الاحترار العالمي : الأسباب والنتائج

أ. د فخري حسن

أستاذ الفيزياء بجامعة الخليل

مقدمة :

إن المقصود بالاحترار العالمي أو الانحباس الحراري (Global Warming) هو ارتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي ومياه البحار والمحيطات عن معدل درجة حرارتها قبل الثورة الصناعية. تعتمد الحياة على الأرض على الطاقة الشمسية والمعروف ان نصف الطاقة الساقطة على الغلاف الجوي يصل لسطح الأرض. تمتص الأرض هذه الطاقة وتعيد إشعاعها على صورة اشعة تحت حمراء أو ما يعرف بالأشعة الحرارية . تمتص بعض غازات الغلاف الجوي(غازات الدفيئة) هذه الطاقة وتعيد إشعاعها نحو الأرض مما يؤدي لإنحباسها في منظومة الأرض وارتفاع درجة الحرارة .

إن وجود غازات الدفيئة (greenhouse gases) في الغلاف الجوي بتراكيز مناسبة كتلك التي سادت قبل سبعينات القرن الماضي هام للحياة على الأرض حيث تقدر درجة حرارتها في الوقت الحاضر بحوالي(15) درجة مئوية ،وبدون هذه الغازات فإن درجة حرارة الأرض تنخفض لحوالي (18) درجة تحت الصفر .أما إذا زاد تركيز هذه الغازات وعلى الخصوص غاز ثاني أكسيد الكربون كثيرا فإن درجة الحرارة سترتفع مما يؤدي لمشاكل وأضرار كثيرة سوف نتحدث عنها لاحقا.

بدأ تركيز هذه الغازات يزداد بصورة ملحوظة خلال سبعينات القرن الماضي وما زال في ارتفاع مستمر .كانت السنوات الأربع الأخيرة أكثر السنوات سخونة في التاريخ الحديث منذ بدأ قياس درجة الحرارة عام 1895. ارتفعت درجة الحرارة حوالي درجة واحدة في العام (2016) مقارنة مع معدلها خلال القرن الماضي. لقد اكدت تقارير صادرة عن الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC) التابعة للأمم المتحدة ووكالة ناسا وإدارة الجو والمحيط الوطنية (الأمريكية) (NOAA) وهيئات أرصاد جوية مختلفة هذه المعلومات .

غازات الدفيئة :

يتكون الغلاف الجوي بصورة أساسية من غازي النيتروجين (78%) والأكسجين(21%) ، ويحوي كذلك كميات قليلة من الأرغون وغيره وجسيمات صغيرة جدا تسمى(aerosols)تعمل على عكس اشعة الشمس خارج الغلاف الجوي .كما يحوي أيضا على كميات قليلة جدا (traces) من غازات الدفيئة وهي غازات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز(أحد أكاسيد النيتروجين) وبخار الماء وغيرها.تمتص غازات الدفيئة بعض اشعة الشمس والأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأرض وتعيد إشعاعها نحو الأرض مما يؤدي لارتفاع في درجة حرارتها.يعتمد تأثير هذه الغازات على تركيزها وعمرها في الغلاف الجوي.يزيد تركيز ثاني أكسيد الكربون بمئات المرات عن تركيز الغازات الأخرى وقد يستمر في الغلاف الجوي لمئات السنين ،ويساهم بالتالي بحوالي(75%) من الاحترار العالمي.كما إن زيادة تركيزه في الغلاف الجوي يؤدي لذوبانه في مياه المحيطات وتغيير كيمياء المياه مما يسبب ضررا كبيرا للحياة البحرية.

تركيز الغاز في الهواء:

تبين الدراسات أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون سجل اكبر مستوى له قبل حوالي (500) مليون عام (في العصر الكامبريني Cambrian) حيث كان التركيز عشرة أضعاف التركيز الحالي.لقد توصل العلماء لذلك بتحليل فقاعات هواء متجمدة من منطقة القطبين.أما تركيز الغاز قبل حوالي(3- 5) مليون عام فقد كانت مشابهة للتركيز الحالي.وتدل الدراسات أيضا ان تركيز الغاز كان خلال ال(800) ألف عام قبل الثورة الصناعية اقل من تركيزه عند بداية الثورة الصناعية حيث كان يساوي (280ppm).

بدأ قياس تركيز الغاز بصورة دقيقة ومتواصلة عام 1958 في محطة (Mauna Loa) في جزيرة هاواي وكان التركيز في ذلك الوقت (316ppm).لوحظ من القياسات زيادة التركيز بصورة مستمرة . فقد سجلت المحطة تركيزا غير مسبوق في العصر الحديث يساوي(400ppm)في مايو(أيار) 2013 ثم ارتفع الى (410ppm) في عام 2018 بزيادة حوالي(2ppm) سنويا . ويتوقع ان يصل التركيز لأكثر من (500ppm) قبل نهاية القرن. إن مثل هذا التركيز سيزيد درجة حرارة ألأرض بحوالي 3 درجات مما يسبب مشاكل خطيرة .يعتقد الخبراء بأن النشاطات البشرية وعلى الخصوص إنتاج الطاقة من الفحم والبترول والصناعة وغيرها هي السبب الرئيس في زيادة تركيز الغاز.لقد تصاعد حوالي(30) بليون طن من الغاز بفعل هذه النشاطات عام 2016 وزادت بحوالي (24%) عام 2018 وهي في تزايد مستمر. لا شك بأن الغاز يتصاعد أيضا بطرق طبيعية ولكن هنالك شبه توازن بين تصاعده وامتصاصه خلال هذه العمليات.

وقعت (200) دولة بمبادرة من الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ عام 2015 اتفاقية باريس لخفض تصاعد الغاز من النشاطات البشرية وذلك للحد من زيادة درجة حرارة الأرض بما لا يزيد عن 1.5 درجة حتى نهاية القرن. وهنالك عدة طرق يمكن من خلالها تحقيق ذلك.

طرق خفض تركيز الغاز:

(1) يساهم إنتاج الطاقة بحوالي(35%) من الغاز المتصاعد ، ويمكن الحد من ذلك بطرق كثيرة، فيمكن مثلا التحول من الفحم(ينتج كل كيلو واط من الطاقة 1.2 كيلوغرام من الغاز) إلي الغاز الطبيعي الذي ينتج نصف هذه الكمية. كما يمكن التحول في المستقبل الى مصادر الطاقة النظيفة مثل مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وكذلك طاقة الاندماج النووي النظيفة والآمنة.

(2) يمكن الحد من تصاعد الغاز من المصانع خاصة مصانع الاسمنت ومصانع البلاستيك التي تساهم بحوالي(21%) منه وذلك باستخدام مرشحات خاصة تمنع تسربه أو مواد كيميائية تمتص الغاز ، حيث يمكن جمع الغاز وتحويله لمصادر طاقة او مواد نافعة.

(3) تساهم وسائل النقل بحوالي (14%) من زيادة تركيز الغاز في الهواء ويمكن خفض النسبة بتطوير المحركات لتصبح أكثر كفاءة في الاحتراق بدلا من التركيز على السرعة كما هو الحال في الوقت الحاضر، إن التحول للسيارات الكهربائية يخفض تصاعد الغاز الى النصف. ويمكن كذلك الاعتماد على المواصلات العامة مثل القطارات والسفن بدلا من الطائرات والعربات الخاصة.

(4)تساهم العمليات الزراعية بحوالي(10%) وقطع أشجار الغابات بحوالي (14%) من غازات الدفيئة خاصة غاز الميثان الذي يتصاعد بكثافة من حظائر الأبقار . يقدر الخبراء بأن حوالي(33) ألف هكتار من الغابات يدمر يوميا.ان الحفاظ على الغابات وزيادة مساحتها سوف يؤدي لخفض الغازات الناتجة عن العمليات الزراعية.

(5) تجري في الوقت الحاضر أبحاث نشطة في كثير من مراكز الأبحاث والجامعات والشركات على محاولة شفط الهواء بمراوح ضخمة ثم فصل ثاني أكسيد الكربون عنه بامتصاصه بواسطة مواد كيميائية . فقد استخدمت شركة كندية محلول مائي من هيدرو أكسيد البوتاسيوم لهذا الغرض بحيث يخرج الهواء خاليا من الغاز، ثم يمكن الحصول على الغاز من خلال تسخين المحلول بالطاقة الشمسية لجمعه والاستفادة منه كما سنرى.كانت هذه العملية في الماضي مكلفة اقتصاديا ولكن تمكن الباحثون من خفض التكلفة في السنوات الأخيرة الى الربع.

(6)يدرس العلماء نشر جسيمات صغيرة جدا أو مواد خاصة في الجو لعكس اشعة الشمس حيث يساعد ذلك على خفض درجة الحرارة. لقد تصاعد حوالي(20) مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكبريت من براكين ثارت نهاية القرن الماضي. تفاعل ثاني أكسيد الكبريت مع بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي وكون طبقة بيضاءلامعة(Bright haze) عكست اشعة الشمس وبينت صور الأقمار الصناعية ذلك. لقد انخفضت درجة الحرارة حوالي (0.8) درجة في الأعوام التالية .

تحويل غاز ثاني أكسيد الكربون لطاقة:

(1) يعمل باحثون من جامعة كور نيل(Cornell) الأمريكية على تحويل الغاز الى مصدر طاقة يمكن استخدامه في المنازل والمصانع والسيارات وغيرها. تستخدم المجموعة الطاقة الشمسية لتحليل الماء والحصول على غاز الهيدروجين الذي يتفاعل مع غاز ثاني أكسيد الكربون في ظروف مناسبة لإنتاج وقود الميثانول. وعند استخدامه في دائرة مغلقة لإنتاج الطاقة فإن غاز ثاني أكسيد الكربون يصدر من العملية حيث يمكن تحويله مرة اخرى لطاقة وهكذا تستمر العملية

. استخدمت مجموعة اخرى من جامعة بنسلفانيا الأفكار السابقة لتحويل الغاز الى الميثان باستخدام أنابيب نانومترية من أكسيد التيتانيوم و منشط تفاعل. ويعطي الميثان أيضا عند احتراقه غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن تحويله لطاقة خلال دائرة مغلقة .

ابتكر باحثون من جامعة (Massachusetts Lowell) طريقة اقتصادية لإنتاج غاز الهيدروجين من الماء وثاني أكسيد الكربون والكوبالت ويتم مزج الهيدروجين في خلية وقود بالأكسجين الذي يمكن الحصول عليه من الهواء لإنتاج الكهرباء التي يمكن استخدامها لعمل لجميع أنواع السيارات الكهربائية بما فيها الشاحنات والحافلات . لا تحتاج هذه الطريقة الجديدة لتخزين الهيدروجين الذي قد يشتعل ولا ينتج عنها أي مواد ضارة او ملوثة للبيئة وينتج عنها بخار ماء فقط .

(2) استخدم باحثون من معهد(MIT)أنابيب نانومترية من أكسيد النحاس مع منشط تفاعل لاختزال غاز ثاني أكسيد الكربون وتحويله الى غاز أول أكسيد الكربون الذي يمكن استخدامه في الصناعة او تحويله لمصدر طاقة مناسب .لقد حصل الباحثون على كفاءة (13.4%) للطاقة الناتجة .

(3) يعمل الباحثون على محاكاة عملية التمثيل الضوئي في النباتات حيث يحول الغاز مع الماء بوجود اشعة الشمس الى طاقة كيميائية. يتم في البداية استخدام الطاقة الشمسية لتحليل الماء ويمزج غاز الهيدروجين الناتج مع غاز ثاني أكسيد الكربون بوجود نوع معين من بكتيريا التربة . ينتج عن عملية التفاعل مصدر سائل (كحول)لإنتاج الطاقة .

تحويل الغاز الى مادة سائلة أو صلبة:

يحاول باحثون من الجامعات والشركات الكبرى سحب ثاني أكسيد الكربون من الجو وتحويله لمادة سائلة أو صلبة(Carbon sequestration)، تتم معظم هذه العمليات تحت درجة حرارة عالية جدا مما يشكل ضرر كبير للبيئة، كما إن هذه العمليات غير اقتصادية لعدم القدرة على استخدام المواد الناتجة.أنفقت شركة شل(SHELL) العملاقة بلايين الدولارات على مثل هذه العمليات دون أن تحقق نتائج مرضية.

حقق باحثون من جامعة(RMIT) في مدينة ملبورن الاسترالية بتعاون مع جامعات في ألمانيا والصين والولايات المنددة الأمريكية اختراق تقني في هذا المجال. تمكن الباحثون من تحويل الغاز الى مادة صلبة من الفحم بالتحليل الكهروكيميائي (electrochemical)في درجة حرارة الغرفة. استخدم الفريق الكتروليت(electrolyte) مع مجموعة من المعادن السائلة كمنشط للتفاعل يعمل على تغيير الخواص السطحية للمحلول ، وعند مزج الغاز في المحلول ومرور تيار كهربائي فإن صفائح الكربون تترسب أسفل المحلول .إن صفائح الكربون الناتجة ذات خواص كهربائية يمكن استخدامها في الصناعات الالكترونية مثل المكثفات والبطاريات وغيرها. تحول هذه الطريقة الواعدة غاز ثاني أكسيد الكربون الى فحم وهي بحاجة لمزيد من البحث والتطوير للتطبيق العملي في المصانع.

يعمل باحثون من معهد(MIT) في الولايات المتحدة الأمريكية على استخدام الغاز لإنتاج كربونات صلبة يمكن استخدامها في عمليات البناء المختلفة .تحاكي هذه العملية عملية بناء القواقع والأصداف الصلبة التي تقوم بها بعض الأحياء البحرية

الآثار السلبية لارتفاع تركيز الغاز:

(1) ارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات: من الواضح أن الاحترار العالمي يؤدي لتسارع ذوبان الجليد في المناطق الباردة مثل منطقة القطبين وجرين لاند وكندا وشمال أمريكا وأوروبا. لقد تسارع ذوبان كتل الجليد الضخمة(glaciers)وجبال الجليد(ice- berg) والمسطحات الجليدية المتجمدة(ice-sheets) وزاد الذوبان بأكثر من عشرة إضعاف السنوات الماضية.لقد ارتفع مستوى المياه عن مستواه قبل الثورة الصناعية(حوالي عام 1880) بحوالي 20.3 سنتمترا.، ويزيد الارتفاع على الأقل بحوالي 2.3 مليمترا سنويا. إذا استمر الارتفاع على هذا النحو فإنه قد يصل لحوالي المتر مع نهاية هذا القرن مما يؤدي لغرق كثير من المدن الساحلية.لقد أعلن رئيس بلدية نيويورك عن خطة لحماية مانهاتن من الغرق بتكلفة (10) بليون دولار. يهدد ارتفاع مستوى مياه البحر حياة حوالي (40) مليون نسمة من سكان الهند خلال العقود القادمة .كما ان ذوبان كتل الجليد الضخمة وضياع مياهها العذبة في المحيطات سيؤدي لنقص في مياه الشرب حيث تحوي هذه الكتل حوالي(75%) من مخزون المياه العذبة الصالحة للشرب .

(2) يؤدي الاحترار العالمي لزيادة شدة العواصف والأعاصير مما يسبب فيضانات خطيرة في مناطق مختلفة من العالم. كما يسبب أيضا وعلى النقيض من ذلك جفاف وقحط شديد في مناطق اخرى. لقد شاهدنا خلال العامين الماضيين أعاصير شديدة وأمطار غزيرة جدا في فترات قصيرة أدت لكوارث كثيرة ، ويتوقع ان يستمر ويشتد ذلك في السنوات القادمة.

(3)إن ارتفاع درجة الحرارة في منطقة خط الاستواء سوف يؤدي لهجرة الطيور والحشرات وغيرها نحو الشمال والجنوب حيث الرطوبة والبرودة . ستترك هذه الهجرة أثرا كبيرا على البيئة وقد تؤدي لانقراض كثير منها .

(4) سيتناقص إنتاج المحاصيل الزراعية مثل القمح والأرز والذرة وغيرها بسبب الاحترار العالي ونقص الرطوبة. يقدر الخبراء ان إنتاج تايلاند (وهي اكبر مصدر للأرز) سينقص بحوالي الربع خلال السنوات القادمة ، كما ان ثلث نباتات السافانا في أفريقيا ستنقرض خلال بضع عقود. إن ارتفاع درجة الحرارة سيؤدي أيضا لتشويش دورة الحياة بالنسبة للنباتات التي بدأت تنتج الأوراق مبكرا في الربيع ويتأخر سقوطها في الخريف وتسقط أحيانا في فصل الشتاء .

(5) تحمض مياه المحيطات : إن الماء النقي متعادل من حيث الحمضية والقلوية، أما مياه المحيطات فهي قلوية بسبب الأملاح الذائبة فيها مما يساعد على ازدهار الحياة البحرية . إن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء سيزيد ذوبانه في مياه المحيطات ويقدر الخبراء ان حوالي ثلث كمية الغاز تذوب في المياه. يتفاعل الغاز مع المياه وينتج عن التفاعل أحماض ضعيفة تتفكك منتجة غاز الهيدروجين الذي يزيح الحمضية. لقد زادت حمضية المياه بحوالي(30%) منذ الثورة الصناعية. إن التفاعلات الكيميائية في المياه الحمضية تسبب نقصان ايون الكربونات الذي تستخدمه الأحياء البحرية في عمل هياكلها العظمية وأصدافها وقواقعها. ان زيادة حمضية مياه المحيطات ستجعل الشعب المرجانية في المستقبل نادرة الحدوث . ان بعض الأحياء البحرية بدأت تنقرض بسبب الحموضة بسرعة اكبر من السابق . لقد بينت دراسة حديثة(أكتوبر 2018) تأثير مياه المحيط الحمضية على أرضية أو قعر المحيط(ocean floor) التي تتكون من كربونات الكالسيوم التي بدأت تذوب سريعا مما أدى لذوبان نصف أرضية المحيط الأطلسي المقابل لقارة أوروبا.

إن هذه التأثيرات حديثة العهد وهي مجال أبحاث كثيرة في الوقت الحاضر .