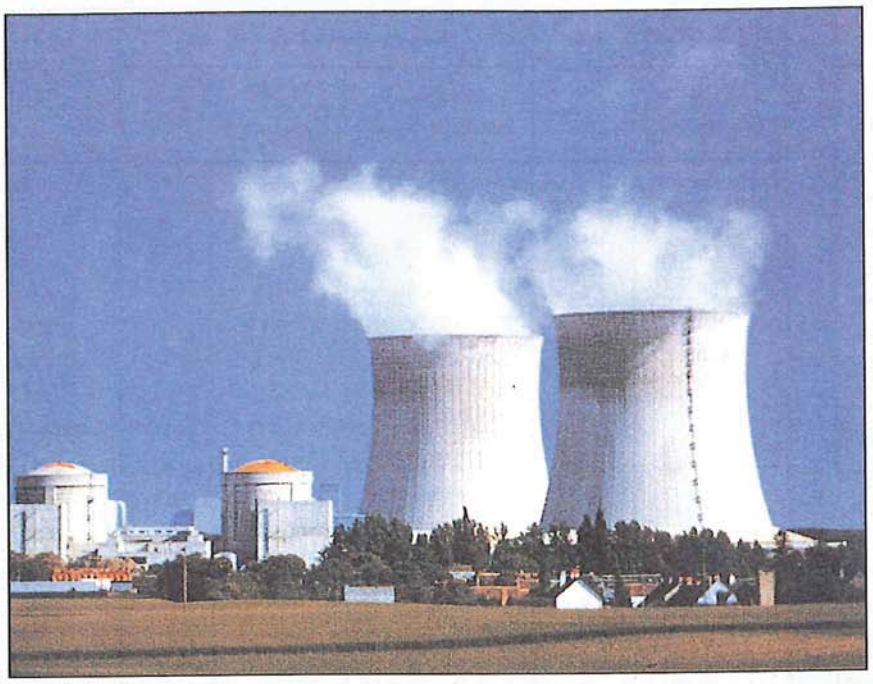
الكوارث النووية

د. محمد فاروق أحمد

مع بداية استغلال الإنسان للطاقة النووية منذ مطلع النصف الثاني من القرن الحالي واجهت البشرية نوعا جديدا من الحوادث ، وتضمنت المعاجم والقواميس اللغوية مصطلحات جديدة لم تكن مألوفة من قبل كالحوادث والكوارث النووية ، والحماية الإشعاعية ، والأمان النووي . ولحسن الحظ حظيت قضايا الحماية والأمان النووى باهتمام عامة الناس نظراً للرعب النووى الذي خلّفه تفجير هيروشيما ونجازاكى باليابان في نفوسهم ، فضلا عن إدراك العلماء العاملين في مجال الطاقة النووية بمخاطرها وخصائصها التدميرية جنبا إلى جنب مع منافعها العديدة ومردوداتها الإيجابية .

و قد أدى ذلك الإدراك إلى قيام عدد من العلماء من بعض دول العالم الرائدة في هذا المجال بتأسيس لجنة عالمية عام ١٩٢٨م أطلقت على نفسها إسم اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع . كما أدى الرعب النووى إلى دفع الجمعية العامة للأمم المتحدة إلى إنشاء اللجنة العلمية للأمم المتحدة حول تأثيرات الإشعاعات الذرية عام ١٩٥٥م التي تعني بدراسة مخاطر وتأثيرات الإشعاعات المؤينة على الإنسان ، فضلاً عن تأسيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام ١٩٥٧م التي تقوم بتطوير التطبيقات السلمية لهذه الطاقة الجديدة في كافة المجالات النافعة للبشرية . كذلك أسست بعض الدول



المتقدمة في مجال الطاقة النووية والمدركة لمخاطرها لجانا أو مؤسسات وطنية لرعاية جوانب الحماية من الإشعاع والأمان النووى ، وبذلك حظيت المخاطر النووية برعاية لم تحظ بها مخاطر أخرى كثيرة وأصبحت قضايا الأمان النووى من القضايا الرائدة والسباقة الهادفة إلى حماية البشرية من المخاطر والكوارث النووية .

الطاقة النووية واستخداماتها

تنتج الطاقة النووية عن القوى الهائلة التى أودعها الخالق سبحانه وتعالى في نواة الذرة . وتنبعث هذه الطاقة من النوى فى صورة إشعاعات كهرومغنطيسية أو جسيمات نووية تندفع بسرعات فائقة عند تفكك بعض النوى غير المستقرة أو اندماج النوى الخفيفة مثل نظائر الهيدروجين أو إنشطار بعض النوى الثقيلة كاليورانيوم .

تمكن الإنسان خلال العقود الخمسة الأخيرة من استغلال الطاقة النووية لخدمة التقدم التقني في عدة مجالات منها **الطب** مثل العلاج والتشخيص والتعقيم ، **والصناعة** مثل إنتاج العديد من أشباه المواصلات والمعالجات الكيميائية والبلمرة والكشف عن معظم العيوب الصناعية وتقنيات إختبار الجودة ، وفي عمليات التعدين والبحث عن الخامات الطبيعية والنفط .. وغيرها ، **والزراعة** مثل استنباط أنواع جديدة من المحاصيل ذات إنتاجية عالية وإنتقاء نوعيات معينة من البذور ومقاومة الآفات والحشرات وزيادة مدة تخزين المنتجات الزراعية وغيرها ، وإنتاج **الطاقة الكهربائية** حيث بلغت القدرة الكهربائية خلال عام ١٩٩٣م من المفاعلات النووية ٣٣٧,٨٢ جيجا واط (جيجا = 10^9) وبلغ الإنتاج من الكهرباء ٢٠٩٣,٤ تيرا واط . ساعة (تيرا = 10^{12}) بنسبة تبلغ ١٧,٥٪ من إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم في ذلك العام، ويوضح الجدول (١) الوضع العالمي للطاقة الكهربائية المنتجة من المفاعلات النووية في العالم .

الحوادث والكوارث النووية

يعرف الحادث النووي بأنه وضع غير مقصود تفقد فيه السيطرة جزئيا أو كليا على مصدر الإشعاع ، ويترتب عليه عواقب سيئة لا يمكن إهمالها من وجهة نظر الحماية من الإشعاع والأمان النووى ، ويمكن أن يؤدي الحادث إلى تعرض

الدولة	عدد المفاعلات العاملة وقدرتها			مفاعلات تحت الإنشاء	
	العدد	القدرة (ميجاواط)	نسبة الطاقة النووية إلى الكلية	العدد	القدرة (ميجاواط)
الأرجنتين	٢	٩٣٥	٪١٤,٢	١	٦٩٢
بلجيكا	٧	٥٥٢٧	٪٥٩	-	-
البرازيل	١	٦٢٦	٪٠,٢	١	١٢٤٥
بلغاريا	٦	٣٥٣٨	٪٣٦,٩	-	-
كندا	٢٢	١٥٧٥٥	٪١٧,٣	-	-
الصين	٢	١١٩٤	٪٠,٣	١	٩٠٦
كوبا	-	-	-	٢	٨١٦
جمهورية التشيك	٤	١٦٤٨	٪٢٩,٢	٢	١٨٢٤
فنلندا	٤	٢٣١٠	٪٢٩,٠	-	-
فرنسا	٥٧	٥٩٠٣٣	٪٧٧,٧	٤	٥٨١٥
المانيا	٢١	٢٢٦٥٧	٪٢٩,٧	-	-
المجر	٤	١٧٢٩	٪٤٣,٣	-	-
الهند	٩	١٥٩٣	٪١,٩	٥	١٠١٠
إيران	-	-	-	٢	٢٣٩٢
اليابان	٤٨	٣٨٠٢٩	٪٣٠,٩	٦	٥٦٤٥
كازاخستان	١	٧٠	٪٠,٥	-	-
جمهورية كوريا	٩	٧٢٢٠	٪٤٠,٣	٧	٥٧٧٠
ليتوانيا	٢	٢٣٧٠	٪٨٧,٢	-	-
المكسيك	١	٦٥٤	٪٣,٠	١	٦٥٤
هولندا	٢	٥٠٤	٪٥,١	-	-
باكستان	١	١٢٥	٪٠,٩	١	٣٠٠
روسيا الاتحادية	٢٩	١٩٨٤٣	٪١٢,٥	٤	٣٣٧٥
سلوفاكيا	٤	١٦٣٢	٪٥٣,٦	٤	١٥٥٢
سلوفينيا	١	٦٣٢	٪٣٥,٥	-	-
جنوب أفريقيا	٢	١٨٤٢	٪٤,٥	-	-
أسبانيا	٩	٧١٠٥	٪٣٦,٠	-	-
السويد	١٢	١٠٠٠٢	٪٤٢,٠	-	-
سويسرا	٥	٢٩٨٥	٪٣٧,٩	-	-
اكرانيا	١٥	١٢٦٧٩	٪٣٢,٩	٦	٥٧٠٠
المملكة المتحدة	٣٥	١١٩٠٩	٪٢٦,٣	١	١١٨٨
الولايات المتحدة	١٠٩	٩٨٧٨٤	٪٢١,٢	٢	٢٣٣٠
الإجمالي(*)	٤٣٠	٣٣٧٨٢٠		٥٥	٤٤٣٦٩

(*) يتضمن الإجمالي ستة مفاعلات جديدة تم تشغيلها في نهاية عام ١٩٩٣ في كل من الصين وتايوان بقدرة إجمالية مقدارها ٤٨٩٠ ميجاواط .

● جدول (١) الوضع العالمي لإنتاج الكهرباء من الطاقة النووية عام ١٩٩٣م .

إشعاعي أو تلوث بالمواد المشعة أو إنطلاق هذه المواد للبيئة بكميات تتجاوز الحد المسموح به ، وقد تكون عواقب الحادث محدودة سواء من حيث عدد الضحايا البشرية أو مساحة الرقعة الملوثة وتكاليف مواجهته ، إلا أنه قد يمتد ليتحول إلى كارثة، ويعتقد البعض أن الكوارث النووية لا يمكن أن تنجم إلا عن المصادر الكبيرة كالمفاعلات النووية أو منشآت معالجة أو إعادة معالجة الوقود النووى ، إلا أن الواقع قد أوضح أن المصادر المشعة الصغيرة المستخدمة في التطبيقات البسيطة قد أسفرت عن حوادث بلغت حد الكارثة ، ويوضح الجدول (٢) أهم أنواع الحوادث النووية التي وقعت في

نوع الحادث	العدد
حوادث الحرج في المفاعلات النووية	٥
حوادث مفاعلات غير مرتبطة بالحرج النووى	٨
حوادث كيميائية بمصانع معالجة الوقود	٥
مصادر إشعاع محكمة الإغلاق	١٤٤
مصادر أشعة سينية	٦٢
معجلات نووية	١٤
مصادر مشعة مفتوحة ونواتج انشطار	٤١
مصادر التشخيص والعلاج الطبي	٢٨
حوادث أخرى (عسكرية وغيرها)	٧
المجموع	٣١٤

● جدول (٢)أهم الحوادث النووية في الفترة من ١٩٤٤ حتى ١٩٨٩م .

دول العالم منذ عام ١٩٤٤م إلى عام ١٩٨٩م ، بينما يوضح الجدول (٣) توزيع الحوادث النووية التى أسفرت خسائرها المباشرة عن عدد من حالات الوفاة .

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الوفيات المباشرة قد نجمت عن المصادر الصغيرة المستخدمة في التطبيقات الطبية والصناعية ، بينما لم تسفر حوادث المفاعلات النووية رغم جسامتها عن وفيات مباشرة سوى فى حادث تشرنوبل باكرانيا الذي أسفر عن وفاة ٣١ شخصاً بين طاقم التشغيل وأطقم مواجهة الحادث . ويرجع وصف بعض الحوادث النووية بالكارثة إلى عدة أسباب منها : ـ

١ ـ فداحة الخسائر المادية الناتجة عن الحادث مثلما حدث في حادثى مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة بالولايات المتحدة ومفاعل تشرنوبل باكرانيا الذيِّن يقدر ثمن كل منهما بأكثر من مليار دولار أمريكى .

٢ ـ تأثيرات الإشعاع على الإنسان المتمثلة في أربعة أنواع هي التأثيرات المبكرة والمتأخرة والوراثية والتأثيرات على الأجنة قبل الولادة .

٣ ـ النفقات الباهظة المطلوبة لمواجهة حالة الطوارىء المترتبة على الحادث أو عندما يتسبب في تسرب كمية محسوسة من المواد المشعة إلى البيئة مؤدية إلى تلوثها .

٤ ـ إيداع جرعة فعالة جماعية ـ جرعة

الدولة	عدد الحوادث	عدد الوفيات	الدولة	عدد الحوادث	عدد الوفيات
الجزائر	١	٢	المكسيك	١	٥
الأرجنتين	١	١	المغرب	١	٨
البرازيل	١	٤	النرويج	١	١
بلغاريا	١	١	اكرانيا	١	٣١
كندا	١	١	روسيا	١	٢
الصين	٣	٦	سويسرا	١	١
السلفادور	١	١	المملكة المتحدة	١	٢
المانيا	١	١	الولايات المتحدة	١٤	٣٢
إيطاليا	١	١	يوغسلافيا	١	١
جزر المارشال	١	١	المجموع	٣٤	١٠٢

● جدول (٣) توزيع الحوادث أو الكوارث النووية التى أسفرت عن وفيات مباشرة (١٩٤٤ ـ ١٩٨٩م) .

لمجموعة من الأفراد من مصدر إشعاع معين تبين حجم الضرر الإشعاعي على هذه المجموعة ـــ ملازمة كبيرة في عامة الناس مثلما حدث في عدد من الحوادث ، جدول (٤)، كحادثة تشرنوبل .

أسباب الكوارث النووية

أوضحت الممارسات العملية والخبرة المكتسبة خلال العقود الخمسة الماضية أن الحوادث والكوارث النووية قد نجمت عن عدة أسباب محدودة تتمثل في أحد أو بعض العوامل التالية :ـ

١ ـ عدم توفر السلطة الرقابية المتخصصة في أمور الحماية والأمان النووى .

الحادث	الجرعة الجماعية الفعالة الملازمة
مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة (الولايات المتحدة)	٤٠
مفاعل تشرنوبل (اكرانيا)	٦٠٠ ألف
حادث كيشتيم (روسيا)	٢٥٠٠
حادث وندسكيل (المملكة المتحدة)	٢٠٠٠
حادث القمر الصناعي سناب	٢١٠٠
حادث القمر الصناعى كوزموس	٢٠
حادث جوارير بالمكسيك	١٥٠
حادث المحمدية بالمغرب	٨٠
حادث غوانيا بالبرازيل	٦٠

● جدول (٤) الجرعات الفعالة الجماعية الملازمة عن بعض الحوادث النووية .

٢ ـ نقص أو قصور اللوائح الخاصة بالأمان النووى وعدم وجود التنظيمات والمعايير الخاصة به .

٣ ـــ نقص أو قصور الإجراءات الخاصة بالأمان النووى وعدم الإلتزام بمتطلبات الترخيص بالمصادر المشعة وعدم تنفيذ الإجراءات التفتيشية .

٤ ـ نقص الخبرة البشرية وقصور التدريب على الإستخدام الآمن للمصادر والمواد المشعة ، وإهمال بعض العاملين لهذه المصادر والمواد ، وعدم إنتشار الوعى وثقافة الأمان ، وعدم تنمية روح المسؤولية لدى العاملين في المؤسسات التى تتداول هذه المواد على كافة مستوياتهم .

٥ ـ الأخطاء البشرية للإنسان والأعطال الفنية للمعدات .

أمثلة للحوادث النووية

شملت الحوادث النووية كافة مجالات إستخدام الطاقة النووية بشقيها المدنى والعسكرى ، لكنها تركزت في مجال التطبيقات الطبية والصناعية ، كما نجمت الحوادث بسبب الممارسات المختلفة في التعامل مع المواد المشعة أو النووية بما فيها عمليات النقل ، وسوف يتم استعراض بعض أنواع هذه الحوادث على النحو التالي :ـ

١ ـ المفاعلات النووية المدنية

يعد حادثا مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة بالولايات المتحدة الأمريكية ومفاعل تشرنوبل باكرانيا بالإتحاد السوفيتي سابقاً أهم حادثين لمفاعلات توليد الطاقة الكهربائية .

● **حادث جزيرة الأميال الثلاثة :** وقع في مارس ١٩٧٩م عند فشل إنغلاق صمام تخفيف الضغط مما أدى إلى حدوث تلف شديد في عناصر الوقود النووى غير المبرد وانصهارها ، وانطلاق كمية من نواتج الإنشطار النووى المشعة إلى مبنى إحتواء المفاعل ، ولحسن الحظ ساعد وجود هذا المبنى في عدم تسرب كميات كبيرة من الإشعاع إلا أنه قد تسربت إلى البيئة كميات قليلة تمثلت في حوالي ٣٧٠ بيتابكرل (البيتا = 10^{15}) من الزينون ١٣٣ المشع وحوالى ٣٣٠ غيغا بكرل من اليود ١٣١ المشع .

وقد تم تقدير القيمة القصوى للجرعة الفعالة الناجمة عن إشعاعات جاما لأى فرد من السكان القاطنين حول المفاعل بما لا يزيد عن ٨٥٠ ميكروسيفرت في حين قدرت الجرعة المتوسطة للفرد في الدائرة المحيطة بالمفاعل ـ بنصف قطر ٨٠ كيلو مترا ـــ بما لا يزيد عن ١٥ ميكروسيفرت . ونتيجة لإنصهار جزء من لب المفاعل فإنه لم يعد صالحا للتشغيل وتم إيقافه للأبد .

● **حادث تشرنوبل :** وقع في ٢٦ أبريل عام ١٩٨٦م عندما أريد إيقاف المفاعل بغرض صيانة دورية ، وكان من المقرر استغلال عملية إيقاف المفاعل التى تستمر عدة ساعات في إجراء تجربة تهدف إلى إمكانية إستغلال القدرة الكهربائية المتولدة عند الإيقاف الفجائي للمفاعل . ووقع الحادث نتيجة لسلسلة متتابعة من الأخطاء التى ارتكبها المشغلون ولعدد من الإنتهاكات الصريحة لقواعد تشغيل هذا النوع من المفاعلات الذى يتميز بخاصية معروفة وهى معامل المفاعلية الموجب لدرجة الحرارة ـ زيادة قدرة المفاعل بزيادة درجة الحرارة ـــ عند قدرة التشغيل المنخفضة ، ونتيجة لهذه الأخطاء والإنتهاكات إرتفعت في ثوان معدودة درجة حرارة المفاعل إرتفاعا هائلا مما أدى إلى حدوث إنفجار كيميائي (وليس نووى) أطاح

بغطاء المفاعل الفولاذي وتطايرت كتل الجرافيت ـ المستخدمة لتهدئة النيوترونات ـ من لب المفاعل إلى خارجة ، كما تطايرت كميات كبيرة من الوقود النووى ونواتج الإنشطار إلى البيئة ، واستمر إنطلاق المواد المشعة لمدة عشرة أيام بعد الحادث حيث تمت بعدها السيطرة على المفاعل وتبريده ودفنه إلى الأبد ، ويعد حادث مفاعل تشرنوبل من أكبر الكوارث النووية حيث نجم عنه مايلي : ـ

* وفاة ثلاثين فردا من بين أفراد طاقم التشغيل ورجال الإطفاء في خلال ثلاثة أشهر بسبب التعرض الإشعاعى الحاد .

* إنطلاق كمية من نواتج الإنشطار المشعة المختزنة في المفاعل تقدر بحوالي ٢ إيتابكرل (الإيتا = 10^{18}) وكان أهمها السيزيوم ١٣٧ والسيزيوم ١٣٤ ، واليود ١٣١ والسترونشيوم ٩٠ وغيرها .

* تهجير ١١٥ ألف من السكان القاطنين في دائرة يبلغ نصف قطرها ٣٠كم حول المفاعل حيث اعتبرت هذه المنطقة شديدة التلوث .

* تلوث مساحات شاسعة من الأرض ـ داخل جمهوريات اكرانيا وروسيا البيضاء وروسيا الاتحادية فضلا عن مساحات أخرى كبيرة في عدد من دول أوربا ـ بالمواد المشعة خاصة السيزيوم ١٣٧ و ١٣٤ والسترونشيوم ٩٠ .

* إحداث أضرار مستقبلية بين البشر سوف تنجم عن الجرعة الفعالة الملازمة قدرتها اللجنة العلمية للأمم المتحدة بحوالى ٦٠٠ ألف فرد . سيفرت تركز ٤٠٪ منها داخل حدود الاتحاد السوفيتى سابقاً ، ٥٧٪ في دول أوربا المختلفة ، ٣٪ توزعت على باقى الدول في نصف الكرة الشمالى .

٢ ـ المنشآت العسكرية

من أشهر الحوادث النووية في المنشآت العسكرية والتي كان لها آثار سلبية حادثان هما : ـ

● **حادث بلدة كيشتيم :** وقع في جنوب جبال الأورال في روسيا الاتحادية في سبتمبر عام ١٩٥٧م نتيجة حدوث تآكل في أحد خزانات النفايات المشعة عالية المستوى في مصنع البلوتونيوم بمقاطعة تشيليابنسك نتيجة قصور في نظام تبريد الخزان الذى بلغ حجمه حوالي ٣٠٠ متر مكعب ، مما أدى إلى إرتفاع درجة حرارته حتى حوالى ٣٥٠°م ، الأمر الذى أدى إلى تبخر الماء من الخزان وتجمع رواسب صلبة في صورة مركبات كيميائية من النترات والأسيتان أدت إلى حدوث إنفجار شديد في الخزان بلغت قدرته مايعادل ٧٠ ـ ١٠٠ طن من مادة T.N.T شديدة الإنفجار ، وأدى ذلك إلى إنتشار كمية من النويدات المشعة في البيئة تقدر بحوالى ١٠٠ بيتا بكرل بينما بقيت حوالى ١٠٠٠ بيتا بكرل في منطقة الحادث . وقد تم تقدير الجرعة الفعالة الملازمة الناتجة عن هذا الحادث بحوالي ٢٥٠٠ فرد سيفرت .

● **حادث وندسكيل :** وقع بالمملكة المتحدة في أكتوبر عام ١٩٥٧م أثناء إجراء بعض العمليات الروتينية على الجرافيت ـ المستخدم لتهدئة النيوترونات ـ الموجود في المفاعل المبرد بالغاز . ونتيجة لبعض أخطاء التشغيل إرتفعت درجة حرارة الجرافيت فاشتعلت فيه النار واستمرت مشتعلة لثلاثة أيام . مما أدى إلى إنطلاق كمية من المواد المشعة ونواتج الإنشطار قدرت بحوالي ٧٤٠ تيرابكرل من اليود ١٣١ ، وحوالى ٢٢ تيرابكرل من السيزيوم ١٣٧ ، وحوالى ١٢٠٠ تيرابكرل من الزينون ١٣٣ فضلا عن حوالى ٩ تيرابكرل من البولونيوم ٢١ .

٣ ـ نقل الأسلحة النووية

سجلت الهيئات العالمية المعنية بالأمان النووى أربعة عشر حادثا من حوادث نقل الأسلحة النووية جوا وبحرا . ومن أشهر هذه الحوادث مايلي : ـ

● **حاث تصادم طائرتين :** حدث بالقرب من بلدة باليمار بأسبانيا في يناير ١٩٦٦م بين قاذفة قنابل وطائرة تموين تابعتين للأسطول الأمريكى أثناء عملية تموين بالوقود في الجو ، مما أدى إلى سقوط القنابل الهيدروجينية الأربع التى كانت تحملها القاذفة ، وأثناء السقوط لم تنفرج المظلات الخاصة بقنبلتين ، الأمر الذى أدى إلى بدء تشغيل الشحنة الإعتيادية لكل منهما وإنطلاق المادة الإنشطارية عند إصطدامهما بالأرض (لم يحدث تفجير نووى) . وأدى الحادث إلى تلوث منطقة محدودة بالبلوتونيوم ٢٣٩ والبلوتونيوم ٢٤٠ . أما القنبلتان الأخريتان فقد هبطتا بأمان ، ووجدت إحداهما في مجرى نهر جاف في حين سقطت الأخرى في البحر ، وقد بدأت قياسات تركيز البلوتونيوم في المنطقة منذ الحادث واستمرت حتى عام ١٩٨٨م لتقويم المخاطر النووية الناجمة عنه .

● **حادث سقوط طائرة :** وقع في ثول بجرينلاند في يناير ١٩٦٨م لطائرة محملة بأربعة رؤوس هيدروجينية ، وأدى سقوطها إلى بدء تشغيل المركبات شديدة الإنفجار دون غيرها ، مما أدى إلى إنتشار البلوتونيوم في مساحة محدودة .

● **حوادث الغواصات النووية :** وقعت عدة حوادث لها في البحار المختلفة أدت إلى غرق أكثر من ٤٨ سلاحا نوويا ، وأحد عشر مفاعلا نوويا في قيعان البحار والمحيطات ، ومن بين حوادث الغواصات النووية والتي كانت تحمل عددا كبيرا من الأسلحة النووية حادثتين هما : ـ

١ ـ الغواصة التى غرقت قرب شواطىء برمودا في أكتوبر عام ١٩٨٦ .

٢ ـ والغواصة التي غرقت في قاع بحر النرويج في أبريل عام ١٩٨٩م .

٤ ـ عودة سفن الفضاء

حدثت بعض الحوادث النووية أثناء عودة بعض سفن الفضاء للأرض من أهمها مايلي :ـ

● **حادث احتراق السفينة سقاب ٩ أ :** وذلك في عام ١٩٦٤م أثناء عودتها إلى الأرض ، مما تسبب في انتشار مايقرب من ٦٠٠ تيرا بكرل من البلوتونيوم ـ مصدر الطاقة في السفينة ـ في الجو .

● **حادث إحتراق السفينة كوزموس ٩٥٤:** وقع في يناير ١٩٧٨م أثناء عودتها إلى الأرض ونشر كمية من الملوثات المشعة فوق المناطق الشمالية الغربية من كندا .

٥ ـ تطبيقات المصادر المشعة

أسهمت التطبيقات الطبية والصناعية للمصادر المشعة بالنصيب الأكبر من الحوادث النووية ، وعلى الرغم من صغر المصادر المستخدمة في هذه التطبيقات إلا أنها أدت إلى العدد الأكبر من الوفيات فضلا عن إحداث تلوثات نووية إمتدت لمساحات كبيرة في بعض الأحيان . ومن أمثلة الحوادث الشهيرة لهذه التطبيقات مايلي : ـ

● **حادث حواريز بالمكسيك :** وقع عند استخدام أحد المستشفيات مصدرا من الكوبلت المشع منذ عام ١٩٧٧م بنشاط إشعاعي حوالى ٣٧ تيرابكرل لعلاج مرضى السرطان ، وفي ٦ نوفمبر ١٩٨٣م فُقِد المصدر ثم بيع لمستودع للخردة وتم كسره مما أدى إلى إنتشار كرات الكوبلت ٦٠ المشع مع عمليات نقل الخردة ، وفي ١٤ ديسمبر من نفس العام تم صهر الخردة في أحد مصانع الصلب واستخدمت منتوجات المصنع المعدنية في عدد من الدول من بينها المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية ، وقد تم اكتشاف الحادث بالصدفة البحتة عند تسجيل أجهزة المراقبة في معامل لوس ألاموس صدور إشعاعات نتيجة لمرور شاحنة تحمل طاولات مصنوعة من هذا الصلب ، وقد أوضحت الدراسة والمتابعة تلوث عدد كبير من الشوارع والمنازل في مدينة المكسيك بالكوبلت ٦٠ المشع فضلا عن تعرض أكثر من ألف شخص لجرعات إشعاعية متفاوتة بلغت أكثر من ٣ سيفرت .

● **حادث المحمدية بالمغرب :** وقع في عام ١٩٨٤م عند إجراء بعض الإختبارات ـ باستخدام مصدر إيريديوم ١٩٢ تبلغ شدته أقل من ٣ تيرابكرل ـ على خامات معدنية حيث سقط المصدر من درعه على الأرض ، وأخذه أحد السكان إلى منزله دون علمه بخطورة محتواه ، مما أدى إلى وفاة أفراد الأسرة بالكامل وعددهم ثمانية ، وقد اكتشف الحادث بالصدفة البحتة أثناء تقصى سبب الوفاة .

● **حادث غوانيا بالبرازيل :** وقع في سبتمبر عام ١٩٨٧م عند فقد إسطوانة من الرصاص تحتوى على مسحوق من السيزيوم ١٣٧ المشع بنشاط إشعاعي حوالى ٥٠ تيرابكرل من جهاز غير مستخدم تابع لمعهد غوانيا للعلاج بالإشعاع ، وبيعت الإسطوانة لتاجر خردة فأخذها وكسرها مع زميلين له يوم ١٩ سبتمبر ، وتناولت إبنته جزءً من مسحوق السيزيوم المشع وطلت به أيديها وجسمها ، وأخذ التاجر باقى المسحوق وتركه في بيته مما أدى إلى وفاة أربعة أفراد من أسرته وظهور أعراض الحروق والتشوهات على عدد كبير من جيرانه وأقاربه ، وتم اكتشاف الحادث في ٢٨ سبتمبر من نفس العام . وقد تكلفت نفقات المواجهة حتى الخامس من اكتوبر عام ١٩٨٧م خمسة ملايين دولار أمريكى تضاعفت كثيرا بعد ذلك ومازال الحادث خاضعا للمراجعة والتقويم .

● دفن النفايات المشعة التي تسببت في حادث غوانيا بالبرازيل .

إجراءات الأمان النووي

أوصت المنظمات الدولية المعنية بأمور الحماية والأمان النووي بإنشاء الكيانات المتخصصة في هذه الأمور ، ووضع النظم والقواعد التي تحكم جميع الممارسات التى تتضمن إشعاعات مؤينة أو مصادر مشعة وذلك للإستفادة من فوائد الطاقة النووية وجوانبها الإيجابية في شتى المجالات مع خفض المخاطر الناجمة عنها إلى الحد المقبول ، ومن أهم هذه التوصيات مايلي : ـ

● إنشاء سلطة تنظيمية وطنية مستقلة تستمد قوتها من سلطة عليا في الدولة ، وتوفير كافة التخصصات العلمية والتقنية اللازمة لتغطية جوانب الحماية من الإشعاع والأمان النووى لها ، ومنحها الصلاحيات والإمكانات التى تمكنها من مراقبة الإلتزام بالتنظيمات والمعايير الخاصة بالحماية والأمان .

● وضع التنظيمات والمعايير والمتطلبات الخاصة بجميع الممارسات التى تتضمن تعرضا للإشعاعات المؤينة ، وتحديد المسؤوليات بدقة ، ووضع آليات وتفاصيل الإجراءات والتفتيشات الواجبة .

● تطبيق برامج متكاملة لإختبار برامج الحماية والأمان وبرامج الطوارىء الإشعاعية وتنفيذ جميع القياسات النووية الهادفة لتأكيد جودة القياسات والإلتزام بالتنظيمات .

● مراجعة التدريب التخصصي للمستويات البشرية المختلفة والتدريب على أمور الحماية والأمان ، وتوفر الخبرات البشرية المؤهلة لمراقبتها .

● توفير جميع المعدات والتجهيزات الفنية اللازمة للحماية والأمان .

● نشر الوعى بالمخاطر النووية ونشر ثقافة الأمان بين العاملين بالإشعاعات أو المواد المشعة على كافة المستويات .