

## ما دور الحوادث والتجارب وخزن النفايات والمفاعلات النووية في تغير المناخ؟

بالتزامن مع طرح مشكلة تغير المناخ على المستوى الدولي والعالمي، ومع تحميل غاز ثاني اوكسيد الكربون المنبعث من استهلاك الوقود الاحفوري (لتوليد الطاقة) المسؤولية الأكبر عن تغير المناخ... تحرك اللوبي النووي العالمي لإعادة تسويق الطاقة النووية، كطاقة بديلة وصديقة غير مؤثرة على تغير المناخ. وقد استغل اللوبي النووي المسألة المستجدة وتقارير خبراء الأمم المتحدة التي تركز على استهلاك الطاقة الاحفورية كمسبب رئيسي لانبعاثات غازات الدفيئة لإعادة الاعتبار للطاقة النووية، بعد ان كانت قد تعرضت لانتقادات حادة في الدول المتقدمة جراء الحوادث التي نجمت عن التجارب النووية او عن انفجار مفاعلات وتسرب إشعاعي خطير، او عن مشكلة كيفية التخلص من النفايات النووية ودفنها في أماكن آمنة وبأكلاف معقولة... ما جعل هذه التقنية في غاية الخطورة وغير مقبولة شعبيًا في كل أنحاء العالم تقريبًا .

وقد لوحظ في الفترة الأخيرة نشاط أعضاء النادي النووي بشكل لافت في المؤتمرات الدولية السنوية التي تنظمها الامم المتحدة، ولا سيما مؤخرًا، للبحث في كيفية تطبيق بروتوكول كيوتو، وقد خصص الاجتماع ما قبل الأخير (في كوبنهاغن) الذي عقد في بوزنان في بولندا، لمحاولة إقناع هذه الدولة في أوروبا الشرقية التي لا تزال تعتمد اعتمادًا رئيسيًا على الفحم الحجري لإنتاج الطاقة، لمحاولة إقناعها باستبدال هذه التقنية بمحطات تعمل على الطاقة النووية، وقد بذل الرئيس الفرنسي جهدًا استثنائيًا وشبه علني لمحاولة إقناع المسؤولين البولنديين بضرورة اعتماد التقنيات النووية لتوليد الطاقة بدل تلك التي تعتمد الفحم الحجري .

كما تحركت مؤخرًا الدول الأعضاء في النادي النووي باتجاه المنطقة العربية، ولا سيما في بلدان الخليج العربي ومصر والأردن لإعادة تسويق هذه التقنية. وقد عقد مؤتمر دولي مؤخرًا في عمان للبحث في الموضوع، كما زار «وقد استطلاع نووي» بعض البرلمانيين اللبنانيين لاستطلاع رأيهم في إمكانية ان يشتري لبنان طاقة من الأردن اذا ما تم إنشاء مفاعلات هناك، نظرًا لوجود كميات لا بأس بها من اليورانيوم في الأردن ولوجود نية كبيرة لتسويق هذه التقنية في المنطقة .

ولعل الخطوة الأبرز كانت مع قرار الحكومة المصرية الأسبوع الماضي للبدء في بناء أول محطة للطاقة النووية على ساحل البحر المتوسط الذي أعلن عنه الرئيس المصري حسني مبارك. وتسعى العديد من دول المنطقة إلى تطوير قدرتها لتوليد هذه الطاقة القذرة والمكلفة والخطرة، وهو أمر اعتبرت غرينبيس في بيان لها أمس أنه يشكل تهديدًا للمنطقة بأسرها، إذ تقوض الطاقة النووية جهود إنقاذ المناخ وتغلق الباب أمام الاستثمار في موارد الطاقة المتجددة اللازمة للحد من انبعاثات الكربون. وقد تم اعتبار الطاقة النووية بمثابة «الإرث القاتل من القرن العشرين». وتصح تسمية «الارث القاتل» على الطاقة النووية، ليس لكونها طاقة خطيرة على البيئة والصحة العامة ومكلفة على الاقتصاد ولا في استعمالاتها المسماة تسويقًا «سلمية»، بل لكونها قد تتسبب في زيادة النزاعات بواسطتها أو حولها في المنطقة. فهذه الطاقة قد تحولت اداة سيطرة واستقواء عند الدول المسماة «كبرى»، والى «قوة إرهاب» عند المجموعات الاضعف التي تشعر بان هناك من يريد إضعافها واستغلالها. وقد انتقلت هذه القوة النووية في الفترة الاخيرة من «قوة ردع»، باعتبارها ضمانًا متناقضة للسلام (كما كانت الحال زمن الاتحاد السوفياتي)، الى إمكانيات لقوة مواجهة او ممانعة. وهذا ما يعيد طرح الاسئلة حول الجدوى وحول مسؤولية الاكبر على استيعاب الاضعف، ولا سيما عندما يتعلق الامر بتغييرات مناخية خطيرة قد تهدد شروط الحياة على الكوكب .

لقد خفت الحماسة على الطاقة النووية بعد الكثير من الحوادث التي حصلت، حتى جاء من يعيد إحياء هذه التقنية الخطرة بعد تفاعل قضية تغير المناخ عالمياً، كونها البديل الأفضل. فما مدى صحة هذا الزعم؟

الاستاذ الجامعي الدكتور علي قعفراني يخص «السفير» بجزء من دراسة غير منشورة حول المسكوت عنه من تأثيرات التقنيات النووية على تغير المناخ .

### حبيب معلوف

### الحوادث النووية المعلنة

لماذا يتجاهل العالم فرضية الدور الذي تلعبه التقنية النووية في إحداث تقلبات في مناخ الأرض، خاصة بعد الحوادث الكبرى التي حصلت في المفاعلات النووية (حادثة مفاعل ويندسيكل في المملكة المتحدة بتاريخ ١٠/٨/١٩٥٧، وحادثة مفاعل تري ماييل ايلاند في الولايات المتحدة الاميركية بتاريخ ٢٨/٣/١٩٧٩، وحادثة مفاعل تشير نويل في الاتحاد السوفياتي (سابقاً) بتاريخ ٢٦/٤/١٩٨٦) ... إضافة الى عشرات الحوادث الصغيرة والمتوسطة التي لم يعلن عنها، مع العلم ان الحوادث التي اعلن عنها كان لا مفر من إعلانها؟!

الى جانب التجارب النووية التي بلغت ١٩٠٠ تجربة نووية تجريبية أجرتها ما يعرف بدول النادي النووي حتى العام ١٩٨٦، حيث ان الطاقة النووية الناتجة من الانشطار هي واحدة من مجموعة نواتج تسمى نواتج الانشطار النووي، والإشعاعات المؤينة التي لها القدرة على فصل الالكترونات من محيط الذرة الخارجي أو من أي مدار للذرة وبالتالي تأيين جزئيات أو ذرات المواد التي تمر خلالها وتبدأ من الأشعة فوق البنفسجية، ثم إشعاعات جاما، فالاشعة الكونية التي تصل الى الارض من الفضاء الخارجي وتتكون من ٨٥% من البروتونات و ١٤% من اشعة (الفا) وتتميز هذه الاشعة بالانهمار بصورة متجانسة وهي تملأ جو الارض في الارتفاعات التي تزيد عن ٢٥ كلم حيث تصطدم مع قوى ذرات العناصر المكونة للغلاف الجوي. ينتج من ذلك أشعة ثانوية فتتكون من بوزترونات والكترونات ونيوترونات هذا وعلى ارتفاع ١٥ كلم تكون الأشعة الكونية قد تحولت الى بوزترونات والكترونات وفوتونات التي تتأثر بالتفجيرات النووية التجريبية وبنواتجها الانشطارية التي قد تصل الى طبقة الستراتوسفير بعد قطعها طبقة التروبوسفير وذلك حسب قدرة التفجير النووي .

### نواتج التفجيرات النووية

تتفاعل نواتج الانشطار النووي مع المادة الموجودة في الغلاف الجوي محدثة للبعض منها تأين. والاشعاعات المؤينة نوعان: إشعاعات جسيمية عبارة عن أجزاء من الذرة منطلقة في الفضاء بسرعات مختلفة منها جسيمات الفا، وجسيمات بيتا، والنيوترونات. وإشعاعات كهرومغناطيسية مثل أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية والأشعة الكونية التي معظمها من الجسيمات المشحونة وعند دخول جسيما مشحونا مجالاً مغناطيسياً، كمجال الارض ينحرف عن مساره المستقيم ويأخذ مساراً دائرياً، وبسبب اختلاف شدة المجال المغناطيسي للارض فإن مسار الجسيم يأخذ الشكل اللولبي مؤدياً الى حصر الجسيمات في منطقة محيطة بالكرة الارضية تشبه الحزام، وقد زادت كثافة هذه الاشعة النووية الكونية عن بعد يتراوح بين 1000 و ٧٠٠٠ كلم القريب الى سطح الارض والتي يتكون معظمه من بروتونات ذات طاقة ٣٠ مليون الكترون فولت. أما النطاق الخارجي الذي يقع على الكترونات ذات طاقة بضعة مليون الكترون فولت، وتغذي الانطقة بالاشعة الكونية المنهمرة بصورة مستمرة وتسرب منها كميات الى الارض بسبب تغير شدة المجال المغناطيسي للأرض. إلا ان المفاجئ هو زيادة كثافة هذه الاشعة في الانطقة بسبب التجارب النووية التجريبية فوق سطح الارض، الذي توزع طوبوغرافياً الى ثلاثة انواع، هي المحلي والتروبوسفيري والستراتوسفيري. ان نواتج التفجيرات النووية التجريبية تستقر بحسب كبر قطرها. فالتى بقطر حوالى عشرين مايكرومتراً، تستقر على ارتفاع ١٦٠

كيلومتراً فوق سطح الأرض. أما في طبقة التروبوسفير فتستقر النواتج الأصغر ذات قطر بضعة مايكرومتر. تختلط هذه النواتج مع الهواء في الغلاف الجوي وتتفاعل معه مما يؤدي إلى تغيرات مناخية حصلت بعد حادثة تشيرنوبل إذ استمرت التقلبات المناخية حوالي عشر سنوات لأن النشاط الإشعاعي يضمنل مع الزمن. لكن بعض نواتج الانشطار النووي يمكن ان تستمر مئة سنة لكي يضعف نشاطها، تفجير نووي صغير (١٥ كيلو طن)، ترتفع نواتجه الانشطارية إلى ارتفاع يصل إلى نهاية طبقة التروبوسفير، أما التفجير النووي التجريبي بقدره (ميغا طن)، ترتفع نواتجه الانشطارية على شكل غيمة إلى طبقة الستراتوسفير حيث تبقى المواد المشعة تدور حول الأرض لمدة قد تتراوح عشر سنوات، وقد تحدث تأثيرات كبيرة على الأشعة الكونية المقبلة من الفضاء الخارجي وعلى مكونات طبقة الستراتوسفير وهذا بدوره يؤدي إلى تغيرات مناخية .

### تجارب الدول النووية

أما التجارب النووية التجريبية تحت سطح الأرض فتحدث تلوثاً إشعاعياً، في منطقة التفجير إلا ان نسبة التسرب الإشعاعي لا تتجاوز ٣٥%. أحاطت الولايات المتحدة الأميركية بعض تجاربها النووية بالسرية حتى عن حلفائها، حيث أجرت أكبر عدد من التفجيرات بلغ ٤٨% من مجموع عدد التفجيرات النووية في العالم. أما مجموع عدد التجارب النووية التي أجرتها أميركا بين العام 1945 والعام ١٩٨٩ فقد بلغ ٩٤٢ تجربة. أما الاتحاد السوفياتي السابق فقد أجرى ٧١٣ تجربة، بريطانيا ٤١ تجربة، فرنسا ١٨١ تجربة، الصين ٣٤ تجربة، الهند تجربتين... وهكذا يبلغ عدد التجارب النووية فوق سطح الأرض وتحت ما مجموعه ١٩٠٠ تجربة معلنة من العام ١٩٤٥ حتى العام ١٩٨٩، أي بمعدل تجربة نووية كل أسبوع. كما ان القدرة الكلية لهذه التفجيرات النووية كلها تصل إلى أربعين الف مرة أكبر من تفجير هيروشيما !

ان الدراسات العلمية تؤكد أن دول النادي النووي، أي الولايات المتحدة الاميركية والاتحاد السوفياتي السابق والصين، هي من ساهم وأثقل النصف الشمالي من الكرة الأرضية بتلويث غلافه الجوي، أما النصف الجنوبي للكرة الأرضية فتولت تلويثه فرنسا وبريطانيا. وشكلت استراليا مختبراً للتجارب النووية البريطانية حيث أجرت مئات التجارب النووية، أهمها ثلاثون تجربة احتوت على البلوتونيوم (٢٣٩) مسببة أسوأ حالات التلوث، كما استخدمت فرنسا أراضي الجزائر لتجاربها النووية .

في الفترة بين عامي 1945 و١٩٩٦ نفذت القوى النووية (الولايات المتحدة، الاتحاد السوفياتي، بريطانيا، فرنسا والصين) ٢٠٤٥ تجربة تفجير نووية، أي بمعدل انفجار نووي واحد كل تسعة أيام .

كانت التفجيرات تتم في البحر على عمق ٦٠ متراً وتحت الأرض على عمق ٢٤٠ متراً تحت السطح. وفي الجو وصلت إلى ارتفاعات مختلفة في الفضاء، وهذا أدى إلى إثقال الغلاف الجوي للأرض بطبقاته المختلفة حتى ارتفاع ٤٨٠ كيلومتراً بنواتج الانشطارات النووية .

### أماكن التفجيرات النووية

تصنف التفجيرات النووية إلى أربعة أنواع حسب موقع التفجير: ١ - تفجيرات قرب سطح الأرض. ٢ - التفجيرات الجوية التي تمتد إلى بعد عشرة كيلومترات عن سطح الأرض . ٣- التفجيرات تحت سطح الأرض أو تحت الماء. ٤ - التفجيرات الفضائية وهي تكون خارج منطقة التروبوسفير أي على ارتفاعات أعلى. هذه التفجيرات هي الأسوأ التي تؤثر نواتجها الانشطارية على الأشعة الكونية القادمة من الكون. وهذه الأشعة تساهم في تشكيل طبقة الأوزون إذ ان الأشعة فوق البنفسجية هي التي تساهم في تشكيل الأوزون في طبقة الستراتوسفير وان أي تأثير على هذه الأشعة سيؤدي إلى خلل في طبقة الأوزون، وان نواتج الانشطار النووي عامل أساسي في إحداث خلل في هذه الطبقة مع عوامل أخرى كالكلوروفلورو كربونات وغيرها من الغازات التي ينفثها الانسان

في الغلاف الجوي. كما أن نواتج الانشطارات النووية تؤثر في مكونات طبقة الستراتوسفير وتحدث بها اختلالات معينة، مما يؤثر على التقلبات المناخية على سطح الأرض. كما تؤدي التفجيرات النووية في جو طبقة التروبوسفير وعلى ارتفاعات مختلفة، إلى «المنساقط النووي» الذي يعقب التفجير، والذي يستمر من أسابيع إلى سنوات عديدة حسب ارتفاع التفجير وقوته، مما يؤدي إلى التأثير الكبير على الظروف المناخية. بالإضافة إلى ذلك ينطلق خلال الدقيقة الأولى بعد الانفجار «الاشعاع النووي الأولي» وهو يتألف من نيوترونات وأشعة جاما. تبعث النيوترونات وإشعاعات جاما من الكرة النارية بصورة فورية تقريباً. أما بقية إشعاعات جاما، فتنتقل من سحابة هائلة تشبه الفطر من المواد المشعة التي يكونها الانفجار.

مشكلة النفايات النووية

تصنف النفايات النووية المشعة حسب نشاطها الإشعاعي إلى ثلاثة أنواع: النفايات الواطئة المستوى، النفايات العالية المستوى، ونفايات ما بعد اليورانيوم. تتشابه النفايات الواطئة المستوى والعالية المستوى بنوعية الإشعاع المنبعث منها وهي أشعة بيتا وأشعة جاما وتختلف في شدة تركيز النشاط الإشعاعي. أما نفايات ما بعد اليورانيوم فهي تبعث أشعة الفا ذات عمر نصف طويل مما يتطلب أسلوباً خاصاً للتعامل معها وتخزينها. إن معدل نشاط النفايات الواطئة المستوى يقل معدل نشاطها الإشعاعي عن 1.3 تيرا بيكورييل للمتر المكعب (أي الف بليون بيكورييل م<sup>3</sup>). أما نفايات العالية المستوى فيتراوح نشاطها الإشعاعي بين ١ و ١,٥ بيكورييل للتر الواحد (أي ١٠٠ - ١٥٠٠ كوري للغالون الواحد) وهو سائل، وأن الخطورة فيه لأنه يصاحب هذا النشاط الإشعاعي العالي إنتاج طاقة حرارية عالية. أما نفايات ما بعد اليورانيوم، فمعدل نشاطها الإشعاعي هو ٣٧٠ بيكورييل للغرام الواحد. إنه لمن المؤسف أن عملية إنتاج النفايات عالية المستوى وما بعد اليورانيوم أسهل بكثير من عملية التخلص منها.

إن الاحتفاظ بالنفايات المشعة شكل مشكلة كبيرة لدول النادي النووي، هناك خزن فوق سطح الأرض، وتحت سطح الأرض وفي أعماق المحيطات ولن نتطرق لكيفية تخزينها لأنها ليست موضوع اهتمامنا، بل سنتطرق إلى عمليات الخزن للنفايات النووية في القطب الشمالي والجنوبي وكما ذكرنا بأن هذه النفايات تولد درجة حرارة عالية وممكن أن تكون هي المساهمة في عملية إذابة الجليد في الأقطاب.

دفن النفايات النووية

نصت اتفاقية لندن لعام ١٩٧٢ على عدم رمي النفايات المشعة العالية المستوى في المياه الدولية، لكن هذه المعاهدة لم تحرم رمي النفايات الواطئة المستوى والمتوسطة. والمؤسف أن أكثر الدول التي مارست هذه الطريقة هي بريطانيا واليابان. فبريطانيا ترمي كميات كبيرة من نفاياتها، في البحر الأيرلندي، إذ رمت بين عامي ١٩٥٠ و١٩٦٣ حوالي ١٥٣٠٠ طن من النفايات المشعة التي تحتوي على ١٤,١٤ تيرا بيكورييل من مصادر أشعة الفا و٤١,١٢ تيرا بيكورييل من مصادر أشعة بيتا وغاما. أما كميات النفايات المشعة التي دفنت بين عامي 1949 و١٩٨٢ في مواقع متعددة من شمال شرق المحيط الأطلنسي فقد وصلت إلى ٧٣٥٢٠ طناً معبأة في ١٤٩٦٢٧ علبة (مع الإشارة إلى أن الوقود النووي المستهلك هو ١٥ ألف طن). وقد تم التقليل من المواقع لدفن هذا النوع من النفايات في العالم بعد ذلك، بسبب معارضة الناشطين البيئيين في العالم لما تحدثه من خلل وتلوث للبيئة البحرية.

### الخزن في أقطاب الكرة الأرضية

إن أحد الحلول العالمية الذي نوقشت هي رمي النفايات الساخنة والتي تولد طاقة حرارية هائلة في أقطاب الكرة الأرضية، إذ إن هذه الفكرة لا تتطلب تقنية عالية فالمنطقة معزولة جغرافياً وتوفر عزلاً طويلاً للامد حيث إن النفايات بسبب حرارتها سيحفر لها خندق في الجليد يصل إلى الطبقة الصخرية والتي تقع على عمق ٤٠٠٠ متر تحت الجليد. إلا

انه غير مسموح دوليا حتى الآن تخزين النفايات في الاقطاب .  
ولكن تشير معظم الفرضيات الى انه كما تحصل تجارب نووية سرية فإن رمي النفايات النووية لا يخضع لأي اعتبارات دولية او إنسانية، لأن ما يحصل اليوم في الاقطاب الشمالية والجنوبية للكرة الارضية يدل على ان التغيرات الحاصلة لطبقة الجليد يعود الى فرضية تخزين النفايات في الجليد، وقد تؤدي الحرارة الناتجة من خزن النفايات النووية بين الجليد والطبقة الصخرية الى زيادة كمية المياه بين الطبقة الصخرية وطبقة الجليد، مما يتسبب في انهيارات جليدية. وان المتهم الاول للانهيارات الجليدية ولزحف الجليد هو وجود مياه بين طبقة الجليد والطبقة الصخرية، مما يسبب انزلاقات جليدية. من هنا أصبحت فرضية رمي النفايات النووية وخزنها واقعا وموضوع نقاش في دول النادي النووي الذين أرادوا التخزين في أقطاب الكرة الارضية في مناطق غير مأهولة في السكان. لكنهم على ما يبدو لم يأخذوا بعين الاعتبار ارتفاع درجة حرارة النفايات النووية وتأثيرها على طبقة الجليد الفاصلة بين الجليد والطبقة الصخرية المقترح التخزين فيها على عمق ٤٠٠٠ م.

### محطات الطاقة النووية

ان معرفة مستويات القذف الحراري الناتج من توليد الطاقة الكهربائية من جميع أنواع المحطات (الحرارية والنووية) ترشدنا الى أن القذف الحراري يحدث تغيرات رئيسية في البيئة (الطقس، الحرارة، الرياح، الرطوبة... الخ). وقد دلت الحسابات على ان اعلى قدرة للمحطات الكهربائية يجب ألا تتعدى (١٠٩) ميغاواط حراري، وعندما تصل قدرات المحطات الكهربائية في العالم بحدود ٤ ، ٢ × ١٠٨ ميغاواط حراري، وهذا يؤدي الى رفع درجة حرارة الارض (٤,٠) درجة مئوية. ان الطاقة النووية تؤدي دورا متميزا في انتاج الطاقة الكهربائية وان النسبة المئوية التي تشكلها الطاقة النووية من مجموع الطاقات الاخرى المستهلكة في عشرين دولة تعتمد انتاج الطاقة الكهربائية بواسطة المحطات النووية باتت كبيرة وخطرة. تأتي في الصدارة فرنسا كون ٧٠% من استهلاكها للطاقة الكهربائية يأتي من المفاعلات النووية (لديها ٦٣ مفاعلا)، بلجيكا ٦٧% وعدد مفاعلاتها (١٠)، السويد ٦٥% وعدد مفاعلاتها (١٢)، كوريا الجنوبية ٤٤% وعدد مفاعلاتها (١٢)، الولايات المتحدة الاميركية لديها ١١٩ مفاعلا، الاتحاد السوفياتي السابق لديه ٨٥ مفاعلا، تايوان (٤٤%)، اليابان (٢٥%)، تشيكوسلوفاكيا (٢١%)، بريطانيا وهنغاريا (١٨%)، الى جانب كل من المانيا الشرقية، الأرجنتين، افريقيا الجنوبية.. وهذه المحطات انجزت حتى العام ١٩٨٦. بينما الآن نرى أن محطات الطاقة النووية في العالم تزداد وان مجموع قدراتها قد تزداد ما دامت دول النادي النووي تعتمد أساسا على الطاقة النووية من أجل إنتاج الكهرباء. وتنتج المحطات النووية تأثيرات إشعاعية، وتأثيرات حرارية، تؤثر الاولى مباشرة على الانسان والحيوان والنبات والهواء والغذاء، بينما تؤثر الحرارة مباشرة على البيئة، ومن المعروف ان جميع المحطات التي تولد الطاقة تسبب تلوثا حراريا، حيث ان جزءا بسيطا فقط من الطاقة الحرارية يتحول الى طاقة كهربائية، فيما يتبدد الباقي في البيئة بنسبة كبيرة مقدارها (٦٠%). للمحطات النووية تأثير مضاعف، فمن أجل انتاج ١٠٠٠ ميغاواط من الطاقة الكهربائية في المحطات النووية، يتطلب تلوثا حراريا تصل قيمته الى ٢٠٠٠ ميغاواط حراري، اذ ان التلوث الحراري التي تحدته المحطات النووية أعلى بكثير من التلوث الذي تحدته المحطات الحرارية وهذا بسبب أسلوب التبريد المنتج في المحطات النووية. يتم إنشاء المحطات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية بالقرب من الانهار والبحيرات حيث يتم استعمال المياه في تبريد المحطة، وقد ترتفع درجة حرارة المياه من ٦ درجات الى ١٦ درجة مئوية، ثم تلقى المياه ثانية في مصدر المياه. وتستهلك المحطة النووية التي تستخدم مفاعلات الماء الخفيف المتوسط ٥٠ مترا مكعبا في الثانية لكل جيغاواط كهربائي، وقد وجد ان القذف الحراري الناتج من محطات توليد الطاقة الكهربائية يؤدي الى سخ الحرارة في البيئة، مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة الأرض، وهذا أمر في غاية الصعوبة والتعقيد .

يحصل تداخل العوامل والمؤثرات الحرارية الأخرى في الغلاف الجوي من مسببات أخرى تؤدي لرفع درجة حرارة الأرض وهذه عوامل متداخلة ومؤثرات متعددة، واعتمادا على ما سبق، يمكننا نظريا تحديد قدرات محطات الطاقة النووية في المستقبل حيث ان أكبر قدر مسموح به لمثل تلك المحطات، يجب ان لا يتجاوز مستوى القذف الحراري (٥٠ واط / متر مربع) في المنطقة المحيطة .

### **مسؤولية الدول الكبرى الملوثة**

وتبقى الاسئلة الملحة عن ظاهرة الاحتباس الحراري محيرة، لماذا استغرقت بحوث العلماء كل هذا الوقت الطويل (اكثر من ٥٠ عاما)؟ هل اتجه العلماء الى الطريق الخاطئ، وتاهوا عن الطريق الأسهل؟ هل ان محاولة العلماء كانت متأخرة؟ ومتى سيظهر العبقرى الذي سيجد الحل؟ هل يمكن الثقة بالعلماء، اذا كان بينهم من تعميمه الرغبة في الشهرة والمال عن تقصي الحقيقة؟ لماذا لم تتكلم أي دراسة عن تأثير التفجيرات النووية التجريبية على الغلاف الجوي للأرض، وعن خزن النفايات النووية في الكرة الأرضية؟ هل العلم خاضع للتسييس؟

متى تقوم هذه الدول الكبرى الملوثة بحشد السياسات البيئية، وكل قدراتها في مسار موحد لحماية البيئة من الكوارث التي تتفاقم، من تلوث في الهواء والمياه والتربة؟ متى تستيقظ الدول الفاعلة والمؤثرة في القرار لاتخاذ خطوات تنفيذية جريئة وفورية، بعيدا عن أي مؤثرات سياسية او اقتصادية، ولا سيما تأثيرات مصالح الشركات الكبرى؟ في السنوات السابقة لم يتم التعاطي مع قضية البيئة جديا وحتى مؤتمر كوبنهاغن الاخير. برزت عدم جدية دول القرار التي تتحمل المسؤولية الاساسية والمباشرة للمشكلة البيئية التي تعانيها الأرض. ان ارتفاع درجة حرارة الأرض سيؤدي الى ان يفرغ الغلاف الجوي كل طاقته الحرارية من خلال زيادة عدد الاعاصير والعواصف التي ستضرب محدثة نتائج كارثية خاصة في الولايات المتحدة الاميركية التي من المتوقع ان تضربها الاعاصير لهذا العام ابتداء من نهاية آب وحتى نهاية كانون الثاني. أما الاعاصير المتوقع ان تحدث اضرار ايضا مادية وبشرية في كل من الصين والهند وبنغلادش وشرق الصين الى جانب الشاطئ الغربي لبريطانيا بصورة لم يسبق لها مثيل وسوف تستمر هذه الاعاصير لتحدث نوعا من التوازن بعد ان يفرغ الغلاف الجوي طاقته الحرارية اذ ان الأرض تتكفل بالاشرفاء على كل العمليات الطبيعية، الكيميائية والفيزيائية التي تحفظ كوكبنا بصحة جيدة، وهي التي تعمل على توازن عناصرها، فإذا ارتفعت درجة حرارة الأرض كما يتوقع فسيؤدي هذا الى استمرار العواصف والاعاصير والى المزيد من انصهار الجليد الذي سيؤدي حتما الى غرق جزء من اليابسة حتى تصل الطبيعة الى حد توازنها التي تسترد بها عافيتها، اذا كانت نقطة التوازن في السابق هي فناء الديناصورات (حدث ذلك منذ ٦٥ مليون سنة)، حينها يكون الانسان مثل دور المجرم القوي الذي يقتل كل من حوله ومن ثم ينتحر .

### **د. علي محمود قعفراني**

### **فكرة دفن النفايات في الفضاء الخارجي**

ان فكرة استغلال الفضاء الخارجي لخزن النفايات لم تكن فكرة خيالية، اذ تعتمد الفكرة على إطلاق صاروخ يحتوي على علب النفايات ويتجه نحو الشمس وينتهي هناك او يتخذ له مدارا خاصا بعيدا عن الأرض. لكن الخوف كان احتمالية حدوث أي خلل في الصاروخ قد يؤدي الى تغير في المدار المختار او عودته الى جو الأرض وتشتت النفايات فيه. وكان لحادثة انفجار مكوك الفضاء تشالنجر عام ١٩٨٦ بعد اطلاقه مباشرة الفضل في ترسخ مخاوف استخدام هذه الطريقة.