الفصل الخامس

الإشعاع الذري والطاقة

٥ ـ ١ مصادر الطاقة

٥ ـ ٢ مصادر الطاقة الذرية

٥ ـ ٣ أنواع المفاعلات الذرية

٥ ـ ٤ الإعتراضات على استخدام الطاقة الذرية

٥ ـ ٥ الواقع الحالي للطاقة الذرية

٥ ـ ٦ الطاقة الذرية وتحلية مياه البحر

٥ ـ ٧ الطاقة الذرية وتسيير وسائل النقل

٥ ـ ٨ السلاح الذري :

٥ ـ ٨ ـ ١ استخراج وتعدين الوقود النووي وتخصيبه.

٥ ـ ٨ ـ ٢ بلوغ الكتلة الحرجة وزمن الانفجار.

٥ ـ ٨ ـ ٣ إيصال القنبلة الذرية إلى أهدافها.

٥ ـ ٨ ـ ٤ ماذا يحدث عند تفجير القنبلة الذرية.

٥ ـ ٨ ـ ٥ أنواع الأسلحة الذرية.

٥ ـ ٨ ـ ٦ أنماط التفجيرات الذرية.

٥ ـ ٨ ـ ٧ السبيل لمواجهة السلاح الذري.

٥ ـ ٩ الطاقة الذريـة وأمن الأمة

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الخامس
الإشعاع الذري والطاقة

بازدياد التقدم الصناعي للمجتمعات الإنسانية تزداد الحاجة إلى الطاقة بصورة تثير المخاوف، ففي الماضي كان الإنسان يعيش حياة بسيطة، تنحصر في فلاحة الأرض وزرعها سعياً وراء تأمين وتوفير الدفء اللازم له، وكانت حاجته إلى الطاقة بطبيعة الحال متواضعة. وكانت تلك الطاقة مستمدة من الشمس التي تشكل عنصراً فعالاً في نمو النباتات عن طريق التمثيل الضوئي الذي يستهلك نسبة ضئيلة جدًّا من تلك الطاقة.

لقد كانت ظروف الحياة شاقة، ولكن الإنسان كان يعيش في حالة توازن مع بيئته، وكان يستهلك كمية قليلة من الطاقة المتولدة من الشمس والتي تسقط على الأرض باستمرار، ولم يكن يستنزف مستودعات الطاقة الطبيعية، أما في هذه الأيام فقد تزايد استهلاكه للطاقة في مختلف أوجه حياته اليومية[١٥].

٥ ـ ١ مصادر الطاقة التقليدية :

تشمل مصادر الطاقة التقليدية الفحم الحجري والبترول والغاز الطبيعي، ومن المعلوم أن البترول كغيره من المصادر الطبيعية للطاقة هو مادة قابلة للاستنزاف والنضوب، ومن المتوقع نضوبه خلال قرن واحد على أكثر تقدير[١٥]، وقبل نهاية هذا الوقت لن يكون هناك ما يسد حاجة العالم من الطاقة، بل سيكون محصوراً في سد حاجة الدول المنتجة له أو المسيطرة عليه. ومن المعلوم كذلك أن استخدام البترول في توليد الطاقة يعد إهداراً لهذه المادة الثمينة التي يمكن أن يستخرج منها العديد من المنتجات المختلفة، كما أنها تعد في الوقت الحاضر المصدر شبه الوحيد في الحصول

على الوقود السائل، مثل بنزين السيارات والطائرات.

أما الفحم الحجري فيوجد منه احتياطي كبير نسبيًّا يكفي لعدة مئات من السنين [١٦]، وتشير الإحصاءات إلى أنه منذ عام ١٩٧٠م (١٣٩٠هـ) لم يستهلك من هذا الاحتياطي سوى ٢٪ فقط. وليس للفحم الحجري في الوقت الحاضر استعمالات مهمة سوى توليد الطاقة الكهربائية مع أن هناك بحوثاً تجرى لإنتاج الوقود السائل منه، غير أن عملية استخراجه باهظة التكاليف وهو يعد من أكثر مصادر الطاقة التقليدية تلويثاً للبيئة.

ويقدر احتياطي الغاز الطبيعي بمقدار ١ × ١٠^١٦ قدم مكعب والاستهلاك السنوي منه بحوالي ٨ × ١٠^١٣ قدماً مكعباً، لهذا فإن المدة المحسوبة لنضوبه تقدر بحوالي ١٢٥ سنة، كما أنه يعد من أقل المصادر التقليدية تلويثاً، وأسهلها استعمالاً.

وهناك مصادر طبيعية أخرى للطاقة يمكن للإنسان أن يستغلها إلا أنها محدودة أو باهظة التكاليف، وهذه المصادر هي: الطاقة الشمسية، والطاقة الكهرومائية وطاقة الأرض الحرارية، وطاقة المد والجزر، وطاقة الرياح، وطاقة الغاز الحيوي، وطاقة المخلفات الحيوية.

٥ ـ ٢ مصادر الطاقة الذرية:

لقد بات من الضروري اليوم البحث عن بدائل جديدة للطاقة، لكون مصادرها التقليدية محدودة، ولوجود استعمالات مهمة لها غير الإحراق وبخاصة النفط، ولما تحدثه هذه المصادر التقليدية من تلوث شديد للبيئة سواء عند الاستخراج والنقل أو عند إنتاج الطاقة، والطاقة الذرية هي أحد هذه البدائل المهمة، وهنالك نوعان من التفاعلات الذرية التي يمكن عن طريقها إنتاج الطاقة وهما:

الاندماج النووي : ويحدث عند اندماج نواتين لذرتين خفيفتين، مثل ذرة الهيدروجين الثقيل أو ما يسمى بالديتريوم مع بعضهما البعض لتكوين ذرة واحدة أكبر، هي ذرة غاز الهيليوم الذي تقل كتلتها عن مجموع كتلتي ذرتي الديتريوم، وهذا الفرق في الكتلة ينطلق على هيئة طاقة هائلة، تماماً كما يحدث داخل الشمس لتوليد الطاقة الشمسية. فمثلاً يؤدي اندماج جميع النوى الموجودة في كيلو غرام واحد من الديتريوم إلى إطلاق طاقة تعادل الطاقة الناتجة عن تفجير ٥٧٠٠٠ طن من مادة تي إن تي شديدة الانفجار !

الانشطار النووي : ويحدث عند تحطم بعض الذرات الكبيرة مثل ذرة اليورانيوم لتكوين ذرتين أو أكثر أصغر حجماً وأقل كتلة مولدة بذلك طاقة هائلة مساوية لفرق الكتلة بين مجموع الكتل المتولدة والكتلة الأصلية حسب المعادلة التالية :

الطاقة المتولدة = الكتلة الفانية × مربع سرعة الضوء .

فمثلاً يؤدي انشطار كيلو غرام واحد من اليورانيوم أو البلوتونيوم بشكل كامل إلى إطلاق طاقة تعادل الطاقة الناتجة عن تفجير ١٨٠٠ طن من مادة تي إن تي .

ينتج عن كل انشطار نووي نيوترونان أو ثلاثة، إلاَّ أنَّ هذه النيوترونات لا تكون جميعها متوافرة لأحداث انشطارات نووية جديدة. فبعضها يُفقَد عن طريق الهرب، وبعضها الآخر يفقد عن طريق تفاعلات أخرى غير انشطارية. ولضمان المحافظة على تفاعل انشطاري متسلسل، يطلق الطاقة باستمرار، فإنه يجب توافر نيوترون واحد على الأقل نتيجة كل انشطار نووي، يكون مخصصاً لإحداث انشطار جديد. وإذا كانت شروط التفاعل بحيث إن معدل فقدان النيوترونات يفوق معدل إنتاجها نتيجة للتفاعل الانشطاري، فإن

التفاعل المتسلسل لا يكون قادراً على الاستمرار التلقائي، هذا وإن معظم التفاعلات الاندماجية تولد نيوترون واحد.

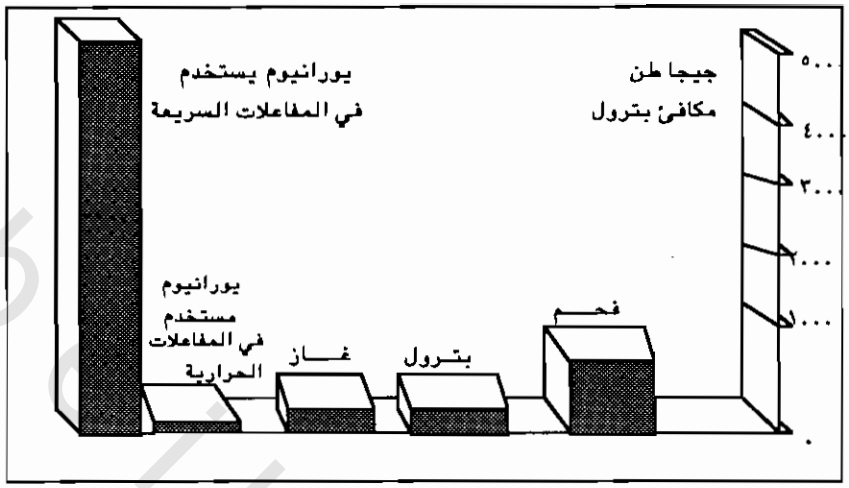
والغريب في الأمر أن مثل هذه التفاعلات الذرية الاندماجية والانشطارية تحدث بصورة طبيعية في الكون، فالأولى تحدث في الشمس وفي مثيلاتها من النجوم حيث تشكل مصدر الطاقة فيها، بينما الثانية حدثت في أماكن على سطح الأرض، فهناك مفاعلات ذرية طبيعية تكونت قبل مئات الملايين من السنين (حوالي ١,٧ بليون سنة) بطاقة عدة كيلو واطات لمدة تتراوح بين مائة ألف ومليون سنة، وذلك في بعض مناطق جمهورية الغابون الأفريقية(١٥).

٥ ـ ٣ أنواع المفاعلات الذرية :

لم يستطع أحد حتى الآن استغلال ظاهرة الاندماج النووي في إنتاج الطاقة الذرية عن طريق التفاعل المنضبط، كما حدث في استغلال عملية الانشطار النووي، إلا أن هنالك أنواع عديدة من مفاعلات الانشطار النووي يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين :

أ ـ **مفاعلات الماء الخفيف** : ويستعمل في هذه الحالة : عادة، الماء الطبيعي كمهدئ للنيوترونات ولنقل الحرارة، ومن الأمثلة على ذلك مفاعلات الماء المغلي ومفاعلات الماء المضغوط، وقد طورت الولايات المتحدة الأمريكية هذين النوعين من المفاعلات.

ب ـ **مفاعلات الماء الثقيل** : وفيها يستعمل الماء الثقيل كمبرد ومهدئ للنيوترونات، ومن الأمثلة على ذلك مفاعلات (كندو) الكندية، وهناك المفاعلات المبردة بغاز ثاني أوكسيد الكربون البريطانية.



شكل (٥ ـ ١) مصادر الوقود العالمية (١٧).

إن كفاءة هـذه المفاعلات في تحويل الطـاقة الحراريـة إلى طاقة كهربـائية تتراوح بين ٢٩٪ و٣٩٪، ومن المقدر أن يكفي استعمال الوقود النووي بتكلفة غير باهظة لمدة قرن على الأقل، وإذا مـا استعمل ما يسمى «بالمفاعل الذري المخصِّب» فإن الوقود النووي سيسد الحاجة اللازمة للطاقة لقرون عديدة.

والجديـر بالذكـر أن هذا النـوع من المفاعلات يـولد وقـوداً نوويًّا أكثـر مما يستهلك. وبذلك يفـوق احتياطي الوقـود النووي أضعاف المرات احتيـاطات الوقود التقليدي مجتمعة [انظر الشكل ٥ ـ ١].

٥ ـ ٤ الاعتراضات على استخدام الطاقة الذرية (١٥):

من الاعتراضات الكثيرة على استخدام الطاقة الذرية ما يلي:

(١) التلوث الحراري:

ويقصد بـه تفريغ فضـلات الحرارة من محطـات توليد الطـاقة الـذرية إلى مصادر المياه الطبيعية مما يؤثـر في الكائنات الحية وعلى الاتزان البيئي بصفة

عامة مع العلم أن التلوث الحراري غير مقصور على محطات الطاقة الذرية، فالمحطات التقليدية لا بد لها أن تتخلص من الحرارة الفائضة التي ينطلق معظمها إلى الجو مباشرة، بواسطة المداخن على شكل غازات حارة.

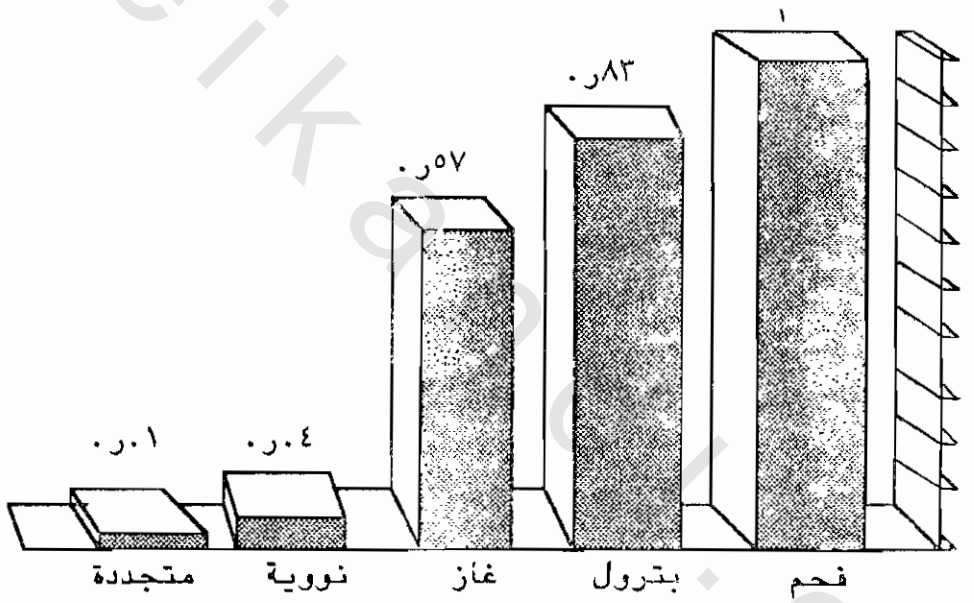
وهناك محاولات تبذل لتسخير الحرارة الناتجة عن المحطات الذرية في الزراعة وفي تربية الكائنات المائية كالروبيان والأسماك، غير أن هناك من يخشى أن يؤدي التفريغ الهائل لهذه الطاقة الحرارية الفائضة إلى اضطراب في توازن البيئة الأرضية.

(٢) الأخطار الإشعاعية المصاحبة للتنقيب عن خامات الوقود النووي:

إن جميع مراحل التنقيب عن الوقود النووي، وطرق استعماله وطرحه، محفوفة بالمخاطر، لعل من أشد هذه المراحل خطورةً على الصحة هي مرحلة التنقيب نظراً لوجود غاز الرادون، حيث إن اليورانيوم يوجد في الطبيعة مع الراديوم وسلسلة تحلله التي من بينها غاز الرادون المشع. وبالتالي فكل عمليات التنقيب تنطوي دائماً على مخاطر وأضرار، إذ إن معدل الحوادث الناجمة عنه يفوق معدل الحوادث الناجمة عن أي من الصناعات الأساسية الكبرى، غير أن الكلفة الكلية لعمليات التنقيب عن الوقود النووي تقل كثيراً عن تكاليف التنقيب عن الفحم الحجري. ولعل السبب في ذلك يعود إلى صغر كتلة اليورانيوم اللازمة لتوليد كمية معينة من الكهرباء، مقارنة بالكتلة التي يحتاج إليها من الفحم الحجري لتوليد نفس الكمية من الكهرباء في المحطات التقليدية (النسبة تقريباً ١ : ١٠,٠٠٠).

إن ظاهرة البيت الزجاجي أو المدفأة النباتية [GREEN HOUSE] والتي تعني أنَّ غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى الناتجة عن احتراق مختلف صور الوقود التقليدي [خاصة الفحم الحجري والنفط] يقوم بتكوين غلاف يحيط بالأرض يمنع تسرب حرارتها إلى الفضاء الخارجي، ومن ثم

يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها وزيادة ذوبان الثلوج المتجمعة فوق القطبين وعلى قمم الجبال وفي البحار المتجمدة فيها مما يسبب ارتفاع منسوب الماء في البحار والمحيطات. وتشير الدراسات إلى أن ارتفاع هذه المياه بلغ بين ١٠ و ١٥ سم خلال مائة السنة الأخيرة. ويتوقع بعض العلماء أن الارتفاع قد يصل في القرن القادم إلى ما بين ٥٠ و ٢٠٠ سم، وهذا يهدد ــ في حالة حدوثه ــ معظم المناطق الساحلية والمدن المنخفضة بالفيضان. كما أن ارتفاع درجة الحرارة يؤثر في المناخ عالميًّا وقد ينتج أوضاعاً اقتصادية مربكة(١٨).



شكل (٥ ـ ٢) الانبعاث النسبي لغاز ثاني أكسيد الكربون
لوحدة الكهرباء من مصادر الطاقة المختلفة (١٧).

إن هذه الظاهرة تعد مشكلة بيئية عالمية تحتاج إلى حل، واستخدام الغاز الطبيعي قد يساعد في حل بعض هذه المشاكل إلا أنه مصدر محدود الوفرة، حيث إن احتياطاته الثابتة لا تكفي بمعدلات الاستهلاك الحالية لأكثر من

قرن، وهنا يأتي دور الطاقة الذرية ـ التي تشكل حاليًا ١٧٪ تقريباً من إنتاج الطاقة في العالم ـ، حيث إنه لو تم التوصل إلى مساهمتها في إنتاج الطاقة الكهربائية بواقع ٢٠٪ في عام ٢٠٢٠م فإن سخونة الكرة الأرضية المتسببة عن ظاهرة البيت الزجاجي ستقل بحدود ٦ إلى ٧٪، وإذا ما زادت نسبة الطاقة الذرية إلى ٥٠٪ فإن سخونة الأرض ستقل إلى ١٥٪ وذلك لأن استخدام الطاقة الذرية سيقلل من استخدام مختلف صور الوقود التقليدي، وبالتالي سوف يقلل من سخونة الكرة الأرضية.

(٣) الإطلاق الرتيب لكميات من المواد المشعة:

عند تشغيل المفاعل الذري بصورة اعتيادية يتم إطلاق كميات صغيرة بانتظام من المواد المشعة إلى كل من الهواء والماء الخارجيين، إلا أن معدل الجرعة الإشعاعية التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان نتيجة لذلك صغيرة جدًّا، ويمكن إهمالها إذا ما قورنت بالجرعة الإشعاعية الطبيعية التي يتعرض لها الإنسان من كل من الأشعة الكونية، والنشاط الإشعاعي في القشرة الأرضية، والإشعاع الطبيعي ضمن الجسم البشري.

و إطلاق تلك الكميات الصغيرة جدًّا من المواد المشعة هو البديل لغيوم الدخان الأسود الذي ينطلق من محطات الفحم الحجري أو النفط، والتي لها من الأضرار على صحة الإنسان ما يفوق أسوأ التقديرات الناجمة عن تأثير ذلك الإطلاق الرتيب لكميات قليلة من المواد المشعة من المفاعلات النووية، فمحطة طاقة تعمل على الفحم الحجري بقدر ١٠٠٠ ميكاواط كهرباء مثلاً تحرق في حدود ثلاثة ملايين طن من الفحم سنويًّا وتنتج سبعة ملايين طن من غاز ثاني أوكسيد الكربون و١٢٠ ألف طن من غاز ثاني أكسيد الكبريت و٢٠ ألف طن من غاز ثاني أكسيد النتروجين وثلاثة أرباع مليون طن من الرماد [١٨]!

(٤) أخطار تخزين الفضلات الإشعاعية :

ومن مخاطر توليد الطاقة من الـذرة بواسطة الانشطار، احتواء قضبان الوقود المستعملة في إنتاج هذه الطاقة على كميات كبيرة من الفضلات المشعة التي تشكل بحـد ذاتهـا خطـراً على حيـاة الإنسان. وقـد استخـدمت عـدة طـرق للتخلص من تلك الفضلات، علماً بـأن الحجم الحقيقي للمواد المشعة التي تحويها الفضلات الإشعاعية والمساحة اللازمة لخزنها يعد صغيراً نسبيًّا.

(٥) أخطار نقل الفضلات المشعة :

إن المخاطـر الناجمة عن نقل الفضـلات المشعة ضئيلة جـدًّا، ولعل أكثر الأشخـاص تعـرضـاً لأخطـار نقل تلك الفضـلات هـو سـائق الحـافلـة التي تحملها، ولكن الاحتمـال الأكبر أن تكون الإصـابة بسبب حادث تصـادم مما يزيـد الخطر بمقدار يتراوح بين ٢٠٠٠ و ١٢٠٠٠٠ مـرة على تلك المحتملة من أسباب إشعاعية [انظر المبحث (٩ ـ ٣)].

(٦) أخطار حدوث الكوارث المميتة :

وهناك احتمال حدوث كـارثة مميتة بازدياد عدد المفـاعلات العاملة، ففي نهاية عام ١٩٩٠م أصبح عدد المفاعلات النووية المستخدمة في توليد الطاقة في العـالم ٤٢٣ مفاعـلاً، وهذا يعادل تشغيـل مفاعل واحـد باستمـرار لمدة ٥٦٢٣ سنة، وخلال هـذه الفترة كانت هناك حوادث ثـانوية عديدة بـالإضافة إلى حادث كبير نجم عنـه تسرب كميات هائلـة من المواد المشعة، أدت إلى إصابة العاملين في المحطة. بالإضافة إلى تلوث مناطق واسعة تعدت الحدود الجغـرافية لهـا، ألا وهو حـادث مفاعل تشـرنوبل الـذي تسبب في مقتل ٣١ شخصاً، ويتوقع موت الآلاف نتيجة نشوء السرطان في الأشخاص المتعرضين للإشعـاع والمواد المشعة [انظـر التفاصيل في مبحث (٩ ـ ٢)]. وكـان لهذا

الحادث آثاره السلبية في تـأخير التوسع في استخدام الطاقة الـذرية كما كانت له بعض إيجابيات في إعادة تقويم إجراءات السلامة في المفاعلات الذرية .

وتجدر الإشـارة إلى أن محطات الطاقـة التي تستخدم الوقـود التقليدي هي كـذلك عـرضـة للحـوادث . حيث يقـدر مستـوى الهـلاك أو الإصـابـات في محطـات الفحم الحجـري بحدود ثـلاثـة وفيات و ٢١٠٠ إصـابـة لكل ألف ميكـواط ـ سنة من الطاقة الكهربائية ، وعشرة وفيات و ٢٠٠٠ إصابة لكل ألف ميكـاواط ـ سنة مـن الطاقة الكهربائية بالنسبـة لمحطات حرق النفط ، و٢ , ٠ هالك و١٥ إصـابة لكل ألف ميكـاواط ـ سنـة من الطاقـة الكهربـائية بـالنسبة لمحطات الغاز الطبيعي [١٨] .

(٧) أخطار سرقة المواد القابلة للانشطار :

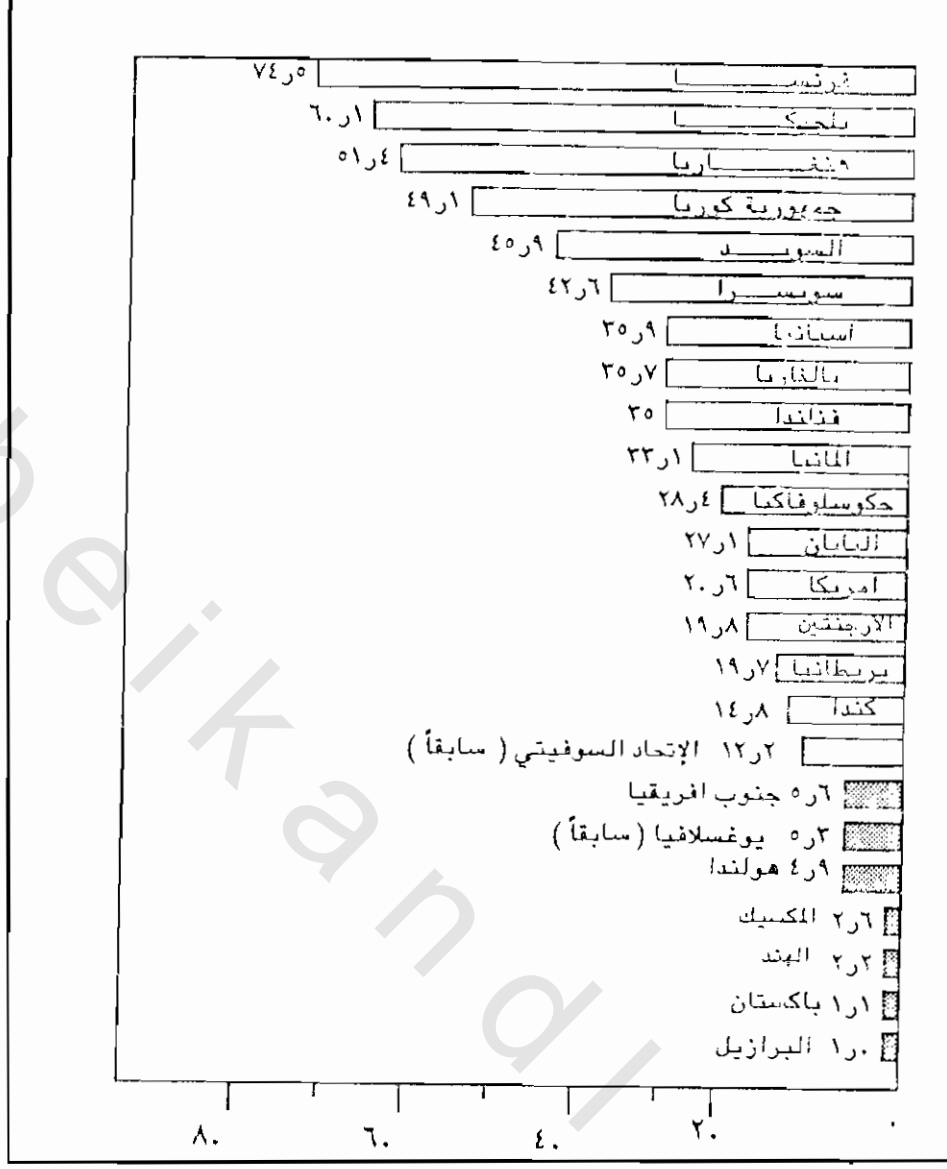
يعتقد بعض الناس أنه بانتشار المفاعلات الذرية واستخدامها في محطات توليد الطاقة ، وبنمو الصناعة الذرية المـدنية بصفة عامة سيكون هناك إمكانية متزايدة لسرقة المواد القابلة للانشطار واستخدامها لأغراض عدوانية ، لهذا فإن خطـر الابتزاز أو التخـريب سيـزداد ، فقد يسـرق شخص منحـرف أو عصابـة إرهـابية منظمـة كمية من المـواد القابلـة للانشطـار تكفي لعمل قنبلة ذريـة ، ويهددون باستعمالها إذا لم تلب مطالبهم .

وحجم الخطـر بسبب هذا الاحتمال ضئيـل جدًّا إن لم يكن معـدوماً ، لأن الوقود المخصب باهظ الثمن ويستحق حراسـة شديدة ، ومن ثم لن يكون من السهل سرقته [١] ، وحتى إن سُرق فلا يمكن للأشخاص العاديين أن يستعملوه بأمـان في صنع قنبلـة فعالـة . لأن ذلك يتطلب تضـافـر جهود آلاف العلمـاء والمهندسين ، وفي المقابل يمكن لعدد قليل من الأفراد إساءة استغلال الخبرة في الحرب الجرثومية ، أو الكيميائية ، للتسبب في دمار كبير .

إن ما يـرد في الإعلام الغربي من مثل هذه التخـوفات يقصدون بالعصـابات الإرهابيـة الدول الإسلامية ! ، ولكنهـم يستعملون ألفاظ الإرهاب والعصـابات الإرهابية للاستهلاك الداخلي .

جدول (٥ ـ ١) توزيع مفاعلات الطاقة النووية في دول العالم (١٩)

الدولـة	محطات عاملة	محطات تحت الإنشاء	الدولـة	محطات عاملة	محطات تحت الإنشاء
الأرجنتين	٢	١	اليابان	٤٢	١٠
بلجيكيا	٧	—	كوريا الجنوبية	٩	٢
البرازيل	١	١	المكسيك	١	١
بلغاريا	٦	—	هولندا	٢	—
كندا	٢٠	٢	الباكستان	١	—
الصين	١	٢	رومانيا	-	٥
كوبا	-	٢	اتحاد روسيا	٤٥	٢٥
تشيكوسلوفاكيا	٨	٦	جنوب أفريقيا	٢	—
فنلندا	٤	—	أسبانيا	٩	—
فرنسا	٥٦	٥	السويد	١٢	—
ألمانيا	٢١	—	سويسرا	٥	—
هنغاريا	٤	—	بريطانيا	٣٧	١
الهند	٧	٩	أمريكا	١١١	٣
إيران	—	٢	يوغوسلافيا	١	—
تايوان	لم يـذكـر المصـدر بيـانـاتهـا				



شكل (٥ ـ ٣) نسبة مشاركة الطاقة الذرية في توليد الكهرباء في بلدن العالم (٢٠).

٥ ـ ٥ الواقع الحالي للطاقة الذرية :

بنهاية عام ١٩٩٠م بلغ عدد مفاعلات الطاقة الذرية المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية ٤٢٣ مفاعلاً بطاقة كهربائية إجمالية قدرها ٣٢٥٨٧٣ ميكاواط [مقارنة بـ ٤٢٦ مفاعلاً في نهاية عام ١٩٨٩م بطاقة كهربائية كلية قدرها ٣١٨٢٧١ ميجاواط]. وهناك ٨٣ مفاعلاً ذريًا في مرحلة الإنشاء بقدرة

توليد كهربائي تبلغ ٦٥٧٦٠ ميجاواط. كما بلغ عدد سنوات خبرات التشغيل حتى نفس التاريخ ٥٦٢٣ سنة تشغيل مفاعل تقريباً. وقد بلغ عدد الدول التي تستخدم، أو التي في طريقها إلى استخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء تسع وعشرون دولة حتى نهاية عام ١٩٩١م. ويبلغ عدد المحطات العاملة أو التي في طريقها إلى العمل ٤٩٧ محطة نووية، ويبين الجدول (٥ ـ ١) توزيع هذه المحطات على دول العالم حسب إحصاءات الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

يوضح الشكل (٥ ـ ٣) نسبة مشاركة الطاقة الذرية في توليد الكهرباء في العديد من دول العالم، ليس من بينها دولة عربية واحدة، حيث يوجد حاليًّا عشر دول تولد ٣٠٪ أو أكثر من طاقتها باستخدام الطاقة الذرية. وأعلى هذه الدول في نسبة مشاركة الطاقة الذرية في توليد الكهرباء هي فرنسا حيث تبلغ ٧٤,٥٪ من المجموع الكلي للطاقة الكهربائية المنتجة، تليها في ذلك بلجيكا ٦٠,١٪ ثم هنغاريا ٥١,٤٪، فجمهورية كوريا ٤٩,١٪، فالسويد ٤٥,٩٪ وسويسرا ٤٢,٦٪، كما تبلغ نسبة مشاركة الطاقة الذرية في توليد الكهرباء في العالم ١٧٪ من الطاقة الكلية المنتجة.

٥ ـ ٦ الطاقة الذرية وتحلية مياه البحر:

يقول الحق عز وجل في سورة الأنبياء من محكم التنزيل ﴿**وجعلنا من الماء كل شيء حي**﴾. فالماء هو عصب الحياة، يحتاجه الإنسان والحيوان والنبات، ومع ازدياد التقدم البشري يزداد استهلاك المياه، وتشير الدراسات التوقعية إلى أن منطقة البحر الأبيض المتوسط سوف تواجه أيضا نقصاً في المياه العذبة في حدود عشرة ملايين متر مكعب من المياه الضرورية في اليوم بنهاية عام ٢٠٠٠م [٤٧]، والبلدان العربية عموماً وبلدان الخليج العربي خصوصاً تعاني الآن نقصًا كبيرًا في مصادر المياه.

ولهذا اتجهت هذه الدول ـ وفي مقدمتها المملكة العربية السعودية ـ إلى تحلية ماء البحر الذي بإمكانه تزويد السكان بمصدر لا ينضب من المياه العذبة، فأُنشئت المحطات التي تعمل بالنفط أو الديزل أو الغاز الطبيعي على ساحل كل من البحر الأحمر والخليج العربي لتحلية المياه وإنتاج الطاقة الكهربائية معًا.

جدول (٥ ـ ٢) نسبة أنواع المفاعلات الذرية في توليد الطاقة في العالم حتى عام ١٩٨٨م (١٦)

نوع المفاعل	النسبة المئوية للمحطات القائمة	النسبة المئوية للمحطات تحت الإنشاء	النسبة المئوية لمحطات مخطط لها
مفاعلات الماء المضغوط	٥٧,٢	٧٢,٠	٧٤,٢
مفاعلات الماء المغلي	٢٥,٦	١٣,٣	٩,١
مفاعلات الماء والكَرافيت *	٦,١	٥,٨	٨,٦
مفاعلات المبردة بالغاز	٥,٣	٢,٠	—
مفاعلات الماء الثقيل	٥,٢	٢,٧	٢,٥
مفاعلات التوليد السريع	٠,٥	١,١	٥,٢
أنواع أخرى.	١	١	٤

(*) هذه المفاعلات تبرد بالماء العادي ولكن يجري تبطيء النيوترونات فيها بواسطة الكَرافيت وهذا النوع مستعمل في جمهوريات الاتحاد السوفيتي السابق، ومفاعلات محطة تشرنوبل من هذا النوع.

ونظراً لما يحدثه هذا الوقود وبخاصة النفط من تلوث للبيئة ونظراً للتغيرات المفاجئة التي قد تحدث في أسعاره من وقت لآخر، فقد برزت فكرة استخدام الطاقة الذرية في تحلية المياه، وتدل دراسات الجدوى الاقتصادية الأولية التي أجرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على أن تحلية المياه بالطاقة النووية يمكن أن تكون منافسة اقتصاديًّا لتحليتها بالطاقة التقليدية، ويتوقع أن تكون كلفة إنتاج المياه العذبة بالطاقة الذرية أقل ما يمكن عند استخدام المفاعلات

النووية الكبيرة، وتزداد التكلفة بتناقص قدرة المفاعل، إذ يمكن أن تصل كلفة الإنتاج بالأسعار الحالية إلى أقل من ٢,٣ ريالاً سعودياً للمتر المكعب في الأنظمة الكبيرة التي تنتج أكثر من ١٥٠,٠٠٠ متر مكعب من المياه العذبة يوميًّا، وتصل الكلفة إلى حوالي ٣,٨ ريالاً سعوديًّا للمتر المكعب في الأنظمة التي تنتج حوالي ٥٠,٠٠٠ إلى ١٥٠,٠٠٠ متر مكعب يوميًّا، وترتفع الكلفة إلى قيمة تتراوح بين ٣,٨ و ٩,٨ ريالاً سعوديًّا للمتر المكعب الواحد من المياه العذبة عندما تكون الطاقة الإنتاجية للمفاعل أقل من ٥٠,٠٠٠ متر مكعب من الماء يوميًّا(٤٧).

وتدل التقديرات الأولية على أن الطاقة النووية أصبحت الآن منافسة للطاقة الناتجة من حرق الوقود التقليدي نظراً لثبات الكلفة المتوقعة في الحالة الأولى وتذبذبها في الحالة الثانية، ونظراً للأخطار البيئية المترتبة على الاستمرار بحرق الوقود التقليدي لإنتاج الطاقة الكهربائية ولتحلية المياه وذلك لأن غازات ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين المتصاعدة من حرق الوقود التقليدي تهدد استمرار الحياة على الأرض على المدى البعيد، بسبب تأثير تلك الغازات على طبقة الأوزون الواقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالحياة.

وهناك بعض المعوقات التي تحد من استخدام الطاقة الذرية في تحلية مياه البحر (٢٠) خصوصا في الدول النامية نذكر منها عدم وجود البنية التحتية [الأساسية] للتقانة النووية وهي تقنية متطورة جدًّا، ومحدودية الخبرة في استخدام التقانات النووية في تحلية المياه.

٥ ـ ٧ الطاقة الذرية وتسيير وسائل النقل (٢١).

يعد استخدام الطاقة الذرية في تسيير وسائل النقل وخصوصاً الغواصات من أوسع تطبيقات تلك الطاقة الجديدة في الوقت الحاضر.

وسبب هذا التوسع في بناء أسطول من الغواصات النووية، هو أن مفاعلات الطـاقة الـذريـة لا تستهلك الأوكسجين كـالمحطات التقليـديـة، أضف إلى ذلك، الفترات الزمنيـة الطويلة جدًّا التي تستطيع البواخر والغـواصات النووية أن تقطعها قبل الحاجة إلى التزود بالوقود مقارنة بالوقود التقليدي، فعلى سبيل المثال سارت الغواصـة الأمريكية المسماة «البحار» حوالي مـائة ألف كيلو متر في أول تعبئة وقود نـووي لمفاعلها و١٥٠ ألف كيلو متر للتعبئـة الثانية، حيث سافرت من هونولولـو إلى إنجلترا تحت جليد القطب الشمالي قاطعة ١٣٠٠٠ كم. كمـا بقيت الغواصـة الأمريكيـة المسماة «ذئب البحـر» ستين يومـاً تحت سطح الماء. ولـذلك نرى أن الولايـات المتحدة الأمريكيـة امتلكت حتى عام ١٩٧٤م أكثر من مـائة مركبة تعمل بالطـاقة النووية، والاتجـاه السائد الآن هو تبديـل جميع مركبـات أساطيلها بـأخرى تعمل بـالطاقة النـووية. كـذلك بنى الاتحاد السوفيتي السابق بـاخرته النووية كاسحـة الجليد المسماة «لينين» كما أنه بنى سفينة أخرى مشابهة. وقد نجحت ألمـانيا الغربية في بناء سفينة نووية أسمتها «أوتـوهان». أمـا اليابـان فقد أنزلـت إلى الماء عام ١٩٧٤م بـاخرتهـا النووية الأولى، وهي مخصصة للبحوث العلمية، وتنوي الانتهاء من بناء ٣٠٠ باخرة نووية بحلول نهاية القرن العشرين.

وتستخدم الطاقـة الذرية لتغذيـة الأقمار الصناعية بـالطاقة الكهربـائية وقد تستخدم في دفع الصواريخ التي ترسل لاستكشاف الفضاء الخارجي.

٥ ـ ٨ السلاح الذري [١]:

تنتج الطاقة فـي الانفجار التقليدي عن التفاعلات الكيميـائية التي تتضمن

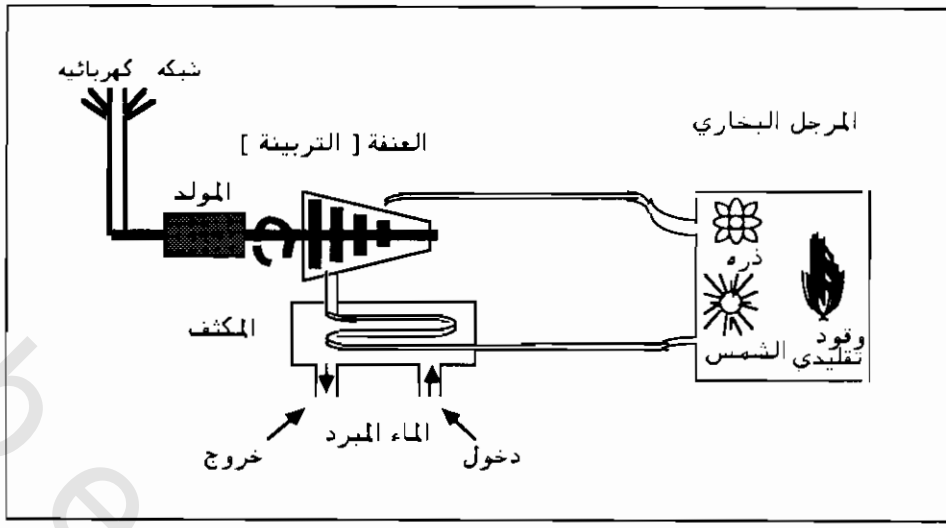
(١) لقد أضيف هذا البـاب بعد إتمام مسودة الكتـاب ومراجعتها، وذلك حرصـاً على استكمال جوانب الموضوع. وموضوع السلاح الذري طويل ومتشعب لذا فقد اختصرت الحديث فيه كثيراً.

إعـادة تـرتيب الـذرات في المـادة شـديـدة الانفجـار، كـذرات الهيـدروجين والكربون والأوكسجين والنيتـروجين . أما في الانفجار الذري فـإن الطاقة تنتج بسبب تغيـر شكل نـوى الـذرات المتفـاعلــة ، و إعـادة تـوزيع البـروتـونـات والنيوتـرونات فيها . لذلك فإن الطـاقة الذريـة تنتج عن تفاعلات نوويـة . وقد آثرنـا استخدام مصطلح «السـلاح الذري» بـدل «السلاح النـووي» لأنه الاسم الشائع ، وليتـواءم مع عنوان الكتـاب وعناوين فصـوله ، ولأن النـواة هي الجزء الرئيس في الذرة ، ويجوز في العربية إطلاق اسم العام على الخاص .

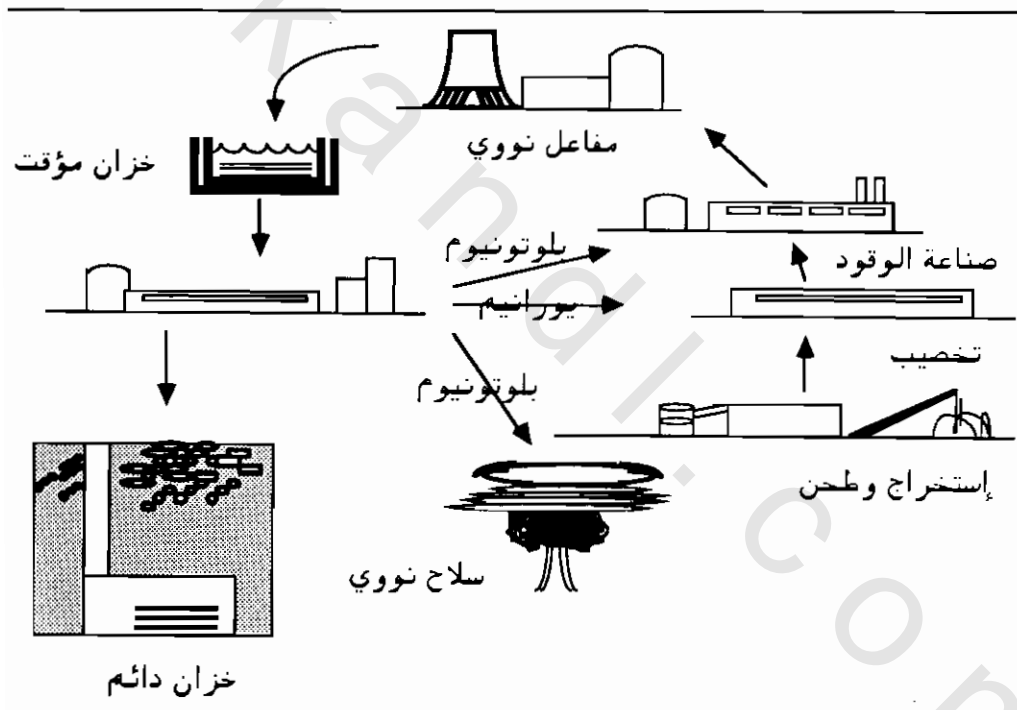
إن القوى المتبـادلة بين البروتـونات والنيوترونـات في نواة الذرة تفـوق بكثير القوى المتبادلة بين الذرات ، لذلك فإن الطاقـة الذرية تفوق بحوالي مليون مرة الطاقة الاعتيادية (أو الكيمياوية) عند أخذ كتل متساوية في الحسبان .

٥ ـ ٨ ـ ١ استخراج وتعدين الوقود النووي وتخصيبه :

إن الوقـود النووي الرئيسي هو اليـورانيوم وهو معـدن ثقيل توجد خامـاته في الطبيعـة في الحجــر الـرملي ، وحصى الكــوارتـز، وفي عــروق تمتـد داخل التشكيلات الحجـرية بنسب مختلفة قد تصل إلى ٤٪ . ويتم طحن خـامات اليورانيوم ، بعد استخراجها ، وذلك في سلسلة من المطاحن لتكون على شكل حبيبـات دقيقة ، لتجـري عليها عمليـات الإذابة لاستخـلاص اليورانيـوم على شكـل أوكسيـد [U_3O_8] يـدعـى بالكعكة الصفـراء [١٣] نظراً للونــه الأصفر {شكل (٥ ـ ٥)} .



شكل (٥ ـ ٤) مخطط مبسط لمحطة طاقة كهربائية، حيث يمكن أن يكون مصدر الطاقة الحرارية المولدة للكهرباء. أما الذرة، أو البترول، أو الغاز الطبيعي أو الفحم الحجري أو الشمس.



شكل (٥ ـ ٥) مراحل الوقود النووي مع المعالجة: يفصل «اليورانيوم ـ ٢٣٥» و «البلوتونيوم ـ ٢٣٩» من الوقود المستهلك ويعاد استخدامه في صنع وقود جديد، كما يمكن استخدام البلوتونيوم في صناعة الأسلحة الذرية.

وحيث إن القنابل الذرية تحتاج إلى تركيز عال لليورانيوم ـ ٢٣٥ الذي تشكل نسبته في اليورانيوم الطبيعي ٧ , ٠٪ فقط ، لذا لا بد من تخصيب اليورانيوم الطبيعي المستخرج . وهناك عدة طرق لزيادة تركيز اليورانيوم ٢٣٥ مثل طريقة الانتشار التي تعتمد على الحركة التفضيلية للجزيئات الأقل كتلة عند مرورها خلال حاجز مسامي يقع بين وسطين يختلف الضغط بينهما . وهناك طريقة الطرد المركزي التي تعتمد على فرق القوة المسلطة على الجزيئات المختلفة الكتلة [يورانيوم ـ ٢٣٨ و ٢٣٥] . وطريقة الليزر التي تعد من أفضل طرق التخصيب وأحدثها ، وهي تعتمد على فرق الطيف الذري لليورانيوم ـ ٢٣٥ عن اليورانيوم ـ ٢٣٨ ، بسبب فرق الكتلة بين نواتي النظيرين مما يسبب اختلافاً يسيرًا في مدارات الإلكترونات بينهما . ويمكن التحكم في طول موجة الليزر بحيث تكون الموجة قادرة على تأيين [أي فصل إلكترونات] جزيئات اليورانيوم ـ ٢٣٥ دون تأيين جزيئات اليورانيوم ـ ٢٣٨ ، وعندها يمكن فصل الجزيئات المؤينة عن غيرها بتسليط مجال مغناطيسي عليها خلال تحركها عموديًّا عليه . وتمتاز هذه الطريقة بالكفاءة والرخص عند توافر التقنية المناسبة(١٣) .

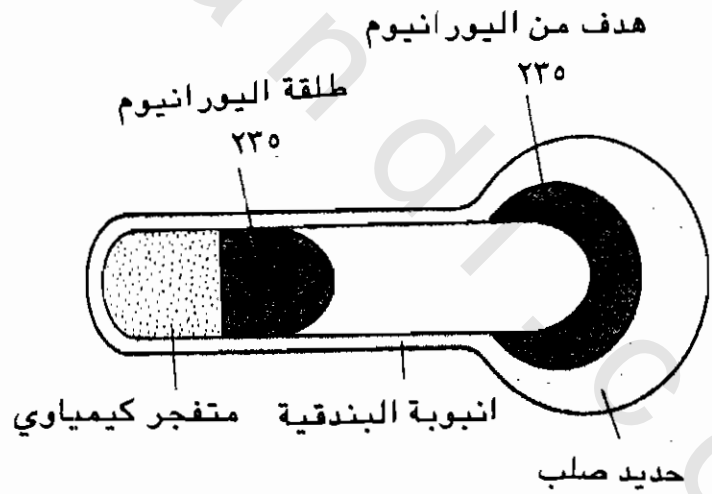
٥ ـ ٨ ـ ٢ بلوغ الكتلة الحرجة وزمن الانفجار :

لكي يحدث الانفجار النووي في سلاح ذري ما ، يجب أن يحتوي السلاح على كمية كافية من الوقود [اليورانيوم ـ ٢٣٥ أو البلوتونيوم ـ ٢٣٩] تدعى بالكتلة الحرجة وذلك لضمان حدوث تفاعل انشطاري متسلسل . وتعتمد الكتلة الحرجة في الواقع على عدة عوامل منها نوع الوقود النووي ، ومقدار تخصيبه ، وشكل المادة الانشطارية ، وتركيبها ، وضغطها ، وكثافتها ، وعلى وجود شوائب داخل المادة قادرة على إزالة النيوترونات بتفاعل لا انشطاري .

وحتى يتم التحكم في زمن حدوث الانفجار ينبغي فصل الوقود ذي الكتلة

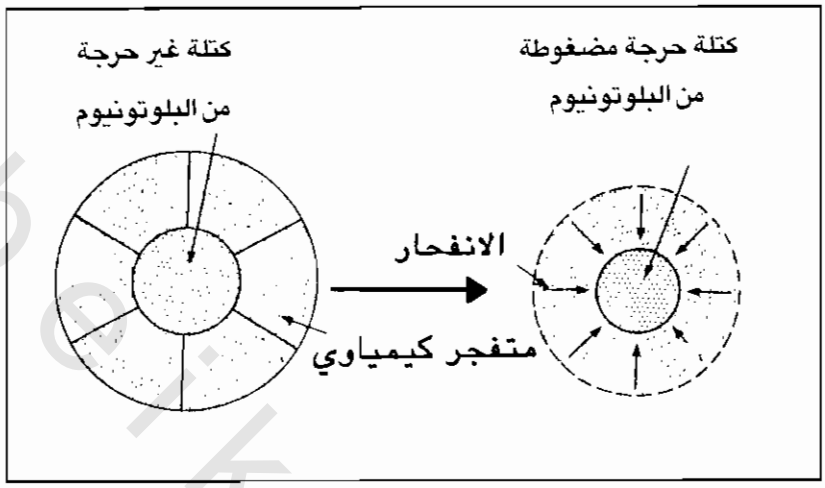
الحرجة إلى كتلتين غير حرجتين أو أكثر. ولتفجير القنبلة الذرية تقرب هذه الكتل من بعضها بسرعة كبيرة جدًّا لتكوين الكتلة الحرجة داخل السلاح الذري، وذلك باستخدام متفجر تقليدي [تي إن تي] بشكل يماثل صاعق التفجير في أنبوبة البندقية [شكل (٥ ـ ٦)]، حيث يؤدي الدفع الناتج عن انفجار الصاعق إلى دمج الكتلتين تحت الحرجتين في كتلة واحدة حرجة بشكل آني. وفي طريقة ثانية [شكل (٥ ـ ٧)] يتم الوصول إلى حالة الكتلة الحرجة عن طريق ضغط الكتلة تحت الحرجة من اليورانيوم ـ ٢٣٥ أو البلوتونيوم ـ ٢٣٩ بسرعة حيث تصبح الكتلة فوق حرجة وفق ما تقدم.

ولصنع سلاح ذري اندماجي ينبغي استخدام قنبلة ذرية انشطارية لرفع درجة حرارة الذرات الخفيفة إلى عشرات الملايين من الدرجات المئوية لإتمام التفاعلات النووية الاندماجية [شكل (٥ ـ ٨)] لذلك سُميت هذه بالقنابل الذرية الحرارية.

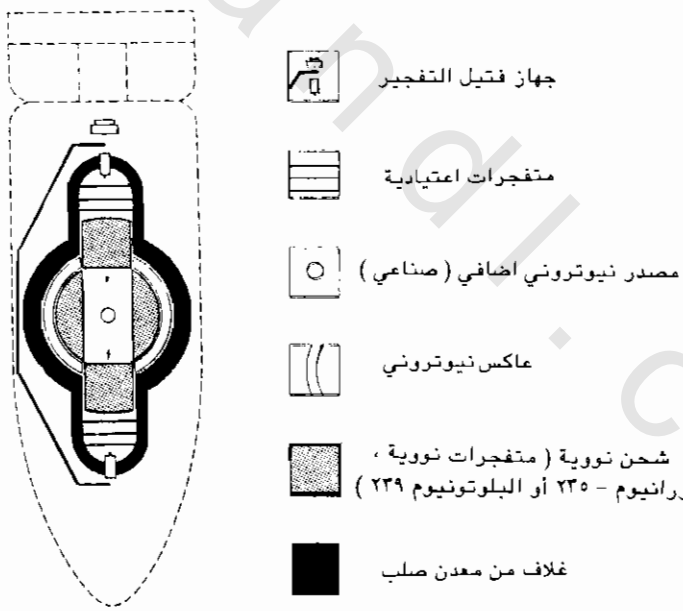


شكل (٥ ـ ٦) في «طريقة الطلقة» لتفجير السلاح النووي الانشطاري، تكون كتلة كل من الهدف والطلقة غير حرج. ويؤدي التفجير الكيماوي إلى دفع الطلقة بشدة نحو الهدف مؤدياً إلى حصول كتلة حرجة حيث يحدث التفجير النووي. ويؤدي الحديد الصلب الثقيل إلى مسك المادة المتفجرة لفترة قصيرة لإحداث أكبر قدر من الانشطار النووي.

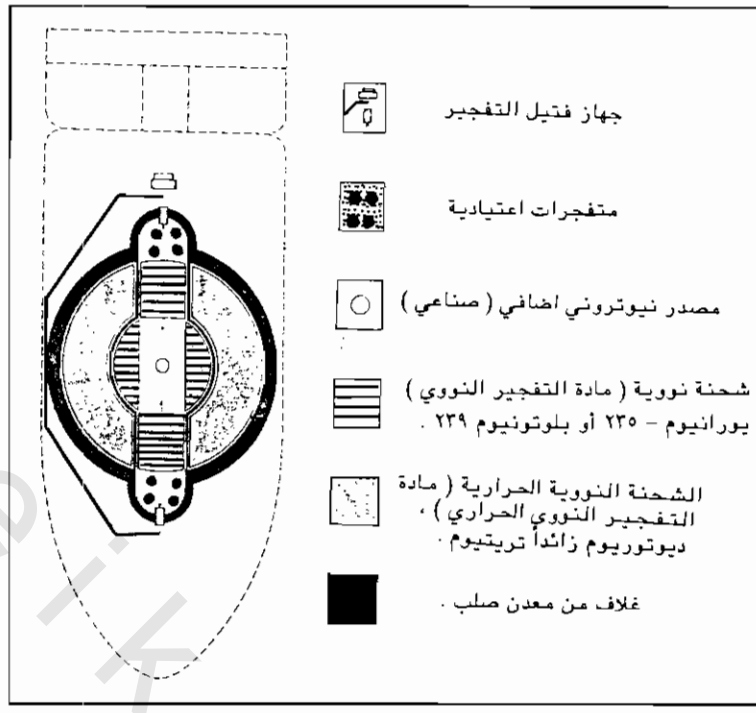
وينبغي احتـواء الوقود النـووي في الحاوي الحـديدي الصلـد حتى يحصل أكبر قـدر من التفاعل المتسلسـل فتنطلق أكبر كميـة من الطاقة قبـل حدوث الانفجار وتشتت ما يتبقى من وقود نووي .



شكل (٥ ـ ٧) في «طريقة التفجير الداخلي» للسلاح النووي الانشطاري يضغط التفجير الكيماوي بشدة على كرة البلوتونيوم ٢٣٩ أو اليورانيوم ٢٣٥ لتصبح الكتلة حرجة فيحدث التفجير النووي .



شكل (٥ ـ ٨ أ) في الأسلحة الذرية التي تستخـدم فيها مواد قابلة للانشطار (بمرحلـة واحدة) تعتمد طاقة التفجير على التفاعل المتسلسل لانشطار نوى اليورانيوم، أو البلوتونيوم . يمكن أن تصنع هذه الأسلحة على شكل قنابل تحمل جوًا، أو صواريخ . . إلخ .



شكل (٥ ـ ٨ ب) في الأسلحة الذرية من نوع الانشطار ـ الاندماج (بمرحلتين) تتولد معظم الطاقة (أكثر من ٨٠٪) بواسطة التفاعل النووي الحراري والميزة المهمة لهذه الأسلحة أن الشحنة الحرارية النووية لا تمتلك كتلة حرجة ولذا تتحدد قدرة هذه الأسلحة بصعوبات البناء .

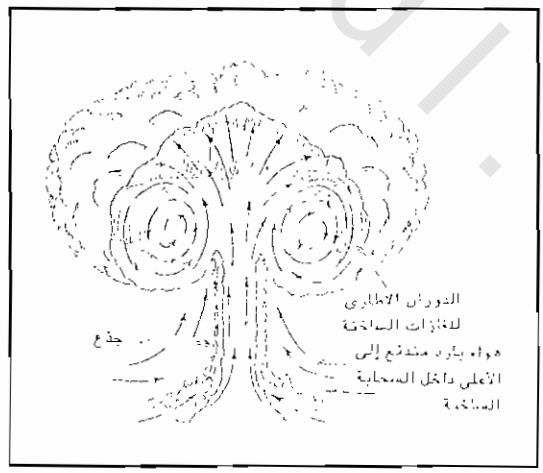
٥ ـ ٨ ـ ٣ إيصال القنابل الذرية إلى أهدافها :

إن أول طريقة استخدمت في إيصال القنبلة الذرية إلى أهدافها هي قاذفة قنابل ألقت قنبلة على مدينة هيروشيما ، وبعدها بثلاثة أيام ألقت قنبلة ثانية على مدينة ناجازاكي اليابانيتين وذلك عام ١٩٤٥م إبان الحرب العالمية الثانية . ثم طورت صواريخ متنوعة ذاتية الدفع تكون إما على قواعد ثابتة على الأرض أو متحركة في الغواصات التي تجوب البحار والمحيطات ، أو على العربات . ثم زيد في مدى هذه الصواريخ وفي دقتها في إصابة الهدف حتى بلغ مدى بعضها آلاف الكيلومترات ، كما في الصواريخ عابرة القارات ، وبلغت دقة بعضها في إصابة الهدف عشرة أمتار رغم بعد المسافة .

٥ ـ ٨ ـ ٤ ماذا يحدث عند تفجير القنبلة الذرية :

يحدث التفجير النووي خلال أجزاء من المليـون من الثانية، ولكن تأثيراته على البيئة المحيطة يستمر لمدة ثوان ودقـائق وساعات وأيام وحتى أسابيع أو يزيد.

إن التأثيرات المباشـرة للتفجير النووي هو انطلاق زخـة من الإشعاع الذري مباشرة، بخـاصة أشعة جامـا والنيوترونات التي تشكل حـوالي ١٥٪ من طاقة الانفجار. وتستمر أقل من ثـانية. وتتحول مكونات القنبلة الـذرية إلى غازات حـارة جدًّا تصل إلى عشـرات المـلايين من الـدرجات المئـويـة، وتبدأ هـذه الغازات الحارة بإشعـاع طاقتها الحرارية علـى شكل أشعة سينية حيث تنطلق بسرعة الضوء [٣٠٠ ألف كيلومتر بالسـاعة] مسخنة الهواء المحيط فتتكون كرة النـار من الهواء السـاخن جـدًّا وتكبر بسـرعـة [شكل (٥ ـ ٩)]. ففي تفجيـر «واحـد ميجاطن» مثـلاً يصبح قطـر كرة النـار ١,٥ كلم خـلال عشر ثـوانٍ. وتتوهج كرة النار توهجاً شديداً، حتى إن توهجها على بعد ٨٠ كلم يكون أشد عدة مرات من توهج الشمس !.

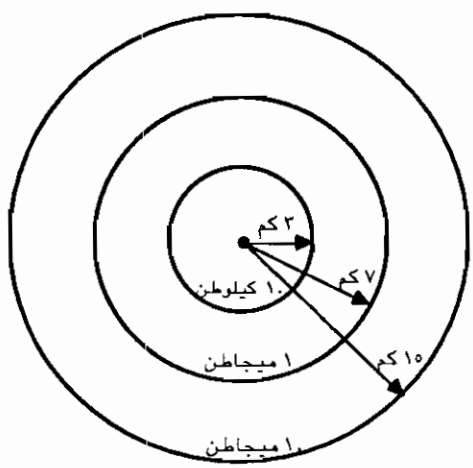


شكل (٥ ـ ٩) رسم توضيحي لكـرة النار التي تتكون نتيجة الانفجار النووي. ويـوضح الدوران الإطاري فيها، حيث تتكون السحابة النشطة إشعاعيًّا مع انخفاض درجة حرارة كرة النـار.

وبالإضافة إلى إشعاع كرة النار للضوء فإنها تطلق إشعاعات حرارية تقع أمواجه في نطاق الضوء المرئي، ونطاق الأشعة تحت الحمراء. وهذا الوميض الحراري يستمر عدة ثوان ويشكل أكثر من ثلث طاقة التفجير النووي. وهذه الحرارة الشديدة تستطيع إحداث الحرائق وتؤدي إلى حروق شديدة للمتعرضين لها حتى على بعد ٣٠ كلم من تفجير نووي حراري. وقد ظهرت هذه الحروق على ثلثي الجرحى من الناجين في هيروشيما.

ويؤدي التمدد السريع لكرة النار إلى دفع الهواء إلى الخارج مولداً موجات الصدمة التي تتكون من زيادة سريعة في الضغط الجوي تتصرف مثل جدار متحرك من الهواء المضغوط بشدة، تتحرك بسرعة آلاف الكيلومترات بالساعة إلى الخارج، ولكنها تتباطأ بانتشارها، وتحمل حوالي نصف طاقة الانفجار، وهي المسئولة عن معظم التدمير الفيزيائي الذي يحصل، محدثة زيادة في الضغط الجوي بمقدار عدة أعشار الضغط الجوي على بعد عدة كيلومترات من موقع التفجير، وهذه تمثل ضغطا على جدران الأبنية تقدر بعشرات الأطنان مما يؤدي إلى تهدمها. والتفجيرات الهوائية التي تحدث على ارتفاع كيلومترات عن سطح الأرض أشدها تدميراً.

ويعتمد قطر المنطقة التي تدمرها موجات الانفجار على شدة التفجير كما هو موضح في الشكل (٥ ـ ١٠).



شكل (٥ ـ ١٠) أنصاف أقطار المناطق التي تدمرها قنابل ذرية ذات شدة انفجارية متفاوتة على أفضل ارتفاع حيث يقتل معظم الناس في هذه المناطق.

ويلي التأثيرات السريعة للتفجيرات النووية تأثيرات السقط النووي : وهي النظائر المشعة التي تتولد أثناء التفجير النووي ولها أعمار أنصاف تزيد على زمن الانفجار وتأثيراته القريبة وتحمل حوالي ١٠٪ من طاقة التفجير. وتتوالى بالسقوط على الأرض، ويزداد تركيزها كلما قربنا من موقع التفجير. ومع أن التلوث الإشعاعي نتيجة السقط النووي يستمر سنوات، بل عشرات السنين، لكن تأثيراته الرئيسة القاتلة تستمر أيامًا إلى أسابيع. وتعتمد كمية السقط النووي للتفجير بشكل كبير على نوع السلاح الذري، وقوته التفجيرية، وموقع تفجيره بالنسبة للأرض، وعلى حركة الريح [٢٣].

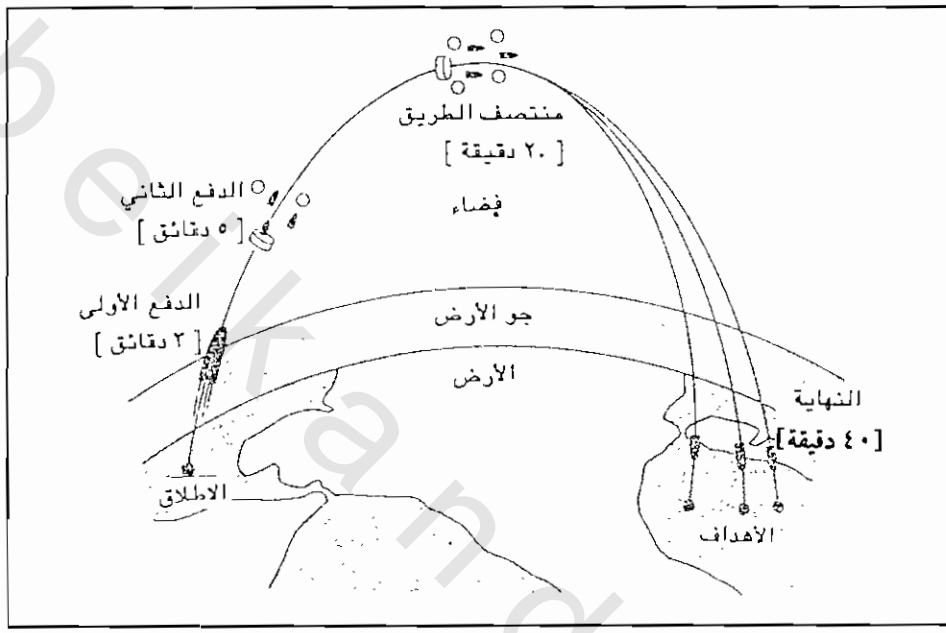
٥ ـ ٨ ـ ٥ أنواع الأسلحة الذرية :

لقد كانت بداية صناعة القنابل الذرية باستخدام وقود اليورانيوم ـ ٢٣٥ والبلوتونيوم ـ ٢٣٩ . وهذان هما اللذان استخدمتهما أمريكا في نهاية الحرب العالمية الثانية فقد ألقت قنبلة يورانيوم ـ ٢٣٥ طاقة ١٢,٥ كيلو طن تي إن تي على هيروشيما، وكانت حصيلة هذه القنبلة تدمير ما يزيد على ٩٠٪ من أبنية المدينة، وقتل ١٠٠,٠٠٠ شخص مباشرة، وبلغ عدد القتلى في نهاية العام ١٤٠,٠٠٠ شخص، وفي عام ١٩٥٠م بلغ مجموع القتلى ٢٠٠,٠٠٠ شخص ! [٢٢]. وبعدها بثلاثة أيام ألقت قنبلتها الثانية المصنوعة بوقود البلوتونيوم ـ ٢٣٩ بطاقة ٢٢ كيلو طن تي إن تي على مدينة ناجازاكي .

وفي بداية الخمسينيات طور كل من الأمريكان والروس القنبلة الذرية الحرارية حيث إنه يعتمد على تسخين الذرات الخفيفة إلى عشرات ملايين الدرجات المئوية لإحداث الاندماج النووي، وذلك باستخدام قنبلة انشطارية . فقد أجرت أمريكا تجربتها الأولى على هذا السلاح عام ١٩٥٢م بتفجير قنبلة ١٠ ميجاطن تي . إن . تي . ، بينما أجرت روسيا تجربتها الأولى عام ١٩٥٥م على قنبلة بطاقة ١٥ ميجاطن تي إن تي . وتبلغ شدة هذه القنابل آلاف المرات شدة القنابل الانشطارية [٢٢].

وفي نهاية الخمسينات تم تطوير الصواريخ الحاملة للرؤوس الذرية والعابرة

للقارات . وبـدلاً من أن يحمل الصاروخ الواحـد رأسًا ذريًّـا ذا طاقة تفجيـرية عالية، تم تطويـر الصواريخ الذرية التي يحمل الواحـد منها عدة رؤوس ذرية تصل حتى ١٦ رأساً ذريًّا ذي شدة تفجيرية متوسطة، وتنتشر هذه الرؤوس قبل وصـولها إلى الهـدف لتغطي مساحـة كبيـرة محدثـة دماراً واسعـاً وبطاقـة أقل [شكل (٥ ـ ١١)].

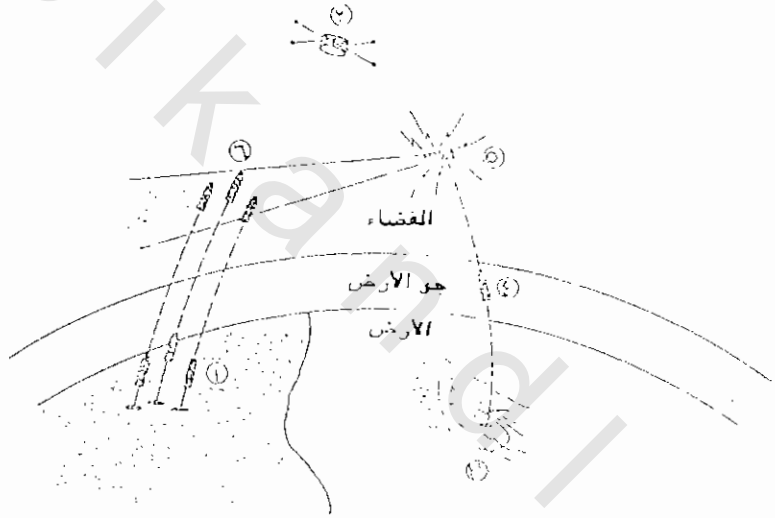


شكل (٥ ـ ١١) مراحل انطلاق الصـواريخ العابرة للقارات ذات الرؤوس النووية المتعـددة . أثناء مرحلة الدفع الأولي تنطلق مركبة الصاروخ . وفي منتصف الطريق يكون قد انطلق منها ١٠ رؤوس نووية و ١٠٠ أو أكثر من الرؤوس التضليلية الكاذبة . ولا يفلح في دخـول جو الأرض إلاَّ الرؤوس النووية الحقيقية . لقد بولغ في رسم أعلى ارتفاع يصل إليه الصاروخ، وفي رسم سمك جو الأرض للإيضاح .

وتم تطوير القنبلة النيوترونية أو مـا يسمى بالسلاح الإشعاعي المقوى، وهو سـلاح ذري حـراري صمم لتقليل طاقـة الصـدمـة وزيـادة التأثيرات القـاتلـة للنيـوترونـات السريعـة ذات الطاقـة العـالية المتـولدة في الانـدماج النـووي . والغـرض من تصنيع هـذا السـلاح هو استخـدامـه في سـاحـة المعركـة ضـد الدبابات والمـدرعات عن طريق قتل أفرادها أو شل حركتهـم بواسطة زخة من

النيوترونات دون إحداث دمار كبير [٢٢]، وتدعى هذه الأنواع بالأسلحة التكتيكية تمييزاً لها من الأسلحة الذرية الاستراتيجية وهي الأسلحة البعيدة المدى القادرة على مهاجمة بلاد الأعداء.

ومن المخترعات الحديثة في هذا المجال: السلاح الذري ذو الطاقة التفجيرية المتحكم بشدتها. وهناك جيل جديد من الأسلحة الذرية تحت التطوير في مختبرات الأسلحة، وتشمل الأسلحة الإشعاعية المقواة التي تهدف إلى تدمير الأجهزة الإلكترونية في مهاجمة الصواريخ والطائرات، وكذلك السلاح الذري المولد لطاقة أشعة الليزر السينية والمقترح استخدامه في صد الصواريخ الموجهة [٢٢] [شكل (٥ ـ ١٢)].



شكل (٥ ـ ١٢) رسم توضيحي لقذف جهاز ليزر في الفضاء لتدمير الصواريخ النووية. تكتشف الصواريخ المطلقة (١) بواسطة قمر اصطناعي للإنذار (٢)، الذي يتصل مع غواصة (٣) فتطلق صاروخ (٤) يحمل سلاحًا نوويًّا لتوليد أشعة ليزر سينية. وفوق جو الأرض يُفجر السلاح (٥) مطلقاً حزمة كثيفة من الأشعة السينية لتدمير عدة صواريخ نووية (٦) أثناء صعودها إلى الفضاء في طريقها إلى أهدافها.

٥ ـ ٨ ـ ٦ أنماط التفجيرات [٢٣]:

تعتمد الظواهر الملازمة للتفجيرات النووية وتأثيرات الصدمة والانفجار والإشعاعات الحرارية والذرية، على موقع التفجير بالنسبة للأرض، وتتغير

بتغيرها، ويمكن تصنيف التفجيرات إلى أربعة أنماط، مع أنه يمكن حدوث تفاوت، وأوضاع متوسطة بين هذه الأنماط في الواقع العملي. وهذه الأنماط هي:

أ) التفجير الهوائي. [أقل من ٣٣ كلم].

ب) التفجير على ارتفاع عال. [أكثر من ٣٣ كلم].

ج) التفجيرات تحت السطحية.

د) التفجير السطحي.

وسنوجز فيما يلي أهم الظواهر الملازمة لهذه الأنماط من التفجيرات.

في التفجير الهوائي لا تمس كرة النار سطح الأرض، وينتقل الإشعاع الحراري إلى مسافات بعيدة عبر الهواء، كما أن الإشعاع الذري الابتدائي الناتج عن التفجير يخترق الهواء لمسافات بعيدة، وتنتشر نواتج الانشطار الباقية في الهواء، ولا يترتب على ذلك عواقب وخيمة على الأرض لحظة الانفجار. وهذا النمط من التفجير هو أشد الأنماط تدميراً.

أما في التفجير على ارتفاع عال فتقل نسبة طاقة الصدمة من طاقة الانفجار الكلية، نظراً للنقص الكبير في كثافة الهواء، وفي المقابل تزداد الطاقة الحرارية المتولدة، ويؤدي تفاعل الإشعاع الذري الآني والمتأخر مع مكونات الهواء الجوي مؤدياً إلى تحرير عدد من إلكترونات الذرات والجزيئات الموجودة في الجو. وبما أن الإلكترونات تحمل شحنة سالبة، فإن الجزء المتبقي من الذرة يكون ذا شحنة موجبة [أيون موجب]، ويطلق على هذه العملية اسم عملية التأين. ويؤدي وجود عدد كبير من الإلكترونات والأيونات الموجبة على ارتفاعات عالية إلى إحداث تأثيرات كبيرة وخطيرة على تقدم أمواج الرادار وانتشارها. ويمكن أن تتفاعل الإلكترونات الحرة الناتجة عن

تأيين أشعة جاما للهواء في هـذه التفجيرات مع المجال المغناطيسي للأرض، لتـوليـد مجالات مغنـاطيسيـة قـوية قـادرة على إتـلاف الأجهـزة الكهربـائيـة والإلكترونيـة غير المزودة بأنظمة حمـاية، وذلك في منطقة واسعة تحت مـركز التفجير. وتعرف هذه الظاهرة باسم ظـاهرة النبضة الكهرومغناطيسية، ويمكن أن تحدثها التفجيـرات الهوائية والسطحية كـذلك، إلاَّ أن المنطقة المتأثرة في هاتين الحالتين تكون أصغر.

وفي التفجيرات تحت السطحية [تحت المـاء أو تحت الأرض] فإن العديد من تأثيراتهمـا متشابهة. ويظهـر الجزء الأكبـر من طاقتها على شكل صـدمة تحت الأرض أو صدمة تحت الماء، إلاَّ أن جزءًا مـن طاقة الانفجار يهرب من تحت السطح ويولد انفجاراً في الهواء. وينقص هـذا الجزء بازدياد عمق موقع التفجير عـن سطح الأرض. ويتم امتصاص الإشعـاع الذري الابتـدائي خلال مسـافة قليلـة من مـركز الانفجـار، ويهـرب جـزء قليل من الإشعاع الحـراري والإشعـاع الذري إلى السطح. وتصبح الإشعـاعيـة الباقيـة في هذه الحـالات بالغة الخطورة؛ لأن كميات كبيـرة من الأرض أو الماء المحيط بموقع الانفجار تصبح ملوثة بنواتج الانشطار ذات النشاط الإشعاعي طويل الأمد.

ويطلق على التفجيرات التي تتم علـى سطح الأرض أو سطح الماء أو على ارتفاع قليل جدًّا فوق السطح بالتفجيـرات السطحية. ويؤدي الانفجار النووي السطحي إلى تلوث كبير بـالسقط الإشعاعي نتيجة لزيادة كميـة المواد الأرضية المشفوطـة إلى داخل السحابة النوويـة [(شكل ٥ ـ ٩)]. وهناك عـدة عوامل أخـرى تحدد الـوضع الحقيقي للسقط الإشعـاعي مثل طبيعة تصميم السـلاح الذري والعوامل المناخية.

٥ ـ ٨ ـ ٧ السبيل لمواجهة السلاح الذري:

مع ما لـلأسلحة الحـديثة، مثل الأسلحة الكيميـائية والجرثـومية والحيـوية (البيولـوجية)، من دمار فإن دمـارها لا يمكن أن يقارن بالـدمار الذي تحـدثه

الأسلحة الذريـة . لذا فإن أفضل سبيل لمواجهة السلاح الـذري الذي يمتلكه الأعداء هو امتلاك سلاح مثله يردع العـدو عن استخدام سلاحه . وهذا ما دفع دولـة باكستـان في المضي قـدمـاً نحـو تصنيع السلاح الـذري رغم الضغـوط الشديدة التي تتعـرض لها من الدول العظمى وعلى رأسها أمـريكا، وذلك بعد تفجير العدو الهندوسي اللدود لقنبلته الذرية عام ١٩٧٤م .

ولا يغني الاعتماد على استصراخ الضمير الدولي الذي تحكَّم فيه الأقوياء، وتلوثـه المصالح الآنية للـدول الكبرى، إذ ما هـدد العدو باستخـدام أسلحته الـذريـة، ولو وقفـت جميع دول العالـم مع الدولـة المهـددة، على مستـوى الاستنكار والإدانة [١٨]. ومن كان لديه شك في ذلك فليشاهد ما يلاقيه شعب البـوشناق المسلم منـذ أشهـر طويلـة وإلى الآن من جـرائم بشعة على أيـدي الصـرب الأرثـوذكس . أمـا موقف الـدول العظمى الكـافـرة، وألعـوبتهم الأمم المتحدة، فهـو منع وصول السـلاح إلى شعب البوشنـاق المسلم للدفـاع عن نفسـه في الوقت الـذي تنهال فيـه الأسلحـة على الصرب من روسيـا واليونـان وغيرها بالطرق البرية، ولا حول ولا قوة إلاَّ بالله .

جـدول (٥ ـ ٣)

الأعداد الكلية التقريبية وطاقة الانفجار للرؤوس الذرية في ترسانة العالم الذرية (٥١، ٢٢)

الدولـة	الأسلحة الاستراتيجية	الأسلحة التكتيكية	المجموع الكلي
أسريكا	١٢٠٠٠ [٣٠٠٠ م ط]	٩٠٠٠ [١٥٠٠ م ط]	٢١٠٠٠ [٤٥٠٠ م ط]
روسيا	١٣٠٠٠ [٦٠٠٠ م ط]	١٧٠٠٠ [٥٠٠٠ م ط]	٣٠٠٠٠ [١١٠٠٠ م ط]
الصين	٣٠٠ [٤٧٠ م ط]		
فرنسا	٦٢٠ [١٣٥ م ط]		
بريطانيا	٣٠٠ [٦٠ م ط]		
إسرائيل	٥٠ ـ ٢٠٠		
الهنـد	٠ ـ ٢٠	وتمتلك بلوتونيوم يكفي لصنع ٥٠ رأس ذري	
جنوب أفريقيا	١٠ ـ ٢٠		

وهنـاك دول أخـرى في طريقهـا لامتـلاك السـلاح النووي، وهي : كـوريـا الشمالية والبرازيل والأرجنتين.

المجموع الكلي ٥٢٠٠٠ رأس نووي تقريباً لأمـريكا وروسيا والصين وفرنسا وبريطانيا فقط بطاقة إجمالية تزيد على ١٦٠٠٠ مليون طن تي إن تي. وإذا ما وزعت هذه على عـدد البشر في العالم فستكـون حصة كل فرد صغيـراً كان أو كبيراً، حوالي ٣ طن تي إن تي ! وإذا ما حدث أن انفجرت هذه في فترة قصيرة فسيكون ذلك، بـالتأكيد، نهـاية الحضـارة، وربما نهايـة الإنسان. وقـد أبرم الاتحاد السوفيتي السابق وأمريكا عدة معاهدات لتقليل مخزونهما من الرؤوس الذرية المختلفـة.

٥ ـ ٩ الطاقة الذرية وأمن الأمـة (٢٢،٢٣) :

إن امتلاك عـدونا الأبـدي للسلاح الذري أصبحت حقيقـة معروفـة للعالم. وفي ذلك يقـول رجارد ولفسن في كتـابه «الخيـار النووي» «يُعتَقَد أن إسـرائيل طورت سرًّا أسلحة نووية في نهاية الستينـات، جزئيا من اليورانيوم الذي غيرت وجهته أو سُرِقَ من الولايـات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وفـرنسا، وجزئيا من البولوتونيـوم الذي زودته بها فرنسا مع المفاعل التجـريبي الذي صنعته لها[١]. وتقدر الترسانـة النووية الإسرائيلية عام ١٤١٢هـ بما يتراوح بين ٥٠ إلى ٢٠٠ سلاح نـووي، ومن ضمنها أسلحة مقـواة بأجهزة انـدماجية بطـاقة لا تقل عن عشـرة أضعاف إنتـاجية قنبلـة هيروشيمـا. وتشمل أجهزة إطـلاقها الطـائرات والصواريخ الذاتية الدفع التي يُعمَل على زيادة مداها ودقتها مع مرور الوقت،

---

١ ـ إن هذا يدل على تواطؤ هذه الدول النصرانيـة مع دولة اليهود لأن الوقود النووي ثمين جدًّا ولذلك توضع عليه حراسات مشـددة. وصدق الله العظيم القائل في محكم التنزيل ﴿**يا أيها الذين آمنوا لا تتخذوا اليهود والنصارى أولياء بعضهم أولياء بعض . . .**﴾. سورة المائدة آية ٥١.

وتكفي الأسلحة النووية الحالية التي تمتلكها إسرائيل أن تدمر كل مدن الشرق الأوسط التي يزيد عدد سكانها على ١٠٠,٠٠٠ نسمة».

إن امتلاك عدونا الأزلي للسلاح الذري يشكل خطراً كبيراً على الشعوب العربية بخاصة وأمة الإسلام بشكل عام. وقد قام هذا العدو بتسخير جامعاته ومعاهده العلمية وفق نظرية عدوانية توسعية. ولم يتوقف التحذير من الخطر الذري الإسرائيلي على العرب، بل إن الوكالة الدولية للطاقة الذرية قد اتخذت قراراً حول «القدرات النووية الإسرائيلية والخطر النووي الإسرائيلي» في الدورة الاعتيادية الرابعة والثلاثين لمؤتمرها العام المنعقد في ٢١ أيلول/ سبتمبر ١٩٩٠م، إذ جاء في قرار الوكالة الدولية للطاقة الذرية أن المؤتمر العام للوكالة:

أ ـ إذ يدرك الحاجة الملحة إلى منع انتشار الأسلحة النووية في منطقة الشرق الأوسط، والحيلولة دون حدوث سباق للتسلح النووي فيها.

ب ـ وإذ يساوره قلق شديد من جراء تنامي القدرات النووية الإسرائيلية والخطر النووي الإسرائيلي.

جـ ـ وإذ يشير إلى قرار المؤتمر العام بشأن القدرات النووية الإسرائيلية والخطر الإسرائيلي.

د ـ وإذ يعبر عن قلقه البالغ تجاه استمرار التعاون بين إسرائيل وجنوب أفريقيا في المجال النووي.

هـ ـ وإذ يشير إلى قرار مجلس الأمن رقم ٤٨٧ لعام ١٩٨١م الذي طلب في جملة أمور أن تضع إسرائيل جميع منشآتها النووية تحت ضمانات الوكالة الدولية للطاقة، وأن تمتنع عن مهاجمة المنشآت النووية أو التهديد بمهاجمتها.

و ــ وإذ يستنكر استمرار رفض إسرائيل إخضاع جميع منشآتها النووية لضمانات الوكالة، فإن المؤتمر :

١ ـ يدعو مجدداً إسرائيل إلى الانصياع لقرار مجلس الأمن رقم ٤٨٧ لعام ١٩٨١م بوضع جميع منشآتها النووية تحت ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية دون تأخير.

٢ ـ ويطلب إلى المدير العام أن يبذل مزيداً من الجهود في المشاورات التي سيواصلها مع الدول المعنية في منطقة الشرق الأوسط بهدف تطبيق نظام ضمانات الوكالة على جميع المنشآت النووية في المنطقة، آخذاً بنظر الاعتبار التوصيات والآراء ذات الصلة الواردة في الفقرة ٧٥ من التقرير المرفق بالوثيقة ٨٨٧/ (GC)، وما جاء في الوثيقة ٩٢٦/ (GC)، والوضع السائد في منطقة الشرق الأوسط، وأن يقدم تقريراً بذلك إلى مجلس المحافظين والدورة العادية الخامسة والثلاثين للمؤتمر العام.

٣ ـ ويطلب إلى المدير العام بإبلاغ هذا القرار إلى الأمين العام للأمم المتحدة.

٤ ـ ويقرر إدراج بند في جدول أعمال دورته العادية الخامسة والثلاثين بعنوان، القدرات الإسرائيلية والخطر النووي الإسرائيلي.

إن في امتلاك العدو الصهيوني للأسلحة النووية تهديداً مستمراً لأمن الشعوب العربية. فكلما طالب العرب بحقوقهم في فلسطين كلما ظهر خطر التهديد النووي واحتمال أن يضرب العدو مدناً عربية بقنابل ذرية. وهذا السبب وحده يكفي دافعاً للدول العربية لاكتساب التقنيات النووية، والعمل الجاد والدؤوب من أجل امتلاك السلاح الذري الرادع للعدوان.