

بمب نوترونی

بمب نوترونی به طور کلی با سایر سلاح های اتمی استاندارد تفاوت دارد . . . زیرا آثار مهلك بمب که از تشعشعات مضر به وجود می آید، به خاطر نوترون هایی است که رها می شود. این بمب به نام « سلاح تشعشع افزوده» [1] نیز شناخته می شود. اثرات تشعشع افزوده در بمب نوترونی بدین صورت است که آثار حرارتی و تخریبی این بمب نسبت به سایر سلاح های اتمی کمتر است. به همین دلیل ساختارهای فیزیکی مثل ساختمان ها و مراکز صنعتی، کمتر خسارت می بینند و بیشترین آسیب به انسان وارد می شود.

از آن جایی که اثرات تشعشع نوترون با افزایش فاصله به شدت کاهش می یابد، اثر بمب در مناطق نزدیک به آن و مراکز دور از آن، به وضوح تفاوت دارد. این ویژگی کاملاً مطلوب کشورهای عضو پیمان آتلانتیک شمالی (ناتو) است، چرا که آن ها می خواهند آمادگی نبرد در مناطق پرازدحام را داشته باشند در حالی که انواع دیگر انفجارهای هسته ای، زندگی شهری و دارایی ها را به خطر می اندازد، بمب نوترونی فقط با زنده ها سر و کار دارد.

[1] – enhanced– radiation weapon

برگرفته از کتاب " :مدیریت بحران در حوادث هسته ای " نوشته ی مهندس رضا بدریان

مراحل انفجار هسته ای

در اثر يك انفجار هسته ای، گوی آتشین بسیار گرمی تولید می شود که دمای نوك قله ی آن به 10 میلیون کلوین می رسد . . .

انرژی حاصل از گوی آتش به اندازه ای است که کلیه مواد آن سوی خود را شعله ور می کند. شدت روشنایی گوی آتش به حدی است که باعث کوری دائم و یا موقت خواهد شد. حضور ساختمان ها و تجهیزات می تواند مانع از اثرات حرارتی شود و یا از شدت آن بکاهد. پرتوهای حرارتی معادل 8 کالری بر سانتی متر مربع به عنوان مقداری در نظر گرفته می شود که باعث مرگ و میر 50 درصد افراد در اثر سوختن حاصل از گوی آتشین می گردد. در جدول زیر فواصلی که این حد آستانه برای قدرت های گوناگون رخ می دهد آورده شده است:

جدول (2-2) - فاصله تقریبی برای مرگ و میر ناشی از شعاع حرارتی

قدرت بر حسب کیلو تن	0	1/0	1	10
فاصله بر حسب متر (مرگ %50)	60	200	610	1800

تشعشعات هسته‌ای بوجود آمده بسیار خطرناک بوده و به محض انفجار بمب در تمام نقاط پخش می‌شود. این تشعشعات شامل چهار دسته می‌باشد:

• **آلفا:** این ذره برد و قدرت نفوذ کمتری نسبت به سایر ذرات دارد و توسط یک ورق کاغذ یا پارچه یا پوست انسان متوقف می‌شود.

• **بتا:** این ذره از ذرات آلفا قدرت نفوذ بیشتری دارد ولی دارای برد کمتری می‌باشد و توسط یک صفحه فلزی با ضخامت بیش از سه میلی‌متر متوقف می‌شود.

• **گاما:** این اشعه مانند امواج رادیویی دارای برد بسیار زیادی می‌باشد، قدرت نفوذ و تخریب این اشعه بسیار زیاد است. یک لایه ۱۵ سانتی‌متری بتن یا یک لایه ۲۰ سانتی‌متری خاک فقط نیمی از این اشعه را می‌گیرد و همان نیمی دیگر اثرات زیانبار خود را بر جای خواهد گذاشت.

• **نوترون:** نوترون نیز مانند گاما هم بسیار زیانبار است هم دارای برد بسیار زیاد می‌باشد و هم قدرت نفوذ و تخریب بسیار زیادی دارد. با این تفاوت که نوترون ذره است و گاما اشعه و اثر تخریبی آن در موجودات زنده بیشتر است تا اشیاء.

وقوع انفجار هسته‌ای باعث تولید یک پالس تشعشع قوی اولیه می‌شود. هم‌چنین باعث تولید و رها شدن پرتوهای گاما و ذرات نوترون می‌گردد. پرتوهای تولید شده در اولین دقیقه بعد از انفجار به عنوان پرتوزایی اولیه شناخته می‌شود و حاصل واپاشی هسته‌های ناپایدار تولید شده در اثر انفجار است. تشعشع بعد از این زمان را پرتوزایی تاخیری یا تشعشع باقیمانده می‌نامند. دوز 4 گری [1]، مقدار دوز حد تقریبی است که در طی دو ماه باعث مرگ 50 درصد جامعه در صورتی که درمان نشوند خواهد شد [2]. این دوز، معادل دوز 3

گری است که در وسط بدن وجود داشته باشد. دوزهای کمتر نیز می‌تواند باعث مرگ و میر به علت سایر آسیب‌ها (شعاع حرارتی و موج انفجار) گردد. این مقدار برای افرادی محاسبه شده است که هیچ حفاظی نداشته باشند و مستقیماً در برابر تابش فرار گرفته‌اند. وجود ساختمان‌ها خود به منزله یک حفاظ در برابر پرتوها عمل می‌نماید. فاصله‌ای که در آن دوز حاد 4 گری دریافت می‌گردد بستگی به قدرت سلاح هسته‌ای و طراحی آن خواهد داشت.

برای یک قدرت معین، میزان دوز جذب شده بر حسب فاصله سریعاً افزایش پیدا می‌کند، به طوری که فاصله‌ای (از محل انفجار) که در آن دوز جذب شده 20 گری، دریافت می‌گردد، فقط 75% فاصله‌ای است که در آن میزان دوز جذبی برابر 4 گری است.

پرتوزایی تأخیری به تشعشعی اطلاق می‌گردد که پس از پرتوزایی شدید و پالس اولیه حاصل از انفجار بمب هسته‌ای ظاهر می‌شود. این پرتوزایی تأخیری که باعث افزایش پرتوزایی در محدوده محل انفجار می‌گردد، در اثر تزریق حجم عظیمی از مواد رادیواکتیو به اتمسفر و جو ایجاد شده و باعث ریزش اتمی (مواد رادیواکتیو) در فواصل دور از محل انفجار می‌گردد. الگوی ریزش اتمی تابعی از قدرت انفجار، ارتفاع انفجار و شرایط آب و هوایی منطقه است. در جدول (2-3) فواصل مربوط به جذب دوز 4 گری در هوای آزاد برای پرتوزای اولیه چندین قدرت مختلف ارائه شده است:

جدول (2-3) - فواصل تقریبی مربوط به دز 4 گری از پرتوزایی اولیه

قدرت برحسب کیلوتن	01/0	1/0	1	10
فاصله برحسب متر	250	460	790	1200

نتایج محاسبات ریزش اتمی در جدول (2-4) بر اساس فرضیات انفجار در سطح زمین و شرایط آب و هوایی عادی تهیه شده است.

جدول (2-4) - فاصله لازم برای دوز جذبی 4 گری حاصل از پرتوزایی تأخیری در اولین ساعت پس از انفجار

قدرت برحسب کیلوتن	0	1/0	1	10
فاصله برحسب متر	1270	2750	5500	9600

مقادیر دوز تخمینی جذب شده برای سلاح‌های هسته‌ای در قدرت‌های مختلف برای سه شعاع متفاوت در جدول (2-5) آورده شده است. از این جدول مشخص می‌گردد که نزدیک شدن به محل انفجار آن‌هم بلافاصله بعد از انفجار اتمی بسیار مخاطره آمیز است. باید توجه داشت که ریزش اتمی بلافاصله رخ نمی‌دهد و مدت زمانی طول می‌کشد تا آن‌ها توسط باد و در مسیر جریان باد منتقل گردند. به عنوان مثال در جدول (2-4) دوز جذبی در فاصله 9600 متری حاصل از انفجاری با قدرت 10 کیلوتن در 24 دقیقه پایانی ساعت اول انفجار حاصل می‌گردد، یعنی 36 دقیقه زمان لازم است تا ذرات رادیواکتیو به این فاصله برسند. این زمان می‌تواند برای انجام اقدامات پیشگیرانه برای کاهش اثرات ریزش اتمی در نظر گرفته شود.

جدول (2-5) - دوز جذبی تاخیری در اولین ساعت پس از انفجار

قدرت بر حسب کیلوتن	1000 متر	2000 متر	10000 متر
01/0	7/6	5/1	001/0
1/0	38	3/8	1/0
1	210	47	6/0
10	1200	260	5/3

1-5-1-2- تشکیل حفره حاصل از انفجار

انفجار یک بمب در سطح زمین باعث جا به جایی خاک و تشکیل شدن یک حفره بزرگ می‌شود. ابعاد حفره به ارتفاع بمب از سطح زمین در هنگام انفجار، قدرت انفجار و ساختار مکانیکی خاک بستگی دارد. جداول زیر ابعاد حفره ایجاد شده و میزان نفوذ را در اثر انفجارهای با قدرت‌های مختلف را در سطح زمین نشان داده است. شعاع حفره بر حسب ساختار و استحکام خاک می‌تواند تغییر کند.

جدول (2-6) - شعاع حفره ایجاد شده برای انفجار هسته‌ای سطحی در خاک نرم و خشک

قدرت بر حسب کیلوتن	01/0	1/0	1	10
شعاع بر حسب متر	5	10	20	40

در خاک مرطوب، انفجاری به قدرت 1 کیلوتن شعاعی به اندازه 25 متر درست می‌نماید در حالی که در خاک خشک شعاع حفره ایجاد شده 15 متر خواهد بود. زمانی که انفجار در نزدیکی سطح و یا زیر زمین رخ می‌دهد شعاع حفره ایجاد شده به عمق انفجار بستگی خواهد داشت.

[1] - دز جذب شده در سطح بافت بدن با علامت اختصاری Gy

[2] - $L/D_{50/60}$

1-5-1-2- شوک زمینی

انفجار هسته‌ای علاوه بر موج، تولید یک شوک زمینی نیز می‌نماید. این شوک می‌تواند تاسیسات و ساختمان‌ها را تخریب کند. شوک زمینی همراه با موج انفجار، علت اصلی تخریب زیرساخت‌های محلی هستند. خسارات وارده برای مدت زمانی بعد از انفجار، شاید حدود چند هفته یا چند ماه قابل تعمیر نمی‌باشد. گاهی ایزوله کردن نواحی تخریب شده ضروری است تا زمانی که نواحی نزدیک آن‌ها ترمیم و آماده گردد.

اگر تراکم زیاد جمعیتی را در نظر بگیریم تعداد افراد تأثیر گرفته از اثرات آبی و سریع انفجار هسته‌ای می‌تواند بسیار بیشتر شود. وجود تراکم جمعیتی [1] زیاد، می‌تواند تلفات حاصل از سوختن در یک شعاع کوچک نزدیک محل وقوع انفجار را هم بیشتر کند (مانند ساختمان‌های تجاری در ساعات اداری) حتی یک انفجار با قدرت کم در حدود 01/0 کیلوتن در چنین مناطق پرجمعیتی می‌تواند باعث مرگ هزاران نفر در اثر تشعشع اولیه حاصل از انفجار گردد.

فاصله‌ای که منجر به مرگ و میر حاصل از تشعشع اولیه انفجار برای قدرت 01/0 کیلوتن می‌شود،

برابر 200 متر است. جداول زیر خلاصه‌ای از مطالب مطرح شده در این قسمت را ارائه می‌نماید.

در جدول (2-9) نیز، خلاصه‌ای از اثرات مهم انفجار تسلیحات هسته‌ای برای چند فاصله مختلف ارائه شده است.

مهمترین اثرات آتی یک انفجار هسته‌ای، پرتوزایی بالای اولیه و حرارت سوزاننده آن می‌باشد. برای انفجارهای هسته‌ای کوچک، افرادی که در معرض مستقیم حرارت بالا ولی غیر کشنده انفجار قرار می‌گیرند، ممکن است در حد کشنده‌ای دوز حاصل از پرتوزایی بالای اولیه آن را دریافت نمایند.

با افزایش قدرت در حد 1 کیلوتن، حرارت سوزاننده از پرتوزایی بالای اولیه تاثیر گذارتر می‌شود و عامل اول مرگ و میر می‌گردد. در قدرت 10 کیلوتن، شعاع کشنده حرارت از شعاع کشنده پرتوزایی اولیه بزرگتر می‌شود.

[1] - میانگین گیری افراد در چند کیلومتر مربع

با توجه به این بحث، می‌توان نتیجه‌گرفت که طیف حاصل از انواع تلفات آن (سوخن، پرتوگیری و...) برای سلاح‌های هسته‌ای کم قدرت، بستگی به قدرت سلاح دارد و صدمات حاصل از پرتوگیری، مهمترین صدمات به شمار می‌روند. برای قدرت‌های بیشتر، آسیب‌های ایجاد شده بر اثر انواع خاصی از جراحات، بیشترین تلفات را شامل می‌شود.

نواحی مشخص شده برای اثرات مختلف، دایره‌هایی به شعاع برابر با فواصل تعیین شده در جدول مربوطه هستند که محل انفجار در این نتایج، مرکز دایره‌ها می‌باشد. در این تحلیل‌ها فرض شده است که هیچ حفاظ یا ساختمانی وجود ندارد. تنها موردی که منطقه تأثیر گذاری آن تقارن ندارد، ریزش اتمی است که مکان وقوع آن به جهت و سرعت باد بستگی پیدا می‌نماید. همان‌گونه که قبلاً گفته شده است برای حادثه ریزش اتمی بر حسب مکان وقوع آن، یک زمان تأخیری نیز وجود خواهد داشت.

ابر تشکیل شده از انفجار، خطرات شدیدی برای پرسنل و افراد درون هواپیماهای عبوری از منطقه ایجاد می‌نماید. لذا باید توسط سیستم اطلاع رسانی، اطلاعات مورد نیاز به مردم و سیستم ناوبری هوایی منطقه داده شود. افراد درون هواپیماها در این مناطق در معرض دوز کشنده قرار می‌گیرند.

اثرات انفجار هسته ای

سلاح های با قدرت بالاتر، اثرات بزرگ تر و مخرب تري نیز دارند . . .

سلاح های با قدرت کمتر از 01/0 کیلو تن از نوع هسته ای، برای حالتی که سلاح دچار نقص شده و درست عمل نمی کند مورد بررسی قرار خواهند گرفت زیرا قدرت های 01/0 کیلو تن و کمتر را می توان با سلاح های غیر هسته ای نیز تولید نمود.

نور انفجار

اولین نشانه یک حمله اتمی، نور خیره کننده آن است که مقداری از خورشید درخشنده تر است و مانند فلاش عکاسی یا صاعقه است و نگاه کردن به آن حتی چند ثانیه می تواند انسان را نابینا کند.

تشعشع حرارتی

گوی آتشین تشکیل شده که دمای مرکز آن به چند میلیون درجه سانتی گراد می رسد (حتی دما از سطح خورشید هم بیشتر می شود) هر چیزی را در نزدیکی خود به خاکستری سفید تبدیل می کند. وجود باد هم می تواند به این عمل کمک نماید.

موج انفجار

در همان دو الی سه ثانیه اول تشکیل می شود و با سرعتی معادل دو برابر سرعت صوت به راه می افتد و هرچه بر سر راهش باشد را پرتاب و نابود می کند. اجسامی که توسط موج انفجار متلاشی شده اند مانند گلوله به پرواز در می آیند و تهدید جدی برای انسان به شمار می رود.

موج انفجار بر اعصاب انسان تاثیر گذاشته و باعث عدم تعادل موقت یا دائم می شود که به اصطلاح، به آن موجی شدن می گوئیم. از سایر آسیب ها می توان به آسیب های شدید بر پرده گوش و دیافراگم قفسه سینه اشاره کرد که به ترتیب اولی در اثر برخورد موج با پرده گوش و دومی در اثر باز ماندن دهان انسان یا تنفس هنگام آمدن موج است که از عوارض آن کری و نیز دومی مرگ است.

هر انفجاری مثل انفجارهای هسته‌ای یک موج درست می‌کند که در هوا و به سمت خارج از ناحیه انفجار گسترش پیدا خواهد نمود. این موج انفجار که گاهی ضربه انفجار یا موج فوق فشار نیز نامیده می‌شود، یک موج فشاری گذرا می‌باشد که برحسب پوند بر اینچ مربع [1] اندازه گیری می‌شود. این موج انفجاری همراه با باد قوی ایجاد شده، می‌تواند مستقیماً باعث ایجاد خرابی ساختمان‌ها و تاسیسات و ایجاد صدمه به افراد حاضر در محل شود. صدمات می‌تواند به شکل غیر مستقیم در اثر سقوط آوار و برخورد سایر تجهیزات خراب شده به افراد وارد شود. شیشه‌های پنجره، آسیب پذیری زیادی دارند و در اثر فشارهای کمتر از 1 پوند بر اینچ مربع تخریب خواهند گردید. بعد از شکسته شدن، قطعات خرد شده شیشه در اثر موج انفجار شتاب می‌گیرند. در سرعت‌های زیاد، این قطعات می‌تواند باعث آسیب دیدگی و حتی مرگ شوند. جدول زیر نتایج تحلیلی این موضوع را نشان داده است:

جدول (1-2) - شعاع منتهی به مرگ 50% برای فشار 12 Psi

قدرت برحسب کیلو تن	01/0	1/0	1	10
شعاع بر حسب متر	60	130	275	590

جدول فوق شعاع 50 درصد مرگ و میر ناشی از حضور افراد در نزدیکی پنجره‌ها و اصابت قطعات خرد شده شیشه به آن‌ها را نشان می‌دهد. این جدول برای موج انفجاری معادل 12 پوند بر اینچ مربع در محل پنجره‌ها تهیه شده است. تعیین شعاعی که در آن آسیب دیدگی‌های خاصی به افراد می‌رسد بسیار پیچیده است زیرا نیاز به تحلیل هندسه شهر، وضعیت پنجره‌ها نسبت به یکدیگر و فشار موج انفجار دارد.

[برگرفته از کتاب "مدیریت بحران در حوادث هسته‌ای" نوشته‌ی مهندس رضا بدریان](#)

[1] - Psi

انواع بمب‌های اتمی

ایزوتوپ معمول اورانیوم (اورانیوم 238) برای ساخت سلاح هسته‌ای مناسب نیست زیرا با شلیک نوترون به هسته این ایزوتوپ، احتمال تشکیل شدن پلوتونیوم 239 از احتمال شکافت هسته‌ای بیشتر است . . .

درحالی که در اورانیوم 235 امکان شکافت هسته‌ای بیشتر خواهد بود. به همین خاطر برای تهیه مقدار مورد نیاز اورانیوم 235 جهت ساخت بمب هسته‌ای، به مقدار زیادی از اورانیوم طبیعی نیاز است. پژوهش‌ها همچنین نشان می‌دهد که پلوتونیوم 239 قابلیت شکافت هسته‌ای بالایی دارد. باید خاطر نشان نمود پلوتونیوم 239 یک عنصر طبیعی نیست و باید بطور مصنوعی ساخته شود. انواع بمب‌های اتمی را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود [2]:

• [بمب حاصل از شکافت]1

• بمب حاصل از همجوشی[2]

• بمب نوترونی[3]

طرح «پسربچه» [4] شامل تفنگی است که توده‌ای از اورانیوم 235 را به سمت توده دیگری از این ایزوتوپ شلیک می‌کند. به این ترتیب یک جرم فوق بحرانی تولید خواهد شد. نکته اساسی که حتماً باید رعایت شود این است که این توده‌ها باید در زمانی کوتاه‌تر از حد فاصل بین شکافت‌های خود به خودی [5] در کنار هم نگه داشته شوند. به محض این‌که دو توده اورانیوم در کنار هم قرار گرفت، چاشنی موجود، توده‌ای از نوترون‌ها را تولید می‌کند و زنجیره واکنش‌ها آغاز خواهد شود. با ادامه این زنجیره، انرژی بطور مداوم افزایش می‌یابد تا بمب منفجر شود.

شکافت خود به خودی پلوتونیوم 239 آن قدر سریع است که بمب تفنگی (پسربچه) نمی‌تواند دو توده پلوتونیوم را در زمانی کوتاه‌تر از حد فاصل شکافت‌ها کنار هم نگه دارد. بنابراین برای پلوتونیوم باید نوع دیگری از بمب طراحی شود. قبل از سوارکردن بمب، چند نوترون سرگردان رها می‌شوند تا زنجیره واکنش پیش‌رس را آغاز نماید. این زنجیره‌ی واکنش‌ها موجب کاهش بخشی از انرژی منتشر شده می‌شود.

«ست ندرمی بر [1]» ایده‌ی استفاده از چاشنی‌های انفجاری را برای کمپرس بسیار سریع کره پلوتونیوم مطرح کرد و بسط داد. با این روش کره پلوتونیوم به چگالی مناسب بحرانی می‌رسد و انفجار هسته‌ای رخ می‌دهد.

2-1-2- بمب انفجار داخلی [2]

انفجار درونی که در واقع عکس انفجار بیرونی است ماده و انرژی را چگال و متمرکز می‌کند. ویرانی ساختمان بر اثر انفجار بیرونی باعث می‌شود که ساختمان روی خودش آوار شود. اصطلاحاً گفته می‌شود که «ساختمان از درون منفجر شده است». انفجار درونی، آوار شدن از داخل است.

درست مقابل انفجار بیرونی، یک کره توخالی پلوتونیوم می‌تواند با چاشنی کروی انفجاری خارجی، از درون منفجر شده و به عنوان ماشه یک بمب شکافت هسته‌ای به کار رود. این بمب می‌تواند به نوبه خود یک ماشه انفجار داخلی برای نوعی از هم جوشی باشد.

در بحث کاویتاسیون، انفجار درونی یک فرآیند مکنی است که ذرات را مجبور به حرکت به سمت داخل می‌کند [4]. این حرکت مرکزگرای درونی، از یک مسیر مستقیم به سمت مرکز (مسیر شعاعی) پیروی نمی‌کند، بلکه با چرخش روی یک مسیر مارپیچی حرکتش را انجام می‌دهد. این حرکت چرخشی ورتکس نام دارد.

در کاویتاسیون به خاطر فشار کم، حباب‌های کوچکی از بخار آب در یک سمت پروانه تشکیل می‌شود. با تخریب این حباب‌ها، موج‌های موضعی شدیدی به وجود می‌آیند که سر و صدا تولید کرده و منجر به شکست محلی در سطح پروانه می‌شود. ادامه این روند سایش ماده را به دنبال دارد. مشخصه اصلی ورتکس این است که خارج آن کند و مرکز آن تند حرکت می‌کند. در ورتکس آب، ذرات معلق که از آب سنگین ترند به مرکز جریان کشیده می‌شوند، مقاومت اصطکاکی کاهش می‌یابد و بدین جهت سرعت جریان زیاد خواهد شد.

1-5-1-2 - مراحل انفجار داخلی

جسمی که ماده شکافت پذیر را در بر گرفته است، تحریک شده و تولید یک موج عظیم می‌نماید. سرعت موج حاصله از سرعت صوت هم بیشتر است و باعث افزایش قابل توجه شار می‌گردد. موج در یک لحظه، به تمام نقاط روی سطح کروی ماده شکافت پذیر در هسته بمب حمله کرده، فرآیند تراکم آغاز می‌شود.

رها شدن چاشنی به رها شدن نوترون‌های زیاد منجر خواهد شد. به همین دلیل خیلی از تولیدات اولیه برگشت داده می‌شوند. زنجیره واکنش‌ها همچنان ادامه یافته تا زمانی که انرژی تولید شده در درون بمب به قدری بزرگ شود که فشار درونی (ناشی از انرژی شکافت) به مقداری بیش از فشار انفجار داخلی (ناشی از موج ناگهانی) برسد.

در نهایت با از هم جدا شدن قطعات بمب، انرژی منتشر شده در فرآیند شکافت، به فضای اطراف انتقال خواهد یافت.

[1] - دانشمندی از لس آلاموس

[2] - بمب کثیف

[3] - man Fat

[4] - حرکت به سمت خارج مربوط به انفجار بیرونی است

برگرفته از کتاب "مدیریت بحران در حوادث هسته ای" نوشته ی
مهندس رضا بدریان

تقسیم بندی مناطق در انفجار بمب اتمی

آثار زانیار انفجار هسته ای حتی تا شعاع پنجاه کیلومتری از محل حادثه وجود دارد و موج انفجار آن که حامل انرژی زیادی است می تواند میلیونها دلار تجهیزات را به مشتی آهن پاره تبدیل کند و همه آنها را از کار بیندازد . . .

منطقه انفجار بمبهای هسته ای را می توان به پنج قسمت تقسیم بندی نمود.

1- منطقه تبخیر

2- منطقه تخریب کلی

3- منطقه آسیب شدید گرمایی

4- منطقه آسیب شدید انفجاری

5- منطقه آسیب شدید باد و آتش

در منطقه تبخیر، درجه حرارتی معادل سیصد میلیون درجه سانتی گراد به وجود می آید و هر چیزی، از فلز گرفته تا انسان و حیوان، در این درجه حرارت بدون این که آتش گیرد بخار می شود. اینها آثار ظاهری و فوری بمبهای هسته ای است ولی پس از انفجار تا سالهای طولانی تشعشعات زیان بار رادیواکتیو مانع ادامه حیات موجودات زنده در محل های نزدیک به انفجار می شود.

پرتو رادیواکتیو از پرتوهای: آلفا، بتا، گاما و تابش نوترونی تشکیل شده است. نوع آلفای آن بسیار خطرناک است ولی توان نفوذ اندکی دارد. این پرتو هرچند در بافت زنده تنها در عمقی کمتر از 100 میکرون نفوذ می‌کند اما اثر تخریبی بالایی دارد.

پرتوی گاما از دیوار و سنگ نیز عبور می‌کند. این پرتو با توجه به فرکانس بسیار بالایی آن، حامل انرژی زیادی است به طوری که با برخورد به بدن انسان، از ساختار سلولی آن عبور کرده و در مسیر حرکت خود، باعث تخریب ماده DNA شده و سرانجام زمینه را برای پیدایش انواع سرطان‌ها، سندرم‌ها و نقایص غیر قابل درمان دیگر فراهم می‌کند و حتی این نقایص به نسل‌های آینده نیز منتقل خواهد گردید. برای جلوگیری از نفوذ تابش گاما، به دیواره سربی با ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر نیاز است [2].

[برگرفته از کتاب مدیریت بحران در حوادث هسته ای](#)

آسیب‌های ناشی از بمب هسته ای

علاوه بر اینکه آگاهی از چگونگی تولید و ساخت بمب هسته ای و خطر آفرینی سوجدویان مهم است، پرسش دیگری که در این زمینه مطرح می‌شود این خواهد بود که:

اگر کسی این بمب را منفجر کند چه اتفاقی روی خواهد داد؟

پاسخ دقیقی برای این پرسش موجود نیست. شما می‌توانید از ده متخصص در این زمینه پرسید و ده پاسخ متفاوت دریافت کنید. چون عوامل بسیاری در این راه دخالت دارند، تعیین دقیق اثرات یک بمب هسته‌ای کار پیچیده‌ای است. حتی وزش باد و شرایط آب و هوایی مثل بارش برف و باران و سرما و گرما هم در عواقب انفجاری این بمب‌ها تأثیر گذارند!

یک بمب هسته‌ای معمولی حدود ۲۳ کیلوگرم ماده منفجره در بر دارد و دارای مقدار بسیار کمی از ماده رادیواکتیو رده پایین همانند کبالت ۶۰ یا سزیوم ۱۳۷ است. چنین بمبی قدرت تخریب وحشتناکی ندارد. هر گونه مرگ آنی یا تخریب اولیه فقط به خود ماده منفجره بر می‌گردد. البته ماده منفجره مواد رادیواکتیو را در فضا پخش می‌کند و احتمالاً سطحی به مساحت چند کیلومتر مربع را آلوده خواهد کرد. بمب‌هایی که از ضایعات رادیواکتیو نیروگاه‌های هسته‌ای یا ژنراتورهای هسته‌ای قابل حمل استفاده می‌کنند، آسیب‌های بیشتری وارد خواهند کرد. باید در نظر داشت کارکردن با این مواد به مراتب دشوارتر است؛ چرا که تابش این مواد به قدری شدید است که در طول زمان ساختن و حمل و نقل بمب، سازندگان را از پای در خواهد آورد.

در شرایط انفجار یک بمب معمولی، اگر در طول یک روز از شر لباس‌های آلوده خلاص شویم، حمام بگیریم و منطقه را پاک‌سازی کنیم، احتمالاً هیچ مشکلی پیش نخواهد آمد. انفجار بمب میزان تابش رادیواکتیو را از حد مجاز بالاتر می‌برد، ولی مقدار آن خیلی نیست. بدن انسان می‌تواند در کوتاه مدت، به خوبی از عهده مقابله با این اثرات برآید. البته مردمی که خیلی به انفجار نزدیک بوده‌اند،

احتمالاً به بیماری‌های ناشی از تشعشع مبتلا می‌شوند و نیاز به مراقبت‌های بیمارستانی دارند.

نگرانی اصلی در مورد تابش‌های بلند مدت است. بسیاری از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو، با مواد دیگر بسیار خوب واکنش می‌دهند [1] و از این رو نمی‌توان بدون نابود کردن قطعات ساختمانی، تمامی مواد رادیواکتیو را پاکسازی کرد. حتی پس از آن که گروه‌های پاکسازی بخش اعظم مواد مضر را جابه‌جا کردند، باز هم بخش اندکی از این مواد باقی می‌مانند که می‌تواند تا ده‌ها و حتی صدها سال به تشعشع ادامه دهند. هرکس در چنین منطقه‌ای زندگی کند، به طور منظم و در دوره‌ای طولانی تحت اثر تابش‌های مضر قرار می‌گیرد و احتمالاً به سرطان مبتلا خواهد شد.

پرسشی که اکنون مطرح می‌شود، این است که آیا این مقدار اندک، می‌تواند خطری را متوجه مردم کند؟ خطری به مراتب فراتر از عوامل فعلی ایجاد کننده سرطان؟ دانشمندان برای پاسخ به این پرسش، دو دسته می‌شوند:

* گروه نخست معتقد است که: اگر دولت، چند هفته تا چند ماه را به پاکسازی منطقه بگذراند، آنگاه خطرات احتمالی قابل نظر خواهد بود.

* اما گروه دوم می‌گویند: ممکن است شدت حمله بمب هسته‌ای به قدری زیاد باشد که یک شهر را برای سال‌ها و حتی ده‌ها سال غیر قابل سکونت نماید.

این که کدامیک از این دو نظر درست است، چیزی است که نمی‌توان با قطعیت گفت. برای هر دو پاسخ نمونه‌هایی وجود دارد. به عنوان مثال هیروشیما و ناگازاکی که به دلیل انفجار بمب هسته‌ای در معرض تابش‌های شدید رادیواکتیو قرار گرفتند، امروزه کاملاً ایمن هستند. از سوی دیگر، مناطقی در اطراف نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل وجود دارند که به دلیل تابش شدید رادیواکتیو هنوز ناامن محسوب می‌شوند.

با بررسی جنگ سرد که همراه با مبادله حجم عظیمی از آتش سلاح‌های هسته‌ای مختلف بود، می‌توان گفت محتمل‌ترین حمله با سلاح‌های هسته‌ای، وقتی است که در آن یک سلاح هسته‌ای با قدرت کم استفاده می‌شود.

[برگرفته از کتاب مدیریت بحران در حوادث هسته‌ای](#)

مقدمه ای بر سلاح‌های هسته‌ای

جنگ افزارهای هسته‌ای، سلاح‌هایی هستند که در آنها از انرژی حاصل از شکافت یا همجوشی هسته‌ای، برای تخریب و یا کشتار استفاده می‌شود. . . .

بمب اتمی نام رایج وسایل انفجاری است که در آنها انرژی آزاد شده از فرآیند شکافت هسته‌ای، یا گداخت هسته‌ای برای تخریب استفاده می‌شود. بمب‌های اتمی که بر مبنای گداخت کار می‌کنند نسل نوین بمب اتمی هستند و قدرتی بیشتر از بمب‌های شکافتی دارند. مبنای آزاد شدن انرژی در هر دو نوع بمب اتمی، تبدیل ماده به انرژی است اما در بمب‌های گداختی جرم بیشتری از ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

اولین تلاش‌ها در جهت ساخت بمب اتمی در کشور آلمان نازی آغاز شد. در این دوران، شیمیدانی از اساتید دانشگاه هامبورگ به توان بالقوه نیروی اتمی برای کاربردهای نظامی پی برد. وی در ۲۴ فوریه ۱۹۳۹ امکان استفاده از انرژی هسته‌ای به عنوان یک سلاح با توان تخریبی نامحدود را طی نامه‌ای به وزارت جنگ در برلین اطلاع داد. به دنبال این امر گروهی برای تحقیق در این رابطه تشکیل شد و **وارنر هایزنبرگ** فیزیکدان برجسته آلمانی به طور غیر رسمی به عنوان سرپرست تیم تحقیقاتی آلمان برای ساخت بمب هسته‌ای انتخاب شد.

در همین زمان، **آلبرت انیشتین** طی نامه معروف خود به **روزولت** رئیس جمهور وقت آمریکا خطر دستیابی آلمان به تولید بمب اتمی را گوشزد کرد. متعاقب این اخطار روزولت دستور ایجاد **پروژه منهتن** با هدف تحقیق در این رابطه و تولید بمب اتمی را با همکاری کشور انگلستان صادر کرد. برای انجام این پروژه، تأسیساتی در لوس آلاموس در ایالت نیومکزیکو، اوک ریج ایالت تنسی و همفورد ایالت واشنگتن ایجاد شد و تیمی از برجسته‌ترین دانشمندان آن دوران به استخدام این پروژه در آمدند. محققان آلمانی موفق به تولید بمب اتمی نشدند. اگرچه ادعاهایی در زمینه آزمایش نوعی ابزار هسته‌ای توسط نازی‌ها پیش از پایان جنگ جهانی دوم مطرح شده بود. اما تیم آمریکایی به سرپرستی فیزیکدان برجسته، جی آر اوپنهایم موفق به ساخت عملی اولین بمب هسته‌ای شد که در ۱۶ جولای ۱۹۴۵ در ناحیه‌ای موسوم به ترینیتی در نیومکزیکو مورد آزمایش واقع گردید.

به فاصله کوتاهی در ۶ آگوست ۱۹۴۵، بمب افکن اسکادران ۵۰۹ نیروی هوایی آمریکا موسوم به **Enola Gay**، از پایگاهی در جنوب **اقیانوس آرام** به پرواز درآمد و در ساعت 15:8 دقیقه به وقت محلی، بمب موسوم به **پسر کوچک** را بر شهر **هیروشیما** منفجر ساخت. این بمب که در طراحی آن از ۶۴ کیلوگرم **اورانیوم** استفاده شده بود، از ارتفاع ۹۶۰۰ متری رها شد و در ارتفاع ۵۸۰ متری سطح زمین با شدتی معادل با انفجار ۱۵ هزار تن تی ان تی منفجر

شد. مجموع تلفات اولیه و کشته شدگان ناشی از این انفجار را بالغ بر ۱۴۰۰۰۰ نفر تخمین می‌زنند.

سه روز بعد، در ۹ آگوست همان سال انفجار بمب **مرد چاق** در شهر **ناکاراکی** موجب مرگ ۷۴۰۰۰ نفر دیگر شد. این بمب که از **پلوتونیوم** به عنوان ماده شکافت پذیر ساخته شده بود، انفجاری به شدت ۲۱ کیلوتن تی ان تی ایجاد کرد. بمب دیگری نیز در **پروژه منهتن** تولید شده بود که هرگز از آن استفاده نگردید.

پس از پایان جنگ جهانی دوم، دانشمندان در آمریکا به تحقیق در رابطه با تسلیحات هسته‌ای ادامه دادند. اگرچه این تصور وجود داشت که هیچ کشور دیگری در دنیا نمی‌تواند تا پیش از سال ۱۹۵۵ به فن‌آوری ساخت سلاح هسته‌ای دست یابد، اما **کلاوس فیوکس** یکی از فیزیکدانان آلمانی که در رابطه با مواد **فوق انفجاری** با تیم اوپنهايم همکاری می‌کرد، طرح‌ها و جزییات طراحی بمب آزمایش شده در ترینیتی را در اختیار جاسوسان شوروی قرارداد. به این ترتیب در ۲۹ آگوست ۱۹۴۹ **اتحاد جماهیر شوروی** اولین آزمایش اتمی خود را با موفقیت انجام داده و غرب را در وحشت فرو برد. این انفجار اثر زیادی در تسریع **جنگ سرد** گذاشت و موجب ایجاد رقابت تسلیحاتی بین آمریکا و شوروی گردید.

پس از آن، ایالات متحده برای حفظ برتری تسلیحاتی خود، تحقیق در رابطه با ساخت **بمب گداختی** یا به عبارت دقیق‌تر، تسلیحات **گرما- هسته‌ای** را آغاز کرد. پیش از این، **اوپنهايم** به دلیل اتخاذ مواضعی علیه ساخت تسلیحات هسته‌ای از سرپرستی پروژه کنار گذارده شد و **ادوارد تلر** هدایت عملی پروژه ساخت **بمب هیدروژنی** را برعهده گرفت. نخستین آزمایش یک وسیله **گرما- هسته‌ای** با اسم رمز مایک در نوامبر سال ۱۹۵۲ در جزیره کوچکی به نام **الوگالب** در مجاورت **انی و تاک** در **جزایر مارشال** انجام شد. وزن تجهیزات به کار رفته در این انفجار به بیش از ۶۵ تن رسید. از آنجایی‌که در این سیستم مستقیماً از ایزوتوپ‌های **دوتریوم** و **تریتیوم** مایع استفاده می‌شد، به آن لقب **بمب خیس** داده بودند. پیش بینی می‌شد که قدرت این انفجار معادل یک یا دو مگاتن تی ان تی باشد اما برخلاف انتظار، شدت انفجار معادل ۱۰٫۴ مگاتن تی ان تی بود. نتایج انفجار بسیار هراسناک بود. قطر گوی آتشین حاصل از این انفجار به ۵ کیلومتر رسید. جزیره **الوگالب** تقریباً تبخیر شد و حفره‌ای به عمق ۸۰۰ متر و شعاع دهانه ۳ کیلومتر برجای ماند. دلیل توجه و استفاده از سلاح‌های اتمی، اثرات و ویژگی‌های خاص این سلاح است که سایر جنگ افزارها چنین قابلیتی را ندارند از جمله:

2- غیر قابل استفاده کردن تجهیزات و محیط اطراف.

3- تهدید و تحت فشار گذاشتن طرف مقابل برای قبول خواسته‌ها.

4- تغییر توازن قدرت در جنگ.

5- وسعت شعاع تخریب و خسارات هنگفت.

6- استفاده سریع در هر شرایط.

7- نفوذ اثرات تخریبی آن در تاسیسات.

البته با وجود این قابلیت‌ها، دولت‌های دارنده سلاح هسته‌ای با مشکلاتی روبه‌رو هستند که مهمترین آن‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

1- مخالفت اذهان عمومی جهان در استفاده از سلاح‌های کشتار جمعی.

2- نابودی عمده‌ی تجهیزات و تأسیساتی که خود دشمن نیز ممکن است در آینده به آن نیاز داشته باشد.

3- آلودگی شدید هسته‌ای که باعث عدم استفاده از منطقه مورد حمله می‌گردد.

4- عدم کنترل شعاع آلودگی که اگر کم باشد ممکن است خسارت مورد نظر به منطقه هدف وارد نشود و همچنین اگر شعاع آلودگی زیاد باشد ممکن است به نیروهای خودی نیز آسیب برساند.

بمب هسته ای

استفاده نامعقول از انرژی هسته‌ای منجر به تولید سلاح‌های مخربی خواهد شد که با کرامت انسانی مغایرت دارد و از نظر مردم متمدن ایران، امری ناپسند و غیر انسانی محسوب می‌شود. با این حال در این قسمت به نحوه کار یک بمب هسته‌ای می‌پردازیم:

برای ساخت هر نوع سلاح هسته‌ای مواد قابل شکافت لازم است و این مواد باید دارای یک حداقلی باشد تا بتوان از آن در سلاح مذکور استفاده نمود همچنین زمان لازم برای تهیه مواد و نیز جای‌گزاری آن در سلاح و بازفرآوری مواد رادیواکتیو اهمیت خاص خود را دارد. با توجه به این موارد، آژانس انرژی اتمی مواردی را در نظر گرفته است که چنانچه کشوری دارای شرایط زیر باشد خروج وی از NPT تفسیر ناخوشایندی را به دنبال خواهد داشت.

چنانچه کشوری دارای مقدار مواد زیر باشد قادر است تا آنرا در سلاح اتمی مورد استفاده قرار دهد زیرا حداقل مقدار مواد هسته‌ای که برای ساخت یک بمب به کار خواهد رفت به شرح زیر بوده و مفقود شدن آن در مراکز هسته‌ای غیر قابل پذیرش می‌باشد لذا همواره باید تحت نظارت و کنترل آژانس بین‌المللی انرژی اتمی باشد:

- 8 کیلوگرم پلوتونیوم دارای غلظت بیش از 95 درصد از ایزوتوپ 239

- 8 کیلوگرم اورانیوم 233

- 25 کیلوگرم اورانیوم با غنای بیش از 90 تا 95 درصد از ایزوتوپ 235

مقادیر فوق به‌طور غیر قابل اجتناب جهت ساخت یک وسیله انفجاری به کار گرفته می‌شود. البته در این زمینه یک مقدار موثر به نام $[SQ]1$ به‌کار می‌رود. کم شدن آن از موجودی انبار یک کشور، غیر قابل اجتناب است. البته ممکن است تا مواد مذکور به‌طور مستقیم در بمب استفاده نشود و یا این‌که بعد از تغییراتی مثل غنی‌سازی قادر به استفاده در سلاح هسته‌ای باشد، بنابراین **مواد** که مستقیماً در ساخت سلاح اتمی به کار گرفته می‌شوند دارای مقادیر موثر زیر هستند:

- 8 کیلوگرم پلوتونیوم 238 با غنای کمتر از 80 درصد

- 25 کیلوگرم اورانیوم 235 با غنای بیش از 20 درصد

- 8 کیلوگرم اورانیوم 233

در تکمیل این بحث باید اشاره نمود که اگر 75 کیلوگرم اورانیوم 235 با غنای کمتر از 20 درصد نیز

وجود داشته باشد می‌تواند پس از غنی شدن به مقدار موثر فوق تبدیل شود لذا مقدار 75 کیلوگرم به مقداری گفته می‌شود که به‌طور غیر مستقیم در جهت ساخت سلاح هسته‌ای به‌کار گرفته خواهد شد .

با در نظر گرفتن این مسئله که مواد موجود در چه شکلی قرار دارند به عنوان مثال آیا این مواد در سوخت مصرف شده یک نیروگاه هسته‌ای می‌باشند و یا به‌صورت گاز و یا توده‌ای هستند ، زمان متفاوتی را تا تبدیل شدن به بمب لازم دارند پس چنانچه فرض شود سایر اجزای بمب هسته‌ای ساخته شده و آزمایش لازم بر روی آن صورت گرفته است و تنها جای‌گزاری سوخت باقی مانده ، آژانس انرژی اتمی محدوده زمانی زیر را تا تکمیل یک سلاح هسته‌ای با مواد نام برده تعیین کرده است :

- 7 تا 10 روز جهت پلوتونیوم 239 یا اورانیوم با غنای بالا در شکل فلزی

- 1 تا 3 ماه جهت پلوتونیوم در میله‌های سوخت مصرف شده

- یک سال برای اورانیوم طبیعی و یا با غنای کمتر از حالت طبیعی

[1] - مقدار تقریبی مواد هسته‌ای برای ساخت یک بمب اتمی با هر روش دل‌خواه

اساساً دو شیوه برای آزادسازی انرژی از یک اتم وجود دارد :

1- شکافت هسته‌ای :

می‌توان هسته یک اتم را با برخورد یک نوترون به دو جزء کوچک‌تر تقسیم کرد . این ، همان شیوه‌ای است که در مورد ایزوتوپ‌های اورانیوم (یعنی اورانیوم 235 و اورانیوم 233) به‌کار می‌رود .

2- هم‌جوشی هسته‌ای :

می‌توان با استفاده از دو اتم کوچک‌تر که معمولاً هیدروژن یا ایزوتوپ‌های هیدروژن (مانند دوتریوم و تریتیوم) هستند ، یک اتم بزرگ‌تر مثل هلیوم یا ایزوتوپ‌های آن را تشکیل داد . این ، همان روشی است که در خورشید برای تولید انرژی به‌کار می‌رود . در هر دو شیوه یاد شده مقدار زیادی انرژی گرمایی و تشعشع به دست خواهد آمد .

ساختار سلاح هسته‌ای به این صورت است که هرگاه مقدار عنصر قابل شکافت ، از اندازه بحرانی بیشتر باشد ، این پدیده خیلی سریع پیشرفت می‌کند و با آزاد شدن مقادیر عظیم انرژی در مدت بسیار کوتاه ، انفجار مهیبی رخ می‌دهد. ولی از آنجایی که بمب باید در لحظه دل‌خواه منفجر شود ، مقداری از ماده شکافت پذیر مثل : ^{235}U ، یا ^{239}Pu را که به غنای مورد نظر رسیده و جرم کلّی آن از اندازه بحرانی بیشتر باشد ، به چند قسمت مجزا ، که هر یک از آن‌ها کم‌تر

از مقدار بحرانی است ، تقسیم می‌کنند و این قسمت‌ها را در محفظه‌ای طوری قرار می‌دهند که نوترون‌هایی که ممکن است در هر یک از آن‌ها آزاد شوند ، به قسمت بعدی وارد نشده و باعث شکافت نشوند .

در این تقسیم بندی هرگاه در لحظه‌ای که انفجار باید صورت گیرد، بوسیله يك چشمه‌ي نوتروني در یکی از اجزای بمب ، پدیده شکافت شروع شود، مواد هسته‌ای موجود را به هم نزدیک می‌کنند تا مجموع آن‌ها از جرم بحرانی بیشتر شود و واکنش زنجیره‌ای اتفاق افتد .

همان‌گونه که در مطالب قبل عنوان گردید ، در هر واکنش هسته‌ای بیش از يك نوترون آزاد خواهد شد و برای این که واکنش ادامه یابد ، باید حداقل یکی از نوترون‌های آزاد شده توسط هسته بعدی جذب و واکنش دوم انجام گیرد. اکنون برای این‌که بتوانیم در راکتور هسته‌ای انرژی ثابت و پایداری داشته باشیم ، نوترون‌های اضافی را به طریقی از سیستم خارج می‌کنیم ، که این کار با جذب آن‌ها توسط مواد جاذب صورت می‌گیرد . در سلاح هسته‌ای نباید نوترون‌های اضافی جذب شود ، بلکه وجود آن‌ها باعث وقوع يك سری واکنش بسیار و در عین حال سریع می‌شود که انرژی حاصل شده در يك زمان اندك آزاد خواهد گردید .

نباید فراموش کرد که پیشرفت واکنش زنجیره‌ای بسیار سریع است و انفجار اتمی در قطعات اورانیوم فقط در حدود یک میلیونیم ثانیه طول می‌کشد. لذا اگر جرم‌های زیر بحرانی را به آهستگی به هم نزدیک کنیم ، ممکن است قبل از تماس ، واکنش زنجیری شروع شود و شدت گرمای حاصل از شکافت‌های اولیه به حدی گردد ، که قبل از انفجار واقعی ، ماده قابل شکافت را متلاشی سازد و واکنش زنجیره‌ای به خاموشی گراید ، بنابراین برای رفع نقص بمب هسته‌ای ، محفظه نگهدارنده ماده اتمی را بسیار ضخیم و محکم می‌سازند ، تا در آغاز واکنش زنجیره‌ای از متلاشی شدن ماده‌ی مزبور جلوگیری کند و سپس انفجار واقعی صورت گیرد.

بهینه سازی بمب و افزایش قدرت آن -

روش‌های مختلف نزدیک کردن قطعات اورانیوم یا پلوتونیوم به یک‌دیگر هنوز به صورت یک موضوع سرّی نظامی باقی مانده است . ولی واقعیت این است که هر چه سرعت اتصال قطعات زیادتر باشد ، واکنش زنجیری سریع‌تر و مقدار بیشتری از هسته‌های اورانیوم موجود شکافته شده و انرژی ناگهانی سلاح اتمی بیشتر می‌شود .

اصولاً اتصال سریع قطعات است که انفجار مهیب بمب اتمی را بوجود می‌آورد. اگر منعکس کننده‌ای به دور ماده اتمی قرار داده شود ، از فرار نوترون‌ها جلوگیری نموده و شکافت زنجیری تسریع می‌گردد . استفاده از منعکس کننده نوترون ، وزن بحرانی را نیز کم می‌کند .

باید توجه داشت که حتی در بهترین شرایط همه اورانیوم موجود در یک بمب اتمی تحت عمل شکافتن قرار نمی‌گیرد و در شرایط بسیار مناسب تنها در حدود 10 درصد ماده هسته‌ای شکافته خواهد شد و بقیه مواد موجود در هنگام وقوع انفجار تبدیل به غبار شده و در فضا پخش می‌گردند ، بدون این‌که هسته‌های آن‌ها شکافته شده باشد . محدودیتی که در سلاح‌های هسته‌ای به خاطر جرم بحرانی صورت می‌گیرد ، باعث خواهد شد تا قدرت بمب اتمی محدود شود . زیرا برای آن‌که بتوانیم انفجاری ایجاد کنیم :

▪ **نباید مقدار سوخت به‌کار رفته کمتر از جرم بحرانی باشد و این مقدار به ما خواهد گفت که**

حداقل قدرت يك سلاح هسته‌اي از جنس سوخت به‌کار رفته چقدر است .

- **جرم هر يك از قطعات سوخت درون بمب نمی‌تواند بیش از وزن بحرانی باشد ، زیرا در آن صورت هر قطعه خود به خود منفجر خواهد شد و این مسئله باعث می‌گردد ، تا در ساخت سلاح محدودیت داشته باشیم .**

ساختن بمب‌های بیش از دو قطعه نیز بسیار مشکل است . زیرا اگر دو قطعه از قطعات اورانیوم ، حتی به اندازه یک میلیونم ثانیه قبل از قطعات دیگر به هم وصل شوند ، انفجار اتمی صورت خواهد گرفت و باعث پراکندگی قطعات دیگر اورانیوم خواهد شد . قطعات دیگر مجال دخول در قطعات زنجیری را نخواهند یافت . به عبارت دیگر به‌طور کلی میزان اتم‌های اورانیومی که در [واکنش‌های زنجیره‌ای](#) وارد می‌شوند ، با افزایش تعداد قطعات داخل بمب ، کاهش می‌یابد و عمل انفجار ناقص باقی خواهد ماند .

برای تولید يك بمب اتمی موارد زیر نیاز است :

- **يك منبع سوخت که قابلیت شکافت یا هم‌جوشی را داشته باشد .**
- **دستگاهی که همچون ماشه ، آغازگر واکنش باشد .**
- **روشی که به کمک آن بتوان حجم زیادی از سوخت را پیش از آن‌که انفجار رخ دهد دچار شکافت یا هم‌جوشی کرد .**

حدود نیم کیلوگرم اورانیوم غنی شده به کار رفته در يك بمب هسته‌اي برابر با چندین میلیون لیتر بنزین است . نیم کیلوگرم اورانیوم غنی شده اندازه‌اي برابر يك توپ تنیس دارد . درحالی که يك میلیون لیتر بنزین در مکعبی که هر ضلع آن 10 متر که برابر ارتفاع يك ساختمان 3 طبقه است ، جا می‌گیرد .