الفصل

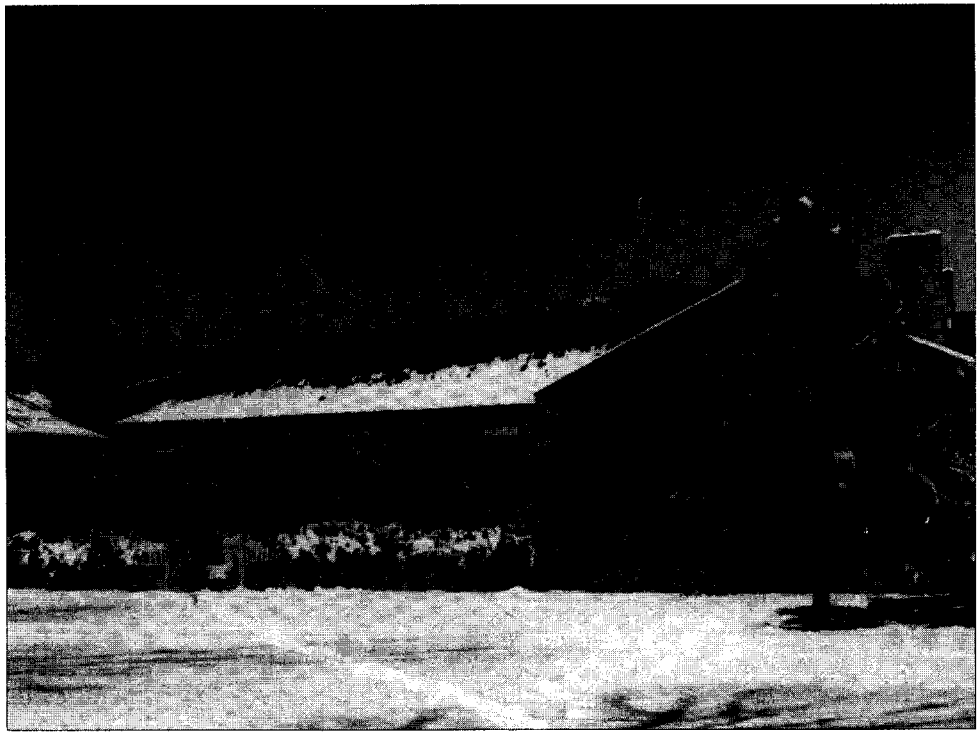
5

لوس ألاموس والقنبلة A

كان يطلق عليها اسم مدرسة لوس ألاموس رانش سكول. تأسست عام 1917 كمكان يستطيع الأشخاص الأغنياء إرسال أولادهم المرضى لبنائهم جسدياً بالإضافة إلى التعلم. كانت متوضعة بشكل جميل في جبال سانكريه دي كريستو على ارتفاع 7200 قدم فوق وادي ريو غراند على بعد 35 ميلاً شمال غربي سانتافي، نيو ميكسيكو. إلاّ أنها تفرقت الآن لأن الجيش الأمريكي قد استولى على المدرسة والأراضي المحيطة بها من أجل مشروع سري للغاية حمل فقط اسم سايت واي. من هنا سيشيد المختبر الذي سيطور القنبلة الذرية في يوليو عام 1942 اختار الجنرال غروفز جاي روبرت أوفنهايمر (1904 ـ 1967) وهو عالم فيزيائي نظري لامع لترأس جهود القنبلة A). قام أوفنهايمر بدراسات نظرية مكثفة في جامعة كاليفورنيا

عن كيفية صناعة قنبلة). فاختار الاثنان معاً لوس ألاموس كموقع لمختبر الأسلحة الجديدة. كانت لوس ألاموس مكاناً رائعاً لمختبر سري. فقد كان معزولاً وكان له طريق ترابية منحدرة واحدة. فساعد ذلك في تأمين السلامة بالرغم من كونه مفزعاً للقادمين الجدد إلى التلة. كان بإمكان العلماء إجراء تجارب خطيرة بالمتفجرات في الوديان الصغيرة العميقة. كانت الطرق المخصصة للتنزه والتزلج والجداول لصيد السمك والكثير من هذا الجمال الطبيعي منعشاً لنفسيات الفرق العلمية التي كانت تجتمع هناك.

هذا المنزل في «باثتاب رو» وهو في الأصل مدرسة فنون لوس ألاموس رانش ويستعمل كمنزل لمدير المختبر وتظهر سلسلة جبال جيميز في الخلفية.



قام أوبنهايمر بحشد لوس ألاموس بنخبة العلماء الأمريكيين في الفيزياء والكيمياء النووية. فقد أصبح مركزاً يمتلىء بأكثر من 2500 شخص. عاشوا حياة المستكشفين في البداية، متبعثرين حول المزارع المجاورة ومتحملين كل أشكال التقنيين والأوضاع غير ملائمة. جين ويلسون، زوجة الفيزيائي روبرت ويلسون تتذكر بأن الطرق لم تكن معبدة والطين يغطي المكان من الفحم الطري لتدفئة المنازل وقد غطى السخام من الفحم الطري المستعمل لتدفئة المنازل كل شيء حولهم. كان مبنى المدرسة الحجري والخشبي المقر الرئيسي. أما المنازل التي عاش فيها الرئيس والأساتذة فقد كانت متواجدة فقط على قمة مختبر العاملين. كان لتلك المنازل أحواض استحمام تسمى Bathtub Row نسبة لذلك الجزء من المدينة أما في الأجزاء الأخرى فقد كانت مدينة مزدهرة مليئة بمجموعات فوضوية من المقطورات والبيوت المبنية من الخشب الأخضر أو الأقسام المسبقة الصنع.

كان لديهم ثلاجات حديثة لكن الأفران الكبيرة التي تعمل على الخشب والفحم كانت صعبة الاستعمال حتى أن الكثير من النزلاء وافقوا على الأواني الكهربائية الساخنة بالرغم من أنها كانت معرضة لانقطاع التيار كان على الناس في لوس ألاموس الاعتياد على العيش في مجتمع محاط بالأسوار والأسلاك الشائكة.

كان البريد مراقباً بالإضافة إلى المكالمات البعيدة

الأمد كما كان هنالك شعارات للدخول. كان كل البريد الوارد معنوناً إلى صندوق بريد 1663 في سانتافي . لم يكن للوس ألاموس عنوان بريدي خاص. كان أغلب الناس هناك صغاراً بالسن وقادرين على تحمل الأحوال الصعبة. كان المشروع واي ٧ هاماً جداً وبإمكانه المساعدة في الانتصار في الحرب.

بحلول أبريل 1943، اجتمع نخبة العلماء لتنظيم برنامجهم في البحث. دُعي «اوبي» أي أوبنهايمر لقيادة المناقشات المكثفة. كان فيرمي هناك في ذلك الاجتماع التنظيمي الأول وأصبح لاحقاً يعمل بدوام كامل كرئيس مساعد ولقيادة واحد من إحدى أقسامه.

كان الهدف في لوس الاموس تحضير سلاح، قنبلة غاية في الفعالية لمساعدة الولايات المتحدة وحلفائها في الانتصار في الحرب العالمية المروعة. لأن الانشطار النووي يطلق الكثير من الطاقة بدرجة أكبر من التفاعلات الكيميائية المتفجرة، القنبلة الذرية ستكون أكثر فعالية من أي قنبلة في التاريخ. كان الانشطار النووي أكثر قوة بملايين المرات من الطاقة الكيميائية. كيلوغرام واحد فقط ـ 2،2 باوند من البلوتونيوم ـ 239 أو اليورانيوم ـ 235 المنصهر كلياً له قوة تفجير 20000 طناً من TNT.

لا يوجد وسيط في القنبلة الذرية ولا غرافيت إبطاء النترونات كما كان ضرورياً في تفاعلات فيرمي.

النترونات البطيئة كانت بطيئة جداً لهذه العملية. فقد

كانت الفكرة هنا استعمال النترونات السريعة تماماً كما خرجت من نواة الانشطار. يصبح بإمكان التفاعل المتسلسل بدون وسيط بناء سرعة انفجار أكبر من أية تجربة عادية ولكن ليس أكثر من قدرة علماء لوس ألاموس على الاستيعاب، الحساب والقياس.

بأقل من مليون جزء من الثانية كان ذلك كل الوقت الذي تستغرقه. وإطلاق كل هذه الطاقة في وقت قصير جداً يؤدي إلى درجات حرارة غير معروفة على سطح الأرض حوالي 10 بليون درجة . ها هنا صورة لكيفية تطور هذا الانفجار: نتيج انشطار أولي في كرة من اليورانيوم ـ 235 . أو البوتلونيوم ـ 239 نترونين سريعين (هنالك أكثر من اثنين في الواقع، لكن لتبسيط الأمر، لنقل اثنين) .

في حوالي مليون جزء من الثانية، يضرب هذا الاثنان نوى اثنين آخرين منتجين 4 ثم 8 ثم 16 ثم 32 أكبر وأكبر 1024 ـ 2048 فيأتي كل جيل جديد أكثر سرعة على أعقاب الجيل السابق. يتم كل ذلك بالنترونات السريعة التي ترتطم بسرعة بنوى أخرى. تستغرق فقط حوالي 80 جيلاً لشطر كل النوى في كيلوغرام في مليون جزء من الثانية. ويطلق كل انشطار طاقة ذرية. تصل درجات الحرارة بليون درجة بسبب اطلاق كل هذه الطاقة في ذلك المكان الصغير.

إن صناعة مثل هذه القنبلة كان عملاً كبيراً بخلاف أي

شيء تعرضوا له من قبل. كان لأولئك العلماء المجتمعون في لوس ألاموس نظرية كيفية عمل قنبلة A ولكنهم الآن بحاجة إلى حقائق وأرقام. ما هي كمية النترونات السريعة التي خرجت لدى انشطار البلوتونيوم ـ 239 (أو اليورانيوم ـ 235) وما مدى سرعة ظهورها وسرعة حركتها؟ كان على الباحثين تعلم كل شيء عن اليورانيوم والبلوتونيوم كان بحاجة إلى آلات تصوير جديدة فائقة السرعة وآلات أشعة X من أجل تتبع عمل القنبلة A كان ذلك بالإضافة إلى المزيد كان ضرورياً لصنع Godget. (وهو رمز معناه «قنبلة ذرية»).

بعدما حضر فيرمي الاجتماع الأول أصبح مستشاراً هاماً للوس ألاموس. فقد قدم بالرغم من متابعته لأعمال ضخمة في أمكنة أخرى كالإشراف على مفاعلات انتاج البلوتونيوم في هانفورد، واشنطن. كان ذلك بحد ذاته التزاماً هائلاً، والذي لم ينجز بسبب مشكلة كان من الصعب التنبؤ بها وهي «تسمم» أول تفاعل بمنتجات معينة للانشطار.

كان باستطاعة فيرمي القدوم إلى لوس ألاموس قبل ذلك لكنه تأخر بسبب مشكلة غير متوقعة في تفاعلات إنشاء البلوتونيوم في هانفورد.

كان فيرمي وليونا مارشال إحدى أعضاء الفريق في CP-1 هناك لبدء التشغيل حيث تحققوا من القراءات عندما أصبح التفاعل خطيراً أولاً بقوة منخفضة بدون تبريد الماء

ومن ثم بقوة كاملة لتبريد الماء من نهر كولومبيا الذي يتدفق من خلاله.

كل شيء بدا على ما يرام كان هناك تفاعل بدرجة 250 ميغاوات أعلى مستوى قوة اسلافها في شيكاغو. بعدئذ شيءٌ غريب يحصل. كان على مشغلات المفاعل سحب قضبان التحكم بشكل أكبر للحفاظ على مستوى القوة حيث كان يتوجب أن يكون. وأخيراً كان على قضبان التحكم أن تسحب بشكل كامل ومع ذلك استمر مستوى القوة

بالانخفاض. بحلول مساء اليوم القادم توقف التفاعل المتسلسل وتعطل المفاعل تماماً. ومن ثم حصل شيءٌ أكثر غرابة: عاد المفاعل للعمل من جديد فقد عمل لعدة ساعات ومن ثم توقف ثانية. ما الذي كان يجري؟

كان باستطاعة فيرمي ملاحظة أن التفاعل قد تسمم. كان هنالك منتجٌ من الانصهار النووي وربما وليدةٌ أخرى من اضمحلال منتج الانصهار ذاك التي كان لها قدرة هائلة على امتصاص النترونات. وقد ظهر ذلك كأشكال النشاط الإشعاعي لعناصر اليود والزينون. اليود المشع (اليود ـ 135) قد تشكل كأحد منتجات الانصهار النووي لليورانيوم ـ 235. ومن ثم اضمحل مع تناقص نشاطه الاشعاعي في 6،7 ساعة إلى الزينون ـ 135. كان لهذا الشكل من الزينون شهيةٌ هائلةٌ جداً للامتصاص النترونات أكثر من أي شيء عرف من قبل. وكان بإمكان ذلك امتصاص

النترونات وقتل التفاعلية في التفاعل. لكن الزينون نفسه سيضمحل ويختفي بمعدل 9،13 ساعة. بذهاب ذلك التسمم كان بإمكان التفاعل أن يصبح حاسماً مرة أخرى.

لحسن الحظ يوجين وغنر الذي كان قد عمل مع مهندسي دوبونت في تصميم تفاعلات هامفورد قد تنبأ باحتمال حدوث مثل ذلك التسمم فقد تضمنوا مساحة لمزيد من اليورانيوم لإضافة انصهارات كافية للتغلب على المشاكل الرئيسية والمحافظة على عمل المفاعل. كما تطلب أقنية تبريد جديدة لليورانيوم المضاف ولكن مع الوقت تفاعل هامفورد B بإمكانه أن يصبح حاسماً مرة أخرى ويحافظ على عمله. تلك دعوة قريبة ولكن بنهاية سعيدة.

سمح حل هذه المشكلة لفيرمي بتحويل اهتمامه الكامل إلى لوس ألاموس في سبتمبر عام 1944 بعد سنة ونصف من تأسيس الموقع Y أتت السيدة فيرمي والأولاد لوحدهم لأن فيرمي كان مشغولاً بالتشغيل في هامفورد. وجدت العديد من الأصدقاء القدامى هناك: عائلة تيلرز وعائلة بيث وعائلة روسي وايميليو سيكريه. كانت قد نُبهت من قبل لذلك أحضرت هي والأولاد أحذيةً عالية للتكيّف مع الطين الموجود دائماً هناك بالإضافة إلى كمية كبيرة من الصبر من أجل مواجهة المشاحنات المحتومة بسبب العيش تحت قوانين الجيش. لكنهم وجدوا أيضاً أناساً صغاراً والكثير من الحفلات والحياة الاجتماعية التي

جعلت من العيش سهلاً مع البريد المراقب وعدم وجود الهاتف).

لقد علم فيرمي بأن لوس ألاموس كانت نتاج عمله والخطوة الأخيرة في الطريق الطويل للقنبلة الذرية. كان أوبنهايمر متحمساً للحصول على مساعدته كما جعل فيرمي مديراً مساعداً ورئيساً لأقسام خاصة القسم F. وقد عرف هذا القسم أيضاً باسم قسم المشكلة لأنه تولى حالات خاصة وأناساً صعبي المراس. كان المسؤول على القسم إدوارد تيلر وهو فيزيائي نظري لامع والذي لم يكن يريد العمل على الانصهار لكن فقط على (سوبر) وهو اسم رمزي للجهود المبكرة لخلق القنبلة الهيدروجينية الأكثر فاعلية. أصبح فيرمي أيضاً رئيساً على فيزيائي اسمه ال. دي. بي. كينغ الذي عمل فريقه على مفاعل صغير بقوة منخفضة جداً الذي قد تم بناءه في لوس ألاموس للعمل كمصدر للنترونات لأسباب في البحث The water boiler وهو اسم مصغر وكان عبارة عن وعاء كروي بقطر واحد قدم يحتوي على محلول ملح اليورانيوم في الماء. كان أول مفاعل في العالم الذي يستخدم اليورانيوم المعزز (يورانيوم أكثر من 0,7٪ يورانيوم ـ 235 من اليورانيوم الطبيعي) نتج اليورانيوم المعزز من فصل المؤسسات التي شيّدت في أوك ردج، تنيسي في المنهج الثاني للقنبلة الذرية.

تشكل عنصر أساسي آخر من قسم فيرمي في نوفمبر

عام 1944 عندما أتى مساعده هيربرت أندرسون من مختبر ميتالورغيكال في شيكاغو للانضمام معه. قام هو وفريقه بإسهامات أساسية مطورين طريقة لتحديد فعالية القنبلة الذرية الأولى.

كان هناك سؤال هام بشأن (الكتلة الدقيقة) وهي كمية المادة القابلة للانصهار اللازمة لصناعة قنبلة. (بكمية قليلة جداً يمكن للقنبلة بأن تخفق إذا هربت النترونات من على الجوانب. وبكمية كبيرة جداً يمكن للمادة النووية الثمينة أن تهدر عند انفجار القنبلة). لنعرف أكثر عن النترونات السريعة كان باحثوا لوس ألاموس بحاجة إلى مسرعات نووية. إن مثل هذه الآلات بإمكانها دفع البروتونات (أو نوى أخرى مناسبة) إلى طاقات مرتفعة بقدر كافي لإنتاج نترونات عالية الطاقة عندما تصدم أهداف مناسبة. لم يكن هنالك وقت لبناء آلات جديدة لذا قام الفيزيائيين في لوس ألاموس بشيء مشابه للتحركات الشجاعة في مشروع مانهاتن: حيث حملت مسرعات نووية من جامعات حول المدينة. وساهمت جامعة هارفرد بالسيكلوترون (مسرعات جسيمات ذرية) وهو نوع من المسرعات الذي يرسل البروتونات أو نوى أخرى خفيفة بطريق دائري متزايدٍ دائماً في حقل مغناطيسي ثابت معطياً إياها دفعة أخرى في كل دورة حتى الوصول إلى طاقات عالية. (تأتي الدفعة من حقل كهربائي بديل مؤقت ليناسب التردد الذي تتحرك عليه الجزيئات في طرقها الدائرية).

أحضر فريق جامعة ويسكونسن مسرعات فان دي

كراس وهي آلات تجلب البروتونات إلى طاقة عالية مع حقل كهربائي فعال والذي يُولد بواسطة نقل الشحنات الكهربائية على حزام سريع الحركة. بخلاف السيكلوترون، هذا حقل كهربائي ثابت. وكذلك جُلبت آلة أخرى من جامعة إيلينويس.

كان ذلك وقتاً مثيراً فقد احتشدت رابطة الفيزياء الأميركية للقيام بتحدي بناء القنبلة الذرية.

هل سينجحون في هذه المهمة المخيفة؟ وهل كان الألمان قد سبقوهم في ذلك؟ ففي الواقع كانت ألمانيا البلد حيث تم اكتشاف الانصهار النووي. وكانت ألمانيا السباقة في العلوم، لقد ذهب أوبنهايمر بنفسه إلى غوتينكين في ألمانيا للحصول على شهادته في الدكتوراه. تحت قيادة أدولف هتلر كان بإمكان الألمان الانتقال من تجارب الانصهار النووي إلى القنبلة المنصهرة. لم تكن هنالك أية طريقة لمعرفة ذلك حيث كان الألمان كاتمين للأسرار تماماً كالأمريكيين وربما أفضل منهم بسبب مجتمعهم الديكتاتوري المغلق. شعر الجميع في لوس ألاموس بذلك الضغط. قبل جلب المسرعات إلى لوس ألاموس كان باحثوا ويسكونسن: جو مكيبين والخريج ديفيد فريتش قد شغلوا هذه الآلات على مدى الساعة لعدة أشهر للحصول على معلومات دقيقة حول سلوك النترونات السريعة. حيث عملوا للنترونات السريعة تماماً كما قد عمل فيرمي للنترونات البطيئة في روما وكان ذلك

إحصائية دقيقة لكيفية سلوك النترونات السريعة في مواد متعددة. لقد علموا بأن مثل هذه المعلومات ستكون ضرورية لتصميم القنبلة الذرية وكانوا مصممين على الحصول عليها.

قام فريق ويسكونسن بتشغيل المسرع الأكبر من أصل اثنين في لوس ألاموس في 15 مايو 1943. كما تابعوا عمل قياسات أكثر أهمية: إنصهار البلوتونيوم بواسطة النترونات السريعة وكانت عينة البلوتونيوم خاصتهم صغيرة جداً بالكاد مرئية فقد 142 جزء من المليون من الغرام. لكن تلك الذرة كانت كافية لقياساتهم.

عمل أعضاء الفريق من 18 ـ 20 ساعة في اليوم في تلك الفترة، لكنهم استطاعوا الحصول على القياسات الدقيقة. أكدت التجارب أن البولوتونيوم بإمكانه الانصهار وانتاج نترونات كافية بسرعة كافية. وبالتأكيد فإن

حفلات ليلة السبت في كوخ فولر بضيافة موظفي لوس ألاموس الذين كانوا يعملون لساعات طويلة. ستة أو سبعة أيام في الأسبوع.

البلوتونيوم ـ 239 قد أنتج نترونات أكثر في الانصهار مما أنتجه اليورانيوم ـ 235. أنتجت عينتهم الصغيرة من البلوتونيوم في سيكلوترون في جامعة واشنطن في سانت لويس. كانت مؤسسات هامفورد لا تزال على بعد سنة واحدة من العملية. تلك المؤسسات الضخمة بنيت في هامفورد على افتراض أن البلوتونيوم ـ 239 سينجح في القنبلة.

بدت الأمور جيدة لقنبلة البلوتونيوم لكن بقيت عقبة كبيرة في الطريق. لقد تنبأ فيرمي بهذه المشكلة على أسس نظرية وكانت المقاييس الدقيقة التي أظهرتها قد أنجزت عن طريق ايميليو سيكريه طالب فيرمي السابق ومساعده الذي قد هاجر أيضاً إلى أمريكا وأتى إلى لوس ألاموس عبر جامعة كاليفورنيا في بيركلي. تكمن المشكلة في معدل الانصهار العفوي المرتفع للبلوتونيوم ـ 240 لمعرفة لماذا كان ذلك مشكلة لا بد من أخذ نظرةٍ قريبة على كيفية عمل القنبلة الذرية.

تتبع لوس ألاموس مسلكين للقنبلة الذرية. وقد اختلفا في المادة القابلة للانصهار المستخدمة حيث استخدم الطريق الأول يورانيوم ـ 235 وهو النظير الخفيف لليورانيوم. لقد تم فصله بجهد كبير عن اليورانيوم ـ 238 الأكثر شيوعاً في المعامل الضخمة في أوك ريدج، تينيسي. أما الاتجاه الآخر فقد استخدم البلوتونيوم ـ 239 الذي أنتج من تلك التفاعلات الضخمة التي لا تزال في قيد البناء في هامفورد، واشنطن.

إن الفكرة المبدئية للقنبلة الذرية بسيطة جداً: تتجمع أجزاء مادة قابلة للإنصهار بسرعة فائقة وبقوة عالية حيث يستطيع التفاعل المتسلسل الذهاب عبر أجيال كافية قبل أن تفجر الأداة نفسها من الطاقة المطلقة في جميع تلك الانصهارات. من إحدى طرق عمل ذلك هي عن طريق إطلاق رصاصة ثقيلة من اليورانيوم ـ 235 إلى هدف من اليورانيوم ـ 235. إنّ منهج السلاح هذا ضروري لأنه يجب جلب كلاً من الرصاصة والهدف معاً بسرعة فائقة خشية أن يبدأ التفاعل المتسلسل قبل أوانه وتفجر القنبلة نفسها وبهذا تكون قد أخفقت.

وبالطبع فإن القنبلة الحقيقية أكثر تعقيداً: إنّ وجود أداة للرص ضروري للمحافظة على الأجزاء في مكانها وارتداد النترونات لذلك الجزء من المليون من الثانية حين بناء التفاعل النووي المتسلسل كما نكون بحاجة إلى (مؤسس) لبدء التفاعل المتسلسل تماماً عندما نريد القنبلة أن تنطلق. يعمل ترتيب السلاح هذا لليورانيوم ـ 235 كما كان الأساس للقنبلة المستخدمة في هيروشيما.

لا يعمل منهج السلاح للبلوتونيوم. في الواقع، تطورت أزمة أساسية في منهج البلوتونيوم. هددت تلك الأزمة بجعل جميع أعمال فيرمي والمؤسسات الضخمة المبنية في هامفورد بلا فائدة: كانت تلك الأزمة الرئيسية لجهد القنبلة الذرية وقت الحرب وكادت أن تقود أوبنهايمر للاستقالة.

إنّ المشكلة أن البلوتونيوم ـ 239 المنتج في تفاعل هو مصحوبٌ بكمية معينة من البلوتونيوم ـ 240. إنّ نظائر البلوتونيوم ـ 240 تلك قد تكونت عندما التقطت النسخة 239 نتروناً آخر في عاصفة من النترونات داخل التفاعل. وبإمكان النظير الأكثر ثقلاً الانصهار بشكل عفوي بدون أن يكون جزء من التفاعل المتسلسل.

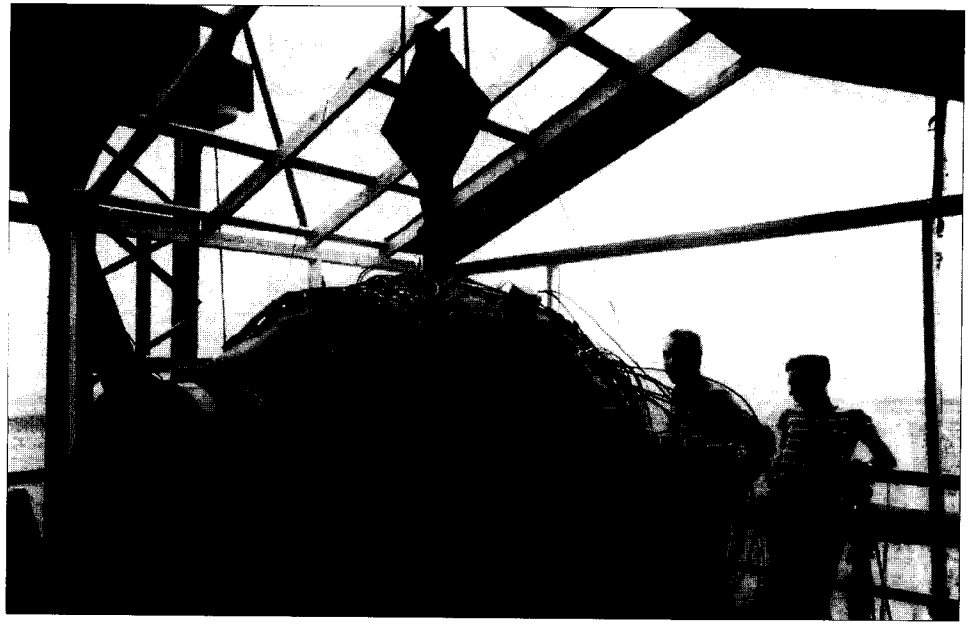
هل كان ذلك سيئاً أم لا؟ ألم يكن الانصهار هو ما تريده؟ في الواقع بلى ولكن ليس ظهور الكثير من الانصهارات بشكل عفوي. بإمكان ذلك بدء التفاعل المتسلسل قبل أن تكون أجزاء القنبلة مع بعضها. لن تنفجر: سوف تنفجر بعنف مفاجيء ومن ثم تخفق. كان هناك انصهارٌ عفويٌ في تفاعل البلوتونيوم حتى أن الأسلحة الأكثر سرعة لم يكن باستطاعتها جعل الأجزاء تتحرك مع بعضها بسرعة فائقة لا يعمل منهج السلاح للبلوتونيوم. كان ذلك مأساةً.

لحسن الحظ تابع عالم من لوس ألاموس واسمه سيف نيدر مير طريقة أخرى لجلب قطع القنبلة مع بعضها. عوضاً عن ترتيب السلاح اختار منهجاً شعر آخرون بأنه كان صعباً للغاية. في منهجه هذا تأتي مادة القنبلة إلى مرحلة حاسمة عن طريق تفجرها ضمنياً. التفجر الضمني هو عكس الانفجار EX. تعني في الخارج، وIM تعني في الداخل. تخيل ضغط كرة من الفخار بكلتا يديك. والآن تخيل قوة ضاغطة آتية بشكل متساوٍ من جميع الجهات. بإمكان تلك القوة خلق تفجر ضمني.

في الإنفجار الداخلي تخلق كتلة دقيقة وتبدأ القنبلة بشكل أسرع من السلاح حتى قبل أن يستطيع الانصهار العفوي أن يسبب اطلاقها. بإمكان الانفجار الداخلي عكس الانفجار أن يقود إلى أعظم الانفجارات في التاريخ.

تطلب التغلب على المشاكل التقنية المتعلقة بمنهج الانفجار الداخلي تعزيزاً كبيراً في فريق لوس ألاموس. كما تطلب لأن يسلم نيدر مير قيادة جهد الانفجار الداخلي للبروفسور جورج كيستاكوسكي الذي أتى من جامعة هارفرد من أجل إضافة معرفته الفريدة عن الانفجارات العالية لجهد لوس ألاموس. في النهاية أصبحت المتفجرات المرتفعة شيئاً بالإمكان السيطرة عليه.

فوريس برادبري (من اليسار) مع قنبلة البلوتونيوم «ترينيتي» المجمعة والكاملة في برجها في 15 تموز عام 1945. اختبار القنبلة كان ناجحاً جداً في اليوم التالي.



فقد أنشأوا (عدسات) عالية الانفجار كالعدسات البصرية كما أنشأوا موجات ذات صدمة التي بإمكانها الضغط من كل جهة تجاه المركز وحدوث انفجار داخلي. من أجل جعل الباحثين قادرين على رؤية ما أنجزوه طورت فرق أخرى في لوس ألاموس آلات أشعة إكس عالية السرعة التي أظهرت الانفجار الداخلي لدى تقدمه.

لقد نجح ذلك. لكنه لم يكن سهلاً إلاّ أن الرجال والنساء الموهوبين في لوس ألاموس قاموا بحل المشكلة الشاقة في خلق انفجار داخلي كروي. لقد تعلموا تجربة بعد تجربة كيفية الحصول على مجموعة مصممة من المتفجرات العالية لتبدأ في تسلسل الميكروثانية الصحيحة. كان بإمكان الإنفجار الداخلي الناتج ضغط كرة إلى كثافات أكثر بمرتين من الطبيعي والقيام بها بشكل أسرع من التفاعل المتسلسل. إن الكرة البلوتونيوم المفرطة الضغط يمكن أن تكون خطيرة جداً (قنبلة).

إنّ ذلك النوع من الجرأة التقنية والعمل الجاد قد أتى بحلول للمشاكل المتعلقة في بناء القنبلة الذرية في فبراير 1945 طلب الجنرال غروفس تصميماً بالرغم من بقاء المشاكل. لم تكن هنالك تغييرات أخرى لخطط القنبلة A. وبتلك الطريقة كان كل شيءٍ جاهزاً لاختبار في شهر يوليو. ومع حلول شهر يوليو توقعوا الحصول على قدر كاف من البلوتونيوم المنتج في هامفورد من أجل إنهاء القنبلة الأولى.

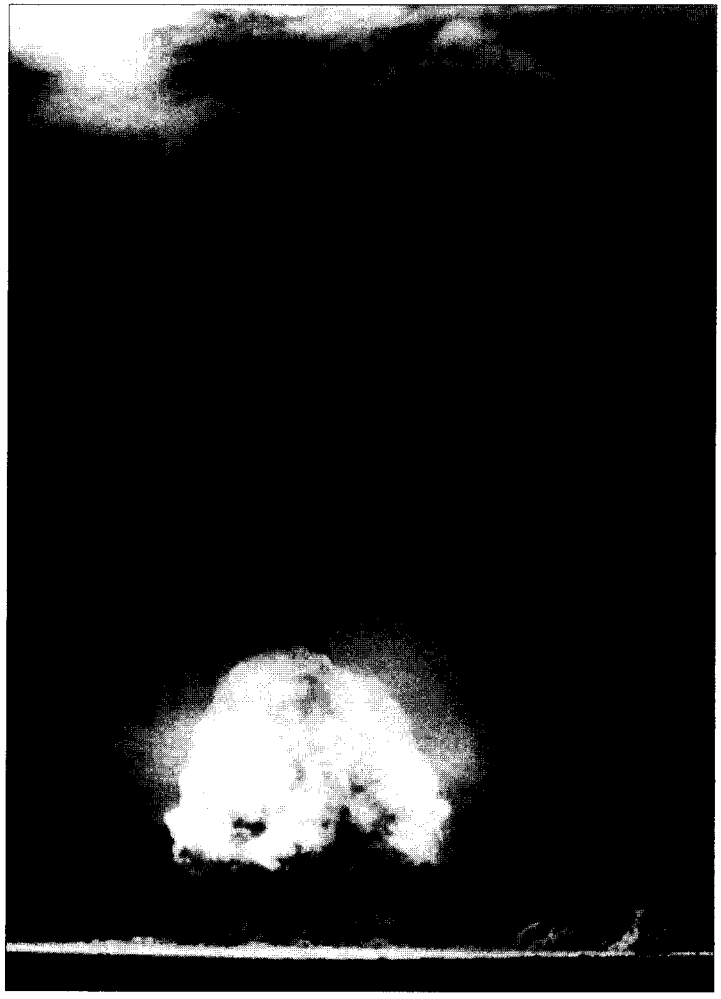
كان الاختبار معقداً جداً لدرجة أن التخطيط له قد بدأ قبل سنة. في فبراير عام 1945 عندما أصبحت تحضيرات الاختبار مكثفة جداً قام 250 شخص بالعمل عليها. أجري الاختبار على بعد 210 ميلاً جنوب لوس ألاموس في قسم 18×25 ميل في مدى تفجير جيش القوات الجوية. أطلق أوبنهايمر على الموقع والاختبار رمز Trinity.

لقد كانوا مختبرين أذكياء حيث قام فريق الاختبار بإجراء الاختبار من أجل التأكد من أدواتهم وخططهم. ومن أجل عمل ذلك قاموا بتفجير 100 طن من المتفجرات المرتفعة في موقع ترينتي في مايو 1945 كما قد أضافوا منتجات انصهار مشعة من منشأة هامفورد للتأكد من القياسات التي يقومون بها على النشاط الإشعاعي من القنبلة الذرية.

لقد كان ذلك أكبر انفجار كيميائي من صنع البشر على الإطلاق ولكنه سريعاً سيتحجم بواسطة اختبار القنبلة A. لقد لعب فيرمي دوراً خاصاً خلال التحضيرات من أجل الاختبار. فقد قيل بأنه الشخص الوحيد الذي كانت معرفته لكلا النظرية والتجربة مساويةً للجوانب الأخرى المختلفة لهذا الاختبار الذي تضمن على فروع كثيرة من الفيزياء.

وأخيراً جاء الوقت لاختبار أول قنبلة ذرية في العالم كانت القنبلة (من طراز الانفجار الداخلي للبالتونيوم) قد جُمعت في موقع ترينتي ورفعت إلى إرتفاع مئة قدم.

تألفت القنبلة من عدة أقسام رئيسية: حيث كان مركزها «مؤسساً»: القليل من البلوتونيوم والبريليوم المكونات التقليدية لمصدر النترونات. يزود «المؤسس» النترونات القليلة الأولى لبدء التفاعل المتسلسل الضخم. يوجد حوله كرة صلبة من البلوتونيوم 239 . التي كانت



اختبار قنبلة ترينيتي في 16 تموز 1945. قوة الانفجار وازت كمية 20.000 طن من مادة TNT، ذابت الرمال في قاعدة البرج لتتحول إلى زجاج.

أداة رصّ لليورانيوم الطبيعي. . . غير قابل للانشطار ولكنه ثقيل بشكل كافٍ لإجراء عمليتين دقيقتين. الأولى ارتداد النترونات إلى التفاعل المتسلسل حالما يصبح متقدماً، والعملية الأخرى هي جعل القنبلة تتماسك في أجزاء المليون من الثانية حالما تصبح ثائرة تماماً. كما طرق أداة الرصّ 5000 باونداً من المتفجرات العالية من نوعين صُممت بحذر وأنتجت لخلق رد الفعل الكروي لتفجير أداة الرصّ داخلياً ولضغط البلوتونيوم جاعلاً إياه شديد الفعالية. وكذلك يُسحق المؤسس منتجاً النترونات القليلة الأولى التي تجعل التفاعل المتسلسل يبدأ.

بدأ العد العكسي الآلي عند T (الوقت المعد للانفجار) ناقص 45 ثانية. كان لدى فيزيائي واحدة فقط دونالد هارينغ قاطع التيار الذي بإمكانه إيقافها بعد ذلك. «لا أظن أنه قد سبق لي وأن كنت متوتراً كما كنت خلال هذه الثواني الأخيرة» هذا ما قاله لصحفي بعد سنوات لاحقة.

استمر العد العكسي وكان الجميع متوترين فقد اعتمد عمل كل السنوات الستة الأخيرة على تلك النتيجة. كتب الجنرال غروفز في سيرته الذاتية NOW It can be told: «لدى اقترابنا من اللحظة الأخيرة، أصبح الهدوء أكثر شدة. . . وفكرت فقط بالذي سأفعله إذ وصل العد العكسي إلى الصفر ولم يحدث شيء».

ولكن شيئاً ما قد حصل. تم تحديد بدء القنبلة يوم الاثنين 16 يوليو 1945 في الساعة 5,29 صباحاً. كان

الانفجار في هذه الكمية تقريباً من TNT. كان البرج الذي حُررت منه gadget قد تبخر كلياً. وذاب الرمل في قاعدة البرج وتحول إلى زجاج ونُحتت حفرة بعمق 300 قدم في أرض الصحراء. لم يكن هنالك شيء مماثل لذلك في تاريخ البشرية.

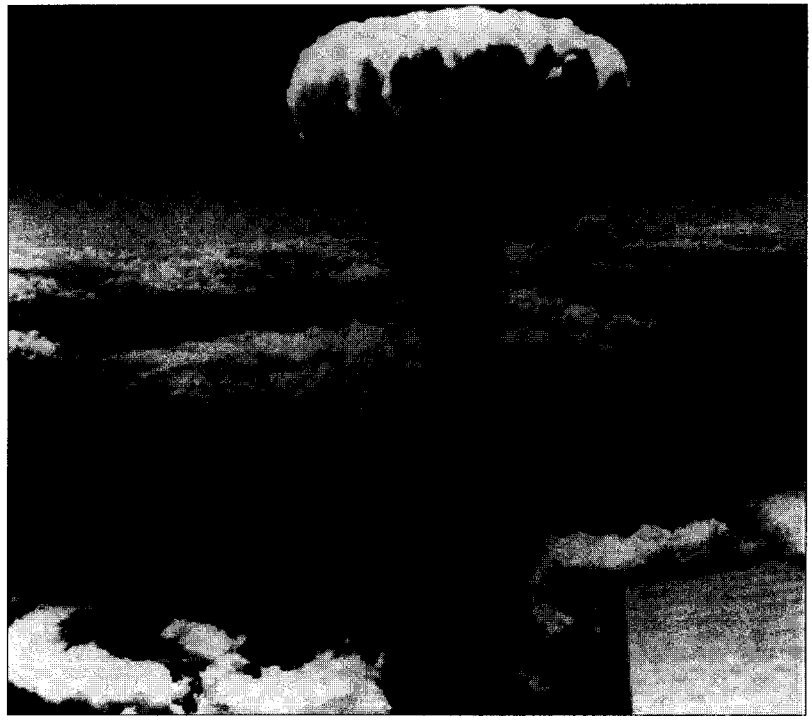
وهنا وصف كتبه فيرمي بكلماته عن تلك الحادثة المروعة والذي أُخذ من تقرير كان مكتوب عليه «سري»: (بالرغم من أنني لم أنظر بشكل مباشر إلى ذلك الشيء فقد كان لدي شعور بأن المدينة قد أصبحت أكثر إشعاعاً بشكل مفاجئ أكثر من وضح النهار. ومن ثم نظرت في حبة الانفجار عبر زجاجة آلة اللحام وكان بإمكاني رؤية شيء كتجمع لهب النار التي بدأت ترتفع في الحال. وبعد بضع ثوان. فقدت ألسنة اللهب ضوءها وظهرت كأنها عمود دخان ضخم برأس متوسع كفطر عملاق ارتفع بسرعة هائلة وراء الغيوم إلى ارتفاع 30,000 قدم).

وكذلك تحدث مراقب أخر: الفيزيائي آي. آي. رابي (1898 ـ 1988) عن «وميض هائل، ألمع ضوء رأيته في حياتي. فقد انفجر وانقبض وخرق طريقه. كان منظراً لا يرى فقط بالعين. . . فقد بدأ مهدداً وكأنه يتبع أحدهم» وكتب اميليو سيكريه «ضوء ساطع كاسح.. ظننت أن الانفجار سيشعل ناراً في الغلاف الجوي وينهي الحياة على الأرض بالرغم من أنني متأكد من عدم حدوث ذلك».

أسقطت قنبلة البلوتونيوم واسمها Fat man نمط الانفجار الداخلي على ناكاساكي في 9 أغسطس عام 1945. أمر الرئيس ترومان بإسقاط القنبلة بعد إنذار اليابانيين بتدميرهم إذا لم يستسلموا.

أما أوبنهايمر، مدير هذا المشروع الناجح فقد تذكر بضعة أسطر من كتاب للهندوس Bhagavad - Gita: أصبح الموت الآن، مدمر العالم كله.

كانت هناك حقيقة عميقة في تلك الكلمات. بعد عدة أيام في 6 أغسطس 1945، أسقطت قاذفة قنابل واحدة Enola Gay B- 29: بقيادة الكولونيل بول تيبتس، قنبلة يورانيوم من نمط السلاح على هيروشيما في اليابان. ونتيجة لذلك مات 200,000 شخص من جراء قنبلة واحدة. في 9 أغسطس أسقطت الولايات المتحدة قنبلة أخرى (ذات الانفجار الداخلي) من نمط البلوتونيوم على ناكاساكي. وقُدرت قوتها بـ 22,000 طن من TNT. مات 70,000 شخص بحلول آخر السنة والكثيرون أيضاً على مدى الخمس سنوات اللاحقة.



انفجار قنبلة ذرية فوق ناكاساكي منهية الحرب العالمية الثانية.

لدى مواجهة هذه الخبطة الرهيبة، دعا هيروهيتو الإمبراطور الياباني قادته العسكريين للاستسلام.

بدون شك، اختصرت القنبلة الذرية الحرب لأن اليابانيين كانوا مستعدون لمتابعة القتال بالرغم من التفجير التقليدي الذي قد تحملوه من قبل .

ويستمر الجدل حول ما إذا كان يجب إسقاط القنبلتين الذريتين إلى يومنا هذا. فمن جهة، كانت الحرب مشتعلة وقد قتلت أسلحة غير نووية كقنبلة طوكيو المحرقة 100000 جندي في إغارة ليلية واحدة.

كما واجه الآلاف من الجنود الأميركيين والبحارة وجنود البحرية الموت في الغزو المخطط لليابان. لقد أقسم اليابانيون على متابعة القتال وقد قاتلوا بقوة بالفعل لحماية وطنهم. لم يشعر الجندي الأمريكي بحالة جيدة إلاّ بعد معرفة أن الحرب قد أُختصرت وأنه لا يزال على قيد الحياة.

ومن جهة أخرى، تباحث العلماء أمثال ليو زيلارد بشأن توضيح الانفجار ليشهده علماء يابانيين وآخرين. كانت الفكرة هي إقناعهم بمدى قوة هذه الأسلحة الجديدة بدون قتل العديد من الناس أثناء العملية. لكن لم يعبأ بمثل هذه الأصوات لأنه سيكون من الصعب عليهم أن يستمعوا في العجلة لاتمام اختبار واستخدام القنبلة. ولا يزال ذلك موضوعاً ملائماً للمناقشة بالرغم من صعوبة الحصول على المشاعر القوية (الكره والخوف) خلال الحرب في يومنا هذا.

نادت أصوات أخرى لاعتراف أفضل بأن طبيعة الحرب قد تغيرت بواسطة هذه الأسلحة ذات الفعالية العالية. كان لفيرمي دوراً بصفته عضو في هيئة علمية لتقديم النصح للحكومة عن سياسة ما بعد الحرب. فقد حذرت الهيئة أن الأسلحة الذرية بإمكانها أن تجعل الأمة قوية، لكن سلامتها الحقيقية تستند على «استحالة حدوث حروب في المستقبل». لقد تم الوصول إلى هذا الهدف النبيل جزئياً فقط. لكن كانت هناك حروب الكثير منها

والكثير من القتلى في الكثير من البلدان ـ لعقود منذ هيروشيما وناكاساكي. وبذلك، كما في العديد من البلاد، لم تقارن قدرتنا على تطوير التكنولوجيا بقدرتنا على حل النزاعات.