برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

انرژی هسته ای

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۱۷)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

انرژی هسته ای

مقدمه :

انرژي يكي از مهمترين نياز هاي جامعه امروزي است ، از آنجايي كه استحصال انرژي از منابع سوخت فسيلي براي بشر و محيط زيست او ، به دليل ايجاد گازهاي گلخانه اي ، زيان هاي جبران ناپذيري را به همراه دارد ، اين روزها جامعه بشري به دنبال جايگزين هاي نويني از انرژي است . از مناسب ترين آنها مي توان به انرژي هسته اي نهفته در هسته اتم ها اشاره كرد ،كه اين انرژي بيش از ٥ دهه است كه مورد بهره برداري قرار دارد .

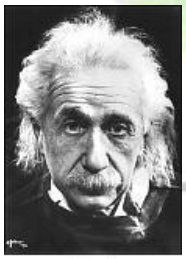
استفاده از نیروی هسته‌ای از ۵۰ سال پیش آغاز شد و اینک این نیرو همان اندازه از برق جهان را تأمین می‌کند که ٤٠ سال پیش بوسیله تمام منابع انرژی تأمین می‌شد. حدود دو سوم از جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که نیروگاههای هسته‌ای آنها در زمینه تولید برق و زیرساختهای صنعتی نقش مکمل را ایفا می‌کنند. نیمی از مردم جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که نیروگاههای هسته‌ای در آنها در حال برنامه‌ریزی و یا در دست ساخت هستند.به این ترتیب ، توسعه سریع نیروی هسته‌ای جهان مستلزم بروز هیچ تغییر بنیادینی نیست و تنها نیازمند تسریع راهبردهای موجود است. امروزه حدود ٤٤٠ نیروگاه هسته‌ای در ۳۱ کشور جهان برق تولید می‌کنند. بیش از ۱۵ کشور از مجموع این تعداد در زمینه تأمین برق خود تا ۲۵ درصد یا بیشتر ، متکی به نیروی هسته‌ای هستند. در اروپا و ژاپن سهم نیروی هسته‌ای در تأمین برق بیش از ۳۰ درصد است، در آمریکا نیروی هسته‌ای ۲۰ درصد از برق را تأمین می‌کند. در سرتاسر جهان ، دانشمندان بیش از ۵۰ کشور از حدود ۳۰۰ راکتور تحقیقاتی استفاده می‌کنند تا درباره فناوریهای هسته‌ای تحقیق کرده و برای تشخیص بیماری و درمان سرطان ، رادیوایزوتوپ تولید کنند.همچنین در اقیانوسهای جهان راکتورهای هسته‌ای نیروی محرکه بیش از ٤٠٠ کشتی را بدون اینکه به خدمه آن و یا محیط زیست آسیبی برسانند، تأمین می‌کنند.

.

۱-۱-۱-۱- منشا :

هانری بکرل

"رونتگن" در ۱۸۹۵ پرتو ایکس نافذ حاصل از یک لوله تخلیه را کشف کرد و "بکرل" در ۱۸۹۶ پرتوهایی مشابه (که امروزه لاندا می نامیم) را با منشا کاملا متفاوت کشف کرد که منجر به کشف اورانیوم و پدیده ی پرتوزایی شد.


انشتین

در ۱۹۰۵ "انیشتن" نتیجه گیری کرد که جرم هر جسمی با سرعت آن افزایش پیدا می کند و فرمول مشهور خود E=mc2 راکه بیانگر هم ارزی جرم و انرژی است بیان نمود.

(کوری ها در ۱۸۹۸ عنصرپرتوزای رادیوم را جداسازی نمودند) در زمان انیشتین بررسی تجربی مقدور نبود و انیشتین نتوانست مفاهیم معادله خود را پیش بینی کند.

.....اتو هان.....

درسال ۱۹۳۸ زمانیکه شیمیدان آلمانی اتو هان (به آلمانی: *Otto Hahn*) و فریتز استرسمن (به انگلیسی: *Fritz Strassmann*) فیزیکدان اتریشی لایز میتنر (به انگلیسی: *Lise Meitner*) و اتو رابرت فریش (به انگلیسی: *Otto Robert Frisch*) در حال آزمایش بر روی اورانیوم بمباران شده بودند متوجه شدند که نوترون شلیک شده می‌تواند نتیجه‌ای باورنکردنی داشته باشد و هسته اورانیوم را به دو یا چند قسمت تقسیم کند.

زیلارد

بعدها دانشمندان زیادی (و در صدر آن‌ها لیو زیلارد) دریافتند که پخش تعدادی نوترون در فضا هنگام یک شکافت هسته‌ای می‌تواند واکنشی زنجیره‌ای را از این قابلیت به وجود آورد.

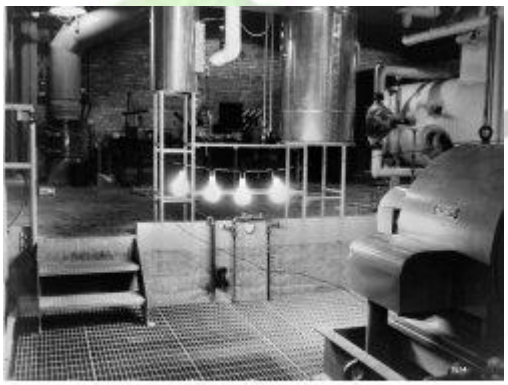
این کشف دانشمندان را در برخی کشورها (از جمله ایالات متحده، انگلستان، فرانسه، آلمان و اتحاد جماهیر شوروی) بر آن داشت تا از دولت‌های خود برای ادامه تحقیقات در این زمینه درخواست پشتیبانی مالی کنند.

... انریکو فرمی

انرژی هسته‌ای نخستین بار به وسیله انریکو فرمی در سال ۱۹۳۴ در یکی از آزمایشگاه‌های دانشگاه شیکاگو تولید شد. این اتفاق زمانی رخ داد که تیم او مشغول بمباران کردن هسته اورانیوم با نوترون بودند. این پروژه (که با نام Chicago Pile-۱ شناخته شد) با فوریت تمام در ۲ دسامبر ۱۹۴۲ به بهره‌برداری رسید و بعدها به بخشی از پروژه منهتن تبدیل شد. طی این پروژه

راکتورهای بزرگی را برای دستیابی به پلوتونیوم و استفاده از آن در سلاح هسته ای در هانفورد واشینگتن راه اندازی کردند.

در نهايت در روز ۲۷ ژوئن ۱۹۵٤ اتحاد جماهير شوروي اولين نيروگاه هسته اي ٥ مگا واتي را براي نخستين بار وارد شبكه برق سراسري خود نمود . اولين نيروگاه تجاري دنيا را انگلستان با توان ٥٠ مگاوات مورد بهر برداري قرار داد . بدين ترتيب توجه بشر به سمت انرژي هسته اي جلب شده و باعث گرديد فيزيک هسته اي و در نتيجه فناوري هسته اي شكل بگيرد و بعنوان شاخه اي نوين وارد فناوري هاي بشري شود.


نخستین لامپهای برقی که از انرژی هسته ای تامین شدند.ازمایشگاه ملی ایداهو

در سال ۲۰۰۴ انرژی هسته‌ای در تولید کل انرژی مصرفی جهان سهمی در حدود ۶٫۵٪، و در تولید انرژی الکتریکی سهمی در حدود ۱۵٫۷٪ داشته است که کشورهای ایالات متحده، فرانسه، و ژاپن در مجموع حدود ۵۷٪ از کل انرژی الکتریکی هسته‌ای جهان را به خود اختصاص داده‌اند. در سال ۲۰۰۷ آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای از وجود ۴۳۹ راکتور هسته‌ای در حال ساخت در ۳۱ کشور در سراسر جهان خبر داد.

ایالات متحده آمریکا با تولید حدود ۲۰٪ انرژی مورد نیاز خود از راکتورهای هسته‌ای در میزان کل تولید انرژی هسته‌ای جایگاه اول جهان را داراست، حال آن که فرانسه با تولید ۸۰٪ انرژی الکتریکی مورد نیاز خود در ۱۶ نیروگاه هسته‌ای از نظر درصد دارای رتبه اول در جهان است. این درحالی است که در کل اروپا، انرژی هسته‌ای ۳۰٪ برق مصرفی این قاره را تامین می‌کند. البته سیاستهای هسته‌ای در کشورهای اروپایی با هم متفاوتند طوری که در کشورهایی نظیر ایرلند یا اتریش هیچ راکتور هسته‌ای فعالی وجود ندارد.

۱-۱-۱-۲- براساس گزارش وزارت صنایع فرانسه ، هزینه یک نیروگاه هسته‌ای ۱۴۰۰ مگا واتی معادل ۱۵,۴ میلیارد فرانک ، یک نیروگاه گاز سوز با همین ظرفیت ۴,۳ میلیارد فرانک و یک نیروگاه زغال سنگ سوز با ظرفیت مشابه ۹ میلیارد فرانک ارزش دارد. در مقابل ، این امتیاز برای گاز ارمغانی به همراه ندارد. زیرا هزینه تولید هر کیلو وات ساعت برق تا ۷۰ درصد به قیمت سوخت بستگی دارد.

۱-۱-۱-۳- بر اساس مطالعات انجام گرفته ، ۴۳ سال دیگر نفت ، ۶۶ سال دیگر گاز طبیعی و ۲۳۳ سال دیگر زغال سنگ تمام خواهد شد، اما هنوز می‌توان ذخایر تازه کشف کرد. اورانیوم مورد نیاز تا ۶۰ سال دیگر وجود دارد.

پس از جنگ جهانی دوم دولت ایالات متحده که می‌ترسید تحقیقات هسته‌ای باعث انتشار دانش هسته‌ای و در نتیجه سلاح هسته‌ای شود کنترل‌های سختگیرانه‌ای در مورد تحقیقات هسته‌ای اعمال کرد و به طور کلی بیشتر تحقیقات هسته‌ای بر روی

اهداف نظامی متمرکز شوند.تا سال ۲۰۰۷ آخرین راکتور هسته‌ای مورد بهره‌برداری قرار گرفته در ایالات متحده راکتور Watts Bar۱ در تنسی بود که در ۱۹۹۶ به شبکه متصل شد و این مدرک محکمی بر موفقیت تلاش‌های ضد گسترش نیروگاه‌های هسته‌ای است. با این حال تلاش‌ها در برابر گسترش نیروگاه‌های هسته‌ای تنها در برخی کشورهای اروپایی، فیلیپین، نیوزیلند و ایالات متحده موفق بوده است و در عین حال در این کشورها نیز این جنبش‌ها نتوانستند تحقیقات هسته‌ای را متوقف کنند و تحقیقات مربوط به انرژی هسته‌ای کماکان ادامه دارد. برخی کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند که نیاز روز افزون به منابع انرژی، افزایش قیمت سوخت و بحران افزایش دمای زمین در اثر استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث شود که بقیه کشورها نیز به سوی استفاده از نیروگاه‌های هسته‌ای روی آورند و همچنین باید یادآوری کرد که با پیشرفت تکنولوژی هسته‌ای، امروزه امکان بروز فجایع هسته‌ای بسیار کمتر شده است.

بر طبق پیش‌بینی اتحادیه جهانی هسته‌ای در سال ۲۰۱۵ به طور متوسط هر ۵ روز یک‌بار یک نیروگاه هسته‌ای در جهان افتتاح خواهد شد.

با تمام مخالفت‌ها، بسیاری از کشورها در گسترش نیروگاه‌های هسته‌ای ثابت قدم بوده‌اند از جمله این کشورها می‌توان به ژاپن، چین، و هند اشاره کرد. در بسیاری از کشورهای دیگر جهان نیز طرح‌های وسیعی برای گسترش استفاده از انرژی هسته‌ای در حال تدوین است.

لحظه به آب انداختن اولین زیردریایی با سوخت هسته ای

یکی از سازمانهایی که برای اولین بار شروع به توسعه دانش هسته ای کرد نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا بود که در نظر داشت از انرژی هسته ای به عنوان سوخت زیردریایی‌ها و ناوهای هواپیمابر استفاده کند. عملکرد مناسب این سازمان و پافشاری دریاسالار هیمن ریکوور باعث شد تا سر انجام اولین زیردریایی اتمی جهان با نام ناتیلوس (به انگلیسی: ***USS Nautilus***) در دسامبر ۱۹۵۴ به آب انداخته شود.

۱-۱-۱-۴- پیشرفت

ناو هواپیمابر با رانش هسته ای(۱۹۶۴)

با راه اندازی اولین نیروگاه های هسته ای استفاده از این نیروگاه‌ها شتاب گرفت به طوری که استفاده از برق هسته ای از کمتر از ۱ گیگاوات در دهه ۱۹۶۰ به بیش از ۱۰۰ گیگاوات در دهه ۱۹۷۰ و نزدیک به ۳۰۰ گیگاوات در اواخر دهه ۱۹۸۰ رسید. البته در اواخر دهه ۱۹۸۰ از شتاب رشد استفاده از برق هسته ای به شدت کاسته شد و به این ترتیب به حدود ۳۶۶ گیگاوات در سال ۲۰۰۵ رسید که بیشترین گسترش پس از دهه ۱۹۸۰ مربوط به جمهوری خلق چین است. باید به این نکته نیز اشاره کرد که بیش از دو سوم از طرح‌های مربوط به احداث نیروگاه هسته ای که شروع

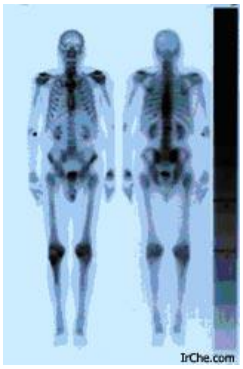
اجرای آنها پس از ۱۹۷۰ بود، لغو شدند. در طول دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ کاهش قیمت سوخت‌های فسیلی و افزایش قیمت ساخت یک نیروگاه هسته‌ای از تمایل دولت‌ها برای ساخت نیروگاه هسته‌ای به شدت کاست. البته بحران سوخت ۱۹۷۳ باعث شد تا کشورهایی مانند فرانسه و ژاپن که از منابع نفت زیادی برخوردار نیستند به فکر ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای بیشتری بیفتند به طوری که این دو کشور به ترتیب ۸۰٪ و ۳۰٪ از انرژی الکتریکی حال حاضر خود را از این منابع تامین می‌کنند. در سی سال انتهایی قرن بیستم ترس از حوادث هسته‌ای مانند فاجعه چرنوبیل در ۱۹۸۶، مشکلات مربوط به دفع زباله‌های هسته‌ای، بیماری‌های ناشی از تشعشع هسته‌ای و... باعث به وجود آمدن جنبش‌هایی برای مقابله با توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای شد و این خود از دلایل کاهش توسعه نیروگاه‌های هسته‌ای در بسیاری از کشورها بود.

کاربرد :

در سال ۲۰۰۷ انرژي معادل ١٤% انرژي كل دنيا با استفاده از ٤٣٩ نيروگاه هسته اي در ٣١ كشور توليد شده است و سهم فرانسه با توليدبيش از ٧٩ % درصد انرژي الكتريكي خود از اين طريق از ساير ين بيشتر بود ه است . همانطور كه گفته شد مهمترين استفاده از فناوري هسته اي ايجاد انرژي به كار رفته در جوامع است، اما علاوه بر اين استفاده فناوري هسته اي استفاده هاي ديگري را ن يز دارد كه از آن جمله مي توان به پنج كاربرد اساسي ديگر نيز اشاره كرد :

• كشاورزي: از فناوري هسته اي در كاربرد هاي كشاورزي از قبيل جهش ژني براي توليد گياهان مقاوم در برابر آفات و

و حشرات مضر و يا بالا بردن كيفيت محصولات دامي را مي توان نامبرد .



• پزشكي: پزشكي هسته اي تا به آن حدي گسترش پيدا نموده كه امروزه شاخه اي از فناوري به نام پزشكي هسته اي را به خود اختصاص داده است . به طور مثال از راديو ايزوتوپ ها در تصوير برداري استفاده گسترده اي مي گردد ، در اين روش با استفاده از راديو ايزوتوپ هاي كبالت – ٦٠ ، تاليوم – ٢٠١ و چندين نوع ديگر از راديو داروها اقدام به تصور برداري مي كنند.

• صنايع : در صنايع كاربرد هاي گوناگوني براي اين فناوري تعريف شده است كه از آن جمله مي توان آزمايش غير مخرب جوش ، سختي سنجي ، ضخامت سنجي و يا نشت يابي را نامبرد .

• نظامي: با وجود آنكه پيماني به نام پيمان عدم تكثير سلاح هاي هسته اي N.P.T. بطور بين اللملي ميان كشور هاي مختلف وجود دارد اما همچنان اين كاربرد خانمان سوز در بين بسيار از كشورها مانند رژيم نا مشروع اسرائيل ، امريكا ،روسيه و... به طور گسترده اي مورد توجه است.

کاربرد انرژی هسته ای در دسترسی به منابع آب:
تکنیکهای هسته ای برای شناسایی حوزه های آب زیر زمینی هدایت آبهای سطحی و زیر زمینی ، کشف و کنترل نشت و ایمنی سدها مورد استفاده قرار میگیرد. درشیرین کردن آبهای شور نیز انرژی هستهای کاربرد دارد.

WikiPower.ir

فصل ۲- محاسن و معایب انرژی هسته ای بر سایر انرژی ها:

باید توجه داشت که قیمت تامین سوخت در یک نیروگاه هسته ای نسبت به دیگر تجهیزات موجود نسبتاً اندک است و بنابراین چند برابر شدن قیمت اورانیوم تأثیر چندانی بر روی قیمت انرژی الکتریکی تولیدی نخواهد داشت.
برای مثال افزایش دو برابری در قیمت سوخت مصرفی یک نیروگاه هسته ای آب سبک هزینه راکتورها را در حدود ۲۶٪ و هزینه برق تولیدی را در حدود ۷٪ افزایش می‌دهد در حالی که افزایش دوبرابری قیمت سوخت در یک نیروگاه گازی قیمت برق تولیدی را تا ۷۰٪ افزایش می‌دهد.

۲-۱- جوانب اقتصادی:

یکی از مسائل نیروگاه هسته ای هزینه ساخت آن است که شامل هزینه ساخت راکتور، هزینه مسائل امنیتی، هزینه ساخت مراکز معدنی، هزینه ساخت مراکز تبدیل مواد خام به سوخت هسته ای، هزینه ساخت مراکز بازیروری هسته ای و انبارهای هسته ای برای دفن ضایعات هسته ای است.

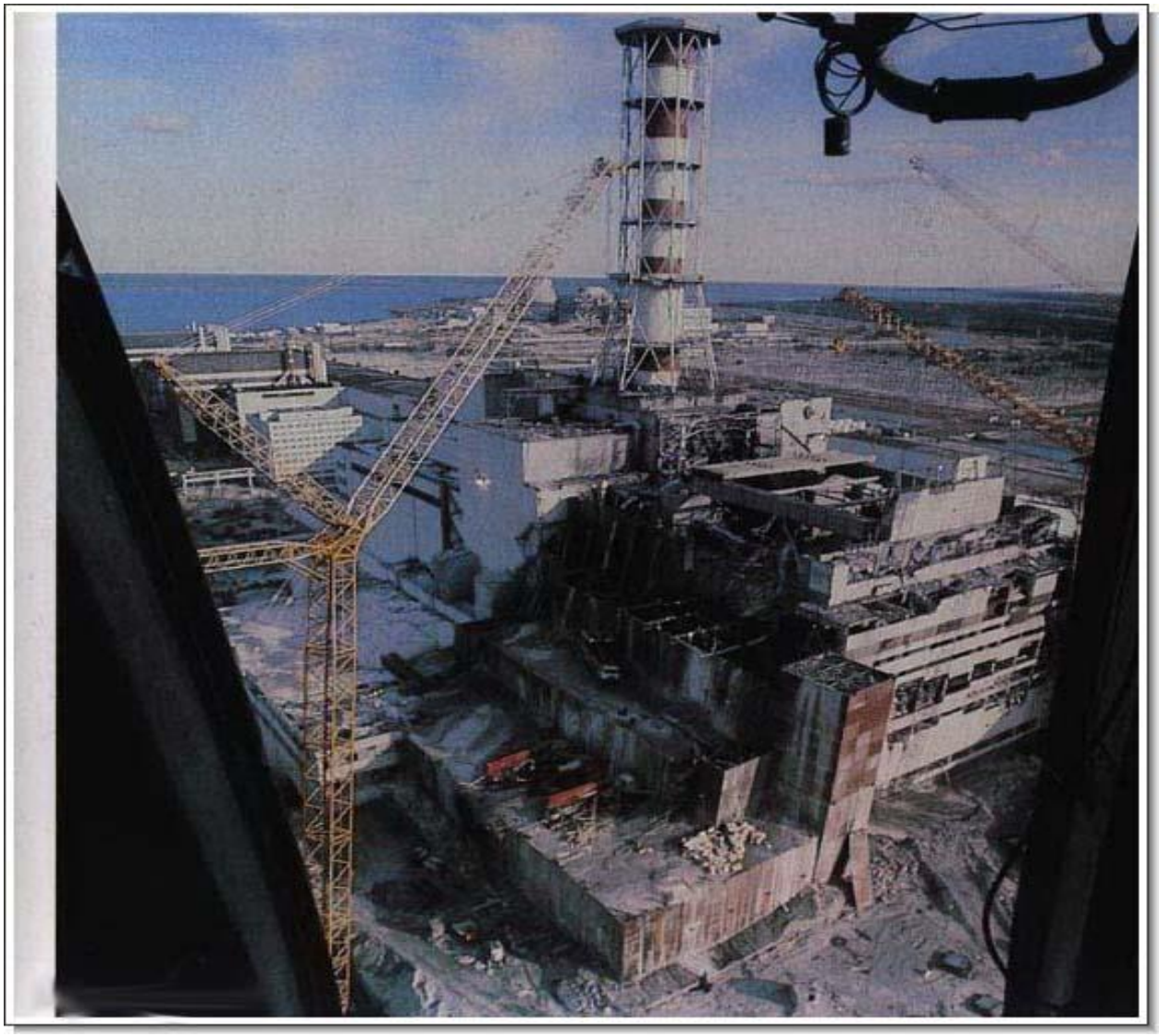
۲-۲- امنیت نیروگاه هسته ای:

از خطرهایی که همواره بیم آن میرود، حمله احتمالی تروریستی به نیروگاه‌های هسته ای است، چرا با انفجار نیروگاه محوطه ای به شعاع ۲۰ کیلومتر بشدت آلوده می‌شود و

هیچ موجود زنده‌ای را باقی نمی‌گذارد و در اثرات تخریبی ژنتیکی تا ۱۰ نسل را بر روی محوطهٔ بزرگتری در حدود شعاع ۴۰ کیلومتر باقی خواهد گذاشت

۲-۲-۱- نگرانی‌های محیط زیستی:

مهمترین مسئله‌ای که مخالفان انرژی هسته‌ای بیان می‌دارند امنیت محیط زیستی نیروگاه هسته‌ای است زیرا با کوچکترین

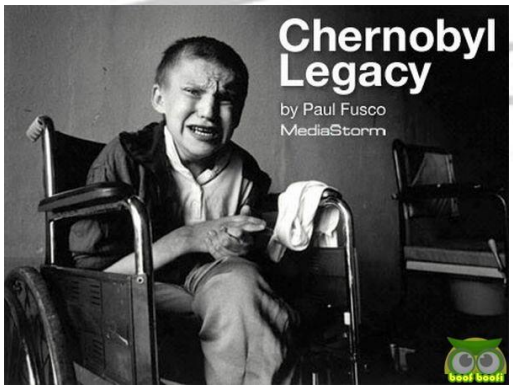


اشتباه فجایعی مانند فاجعه چرنوبیل قابلیت رخ دادن خواهند داشت.

حادثه اتمی چرنوبیل بدترین حادثه اتمی غیرنظامی تاریخ جهان است که در رآکتور شماره ۴ نیروگاه چرنوبیل اکراین در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ اتفاق افتاد. این راکتور از رآکتورهای RBMK بود.

حادثه

در ۲۵ و ۲۶ آوریل ۱۹۸۶متصدیان راکتور برای انجام آزمایشی سیستم ایمنی راکتور را غیر فعال کردند (کندکننده های نوترون را از آن خارج کردند).نتیجه آن راکتوری بدون کندکننده مناسب و از کنترل خارج شدن آن بود. بدون توانایی در کنترل رآکتور، دمای آن به حدی رسید که بیشتر از حرارت خروجی طرح ریزی شده بود.در اولین گام یک منطقه انزوا در محدوده ۳۰ کیلومتري اطراف نیروگاه چرنوبیل تعیین شد. از ۲۷ آوریل سال ۱۹۸۶ حکومت اوکراین ساکنین شهرهاي پریپیتت و چرنوبیل، و روستاهاي داخل منطقه ۳۰ کیلومتري (حدود ۱۰۰ هزار نفر) را به خارج این محدوده انتقال داد.پنهان کردن اطلاعات مربوط به فاجعه چرنوبیل باعث شکل گیري و گسترش شایعات باور نکردني پیرامون نتایج فاجعه شد. ریاست شوروي از پذیرش همکاري بین المللي براي انجام عملیات« امحا» نتایج فاجعه هسته اي امتناع کرد.



تنها در سال ۱۹۸۹ بود که حکومت شوروي از آژانس انرژي اتمي به منظور ارزيابي كارشناسي عمليات «امحا»، درخواست كمک كرد.

WikiPower.ir

فصل ۳- حادثه اتمی تری مایل آیلند

حادثه اتمی تری مایل آیلند بد ترین حادثه اتمی آمریکا و دومین فاجعه راکتورهای هسته‌ای دنیا (بعد از حادثه چرنوبیل) است که در ۲۸ مارس ۱۹۷۹ در تری مایل آیلند آمریکا اتفاق افتاد.

امتیاز و برتری انرژی هسته‌ای:

امتیاز و برتری انرژی هسته‌ای در این است که حتی یک مولکول گاز کربنیک از راکتور هسته‌ای به هوا نمی‌رود. در عوض اورانیوم مورد نیاز این راکتور باید با کامیونهایی که سوخت فسیلی (نفت) می سوزانند، حمل و نقل گردد. همچنین مراحلی که برای کار با اورانیوم انجام می‌شود، به سوخت نفتی نیازمند است. درمجموع هر کیلو وات ساعت برق هسته‌ای حدود ۲۵ گرم گاز گلخانه‌ای تولید می‌کند. هر کیلو وات ساعت برف زغال سنگ سوز ، ۶۵۰ تا ۱۲۵۰ گرم گاز کربنیک تولید می‌کند. همچنین برای تولید هر کیلو وات ساعت برق از نیروگاههای گاز سوز، ۴۵۰ تا ۶۵۰ گرم گاز کربنیک انتشار می‌یابد.

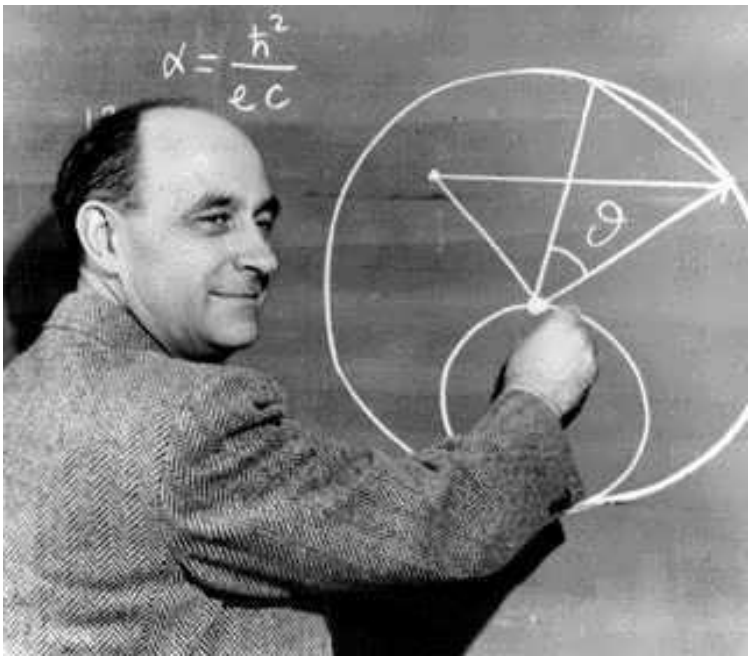
یک نیروگاه هسته‌ای صد مگاواتی سالانه پانصد تن زباله با درجه رادیو اکتیو ضعیف ، دویست تن زباله با درجه رادیواکتیو متوسط و ۲۵ تن زباله با درجه رادیواکتیو شدید تولید می‌کند. در مقایسه ، یک نیروگاه برق زغال سنگ‌سوز ۳۵۰ هزار تن زباله سخت (زباله‌های معدنی ، خاکستر و تفاله آهن) که صدها کیلو فلز سنگین نیز در میان آنها وجود دارد

، تولید می‌کند. البته پیشرفتهای فنی باید اجازه دهد که از این میزان زباله کاسته شود. با وجود این سوخت فسیلی از نظر تولید زباله پر بار هستند. اما گاز ، بجز گاز کربنیک ، تقریبا زباله یا تولید جانبی خطرناکی ندارد. رادیو اکتیویته نامرئی است، اما حتی ضعیفترین درجه رادیو اکنیویته که ممکن است برای محیط زیست مضر باشد، قابل ردیابی است. در نتیجه نیروگاههای هسته ای را می‌توان به خوبی کنترل کرد و در واقع کشف خطر آنها راحتتر از نیروگاههای گرمایی کلاسیک است.

طی مطالعات انجام گرفتته آسیبهای ناشی از سوختهای فسیلی با در نظر گرفتن آسیبهای مربوط به گازهای گلخانه ای تقریبا تا دو برابر آسیبهای انرژی هسته ای می‌باشد

انرژی هسته ای با مصارف غیر نظامی تا به حال کمتر از انرژیهای فسیلی قربانی گرفته است. یک نیروگاه هسته ای در شرایط فعالیت معمول وسالم مواد رادیواکتیو ساطع می‌کند. ولی میزان آسیب پذیری به مراتب کمتر از آزمایشهای رادیولوژیک و رادیواکتیویته طبیعی (رادون) است. سوختهای فسیلی نیز مقادیر زیادی از آلوده کننده های خطرناک را در هوا می‌پراکنند که مضرات زیادی داشته و در اکثر موارد کشنده نیز می‌باشد

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



کشف شکافت:

طی سال های ۱۹۳۰" انریکوفرمی "و همکاران وی در ایتالیا، تعدادی آزمایش با نوترون تازه کشف شده انجام دادند آن ها استدلال کردند که نبود بار نوترون آن را در نفوذ به هسته موثر می سازد. از جمله کشفیات فرمی، تمایل زیاد بسیاری از عناصر به کند کردن نوترون و تنوع رادیوایزوتوپ هایی بود که می توانست از گیراندازی نوترون تولید شود.

"برایت" و "وینکر" توضیح نظری فرآیندهای نوترون کند را در سال ۱۹۳۶ ارائه نمودند.

فرمی اندازه گیری های توزیع هر دو نوترون سریع و کند را انجام داد و رفتار آن ها را از لحاظ پراکندگی کشسان ،اثرات پیوند شیمیایی و حرکت گرمایی در مولکول های هدف توضیح داد.

تا این فاصله زمانی هنوز فرآیند شکافت شناسایی نگردید.

تیم تحقیقاتی دانشکده شیکاگو برای ساخت اولین راکتور هسته ای جهان

تا اینکه در سال ۱۹۳۹ تا ۱۹۴۰ توسط فعالیت هان، اشتر اسمن و سپس فریش و... در انتها فرمی پدیده شکافت کشف شد.

کشف شکافت همراه با امکان انجام یک واکنش زنجیره ای با شدت انفجاری در برهه ای از زمان از اهمیت خاصی برخوردار بود زیرا جنگ جهانی دوم در ۱۹۳۹ شروع شده بود.

اولین واکنش ذ نجیره ای خود تقویت شونده:

در سال ۱۹۳۹ "بور" به آمریکا آمد و در کشفیات "انیشتن" و "هان" شریک شد. وی همچنین "فرمی" را در کنفرانسی در واشنگتن ملاقات کرد.

آنها برای اولین بار وجود واکنش ذنجیره ای خود تقویت شونده را مطرح کردند. در این فرآیند اتم ها را برای تولید مقدار زیادی انرژی شکافت می دهند. دیگر دانشمندان در سرار دنیا در حال باور این مسئله بودند که می توان از شکافت هسته برای تولید انرژی استفاده کرد. این زمانی ممکن بود که

مقدار زیادی اورانیم بتوانند با یکدیگر تحت شرایط مناسب ترکیب شوند و واکنش ذنجیره ای خود تقویت شونده ای را بوجود آورند که جرم بحرانی نامیده می شود.

.... پروژه تحقیقاتی منهتن در دانشکده شیکاگو

فرمی و همکارش در سال ۱۹٤۱ طرح اولین طرح راکتور زنجیره ای اورانیم را ارائه دادند. مدل آن ها شامل مقداری اورانیم بود که در محفظه ای از گرافیت جمع شده بود تا مدلی از مواد شکافت پذیر را بسازد. در اوایل سال ۱۹٤۲ دانشمندان به دعوت فرمی در شیکاگو برای ارئه نظریات خود گرد آمدند و در همان سال آمادگی ساخت اولین راکتور هسته ای را پیدا کردند و در استادیوم شهر شیکاگو طرح خود را که علاوه بر گرافیت و اورانیم دارای کادمیوم (عنصری که نوترون ها را می شکافد) به نمایش گذاشتند.

پیشرفت انرژی هسته ای برای مقاصد صلح آمیز

اولین راکتور هسته ای تنها یک شروع بود. اولین تحقیقات در این رشته که تحت پروژه سری به نام "منهتن" صورت گرفت، برای ساخت بمب اتمی برای جنگ جهانی دوم بود. هرچند دانشمندانی هم بودند که روی راکتورهای شکافنده مواد دارای قابلیت شکافت در واکنش زنجیره ای کار می کردند، و این به تولید مواد شکافت پذیر بیشتری منجر شد. بعد از ایالات متحده سرمایه گذاری بیشتری را در جهت پیشبرد این

علم برای منافع غیر نظامی انجام داد و در اوایل سال ۱۹۵۱ راکتور زاینده ای ساخت که می توانست الکتریسیته تولید کند.

انرژی هسته ای در ایران:

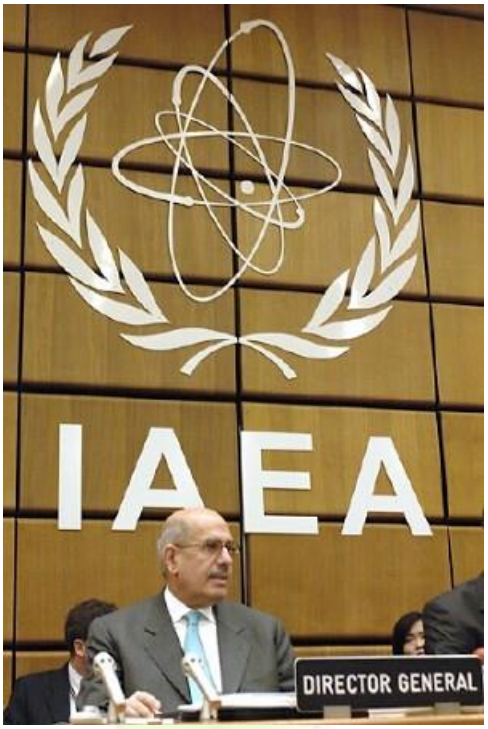
استفاده از انرژی هسته‌ای در دوران سلطنت محمدرضا شاه پهلوی مطرح شد و با ایجاد سازمان انرژی اتمی ایران آغاز پروژه راکتور اتمی بوشهر و مشارکت مالی ایران در طرح‌های فناوری سوخت اتمی فرانسه آغاز شد.
در سال ۱۹۷٤(۱۳۵۳)، سازمان انرژی اتمی ایران (A.F.O.I) تأسیس شد و دکتر اعتماد، به ریاست آن منصوب شد.
با پیروزی انقلاب ایران در سال ۱۳۵۷ این مقوله متوقف شد. جنگ ایران و عراق منجر به تغییر موضع کشورهای غربی که مخالف این انقلاب بودند شد و مساعدت آنها را برای تکمیل این پروژه غیر ممکن کرد. شرکت آلمانی کا.و.او(kvo) که پیمانکار این پروژه بود هنگامی که تنها ۱۵%به تکمیل آن باقی مانده بود، از ادامه کار سرباز زد.
در بحبوحه جنگ ایران و عراق و کمبود شدید منابع نیرو در کشور، ایران با روی آوردن به اسپانیا و ژاپن کوشش در تکمیل پروژه بوشهر کرد که موفقیت آمیز نبود. سپس قراردادی با روسیه برای به انجام رساندن کار نیروگاه بوشهر امضا شد که کار آن هنوز ادامه دارد و چند بار زمان پایان پروژه به تعویق افتاده است. لازم به ذکر است که ایران در

IAEA
International Atomic Energy Agency

سال ۱۹۵۸، به عضویت آژانس بین المللی انرژی اتمی (I.A.E.A) درآمد.

ایران در سال ۱۹۶۸، پیمان عدم تکثیر سلاح‌های هسته ای (N.P.T) را پذیرفت و در سال ۱۹۷۰، آن را در مجلس شورای ملی به تصویب رساند.

اگر چه ایران از دیدگاه قوانین آژانس بین المللی انرژی اتمی و همچنین از نقطه نظر پیمان‌نامه منع گسترش سلاح‌های هسته ای حق تحقیق و استفاده صلح‌آمیز از فن‌آوری هسته ای را دارد، کشورهای غربی به رهبری آمریکا تلاش پیگیری را آغاز کرده‌اند که ایران را برای همیشه از هرگونه استفاده از فناوری انرژی هسته ای منع کنند. در با وجود همه این تلاش ها در آوریل ۲۰۰۶، ایران اعلام کرد که موفق به غنی‌سازی اورانیوم به میزان ۳,۵ درصد شده است.



WikiPower.ir

اورانیوم:

میزان اورانیوم موجود در پوسته زمین نسبتاً زیاد است به طوری که با منابع فلزاتی همچون قلع و ژرمانیوم برابری می‌کند و تقریباً ۳۵ برابر میزان نقره موجود در پوسته زمین است. اورانیوم ماده تشکیل دهنده بسیاری از اجسام اطراف ما مانند سنگها و خاک است. طبق آمارگیری جهانی معادن شناخته شده جهان در حال حاضر برای تامین بیش از ۷۰ سال انرژی الکتریکی جهان کافی هستند. بهای متوسط اورانیوم در حال حاضر ۱۳۰ دلار آمریکا به ازای

هر کیلوگرم است. به این ترتیب ثبات تامین سوخت هسته ای از بسیاری از دیگر مواد معدنی بیشتر است. اورانیوم طبیعي (که بشکل اکسید اورانیوم است) شامل۹۹/۳% از ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۸ و۰/۷% اورانیوم ۲۳۵است. که نوع ۲۳۵ آن قابل شکافت است و مناسببراي بمب ها ونیروگاههاي هسته اي است. این عنصر از نظر فراواني در میان عناصر طبیعي پوسته در رده ٤٨ قراردارد. از نظر تراکم و چگالي باید گفت ۱/٦ مرتبه متراکم تر از سرب است. وهمین تراکم باعث سنگین تر شدن آن مي شود.براي مثال اگر یك گالن شیر وزني حدود ٤ کیلوگرم داشته باشد ,یك گالن اورانیوم ۷۵ کیلوگرم وزن دارد !!!

استفاده از اورانیوم به شکل اکسیدطبیعی آن به سال ۷۹ میلادی بر می گردد یعنی زمانی که این عنصر برای اضافه کردن رنگ زرد به سفال لعابدار استفاده شد (شیشه زرد با یک در صد اورانیوم در نزدیکی ناپل ایتالیا کشف شده است.) کشف این عنصر به شیمیدان آلمانی به نام مارتین هنریچ کلاپرس اختصاص داده شد که در سال ۱۷۸۹ اورانیوم را به صورت قسمتی از کانی که آن را، پیچ بلند (pitchblende) نامید کشف شد. نام این عنصر را بر اساس سیاره اورانوس که هشت سال قبل از آن کشف شده بود برگزیده شد . این عنصر در سال ۱۸٤۱ به صورت فلز جداگانه توسط ، ایگون ملچیورپلیگوت (eugne melchior peligot) استفاده شد.

در پروژه Manhattan نامهای Tuballoy و Oralloy برای اورانیوم طبیعی و اورانیوم غنی شده بکار برده شد. این اسامی هنوز نیز برای اورانیوم غنی شده و اورانیوم طبیعی بکار برده میشوند.

کشورهای تولید کننده اصلی اورانیوم:استرالیا،چین،کانادا،قزاقستان،نامیبیا،نیجر،روسیه،ازبکستان

منابع اورانیم :

بر اساس اطلاعات موجود در سال ۱۹۹۹بیش از ۹۰% تولید جهانی اورانیوم توسط ده کشور تامین گردیدند که این کشورها عبارتند از: استرالیا، کانادا، قزاقستان، نامیبیا، نیجر، فدراسیون روسیه، آفریقای جنوبی، اکرائین، آمریکا و ازبکستان که هر یك از این ممالك بیش از ۱۰۰۰ تن اورانیوم تولید و روانه بازار کردند. در این میان کانادا با ۲۵% تولید در صدرو استرالیا و نیجر با ۱۴,۸% و ۹% تولید جهانی درمرتبه دوم و سوم قرار دارند.. حدود ۵۰% تولید از معادن نزدیك به سطح زمین که کم هزینه می باشند بوده و ۳۲% از معادن واقع در عمق زمین که پر هزینه تر می باشد و مابقی نیاز از طرق سایر منابع تامین شده اند. در سالهای بعد تاکید بر استخراج اورانیوم از معادن نزدیك به سطح زمین دارای اهمیّت بیشتری گردیده و بخش اعظمی از معادن درعمق بدلیل پر هزینه بودن استخراج تعطیل شده اند.

در سالهای بین ۱۹۹۱ و ۱۹۹۹ معادل ۴۰% نیاز جهانی از طریق منابعی غیر از معادن و بطور مشخص از موجودی سوخت راکتورهای تعطیل شده تامین گردیدند. از سال ۱۹۹۵ یك منبع مهم دیگر تامین اورانیوم به عرصه آمد که امتیاز آن عمدتا در اختیار آمریکا و روسیه می باشد و آن استفاده از اورانیوم موجود در سلاحها و موشکهای هسته ای بود که در قالب پیمانهای خلع سلاح اتمی از زرادخانه های هسته ای

خارج گردیدند و در حال حاضر نیز این منبع عظیم کماکان مورد بهره برداری این دو کشور بزرگ اتمی قرار دارند. از سوی دیگر تکنو لوژی استخراج اورانیوم و قیمت جهانی آن اهمیت فراوانی در استخراج و عرضه آن پیدا کرده است. برابر اطلاعات موجود، علیرغم وجود مقادیر قابل توجه این فلز در نقاط مختلف، تعدادی از کشورهای تولید کننده بدلیل هزینه بالای استخراج و همچنین عدم برخورداری از تکنولوژی پیشرفته در امر استخراج مراکز اکتشاف خود را تعطیل کرده اند و هم اکنون بدلایل فنی، مالی و مدیریتی عملا استخراج و عرضه اورانیوم جهت مقاصد تجاری در دست ممالك صنعتی بزرگ قرار دارند.

در حال حاضر ۲٤ کشور دارای معادن اورانیوم در نزد آژانس بین المللی انرژی اتمی ثبت شده اند که بغیر از چین، پاکستان و هندوستان مابقی گزارشات رسمی منابع و معادن اورانیوم خود را ارائه می دهند. ضروری است توجه شود که هزینه تولید ۱۳۰ دلار آمریکا برای هر کیلو اورانیوم زیاد محسوب و منابع با هزینه تولید کمتر که عبارت از ۸۰ دلار و ٤۰ دلار در هر کیلو هستند بسیار با صرفه ترند و برای مثال کانادا در سال ۱۹۹۹، ۳۱% از این اورانیوم بسیار اقتصادی را به بازار عرضه نمود. پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۱۵ نیاز جهانی اورانیوم مابین ٥٤۰۰۰ الی ۷۹۸۰۰ تن باشد در حالیکه تولید جهانی در همین دوره بین ٤۲۰۰۰ تن تا ٦۲۰۰۰ در خوشبیتاته ترین حالت برآورد می گردد .بر اساس چنین واقعیاتی است که تدریجا توسعه بیشتر نیروگاههای هسته ای مورد بازنگری جدّی قرار گرفته و توجه به منابع دیگر مانند ژئو ترمال رو به افزایش است.

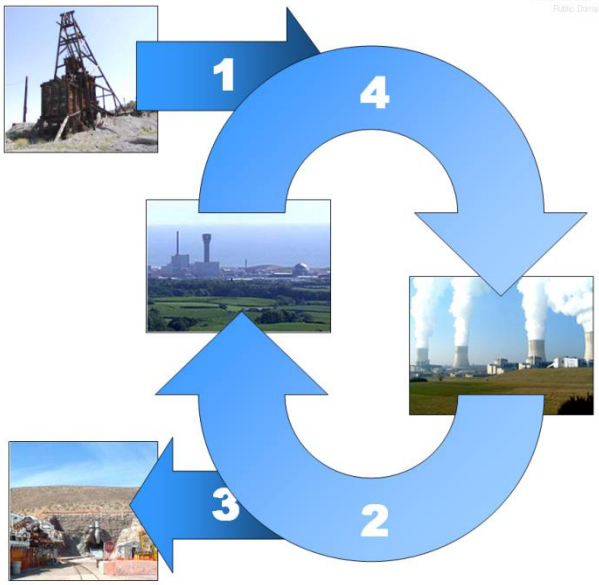
بر اساس گزارشهای رسمی ایران به آژانس، ذخائر اورانیوم قطعی ایران بعد از حدود بیست سال اکتشاف و تحقیق ٤۹۱ تن

برآورد گردیده است که می توان ۸۷۶ تن منبع احتمالی قابل بهره برداری با هزینه استخراج هر کیلو ۸۰ تا ۱۳۰ دلار را نیز بر آن افزود.
علاوه بر اینها فرضیات غیر قابل اثباتی در مورد وجود ٤٥٠٠ تن اورانیوم دیگر و یا احتمال پیدا شدن ٥٠٠٠ تن ذخائر جدید وجود دارند که تا کنون تائید نگردیده اند. برابر این آمار، منابع قطعی اورانیوم ایران را باید حدود۱٤۰۰ تن برآورد کرد وهر سیاستی باید با توجه به این ارقام طراحی وبرنامه ریزی شود. مطلبی که این آمار و ارقام به زبان روشن بیان می کنند این است که ما به هیچ وجه دارای منابع قابل اعتنای اورانیوم که بتواند نیاز بلند مدّت ما را جهت برق هسته ای تامین کنند نیستیم و تامین برق از نیروگاه های اتمی بدون تامین سوخت از خارج مقدور نیست و حتّی اگر غنی سازی را هم به حدّ کمال انجام دهیم چاره ای بجز وارد کردن اورانیوم (منظور ماده معدنی اورانیوم) از منابع خارجی که بطور عمده در کنترل کشورهای خاصّی هستند نداریم و اصولا بحث خود کفائی کشور در این مورد بنظر نمی رسد که بر مبنای اطلاعات صحیحی طرح شده باشد.

ترکیبات:

تترا فلوروئید اورانیوم UF_4که به نمک سبز معروف است یک محصول میانی هگزافلورید اورانیوم میباشد. هگزا فلورید اورانیوم UF_6 جامد است که در دمای بالای ٥٦ درجه سانتیگراد بخار میشود. UF_6 ترکیب اورانیوم است که برای دو فرایند غنی سازی Gaseous Diffusion و Centrifuge استفاده میشود. و در صنعت با نام ساده Hex خوانده میشود.

اورانیوم عنصر طبیعی است که تقریبا در تمام سنگها آب و خاک به میزان کم یافت میشود. و بنظر می رسد که مقدار آن از سنگ سرمه، برلیوم، کادیوم، جیوه، طلا، نقره و تنگستن بیشتر باشد و این فراوانی در حد آرسنیک و مولیبدنیوم است. مقدار بیشتری از اورانیوم در موادی از قبیل صخره های فسفاتی و کانیهای مانند Lignite و Monazite یافت میشود. که بیشتر برای مصارف اقتصادی از همین منابع استخراج می شود.



آسیاب کردن اورانیوم:

محل آسیاب کردن معمولاً به معدن استخراج اورانیوم نزدیك است. بیشتر امكانات استخراجي شامل يك آسياب مي‌شود. هرچه جايي كه معدن‌ها قرار دارند به هم نزديك‌تر باشند يك آسياب مي‌تواند عمل آسيابسازي چند معدن را انجام دهد. عمل آسيابسازي اكسيد اورانيوم غليظي توليد مي‌كند كه از آسياب حمل مي‌شود. گاهي اوقات به اين اكسيدها كيك زرد مي‌گويند كه شامل ۸۰ درصد اورانيوم مي‌باشد. سنگ معدن اصل شايد داراي چيزي در حدود ۰/۱ درصد اورانيوم باشد.

در يك آسياب، اورانيوم با عمل سنگشويي از سنگ‌هاي معدني خرد شده جدا مي‌شود كه يا با اسيد قوي و يا با محلول قلياي قوي حل مي‌شود و به صورت محلول در مي‌آيد. سپس اورانيوم با ته‌نشين كردن از محلول جدا مي‌شود و بعداز

خشك كردن و معمولاً حرارت دادن به صورت اشباع شده و غليظ در استوانه‌هاي ۲۰۰ ليتري بسته‌بندي مي‌شود.
باقيمانده سنگ معدن كه بيشتر شامل مواد پرتوزا و سنگ معدن مي‌شود در محلي معين به دور از محيط معدن در امكانات مهندسي نگهداري مي‌شود. (معمولاً در گودال‌هايي روي زمين.)
پسمانده‌هاي داراي مواد راديواكتيو عمري طولاني دارند و غلظت آنها كم خاصيتي سمي دارند. هرچند مقدار كلي عناصر پرتوزا كمتر از سنگ معدن اصلي است و نيمه عمر آنها كوتاه خواهد بود اما اين مواد بايد از محيط زيست دور بمانند

اکتشاف و استخراج و تغلیظ اورانیم:

اورانیم موجود در سنگ معدن حدود یك درصد است كه توسط روشهای مكانیكی و شیمیایی به اكسید اورانیم كه كیك زرد نام دارد تبدیل می شود. اورانیم۲۳۵ قابل شكافت و مناسب برای سوخت هسته ای در اكسید اورانیم وجود دارد كه با ظرفیت صفر یا آزاد هرگز در طبیعت وجود ندارد. اورانیم یك فلز راديواكتیو است كه استفاده از آن درراكتورهای هسته ای برای تولید الكتریسیته اقتصادی برآورد شده است. در ایران مركزی انواع دگرگونی با پرتوزایی قابل توجه یافت می شود. برای استخراج اورانیم از روشهای روباز زیرزمینی بازیابی درجا وروش بازیابی تپه ای استفاده می شود.

عملیات تغلیظ بلافاصله پس از استخراج وآماده سازی مواد معدنی به فرایندهای كانه آرایی جداسازی اورانیم از مواد معدنی و تخلیص آن اطلاق می گردد. محصول تغلیظ شده اورانیم

را کیک زرد می نامند که حدودا ۶۰% اورانیم دارد. مهم ترین فرایند تغلیظ لیچینگ (محلول سازی) نام دارد.

هشدار ها:

تمام ترکیبات اورانیوم سمی و رادیو اکتیو هستند. سمی بودن این عنصر میتواند کشنده باشد. در مقادیر بسیار کم خاصیت سمی بودن این عنصر به کلیه آسیب میرساند. خواص رادیو اکتیوی این عنصر نیز سیستماتیک و نظام بند است. در کل ترکیبات اورانیوم به سختی جذب روده و ریه میشوند و خطرات رادیولوژیکی آن باقی میماند. فلز خالص اورانیوم نیز خطر آتش سوزی به همراه دارد.
فرد ممکن است با تنفس غبار اورانیو م در هوا یا خوردن و آشامیدن آب و غذا در معرض این عنصر قرار بگیرد.
البته بیشتر این عمل از طریق خوردن آب و غذا صورت میگیرد. جذب روزانه اورانیوم در غذا ۰,۰۷ تا ۱,۱ میکروگرم میباشد. مقدار اورانیوم در هوا معمولا بسیار ناچیز است. افرادی که در کنار تاسیسات هسته ای دولت و یا معادن استخراج اورانیوم زندگی میکنند بیشتر در معرض این عنصر قرار می گیرند.
اورانیوم ممکن است که درطریق تنفس یا بلع و یا در موارد استثنایی از طریق شکافی روی پوست وارد بدن شود. اورانیوم توسط پوست جذب نمیشود و ذرات آلفای ساتع شده از این عنصر نمیتواند به پوست نفوذ کند. بنابر این اورانیومی که خارج از بدن باشد نمیتواند به اندازه اورانیوم داخل بدن مضر و خطرناک باشد. اگر اورانیوم به

بدن وارد شود ممکن است موجب سرطان شده یا به کلیه ها آسیب برساند.

خواص اشعه رادیواکتیو:

عناصر رادیواکتیو معمولا سه نوع ذره یا اشعه از خود صادر میکنند که شامل ذره آلفا ، ذره بتا و اشعه گاما است. با قرار دادن اشعه رادیواکتیو تحت تاثیر میدان مغناطیسي متوجه شده اند که ذره آلفا داراي بارمثبت ، بتا داراي بار منفي و اشعه گاما بدون بار است.

خواص ذره آلفا :

جنس ذره آلفا ، هسته اتم هليوم است که از دو نوترون و دو پروتون تشکيل يافته است. جرم آن حدود ٤ برابر جرم پروتون و بار الکتريکي آن ٢+ و علامت اختصاري آن ٤،٢ He است. برد ذره آلفا به عنصر مادر ، انرژي اوليه و جنس محيط بستگي دارد.مثلا برد ذره آلفا صادره از راديوم در هوا تقريبا ٤,٨ سانتيمتر مي‌باشد. ذره آلفا به علت داشتن ٢ بار مثبت هنگامي که از نزديکي يک اتم عبور مي کند، ممکن است تحت‌تاثير ميدان الکتروستاتيکي خود ، الکترون مدار خارجي آن اتم را خارج سازد و يا به عبارت ديگر اتم را يونيزه کند. همچنين ذره آلفا قادر است محل الکترون را تغيير دهد، يعني الکترون تحت تاثير ميدان الکتريکي ذره آلفا از مدار پايين تري به مدار بالاتر صعود مي‌کند و در نتيجه اتم به حالت برانگيخته در مي‌آيد. قابليت نفوذ ذره آلفا بسيار کم است.

خواص ذره بتا :

جنس ذره بتاي منفي ، از جنس الکترون مي‌باشد، بار الکتريکي آن ١- و علامت آن بتاي منفي است. برد ذره بتا در هوا در حدود چند سانتيمتر تا حدود يک متر است.

البته برد این ذره نیز به انرژي اولیه،عنصرمادر و جنس محیط بستگي دارد. برخلاف ذره آلفا ، ذره بتا از نظر حفاظت یك خطرخارجي محسوب مي‌شود. خاصیت یون سازي این ذره به مراتب کمتر از ذره آلفا است، یعني بطور متوسط در حدود ۱۰۰ مرتبه کمتر از ذره آلفا مي‌باشد. ذره بتا مي‌تواند در اتمها ایجاد برانگیختگي کند، ولي این خاصیت نیز در ذره بتا، به مراتب کمتر از ذره آلفا است. قدرت نفوذ ذره بتا بطور متوسط ۱۰۰ برابر بیشتر از ذره آلفا است. طیف ذره بتا تك انرژي نیست، بلکه یك طیف پیوسته است که تمام مقادیر انرژي از ۰ تا انرژي ماکزیمم را دارا مي‌باشد. این ذره همان پوزتیرون است که ضد ماده الکترون مي‌باشد. جرم آن با جرم الکترون برابر بوده و داراي باري مخالف با بار الکترون است و علامت اختصاري آن‌حرف بتاي مثبت است.

خواص اشعه گاما :

جنس اشعه گاما از جنس امواج الکترومغناطیسي مي‌باشد، یعني از جنس نور است. ولي با طول موج بسیار کوتاه که طول موج آن از ۱ تا ۰,۰۱ آنگستروم تغییر مي‌کند. جرم آن در مقیاس اتمي صفر ، سرعت آن برابر سرعت نور ، بار الکتریکي آن صفر و علامت اختصاري آن حرف گاما مي‌باشد. انرژي اشعه گاما از ۱۰ کیلو الکترون ولت تا ۱۰ مگا الکترون ولت تغییر مي‌کند. برد آنها بسیار زیاد است. مثلا در هوا چندین متر است. خاصیت ایجاد یونیزاسیون و برانگیختگي در اشعه گاما نیز وجود دارد. ولي به مراتب کمتر از ذرات آلفا و بتا است.مثلا اگر قدرت یونیزاسیون متوسط اشعه گاما را یك فرض کنیم، قدرت یونیزاسیون متوسط‌ذره بتا ۱۰۰ و ذره آلفا ۱۰۴ خواهد بود. قدرت نفوذ این اشعه به مراتب بیشتر از ذرات‌بتا و آلفا است.

طیف انرژي اشعه گاما ، همانند ذرات آلفا تك انرژي است. يعني تمام فوتونهاي گاماي حاصل از يك عنصر راديواكتيو داراي انرژي يكساني هستند.

کیک زرد چیست؟

کیک زرد یا Yellowcake که به نام اورانیا (Urania) هم شناخته می‌شود در واقع خاک معدنی اورانیوم است که پس از گذراندن مراحل تصفیه و پردازش‌های لازم از سنگ معدنی آن تهیه می‌شود.

تهیه این ماده به منزله رسیدن به بخش میانی مراحل مختلف تصفیه سنگ معدن اورانیوم است و باید توجه داشت که فاصله بسیار زیادی برای استفاده در بمب اتمی دارد.

روش تهیه کیک زرد کاملاً به نوع سنگ معدن به دست آمده بستگی دارد، اما به‌طور معمول با آسیاب کردن و پردازش‌های شیمیایی بر روی سنگ معدن اورانیوم، پودر زبر و زردرنگی به دست می‌آید که قابلیت حل شدن در آب را ندارد و حدود ۸۰ درصد غلظت اکسید اورانیوم آن خواهد بود. این پودر در دمایی معادل ۲۸۷۸ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود.

روش تهیه کیک زرد:

ابتدا سنگ معدن با دستگاه های مخصوصی خرد و آسیاب می شود، پس از آن برای جداسازی اورانیم و بالابردن خلوص خاک

سنگ، آن را در حمامی از اسید سولفوریک، آلکالاین و یا پراکسید می‌خوابانند؛ این عمل برای به دست آوردن اورانیوم خالص تر صورت می‌شود. سپس این محصول به دست آمده را خشک و فیلتر می‌کنند و نتیجه آن چیزی خواهد شد که به «کیک زرد» معروف است. امروزه روش‌های جدیدی برای تهیه این پودر اورانیوم وجود دارد که محصول آنها بیش از آن که زرد باشد به قهوه‌ای و سیاه نزدیک است، در واقع رنگ ماده به دست آمده به میزان وجود ناخالصی‌ها در این پودر بستگی دارد. نهادن این نام بر روی این محصول به گذشته بر می‌گردد که کیفیت روش‌های خالص‌سازی سنگ معدن مناسب نبود و ماده به دست آمده، زرد رنگ بود.

مواد تشکیل‌دهنده کیک زرد:

بخش اصلی کیک زرد (معادل ۷۰-۹۰ درصد وزنی) شامل اکسیدهای اورانیوم با فرمول شیمیایی U3O8 و یا سایر اکسیدهاست و بقیه آن از دیگر موادی تشکیل شده است که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

هیدراکسید اورانیوم با فرمول شیمایی UO2(OH)2 یا (UO2)2(OH)2 که در صنایع ساخت شیشه و سرامیک استفاده می‌شود. این ماده تشعشع رادیواکتیو دارد و باید با شرایط خاصی نگهداری و حمل شود.

سولفات اورانیوم با فرمول شیمیایی (U02S04) که ماده‌ای بی‌بو با رنگ زرد لیمویی‌است.

اکسید اورانیوم زرد (یا اورانیت سدیم) با فرمول شیمیایی Na2O (UO3)2.6H2O که ماده‌ای با رنگ زرد - نارنجی است.

پراکسید اورانیوم با فرمول شیمیایی UO4·nH2O با رنگ زرد کم‌رنگ.

یکی از کاربردهای کیک زرد، تهیه هگزا فلوراید اورانیوم است. این گاز در وضع عادی حدود هفت صدم درصد شامل ایزوتوپ ۲۳۵ و بقیه آن ایزوتوپ ۲۳۸ است. در مرحله غنی‌سازی درصد U-235 به حدود ۵,۳ یا حتی بیشتر افزایش داده می‌شود.

کاربردهای کیک زرد:

کیک زرد عموماً برای تهیه سوخت رآکتورهای هسته‌ای به کار برده می‌شود، در واقع این ماده است که پس از پردازش‌هایی به UO2 تبدیل و برای استفاده در میله‌های سوختی به کار برده می‌شود.

این ماده همچنین می‌تواند برای غنی‌سازی به گاز هگزا فلوراید اورانیوم یا UF6 تبدیل شود، چون در این صورت می‌توان چگالی ایزوتوپ‌های اورانیوم ۲۳۵ را در آن افزایش داد.

در هر صورت کیک زرد در اغلب کشورهایی که معادن طبیعی اورانیوم دارند تهیه می‌شود و تولید این ماده مشکل خاصی ندارد و به‌طور متوسط سالیانه ۶۴ هزار تن از این ماده در جهان تولید می‌شود.

کانادا، یکی از تولیدکنندگان این ماده است، این کشور معادنی دارد که خلوص سنگ اورانیوم آنها به ۲۰ درصد هم می‌رسد.در آسیا نیز کشوری مانند قزاقستان صنایع بزرگ تولید این پودر را دارد. قیمت این پودر در بازارهای بین المللی، هر کیلوگرم حدود ۲۵ دلار است.

تبدیل اورانیم:

اورانیم تغلیظ شده به صورت کیك زرد مستقیما غیر قابل استفاده به عنوان سوخت در راکتور هسته ای می باشد.بنابراین فرآیندهای بیشتری باید روی محصول فوق صورت بگیرد که به آن تبدیل اورانیم گفته می شود.

در مجتمع تبدیل، اورانیم به دی اکسید اورانیم یا اورانیم هگزا فلوراید تبدیل می شود. اولی به عنوان سوخت راکتور که اورانیم غنی شده نیاز ندارد و می تواند مستقیما بدون غنی سازی مورد استفاده قرار گیرد استفاده شده و ترکیب دوم قابلیت غنی شدن را دارد که پس از چند فرایند دیگر می تواند به عنوان سوخت در اکثر راکتورهای اتمی به کار گرفته شود. بنابراین لازم است که اورانیم به صورت گازی شکل درآید تا امکان انجام عملیات غنی سازی با سهولت بیشتری فراهم گردد.لذا تبدیل اورانیم پیش نیاز این فرایند می باشد.

غنی سازی اورانیم:

منظور از غنی شدن یا غنی سازی افزایش ایزوتوپ طبیعی اورانیم-۲۳۵ از ۰/۷ درصد به ۴-۳/۵ درصد است. بطوربسیار خلاصه غني سازي عبارت است از انجام عملي كه بواسطه آن

مقدار اورانیوم ۲۳۵ بیشتر شود و مقدار اورانیوم ۲۳۸ کمتر. که پس از جمع آوري اورانيوم ۲۳۸ ,آن را زباله اتمي مي نامند.

در نتیجه غنی کردن درصد اورانیم قابل شکافت که برای راکتورهای آب سبك لازم است افزایش می یابد.

دانش تبدیل اورانیوم طبیعی که در طبیعت وجود دارد از طریق شکافت اتمها به اورانیوم غنی شده که دارای انرژی بسیار زیاد است، فناوری هسته ای نام دارد. فرآیند تهیه سوخت هسته ای از اورانیوم ، فرآیند بسیار پیچیده و ظریفی است و دانش انجام این کار از دانشهای پیشرفته بشری است. کشورهای قدرتمند جهان دانش هسته ای را انحصاری خود کرده اند. به راحتی اجازه دسترسی دیگران به این دانش را نمی دهند. در مقطع کنونی حدود ۱۰ کشور این دانش را در اختیار دارند. انرژی هسته ای دارای کاربردهای فراوان است. در یک تقسیم بندی کلی می توان کاربردهای انرژی هسته ای را در دو بخش نظامی و غیر نظامی یا صلح جویانه قرار داد.

روشها ي جداسازي و غني سازي ايزوتوپ اورانيوم:

۱) جداسازي ايزوتوپي الكترومغناطيسي

۲) ديفوزيون گرمايي

۳) پخش ديفوزيون گازي

٤) سانتريفوژ گازي

٥) فرايندهاي آئروديناميكي

٦) جداسازي ايزوتوپي ليزري – كه شامل دو روش زير است

الف) جداسازي ايزوتوپي ليزري با بخار گازي (atomic) AVLIS) (separation vapor laser isotope

ب) جداسازي ايزوتوپي ليزري مولكولي (molecular laser) MLIS) (isotope separation

۷) تبادل يوني و شيميايي

۸) فرايند جداسازي پلاسمايي (PSP) سانتريفوژ كه در حال حاضر روش‌چهارم متداولترين,باصرفه ترين و مطمئن ترين روش به شمار مي آيد.

در تمام صنعت هسته اي دنيا، اورانيوم بوسيله يكي از دو روش: پخش گازي و سانتريفوژ گازي غني مي شود.

روش "سانتريفوژ گازي" براي غني‌سازي اورانيوم به دو علت در مقايسه با روش "پخش گازي" از مزاياي بيشتري برخوردار است. اول آنكه اين روش كارايي بيشتري داشته و دوم آنكه انرژي لازم در اين روش غني‌سازي حدود يك دهم مقدار انرژي لازم در غني‌سازي با "پخش گازي" براي حصول همان ميزان محصول مي‌باشد.

این عوامل باعث شده که غنی‌سازي اورانیوم به روش سانتریفوژ هزینه کمتري را شامل شده و اقتصادي‌تر باشد. البته باید به خاطر داشت که هزینه تعمیرات و نگهداري تجهیزات مورد استفاده در غنی‌سازي به روش سانتریفوژ اندك نیست.

روش انتشار گازی(دیفیوژن):

در روش انتشار گازی (دیفیوژن)، گاز طبیعی UF6 با فشار بالا از یک سری سدهای انتشاری عبور می‌کند. این سدها که غشاهای نیمه تراوا هستند، اتمهای سبک تر را با سرعت بیشتری عبور می‌دهند، در نتیجه UF6235 سریع تر از UF6238 عبور می‌کند. با تکرار این فرآیند در مراحل مختلف گازی نهایی به دست می‌آید که غلظت u235 بیشتری دارد.
مهم ترین عیب این روش این است که جداسازی ایزوتوپ های سبک در هر مرحله نرخ نسبتاً پایینی دارد، لذا برای رسیدن به سطح غنی سازی مطلوب باید این فرآیند را به دفعات زیادی تکرار کرد که این، خود نیازمند امکانات زیاد و مصرف بالای انرژی الکتریکی است و به دنبال آن هزینه عملیات نیز بسیار افزایش خواهد یافت.
Gaseous Diffusion از جمله تکنولوژی هایی بود که ایالات متحده

طی جنگ جهانی دوم در پروژه ای بنام منهتن (Manhattan) برای ساخت بمب هسته ای، با کمک انگلیس و کانادا به آن دست پیدا کرد.

روش سانتریفیوژ گازی:

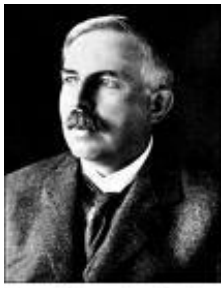
سانتریفیوژ دستگاهی است که برای جدا سازی مواد از یکدیگر بر اساس وزن آنها استفاده می‌شود. این دستگاه مواد را با سرعت زیاد حول یک محور به گردش در می‌آورد و مواد متناسب با وزنی که دارند از محور فاصله می‌گیرند. در واقع در این روش برای جدا سازی مواد از یکدیگر از شتاب ناشی از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌گردد، کاربرد عمومی این دستگاه برای جداسازی مایع از مایع و یا مایع از جامد است. سانتریفیوژهایی که برای غنی سازی اورانیوم استفاده می‌شود حالت خاصی دارند که برای گاز تهیه شده اند که به آنها Hyper-Centrifuge گفته می‌شود. پیش از آنکه دانشمندان از این روش برای غنی سازی اورانیوم استفاده کنند ازتکنولوژی خاصی بنام Gaseous Diffusion به معنی پخش و توزیع گازی استفاده می‌کردند. روش سانتریفیوژ (Centrifuge) ابتدا در کشورهای هلند، آلمان و انگلستان توسعه یافت و با وجود اینکه هنوز هم این سه کشور مهمترین استفاده کنندگان از این روش هستند، چند کشور دیگر نیز بهره‌برداری از این روش را آغاز کرده اند

فرایند کاربردي در ایران، روش سانتریفوژ گازي است.

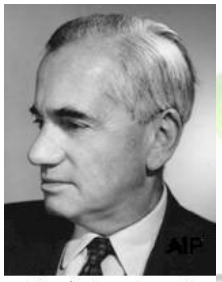
تاريخچه بمب اتم:

هانري بكرل نخستين كسي بود كه متوجه پرتودهي عجيب سنگ معدن اورانيم گرديد .پس ازان در سال ۱۹۰۹ ميلادي ارنست رادرفوردهسته اتم را كشف كردوي همچنين نشان دادكه پرتوهاي راديواكتيودر ميدان مغناطيسي به سه دسته تقسيم مي شود(پرتوهاي الفا وبتا وگاما)بعدها دانشمندان دريافتند كه منشاء اين پرتوها درون هسته اتم اورانيم مي باشد.

هانری بکرل


ارنست رادفورد

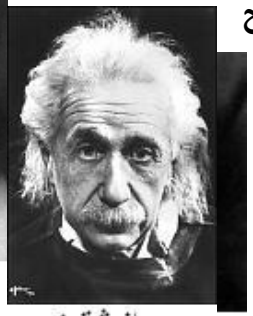
.....انو هان


اتو رابرت فریش

در سال ۱۹۳۸ با انجام ازمايشاتي توسط دو دانشمند ا لماني بنامهاي اتوها ن و فريتس شتراسمن فيزيك هسته اي پاي به مرحله تازه اي نهاد.

اين فيزيكدانان با بمباران هسته اتم اورانيم بوسيله نوترونها به عناصر راديواكتيوي دست يافتندكه جرم اتمي كوچكتري نسبت به اورانيم داشت. ليزه ميتنرو اتو رابرت فريش پديده شكافت هسته رادر اورانيم تو ضيح دادندودر اينجا بود كه نا قوس شوم اختراع بمب اتمي به صدا در امد.

هایزنبرگ


.....انیشتین.....

U235 + n -> fission + 2 or 3 n + 200 MeV

زيرا همانطور كه در شكل فوق مي بينيد هر فروپاشي هسته اورانيم ميتوانست تا ۲۰۰ مگاولت انرژي ازاد كند وبديهي بود اگر هسته هاي بيشتري فرو پاشيده مي شد انرژي فراواني حاصل مي گرديد .بعدها فيزيكدانان ديگري نيز در اين محدوده به تحقيق مي پرداختند يكي ازانان انريكو فرمي بود (۱۹۰٤ -1901) كه بخاطر تحقيقاتش در سال ۱۹۳۸ موفق به دريافت جايزه نوبل گرديد .

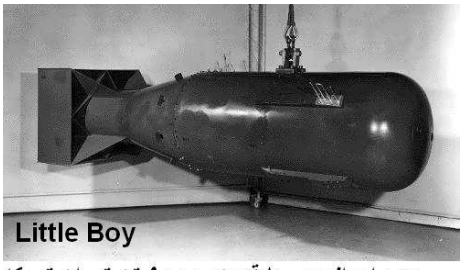
.... پروژه تحقیقاتی منهتن در دانشکده شیکاگو

درسال ۱۹۳۹ يعني قبل از شروع جنگ جهاني دوم در بين فيزيكدانان اين بيم وجود داشت كه المانيهابه كمك فيزيكدانان نابغه اي مانند هايزنبرگ ودستيارانش بتوانند با استفاده از دانش شكافت هسته اي بمب اتمي بسازندبه همين دليل از البرت انيشتين خواستند كه نامه اي به فرانكلين روزولت رئيس جمهوروقت امريكا بنويسد.در ان نامه تاريخي از امكان ساخت بمبي صحبت شد كه هر گز هايزنبرگ ان را نساخت.

اولين بمب اتمي كه در صحراي نيومكزيكو آزمايش شد...

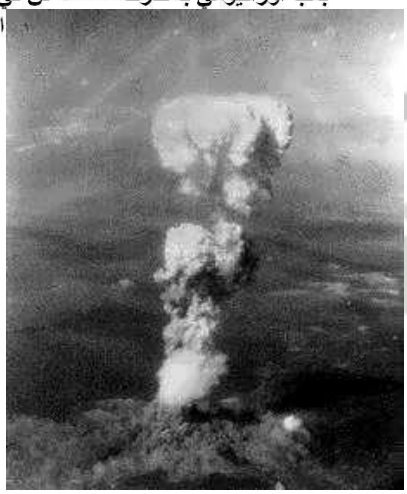
چنين شدكه دولتمردان امريكا براي پيشدستي برالمان پروژه مانهتن را براه انداختندو از انريكو فرمي دعوت به عمل اوردند تا مقدمات ساخت بمب اتمي را فراهم سازد سه سال بعددر دوم دسامبر ۱۹٤۲ در ساعت ۳ بعد از ظهر نخستين راكتور اتمي دنيا در دانشگاه شيكاگو امريكا ساخته شد .

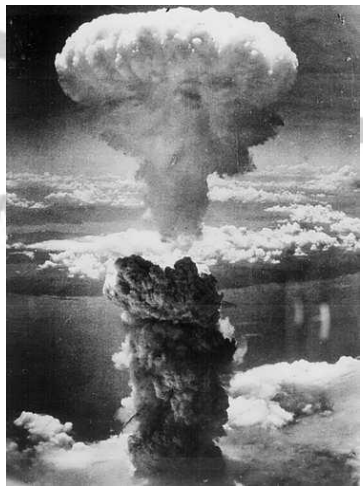
سپس در ١٦ ژوئيه ١٩٤٥ نخستين ازمايش بمب اتمي در صحراي الامو گرودو
نيو مكزيكو انجام شد.



بمب اورانيومي با قدرت ۹۰۰۰ تن تي ان تي كه انداخته شد

بمب مرد چاق كه بر روي ناكازاكي انداخته شد كه با قدرت ۱۰۰۰۰ تن تي ان تي برابري ميكرد





سه هفته بعد هيروشيمادرساعت ۸:۱۵ صبح در تاريخ ٦ اگوست 1945 بوسيله بمب اورانيمي بمباران گرديد و ناكازاكي در ۹ اگوست سال ١٩٤٥ در ساعتحدود ۱۱:۱۵ بوسيله بمب پلوتونيمي بمباران شدند كه طي ان بمبارانها صدها هزار نفرفورا جان باختند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تیم تحقیقاتی دانشکده شیکاگو برای ساخت اولین راکتور هسته ای جهان

انريكو فرمي (صف جلو نفر اول سمت چپ) و همكارانش در شيكاگو پس از ساخت نخستين راكتور هسته اي جهان به اميد انكه از راكتور هسته اي تنها در اهداف صلح اميز استفاده شود و دنيا عاري از سلاحهاي اتمي گردد.

WikiPower.ir

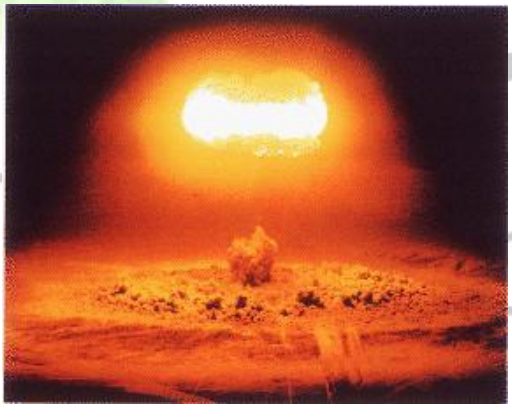
نكاتي جالب در مورد بمب هاي هسته اي:

منطقه انفجار بمب هاي هسته اي به پنج قسمت تقسيم ميشود:۱- منطقه تبخير ۲- منطقه تخريب كلي ۳- منطقه آسيب شديد گرمايي ٤- منطقه آسيب شديد انفجاري ٥- منطقه آسيب شديد باد و آتش .

در منطقه تبخير درجه حرارتي معادل سيصد ميليون درجه سانتيگراد !!! بوجود مي آيد و اگر هرچيزي از فلز گرفته تا انسان وحيوان در اين درجه حرارت قرار بگير آتش نميگيرد بلكه بخار مي شود !!!!

اثرات زيانبار اين انفجار حتي تا شعاع پنجاه كيلومتري وجود دارد و موج انفجار آن كه حامل انرژي زيادي است مي تواند ميليون ها دلار از تجهيزات الكترونيكي پيشرفته نظير: ماهواره ها و يا سيستم هاي مخابراتي را به مشتي آهن پاره تبديل كند و همه آنها را از كار بيندازد.

اينها همه اثرات ظاهري بمب هاي هسته اي بود پس از انفجار تا سال هاي طولاني تشعشعات زيانبار راديواكتيو مانع ادامه حيات موجودات زنده در محل هاي نزديك به انفجار مي شود.



راديو اكتيو از سه پرتو آلفا,بتا و گاما تشكيل شده است كه نوع گاماي آن از همه خطرناك تر است و با توجه به فركانس بسيار بالا ,جرم و انرژي بالايي كه دارد اگر به بدن انسان برخورد كند از ساختار سلولي آن عبور كرده و در مسير حركت خود باعث تخريب ماده دزوكسي ريبو نوكلوئيك اسيد يا همان DNA و سرانجام زمينه را براي پيدايش انواع سرطان ها,سندرم ها ونقايص غير قابل درمان ديگر فراهم مي كند وحتي اين نقايص به نسلهاي آينده نيز منتقل خواهد شد.

در نزدیکی انفجار سرعت موج از یک کیلومتر درثانیه یعنی هزارها کیلومتر در ساعت بیشتر است .قسمت عمده ای از انرژی انفجار بصورت حرارت و نور آزاد می شود که در منطقه وسیعی ایجاد آتش سوزی نموده و حتی در فاصله های دورتر سبب سوختگی در پوست بدن موجودات زنده ای که در معرض آنها قرارگرفته باشند می گردد .

مقدار زیادی اشعه نامریی هسته ای به نام تشعشع هسته ای اولیه بوجود می آید که قدرت نفوذی فوق العاده ای داشته و بر حسب شدت تشعشع آنها آثار بیولوژیکی تشعشعات هسته ای وخیم یا کشنده در موجودات زنده بوجود می آورند.

مواد حاصل از انفجار های هسته ای به شدت رادیو اکتیو بوده ومنطقه وسیعی را بطوری الوده می سازد که بر حسب نزدیکی یا دوری از مرکز انفجار تامدتی غیر قابل سکونت خواهند بود مانند هیروشیمای ژاپن .در انفجارهای معمولی درجه حرارت در مرکز انفجار به حدود ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد میرسد ولی درمورد انفجارهای هسته ای به ده ها میلیون درجه می رسد .

حوزه انفجارهسته ای:

قطر کره آتشین از بمب هسته ای یک مگاتنی در یک هزارم ثانیه به حدود ۱۵۰متر رسیده ودر هر ثانیه به حداکثر اندازه خود که حدود ۲۰۰۰ متر است می رسد و پس از یک دقیقه نسبتا سرد شده و روشنایی خود را از دست می دهد این زمانی است که انفجار ۷ کیلو متر صعود کرده است برای تصور میزان درخشندگی آن کافیست اشاره کنیم که از فاصله یکصد کیلومتری از نور خورشید در وسط روز درخشنده تر است .

در پاره ای از آزمایش ها که در طبقات بالای جو انجام گرفته نور حاصله از فاصله ۱۰۰۰کیلومتری محسوس بوده است که تحت بعضی شرایط این نور می تواند موجب کوری موقتی یا سوختگی دایمی شبکیه چشم شود .

در موقع آزمایشات هسته ای در معرض بودن تصادفی اشخاص موجب سوختگی شبکیه چشم درمسافت ۱۰مایلی در سلاح ۲۰ کیلو تنی شده است .

گوی آتشین همانطور که به سرعت بزرگ شده و صعود می کند تغییر شکل داده و پهن تر می شود ضمناً هوا و خاک و عناصر دیگر را از پایین به داخل خود می مکد و به همین ترتیب دنباله ای از غبار تشکیل می شود که گوی آتشین را به زمین وصل می کند کره آتشین بتدریج سرد شده و بصورت ابری متلاطم در می آید که ابتدا سرخ رنگ بوده و بعد سفید می شود در این حال با دنباله خود شکل قارچی به خود می گیرد .

تخریب بعد از انفجار هسته ای:

چنانچه انفجار در سطح زمین یا نزدیکی آن اتفاق بیافتد مقدار زیادی خاک و شن و مواد مختلف بخار شده و همراه با گوی آتشین بالا می روند یک صدم انرژی سلاح مگاتنی در تر کش سطحی کافی است که ۴۰۰۰ تن خاک و شن و سنگ را بخار نماید این مواد که بدین ترتیب به داخل گوی آتشین کشیده شده با مواد رادیو اکتیو مخلوط می شوند و ابر اتمی قارچ شکل انفجارات اتمی را شکل می دهند ذرات این باد بتدریج به زمین بازگشته و یا در اثر برف و باران به زمین ریخته خواهد شد این عمل ریزش اتمی نامیده شده و منبع تشعشعات باقیه خواهند بود .در انفجارهای زیر آبی مقدار زیادی آب بخار خواهد شد یک صدم انرژی سلاح یک مگاتنی کافیست که ۲۰۰۰۰ تن آب را بخار کند .

انفجار زیر زمینی اتمی ایجاد تکانهایی مانند زمین لرزه می نماید در اثر این لرزش و جابه جاشدن قسمتی از سطح زمین خرابی بوجود می آید اما انرژی یک زلزله قوی با انرژی یک میلیون بمب اتمی برابر است!

تقسیم بندی انرژی انفجار سلاح اتمی:

مجموع انرژی حاصله که به نام قدرت بمب نامیده می شود به سه اثر اولیه تقسیم می شود . گرچه تقسیم بندی انرژی تا اندازه ای به نوع سلاح و سوختنش وشرایط انفجار بستگی دارد ولی بطور کلی بصورت زیر تقسیم بندی می شود .

- ۵۰% انرژی به توسط موج انفجاری یا موج ضربه حمل می شود .

- ۳۵% انرژی را تشعشع حرارتی و امواج نورانی در خود دارند .

- ۱۵% انرژی را تشعشع هسته ای (۵% تشعشع ابتدایی ۱۰% تشعشع باقیه) دارد

برای تولید یک بمب اتمی موارد زیر نیاز است:

. یک منبع سوخت که قابلیت شکافت یا همجوشی را داشته باشد.
. دستگاهی که همچون ما شه آغازگر حوادث باشد.
راهی که به کمک آن بتوان بیشتر سوخت را پیش از آنکه انفجار رخ دهد دچار شکافت یا همجوشی کرد.
در اولین بمب های اتمی از روش شکافت استفاده می شد. اما امروزه بمب های همجوشی از فرآیند همجوشی به عنوان ماشه آغازگر استفاده می کنند.بمب های شکافتی)فیزیونی) : یک بمب شکافتی از ماده ای مانند اورانیوم ۲۳۵ برای خلق یک انفجار هسته ای استفاده می کند. اورانیوم ۲۳۵ ویژگی منحصر به فردی دارد که آن را برای تولید هم انرژی هسته ای و هم بمب هسته ای مناسب می کند. اورانیوم ۲۳۵ یکی از نادر موادی استکه می تواند زیر شکافت القایی قرار بگیرد.اگر یک نوترون آزاد به هسته اورانیوم ۲۳۵ برود،هسته بی درنگ نوترون را جذب کرده و بی ثبات شده در یک چشم به هم زدن شکسته می شود. این باعث پدید آمدن دو اتم سبک تر و آزادسازی دو یا سه عدد نوترون می شود که تعداد این نوترون

ها بستگی به چگونگی شکسته شدن هسته اتم اولیه اورانیوم ۲۳۵ دارد.دو اتم جدید به محض اینکه در وضعیت جدید تثبیت شدند از خود پرتو گاما ساطع می کنند.درباره این نحوه شکافت القایی سه نکته وجود دارد که موضوع را جالب می کند.

۱.احتمال اینکه اتم اورانیوم ۲۳۵ نوترونی را که به سمتش است، جذب کند، بسیار بالا است. در بمبی که به خوبی کار می کند، بیش از یک نوترون از هر فرآیند فیزیون به دست می آید که خود این نوترون ها سبب وقوع فرآیندهای شکافت بعدی اند. این وضعیت اصطلاحا «ورای آستانه بحران» نامیده می شود.

۲.فرآیند جذب نوترون و شکسته شدن متعاقب آن بسیار سریع و در حد پیکو ثانیه (۱۲-۱۰ ثانیه) رخ می دهد.

۳.حجم عظیم و خارق العاده ای از انرژی به صورت گرما و پرتو گاما به هنگام شکسته شدن هسته آزاد می شود.انرژی آزاد شده از یک فرآیند شکافت به این علت است که محصولات شکافت و نوترون ها وزن کمتری از اتم اورانیوم ۲۳۵ دارند. این تفاوت وزن نمایان گر تبدیل ماده به انرژی است که به واسطه فرمول معروف $E=mc^2$ محاسبه می شود. حدود نیم کیلوگرم اورانیوم غنی‌شده به کار رفته در یک بمب هسته ای برابر با چندین میلیون گالن بنزین است. نیم کیلوگرم اورانیوم غنی شده اندازه ای معادل یک توپ تنیس دارد.

در حالی که یک میلیون گالن بنزین در مکعبی که هر ضلع آن ۱۷ متر (ارتفاع یک ساختمان ۵ طبقه) است، جا می‌گیرد. حالا بهتر می توان انرژی آزاد شده از مقدار کمی اورانیوم ۲۳۵ را متصور شد.

برای اینکه این ویژگی های اروانیوم ۲۳۵ به کار آید باید اورانیوم را غنی کرد.اورانیوم به کار رفته در سلاح های هسته ای حداقل باید شامل نود درصد اورانیوم ۲۳۵ باشد.
در یک بمب شکافتی، سوخت به کار رفته را باید در توده هایی که وضعیت «زیر آستانه بحران» دارند، نگه داشت.
این کار برای جلوگیری از انفجار نارس و زودهنگام ضروری است. تعریف توده ای که در وضعیت «آستانه بحران» قرار داد چنین است: حداقل توده از یک ماده با قابلیت شکافت که برای رسیدن به واکنش شکافت هسته ای لازم است.این جداسازی مشکلات زیادی را برای طراحی یک بمب شکافتی با خود به همراه می آورد که باید حل شود.
۱.دو یا بیشتر از دو توده «زیر آستانه بحران» برای تشکیل توده «ورای آستانه بحران» باید در کنار هم آورده شوند که در این صورت موقع انفجار به نوترون بیش از آنچه که هست برای رسیدن به یک واکنش شکافتی، نیاز پیدا خواهد شد.
۲.نوترون های آزاد باید در یک توده «ورای آستانه بحران» القا شوند تا شکافت آغاز شود.
۳.برای جلوگیری از ناکامی بمب باید هر مقدار ماده که ممکن است پیش از انفجار وارد مرحله شکافت شود برای تبدیل توده های «زیر آستانه بحران» به توده هایی «ورای آستانه بحران» از دو تکنیک «چکاندن ماشه» و «انفجار از درون» استفاده می‌شود.تکنیک «چکاندن ماشه» ساده ترین راه برای آوردن توده های «زیر بحران» به همدیگر است.
بدین صورت که یک تفنگ توده ای را به توده دیگر شلیک می کند. یک کره تشکیل شده از اورانیوم ۲۳۵ به دور یک مولد نوترون ساخته می شود. گلوله ای از اورانیوم ۲۳۵ در یک

انتهای تیوپ درازی که پشت آن مواد منفجره جاسازی شده، قرار داده می شود.کره یاد شده در انتهای دیگر تیوپ قرار می گیرد. یک حسگر حساس به فشار ارتفاع مناسب را برای انفجار چاشنی و بروز حوادث زیر تشخیص می دهد:

۱.انفجار مواد منفجره و در نتیجه شلیک گلوله در تیوپ

۲.برخورد گلوله به کره و مولد و در نتیجه آغاز واکنش شکافت

۳.انفجار بمب

در «پسر بچه» بمبی که در سال های پایانی جنگ جهانی دوم بر شهر هیروشیما انداخته شد، تکنیک «چکاندن ماشه» به کار رفته بود. این بمب ۱۴/۵ کیلوتن برابر با ۱۴/۵۰۰ تن TNT بازده و ۱/۵ درصد کارآیی داشت. یعنی پیش از انفجار تنها ۱/۵ درصد ازماده مورد نظر شکافت پیدا کرد.

در همان ابتدای «پروژه منهتن»، برنامه سری آمریکا در تولید بمب اتمی، دانشمندان فهمیدند که فشردن توده ها به همدیگر و به یک کره با استفاده از انفجار درونی می تواند راه مناسبی برای رسیدن به توده «ورای آستانه بحران» باشد. البته این تفکر مشکلات زیادی به همراه داشت. به خصوص این مسئله مطرح شد که چگونه می توان یک موج شوک را به طور یکنواخت، مستقیما طی کره مورد نظر، هدایت و کنترل کرد؟افراد تیم پروژه «منهتن» این مشکلات را حل کردند.بدین صورت، تکنیک «انفجار از درون» خلق شد. دستگاه انفجار درونی شامل یک کره از جنس اورانیوم ۲۳۵ و یک بخش به عنوان هسته است که از پولوتونیوم ۲۳۹ تشکیل شده و با مواد منفجره احاطه شده است. وقتی چاشنی بمب به کار بیفتد حوادث زیر رخ می دهند:

۱.انفجار مواد منفجره موج شوک ایجاد می کند.
۲.موج شوک بخش هسته را فشرده می‌کند.
۳.فرآیند شکافت شروع می شود.
۴.بمب منفجر می شود.

در «مرد گنده «بمبی که در سال های پایانی جنگ جهانی دوم بر شهر ناکازاکی انداخته شد، تکنیک» انفجار از درون» به کار رفته بود. بازده این بمب ۲۳ کیلو تن و کارآیی آن ۱۷درصد بود.شکافت معمولا در ۵۶۰ میلیاردم ثانیه رخ می دهد.بمب های همجوشی: بمب های همجوشی کار می کردند ولی کارآیی بالایی نداشتند. بمب های همجوشی که بمب های «ترمونوکلئار «هم نامیده می شوند، بازده و کارآیی به مراتب بالاتری دارند.

برای تولید بمب همجوشی باید مشکلات زیر حل شود:دوتریوم و تریتیوم مواد به کار رفته در سوخت همجوشی هر دو گازند و ذخیره کردنشان دشوار است.

پدر بمب اتمی و سرپرست پروژه ی مانهاتان رابرت اوپنهایمر

تریتیوم هم کمیاب است و هم نیمه عمر کوتاهی دارد بنابراین سوخت بمب باید همواره تکمیل و پر شود.دوتریوم و تریتیوم باید به شدت در دمای بالا برای آغاز واکنش همجوشی فشرده شوند. در نهایت «استانسیلا اولام» دریافت که بیشتر پرتو به دست آمده از یک واکنش فیزیون، اشعه X است که می تواند با ایجاد درجه حرارت بالا و فشار زیاد مقدمات همجوشی را آماده کند. بنابراین با به کارگیری بمب شکافتی در بمب همجوشی مشکلات بسیاری حل شد. در یک بمب همجوشی حوادث زیر رخ می دهند:

۱ بمب شکافتی با انفجار درونی ایجاد اشعه X می کند.
۲ اشعه X درون بمب و در نتیجه سپر جلوگیری کننده از انفجار نارس را گرم می کند.
۳ گرما باعث منبسط شدن سپر و سوختن آن می شود. این کار باعث ورود فشار به درون لیتیوم-دوتریوم می شود.
۴ .لیتیوم - دوتریوم ۳۰ برابر بیشتر از قبل تحت فشار قرار می گیرند.
۵ .امواج شوک فشاری واکنش شکافتی را در میله پولوتونیومی آغاز می کند.
۶ .میله در حال شکافت از خود پرتو، گرما و نوترون می دهد.
۷ .نوترون ها به سوی لیتیوم - دوتریوم رفته و با چسبیدن به لیتیوم ایجاد تریتیوم می کند.
۸ .ترکیبی از دما و فشار برای وقوع واکنش همجوشی تریتیوم - دوتریوم ودوتریوم - دوتریوم و ایجاد پرتو، گرما و نوترون بیشتر، بسیار مناسب است.
۹ .نوترون های آزاد شده از واکنش های همجوشی باعث القای شکافت در قطعات اورانیوم ۲۳۸ که در سپر مورد نظر به کار رفته بود، می شود.
۱۰ .شکافت قطعات اورانیومی ایجاد گرما و پرتو بیشتر می کند.
۱۱ .بمب منفجر شود.

بمب اتمی نام رایج وسایل انفجاری است که در آن‌ها از انرژی آزاد شده در فرآیند شکافت هسته‌ای، یاگداخت هسته‌ای برای تخریب استفاده می‌شود. بمب های اتمی که برمبنای گداخت کار می کنند نسل نوین بمب اتمی هستند وقدرتی بسیار بیشتر از بمب های شکافتی دارند. مبنای آزاد شدن انرژی در هر دو نوع بمب اتمی تبدیل ماده به انرژی (E = mc2) است اما در بمب های گداختی جرم بیشتری از ماده به انرژی تبدیل می شود.

پدر بمب هیدروژنی
ادوارد تلر ،

اختراع این سلاح،ریشه طولانی در تاریخ علم فیزیک و شیمی دارد اما استفاده از دانش به دست آمده، برای ساخت بمب اتمی بیشتر به روبرت اوپنهایمر و ادوارد تلر نسبت داده می شود.

WikiPower.ir

سوخت مصرف شده :

در مدتی که سوخت های هسته ای در راکتور قرار گرفته اند، در اثر واکنشهای زنجیره ای شکافت تولید حرارت می نماید. در عین حال پرتو گیری بسیار زیادی نیز بر آن تحمیل شده و پس از مدتی به اصطلاح سوخته شده و رادیواکتیویته آن کاهش میابد. به عبارتی اورانیم آن مصرف شده و محصولات شکافت در آن تجمع پیدا می کنند. این مواد از این پس برای اتم های اورانیم- ۲۳۵به دلیل جاذب نوترون های حاصل ازشکافت،مواد مسموم کننده محسوب شده و سبب کاهش ضریب ازدیاد نوترون و رادیواکتیویته می شوند. لذا در این موقع

که مجموعه های سوخت کمترین رادیو اکتیویته را دارند به عنوان سوخت های مصرف شده از راکتور خارج می شوند.

بازفرآوری سوخت:

از آنجایی که سوختهای مصرف شده در راکتورهای اتمی دارای بیشترین مقدار رادیواکتیویته حاصل از فعالیتهای هسته ای هستند عملیات بازفرآوری اهمیت فوق العاده ای دارد وبه روشهای مختلفی با آن رفتار می شود:

۱)چنانچه این سوختهای مصرف شده پس از مدتی مورد بازفرآوری جهت استفاده مجدد از اورانیم باقیمانده و پلوتونیم تولیدشده، قرار گیرند سیکل سوخت بسته نام می گیرند.

۲) چنانچه این پسماندها و سوختهای مصرف شده برای همیشه دفن شوند به آن سیکل سوخت باز گفته می شود.

در جریان عملیات بازفرآوری حجم پسمان ها به میزان قابل توجهی کاهش داده می شود

راکتور های هسته ای: Nuclear power plant

تمامی نیروگاه های گرمایی متداول از نوعی سوخت برای تولید گرما استفاده می‌کنند. برای مثال گاز طبیعی، زغال سنگ یا نفت. در یک نیروگاه هسته‌ای این گرما از شکافت هسته‌ای که در داخل راکتور صورت می‌گیرد تامین می‌شود. هنگامی که یک هسته نسبتاً بزرگ قابل شکافت مورد برخورد نوترون قرار می‌گیرد به دو یا چند قسمت کوچکتر

تقسیم می‌شود و در این فرآیند که به آن شکافت هسته‌ای می‌گویند تعدادی نوترون و مقدار نسبتاً زیادی انرژی آزاد می‌شود. نوترون‌های آزاد شده از یک شکافت هسته‌ای در مرحله بعد خود با برخورد به دیگر هسته‌ها موجب شکافت‌های دیگری می‌شوند و به این ترتیب یک فرآیند زنجیره‌ای به وجود می‌آید. زمانی که این فرآیند زنجیره‌ای کنترل شود می‌توان از انرژی آزاد شده در هر شکافت (که بیشتر آن به صورت گرماست) برای تبخیر آب و چرخاندن توربین‌های بخار و در

نهایت تولید انرژی الکتریکی استفاده کرد. در صورتی که در یک راکتور از سوختی یکنواخت اورانیوم-۲۳۵ یا پلوتونیوم-۲۳۹ استفاده شود بر اثر افزایش غیرقابل کنترل تعداد شکافت‌های هسته‌ای بر اثر فرآیند زنجیره‌ای، انفجار هسته‌ای ایجاد می‌شود. اما فرآیند زنجیره‌ای موجب ایجاد انفجار هسته‌ای در یک راکتور نخواهد شد چراکه تعداد شکافت‌های راکتور به اندازه‌ای زیاد نخواهد بود که موجب انفجار شوند و این به دلیل درجه غنی سازی پایین سوخت راکتورهای هسته‌ای است. اورانیوم طبیعی دارای درصد اندکی (کمتر از ۱٪) از اورانیوم-۲۳۵ است و بقیه آن اورانیوم-۲۳۸ است(زیرا اورانیوم-۲۳۸ توانایی شکافت‌پذیری ندارد). اکثر راکتورها نیروگاه‌های هسته‌ای از اورانیوم با درصد غنی‌سازی بین ۳٪ تا ۴٪ استفاده می‌کنند اما برخی از آنها طوری طراحی شده‌اند که با اورانیوم طبیعی کار کنند و برخی از آنها نیز به سوخت‌های با درصد غنی‌سازی بالاتر نیاز دارند. راکتورهای موجود در زیردریایی‌های هسته‌ای و کشتی‌های بزرگ مانند ناوهای هواپیمابر معمولاً از اورانیوم با درصد غنی‌سازی بالا استفاده می‌کنند. با اینکه قیمت اورانیوم با غنی‌سازی بالاتر بیشتر است اما استفاده از این نوع سوخت‌ها دفعات سوختگیری را کاهش می‌دهد و این قابلیت برای کشتی‌های نظامی بسیار پر اهمیت است. راکتورهای CANDU قابلیت دارند تا از اورانیوم غنی‌نشده استفاده کنند و دلیل این قابلیت استفاده آب سنگین به جای آب سبک برای تعدیل سازی و خنک کنندگی است چراکه آب سنگین مانند آب سبک نوترون‌ها را جذب نمی‌کند.

کنترل فرآیند شکافت زنجیره‌ای با استفاده از موادی که می‌توانند نوترون‌ها را جذب کنند (در اکثر موارد کادمیوم)

ممکن می‌شود. سرعت نوترون‌ها در راکتور باید کاهش یابد چراکه احتمال اینکه یک نوترون با سرعت کمتر در لحظه تصادف با هسته اورانیوم-۲۳۵ موجب شکافت هسته‌ای گردد بیشتر است. در راکتورهای آب سبک از آب معمولی برای کم کردن سرعت نوترون‌ها و همچنین خنک کردن راکتور استفاده می‌شود. از زمانی که دمای اب افزایش می‌یابد چگالی آب کاهش می‌یابد و تعداد سرعت کمتری نوترون به اندازه کافی کم می‌شود. به این ترتیب تعداد شکافت‌های کاهش می‌یابند بنابراین یک بازخور منفی همیشه ثبات سیستم را تثبیت می‌کند. در این حالت برای آنکه بتوان دوباره تعداد شکافت‌های صورت گرفته را افزایش داد باید دمای آب را کاهش داد که به این کار ایجاد چرخه شکافت می‌گویند.

خنک شدن:

در همه رآکتورها، قلب رآکتور که دمای بسیار زیادی دارد باید خنک شود. در یک نیروگاه هسته ای، سیستم خنک ساز به نوعی طراحی می‌شود که از گرمای آزاد شده به بهترین شکل ممکن استفاده شود. در اغلب این سیستمها از آب استفاده می‌شود. اما آب نوعی کند کننده هم محسوب می‌شود و از این رو نمی تواند در رآکتورهای سریع مورد استفاده قرار گیرد. در رآکتورهای سریع از سدیم مذاب یا نمک های سدیم استفاده می‌شود و دمای عملیاتی خنک ساز بالاتر است. در رآکتورهایی که برای تبدیل مورد طراحی شده اند، به راحتی گرمای آزاد شده را در محیط آزاد می‌کنند.

در یک نیروگاه هسته ای، رآکتور کند منبع آب را گرم می‌کند و آن را به بخار تبدیل می‌کند. بخار آب توربین بخار را به حرکت در می‌آورد ، توربین نیز ژنراتور را می‌چرخاند و به این ترتیب انرژی تولید می‌شود. این آب و بخار آن در تماس مستقیم با راکتور هسته ای است و از

این رو در معرض تابش های شدید رادیواکتیو قرار می‌گیرند. برای پیشگیری از هر گونه خطر مرتبط با این آب رادیواکتیو، در برخی رآکتورها بخار تولید شده را به یک مبدل حرارتی ثانویه وارد می‌کنند و از آن به عنوان یک منبع گرمایی در چرخه دومی از آب و بخار استفاده می‌کنند. بدین ترتیب آب و بخار رادیواکتیو هیچ تماسی با توربین نخواهند داشت.

انواع رآکتورهای گرمایی

الف - کند سازی با آب سبک:

a- رآکتور آب تحت فشار (Pressurized Water Reactor(PWR

b- رآکتور آب جوشان Boiling (Water Reactor(BWR

c- رآکتور D2G

ب- کند سازی با گرافیت:

a- ماگنوس Magnox

b- رآکتور پیشرفته با خنک کنندی گازی Advanced Gas-Coaled (AGR) Reactor

c- RBMK

d- PBMR

ج - کند کنندگی با آب سنگین:

a - SGHWR

b - CANDU

رآکتور آب تحت فشار، PWR:

رآکتور PWR یکی از رایج ترین راکتورهای هسته ای است که از آب معمولی هم به عنوان کند ساز نوترونها و هم به عنوان خنک ساز استفاده می‌کند. در یک PWR، مدار خنک اولیه از آب تحت فشار استفاده می‌کند. آب تحت فشار، در دمایی بالاتر از آب معمولی به جوش می‌آید، از این دوچرخه خنک ساز اولیه را به گونه ای طراحی می‌کنند که آب با وجود آنکه دمایی بسیار بالا دارد، جوش نیاید و به بخار تبدیل نشود. این آب داغ و تحت فشار در یک مبدل حرارتی، گرما را به چرخه دوم منتقل میکند که یک نوع چرخه بخار است و از آب معمولی استفاده می‌کند. دراین چرخه آب جوش می‌آید و بخار داغ تشکیل می‌شود، بخار داغ یک توربین بخار را می‌چرخاند، توربین هم یک ژنراتور و در نهایت ژنراتور، انرژی الکتریکی تولید می‌کند.

PWR به دلیل دارابودن چرخه ثانویه با BWR تفاوت دارد. از گرمای تولیدی در PWR به عنوان سیستم گرم کننده درنواحی قطبی نیز استفاده شده است. این نوع رآکتور، رایج ترین نوع رآکتورهای هسته ای است و در حال حاضر، بیش از ۲۳۰ عدد از آنها در نیروگاههای هسته ای تولید برق و صدها رآکتور دیگر برای تأمین انرژی تجهیزات دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

رآکتور آب جوشان، BWR

در رآکتور آب جوشان، از آب سبک استفاده می‌شود. آب سبک، آبی است که در آن فقط هیدروژن معمولی وجود دارد. BWR

اختلاف زیادی با رآکتور آب تحت فشار ندارد، غیر از اینکه در BWR فقط یک چرخه خنک کننده وجود دارد و آب مستقیما در قلب راکتور به جوش می‌آید. فشار آب در BWR کمتر از PWR است، به طوری که در بیشترین مقدار به ۷۵ برابر فشار جو می‌رسد (۷/۵ مگا پاسکال) و بدین ترتیب آب در دمای ۲۸۵ درجه سانتی گراد به جوش می‌آید.

رآکتور BWR به شکلی طراحی شده که بین ۱۲ تا ۱۵ درصد آب درون قلب رآکتور به شکل بخار در قسمت بالای آن قرار می‌گیرد. بدین ترتیب عملکرد بخش بالایی و پایینی هسته رآکتور با هم تفاوت دارند. در بخش بالایی قلب رآکتور، کند سازی کمتری صورت می‌گیرد و در نتیجه بخش بالایی کمتر است.

در حالت کلی دو مکانیسم برای کنترل BWR وجود دارد:

استفاده از میله های کنترل و تغییر جریان آب درون راکتور.

الف - بالا بردن یا پایین آوردن میله های کنترل، روش معمولی کنترل توان رآکتور در حالت راه اندازی رآکتور تا رسیدن به ۷۰ درصد حداکثر توان است. میله های کنترل حاوی مواد جذب کننده نوترون هستند؛ در نتیجه پایین آوردن آنها موجب افزایش جذب نوترون در میله ها، کاهش جذب نوترون در سوخت و درنهایت کاهش آهنگ شکافت هسته ای و پایین آمدن توان رآکتور می‌شود. بالا بردن میله های سوخت دقیقاً نتیجه معکوس می‌دهد.

ب - تغییرات جریان آب درون رآکتور، زمانی برای کنترل رآکتور مورد استفاده قرار می‌گیرد که راکتور بین ۷۰ تا

صد درصد توان خود کار می‌کند. اگر جریان آب درون رآکتور افزایش یابد، حباب های بخار در حال جوش سریع تر از قلب راکتور خارج می‌شوند و آب درون قلب رآکتور بیشتر می‌شود. افزایش مقدار آب به معنی افزایش کندسازی نوترون و جذب بیشتر نوترونها از سوی سوخت است و این یعنی افزایش توان راکتور. با کاهش جریان آب درون رآکتور، حباب‌ها بیشتر در رآکتور باقی می‌مانند، سطح آب کاهش می‌یابد و به دنبال آن کندسازی نوترونها و جذب نوترون هم کاهش می‌یابد و در نهایت توان رآکتور کاهش می‌یابد.

بخار تولید شده در قلب رآکتور از شیرهای جدا کننده بخار و صفحات خشک کن (برای جذب هر گونه قطرات آب داغ) عبور می‌کند و مستقیماً به سمت توربین های بخار که بخشی از مدار رآکتور محسوب می‌شوند، می‌رود. آب اطراف رآکتور همواره در معرض تابش و آلودگی رادیواکتیو است و از آنجا که توربین هم در تماس مستقیم با این آب است، باید پوشش حفاظتی داشته باشد. اغلب آلودگی های درون آب عمر کوتاهی دارند (مانند N16 که بخش اعظم آلودگی های آب را تشکیل می‌دهد و نیمه عمرش تنها ۷ ثانیه است)، بنابراین مدت کوتاهی پس از خاموش شدن رآکتور می‌توان به قسمت توربین وارد شد.

در رآکتور BWR، افزایش نسبت بخار آب به آب مایع درون رآکتور موجب کاهش گرمای خروجی می‌شود. با این حال، یک افزایش ناگهانی در فشار بخار، سبب بروز یک کاهش ناگهانی در نسبت بخار به آب مایع درون رآکتور می‌شود که خود، سبب افزایش توان خروجی می‌شود. این شرایط و دیگر حالت های خطرساز، موجب شده است از سیستم کنترلی اسید بوریک (بورون) نیز استفاده شود، بدین شکل که در سیستم پشتیبان خاموش کننده اضطراری، محلول اسید بوریک

با غلظت بالا به چرخه خنک کننده تزریق می‌شود. خوبی این سیستم این است که اسید اوریک، یک خورنده قوی است و معمولا در PWR سبب می‌شود تلفات ناشی از خوردگی قابل توجه باشد. در بدترین شرایط اضطراری که تمام سیستم های امنیتی از کار افتاد، هر رآکتور به وسیله یک ساختمان حفاظتی از محیط اطراف جدا شده است. در یک رآکتور BWR جدی، حدود ۸۰۰ دسته واحد سوخت قرار می‌گیرد و در هر دسته بین ۷٤ تا ۱۰۰ میله سوخت قرار می‌گیرد. این چنین حدود ۱٤۰ تن اورانیوم در قلب رآکتور ذخیره می‌شود.

- رآکتور D2G

رآکتور هسته ای D2G را می‌توان در تمام ناوهای دریایی ایالات متحده می‌توان پیدا کرد. D2G مخفف عبارت زیراست:

D=Destroyer-sized reactor رآکتور ناو جنگی

Second Geneation=۲ نسل دوم

Electric built – G= General ساخت جنرال الکتریک

بدین ترتیب، D2G را می‌توان مخفف این عبارت دانست:

رآکتور هسته ای نسل دوم ویژه ناوهای جنگی ساخت جنرال الکتریک. این رآکتور برای تولید حداکثر ۱۵۰ مگا وات انرژی الکتریکی و عمر مفید ۱۵ سال مصرف معمولی طراحی شده است.در این رآکتور، برای مخزن بخار دو رآکتور وجود دارد و طوری طراحی شده که بتوان هر دو اتاق توربین را با یک رآکتور به راه انداخت. اگر هر دو رآکتور فعال باشند، ناو به سرعت ۳۲ گره می‌رسد. اگر یک

ناو هواپیمابر با رانش هسته ای(۱۹۶۴)

رآکتور فعال باشد و توربین‌ها متصل به هم باشند، سرعت ناو به ۲۵ تا ۲۷ گره خواهد رسید و اگر فقط یک رآکتور فعال باشد ولی توربین‌ها جدا باشند، سرعت فقط ۱۵ گره خواهد بود.

عملکرد راکتور هسته اي .....

توليد الكتريسيته از راكتورهاي هسته‌اي در مقياس صنعتي در سال ۱۹۵۶ در انگلستان آغاز شد. تا سال ۱۹۶۵روند ساخت نيروگاههاي هسته‌اي از رشد محدودي برخوردار بود اما طي دو دهه ۱۹۶۶تا ۱۹۸۵جهش زيادي در ساخت نيروگاههاي هسته‌اي بوجود آمد. اين جهش طي سالهاي ۱۹۷۲تا ۱۹۷۶كه بطور متوسط هر سال ۳۰نيروگاه شروع به ساخت مي‌كردند، بسيار زياد و قابل توجه است. پس از دوره جهش فوق يعني از سال ۱۹۸۶تاكنون روند ساخت نيروگاهها كاهش يافته بطوريكه هم اكنون بطور متوسط ساليانه كار ساخت ۴راكتور هسته اي آغاز مي‌شود.

در سالهاي گذشته گسترش استفاده از انرژي هسته‌اي براي توليد برق در كشورهاي مختلف روندهاي گوناگوني داشته است. به عنوان مثال كشور انگليس تا سال ۱۹۶۵پيشرو در ساخت نيروگاه‌هاي هسته‌اي بود، اما پس از آن تاريخ ساخت نيروگاه هسته‌اي در اين كشور كاهش يافت. برعكس كشور آمريكا كه تا

اواخر دهه ۱۹۶۰تنها ۱۷نیروگاه هسته‌اي داشت در طول دهه‌هاي ۱۹۷۰و ۱۹۸۰بیش از ۹۰نیروگاه هسته‌اي دیگر ساخت. هم اکنون کشور فرانسه ۷۵درصد از برق مورد نیاز خود را توسط نیروگاه‌هاي هسته‌اي تولید مي‌کند که از این بابت در صدر کشورهاي جهان قرار دارد.

گرچه ساخت نیروگاههاي هسته‌اي و تولید برق هسته‌اي در جهان از رشد انفجاري اواخر دهه ۱۹۶۰تا اواسط ۱۹۸۰برخوردار نیست اما کشورهاي مختلف همچنان درصدد تامین انرژي مورد نیاز خود از طریق انرژي هسته‌اي هستند. طبق پیش بیني‌هاي به عمل آمده روند استفاده از برق هسته‌اي تا دهه‌هاي آینده همچنان روند صعودي خواهد داشت و در این زمینه، منطقه آسیا و اروپاي شرقي به ترتیب مناطق اصلي جهان در ساخت نیروگاه هسته‌اي جدید خواهند بود.

در همه رآکتورها، قلب رآکتور که دمای‌بسیار زیادی دارد باید خنک شود. در یک نیروگاه هسته ای، سیستم خنک ساز به نوعی‌طراحی می‌شود که از گرمای آزاد شده به بهترین شکل ممکن استفاده شود. در اغلب این‌سیستمها از آب استفاده می‌شود. اما آب نوعی کند کننده هم محسوب می‌شود و از این رونمی تواند در رآکتورهای سریع مورد استفاده قرار گیرد. در رآکتورهای سریع از سدیم‌مذاب یا نمک های سدیم استفاده می‌شود و دمای عملیاتی خنک ساز بالاتر است..

در یک نیروگاه هسته ای، رآکتور کند منبع آب را گرم می‌کند و آن را به بخار تبدیل می‌کند. بخار آب توربین بخار را به حرکت در می‌آورد ، توربین نیز ژنراتور را می‌چرخاند و به این ترتیب انرژی تولید می‌شود. این آب و

بخار آن در تماس مستقیم با راکتور هسته ای است و از این رو در معرض تابش های شدید رادیواکتیو قرار می‌گیرند. برای پیشگیری از هر گونه خطر مرتبط با این آب رادیواکتیو، در برخی رآکتورها بخار تولید شده را به یک مبدل حرارتی ثانویه وارد می‌کنند و از آن به عنوان یک منبع گرمایی در چرخه دومی از آب و بخار استفاده می‌کنند. بدین ترتیب آب و بخار رادیواکتیو هیچ تماسی با توربین نخواهند داشت.

خنک کننده

همان طور که می‌دانید، برخورد نوترونها با سوخت هسته ای درون میله های سوخت، موجب شکافت هسته اتمها می‌شود و این فرآیند هم به نوبه خود، گرما و نوترونهای بیشتری آزاد می‌کند. اگر این حرارت آزاد شده منتقل نشود، ممکن است میله های سوخت ذوب شوند و ساختار کنترلی رآکتور از بین برود (و البته خطرهای مرگ آوری که به دنبال آن روی می‌دهند.) در PWR، میله های سوخت به صورت یک دسته در ساختاری، ترسیمی قرار گرفته اند و آب از کف رآکتور به بالا جریان پیدا می‌کند. آب از میان این میله های سوخت عبور می‌کند و به شدت گرم می‌شود، به طوری که به دمای ۳۲۵ درجه سانتی گراد می‌رسد. درمبدل حرارتی، این آب داغ موجب داغ شدن آب در چرخه دوم می‌شود و بخاری با دمای ۲۷۰ درجه سانتی گراد تولید می‌کند تا توربین را بچرخاند.

طي سال هاي گذشته اغلب كشورها به استفاده از اين نوع انرژي هسته اي تمايل داشتند و حتي دولت ايران ۱۵ نيروگاه اتمي به كشورهاي آمريكا، فرانسه و آلمان سفارش داده بود. ولي خوشبختانه بعد از وقوع دو حادثه مهم تري ميل آيلند (Three Mile Island) در ۲۸ مارس ۱۹۷۹ و فاجعه چرنوبيل (Tchernobyl) در روسيه در ۲۶ آوريل ۱۹۸۶، نظر افكار عمومي نسبت به كاربرد اتم براي توليد انرژي تغيير كرد و ترس و وحشت از جنگ اتمي و به خصوص امكان تهيه بمب اتمي در جهان سوم، كشورهاي غربي را موقتاً مجبور به تجديدنظر در برنامه هاي اتمي خود كرد.

نيروگاه اتمي در واقع يك بمب اتمي است كه به كمك ميله هاي مهاركننده و خروج دماي دروني به وسيله مواد خنك كننده مثل آب و گاز، تحت كنترل درآمده است. اگر روزي اين ميله ها و يا پمپ هاي انتقال دهنده مواد خنك كننده وظيفه خود را درست انجام ندهند، سوانح متعددي به وجود مي آيد و حتي ممكن است نيروگاه نيز منفجر شود، مانند فاجعه نيروگاه چرنوبيل شوروي.

عمل سوختن اورانيوم درداخل نيروگاه اتمي متفاوت از سوختن زغال يا هر نوع سوخت فسيلي ديگر است. در اين پديده با ورود يك نوترون كم انرژي به داخل هسته ايزوتوپ اورانيوم ۲۳۵ عمل شكست انجام مي گيرد و انرژي فراواني توليد مي كند. بعد از ورود نوترون به درون هسته اتم، ناپايداري در هسته به وجود آمده و بعد از لحظه بسيار كوتاهي هسته اتم شكسته شده و تبديل به دوتكه شكست و تعدادي نوترون مي شود. تعداد متوسط نوترون ها به ازاي هر ۱۰۰ اتم شكسته شده ۲٤۷ عدد است و اين نوترون ها اتم هاي ديگر را مي شكنند و اگر كنترلي در مهار كردن تعداد آنها نباشد واكنش شكست در داخل توده اورانيوم به صورت زنجيره اي انجام مي شود كه در زماني بسيار كوتاه منجر به انفجار شديدي خواهد شد.

درواقع ورود نوترون به درون هسته اتم اورانيوم و شكسته شدن آن توام با انتشار انرژيمعادل با ۲۰۰ ميليون الكترون ولت است اين مقدار انرژي در سطح اتمي بسيار ناچيز ولي در مورد يك گرم از اورانيوم در حدود صدها هزار مگاوات است. كه اگر به صورت زنجيره اي انجام شود، در كمتر از هزارم ثانيه مشابه بمب اتمي عمل خواهد كرد. اما اگر تعداد شكست ها را در توده اورانيوم و طي زمان محدود كرده به نحوي كه به ازاي هر شكست، اتم بعدي شكست حاصل كند شرايط يك نيروگاه اتمي به وجود مي آيد. به عنوان مثال نيروگاهي كه داراي ۱۰ تن اورانيوم طبيعي است قدرتي معادل با ۱۰۰ مگاوات خواهد داشت و به طور متوسط ۱۰۵ گرم اورانيوم ۲۳۵ در روز در اين نيروگاه شكسته مي شود و همان

طور که قبلاً گفته شد در اثر جذب نوترون به وسیله ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۸ اورانیوم ۲۳۹ به وجود می آمد که بعد از دو بار انتشار پرتوهای بتا (یا الکترون) به پلوتونیم ۲۳۹ تبدیل می شود که خود مانند اورانیوم ۲۳۵ شکست پذیر است. در این عمل ۷۰ گرم پلوتونیم حاصل می شود. ولی اگر نیروگاه سورژنراتور باشد و تعداد نوترون های موجود در نیروگاه زیاد باشند مقدار جذب به مراتب بیشتر از این خواهد بودو مقدار پلوتونیم های به وجود آمده از مقدار آنهایی که شکسته می شوند بیشتر خواهند بود. در چنین حالتی بعد از پیاده کردن میله های سوخت می توان پلوتونیم به وجود آمده را از اورانیوم و فرآورده های شکست را به کمك واکنش های شیمیایی بسیار ساده جدا و به منظور تهیه بمب اتمی ذخیره کرد.

انرژی شکافت هسته ای (FISSION)

WikiPower.ir

کشف انرژی هسته ای در جریان جنگ جهانی دوم صورت گرفت و اکنون برای شبکه برق بسیاری از کشورها هزاران کیلو وات تهیه می کند) نیروگاه هسته ای .(بحران انرژی بر اثر بالارفتن قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ استفاده از انرژی شکافت هسته ای بیشتر وارد صحنه کرد. در حال حاضر ممالک اروپایی انرژی هسته ای را تنها انرژی می‌داند. که می‌تواند در اکثر موارد جایگزین نفت شود. استفاده از انرژی شکافت هسته ای که بر روی یک ماده قابل احتراق کانی که بصورت محدود پایه گذاری می‌شود. برای سایر کشورها خطرات بسیار دارد در حال حاضر تولید الکتریسته با استفاده از شکافت هسته ای کنترل شده به میزان زیادی توسعه یافته

و مورد قبول واقع شده است. تولید انرژی هسته ای در کشورهای توسعه یافته بخش مهمی از طرح انرژی ملی را تشکیل می‌دهد. شکافت هسته ای برای اولین بار در سال ۱۹۳۹ توسط اتوهان و لیزمیتنر در انیستیتوی شیمی قیصر ویلهلم در برلین کشف شد . نتایج بمباران اورانیوم به وسیله نوترون، هم جالب بود و هم سؤال برانگیز. این آزمایش اولین بار در سال ۱۹۳٤ توسط انریکوفرمی (Enrico Fermi) و همکارانش انجام شد اما تا سالها بعد نتوانستند به خوبی آن را تفسیر کنند.

۱٦ژانویه سال ۱۹۳۹ نیلزبوهر (Niles Bohr) از کپنهاگ دانمارک به ایالات متحده آمد تا چند ماهی را در پرینستون بگذراند و درباره برخی مسائل با آلبرت اینشتن به بحث بپردازد (سال بعد بوهر مجبور شد برای فرار از دست نازیها به سوئد فرار کند) درست قبل از اینکه بوهر دانمارک را ترک کند دو تن از همکارانش به نام اتورابرت فریچ (Oto Robert Frich) و لیز میتنر (Lise Meitner) که هر دو از آلمان فرار کرده بودند درباره تحقیقاتشان با بوهر صحبت کردند آنها حدس زده بودند که احتمالاً جذب یک نوترون توسط هسته اورانیوم در برخی موارد منجر به شکسته شدن هسته به دو بخش تقریباً مساوی همراه با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی خواهد شد فرآیندی که آنها اسمش را " شکافت " گذاشتند.. شکافت هسته ای را می‌توان با روشهای مختلفی القا کرد. یکی از این روشها بمباران کردن هسته اتم قابل شکافت به وسیله ذره دیگری است که انرژی مناسبی داشته باشد. این ذره دوم معمولاً یک‌نوترون آزاد است که با سرعت بسیار بالا

حرکت می کند. هسته این نوترون را جذب می‌کند. جذب نوترون باعث ناپایدار شدن هسته می شود پس از آن هسته به ۲ یا چند قسمت‌شکسته می شود به این قسمتهای تولید شده، محصولات شکافت می گویند که شامل ۲ هسته سبک‌تر، ۲ یا ۳ نوترون آزاد دیگر و تعدادی فوتون می باشد. انرژی آزاد شده این فرآیند درمقایسه با واکنش های شیمیایی بسیار زیاد است. این انرژی هم به صورت تابش فوتون)مثل پرتوهای گاما) و هم به صورت انرژی جنبیش (انرژی حرکتی) هسته و نوترونهای آزاد می شود. یک واکنش شکافت به طور معمول حدود ۲۰۰ Mev انرژی آزاد می کند.

راکتورهای هسته برای اهداف فراوانی طراحی و ساخته می شوند که بعضی از آنها عبارتند از:

- راکتورهای تولید حرارت و برق
- راکتورهای کِشنده
- راکتورهای تحقیقاتی
- راکتورهای تولید پلوتونیم
- راکتورهای اختصاصی برای مقاصدی همچون ساخت زیردریایی، فضا پیما، آب شیرین کن و...

ساختار عمومی راکتورهای هسته ای:

بخش مرکزی راکتور هسته ای جدا از آزمایشگاه ها، بخش های جانبی و خدماتی آن از یک ساختمان ویژه ای تشکیل شده است که ویژگی آن نه فقط به دلیل جادادن وسایل خاص راکتور، بلکه به لحاظ استحکام، ویژگی مصالح ساختمانی، ایزوله یا منزوی بودن از محیط زیست، مقاومت در مقابل زلزله، خوردگی و دسترسی به سرویس های مخصوص کاملاً استثنایی است.

یک راکتور هسته ای جدا از سازه های ساختمانی به طور کلی از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱. مجموعه های سوخت
۲. کند کننده ها
۳. خنک کننده ها
٤. سیستم های ایمنی
٥. میله های کنترل
٦. حفاظ های مختلف

در اینجا به بحث مختصری درباره ی هرکدام از این قسمت ها پرداخته می شود:

-مجموعه های سوخت

سوخت یک راکتور هسته ای را ممکن است شامل آنچه که در قلب راکتور به عنوان سوخت وجود دارد در نظر گرفت. به عبارت واقعی تر سوخت راکتور در چندین مجموعه سوخت و هر مجموعه متشکل از چندین میله سوخت و هر میله شامل تعداد معینی از قرص ها یا حبه های مواد شکافت پذیر هسته ای مثل اورانیم و یا در بعضی موارد پلوتونیم می باشد. میله های سوخت در راکتور به صورت صفحه ای(Plate) و غنای اورانیم ۲۳٥ تا ۹٥ درصد می رسد. هرمیله ی سوخت از غلاف زیر کالوی و شامل قطعاتی از قرص های دی اکسید اورانیم است. زیر کالوی ۲ تا ٤ یک آلیاژ زیر کونیم با عیار کمی از قلع، آهن، کرم و نیکل است؛ میله های سوخت ممکن است به صورت انفرادی در جاهای مخصوص خود گذاشته شود و یا ممکن است به صورت مجموعه های سوخت درون قلب راکتور به طور منظم قرارگیرند.

سوخت راکتور مخصوصاً راکتورها مخصوصا راکتورهای قدرت به طور اصولی یا از عناصری شامل اتم های قابل شکافت تامین

می شوند و یا از اتم های ایزوتروپ عناصری که قابلیت تبدیل به اتم های قابل شکافت را دارند بنابراین اتم های قابل شکافت عبارتند از:
اورانیم ۲۳۵ ، پلوتونیم ۲۳۹ و اورانیم ۲۳۳
اتم های مستعد با قابلیت تبدیل به اتم های قابل شکافت عبارتند از: اورانیم ۲۳۸ و توریم ۲۳۲

سوخت راکتورها از نظر فرآیندهای استفاده در راکتورها بر اساس استراتژی کشور ممکن است به یکی از سه روش زیر عمل گردد:

- یکبار استفاده از اورانیم و ارسال سوخت مصرف شده به انبار موقت و سپس دفن همیشگی آن
- استفاده چندباره از اورانیم و برقراری سیکل اورانیم-پلوتونیم با اعمال عملیات باز فرآوری روی آن
- استفاده از سیکل اورانیم-توریم به این معنی که توریم ۲۳۲ ابتدا تبدیل به اورانیم ۲۳۳ می شود و سپس این اورانیم به عنوان سوخت در راکتورها مورد استفاه قرار می گیرد.

۲- کند کننده ها
کند کننده ماده ای است که برای کند کردن نوترون های سریع است تا انرژی های حرارتی در راکتورهای هسته ای مورد استفاده قرار می گیرند. گاهی اوقات همین کندکننده ها عمل سرد کنندگی راکتور را هم انجام می دهد. موادی که می توانند به عنوان کننده مورد استفاده قرارگیرند عبارتند از: آب، آب سنگین، گرافیت و گاهی اوقات هم بریلیوم آب به دلیل داشتن هیدروژن که عنصری سبک است و نیز فراوانی و ارزانی آن مورد استفاده قرار می گیرد. به طور کلی هرچه ماده کندکننده دارای قابلیت کندکنندگی بهتری برای نوترون

ها باشد درجه کمتری از سوخت غنی شده مورد نیاز خواهد بود. آب سنگین بهتر از گرانیت و گرانیت بهتر از آب دارای خاصیت کندکنندگی است، ولی تولید آب سنگین نسبتاً گران است و گرانیت هم تاثیرات نامطلوبی در نتیجه در نتیجه پرتوگیری از خود بروز می دهد.

مشخصات یک کند کننده خوب:

- نوترون ها نباید با کندکننده واکنش نشان دهد، چون در اینصورت بازدهی تولید نوترون کاهش یافته و راکتور به سمت خاموشی می رود.
- نوترون ها باید در محیط کندکننده ها در فاصله های کوتاهی پس از چند برخود کند شوند زیرا در غیر اینصورت، نوترون توسط اورانیم ۲۳۸ گیر افتاده و موجب تشدید ناخالصی های کند کننده می شود که این وضعیت اقتصادی نیست.
- گرچه کند کننده ها باید ارزان باشند ولی در عین حال خواص ساختاری آنها باید رضایت بخش هم باشد.
- کندکننده باید با سایر مواد ساختاری راکتور سازگار باشد و نباید خواص خورندگی، ساینده گی و یا تحت تاثیر پرتوهای رادیواکتیو قرار گیرد.
- کندکننده طی فرآیند دائمی بمباران های نوترونی نباید تحت تاثیرات و تغییرات نامطلوب فیزیکی یا شیمیایی قرار گیرد.
- یک کند کننده خوب باید به طور مؤثر نوترون های سریع حاصل از شکافت را به نوترون های حرارتی تبدیل کند.

۳-خنک کننده ها:

خنک کننده برای انتقال حرارت از میله های سوخت به طور مستقیم مورد استفاده قرار می گیرد. این فقط در صورتی

است که خنک کننده نقش کند کننده هم داشته باشد. در مواردی که ماده کند کننده دیگری مورد استفاده است در این صورت انتقال حرارت معمولا توسط خنک کننده مستقیماً از کندکننده و غیر مستقیم یا در بعضی موارد مستقیم از میله های سوخت انجام می پذیرد. اکثراً آب به عنوان سرد کننده مورد استفاده قرار می گیرد.

به هر حال گاهی اوقات آب سنگین، فلزات مایع(سدیم و پتاسیم) یا حتی گازها(دی اکسیدکربن) هم ممکن است مورد استفاده واقع شوند. امروزه در اکثر راکتورهای تجاری آب به عنوان سردکننده مورد استفاده قرار می گیرد. در اینصورت آب علاوه بر نقش سرد کنندگی وظیفه کند کنندگی را نیز انجام می دهد.

خواص ایده آل برای یک خنک کننده:

- سطح مقطع جذب نوترونی کوچکی داشته باشد، در این صورت میزان تابش رادیواکتیویته در حین کارگردانی اپراتوری کاهش می یابد.
- فراوان و ارزان باشد.
- غیرخورنده یا خوردگی کمی داشته باشد، چون لوله ها و ساختارهای دیگر که با آن در تماس هستند باید سالم بمانند.
- ضریب انتقال حرارتی بالا داشته باشد. به این ترتیب حرارت به سهولت به سرد کننده انتقال یافته و جابجا خواهد شد.
- ویسکوزیته یا غلظت کم داشته باشد که سبب کاهش مصرف کمتر برق برای پمپ کردن آن می شود.
- دارای توانایی نگهداری درجه حرارت های بالا به صورت مایع، حتی اگر تحت فشار باشد.

خنک کننده هایی که در راکتورهای تحقیقاتی یا تجاری استفاده شده اند عبارتند از:

- آب سبک یا سنگین(اولی شامل دو اتم هیدروژن است و دومی شامل دو یا یک اتم دوتریم می باشد)
- فلز مایع (مثل سدیم، پتاسیم یا آلیاژی از ترکیب هر دو)
- مواد آلی مایع (مثل اتانول، پروپان، پنتان، هوا یا گاز دی اکسید کربن)

٤. سیستم های ایمنی در راکتور

وظایف دستگاه ها و سیستم های کنترل(C&I) در راکتورهای هسته ای شامل اندازه گیری، کنترل، تنظیم، چک کردن و حفاظت است. عملیات اجرایی راکتور بر اساس نیازهای فیزیکی، شیمیایی، فرآیندهای مهندسی و اپراتوری است که به عهده سیستم ها و دستگاه های آن گذاشته شده است. سیستم دستگاهی و کنترل ممکن است به دوبخش ایمنی و اپراتوری یا کارگردانی تقسیم شوند. حفاظت راکتور و محیط زیست به عهده سیستم های ایمنی گذاشته شده است. این سیستم¬ها غالبا در مواقع ضروری کارمی کنند و در دوران بهره برداری و خارج از وضعیت اضطراری اکثرا غیرفعال هستند.

قابلیت عملکرد این دستگاه های نصب شده اضافی دائما بطور خود مونیتورینگ و تست های دوره ای بررسی می شوند. کنترل قدرت راکتور معمولا در بخشی از C&I ایمنی ملحوظ و منظور می گردد. کنترل و دستگاه های اوپراتوری شامل تمام سیستم هایی است که کارگردانی و یا عملکرد طبیعی و بدون خطر یک راکتور هسته ای را تضمین و مطمئن می سازد. به همین دلیل ممکن است آنرا به گروه های اجرایی وکارهای پیچیده ای که در خط فرآیند است تقسیم نمود.

۵. میله های کنترل

میله های کنترل برای تنظیم توزیع قدرت در راکتور در زمان اپراتوری مورد استفاده قرار می گیرند. مهمترین وظیفه میله های کنترل که بین میله های سوخت قرار می گیرند، برای خاموش کردن یا متوقف کردن فرآیند شکافت هسته ای در زمان هایی که لازم است، چنین عملی انجام شود. خاموش کردن راکتور می تواند از طریق کنترل اتوماتیک یا توسط اپراتور انجام پذیرد. میله های کنترل از موادی ساخته شده اند که خیلی سریع با جذب نوترون ها واکنش های هسته ای را متوقف می کنند. موادی که به این منظور استفاده می شوند عبارتند از کربور نقره، ایندیم، کادمیم و هافنیوم. میله های کنترل به داخل وخارج از میله های سوخت حرکت کرده و نرخ واکنش هسته ای را تنظیم می نمایند.

در راکتورهای هسته ای دونوع کنترل وجود دارد:

- کنترل آرام، برای جلوگیری از به وجود آمدن قدرت زیاد و برقراری قدرت متعادل راکتور. این کنترل بیشتر توسط محلول های برن و یا افزایش یا کاهش آن در کندکننده ها اعمال می گردد.
- کنترل سریع، برای کاهش سریع قدرت راکتور و یا خاموش کردن راکتور از مجموعه میله های کنترل که ممکن است به صورت دستی یا اتوماتیک باشند استفاده می شود. در مواقع اضطراری، میله های کنترل با شتاب به صورت اتوماتیک به داخل میله های سوخت سقوط می کنند و سبب خاموشی راکتور می گردند.

۶. حفاظت راکتور

وظیفه سیستم حفاظت از راکتور اطمینان از آشکارسازی تمام حوادث پیش بینی شده در طراحی و اعتماد از امکان انجام عملیات حفاظتی می باشد. این برنامه و تمهیدات باید اطمینان دهد راکتور همیشه بطور ایمن کار می کند. حوادث، بخش هایی از یک حادثه بزرگتر هستند که به کارگردانی راکتور دیکته می کند که به دلایل ایمنی کار راکتور باید قطع شود. بنابراین داده های آنالوگ سیستم ارزیاب، فرآیندهای ویژه منجر به حادثه احتمالی را شناسایی کرده و از طریق یک سیستم دیگر علائمی را تولید می کند که نشان می دهد حدود آن نارسایی ها و یا اشکالات از حد معینی فراتر رفته است. این علائم واقعی آغاز انحراف یا لغزش راکتور از حالت طبیعی است که ترجیحا تمام عملیات کارگردانی را تحت کنترل درمی آورد و متعاقبا فعال شدن تمام سیستم های مهندسی ایمنی را برای کنترل حادثه، باعث می گردد. در تمام موارد، شناسایی و آشکارسازی مبتنی بر فرآیندهای متفاوتی است که هر نوع ابهامی را در رابطه با سیستم آشکارسازی حادثه و قصورهای رایج در سیستم ارزیابی داده ها رفع می کند. وسایل و ابزار اضافی تکمیلی چنان، اطمینانی را فراهم می آورند که با حفاظت به موقع راکتور اثرات سوء حادثه های احتمالی کاهش یابد. وسایل اضافی مبتنی بر انجام وظیفه های انحصاری، به طور فیزیکی از نظر محل قرارگیری طوری از یکدیگر جداشده اند که در مقابل حوادث بیرونی می توانند سالم باقی بمانند. تابلوی وضعیت سیستم حفاظت راکتور را در تمام زمان های کار عادی راکتور و شرایط اضطراری به طور بسیار روشن و واضح به پرسنل کارگردانی اعلام می نماید. تست های دوره ای با دستگاه

های مخصوص تست کردن انجام می شوند. قصورهای آشکار و نهان در کانال های مربوطه توسط خویش گزارشگر اعلام می شوند.
نوع دیگر حفاظت با نام حفاظت رادیولوژیکی و کنترل پرتوگیری وجود دارد که وظیفه آن عبارتست از کاهش پرتوگیری و آلودگی داخل راکتورها و محیط زیست در کمترین حد ممکن.
سیستم های مختلف کنترل پرتوگیری، اندازه گیری و ثبت پرتوها را در تمام مناطق کنترل شده انجام می دهد. سیستم های مختلف کنترل پرتوگیری امکان بررسی میزان دز تابش محلی، منطقه ای، محیط زیست، پرتوگیری پرسنلی و همچنین میزان نشت پسمان های مایع، گاز و جامد را فراهم می کند.
سیستم های کنترل پرتوگیری، دستگاه های نصب شده دائمی هستند که بخشی از مجموعه سیستم C&I محسوب می شوند. مونیتورهای ثابت بررسی نمونه های محلی را بطور دائم و یا متناوب انجام می دهند و مونیتورهای متحرک شامل دستگاه های اندازه گیری پرتو در محل های متفاوت نصب هستند.

راکتورهای تحقیقاتی تانکی:

استفاده از این نوع راکتورآسان تر است، زیرا کنترل عبور آب پمپاژ شده در این سیستم آسان تر است، البته در راکتور های با توان پایین که مخصوص آموزش هستند نیز ممکن است تانکی باشند. طرز قرار گرفتن قلب و باز تابنده راکتور در نوع تانکی با سوخت ورقه ای، همانند سیستم های نوع استخری است و متغیر های یکسانی نیز دارند با این تفاوت که در آن به جای محافظ آب از بتن جامد بدور قسمتهایی از آن بهره گرفته می شود.

راکتور تحقیقاتی تریگا:

راکتور تریگا نوع دیگری است که تا کنون ۴۰واحد از آن در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته است. قلب آن شامل ۶۰ الی ۱۰۰ عنصر سوختی استوانه ای با قطرmm36 و غلاف آلومینیمی و حاوی ترکیبی از سوخت اورانیم و هیدرید زیر کونیم (به عنوان کند کننده) می باشد.

قلب این راکتور در استخر آب قرار دارد و معمولاً از گرافیت و برلیم به عنوان باز تابنده استفاده می کنند.این نوع راکتور در ایمنی کامل و در کسر کوچکی از ثانیه میتواند به درجات بالای قدرت برسد.سوخت راکتور تریگا به آن، ضریب حرارتی منفی بالایی عرضه می دارد و افزایش سریع قدرت آن هم به وسیله اثر فعالیت منفی ناشی از هیدرید کند کننده به سرعت متوقف می شود.

راکتور تحقیقاتی آب سنگین :

نوع دیگری از راکتور تحقیقاتی است که نوترون ها به وسیله آب سنگین یا گرافیت، کند می شوند.این راکتور ها در تولید بمب هسته اي نقش بسزايي دارند.

راکتور تحقیقاتی ((زاینده سریع)):

راکتور زاینده سریع BFS،دارای دها هزار دیسک یا صفحه سوختی شامل پلوتونیم و اورانیم بسیار غنی شده، با کاربرد های نظامی می باشد.

مزایای راکتور های زاینده سریع

•عدم نیاز به کند کننده

•استفاده از مشخصه بسیار عالی برداشت حرارت توسط سدیم

•عدم واکنش سدیم با اورانیم و توریم

•سوخت می تواند از طریق فلز مایع محصور شود

معایب راکتور های زاینده سریع :

•سدیم شدیداً با آب و هوا وارد واکنش می شود.

•اثر سوء تابش پرتو ها به جز در مورد مایع ذوب شده یک مسأله جدی است.

•سدیم باید شدیداً از مجاورت با اکسیژن بر حذر داشته شود.

• تنش حرارتی بالا طراحی مخزن راکتور و مولد بخار را پیچیده می کند.

•جابجایی و سوخت گذاری خیلی مشکل است.

• سدیم توسط بمباران هسته ای شدیداً رادیو اکتیو می شود.

• احتیاط های ویژه به منظور عدم نشست سدیم از مدار اولیه و ثانویه و

تماس آن با آب و هوا باید به عمل آید.

• راهای مناسب برای حرارت دادن خنک کننده در صورت منجمد شدن باید در نظر گرفته شود.

راکتورهاي آب سبک تحت فشار

راکتورهاي آب سبک تحت فشار PWR (همچنينVVER که از نوع طراحي روسي است) مولدهاي نيرو هستند. راکتور هاي نيروي هسته اي که معمولا از آب تحت فشاربالا (آب زياد از حد گرم شده) به عنوان ماده سرد کننده براي انتقال گرماي توليد شده توسط واکنش زنجيره اي هسته اي از سوخت هسته اي استفاده مي کنند و به عنوان يک تعديل کنند? حرارتي نوترون گدازآور آنچنان که اين با سوخت هسته اي فعل و انفعالات داخلي براي نگهداري و حفظ واکنش زنجيره اي دارد. اولين حلق? ماده سرد کننده براي جلوگيري از رسيدن آب به حد جوشان تحت فشار بالا قرار مي گيرد. ،همان طور که از اسم آن مشخص استPWR متداول ترين نمونه از راکتور توليد نيروي هسته اي است و در بسياري از موارد درنيروگاه ها ، کشتي ها و زير دريايي ها ، در همه جاي دنيا مورد استفاده قرار مي گيرد. بيش از ۲۳۰ عدد از آنها در تاسيسات نيروي هسته اي براي ساخت نيروي الکتريکي مورد استفاده قرار مي گيرند، و بيش از چند صد عدد ديگر در نيروي محرکه دريايي در ناوهاي (حمل کننده) هواپيما ها و جت ها ، زير دريايي ها و يخ شکن ها. آنها اساسا در آزمايشگاه ملي Oak Ridge در آمريکا به دنبال کار انجام داده شده توسط آزمايشگاه نيروي اتمي Bettis براي استفاده درتاسيسات نيروي هسته اي زير دريايي طراحي شده بودند.

راکتور هاي آب سبک جوشان (BWR)

طراحي اين نوع راکتور (BWR) شباهت زيادي به PWR دارد بجز اينکه فقط داراي يک مدار آب خنک کننده با فشار کم

(حدود ۷۵ اتمسفر) مي باشد.در اين شرايط حرارت آب به حدود ۲۸۵ درجه سانتيگراد رسيده و اين آب در قلب راكتور جوشان خواهد شد.طراحي اين راكتور طوري است كه ۱۵_۱۲ درصد آب در بالاي قلب به صورت بخار وجود دارد،لذا در اين وضعيت خاص كند كنندگي و راندمان نوترون هاي م?ثر كمتر خواهد بود.

بخار حاصل از گرماي راكتور از صفحاتي عبور كرده و به بالاي قلب راكتور مي رسد كه از آنجا مستقيماً به توربين ها هدايت مي شود كه اين خود بخشي از مدار راكتور محسوب مي گردد.

مجتمع سوخت راكتور هاي BWR هر يک شامل ۱۰۰_۹۰ ميله سوخت هستند.تعداد مجتمع هاي سوخت اين راكتور ها به ۷۵۰ مي رسد كه اورانيم موجود در آنها حدود ۱۴۰ تن مي باشد.

سيستم كنترل ثانويه، محدود كردن عبور آب و بخار به قسمت هاي بالايي قلب راكتور را به عهده دارد كه اين سبب كاهش قدرت كند كنندگي آب در راكتور مي گردد.

راكتور هاي خنک شونده با گاز(GCR)

راكتور هاي خنک شونده با گاز اصولاً در كشور انگلستان ساخته شده و توسعه يافته است.در راكتور هاي GCR گرافيت به عنوان كند كننده و دي اكسيد كربن به عنوان خنک كننده در مدار اول نقش انتقال حرارت را بعهده دارد.اين حرارت

به مدار بعدي كه آب است منتقل و بخار حاصل توربين را به حركت در مي آورد.

راكتور هاي AGCR نسل دوم راكتور هاي خنک شونده با گاز هستند. در اين دسته از راكتور ها هم گرافيت به عنوان كند كننده و دي اكسيد كربن به عنوان ماده خنک كننده مورد استفاده قرار گرفته است. سوخت اين راكتور ها، قرص هاي اكسيد اورانيم كه تا ۳/۵_۲/۵ درصد غني شده و در غلاف هاي استيل زنگ نزن قرار داده شده اند.

راكتور هاي خنک شونده با آب سبک و كند كننده گرافيتي

اين يک نوع طراحي روسي است كه از راكتور هاي توليد پلوتونيم اقتباس و توسعه يافته است.اين راكتور يک محفظه تحت فشار(قلب) عمودي دارد كه در آن لوله هايي از بين كند كننده هاي گرافيتي عبور كرده است. لذا حرارت هاي توليد شده به آب خنک كننده منتقل گشته و در قلب راكتور تا ۲۹۰ درجه سانتيگراد جوشان مي شود. اين وضعيت تا اندازه زيادي شبيه به راكتور هاي BWR است. سوخت اين راكتور، از اكسيد اورانيم كم غني شده مي باشد و در مجموعه هاي سوخت بطول ۳/۵ متر قرار قرار مي گيرد. كند كنندگي حاصل از گرافيت جاگذاري شده در راكتور و جوشش اضافي به سادگي سبب كاهش خنک كنندگي و جذب نوترون مي شود،بدون اينكه از واكنش شكافت جلوگيري نموده باشد و لذا يک باز خور مثبت ميتواند پديدار شود.

راكتور هاي آب سنگين تحت فشار (CANDU)

راکتور هاي فوق از نوع آب سنگين تحت فشار است که با سوخت اورانيم طبيعي کار مي کند.نام ديگر اين راکتور ها به CANDU موسوم است.

در راکتور هاي "کندو" از اورانيم طبيعي به عنوان سوخت و از آب سنگين به منظور کند کننده و خنک کننده راکتور (کند کننده و خنک کننده هر يک داراي سيستم جدا از هم مي با شد) استفاده مي شود. از آنجاييکه اين راکتور نيز توانايي جا دادن صدها مجتمع سوخت در لوله ها يا کانال هاي تحت فشار خود را در قلب راکتور دارد،لذا عمل سوخت گذاري راکتور در حال کار با تمام ظرفيت قابل اجرا است.

راکتور هاي زاينده سريع با فلز مايع (LMFBR/FBR)

در راکتور هاي زاينده سريع دو فرايند توليد انرژي و ساخته شدن هسته هاي جديد پلوتونيم با هم اتفاق مي افتند.قلب اين راکتور از دو قسمت تشکيل مي شود.ميله هاي سوخت که مخلوطي است، از دي اکسيد پلو تونيم و دي اکسيد اورانيم که در قسمت داخلي قراردارند .

در اينجا واکنشهاي شکافت غالب هستند درحالي که در قسمت بيروني فرايند غالب عبارت است از اورانيم_۲۳۸ پلوتونيم_۲۳۹ . اين قسمت بيروني حاوي اورانيم شده است (اورانيومي که کسر غني شده آن حتي از ۰/۷ درصد يعني مقدار طبيعي آنهم کمتر است) . در چنين راکتوري در واحد زمان ،پلوتونيم شکافت، پذير بيشتري حاصل ميشود، تا مقداري که تحت واکنش شکافت قرار گرفته ميشود (از اين رو اسم "زاينده " بر آن اطلاق شده است) . از طرف ديگر نوترون ها کند نميشوند ، چرا که براي انجام فرآيندهاي مورد بحث در بالا وجود نوترون هاي سريع الزامي هستند .

راکتور هاي خنک شونده با مواد آلي

در راکتورهاي خنک شونده با مواد آلي از يک سري مواد آلي مايع مخصوصاً از مخلوط هايي از دي فينل و دي فينل اکسيد به عنوان يک عامل انتقال حرارت مناسب استفاده شده است .

راکتور هاي گداخت هسته اي

اخيراً راکتور هاي گداخت هسته اي به وسيله تأثير مهمي که به روي منابع نيرو دارند مورد توجه بيشتري قرار گرفته اند،راکتور هاي گداخت هسته اي،نسبت به راکتور هاي شکافت هسته اي موجود به منابع سوخت بيشتري احتياج خواهند داشت. نفوذ اشعه در آنها کمتر از درجات معمول پيشين مي باشد و زباله هاي اتمي کمتري را توليد خواهند کرد.

تا به حال کسي اين تکنولوژي را به کار نبرده است ولي به کار گيري آن چندان هم دور از دسترس نيست. راکتور هاي گداخت هسته اي در مراحل آزمايشي در چندين آزمايشگاه در کشور ايلات متحده و ديگر کشور ها در حال انجام است. کنسرسيوم متشکل از آمريکا، روسيه، اتحاديه اروپا و ژاپن پيشنهاد ساخت راکتور گداخت هسته اي بنام "راکتور آزمايشي بين المللي هسته اي حرارتي" ITER را در منطقه کداراش(Cadarache) فرانسه در دستور کار قرار داده اند. اين عمل جهت نشان دادن امکان بکارگيري راکتور هاي گداخت هسته اي مورد نظر در توليد برق است.

فيزيک گداخت هسته اي:واکنش ها

راکتور هاي هسته اي موجود براي توليد نيرو از شکست هسته اي اتم استفاده مي کنند. در شکست هسته اي اتم توليد انرژي از شکستن يک اتم به دو اتم حاصل مي شود. در راکتور هاي اتمي متداول نوترونهاي با انرژي بالا اتم هاي سنگين اورانيم را به دو قسمت تقسيم مي کنند و حجم زيادي را از انرژي، اشعه و زباله هاي راديو اکتيو باطول عمر بالا بر جاي مي گذارند. در گداخت هسته اي اتم انرژي از ترکيب دو اتم و به وجود آمدن يک اتم حاصل مي شود. در يک راکتور گداخت هسته اي از ترکيب اتم هاي هيدروژن با هم، اتم هليوم، نوترونها و مقدار بسيار زيادي انرژي حاصل مي شود. ين واکنش از نوع واکنشي است که باعث ايجاد قدرت بمبهاي هيدروژني و به وجود آمدن اشعه خورشيد مي باشد. اين نسبت به شکست هسته اي آشکارتر، ايمن تر وکار آمد تر خواهد بود و همچنين منابع و نيروي بيشتري را عرضه خواهد نمود. انواع مختلفي از واکنش هاي گداخت هسته اي وجود دارند در اکثر آنها ايزوتوپ هاي هيدروژن به نام هاي تريتيم و دوتريم وجود دارند.

زنجيره پروتون?پروتون

اين زنجيره طرح قالب و يا بارزي از واکنش گداخت هسته اي است که در ستاره ها از قبيل خورشيد مورد استفاده مي باشد.

۱) دو جفت پروتون با هم دو اتم دوتريم را بوجود مي آورند.

۲) هر اتم دو تريم با يک پروتون پيوند خورده و يک اتم هليم-۳ را به وجود مي آورند.

۳) دو اتم هليم-۳ با هم ترکيب شده و باعث به وجود آمدن برليوم-٦ مي شوند که ناپايدار است.

٤) برليوم-٦ به دو اتم هليم-? تبديل مي شود. اين واكنش ها موجب توليد ذرات با انرژي فراواني از قبيل (پروتون، الكترون،نوترون و پزيترون ها) و اشعه هاي نور و پرتوهاي گاما مي شود.

واكنش هاي دوتريم-دوتريم

دو اتم دوتريم با هم تركيب شده و يک اتم هليم-? و يک نوترون را به وجود مي آورند.

واكنش هاي دوتريم- تريتيم

يک اتم دوتريم ويک اتم تريتيم تركيب شده و تشكيل يک هليم-? و يک نوترون را مي دهند.

اكثر انرژي آزاد شده به صورت نوترونهاي با انرژي بالا مي باشند. از لحاظ عقلي مهار كردن گداخت هسته اي، در يک راكتور كار ساده اي به نظر مي آيد. اما براي دانشمندان پيدا كردن يک راه حل قابل كنترل و امن براي انجام اين كار، موضوع را دشوار كرده بود و براي فهميدن اين مطلب، ما محتاج درک شرايط مورد نياز براي گداخت هسته اي اتم هستيم.

شرايط راكتور گداخت هسته اي

زمانيكه اتم هاي هيدروژن به هم جوش مي خورند، هسته ها بايد با هم تركيب شوند. با اين وجود پروتون هاي هر هسته، به خاطر دارا بودن بار همنام (+) همديگر را مي رانند. اگر تا به حال سعي كرده ايد كه دو آهن رباي هم نام را به هم نزديک كنيد و احساس كرده ايد كه آنها از هم فرار مي كنند پس مي توان گفت كه اين اصل را تجربه كرده ايد. براي دريافت چگونگي گداخت هسته اي شما بايد

شرايط ويژه اي را به وجود آوريد تا بر اين خواسته غالب شويد. در ذيل شرايطي كه گداخت هسته را ممكن مي سازد ارائه شده است.

دماي بالا

دماي بالا به اتم هاي هيدروژن انرژي كافي براي غلبه بر رانش الكتريكي بين پروتون ها را فراهم مي كند.

۱) گداخت هسته اي به دماي حدود ۱۰۰ ميليون كلوين نياز دارد (حدود ٦ برابر داغ تر از هسته خورشيد)

۲) در اين دما هيدروژن ديگر به صورت گاز نيست بلكه به صورت پلاسما مي باشد. پلاسما يک وضعيت با انرژي بالا از ماده مي باشد كه در آن الكترون ها از اتم جدا شده و به صورت آزاد به هر طرف حركت مي كند.

۳) خورشيد اين دما را از طريق توده عظيم خود و نيروي جاذبه اي كه اين توده را در هسته به هم مي فشارد بدست مي آورد. ما بايد با استفاده از انرژي ماكروويو، ليزر، ذرات يوني به اين دما دست پيدا كنيم.

فشار بالا

۱) تحت فشار بالا اتمهاي هيدروژن به هم فشرده مي شوند. آنها بايد در 10^{-10}متر از همديگر قرار گيرند تا به هم جوش بخورند.

۲) خورشيد با استفاده از توده خود و نيروي گرانش اتم هاي هيدروژن را در هسته به هم مي فشرد.

۳) ما بايد با استفاده از ميدانهاي وسيع مغناطيسي، ليزر هاي قوي ويا اشعه يوني، اتم هاي هيدروژن را به هم بفشاريم.

با تكنولوژي موجود ما تنها دما و فشار لازم براي گداخت هسته اي از نوع دوتريم-تريتيم را ميتوانيم حاصل كنيم.

گداخت هسته اي از نوع دوتريم-دوتريم به دماي بالا تري

نیاز دارد که شاید در آینده به آن برسیم. اساساً گداخت هسته اي هسته اي از نوع دوتريم-دوتريم بهتر است. چراکه استخراج دوتريم از آب دريا ساده تر از بدست آوردن تريتيم از ليتيم مي باشد. همچنين دوتريم راديو اکتيو نبوده و واکنش هاي دوتريم-دوتريم انرژي بيشتري را آزاد مي کند.

راکتور همجوشی هسته ای (FUSION)

همجوشی هسته ای یک منبع انرژی پتاسیل است. که آلودگی آن نسبتاً کم ، تقریبا پایان ناپذیر ، ارزان قیمت و می تواند در دسترس همگان قرارگیرد. استفاده از انرژی همجوشی هسته ایبه صورت عملی در ابعاد بزرگ در مرحله آزمایش است.
به نظر می رسد که به وجود آمدن ماشین های بزرگدر حوزه همجوشی گرما هسته ای کنترل شده می توان مسئله انرژی سیاره زمین را حل کرد. تشریح جز به جز تمام سازکارهایی که در همجوشی دخالت دارند امکان پذیر نیست.

ساختار همجوشی هسته ای:

دوتریوم و تریتیوم ، ایزوتوپ های هیدروژنی مواد قابل احتراق همجوشی هسته ای راتشکیل می دهند.هسته دوتریوم از یک نوترون و یک پروتون تشکیل می یابد. و هسته تریتیوم دارای دو نوترون و یک پروتون است چون بار الکتریکی تمام هسته مثبت است.

هسته ها درحالت آزاد همدیگر را دفع می کنند. برای اینکه همجوشی هسته ای بین دو هسته صورت گیرد، باید که انرژی هسته ها نسبت به رانش کولنی به قدر کافی زیادباشد. وقتی هسته ها به حد کافی به هم نزدیک می شوند یکنیروی جاذبه ای هسته ای قوی سبب اتصال هسته ها می شود. و در این صورت انرژی آزاد شده مساوی با انرژی همبستگی هسته دارد.

هسته های ترکیب یافته ناپایدار هستند. و با تجزیه به یک عده از ذرات هسته های دیگر به حالت پایای نهایی می رسد. انرژی بستگی حالت کمتر پایا از انرژی هسته ترکیب یافته است و بنابر این انرژی آزاد شده بصورت انرژی جنبشی محصولات تجزیه ظاهر می شود. حالتی از ماده که در آن باید هسته ها وجود داشته باشد، تا همجوشی صورت پذیرد، پلاسما نامیده می شود. برای تشکیل پلاسما گاز مورد نظر باید به قدری گرم شود و به دمایی برسد که الکترون ها ازاتم ها جدا شوند.

در انرژی های بالا احتمال برخورد دریون با نیروی کافی برای نفوذ به سد های کولنی رانش نسبی آنها که قادر می سازد، تا نیروی هسته ای این یون ها را به هم جوش دهد، کوچک است. بنابر این برای همجوشی هسته ای تراکم یون ها باید خیلی زیاد باشد.

شرایط لازم برای یک راکتور همجوشی هسته ای:
انرژی تولید شده به توسط واکنش گرما هسته ای باید زیادتر از اتلاف های گوناگون باشد. نخست از اتلاف های حرارتی صرف نظر می شود در یکپلاسما اتلاف به علت یونش وجود ندارد. ولی گازتشعشع هسته ای می کند و انرژی اتلافی در این حالت

می تواند بسیار قابل ملاحظه باشد. قسمت بیشتر اتلاف توسط اشعه ایکس یا تابش ترمزی است، که بر اثر گذشتن الکترون ها از میدان الکتریکی هسته های پلاسما این اشعه تولیدمی شود.

سوخت های همجوشی:

فرایندهای طبیعی و نتایج حاصل از آنها نشان داده است که واکنش ها ی همجوشی هسته ای گوناگون وجود دارد. تفاوت واکنش های مختلف هسته های درمیزان سوختی است که از واکنش ها خارج می شود. مقدار Q واکنش (انرژی حاصل از واکنش)و بستگی احتمال انجام واکنش به خواص جنبشی مواد واکنش کننده ها می باشد.واکنش همجوشی که درشرایط آزمایشگاهی انجام می شود و جهت تولید توان مناسب واکنش واکنش دوتریوم با تریتیوم است که از این واکنش یک اتم هلیوم ویک نوترون و به مقدار 17.6 Mev انرژی تولید می شود.

واکنش همجوشی قابل دسترسی دیگر ، در برگیرنده هسته دوتریوم به عنوان سوخت است. از ترکیب دو تا دوتریوم یک پروتون و یک‌تریتیوم و مقداری انرژی آزاد می شود (حدود 4.1 Mev).

ازآنجا که راکتورها ی همجوشی هسته ای سوختشان دوتریوم و ترینیوم می باشد، تحقیقات انجام شده نشان می دهد که اقیانوس های جهان و همچنین دریاچه های آب شیرین و رودخانه ها نیز در برگیرنده ی دوتریوم ، کافی هستند.

ولی ترینیوم یک ماده ی رادیو اکتیو پخش کننده ذره بتا با نیم عمر 12.3 سال کمیاب است.

موجودی تریتیوم در اقیانوس ها در اتمسفر در حال تعادل که بوسیله پرتوهای کیهانی تولید می شود، نزدیک به ۲۰ کیلو گرم بر آورد می شود. در صورتی که ممکن است برای هر راکتور قدرت پایه که بر اساس ایستگاه مرکزی پایه گذاری شده، یک حسابرسی کمیتی چند کیلو گرم لازم باشد. یک نیروگاه در هرروز کاری نزدیک به ۱۵۳ گرم تریتیوم مصرف می کند.

محصور سازي مغناطيسي

دو راه براي رسيدن به فشار و دماي لازم براي همجوشي يا گداخت هسته اي هيدروژن وجود دارد:
۱) محصور سازي مغناطيسي: استفاده از ميدان هاي مغناطيسي والكترونيكي براي گرما دادن و فشردن پلاسماي هيدروژن پروژه ITER در فرانسه از اين متد استفاده مي كند.
۲) محصور سازي لختي: از اشعه ليزر و يا اشعه يوني براي گرما دادن پلاسماي هيدروژن استفاده مي كند.
دانشمندان اين دستيابي آزمايشگاهي را در مركز ملي گداخت در آزمايشگاه "لارنس ليور مور" در ايالات متحده آمريكا مطالعه مي كنند.
در ابتدا روش محصور سازي مغناطيسي را مورد بررسي قرار مي دهيم:
ميكروويو ها، پرتوهاي الكتريكي و ذرات خنثي شتاب دهنده ها،جريان گاز هيدروژن را گرم مي كنند. اين گرما گاز را به پلاسما تبديل مي كند؛ پلاسما توسط يک ميدان مغناطيسي

قوي و با هدايت پذيري بالاي اين ميدان مغناطيسي فشرده مي شود. و به اين وسيله باعث مي شود كه گداخت هسته اي اتفاق بيفتد.

كار آمد ترين ميدان مغناطيسي اين پلاسما به صورت حلقه اي است. ميدان چنبره اي كه يون ها در مسير مارپيچي حركت مي كنند. راكتوري كه به اين صورت است " توكامک" ناميده مي شود.

پروژه توكامک ITER يک راكتور جامع مي باشد كه در كاست هاي گوناگوني تقسيم شده است. اين كاست ها به آساني مي توانند اضافه يا كم شوند، بدون اينكه پاره پاره و يا متلاشي شوند. توكامک داراي پلاسماي مارپيچي با شعاع داخلي ۲ متر و شعاع خارجي ٦,۲ متر است.

محصور سازي مغناطيسي: پروژه ITER

- قسمتهاي اصلي راكتور توكامک ITER:

۱) لوله خلأ: پلاسما را نگه مي دارد و از محفظه فعل و انفعال محافظت مي كند.

۲) انژكتور پرتو خنثي(سيكلوترون يون): ذرات پرتو را از شتاب دهنده به پلاسما تزريق مي كند تابه پلاسما براي رسيدن به دماي بحراني كمک نمايد.

۳) ميدان مغناطيسي مارپيچ: رفتار مغناطيسي بسيار قوي كه شكل و محتواي پلاسماي استفاده شده در ميدان مغناطيسي را محدود مي كند.

٤) ترانسفورماتور/سولنوئيد مركزي: الكتريسيته را براي ميدان مغناطيسي مار پيچ تأمين مي كند.

٥) سيستم خنک كننده: آهن ربا را خنک مي كند.

٦) سيستم عايق: ساخته شده از ليتيم است؛گرما و انرژي بالاي نوترون را از راكتور گداخت هسته اي جذب مي كند.

۷) دایورتور: خروج محصولات هلیم از راکتور گداخت

- نحوه انجام فرایند:

۱) راکتور گداخت هسته اي جريان دوتريم و تريتيم سوخت را به شكل دماي بالاي پلاسما گرم خواهد كرد. لاسما فشرده مي شود و گداخت اتفاق مي افتد. نيرويي كه نياز است تا واكنش گداخت شروع شود حدود ۷۰ مگا وات است. اما نيروي بازده اين واكنش حدود ۵۰۰ مگا وات است. واكنش گداخت حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ ثانيه طول خواهد كشيد.

۲) روكش ليتيم بيرون محفظه فعل و انفعال پلاسما، براي ساختن سوخت تريتيم بيشتر، انرژِي بالاي نوترون را از واكنش گداخت جذب خواهد كرد. همچنين روكش ليتيم به وسيله نوترون گرم مي شود.

۳) گرما با حلقه خنک کننده آب تبادلگر گرمايي انتقال مي يابد و به بخار تبديل مي شود.

٤) بخار، توربين الكتريكي را براي توليد الكتريسيته حركت مي دهد.

٥) بخار متراكم مي شود و براي جذب بيشتر گرما در تبادلگر گرمايي، به آب تبديل مي شود.

در ابتدا توکامک ITER مناسب بودن راکتور گداخت هسته اي مورد را آزمايش مي كند و در نهايت به نيروگاه برق گداخت هسته اي آزمايشي تبديل مي شود.

مدیریت زباله های هسته ای

در نیروگاه هسته ای هم مثل دیگر فعالیت های بشری، ضایعاتی تولید می‌شود که به دلیل حساسیت مضاعف زباله های رادیواکتیو، مدیریت زمان ضایعات باید تحت قوانین و محدودیت های خاصی صورت بگیرد.

در هر هشت مگاوات ساعت انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه هسته ای، ۳۰ گرم زباله رادیواکتیو به وجود می‌آید. برای تولید همین مقدار برق با استفاده از زغال سنگ پر کیفیت، هشت هزار کیلوگرم دی اکسید کربن تولید می‌شود که در دما و فشار جو، ۳ استخر المپیک را پر می‌کند.

می‌بینید حجم زباله های رادیواکتیو بسیار کمتر است، ولی خطر آنها به مراتب بیشتر است و مراقبت از آنها به مراتب بیشتر است و مراقبت از آنها ضرورتی تر و دشوارتر. زباله های رادیواکتیو براساس مقدار و نوع ماده رادیواکتیو به ۳ گروه تقسیم می‌شوند:

الف- سطح پایین: لباس حفاظتی، لوازم، تجهیزات و فیلترهایی که حاوی مواد رادیواکتیو با عمر کوتاه هستند. این‌ها نیازی به پوشش حفاظتی ندارند و معمولاً فشرده شده یا آتش زده می‌شوند و در چاله های کم عمق دفن شده و انبار می‌شوند.

ب- سطح متوسط: رزین ها، پس مانده های شیمیایی، پوشش میله سوخت و مواد نیروگاههای برق هسته ای جزو زباله های سطح

متوسط طبقه بندی می‌شوند. اینها عموما عمر کوتاهی دارند، ولی نیاز به پوشش محافظ دارند. این زباله‌ها را می‌توان درون بتون قرار داد و در مخزن زباله‌ها گذاشت.

ج- سطح بالا: همان سوخت مصرف شده راکتورها است و نیاز به پوشش حفاظتی و سردسازی دارند. مراحل مدیریت این ضایعات عبارتند از:

انبارداری موقتی
سوخت مصرف شده که از رآکتور خارج می‌شود، بسیار داغ و رادیواکتیو است و تشعشع و یونهای فراوانی را می‌تابانند. از این رو باید هم آن را سرد کرد و هم از تابیدن پرتوهای رادیواکتیو آن به محیط جلوگیری کرد. در کنار هر رآکتور، استخرهایی برای انبار کردن سوخت مصف شده وجود دارد. این استخرها، مخزن هایی بتونی مسلح به لایه های فولاد زنگ نزن هستند که ۸ متر عمق دارند و پر از آب هستند. آب هم میله های سوخت مصرف شده را خنک می‌کند و هم به عنوان پوششی حفاظتی در برابر تابش رادیواکتیو عمل می‌کند. به مرور زمان، شدت گرما و تابش رادیواکتیو کاهش می‌یابد، به طوری که پس از چهل سال، به یک هزارم مقدار اولیه (زمانی که از رآکتور خارج شده بود) می‌رسد.

بازفرآوری انبارنهایی
۳ درصد سوخت مصرف شده در یک رآکتور آب سبک را ضایعات بسیار خطرناک رادیواکتیو است. این مواد را می‌توان با روش های شیمیایی از یکدیگر جدا کرد و اگر شرایط اقتصادی و قوانین حقوقی اجازه دهد، می‌توان سوخت مصرف شده را برای تهیه سوخت هسته ای جدید بازیافت کرد.

کارخانه هایی در فرانسه و انگلستان وجود دارند که مرحله بازفرآوری سوخت نیروگاههای کشورهای اروپای و ژاپن را انجام می‌دهند. البته این کار در ایالات متحده ممنوع است.

رایج ترین شیوه بازفرآوری، **purex** نام دارد که مخفف عبارت جداسازی اورانیوم و پلوتونیوم است. ابتدا میله های سوختی را از یکدیگر جدا می‌کنند و در اسید نیتریک حل می‌کنند؛ سپس با استفاده از مخلوطی از فسفات تری بوتیل و یک حلال هیدرو کربن، اورانیوم و پلوتونیوم مصرف نشده را جدا می‌کنند و به عنوان سوخت جدید به مراحل تهیه سوخت می‌فرستند. ضایعات هسته ای سطح بالا را پس از جدا سازی، حرارت می‌دهند تا به پودر تبدیل شود.

پس از فرآیند که آهی کردن خوانده می‌شود، پودر را به شیشه مخلوط می‌کنند تا ضایعات را در محفظه ای محبوس کنند. این فرآیند شیشه سازی نام دارد. شیشه مایع برای ذخیره سازی درون محفظه هایی از جنس فولاد ضد زنگ قرار می‌گیرند و این محفظه‌ها را در منطقه ای پایدار (از نظر جغرافیایی) انبار می‌کنند. پس از یک هزار سال، شدت تابش های رادیواکتیو ضایعات هسته ای به مقدار طبیعی کاهش پیدا می‌کند. این نقطه تا به امروز، انتهای چرخه سوخت هسته ای است

پسمان هاي هسته اي

مهمترين مسئله اي كه امروزه فكر دست اندر كاران و متخصصين هسته اي در اين رشته و همچنين متخصصين محيط زيست را به خود مشغول داشته است،برخورد منطقي و علمي با پسمان هاي هسته اي مي باشد.

پسمان پرتو زا موادي هستند كه حاوي و يا آلوده به مواد پرتوزا در غلظت هاي مشخصي كه هيچ گونه استفاده بعدي براي آنها در نظر گرفته نشده است و رفع آلودگي آنها، اقتصادي و مقرون به صرفه نباشد.

پسمان هاي هسته اي شامل موادي به ظاهر زايد و باقيمانده از انجام عمليات و آزمايشهاي گوناگون با مواد پرتو زا مي باشند.

تا اوايل دهه ۱۹۵۰ كشور آمريكا كه داراي مواد هسته اي قابل ملاحظه و پسمان زايي گسترده اي بوده است،از روش هاي رقيق سازي و يا پخش در هوا و گاهي دفن در قعر اقيانوس ها و بعضي دشت ها استفاده مي كرده است .از آن تاريخ به بعد تصميمات ديگري از جمله دفن در زير زمين هاي چند لايه اي مطرح شد و تكنولوژي پسمان ها در انجماد سازي و غيره به وجود آمده است و در اولين كنفرانس "بهره برداري صلح جويانه از انرژي اتمي" كه در سال ۱۹۹۵ در ژنو برگزار گرديد استفاده از معادن متروكه براي خنثي كردن پسمان هاي هسته اي مطرح شد.

پسمانداري هسته اي جهان:

با توجه به ۵۷۵ راكتور هسته اي در جهان،مسئله پسمان هسته اي به يک معضل و تنگناي جهاني تبديل شده است. انرژي هسته اي منبع توليد الكتريسيته براي ۳۱ كشور جهان است كه فعلاً

۱۷% انرژي جهان از اين طريق به دست مي آيد.چندين كشور به خصوص ژاپن،چين،روسيه در فكر گسترش برنامه ساخت نيروگاهاي هسته اي هستند.با اين حال ساير كشور ها مواد سمي توليد شده از انرژي هسته اي را مانعي بزرگ براي استفاده بيش از پيش از اين منبع مي دانند.آلمان،سوئد،بلژيک از كشور هايي هستند كه براي انرژي هسته اي خود ضرب الاجل تعيين كرده اند.اين كشور ها چه در فكر توسعه انرژي هسته اي باشند و چه در فكر از كار اندازي نيرو گاههاي موجود،با مسئله هاي پسمان هاي هسته اي موجودمواجه هستند.

در كارخانه جات غني سازي اورانيم معمولاً فرآيند به صورت جريان متقابل مي باشد.بدين گونه كه پسمان در هر مرحله،مراحل پايين تر را تغذيه مي كندكه هم بازده كارخانه افزايش مي يابد و هم آبشاري به طور افزايشي در ايجاد پسمان شكل مي گيرد كه البته كليه مراحل اعم از مراحل غني كننده و فقير كننده در دو جهت متقابل،مصارف خاص خود را دارند.

بديهي است يكي از ويژگي هاي سوخت هسته اي نسبت به سوخت هاي ديگر،وجود مقدار زيادي از مواد قابل استفاده در سوخت مصرف شده پس از پايان يک دوره بهره برداري از آن است.به عنوان نمونه از اورانيوم با غناي ۲تا ٤%كه ماده اصلي سوخت اكثر راكتور هاي قدرت را تشكيل مي دهد،تنها ۱ تا ۲% براي توليد انرژي،مورد استفاده قرار مي گيرد و بقيه آن به اضافه پلوتونيم و ايزوتوپ هاي قابل استفاده ديگر و پاره هاي شكافت در سوخت مصرفي باقي مي مانند.در فرايند باز فرآوري،اين عناصر و مواد جدا سازي اورانيم و پلوتونيم آن،دوباره به چرخه سوخت بازگردانده مي شوندكه آرايش پرتوزايي اين راديو نوكلوئيد ها و هسته هاي ويژه

در این پسمان ها محرز است. همچنین خطرات بحراني شدن مواد قابل شکافت در مخازن نیز وجود دارد و حسابرسي این مواد این معضل را چندین برابر مي سازد. لازم به ذکر است که مشکل اساسي در کلیه مراحل،جلوگیري از نفوذ پرتو گاما است.

همانطور که در طراحي و ساخت غلاف میله سوخت، نهایت دقت به عمل مي آید تا امکان پخش پاره هاي شکافت به خنک کننده ها و محیط روي ندهد در طراحي پیمانگور ها نیز این ترتیب باید رعایت شود تا امکان عبور مواد پرتو زا به گذر گاه هاي جانبي وجود نداشته باشد.

تقسیم بندي پسمان هاي پرتو زا:

-پسمان سطح پایین(LLW)، کمتر از ۰,۱ کوري بر متر مکعب

- پسمان سطح متوسط(ILW)، بین ۰,۱ تا ۱۰۰۰۰ کوري بر متر مکعب

- پسمان سطح بالا (HLW)، بزرگتر از ۱۰۰۰۰ کوري بر متر مکعب،

استحاله پسمان :

استحاله به معني تبدیل یک عنصر به دیگري و الحاق یک ایزوتوپ به دیگري است.فرایند فیزیکي اصلي که باعث استحاله میشود شکافت هسته اي نام دارد.

روش متداول آزمایش پسمان هاي مایع:

-تصفیه و سانتریفیوژ
-تبادل یونی
-تبخیر کردن
-رسوب گیری
-اسمز کردن
-جذب
-تزریق در لایه های زمین

مشکلات بین المللی پسمان های هسته ای
- عدم وجود موقعیت مناسب زمین شناسی برای دفن پسمان ها
- نداشتن حمایت مالی و اقتصادی کافی
- نبود نیروی انسانی ماهر برای نگهداری پسمان ها
معیار های انتخاب محل:
- تاریخچه پایداری زمین شناسی
- وضعیت تکتونیکی
- وضعیت منطقه از لحاظ آتشفشانی بودن
- سطح آبهای زیر زمینی و وضعیت مناطق عبور
- وضعیت لایه بندی و سطوح تماس لایه های زمین شناسی در محیط اطراف
- خواص شکاف های بسته شده و تاریخچه آنها
- خواص شکاف های پر شده و تاریخچه آنها
- خواص و تاریخچه دگر گونی سنگ،شیمی سنگ وقابلیت جریان سیال در آن
- میدان فشار سیال در محیط
- وضعیت توپو گرافی منطقه
- وضعیت و پرا کنش خاک در منطقه

- آب و هواهاي اقليمي منطقه و تغييرات آن
- شناخت آبهاي سطحي و بيو لوژي زميني وآبي
- معيار هاي اقتصادي،سياسي وفرهنگي منطقه
- ميزان بارندگي
- حيات وحش و پوشش گياهي منطقه
- شناخت درز ها و شكاف ها
- ژئو شيمي محيط
- فاصله از مناطق مسكوني و مردم
- دسترسي به راههاي ارتباطي