، العدد ١١ ، ٢٠٠٩ .
- ١٨ - فتحي عبد العزيز أبو راضي ، أسس الجغرافية المناخية والنباتية ، دار النهضة العربية ، بيروت ، ٢٠٠٤ .

- ١٩ - قصي عبد المجيد السامرائي ، جغرافية الطقس والمناخ ، دار اليازوري ، عمان ،الأردن ، ٢٠٠٩ .
- ٢٠ - قصي عبد المجيد السامرائي ، المناخ والأقاليم المناخية ، دار اليازوري ، الأردن ، عمان ، ٢٠٠٩ .
- ٢١ - مهندسو المناخ ، مجلة الثقافة العالمية ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، العدد ١٥٣ ، ٢٠٠٩ .
- ٢٢ - مثنى عبد الرزاق العمر ، تلوث البيئة ، دار الأوائل للطباعة والنشر ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠ .
- ٢٣ - الموقع الالكتروني . 2\4\2007 . W. W . W. Wikipedia . org .
- ٢٤ - الموقع الالكتروني . 3\11\1429 . W . W . W , Serder com ,
- ٢٥ - الموقع الالكتروني . W. W. W , Arabic Climate
- ٢٦ - الموقع الالكتروني . W.W.W , Fao . 2007 .
- ٢٧ - قسم خدمات الشبكة العالمية ، الأمم المتحدة ، إدارة شؤون الإعلام ، ٢٠٠٧ .

### **Abstract**

**M. MRifedAbd AL-Nibe Abraham Sayegh**  
Muthanna University \ College of Education \  
Department of Geography

Scenarios developed by the International Commission on Climate Change to increase in the proportion of carbon dioxide and other greenhouse gases will lead to changes in climate and environmental different in several ways, and in light of these changes emerged of climate change on the political agenda therefore initiated by UNDP with the World to the establishment of the International Panel on Climate Change

To provide policy makers with scientific assertive with regard to climate change and develop advice and options and policy advice and realistic research aims to study global warming and its causes and the most options to reduce or mitigate this phenomenon, has made the study with an introduction and two sections, as well as the results, where addressing the first section the concept of global warming and its causes The most prominent of greenhouse gases blamed for this phenomenon and its implications either the second section will display the most options to mitigate this phenomenon, such as geological storage and ocean storage of carbon dioxide mitigation options

Nitrous oxide, methane, and other options in the areas of energy, agriculture, industry, transport, buildings, forestry and waste as well as for difficult choices in light of experience so far.