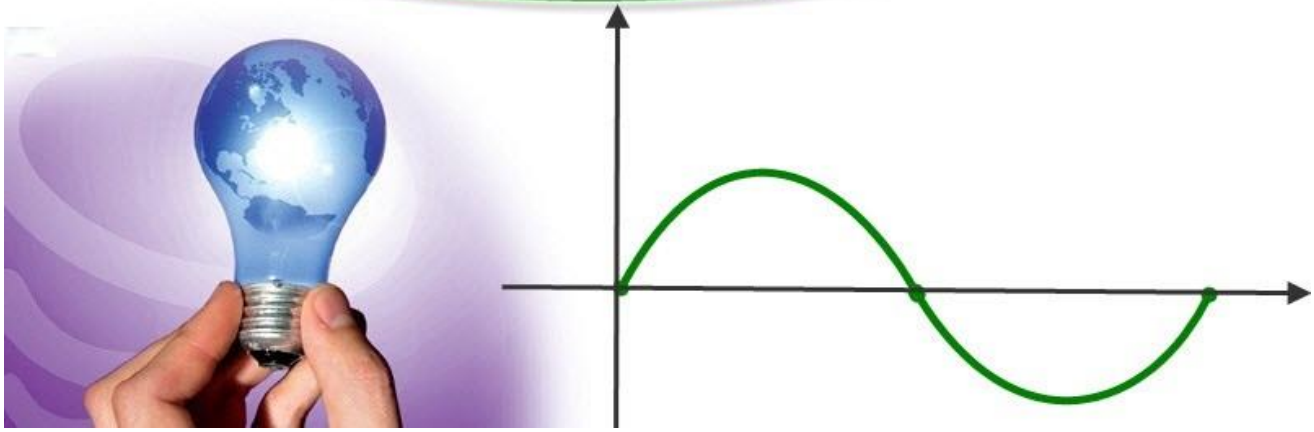
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



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

موضوع پروژه:

اورانیوم وبرق هسته ای

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۲۱)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فهرست مطالب

مقدمه ۱
اورانیم ۱۹
مقایسه زغال سنگ و اورانیم ۲۱
توان هسته ای ۲٤
راکتورهای توان هسته ای ۲۶
دسترسی به اورانیم ۳۱
سوخت مورد نیاز راکتورها ۳۵
انرژی های ورودی (مصرفی) برای تولید برق هسته ای ۳۷
اورانیم ۳۹
پلوتونیم ٤۱
کاربردهای دیگر انرژی هسته ای ٤۵
سرآغاز چرخه ی سوخت هسته ای ٤۷
استخراج و آسیاب کانه اورانیم ٤۷
چرخه سوخت هسته ای ۵۵
راکتور های پیشرفته ۶۳
مشخصات راکتورهای نسل جدید ۶٤
راکتورهای نوترون سریع(FBR) ۷٤
چرخه توریم ۷۹
بازیابی اورانیم و پلوتونیم های نظامی برای تولید برق ۸۰
اطلاعات بیشتر در مورد انرژی هسته ای ۸۲

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

خواست ملی ۸۳
انرژی هسته ای امروز ۸۷
ضرورت انرژی هسته ای ۸۹
چگونگی آغاز فعالیت های هسته ای ایران؟ ۹۲
امیدهای تازه ۱۰۱
کل مدرک غرب برای تولید بمب اتم در ایران ۱۰۳
سوخت هسته ای نیروگاهها ۱۰۷
غنی سازی اورانیم ۱۰۹
تولید و مصرف اورانیم ۱۱٤
خود کفای در تولید سوخت ۱۱۶
ایران واین ۶ راکتور هسته ای ۱۲۰
راکتور آب سنگین ایران ۱۲۲
شتاب دهنده ها ۱۳۱
فواید انرژی هسته ای ۱۳٤
کاربردهای انرژی هسته ای ۱۳۶
کاربردهای انرژی هسته ای در تولید برق ۱۳۷
نیروگاه اتمی برق یک مداره ۱٤٤
نیروگاه اتمی برق دو مداره ۱٤۵
نیروگاه اتمی برق سه مداره ۱٤۶
چگونگی عملکرد قسمتهای اصلی یک نیرو گاه اتمی برق ۱٤۸
محل ساخت نیروگاه اتمی برق ۱٤۹
محل قرار گرفتن تجهیزات در نیروگاه ۱۵۲
وظیفه اصلی نیروگاه اتمی برق ۱۵۵
مشکلات انرژی هسته ای ۱۵۷
زباله های هسته ای ۱۵۸

صندوقچه های ویژه حمل سوخت هسته ای ۱۶۰
نیروی هسته ای و محیط ۱۶۱
تأثیر تابش های هسته ای بر موجودات زنده ۱۶٤
انرژی هسته ای و علوم پزشکی ۱۶۶
سلاح های هسته ای ۱۶۷
خلاصه مطالب ۱۷۳

WikiPower.ir

مقدمه

تقاضای جهان برای انرژی ، بخصوص برای برق به سرعت رو به افزایش است .بیشتر این تقاضا برای برقی است که از طریق منابع قابل اتکا و همیشگی به دست آید . این گونه منابع را تنها سوخت های فسیلی و توان هسته ای می توانند فراهم کنند .

اورانیم سوخت لازم برای تولید برق با توان هسته ای است ، و تنها استفاده صلح آمیز ارزشمند آن در نیروگاه های هسته ای می باشد . امروزه حدوده ۹۰۰ راکتور هسته ای فعال در سطح جهان وجود دارد ، که عبارتند از :

- حدود ۲۸۰ راکتور کوچک برای کاربردهای تحقیقاتی و تولید ایزوتوپ های دارویی و صنعتی در ۵۶ کشور
- بیش از ۲۰۰ راکتور کوچک که قدرت حدود ۱۵۰ کشتی و عمدتاً زیر دریایی را تأمین می کنند ،
- حدود ٤٤٠ راکتور بزرگتر که در ۳۱ کشور جهان برق تولید می کنند .

امروزه در عمل همه ی اورانیم فرآوری شده صرف تولید برق ، به ویژه برق بار پایه می- گردد (هد چند یک کسر قابل ملاحضه ای از آن برای تولید ایزوتوپ های پرتو زا استفاده می- شود). این جاست که اورانیم با زغال سنگ و در سال های اخیر با گاز طبیعی رقابت می کند .

بیش از ٤٠ سال است که انرژی هسته ای به یک منبع مهم برای تولید برق جهان تبدیل شده است ، و هم اکنون ۱۶ در صد کل برق جهان را فراهم می کند . این مقدار برق ،

معادل ۱۳ برابر کل تولید ا سترلیا ، ۵ برابر کل تولید کانادا ، و ۷ برابر کل تولید بریتانیا ا ست . انرژی ه سته ای می تواند خیلی اثر گذارتر هم با شد به خ صوص اگر پدیده ی گل خانه ای منجر به بالا بردن مزیت اقتصادی نسبی یا مطلوبیت اخلاقی آن شود .

اورانیم استرلیا و کانادا برای تولید مقداری از این برق لازم است .

اورانیم و برق هسته ای از جمله ی راه های انتخابی موجود برای تولید برق هستند .

هیچ یک

از این انتخاب ها بدون مقداری خطر و اثرات جانبی نیست .

از سال ۱۹۷۸ تاکنون ن شان داده شده ا ست که ب سیاری ازانتظارات خوش بینانه در مورد منابع انرژی جایگزین واقعی نبوده است (همانطور که گاهی در مورد انرژی هسته ای هم این گونه بوده است) . با این وجود مهم است که درک این واقعیت منجر به کنار گذاشتن این منابع نشود. باید توسعه ی این چنین جاگزین هایی ادامه یابد و هر جا که منا سب ا ست به کار گرفته شوند. به ویژارزیابی مکان ، مقیاس و م شخ صه های گرماپویایی منابع انرژی با توجه به نیازهای مختلف می تواند دست آوردهایی عالی داشته باشد. این چنین کاری در جاهایی که مثلاً تنها

گرم کردن تا درجات پایین لازم است ، باید بر صرف افزایش ظرفیت تولید انرژی الکتریکی تا مقادیر بزرگ اولویت داشته باشد .

اما هنگامی که م سئله ی ا ستفاده از انرژی ه سته ای به میان می آید ، عده ای ه ستند که آرزو دارند این جن را به بطری برگردانده و به بی خبری پیش از دوران ه سته ای

بازگردند . طرح چنین عقایدی در استرالیا [همین طور ایران] به نظر زود هنگام است ، زیرا در این کشـور در عمل از انرژی هسـته ای هیچ اسـتفاده ای نمی شـود . شـاید استرالیا تنها کشور توسعه یافته باشد که در آن وقتی شما چراغی را روشن می کنید ، مقداری برق هسته ای در روشن شدن آن کمک نمی کند .

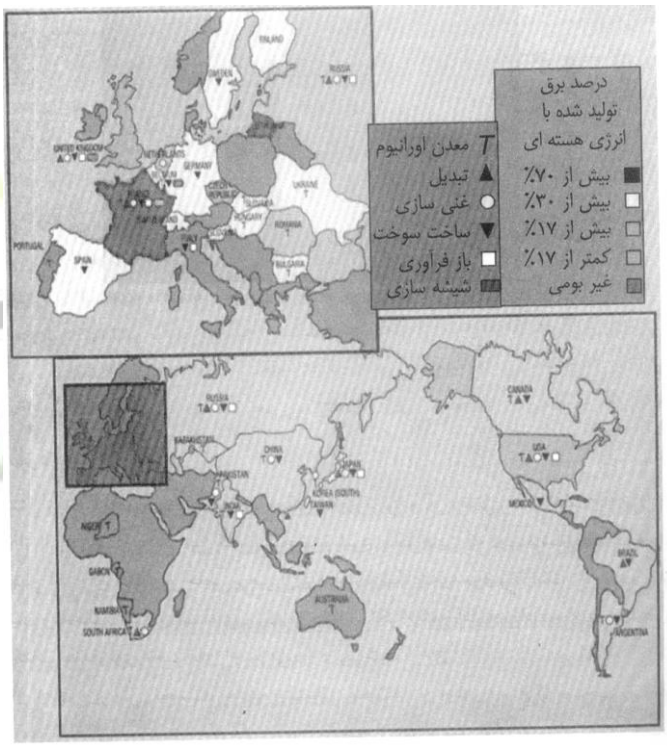
برای کمی تو ضیح بی شتر توجه کنید که : فرانسه بیش از ۷۵ در صد برقش را از توان هسته- ای می گیرد . فرانسه برگتری تولی کننده ی برق جهان است ، و سالانه ۲/۵ میلیارد یورو بابت این صادرات درامد کسب می کند . ایتالیا یک کشور صنعتی عمده ی دیگر است که هیچ نیروگاه هسته ای فعالی ندارد . ایتالیا بزرگترین وارد کننده ی برق جهان است و بیشتر این واردات دست آخر از فرانسه فراهم می شود (شکل ۱) . همه ی اورانیوم استالیا و کانادا برای مصارف صلح جویانه ، به ویژه تولید برق به فروش می رسد و به جنگ افزار تبدیل نمی شود . این مقوله با قراردادهای ایمن سازی بین المللی فراگیری تضمین می شود .

من پیش بینی می کنم که نسـل فرزندان و نوه هایم به جای این که جنگ افزارهای با ویژگی هسته ای را بشناسند ، این کاربرد را ، به سادگی ، انحرافی ببینند که در اوایل دوران هسته ای رخ داده است . شاید این موضوع در مورد دوران برنز و آهن هم صـادق باشـد . در این دوران جنگ افزارها انگیزه ای شـدند برای گسـترش فن آوری هایی که بعدها کاربردهایی بسیار وسیعی یافتند .

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

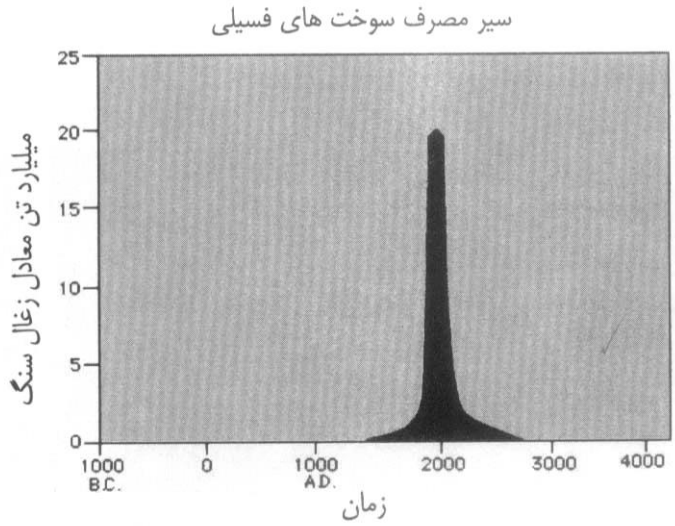
همان طور که شکل ۲ به صورت ترسیمی نشان می دهد ، ما به یقین نمی توانیم از سوخت- های فسیلی تا ابد به سادگی امروز استفاده کنیم .

در اینجا بر برق تمرکز شده است . با این وجود اگر اقتصاد هیدروژن هم مورد نظر قرار بگیرد ، کاربردهای بلقوه ی توان هسته ای بیشتر شده وتولید هیدروژن را ، هم با ابزارهای الکترولیتی و هم بعدها با ابزارهای گرما شیمیایی در بر می گیرد . توان هسته ای قابلیت فراوانی هم برای نمک زدایی از آب و تأمین آب آشامیدنی دارد .



شکل ۱

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



شکل ۲

WikiPower.ir

۱-۱- انرژی هسته ای

اتم در زبان یونانی به معنی تقسیم ناپذیر است. این ایده، زاده تفکر دموکریتوس فیلسوف یونانی در ۲۳۰۰ سال پیش است. برای او این تصور محال بود که اجسام مادی بتوانند بی حد و حصر تقسیم شوند. اما «جان دالتون» شیمیدانی بود که نخستین نظریه اتمی نوین را ارائه کرد. دالتون که کارش پژوهش در مورد هواشناسی بود، به ترکیب گازها علاقه مند شد و خیلی زود ایده تشکیل گازها از واحدهای کوچک غیرقابل تقسیم در ذهنش شکل گرفت. او این نظریه را در سال ۱۸۰۸ تحت عنوان

«سیستم جدید فلسفه شیمی» منتشر کرد. تا دهه پایانی قرن نوزدهم دو جنبه اساسی فیزیک کلا سیک یعنی مکانیک کلا سیک و الکترومغناطیس به خوبی شناخته شده بود و دانشمندان گمان می کردند که طبیعت براساس دو نیروی گرانشی و الکترومغناطیسی ساخته شده ا ست. در ست در همین زمان بود که پدیده هایی م شاهده شد که طی دهه های ابتدایی قرن بیستم منجر به بزرگترین انقلاب های تاریخ علم یعنی نسبیت عام و مکانیک کوانتومی شدند.

رادیواکتیویته

در سال ۱۸۹۶ آنتوان هانری بکرل (Becquerel) فیزیکدان فرانسوی که از کشف اشعه X به و سیله رونتگن مطلع شده بود، به دنبال یک ر شته آزمایش روی سنگ معدنی به نام اورانیل، فعالیت های پرتوافشانی خود به خودی خاصی را کشف کرد و آن را «رادیواکتیویته» نام گذاشت. پس از او ماری و پی یر کوری هم دو عنصر رادیوم و پولونیوم را ک شف کردند که خا صیت رادیواکتیویته ب سیار بی شتری دا شتند. اما بی شتر پژوهش ها روی رادیواکتیویته به وسیله لرد رادرفورد انجام شد. او کشف کرد که خاصیت رادیواکتیویته ناشی از پراکنش سه نوع اشعه است:

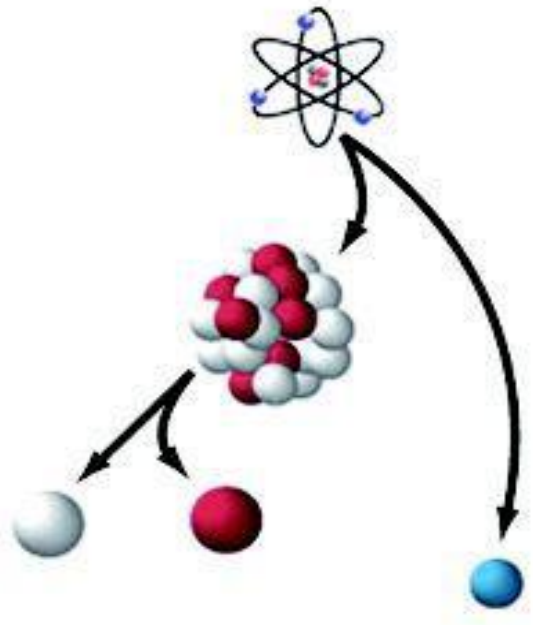
ا شعه آلفا که تو سط یک برگ کاغذ متوقف می شود. بار آن مثبت ا ست و در حقیقت همان یون های هلیوم دو بار مثبت یا هسته اتم هلیوم است.

۲- اشـعه بتا که از ورقه چند میلی متری آلومینیوم رد می شـود. بار آن منفی اسـت. ماهیت این اشعه الکترون های پرانرژی است.

۳- ا شعه گاما که از صفحات سربی به ضخامت ده ها سانتی متر هم عبور می کند، از لحاظ الکتریکی خنثی اسـت. این اشـعه فوتون های پرانرژی با طول موج بسـیار کوتاه است.

دانشـمندان با توجه به مجموعه آزمایش های رادرفورد به این نتیجه رسـیدند که اتم ها برخلاف نامشان از اجزای کوچکتری هم تشکیل شده اند

هسته

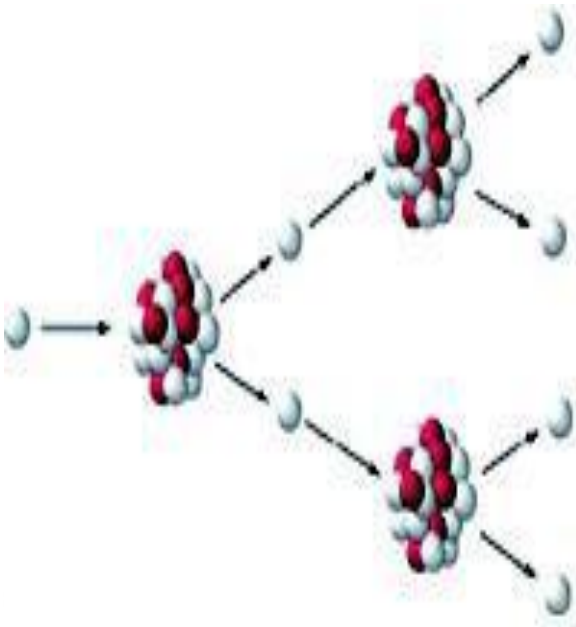


افتخار ک شف ه سته اتم نیز از آن دان شمندی به نام رادرفورد اسـت. او با ک مک دو دانشـجویش به نام گایگر و مارسـدن با انجام آزمایشـی که «پراکندگی» نام دارد، به وجود هسـته پی برد. رادرفورد فکر می کرد که اتم ها مثل مدل کیک کشـمشـی تامسـون از تعدادی الکترون ت شکیل شده اند که در یک ف ضای پیو سته با بار مثبت قرار دارند. به

همین دلیل ذرات آلفا را به ســـمت ورقه نازکی از طلا پرتاب کرد. اما پراکندگی این ذرات از هســته طلا نشــان داد که بارهای مثبت در ناحیه بسـیار کوچکی در وسـط اتم متمرکز شده اند. شعاع اتم حدود یک آنگستروم (۱۰-۱۰ متر) است ولی اندازه هسته حدود ۱۰ فرمی (١٤ -۱۰ متر) است.

WikiPower.ir

نیمه عمر



پس از اینکه رادرفورد ماهیت تشعشع رادیواکتیو را کشف کرد، دانشمندان پی بردند که رادیواکتیویته به علت تلاشی خودبه خود هسته های سنگین و تبدیل آنها به هسته های سبک تر است. در حین این تبدیل، ذرات آلفا، بتا و گاما ساطع می شود. در حقیقت پس از خارج شدن این ذرات از هسته، ماهیت آن تغییر می کند. تعداد هسته هایی که در هر لحظه متلاشی می شوند با تعداد هسته ها در آن لحظه نسبت مستقیم دارد. زمانی را که نیمی از هسته های ماده ابتدایی متلاشی می شوند، نیمه عمر ماده می گویند. یعنی اگر در ابتدا یک گرم ماده رادیواکتیو داشته باشیم، پس از یک نیمه عمر نصف و پس از دو نیمه عمر، یک چهارم و پس از سه نیمه عمر، یک هشتم مقدار اولیه را خواهیم داشت. نیمه عمر مواد مختلف متفاوت است و از چند میلیاردیوم ثانیه تا چندین میلیارد سال تغییر می کند. معمولاً هرچه نیمه عمر بیشتر باشد، انرژی ساطع شده از تلاشی رادیواکتیویته کمتر

ا ست. نیمه عمر اورانیوم ٤/٥ میلیارد سال ا ست. نیمه عمر رادیوم ۱۵۹۰ سال و نیم عمر راکتانیوم کمتر از ۱۰ هزارم ثانیه است.

درون هسته

مدل اتمی رادرفورد بیانگر این مطلب بود که هسته در وسط اتم دارای بار مثبت است و الکترون ها با بار منفی در اطراف آن قرار دارند. مدل اتمی بور هم مدل رادرفورد را کامل کرد و سازوکار منظمی را برای ا ستقرار الکترون ها در اطراف ه سته تدوین کرد. اما تفسیر و توجیه رادیواکتیویته تردیدی به جای نمی گذارد که هسته ها خود مجموعه مکانیکی پیچیده ای هستند که از اجرای سازنده متفاوتی تشکیل شده اند. این واقعیت که وزن اتمی ایزوتوپ های اتم های مختلف (بعضی از اتم ها درحالی که جرم اندکی متفاوت با هم دارند، خواص شیمیایی کاملاً یکسانی دارند، به این اتم ها ایزوتوپ می گویند.) با اعداد صحیح (یا لااقل بسیار نزدیک به عدد صحیح) بیان می شوند، نشان می دهد که پروتون ها (حاملان بار مثبت) باید نقش یکی از اجزای اصلی سازنده هسته را دا شته با شند. ابتدا فرض می کردند که درون هر ه سته علاوه بر پروتون، الکترون هم ه ست. یعنی مثلاً کربن که جرم ۱۲ و بار ۶+ دارد، درون ه سته خود ۱۲ پروتون و ۶ الکترون دارد و علاوه بر آن در بیرون هسته هم ۶ الکترون به دور آن می چرخند اما این راه حل از لحاظ نظری م شکلات عدیده ای را به همراه دا شت. اما رادرفورد و

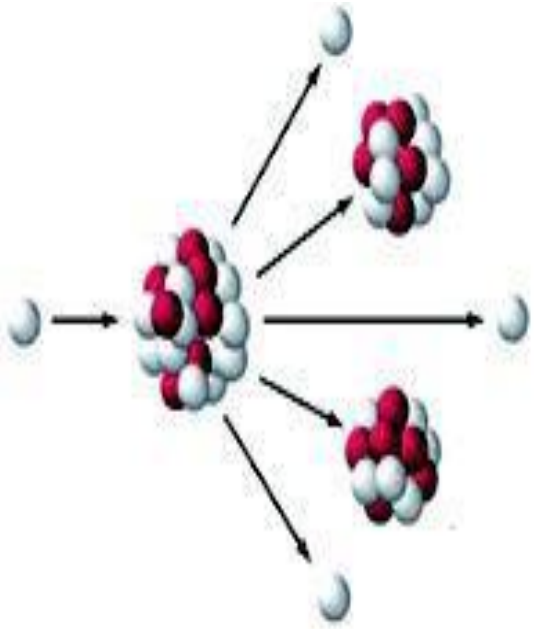
بور پیشنهاد کردند که علاوه بر پروتون ذره دیگری هم جرم آن ولی بدون بار درون هسته است. آنها نام نوترون را برای آن انتخاب کردند و این ذره در سال ۱۹۳۲ توسط چادویک کشف شد.

اسپین

اتم ها در اثر گرفتن انرژی، تابش می کنند. این تابش ناشی از این است که الکترون های اطراف هسته، انرژی می گیرند و بعد این انرژی را به صورت یک فوتون با طول موج معین بازمی تابانند. اما خود این طیف در مجاورت میدان الکترومغناطیسی، به چند طول موج جدا از هم تفکیک می شود. علت این است که الکترون ها در اتم، اندازه حرکت زاویه ای هم دارند. اشترن و گرلاخ نشان دادند که الکترون ها علاوه بر این اندازه حرکت زاویه ای، خاصیت دیگری هم دارند که فقط در حضور میدان مغناطیسی آن را بروز می دهند. به دلیل شباهت این خاصیت به اندازه حرکت زاویه ای، نام آن را «اندازه حرکت زاویه ای ذاتی» یا اسپین نهادند. بعدها ثابت شد که علاوه بر الکترون، باقی ذرات بنیادی هم اسپین دارند. مهمترین ویژگی اسپین این است که یک خاصیت کاملاً کوانتومی است و مشابه کلاسیک ندارد. ذراتی که اسپین نیم صحیح دارند (یک دوم، سه دوم، ...) فرمیون می نامند، مثل الکترون، پروتون، نوترون و... این ذرات تشکیل دهنده ماده هستند. در مقابل ذراتی که اسپین صحیح دارند(صفر، ۱ ، ۲ و...)

بوزون گفته می شـــوند، مثل فوتون، مزون، گلوتون و... این ذرات حامل نیرو ها هستند.

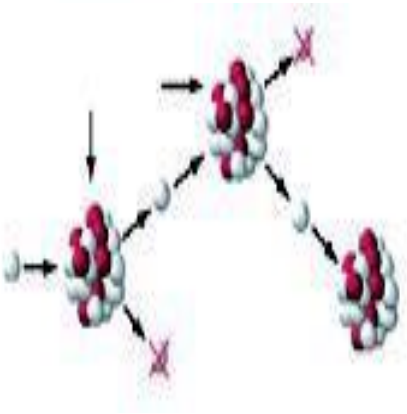
ایزواسپین و نیروی هسته ای



هنگامی که نوترون توسـط چادویک کشـف شـد، این واقعیت مسـلم شـد که علاوه بر نیروی گرانش و الکترومغناطیسـی، حداقل یک نیروی دیگر در طبیعت وجود دارد و این نیرو اسـت که عامل پیوند نوکلئون ها (پروتون ها و نوترون ها) درون هسـته است. زیرا در صورت عدم وجود این نیرو، در اثر دافعه شدید بارهای مثبت پروتون ها بر هم، هسته از هم می پاشد. از این مثال برمی آید که اولاً این نیرو باید جاذبه ای باشـد تا در مقابل دافعه پروتون ها بایسـتد و ثانیاً برد آن باید خیلی‌کوتاه باشـد و از ابعاد هسته بیشتر نباشد. زیرا نیروی الکترومغناطیسی (در مدل بوهر) آرایش الکترون ها در مدارهای اتمی را به خوبی توضیح می داد. اما واقعیت مهم و جالب تر این است که باید برای این نیرو، پروتون و نوترون به یک شکل دیده شوند و فارغ از اختلاف بار الکتریکی این دو ذره یک شـکل باشـند. هایزنبرگ با اسـتفاده از این واقعیت و با ایده

گرفتن از نظریه اسپین، مفهوم ریاضی جدیدی به نام «ایزوتوپ اسپین» یا ایزواسپین را معرفی کرد. او پیشنهاد کرد که همان طور که در حضور میدان الکتریکی خطوط طیفی یکی هستند و با ظهور میدان مغناطیسی به چند خط دیگر شکافته می شوند، نوکلئون ها (پروتون و نوترون) هم درحقیقت در مقابل نیروی هسته ای یک ذره هستند اما هنگام ظهور نیروهای الکترومغناطیسی به دو ذره با ایزواسپین متفاوت تبدیل می شوند.

نیروی هسته ای قوی



یوکاوا فیزیکدان ژاپنی در سال ۱۹۳۵ برای توضیح نیروی هسته ای گفت: این نیرو باید در اثر مبادله ذره ای به نام پیون (مزون پی) بین نوکلئون ها به وجود بیاید. چون این ذره نسبتاً سنگین است، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ایجاب می کند که برد این نیرو کوتاه باشد، به این ترتیب ایده مبادله ذره، توانست تمام ویژگی های نیروی هسته ای را توضیح بدهد. پیون ها هم مثل نوکلئون ها برای نیروی هسته ای یک ذره به شمار می روند اما ایزواسپین آنها یک است یعنی در مقابل نیروی الکترومغناطیسی، ۳ حالت پیون با بار مثبت و با بار منفی و خنثی را دارند. یک پروتون، با از دست دادن یک پیون مثبت به نوترون تبدیل می شود و این پیون مثبت

خود یک نوترون دیگر را به پروتون تبدیل می کند. دوتا نوترون یا دوتا پروتون هم می توانند با هم پیون خنثی (صفر) مبادله کنند. یک نوترون هم با از دست دادن یک پیون منفی به پروتون تبدیل می شود و این پیون منفی با یک پروتون دیگر، یک نوترون تولید می کند. به این ترتیب با مبادله این ذرات، نوکلئون ها در هسته پایدار می مانند.

نیروی هسته ای ضعیف

یکی از ویژگی های بارز نوترون نیم عمر آن است. نوترون در حالت آزاد پس از ۱۸ دقیقه متلاشی و به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می شود. این مدت بسیار طولانی تر از تمام پدیده هایی است که با نیروی قوی سروکار دارد. نیرو های الکترومغناطیسی هم بر نوترون بدون بار عمل نمی کنند. پس واضح است که تلاشی نوترون، نا شی از یک نیروی جدید در طبیعت است. به علت ضعیف بودن این نیرو نسبت به نیروی هسته ای آن را نیروی هسته ای ضعیف نام گذاشتند. تلاشی هسته که نتیجه آن تولید پرتو بتا است هم ریشه در این نیرو دارد.

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

شکافت هسته ای :

فرمی در فاصله کمی بعد از کشف نوترون در سال ۱۹۳۲ بررسی هسته اتم های سنگین بمباران شده به وسیله نوترون را آغاز کرد و از انجام این آزمایش ها با اورانیوم نتایج عجیبی به دست آمد. اتوهان و اشتراسمن در سال ۱۹۳۹ این معضل را حل کردند.

آنها کشف کردند وقتی که اورانیوم با نوترون بمباران می شود، هسته هایی مثل باریو تولید می شوند که عدد اتمی آنها خیلی کوچک تر از عدد اتمی اورانیوم است. لیز میتنر فیزیکدان آلمانی که در سوئد زندگی می کرد،این پدیده را به دقت بررسی کرد و نام شکافت را برای آن انتخاب کرد. بور و ویلر با ارائه مقاله ای فهم نظری شکافت را به طور کامل ممکن کردند و پس از ارائه مقاله آنها کلیه پژوهش های علمی در مورد شکافت هسته ای تا به امروز جزءِ اسناد فوق العاده سری، طبقه بندی می شود.

همانطور که گفتیم هسته اتم می تواند شکافته شود و مقدار زیادی انرژِ آزاد کند و اگر آنرا مهار کنیم و به طور آهسته از اتم خارج شود ، تولید برق می نماید و همچنین گفتیم که سوخت نیروگاه اتمی برق اورانیوم است اورانیوم عنصری است که در اکثر

مناطق جهان از زیر زمین استخراج می شود . اورانیوم بعداً به صورت قرصهای بسیار کوچکی در داخل میله های بلند قرار گرفته و داخل راکتور نیروگاه نصب می شوند . در داخل راکتور یک نیروگاه اتمی ، اتمهای اورانیوم تحت یک واکنش زنجیره ای کنترل شده ، شکافته می شوند . در یک واکنش زنجیره ای ، ذرات حاصل از شکافت اتم به سایر اتمهای اورانیم برخورد کرده و باعث شکافت آنها می گردند . هر یک از ذرات آزاد شده مجدداً باعث شکافت سایر اتمها در یک واکنش زنجیره ای میشوند . در نیروگاههای اتمی برق ، معمولاً از یک سری میله های کنترل جهت تنظیم سرعت واکنش زنجیره ای استفاده می گردد . عدم کنترل این واکنش ها می تواند منجر به تولید بمب اتم شود . ولی در بمب اتم ، تقریباً ذرات خالص اورانیوم یا پلوتونیوم با شکل و جرم معین باید با نیروی زیادی در کنار هم قرار گیرند و چنین شرایطی در یک راکتور هسته ای وجود ندارد .

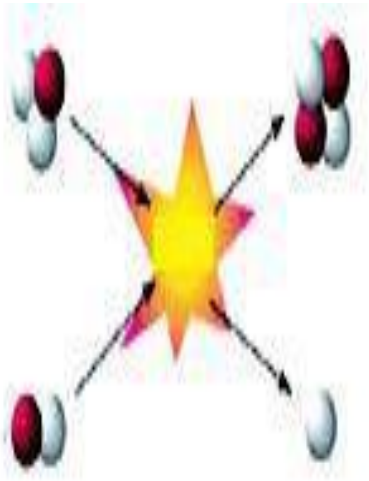
هسته بعضی از عناصر سنگین ناپایدار است . در شکافت هسته ای از این ویژگی استفاده می کنند . یعنی هسته اتم را با نوترونهای بسیار سریع بمباران می کنند و در واقع آن را می شکافند . در نتیجه ، هسته های سنگین به هسته های سبک تر و کوچکتری تبدیل می شوند و چون برای باقی ماندن این هسته های کوچکتر در کنار یکدیگر به انرژی کمتری نیاز است ، پس مقدار زیادی انرژی هم آزاد می شود . در واکنش شکافت هسته ای تعدادی نوترون نیز آزاد می شود . این نوترونها به نوبه خود ، با هسته های

دیگری برخورد می کنند و آنها را می شکافند . به این ترتیب واکنشی زنجیره ای روی می دهد که حاصل آن آزاد شدن مقدار زیادی انرژی و گرماست . از این انرژی برای تبدیل آب به بخار و تولید برق استفاده می کنند .

شکافت هسته ای در قلب راکتور رخ می دهد . و همانطور که گفتیم اورانیم رادیواکتیو را درون لوله های بلندی که به شکل قرصهای کوچکی است ، در همین قلب راکتور قرار می دهند .

همانطور که گفتیم در راکتور نیروگاه یک سری واکنش زنجیره ای ایجاد می گردد . این واکنش زنجیره ای همچنین باعث تولید یک سری مواد رادیواکتیو می شوند . این مواد در صورت رهایی می توانند به مردم آ سیب بر سانند . بنابراین آنها را به شکل جامد نگهداری می کنند ؛ این مواد در گنبدهای بتنی بسیار قوی نگهداری می شوند تا در صورت بروز حوادث مختلف ، خطری بوجود نیاید .

واکنشهای زنجیره ای باعث تولید انرژی گرمایی هم می شوند . این انرژی گرمایی برای جوشاندن آب در قلب راکتور مورد استفاده قرار می گیرند بنابراین به جای سوزاندن سوخت ، در نیروگاههای هسته ای ، اتمها از طریق واکنش زنجیره ای شکافته شده و انرژی گرمایی تولید می کنند و این انرژی گرمایی نیز با بخار کردن آب و چرخاندن توربین ها تولید برق می کند .



گداخت

ه سته های خیلی سبک مثل هیدروژن یا هلیوم انرژی ب ستگی متری ن سبت به ه سته های سنگین دارند. اگر دو ه سته سبک در هم ادغام شوند، ه سته سنگین تری را به وجود می آورند و مقدار زیادی انرژی به صورت انرژی جنبشی آزاد می شود. برای انجام گداخت باید هسته ها را بسیار به هم نزدیک کرد. دافعه الکترواستاتیکی مانع بزرگی برای این فرآیند است. این واکنش با افزایش انرژی جنبشی هسته های اولیه انجام می شود. د ستر سی به چنین انرژی هایی در شتاب دهنده ها آ سان ا ست اما برای اینکه این واکنش خودنگهدار با شد، به دمایی حدود ۱۰۸ کلوین نیاز ا ست. (دمای سطح خور شید شش هزار کلوین ا ست.) چنین و ضعیتی تنها در حالت پلا سمایی ماده پیش می آید که در آن ه سته ها و الکترون ها از هم جدا ه ستند. پژوهش ها به روی گداخت هسته ای همچنان ادامه دارد و قرار است در رآکتور Iter در فرانسه برای

نخستین بار چنین فرآیند خود نگهداری ای ایجاد شود. اما شاید رسیدن به این هدف چند دهه طول بکشد.

پایان مقدمه

اورانیم

تنها سوخت دیگری که در حال حاضر برای تولید برق بار پایه موجود است اورانیم می باشد.

در صورتی که مقادیر فراوانی کانه ی استخراج شده عمل آورده شود ، تنها دو یا سه بشکه ی ۲۰۰ لیتری اکسید اورانیم (U_3O_8) از محتویات معدن باقی می ماند. این مقدار انرژی کافی برای تغذیه کردن شهرهای بزرگ در طول یک روز را دارد ، در عین حال به نسبت بسیار ساده تر هم جا به جا می شود . اورانیم از نظر زیست محیطی نیز مزایایی دارد . هر چند گاهی اوقات معایب آن بر زغال سنگ می چربد . از زمان نخستین استفاده ی تجاری از راکتور هسته ای حدود پنجاه سال ، و از زمانی که شکاف هسته ای برای اولین بار کنترل شده حدود شصت سال می گذرد ، با وجود این توان هسته ای هنوز مسائل حل نشده ی بسیاری دارد .

در این مدت ۱۰۵۰۰ راکتور – سال تجربه ی عملی از راکتور های تجاری ، و در همین حدود هم از راکتور های مشابه (اما کوچکتر) در کاربردهای دریایی به دست آمده

است . امروزه تعداد ٤٤٠ نیروگاه هسته ای در ۳۱ کشور جهان از جمله در کشورهای در حال تو سعه دایر ا ست . این راکتورها در حدود ۱۶ در صد کل برق جهان را تولید می کنند .

نیروگاه های برق هسته ای بیشتری در حال ساخته شدن هستند . در بسیاری از کشورها برق هسته ای نسبت به برقی که توسط نفت یا زغال سنگ تأمین می شود ، قابل اعتمادتر،ایمن تر ،و اقتصادی تر ا ست . به همین خاطر حداقل یک سوم برق بسیاری از کشورها توسط توان هسته ای تأمین می شود . فرانسه سه چهارم برقش را از توان هسته ای تأمین می کند ، و بزرگترین صادر کننده برق جهان است .

انواع مختلف راکتورهای هسته ای را که در حال حا ضر برای تولید برق به کار می روند نشان می دهد.

نیروگاه های هسته ای CANDU نسبت به راکتورهای هسته ای حرارتیموجود بهتر از منابع اورانیم ا ستفاده می کنند ومی توانند سوخت- هایی با مواد شکافت پذیر کمتر از جمله سوخت های مصرف شده در دیگر راکتورها را به کار گیرند . در دراز مدت راکتورهای نوترون سریع توانایی این را دارند که توان الکتریکی قابل حصول از ذخایر اورانیومشناخته شده را تا حد زیادی افزایش دهند .

جدا از ساخت جنگ افزارها ورانش شناورها ، اورانیم هیچ استفادی مهم دیگری بجز تولید برق و ساخت ایزوتوپ ها صنعتی وداورویی ندارد . امروز ۹۵٪ اورانیوم ا ستخراج شده صرف تولید برق می شود (با در نظر گرفتن تولید ازوتوپ ها و رانش شناورها) .

قابلیت انرژی هسته ای برای تولید برق ، با استفاده از اورانیم به عنوان سوخت ، بیشتر در اختیار در کشورهای توسعه یافته است که مجموعه هایی با مصرف برق بالا دارد . نیروگاه های برق هسته ای امروزی با ابعدی از ۵۰۰MWe تا حدود ۱۳۰۰MWe ساخته می شوند ، و نیروگاه های کوچک تر از جهت اقتصادی جالب نیستند . با وجود این تعدادی از کشورهای در حال توسعه هستند که سامانه های تولید و انتقال برق متوسط مورد نیاز برای تولید توأمان (مانند تولید برق و آب آشامیدنی)دارند .

راکتورهای هسته ای با اندازه ای در حدود ۱۰۰MWe ،که جایگزین اصلی آن ها نیروگاه های با سوخت گران قیمت نفت است برای این کشورها می توانند مقرون به صرفه باشند .

WikiPower.ir

مقایسه ی زغال سنگ و اورانیم

در چند دهه ی آینده تنها گزینه های اصلی برای سوختی که بتوان از انرژیش در مقیاس های بزرگ برق بار پایه تولید کرد زغال سنگ و اورانیم هستند .

در بعضی جاها ودر کوتاه مدت گاز هم یک گزینه می تواند باشد ، اما استفاده ی فراوان آن به عنوان سوخت مستقیم و احتمال افزایش شدید قیمتش در دراز مدت ، آن را در رتبه ای پس از زغال سنگ و اورانیوم قرار می دهد . احتمالاً انتخاب بین این گزینه ها کماکان به قیمت نهایی برق تولیدی (شامل هزینه های زیست محیطی)،که از جایی به جای دیگر تغییر می کند ،بستگی خواهد داشت .

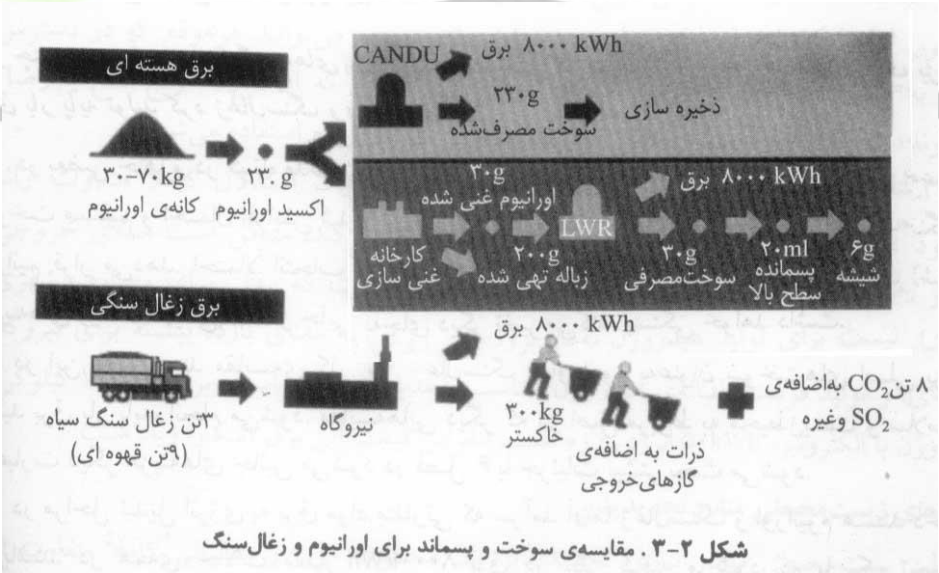
در این بخش چند مقایسه ی کلی بین زغال سنگ واورانیوم به عنوان سوخت های اصلی برای تولید برق بار پایه ،انجام می شود .مقایسه هایی دیگر که در اصل مربوط به محیط زیست وسلامتی ،به عبارت دیگر هزینه های جانبی می شود .

درمراحل تبدیل انرژی به برق مواد متفاوتی که سرآمد آن ها زغال سنگ واورانیوم هستند دخیل می باشند . در همه حالات مقدار ۸۰۰۰kwh برق در نظر گرفته می شود که با یک تخمین محافظه کارانه معادل با مقدار لازم برای یک شخص دریک کشور توسعه یافته در طول سال است .

استفاده از اورانیوم به عنوان سوخت

برای تهیه یک م شت (۲۳۰ گرم) اک سید اورانیوم بین ۳۰ kg تا 70kg سنگ اورانیوم از نوعی که از معادن استرالیا یا کانادا استخراج می شود لازم است (شکل ۲- ۳) . اورانیوم با این غلظت به « اورانیوم طبیعی » معروف است و در حدود ۰/۷٪ اورانیوم ۲۳۵ که ایزوتوپ قابل شکافت اورانیوم است دارد . اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت راکتورهای CANDU درکانادا و در سرا سر جهان ا ستفاده می شود . کشورهایی که راکتورهای آب سبک (PWR ها وBWR ها) را به کار می گیرند ، محتوای ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ این اورانیوم طبیعی را افزایش می دهند تا در حدود ۳۰ گرم سوخت اورانیوم غنی شده (۳/۵٪ ۲۳۵ – U) حاصل شود .

سوخت مصرف شده در راکتورهای CANDU شامل مواد قابل شکافت بسیار کمی است و مانند زباته شـمرده می شـود . سـوخت مصـرف شـده در راکتور آب سـبک دارای مقادیری قابل توجه از مواد شکافت پذیر است که در بعضی کشورها بازیافت می شوند . هنگام بازیافت سوخت راکتورهای آب سبک ،در حدود ۲۰ MI پ سماند سطح بالا باقی می ماند . این مایع سپس می تواند در داخل یک شیشه پیرکس مکعبی با ابعاد کوچک تر از یک سـانتیمتر (۶ گرم)، که حدود در اندازه ی یک سـکه ی بزرگ اسـت ، و دارای پرتوزایی بالایی خواهد شد ، جا داده شود. پسماندهایی دیگر هم تولید می شوند ، اما از اهمیتی بسیار کمتر برخوردارند .



شکل ۲-۳ . مقایسه‌ی سوخت و پسماند برای اورانیوم و زغال‌سنگ

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

توان هسته ای

از جرم تا انرژی

در گذشـــته نه چندان دور مردم فکر می کردند که هنگام ســـوزاندن چوب برای پختن خوراک و گرم کردن ، جرم را تبدیل به انرژی می کنند ،در حالی که امروزه هر دانش آموزی می داند که این طورنیست ، بلکه[در این فرایند]به سادگی یک شکلی از ترکیبات کربن (چوب خشک)تبدیل به شکلی دیگر (گاز بی رنگ) شده و بر باد می رود .هیدروژن موجود در ترکیب اولیه هم به صورت بخار آب پراکنده می گردد .انرژی آزاد می شود ،اما هیچ جرم قابل اندازه گیریی از بین نمی رود .با وجود این در طول قرن بیســـتم با تو سعه ی دانش ه سته ای ، اعلام شد که جرم واقعاً می تواند به انرژی تبدیل شود .این همان چیزی ا ست که در یک راکتور ه سته ای با ا ستفاده از اتم های فلزاتی خاص مانند اورانیوم اتفاق می افتد .

اورانیوم ۱/۷ برابر چگال تراز سرب است . در هسته ی اتم های آن ۹۲ پروتون (با بار مثبت) و حدود ۱٤۰ نوترون وجود دارد . یکی از انواع اورانیوم ،یا به عبارت دیگر یکی از «ایزوتوپ های »آن، ۱٤۳ نوترون دارد .این ایزوتوپ اورانیوم (اورانیوم ۲۳۵ ،۲۳۵- U) بسیار مورد توجه ا ست ،زیرا هنگام بر خورد یک نوترون کند (که نوترون «حرارتی »هم گفته می شود) با هسته ی آن می تواند به دو پاره شکافته شده و مقداری انرژی به صورت گرما آزاد کند .این فرایند «شکافت »هسته ای و ۲۳۵ - U یک ایزوتوپ «شکافت پذیر » نامیده می شوند .

بر اساس روابط انشتین در این واکنش مقداری جرم از بین رفته و تبدیل به انرژی می شود .

هم زمان چندین نوترون سریع از ه سته های شکافته شده پخش می گردند . اگر این نوترون ها توسط یک کند کننده مانند گرافیت یا آب کند شوند ، می توانند باعث شکافت اتم های۲۳۵-U دیگری شده و به این ترتیب به یک واکنش زنجیره ای بینجامد .

دیگر ایزوتوپ اصلی اورانیم طبیعی یعنی ۲۳۸-U ، خودش در راکتور های معمولی شکافت پذیر نیست ،اما هر یک از اتم های آن می تواند با جذب یک نوترون ،به صورت غیرمستقیم به یک اتم شکافت پذیر پلوتونیوم ۲۳۹ (۲۳۹-PU) تبدیل شود .بنابراین اورانیوم ۲۳۸ «بارور» است .۲۳۹- PU شبیه به ۲۳۵ -U رفتار می کند ،به جز این که نوترون های حاصل از شکافت آن کمی بیشتر از ۲۳۵-U است . در حدود یک سوم

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

انرژی تولیدی یک راکتور هسته ای تجاری از شکافت پلوتونیوم به وجود آمده در راکتور حاصل می شود .

قلب راکتور با سوخت اکسید اورانیوم بارگذاری می شود . در راکتورهای CANDU اورانیوم طبیعی (دارای هفت دهم درصد U-۲۳۵)به کار می رود ،در حالی که در راکتورهای آب سبک ،اورانیوم غنی شده ای با ۳ الی ٤ درصد U-235 استفاده می گردد. در هر دو حالت معمولاً اکسید اورانیوم به شکل قرص های سرامیکی UO۲ درآمده و در لوله هایی از آلیاژ زیرکونیم یا فولاد ضد زنگ قرار داده می شود . این لوله ها توسط خنک کننده و کند کننده محصور می شوند .

کند کننده ، نوترون های سریع حاصل از فرایند زنجیره ای شکافت هسته ای را کند کرده و آنها را برای پیشبرد شکافت مطلوبتر می کند . نوترون های کند باعث شکافت اتم های بیشتری از نوترون های کند باعث شکافت اتم های بیشتری از U-235 می شوند . هر شکافتی از این نوع معمولاً در حدود ۲۰۰ MeV یا ۳/۲*10^-11j (در مقایسه با انرژی eV ٤ یا 6/5*10^-19 j بر مولکول دی اکسید کربن آزاد شده در احتراق کربن) انرژی آزاد می کند .

تولید توان هسته ای به صورت تجاری مستلزم مهار و کنترل فرآیندهای شکافت است به صورتیکه گرمای حاصله بتواند برای تولید بخار آبی ، که در عمل برق تولید می کند ، استفاده بشود .

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

راکتورهای توان هسته ای

شکل های 3-1-الف و 3-1-ب در دو نوع مختلف از راکتورهای مورد ا ستفاده برای تولید برق را نشـــان می دهند . در قلب راکتورها ، اورانیم شـــکافته شـــده و مقداری زیاد گرما تولید می کند .

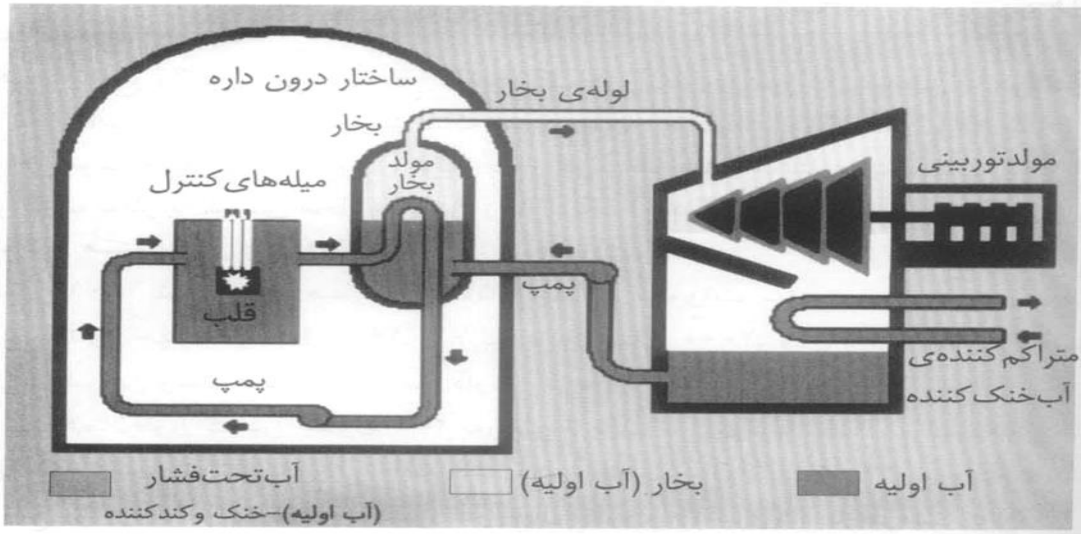
میله های کنترل نشـــان داده شـــده در این شـــکل ها با جذب تعدادی از نوترون ها آهنگ واکنش و بنابراین گرمای حاصل را تنظیم می کنند .

قلب راکتورهای آب تحت فشـــار (شـــکل3-1- الف) با آب محصـــور شـــده و در میان یک محفظه ی ف شار از جنس فولاد ب سیار ضخیم قرار داده می شود . این آب با ف شار بالا به عنوان خنک کننده و هم چنین کند کننده عمل می کند . آب به یک مبدل حرارتی (مولد بخار)وارد و آن جا در یک مدار جداگانه به بخار تبدیل می شود.

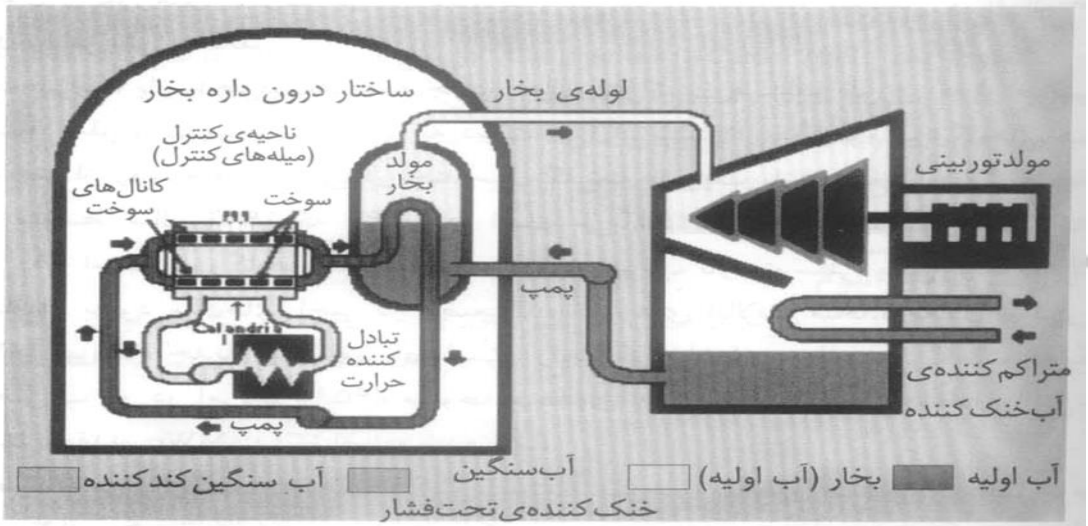
شکل 3-1-ب یک راکتور CANDU که در کانادا طراحی و ساخته شده ا ست را ن شان می دهد .

در این راکتور ســـوخت بجای قرار گرفتن در یک محفظه ی تحت فشـــار ، در تعدادی لوله تحت فشـــار قرار می گیرد . این لوله در یک محفظه که calandria نامیده می شـــود جای دارند . آب تحت فشار یا آب سنگین از میان این لوله ها جاری شده و گرما را به یک مولد بخار می ر ساند . اب سنگین با ف شار کم calandria را پر کرده ، لوله های تحت ف شار را محصور ، و به مانند کند کننده عمل می کند.

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



شکل ۳–۱ – الف. راکتور آب تحت فشار



شکل ۳ –۱–ب . راکتور آب سنگین تحت فشارِ CANDU (PHWR)

هر دو نوع راکتور ،این همه در داخل یک درون داره ی بزرگ سیمانی یا فولادی اتفاق می افتد . بخار آب به یک مولد توربینی ، که بسیار شبیه به یک مولد نیروگاه های زغال سنگی ا ست ، خورانده می شود . به عبارت ساده ،برای تولید بخار در راکتورهای ه سته ای یک قلب پر از اورانیوم جایگزین دیگ بخار یا کوره ی محل ســوختن زغال ســنگ (یا دیگر سوخت های فسیلی) می شود .

تولید برق هسته ای رو به افزایش است .

در ســال ۲۰۰۱ تولید برق هســته ای ، ۲۵٤٤ میلیارد کیلو وات ســاعت بوده اســت که که بیشتر از کل برق تولیدی جهان در سال ۱۹۶۱ ، ٤٪ بیشتر از سال ۲۰۰۰ ، و ۱۹/٤٪ بیش از هفت سال قبلش می باشد . این رشد عمده چند دلیل دارد :

نخست ، همان طور که در جدول ۳-۲ به وضوح دیده می شود با اتصال راکتورهای جدید به خط ،

ظرفیت تولید پیو سته فزونی یافته ا ست . در پایان سال ۲۰۰۲ ، ٤٤۰ نیروگاه ه سته ای با ظرفیتی بالغ بر ۳۵۰ MWe در ۳۱ ک شور در حال کار ، و ۳۰ نیروگاه با ظرفیت ۲۵ GWe در ده کشور در دست احداث بوده است .

دوم ، افزایش ظرفیت ه ستهای بع ضی ک شورها نا شی از از ا صلاح نیروگاه های قبلی شان است . به عنوان مثال راکتورهای قدرت در آمریکا ،بلژیک ، سوئد، اسپانیا ، سوئیس و آلمان ظرفیت تولیدشان را افزایش داده اند .

سوم ، ضرایب بار یا ظرفیت ها همه جا در حال بهتر شدن هستند ، طوری که از ظرفیت های نصب شده ،کیلو وات ساعت بیشتری به دست می آید . بیشتر از دو سوم نیروگاه های هسته ای جهان به غیراز رو سیه واوکراین در چند سال گذ شته ضرایب باری بالغ بر ۷۵٪ دا شته اند که بالاتر از متو سط سال ۱۹۹۲ که ۶۷٪ بوده ا ست می با شد . متو سط ضریب بار بیشتر کشورها بالاتر از ۸۰٪ است .نیروگاه های هسته ای آمریکا با ضریب بار متوسطی بیش از ۸۵٪ بالاترین رده را دارند .بهبود سال های اخیر در وضعیت راکتورها ی ایالت متحده معادل با قراردادن سالانه ۳-۲ نیروگاه جدید بر روی خط است .راه دیگر بیان این مطلب این است که بگوئیم افزایش ضریب بار در امریکا از ۶۵٪ مربوط به دهه ی ۱۹۸۰ به ۹۰٪ فعلی ،معادل با این است که ظرفیت به مقدار MWe ۲۳۰۰۰ اضافه شده با شد . چهارم ، طول عمر نیروگاه ها در حال افزایش ا ست . بیشتر نیروگاه های هسته ای در اصل با طول عمر نامی ۳۰ الی ۴۰ سال طراحی می شوند ، اما پیشرفتهای مهندسی نشان داده که آن ها می توانند عمری طولانی تر داشته باشند (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱ . نیروگاه‌های هسته‌ای قابل بهره‌برداری اقتصادی

نوع راکتور	کشورهای اصلی	تعداد	GWe	سوخت	خنک‌کننده	کندکننده
آب تحت فشار (PWR)	آمریکا، فرانسه، ژاپن، روسیه	۲۶۰	۲۴۳	UO_2 غنی‌شده	آب	آب
راکتور آب جوشان (BWR)	آمریکا، ژاپن، سوئد	۹۲	۸۳	UO_2 غنی‌شده	آب	آب
راکتور آب سنگین تحت فشار "CANDU" (PHWR)	کانادا	۸۳	۱۸	UO_2 طبیعی	آب سنگین	آب سنگین
راکتور خنک شونده با گاز (Magnox و AGR)	بریتانیا	۳۲	۱۲	U طبیعی، (UO_2فلزی غنی‌شده)	CO_2	گرافیت
راکتور گرافیتی آب سبک(RBMK)	روسیه	۱۳	۱۴	UO_2طبیعی	آب	گرافیت
راکتور نوترون سریع (FBR)	ژاپن، فرانسه، روسیه	۴	۳/۱	UO_2 و PuO_2	سدیم مایع	ندارد
موارد دیگر	روسیه، ژاپن	۵	۲/۰			
	مجموع	۴۴۰	۳۷۱			

طولانی کردن عمر کاری راکتور ها با تعویض اجزای اصـــلی آنها معمولاً یک انتخاب کم هزینه و مطلوب ا ست . در آمریکا و ژاپن بی شتر راکتورها برای دوره های چند ٤٠ ساله در نظر گرفته شـــده بودند ، اما بســـیاری از آنها تا کنون ۶۰ ســـال کار کرده اند . هنگام ســـاخت قدیمی ترین نیرو گاه- های تجاری جهان در انگلســـتان ، یعنی Calder Hall و Chapelcross ، در طی دهه ی ۱۹۵۰ فرض شـــده که آنها طول عمر مفید ۲۰ ســـاله ای داشته باشند ، اما در حال حاضر برای ۵۰ سال اجازه کار دارند .

دسترسی به اورانیم

اورانیم در همه جای زمین موجود اســـت . اورانیم فلزی اســـت که تقریباً به فراوانی قلع یا روی اســـت و جزئی از اجزای بیشـــتر صـــخره ها و حتی آب دریاهاســـت . به عنوان نمونه غلظت اورانیم در چند ماده ی مختلف عبارت است از (ppm یعنی قسمت بر میلیون):

سنگ معدن اورانیوم با درجه‌ی بالای ٪۲	۲۰۰۰ppm U
سنگ معدن اورانیوم با درجه‌ی پایین ٪۰/۱	۱۰۰۰ ppm U
گرانیت	۴ ppm U
صخره‌های رسوبی	۲ ppm U
متوسط در پوسته‌ی کره‌ی زمین در ناحیه‌ی اروپا	۲/۸ ppm U
آب دریا	۰/۰۰۳ ppm U

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

جدول ۳-۲ . راکتورهای هسته‌ای قدرت جهان در سال ۴-۲۰۰۳ و اورانیوم مورد نیاز آن‌ها

	تولید برق هسته‌ای ۲۰۰۳		راکتورهای قابل استفاده مه ۲۰۰۴		راکتورهای در حال ساخت مه ۲۰۰۴		راکتورهای طراحی شده مه ۲۰۰۴		راکتورهای پیشنهاد شده مه ۲۰۰۴		اورانیوم لازم ۲۰۰۴
	10^{9}kWh	% e	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تن
آمریکا	۷/۷۶۳	۹/۱۹	۱۰۳	۹۷۴۸۵	۱	۱۰۶۵	۰	۰	۰	۰	۲۲۳۵۳
آرژانتین	۷	۶/۸	۲	۹۳۵	۰	۰	۱	۶۹۲	۰	۰	۱۴۰
آفریقای جنوبی	۷/۱۲	۱/۶	۲	۱۸۴۲	۰	۰	۰	۰	۱	۱۲۵	۳۵۶
آلمان	۴/۱۵۷	۲۸	۱۸	۲۰۶۴۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷۰۴
ارمنستان	۸/۱	۳۵	۱	۳۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۴*
اسپانیا	۴/۵۹	۲۴	۹	۷۵۸۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶۲۹
اسرائیل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱۲۰۰	۰
اسلواکی	۹/۱۷	۵۷	۶	۲۴۷۲	۰	۰	۰	۰	۵	۸۴۰	۳۷۰
اسلونی	۵	۴۰	۱	۶۷۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۸
اندونزی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲۰۰۰	۱۲۵
اوکراین	۷/۷۶	۴۶	۱۳	۱۱۲۶۸	۲	۱۹۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۱۲
ایران	۰	۰	۰	۰	۱	۹۵۰	۱	۹۵۰	۳	۲۸۵۰	۱۲۵
بلژیک	۶/۴۴	۵۵	۷	۵۷۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۴۰
بریتانیا	۳/۸۵	۲۴	۲۷	۱۲۰۴۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴۸۸
بلغارستان	۱۶	۳۸	۴	۲۷۲۲	۰	۰	۰	۰	۱	۱۰۰۰	۳۴۰
پاکستان	۸/۱	۴/۲	۲	۴۲۵	۰	۰	۱	۳۰۰	۰	۰	۵۷
جمهوری چک	۹/۲۵	۳۱	۶	۳۴۷۲	۰	۰	۰	۰	۲	۱۹۰۰	۴۷۴
چین**	۷۹	××	۱۵	۱۱۴۷۱	۴	۴۵۰۰	۴	۳۸۰۰	۲۲	۱۸۰۰۰	۲۱۲۷
روسیه	۴/۱۳۸	۱۷	۳۰	۲۰۷۹۳	۶	۵۴۷۵	۰	۰	۸	۹۳۷۵	۳۰۱۳
رومانی	۵/۴	۳/۹	۱	۶۵۵	۱	۶۵۵	۰	۰	۳	۱۹۹۵	۹۰
ژاپن	۸/۲۳۰	۲۵	۵۴	۴۵۵۲۱	۳	۳۲۷۴	۱۲	۱۴۴۳۶	۰	۰	۷۶۶۱
سوئد	۵/۶۵	۵۰	۱۱	۷۴۲۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵۳۶
سوئیس	۹/۲۵	۴۰	۵	۳۲۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۹۶
فرانسه	۷/۴۲۰	۷۸	۵۹	۶۳۴۷۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۱۸۱
فنلاند	۸/۲۱	۲۷	۴	۲۶۵۶	۰	۰	۱	۱۶۰۰	۰	۰	۵۴۲
کانادا*	۳/۷۰	۵/۱۲	۱۷	۱۲۰۸۰	۱	۵۱۵	۲	۱۰۳۰	۰	۰	۱۶۹۲
کره‌ی جنوبی	۳/۱۲۳	۴۰	۱۹	۱۵۸۸۰	۱	۹۶۰	۸	۹۲۰۰	۰	۰	۲۸۱۹
کره‌ی شمالی	۰	۰	۰	۰	۱	۹۵۰	۱	۹۵۰	۰	۰	۰
لیتوانی	۳/۱۴	۸۰	۲	۲۳۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹۰
مجارستان	۱۱	۳۳	۴	۱۷۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۷۱

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

(ادامه) **جدول ۳-۲** . راکتورهای هسته‌ای قدرت جهان در سال ۴-۲۰۰۳ و اورانیوم مورد نیاز آن‌ها

	تولید برق هسته‌ای ۲۰۰۳		راکتورهای قابل استفاده مه ۲۰۰۴		راکتورهای در حال ساخت مه ۲۰۰۴		راکتورهای طراحی شده مه ۲۰۰۴		راکتورهای پیشنهاد شده مه ۲۰۰۴		اورانیوم لازم ۲۰۰۴
	10^9kWh	% e	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تعداد	MWe	تن
مصر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۶۰۰	۰
مکزیک	۵/۱۰	۲/۵	۲	۱۳۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۳۳
ویتنام	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲۰۰۰	۰
هلند	۸/۳	۵/۴	۱	۴۵۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱۲
هند	۴/۱۶	۳/۳	۱۴	۲۴۹۳	۹	۴۱۲۸	۰	۰	۲۴	۱۳۱۶۰	۲۹۹
جهان	۲۵۲۵	۱۶	۴۴۱	۳۶۳۱۳۵	۳۰	۲۴۳۹۲	۳۲	۳۴۲۰۳	۷۲	۵۵۰۰۰	۶۶۶۵۸

طبق تعریف ، کانه یعنی شیئی معدنی است که بتوان از آن به صورت اقتصادی فلز بازیافت کرد، بنابراین کانه بودن هم به هزینه ی استخراج و هم به قیمت بازار ارتباط دارد .در حال حا ضر نه اقیانوس ها و نه هیچ ونه هیچ سنگ خارایی کانه[اورانیم] محسوب نمی شوند ، مگر این که قیمتها به اندازه کافی بالا برود .

پس منابع شناخته شده ی اورانیم یعنی آن مقادیری که به صورت اقتصادی از سنگ معدن قابل بازیابی هستند هم بستگی به هزینه ها و هم قیمت ها دارند . این مقادیر به جدیت برای اکتشاف نیز وابسته هستند . تغییر هزینه ها یا قیمت ها ، یا اکتشاف های بیشتر ممکن است منابع اندازه گیری شده را از دیدگاه تجاری تغییر دهد . هر گونه پیش بینی در مورد آینده ی مقادیر در دسترس هر ماده ی معدنی ، از جمله اورانیم ، بر پایه ی داده

های فعلی درباره ی قیمت ها ، هزینه ها و دانش کنونی زمین شناسی می باشد ، پس شایسته است که کاملاً محتاطانه باشد .

با این کیفیت جدول ۳-۳ در مورد منابع اورانیم موجود به ما ایده هایی می دهد . می توان دید که استرالیا بخش عمده ای از اورانیم دنیا (حدود ۲۷٪)، و کانادا ۱۵٪ آن را دارند.

جدول ۳-۳ . منابع اورانیوم جهان

منابع اورانیوم قابل استخراج شناخته شده	U بر حسب تن	در صد جهانی
استرالیا	۸۶۳۰۰۰	٪۲۸
قزاقستان	۴۷۲۰۰۰	٪۱۵
کانادا	۴۳۷۰۰۰	٪۱۴
آفریقای جنوبی	۲۹۸۰۰۰	٪۱۰
نامیبیا	۲۳۵۰۰۰	٪۸
برزیل	۱۹۷۰۰۰	٪۶
فدراتیو زوسیه	۱۳۱۰۰۰	٪۴
آمریکا	۱۰۴۰۰۰	٪۳
ازبکستان	۱۰۳۰۰۰	٪۳
جمع کل جهان		۳۱۰۷۰۰۰

منابع اورانیومی که تا کنون شناخته شده اند برای گذراندن نیم قرن کافی ه ستند(تنها با در نظر گرفتن اورانیم های ارزان و تنها در تنها در راکتور های معمولی).این نشان دهنده ی مطمئن تر بودن این منابع نسبت به بیشتر مواد معدنی معمول است . اکتشاف های بیشتر بر پایه ی دانش زمین شناسی امروزی و همین طور افزایش قیمت ها به یقین منابعی بیش از آن چه که اکنون موجود است را فراهم خواهد کرد . با دو برابر شدن قیمت های فعلی می توان انتظار داشت که منابع اندازه گیری شده ده برابر شوند.

ا ستفاده ی گسترده از راکتورها ی زاینده ی سریع می تواند قابلیت ا ستفاده از اورانیم را بیش از شصت برابر کند . این نوع راکتور می تواند با پلوتونیوم تولید شده در راکتورهای معمولی راه افتاده و به همراه تأ سیسات باز فرآوری کناریش در یک مدار بسته کار کند . این چنین راکتوری که «پوشش باورش» با اورانیم طبیعی تغذیه می شود ، بسیار سریع به مرحله ای می رسد که هر تن سنگ معدن در آن شصت برابر راکتورهای معمولی انرژی تولید کند .

سوخت مورد نیاز راکتورها

راکتورهای قدرت جهان با ظرفیت تلفیقی 350 GWe ، سالانه به ۷۵۰۰۰ تن اکسید اورانیوم تغلیظ شده از معادن (یا ذخایر) نیاز دارند . در حالی که با بالاترین رفتن ضرایب ظرفیت و سطح قدرت راکتورها ، این ظرفیت سودمند تر می گردد ، تقاضا برای سوخت اورانیوم نیز بیشتر می شود اما نه لزوماً با همان آهنگ . ضریب افزایش تقاضا برای سوخت با روندی که به بازده ی م صرف سوخت و دیگر بازده ها ارتباط دارد جبران می شود ، طوری که این تقاضا ثابت می ماند (در طول ۱۸ ساله ی منجر به ۱۹۹۳ ، تولید برق هسته ای ۵/۵ برابر شده در حالی که اورانیم ا ستفاده شده فقط ۳ برابر گردید). احتمال دارد تا سال ۲۰۱۰ تقاضای سالانه برای اورانیم فقط اندکی رشد کند .

مصرف سوخت بر حسب مگاوات روز بر تن(MWd/t)اندازه گیری می شود . بسیاری از کشورها در حال افزایش غنای اولیه ی سوختشان (مثلاً از ۳/۳٪ به ٤٪ اورانیم ۲۳۵)هستند

تا سوخت را طولانی تر یا شدیدتر بسوزانند ، طوری که تنها ۰/۵٪ از U-۲۳۵ در سوخت مصرف شده ی آن ها باقی بماند . این به معنای افزایش احتمالی سوزش سوخت از ۳۳۰۰۰MWd/t به ۴۵۰۰۰ MWd/t می با شد . از طرف دیگر قیمت کم اورانیم سبب می شود که کارخانه های غنی سازی مشغول به کار مصرف انرژیشان را کاهش داده و U-235 بیشتری در انتها باقی بگذارد.

بازفرآوری سوخت مصرف شده ی راکتورهای آب سبک معمولی هم باعث می شود که منابع موجود روی هم رفته با ضریبی حداکثر برابر با ۱/۳ مفیدتر به کار گرفته شوند .

هم اکنون پلوتونیم (با مرتبه ی راکتوری) حاصل از باز فرآوری ، به همراه اورانیم تهی شده ی مربوط به کارخانه های غنی سازی در ساخت سوخت اکسید مخلوط (mox) به کار می روند. عاملی دیگر که به شکلی مشابه بر تقاضا برای اورانیم تأثیر می گذارد، چرخه ی سوختی است که در حال حاضر در کره و کانادا در حال گسترش است . این چرخه اجازه می دهد که سوخت مصرف شده ی راکتورها آب سبک بدون هیچ بازفرآوری شیمیایی به عنوان سوخت راکتورهای CANDU استفاده شوند.

نیروگاه های CANDU در حال حاضر با سوخت اورانیم طبیعی (حاوی ۰/۷٪ U-235)و سوزش سوخت ۷۵۰۰ MWd/t کار می کنند . این نیروگاه ها می توانند بدون هیچ تصحیح فیزیکی مهمی با اورانیم اندکی غنی شده (حداکثر ۱/۲٪ U-235) سوخت گذاری شده و مقدار سوزش سوخت را تا بیش از ۲۰۰۰۰MWd/t بالا ببرند . این کار در صورتی انجام خواهد شد که قیمت اورانیوم بالا برود .

نتیجه ی کلی همه ی این روش ها کاهشـــی اندک در مقدار اورانیوم لازم برای تولید هر کیلو وات ساعت برق است .

انرژی های ورودی (مصرفی) برای تولید برق هسته ای

تولید برق نیازمند مقداری انرژی ورودی برای اســـتخراج ،تغلیظ و حمل ونقل ســـوخت ، ساخت و ساز نیروگاه ،و رتق و فتق پسماندها ست . انرژی مصرفی برای استخراج و حمل ونقل ارتباط تنگاتنگی با مقدار سوخت مورد استفاده دارد و از این جهت هر نوع مقایسه ای (با دیگر انواع ســـوخت) به نفع اورانیوم تمام می شـــود . از طرف دیگر طبیعت به شـــدت ســـرمایه بر چرخه ی ســـوخت هســـته ای به نیروگاه منعکس شـــده و انرژی ورودی آن را بزرگ تر می کند .

برای راکتورها یی که نیازمند سوخت غنی شده ه ستند ،انرژی ورودی ا صلی به چرخه ی سوخت غنی سازی اورانیوم که می تواند بسیار انرژی بر با شد ، مربوط ا ست . در ادامه ی این بحث یک راکتور ۱۰۰۰ MWe را که با ۸۰٪ ظرفیت کار می کند و بنابراین GWh/yr ۷۰۰۰ برق تولید می کند مد نظر قرار می دهیم . این راکتور ســـالانه در حدود ۱۵۳ تن اورانیوم طبیعی که پس از غنی سازی ،۲۰ تن سوخت اورانیوم غنی شده تا ۳/۵ ٪ u-235 از آن تولید می شود نیاز دارد . این مقدار اورانیوم طبیعی پس از تبدیل شدن به UF6 در یک دســـتگاه گریز از مرکز جدید به ٤/۲ GWh برق ،یا در یک دســـتگاه پخش قدیمی تر به حداکثر ۲۰۰GWh برق نیاز دارد تا غنی شود . علاوه بر این انرژی لازم برای ساخت سوخت

ساز و کار راکتور هم باید ا ضافه شود . بسته به روش غنی سازی به کار رفته ،کل انرژی ورودی برای چرخه ی ســوخت هســته ای معادل با ۱/۷٪ یا حداکثر نزدیک به ۵٪ انرژی خروجی حاصل است .مقداری از انرژی حاصل از سنگ معدن های استخراج شده باید صرف اســتخراج خود ســنگ معدن ها شــود ،مثلاً اگر ســنگ معدن اســتخراجی از منطقه Ranger استرالیا در یک راکتور آب سبک استفاده شود ، این مقدار برابر با ۰/۰۵٪می باشد .

این انرژی ورودی لازم اســت در کنار انرژی حاصــل از زغال ســنگ و مواد هســته ای دیده شــود .اگر یک نیروگاه MWe ۱۰۰۰ با بازده حرارتی ۳۳٪و با توجه به داده های جدول ۱-٤ ،با ۸۰٪ ظرفیتش به مدت یک ســال کار کند ، نیازمند ۲/۵ میلیون تن از بهترین زغال ســنگ (۳/۱ میلیون تن زغال سنگ سیاه استرالیایی متوسط) یا ۱۳۵ تن اورانیوم طبیعی می باشد .

در مورد راکتورهای کانادایی غنی سازی سوخت لازم نیست ،اما آب سنگین باید ساخته شود ،و این کار نیازمند مصــرف انرژی قابل توجهی اســت . به عبارتی در این نوع راکتور به جای سوخت ،آب کند کننده و آب خنک کننده ی اولیه غنی می شوند . هر چند این «غنی سازی »تنها یک بار لازم است وآب سنگین به صورت نامحدود به کار می رود .

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

سلاح های هسته ای به عنوان یک منبع سوخت

اهمیت زرادخانه های هسته ای به عنوان منبعی برای سوخت هسته ای هر روز بیشتر می شود .

ایالت متحده و کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق برای کاهش زراد خانه های هسته ای خود به ۸۰٪ مقدار موجودشان طی سال های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۳ یک رشته پیمان های خلع سلاح امضاءِ کردند .

این جنگ افزارها شامل مقدار زیادی اورانیوم با غنای بیش از ۹۰٪ U-235 (به عبارت دیگر در حدود ۲۵ تا ۱۰۰ برابر غنای سوخت راکتورها) می باشد . بعضی از آن ها پلوتونیوم ۲۳۹ دارند که می تواند به شکل رقیق شده در راکتورهای معمولی یا راکتورهای زاینده ی سریع به کار رود .

WikiPower.ir

اورانیوم

مازاد این اورانیوم های فوق غنی شده (HEU) تا مرتبه ی تسلیحاتی ، منجر به توافقی بین آمریکا و روسیه شد . طبق این توافق HEU ی مربوط به کلاهک ها ذخایر نظامی رو سیه ، باید برای رقیق سازی به USEC تحویل و سپس در راکتورهای هسته ای غیر نظامی به کار گرفته شوند . بر اساس سیاست : « شمشیرها برای تیغه ی خیش » که در ۱۹۹٤ بر ان توافق شد ، دولت آمریکا ۵۰۰ تن HEU با مرتبه ی تسلیحاتی را ظرف مدت ۲۰ سالو به مبلغ ۱۱/۹ میلیارد دلار آمریکا از روسیه خریده و پس از رقیق سازی به شرکت های برق خواهد فروخت .

HEU بامرتبه یتسـلیحاتی دارای غنای بیش از ۹۰٪U-۲۳۵ اسـت ،در حالی که سـوخت راکتور آب سبک معمولاً تا حدود ٤-۳٪غنی می شود . بنابراین برای به کارگیری HEU نظامی در بیشتر راکتورهای هسته ای تجاری ،باید این اورانیوم با اورانیوم تهی (عمدتاً U- ۲۳۸) ، اورانیوم طبیعی (۰/۷ ٪ U– ۲۳۵) یا اورانیوم کمی غنی شـده آمیخته و تا حدود ۲۵ مرتبه رقیق شود .

HEU مورد قرارداد با اسـتفاده از اورانیوم با غنای ۱/۵٪ U- ۲۳۵ تا غنای ٤/٤ ٪ ۲۳۵ U -

رقیق می شود . در طول ۲۰ سال این ۵۰۰ تن HEU ی تسلیحاتی در حدود ۱۵۰۰۰ تن اورانیوم با غنای کم (٤/٤٪)به دسـت می دهد . این معادل با ۱۵۲۰۰۰ تن اورانیوم طبیعی است که بیشتر از دو برابر نیاز سالانه ی جهان می باشد .

خرید و رقیق سازی HEU به تدریج انجام می شود . تا سال ۱۹۹۹ آهنگ این کار ۱۰ تن در سـال (معادل با تولید تقریباً ۳۷۰۰ تن اکسـید اورانیوم در سـال) بود . از سـال ۲۰۰۰ رقیق سـازی ۳۰ تن HEU ی نظامی جایگزین حدوداً ۱۰۶۰۰ تن تولید معادل اکسید اورانیوم در سال شده است که در حدود ۱۵٪ احتیاج راکتورهای جهان است .

به علاوه ، دولت آمریکا اعلام کرده است که ۱۷٤ تن از اورانیوم بسیار غنی شده ی (با غناهای مختلف) نظامیش مازاد اسـت ،و در حال مخلوط کردن آن ها برای تولید ٤۳۰۰ تن سـوخت راکتور می باشـد . در کوتاه مدت احتمالاً این اورانیوم ها به غنای

U-235٪۲۰ ر سیده ، سپس ذخیره می- شوند . اورانیوم به این شکلش قابل ا ستفاده برای جنگ افزار نیست .

پلوتونیوم

خلع سلاح هسته ای منجر به ایجاد ۲۰۰-۱۵۰ تن پلوتونیوم با مرتبه ی تسلیحاتی هم خواهد شد .این پلوتونیوم یا

- به همراه پسماندهای سطح بالا شیشه ای می شود (با پلوتونیوم مانند پسماند رفتار می شود)

یا همراه با اکسید اورانیوم به سوخت اکسید مختلط (MOX)تبدیل و در راکتورهای موجود سوزانده می شود .

دولت امریکا ۳۸ تن پلوتونیوم با مرتبه ی تسلیحاتی را مازاد اعلام کرده است و هر دو انتخاب برایش میسر است . هر چند برای گزینه ی دوم یعنی سوزاندن این پلوتونیوم ها به صورت سوخت اکسید مختلط پشتیبانی فراوانی وجود دارد و این روش در اولویت است .در میان مدت آمریکا در حال تنظیم یک «استاندارد سوخت مصرف شده » است که می گوید اگر در سوخت مصرف شده پلوتونیومی موجود است نباید قابل حصول باشد .

اروپا هم ظرفیت بسیار گسترده ای برای به کار گیری MOX دارد و ژاپن نیز در حال گسترش دادن استفاده از آن است . این مسئله نشان می دهد که پلوتونیوم تسلیحاتی می تواند با سرعت به نسبت بالایی سر وسامان داده شود . لازم است پلوتونیوم

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

ورودی MOX نیمی از مرتبه ی راکتوری و نیمی از مرتبه ی تسلیحاتی باشد ، اما استفاده از این چنین MOX ی در ۳۰٪ سوخت یک سوم راکتورهای جهان ، سالیانه ۱۵ تن پلوتونیوم حاصل از کلاهک های هسته ای را برداشت می کند . این معادل با سوزاندن ۳۰۰۰ کلاهک در سال برای تولید ۱۱۰ میلیارد کیلو وات ساعت برق (معادل دو سوم نیاز استرالیا) است .

بیش از ۳۵ راکتور برای استفاده از سوخت اکسید مختلط پروانه دارند ، ۲۰ راکتور فرانسوی در حال استفاده از این سوخت هستند یا اجازه دارند که ۳۰٪ سوختشان را از این طریق تأمین کنند . راکتورهای CANDU برای سوزاندن سوخت MOX کاملاًمناسب هستند وگسترش این روش با استفاده از MOX تأمین شده توسط آمریکا مد نظر می باشد .

روسیه بر آن است که پلوتونیومش را به عنوان سوخت به کار گیرد وآن را هم در راکتورهای معمولی و هم در راکتورهای نوترون سریع بسوزاند . اگر همه ی این پلوتونیوم به همراه اورانیوم تخلیه شده ی حاصل از ذخایر تأسیسات غنی سازی در راکتورهای نوترون سریع به کار گرفته شود ، برای تأمین برق هسته ای تجاری سراسر جهان در طول چند دهه و بدون استخراج اورانیوم بیشتر کافی است .

توریم به عنوان یک سوخت هسته ای

بیشتر بخش های این پروژه برای سوخت راکتورهای هسته ای بر اورانیوم تأکید دارد.

با وجود این توریم هم می تواند به عنوان یک سوخت برای راکتورهای CANDU یا راکتورهایی که به صورت خاص به همین منظور طراحی شده اند به کار برود . چرخه ی سوخت توریم جذبه های جالبی دارد. راکتور های نوترونی کارآمدی هم چون CANDU هنگامی که با استفاده از یک ماده ی شکافت- پذیر، مانند U-235 یا Pu-239 ،شروع به کار کنند قادرند کار خود را با یک چرخه ی توریم ادامه دهند . پس از این که توریم (Th-232) در راکتور یک نوترون جذب می کند تبدیل به یک ایزوتوپ شکافت پذیر اورانیم (U-233) می شود که بر هم کنش را ادامه می دهند.

فراوانی توریم در پوسته ی زمین در حدود سه برابر اورانیم است . خاک های معدنی استرلیا ، به خصوص در Victoria و استرالیای غربی ، شامل مقادیر قابل توجهی توریم هستند .

WikiPower.ir

راکتورهای تحقیقاتی

با وجود تمرکزی که در این پروژه بر راکتورهای مولد برق می شود ، باید توجه کرد که علاوه بر ٤٧٠ راکتور مولد برق تجاری که در حال کار یا ساخته شدن هستند ، تعداد ۲۸۰ راکتور تحقیقاتی و یا مولد ایزوتوپ در ٥٤ کشور جهان در حال فعالیتند . این ها عمدتاً بسیار کوچکتر از راکتورهای مولد برق هستند ، اما با وجود این نیاز به سوخت دارند و پسماند تولید می کنند . راکتورهای تحقیقاتی جدای از تحقیقات جاری ،

برای تولید ایزوتوپ های پزشکی و چشمه های پرتوزای دیگر برای صنایع به کار می روند.

ناوگان دریایی هسته ای

انرژی هسته ای به خصوص برای حرکت شناورهای که برای مدت های مدید بدون سوخت گیری در دریا ه ستند ، یا زیردریای های قدرتمند و سریع لازم ا ست . پس از پایان جنگ سرد ، هنوز هم تعداد ۱۵۰ کشتی ، یخ شکن ،ناو هواپیمابر و زیردریایی وجود دارند که نیروی محرکه ی آنها از بالغ بر ۲۰۰ راکتور هسته ای کوچک تأمین می شود. بیشتر این ها زیردریایی هستند . این راکتورها از نوع آب تحت فشار با سوخت مخصوص و طراحیی هستند که آن ها را قادر می سازد که بین هر دو سوخت گیری حداقل ده سال حرکت کنند.

زیردریایی های هسته ای قادرند به مدت چند هفته بدون وقفه و با سرعتی حداکثر برابر با ۲۵ گره ی دریایی زیر دریا بمانند تا مأموریت شان عوض شود . نیروی دریایی کشورهای آمریکا ، بریتانیا ،فرانسه روسیه ، و چین از ناوگان های هسته ای استفاده می کنند.

در دهه ی ۱۹۹۰ زیردریایی های هسته ای زیادی به دلیل کهنگی و هم چنین به منظور کاستن از جنگ افزارها از رده خارج شدند. در آمریکا ، پس از برداشتن سوخت ، محفظه های این راکتورها به سادگی برداشته شده و به مکان دفع پسماندهای مرتبه

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

پایین ارسال می شوند. با وجود این در روسیه مشکلات شناخته شده ای وجود دارد که آشکارا به خاطر محدودیت های سیاسی و اقتصادی است . در انگلستان ، در این مرحله کشتی های هسته ای فرسوده به سادگی سوخت برداری می- شوند.

کاربردهای دیگر انرژی هسته ای

جدای از نیروهای جلو برنده در دریا و راکتورهای تحقیقاتی ، تعداد کمی از تأ سی سات هسته ای (مجموعاً ۵ مگا وات حرارتی) برای کاربردهای غیر الکتریکی به کار می روند. با این وجود قابلیت انرژی ه سته ای برای ا ستفاده در زمینه هایی مانند نمک زدایی و صنایع نفت ، پالایش وافزایش استخراج نفت از زمین و از شن های قیری فراوان است . احتمالاً در آینده یک کاربرد مهم انرژی هســته ای تولید هیدروژن ، که در ابتدا با الکترولیز و د ست آخر به شیوه ی شیمی حرارتی در حرارت های بالا انجام می شود ، خواهد بود .

راکتورهای خنک شــونده با آب می توانند تا ۳۰۰ درجه ســانتی گراد گرما تولید می کنند و دیگر انواع آزمایشــی مانند راکتور گازی دمای بالا و راکتور نمک مذاب تا بیش از ۹۰۰ درجه سانتی گراد هم زایشی انرژی ، با ا ستفاده از گرمای ثانویه ی حا صل در هنگام تولید برق ، در بسیاری از کشورها تجربه شده است.

سامانه های راه اندازی شده توسط شتاب دهنده ها

اساس کار یک راکتور هسته ای معمولی واکنش زنجیره ای شکافت هسته ای کنترل شده ی U-235 و Pu-239 است . این واکنش برای تداومش به وجود نوترونهای اضافی نیاز دارد (شکافت U-235 نیازمند ورود یک نوترون است و به طور متوسط ۲/۴۳ نوترون تولید می کند).با وجود این بدون این نوترونهای ا ضافی هم این واکنش ه سته ای می تواند ادامه یابد . این کار با وارد کردن نوترونهایی که در یک شتاب دهنده ی پر انرژی ، با بمباران اهدافی از عناصر سنگین توسط پروتون ها ، تولید می شوند میسر است.

اگر هدف پراکنش شتاب دهنده با پوششی از یک سوخت هسته ای مانند ایزوتوپ های شکافت پذیر اورانیم یا پلوتونیم (یا توریم که می تواند U-233 بزاید) مح صور شود ، امکان تداوم واکنش شکافت وجود دارد. این روش مصداق یک سامانه راه اندازی شده توسط شتاب دهنده (ADS) است.

در یک چنین راکتور هسته ای که زیر بحرانی گفته می شود ، نوترون های تولید شده در اثر پراش به همراه نوترون های اضافی ناشی از شکافت برای تداوم واکنش در سوخت به کار می روند . در نتیجه یک راکتور هسته ای خواهیم داشت که برای خاموش کردنش می توان ، به جای داخل کردن میله های کنترل برای جذب نوترون ها و زیر بحرانی کردن مجموعه ی سوخت ، به سادگی پرتو پروتونی را قطع کرد . سوخت این راکتور ممکن ا ست با پسماندهای دراز عمر حا صل از راکتورهای معمولی ترکیب شود .

وظیفه دیگر یک راکتور هسته ای زیر بحرانی یا ADS ، انهدام ایزوتوپ های سنگین است . اتم- هایی با ایزوتوپ های فرد سنگین تر از توریم _۲۳۲ ، دارای احتمال بالایی برای جذب نوترون و متعاقباً شکافته شدن هستند . بدین طریق این ایزوتوپ ها مقداری انرژی تولید کرده و در فرآیند تکثیر نوترون ها شرکت می کنند . ایزوتوپ های زوج می تواند یک نوترون جذب کرده و احتمالاً دست خوش تلاشی بتا شده و سپس شکافته شوند . این فرآیند تبدیل ایزوتوپ های بارور به ایزوتوپ شکافت پذیر ، زایش نامیده می شود .

بنابراین یک راکتور هسته ای زیر بحرانی ممکن است قادر باشد عناصر ترااورانیومی با طول عمر زیاد را به (معمولاً) محصولات شکافتی با طول عمر کوتاه تبدیل کرده و در این فرآیند مقداری انرژی آزاد شود . اما مزیت اصلی این عملیات در آسان تر و ارزان تر کردن مدیریت و دفع پایانی پسماندهای سطح بالا می باشد . با وجود این ، در حال حاضر آن چه که بیشتر مورد توجه است قابلیت ADS برای سوزاندن پلوتونیوم با مرتبه ی جنگافزاری است تا جایگزینی برای سوخت اکسید مختلط راکتورهای معمولی برای استفاده از این نوع پلوتونیم باشد .

سرآغاز چرخه ی سوخت هسته ای

استخراج و آسیاب کانه ی اورانیم

سنگ معدن اورانیم همیشه با موادی مانند رادیم و رادون از رشته ی تلاشی پرتوزا همراه است. بنابرین اگرچه اورانیم [طبیعی] خودش زیاد پرتوزا نیست ، کانه استخراج شده باید به عنوان یک خطر بالقوه به حساب آید ؛ به خصوص اگر کانه ی مرتبه ی بالا باشد . در حال تقریباً همگی خطر پرتوزایی به خاطر این عناصر همراه و شبیه به خطرات موجود در بیشتر عملیات استخراج سنگ- های معدنی است.

بیشتر معادن اورانیم استرلیا رو باز هستند و بنابراین به شکل طبیعی به اندازه ی کافی تهویه می- شوند . درجه کانه ها در Ranger و معادن (پیشنهادی) Jabiluka وKintyre ، کمتر از ۰/۵٪ U3O8 است . معدن زیرزمینی olympik Dam دارای کانه ی با درجه ی کمتر از ۰/۱٪ U3O8 ا ست. همه ی معادن زیر زمینی اورانیم با پنکه هایی تهویه می شوند.

معادن قدیمی تر کانادا درRabbit lake، Key Lake، Cluff Lake و همین طور McClean Lake که از سال ۱۹۹۹ راه افتاده است ، همگی معادن روباز هستند و به خوبی تهویه می شوند . سه معدن جدیتر زیرزمینی هم هستند که دو تا از آن ها ، یعنی McArthor River وCigar Lake دارای کانه هایی با درجه خیلی بالا بوده و نیازمند روش های کنترل از راه دور خاص برای استخراج هستند . تعدادی معدن زیرزمینی در Claff Lake هست و تعدادی هم بعدها در McClean Lake ایجاد خواهد شد .

کانه های (به عبارت دیگر سنگ هایی که شامل مقادیری از اورانیم قابل ا ستخراج به صورت اقت صادی با شند) ا ستخراج شده خرد و آ سیاب می شوند . برای جدا کردن اورانیم (و بع ضی از د یگر فلزات)[از این کانه ها] معمولاً با ا سید سولفوریک یک ماده ی آبکی تولید و سپس فرو ش ست می- شود . پس از بیرون ک شیدن اورانیوم موادی جامد باقی می ماند که به صـــورت آبکی در آ مده و به محل های جمع آوری باقی مانده ها که برای نگهداری ایمن آن ها طراحی شـــده اند پمپ می شـــوند . این مواد مواد باقی مانده بیشـــتر مواد پر توزای موجود در کانه هم چون رادیم را شـــامل می شوند .

در دو تا از معادن جدید اســـترالیا بازیابی اورانیوم اورانیوم از کانه های شـــنی واقع در زیر زمین با عملیات فروشـــویی در محل (ISL) انجام می شـــود . یک محلول اندکی اســـیدی و پر از اکســـیژن در درون تونل هایی به گردش در می آید و اورانیوم ،در کارخانه ای روی سطح زمین ، از افشره ی در گردش بیرون کشیده می شود .

در هر صـورت افشـره ی فروشـویی شـده از یک فرآیند اسـتخراج حلال یا تبادل یون عبور کرده و در ادامه رسـوب می کند تا این که اورانیوم به صـورت یک رسـوب زرد روشن (کیک زرد)از محلول جدا شود . پس از خشک کردن [کیک زرد] در دمای بالا ، اکسـید اورانیوم (U3O8)،که حالا خاکی رنگ اسـت ،به صـورت بشـکه های ۲۰۰ لیتری برای حمل بسته بندی می شود .سطح تابش در یک متری یک چنین بشکه ای ازU3O8 که به تازگی فرآوری شده ا ست ،در حدود ن صف آن چیزی ا ست که یک شخص در

یک پرواز با جت های معمولی (ناشی از پرتوهای کیهانی) دریافت می کند . در استرالیا این فعالیت ها زیر نظر Australian Code of Practice on Radiation Protection in the Mining and Milling of Radioactive Ores که توسط دولت ایالتی اداره می شود قرار دارد . در کانادا Nanadian Nuclear Safety Commission براین امور نظارت می کند . در هر دو کشور استانداردهای بهداشتی دقیقی برای مواجهه با پرتوهای گاما و پرتودهی گاز رادون و هم چنین بلعیدن و استنشاق مواد پرتوزا تنظیم شده است .این استانداردها هم برای دست اندرکاران مواد پرتوزا و هم برای افراد جامعه می باشند .

تابش گاما در اصل از ایزوتوپ های بیسموت و سرب ناشی میشود. گاز رادون هنگام تلاشی رادیم از صخرها (یا مواد باقی مانده) تولید می گردد . سپس این رادون خودش به دخترهای رادون (جامد)که منتشرهای آلفای پر انرژی هستند تلاشی می کند رادون در بیشتر سنگها وجود دارد و ذراتی از ان در هوایی که همه ی ما تنفس می کنیم یافت می شود . با وجود این در غلظت های بالا ، این عنصر برای سلامتی خطرناک است. زیرا نیمه عمر کوتاهی دارد که به معنای فروپاشی سریع آن و انتشار پی در پی ذرات آلفا است . ذرات آلفا در ریه رسوخ کرده و در نهایت می توانند منجر به سرطان ریه شوند .

چند اقدام احتیاطی برای حفاظت از سلامتی کارکنان یک معدن اورانیوم انجام می شود :

- گرد وغبار کنترل می شـود تا اسـتنشـاق مواد معدنی منتشـر کننده ی آلفا به حداقل برسـد . در عمل این گرد وغبارها منبع اصـلی پرتودهی در یک معدن اورانیوم ه ستند . در معدن Ranger ،این پرتودهی معمولاًmSv ۲ از دز سالانه ی دریافتی یک کارگر را تشکیل می دهد .
- پرتوگیری کارگران در معادن ، تأسیسات واماکن پسمانداری محدود می شود . در عمل سطوح تابش مستقیم از کانه ها و مواد باقی مانده معمولاً آن قدر کم است که دز دریافتی یک کارگر به سختی به نزدیکی دز سالانه مجاز می رسد .
- دخترهای رادون در یک معدن روباز محدود اسـت زیرا تهویه ی طبیعی کافی وجود دارد . در معدن Ranger سـطح رادون به ندرت از یک درصـد سـطح مجاز پرتوگیری پیوسـته ی پرتوکاران تجاوز می کند . در یک معدن زیرزمینی یک سامانه ی تهویه ی پر قدرت برای بد ست آوردن همین نتیجه لازم ا ست . در معدن Olympic Dam دزهای تابش خیلی پایین نگه داشـته می شـوند و متوسط آن کمتر از 1mSv/yr است . در کانادا متوسط دز در در حدود 3mSv/yr است.
- به کارگرانی که با اکسید اورانیم متراکم سروکار دارند استانداردهای بهداشتی دقیقی تحمل می شود . اگر اکسید اورانیم بلعیده شود یک سم شیمیای شبیه به آن چه که اکسـید سـرب دارد، ایجاد می کند. در نتیجه اقدامات احتیاطی انجام شده شبیه به اقداماتی ا ست که در یک کارخانه ذوب سرب انجام می گیرد ،

وعبارت اســت از حفاظت تنفســی در نواحی خاصــی که با واپایی هوا تعیین می شود.

از ســده ی پانزدهم میلادی معدن کاران بســیاری که در زیرزمین کوهســتان های نزدیک به مرز کنونی آلمان شرقی [سابق] و جمهوری چک کار می کردند به بیماری اســرارآمیزی مبتلا و تعداد زیادی از آنها دچار مرگ زودهنگام می شــوند . در اواخر سده ی ۱۸۰۰ این بیماری سرطان ریه تشخیص داده شد ، اما تنها در سال ۱۹۲۱ بود که گاز رادون به عنوان عامل احتمالی این بیماری پیشــنهاد شــد . اگر چه این نظریه در ۱۹۳۹ تائید شد ، بین سالهای ۱۹۴۶ و ۱۹۵۹ بیشتر معادن زیرزمینی اورانیم در آمریکا از حفاظت هایی که حاصــل تجربیات اروپاییان بود بی بهره بودند. در اوایل دهه ی ۱۹۶۰ فزونی وقوع سرطان ریه در میان معدن کارانی که سیگار می کشیدند آشکارا گشت . پس از آن علت این امر انتشار ذرات آلفا از رادون وبه خصوص دخترهای جامد دارای تلاشــی پرتوزای آن تشــخیص داده شــد . معدن کاران مبتلا به ســرطان کســانی بودند که

۱۵-۱۰ سال قبلش در معرض سطوح بالایی از رادون قرار دا شتند و دز تابش جمعیی که آنها دریافت کرده بودند بسیار بیش از سطوح مجاز فعلی بود.

در گذشــته یک عملیات کوچک «کندن» اورانیم بدون تهویه ی هوا در آمریکا منجر به خطر بزرگی برای ســلامتی کارگران شــد. این اتفاقی مربوط به گذشــته اســت . در ٤٠ سال گذ شته عملیات ا ستخراج اخت صا صی [اورانیم] بزرگتر شده اند ، و در عین حال

تهو یه ی موثر و اقدامات حفاظتی دیگر معدن کاران شـــاغل در زیرزمین را از این خطرات محفوظ می کند . این خطر برای معادن رو باز اورانیم تقریباً وجود ندارد . تا کنون هیچ موردی از بیماری که نا شی از پرتوگیری در معادن اورانیم ا سترالیا یا کانادا با شد گزارش نشده ا ست . در حالی که این م سئله ممکن ا ست تا حدودی مربوط به فقدان اطلاعات دقیق در مورد ســلامتی معدن کاران در دهه ی ۱۹۵۰ باشــد ، آن چه که واضح است عدم وجود بیماری های شغلی مهم در این دو کشور است.

پس از تکمیل اســتخراج معدن بیشــتر کانه ها همراه با تقریباً همه ی مواد پرتوزای رادیم، توریم و اکتینیم در قســمت مواد زاید جمع آوری می شــوند . بنابراین ســطح تابش و پخش رادون از این مواد زاید احتمالاً زیاد خواهد بود . به ندرت اتفاق می افتد که برروی این مواد اقامت گاهی بنا شــود . افراد ســاکن در چنین اقامت گاهی ممکن ا ست در نهایت دز تابشی بیش از ا ستانداردهای جهانی و در ست مانند دز دریافتی از رگه های ســطحی ســنگ معدن دریافت کنند . بنابرین روی این مواد زاید باید توســط مقادیر کافی از سنگ ، خاک رس و خاک پو شانده شود ، تا هم سطح تابش گاما و هم آهنگ انت شار رادون به نزدیکی سطوح طبیعی آن ها در این ناحیه بر سد . سپس می توان یک پوشش فضای سبز ایجاد کرد .

گاهی انتشار رادون از مواد زاید ، در حین استخراج و پیش از این که این مواد پوشانده شوند، به عنوان یک خطر زیست محیطی عمومی به حساب می آید . به حر حال مواد معدنی موجود در بیشــتر ســنگ ها و خاک ها ردپاهای از رادون می پراکنند . بنابراین

صـــرف نظر از خطرات محلی فوق الذکر ، رادونی که به دلیل عملیات اســـتخراج در منطقه آزاد می شود خیلی کم است .

آبی که پس از ته نشین شدن ضایعات حاصل می شود شامل رادیم و فلزاتی دیگر است که برای محیط زیســـت مطلوب نیســـتند . این آب نگهداری شـــده و تبخیر می شـــود طوری که فلزات محتوای آن بدون هیچ خطری ،همان طور که در یک سنگ کانه اتفاق می افتد، ته نشین می شوند . در حقیقت این آب فرآوری شده هرگز به آب راه های طبیعی باز نمی گردد، بلکه در محل انبار مواد زاید و (درRanger) گودال مربوط به معدن اولیه دخیره و در آن جا تبخیر می شوند.

در Ranger ، هرز آب باران بر د سب کیفیتش تفکیک می شود . آب با کیفیت بالا که در آب بندهایی ذخیره می گردد در واقع طوفانی آزاد می شـــود . آب با کیفیت پایین تر در پایگاه نگه داری و تصـــفیه می گردد . در اصـــل این آب آلوده تر در مواقعی که بارندگی زیاد است باید در نزدیکی نهرها رها شود اما در عمل هرگز این تخلیه انجام نشده است.

بعضـــی ها معدن اورانیم قدیمی واقع در Rum Jungle اســـترالیا را به عنوان یک منبع آلاینده آب به خوبی می شـــناســـند . در این محل کانه ی اورانیم با مقدار زیادی مواد گوگرددار هم راه است. مطابق با استانداردهای پایین دهه ی ۱۹۵۰ ، اقدامات حفاظتی اندکی برای ممانعت از آلودگی رودخانه ها از این پایگاه چه در آن زمان و چه در ادامه ی استخراج به عمل آمده است .

توده های بزرگ ســنگ های زاید و هم چنین کانه ی با مرتبه پایین باعث تولید مقدار زیادی هرزآب اسیدی در فصل بادهای موسمی می شود که به فاضلاب معدن اسیدی معروف است.

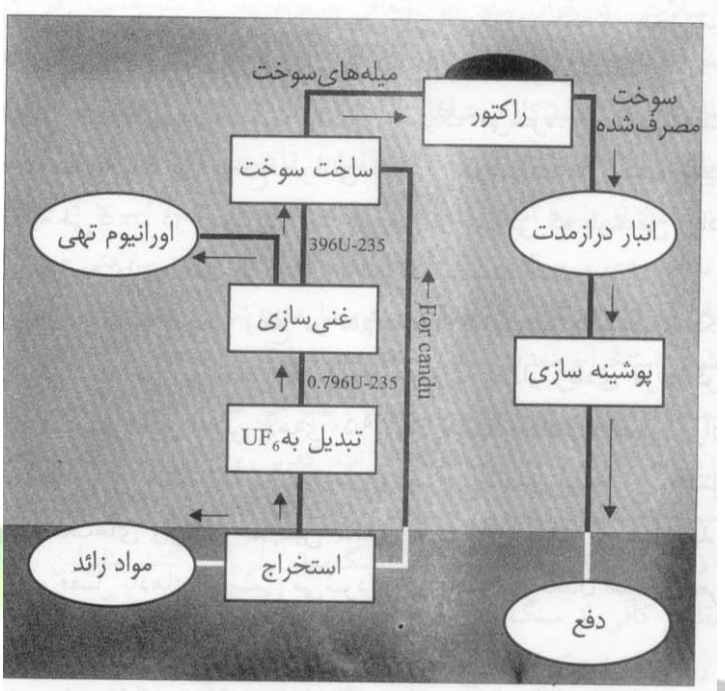
چرخه ی سوخت هسته ای

چرخه ی سوخت رو شی را که در آن سوخت راکتورهای هسته ای فراهم می شود و آنچه را که هنگام خارج شدنش از راکتور اتفاق می افتد ،شرح می دهد.

همه ی مراحل فراهم و آماده ســازی ســوخت ،به کار گیری آن ،و مدیریت ســوخت م صرف شده بر روی هم آن چه را که به چرخه ی سوخت معروف ا ست ت شکیل می دهند .همان گونه که این نام گذاری به فکر می ر ساند ،نیت این ا ست کهبا کمک توان هسته ای قسمت بلااستفاده ی سوخت مصرف شده بازیابی شده و به عناصر سوخت جدید راکتور ملحق گردد .

بر خلاف زغال سنگ ، کانه ی اورانیوم نمی تواند مستقیماًبه یک نیروگاه خورانده شود . اورانیوم باید پالایش (معمولاً) تغلیظ ایزوتوپی گردد و به صــورت میله های ســوخت مخصوص ساخته شود . شکل ٤-١ چرخه ی سوختی را که اغلب «چرخه ی سوخت باز »

برای توان هسته ای گفته می شود نشان می دهد . این سامانه ای است که امروزه در بیشتر کشورهای صاحب معمولی ترین انواع راکتورها برپا می شود .

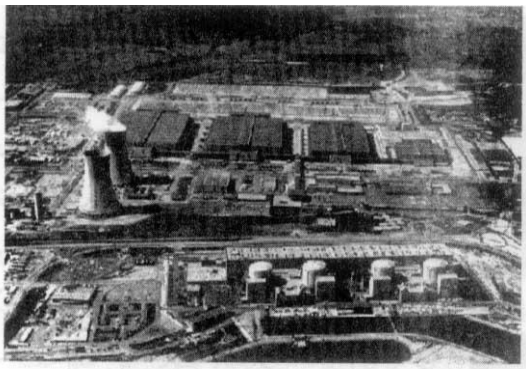


شکل ۴-۱ . چرخه‌ی سوخت باز

WikiPower.ir

کانه ی اورانیوم ابتدا از معادن اورانیومی مانند Olympic Dam یا Ranger در ا سترالیا ،یا معادن Saskatchewan شمالی در کانادا ا ستخراج و سپس برای تولید اورانیوم به شکل ماده ی غلیظ اکسید اورانیوم آ سیاب می شود . این ماده مخلوطی از دو اکسید ا ست و معمولاً U3O8 نامیده می شود . ماده ای که به م شتری تحویل داده می شود یک پودر خاکی رنگ ا ست و دارای همان نسبت ایزوتوپی کانه ی اورانیوم ا ست ، یعنی تقریباً بیش از ۰/۷ در صد ۲۳۵ -U دارد . بقیه ی آن ایزوتوپ سنگین تر اورانیوم یعنی ۲۳۸ -U(با مقدار نا چیزی ۲۳٤ -U) می با شد . بیشتر راکتورها از جمله نوع آب سبک

معمولی (LWR) با اورانیوم طبیعی کار نمی کنند ، بنابراین نسبت ۲۳۸ -Uباید تا حدود ۳/۵ در صد ا ضافه شود . این عمل را غنی سازی گویند (راکتورهای کانادایی اورانیوم غنی نشده استفاده می کنند) (شکل۴-۲) . غنی سازی به راستی یک فرایند فیزیکی با فن آوری پیشرفته است که اورانیوم لازم برای آن باید به شکل گاز باشد . ساده ترین روش برای رسیدن به این منظور تبدیل اکسید اورانیوم به هگزافلوراید اورانیوم است ، که در دماهای اندکی بیش از دمای اتاق به صورت گاز در می آید .



شکل ۴-۲. کارخانه‌ی بزرگ غنی‌سازی Tricastin در فرانسه (برج‌های خنک‌کننده در پشت عکس دیده می‌شوند) چهار راکتوری که در قسمت جلو دیده می‌شوند بیش از ۳۰۰۰ MWe توان تولید می‌کنند.

WikiPower.ir

به این شکل اورانیوم معمولاً UF6 یا «هگز »اتلاق می شود . لذا اولین مقصد چگاله ی اکسید اورانیوم پس از استخراج از معدن ، یک **کارخانه ی تبدیل** است که در آن جا پالایش شده و به هگزا فلوراید اورانیوم تبدیل می شود .

سپس UF6 به یک **کارخانه ی غنی سازی** برده شده و در آن جا نسبت ایزوتوپ شکافت پذیر

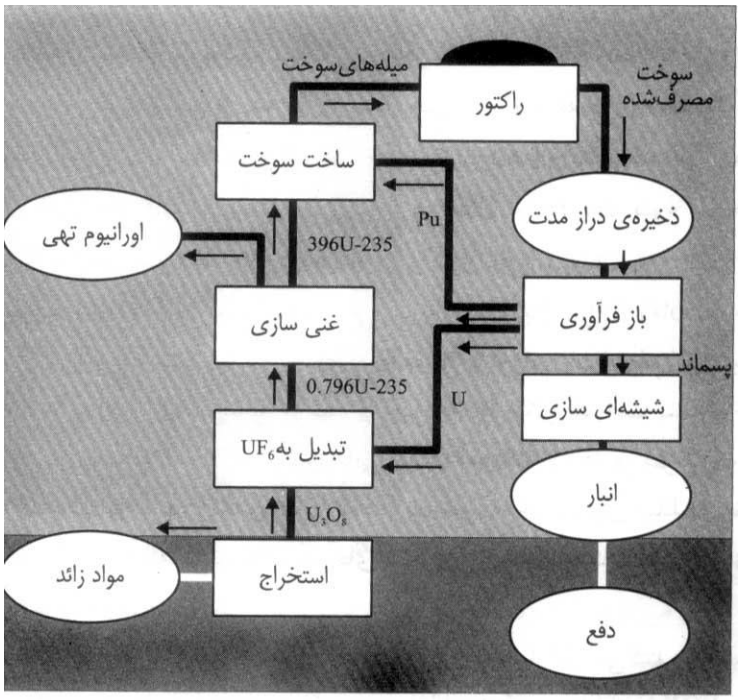
U-235 اضافه می شود . در این فرایند حدود ۸۵٪ اورانیوم طبیعی اولیه به صورت «اورانیوم تهی شده » یا « ضایعات » (در واقع ۲۳۸ –U) باقی مانده و ذخیره می شود .

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

بنابراین پس از غنی سازی حدود ۱۵٪ مقدار اولیه به صورت اورانیوم غنی شده ای که شامل حدود ۳/۵ درصد ۲۳۵ -U است در آمده و در دسترس قرار می گیرد .

روش های غنی سازیی که در حال حاضر استفاده می شوند بر پایه ی اختلاف جزئی بین جرم اتمی ۲۳۵ -U و ۲۳۸ -Uاســتوارند . بیشــتر ظرفیت های برپا شــده تاکنون بر فرآیند پخش گازی تکیه دارند که در آن گاز UF6 از میان یک سری طولانی از موانع غ شایی عبور داده می شود . این موانع اجازهمی دهند که ملکول های سبک تر ۲۳۵ - Uسریع تر از ملکول های ۲۳۸ –Uعبور کنند . در تجهیزات جدیدتر ، دستگاه های گریز از مرکزی بسیار سریع برای جدا کردن ملکول های این دو ایزوتوپ به کار می روند .

پس ازآن اورانیوم غنی شده به یک کارخانه ی ساخت سوخت که اجزای سوخت راکتور در آن جا ساخته می شود می رود . UF6 تبدیل به دی اکسید اورانیوم که یک ماده ی سرامیکی ا ست شده و به شکل قرص های ا ستوانه ای کوچکی با طول تقریبی ۲cm و قطری حدود ۱/۵cm در می آید . این قرص ها در داخل لوله هایی از آلیاژ زیرکونیوم یا فولاد ضــد زنگ با طول حدود ٤ متر قرار گرفته و میله های ســوخت را تشــکیل می دهد



شکل ۴-۴. چرخه‌ی سوخت بسته

این میله ها به شـــکل دســـته هایی با مقطع ۳۰cm۲ در آمده و مجموعه ها ســـوخت راکتور را درســـت می کنند . مجموعه های ســـوختی از این نوع برای تغذیه راکتورهای قدرت آب سبک آمریکایی که در حال حاضر معمول ترین نوع طراحی است که به کار می روند (جدول ۳-۱ را بینید). یک راکتور ۱۰۰۰MWe حدود ۷۵ تن ســـوخت را درخود جای می دهد .

راکتورهای CANDU کانادایی (CANadian Deuterium Uranium) دارای چند نوع طراحی متفاوت ه ستند و با اورانیوم طبیعی (به عبارت دیگر غنی ن شده) کار می کنند . آن ها به جای محفظه ی بزرگ تحت فشـــار که قلب راکتور را دربرمی گیرد ، چندین (۶۰۰-۳۰۰) لولهی افقی تحت فشاردارند که هر یک حاوی سوخت و آب سنگین به عنوان

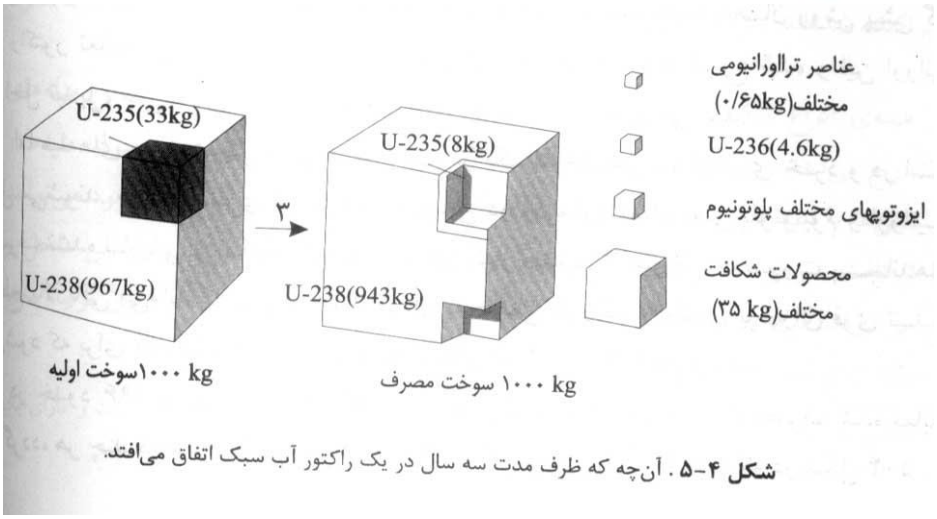
خنک کننده ا ست . این لوله- های تحت ف شار در داخل محفظه ی راکتور یا دیگ راکتور که حاوی آب سنگین کند کننده است پراکنده شده اند . دسته های سوخت راکتور CANDU فقط ۱۰cm قطر و ۵۰ cm طول دارند .

در همه ی انواع راکتورهای فعال زنجیره از واکنش های شکافت در داخل میله های سوخت رخ می دهد . همان طور که در بخش ۳-۱ تشریح شد نوترون های سریع تولید شده در این واکنش ها با آب ، آب سنگین یا کند کننده گرافیتی کند می شوند به حدی که خود می توانند باعث شکافت شوند . گرمای حا صل از واکنش شکافت از راکتور منتقل شده و برای تولید بخار و در حقیقت تولید برق به کار می رود .

در یک راکتور آب سبک ، سوخت حدود سه سال در راکتور باقی می ماند و از شکافت U– ۲۳۵ و هم چنین عنصر شکافت پذیر پلوتونیوم (به عبارت دیگر pu– ۲۳۹) که در همان داخل راکتور تولید می شود گرما ایجاد می گردد . پس از سه سال ، یا در همین حدود ، مقداری محصولات شکافت و دیگر جاذب های نوترون تولید شده و [در اثر جذب نوترون ها] واکنش کند می گردد . بنابراین مجموعه های سوخت مصرف شده بردا شته می شود . هر سال حدود یک سوم سوخت عوض می شود . در CANDU سوخت فقط حدود ۱۸ ماه در راکتور باقی می ماند . سوخت مصرف شده هنگام خارج شدند داغ و پرتو زا ست . بنابراین تا زمان اقدام بعدی در زیر آب نگهداری می شود تا سرد شده و حفاظی در مقابل پرتو زدایی آن ایجاد شود . این سوخت ممکن ا ست در کشورهایی مانند بریتانیا ،فرانسه و ژاپن که چرخه ی سوخت بسته را برگزیده اند

باز فرآوری شـود ، یا ممکن اسـت در کشـورهایی مانند آمریکا ، کانادا و سـوئد که « چرخه ی سـوخت باز » را انتخاب کرده اند ، زباله های نهایی محسـوب شـود . ذخیره سـازی ابتدا در محل راکتور انجام می شـود . سـپس این زباله می تواند به هر جای دیگری یا به یک مکان ذخیره سازی خشک و مهندسی- ساز منتقل شود .

راکتورهای نسل قدیمی تر مانند آن هایی که هنوز در بریتانیا کار می کنند ، از سوخت فلز اورانیوم به جای اکسید اورانیوم استفاده می کنند ، و با گاز خنک می شوند . برای این راکتورها عملیات بازفرآوری برای مدتی انجام شده است ، به صورتی که اجزای سوخت خیلی در استخرهای خنک کننده نگه داشته نمی شوند . این عملیات ترتیبات مربوط به آن برای راکتورهای آب سـبک با یک نگاره ی پیچیده تری در شـکل ٤-٤ نشان داده شده است و به عنوان « چرخه ی سوخت بسته » شناخته می شود .



شکل ۴-۵ . آن‌چه که ظرف مدت سه سال در یک راکتور آب سبک اتفاق می‌افتد.

در چرخه ی سـوخت هسـته ای راکتور آب سـبک ، سـوخت دقیقاً به همان روش پیش گفته به راکتور تغذیه می شود . این فرآیند با استخراج و آسیاب اورانیوم شروع شده

واین اورانیوم مراحل تبدیل ، غنی سازی ، ساختن سوخت را گذرانده و به راکتور می رسد .

اما میله های سوخت پس از بردا شته شدن ، در یک کارخانه ی بازفرآوری خرد و در اسید حل می شوند . طی یک سری فرآیند شیمیایی دو جزءِ ارزشمند : یعنی پلوتونیوم و اورانیوم م صرف ن شده بازیابی و تفکیک می شوند . با این کار حدود ۳٪ سوخت به صورت پ سماندهای سطح بالا باقی می ماند که پس از جامد کردن ، به حجمی کوچک از ماده ی پر تو زای قوی تبدیل می شود که برای دفع دائم مناسب است.

حدود ۹۶٪ اورانیومی که به راکتورها داده می شود دوباره در سوخت مصرف شده نمایان می گردد، هر چند که غنای آن به کمتر از ۱٪ ۲۳۵ –U کاهش می یابد .

همان طور که در شکل ٤-٥ نشان داده شده است مقداری از این مواد باقی مانده به محصولات شکافت پرتوزا و داغ تبدیل و مقداری هم به پلوتونیوم و دیگر عناصر فعال تبدیل می شوند . بنابراین باز فرآوری سوخت مصرف شده به خاطر بازیافت اورانیوم مصرف نشده و پلوتونیومی که تولید شده اما در راکتور نسوخته است از چند مزیت اقتصادی برخوردار است . هم چنین این عمل حجم مواد دورریخته به صورت پسماندهای سطح بالا را هم به شکل قابل ملاحظه ای کاهش می دهد که این نیز منفعت اقتصادی دارد .

پلوتونیوم حدود ۱٪ سوخت م صرف شده را ت شکیل می دهد . پلوتونیوم یک سوخت ب سیار خوب ا ست که به هیچ گونه فرآیند غنی سازی نیازندارد ، می تواند با اورانیوم

تهی شده ترکیب شده و در میله های سوخت یک کارخانه ی ساخت سوخت مختلط (MOX) به کار گرفته شـده و به عنوان سـوخت جدید به راکتور برگردانده شـود. از طرف دیگر می تواند برای سـوخت راکتورهای زاینده ای که در آیند به کار خواهند رفت استفاده شود.

اورانیوم بازفرآوری شـده میتواند دوباره غنی شـده و تبدیل به سـوخت برای راکتور شود . پس چرخه ی سوخت بسته ، از جهت استفادی حداکثری از اورانیوم کاویده شده از زمین ، روش مفید تری اسـت (با حدود ۳۰٪ ، به زبان انرژی) و به همین دلیل صنایع ابتدا این روش را ترجیح دادند . با وجود این ، بیشتر به خاطر ارزانی اورانیوم در طول سالیان (از حدود ۱۹۸۰) ، کارخانه های زیادی برای بازفرآوری سوخت مصرف شده ی راکتورها تأ سیس نشده است . فرانسه ، آلمان ، بر تیانیا ، روسیه و ژاپن چرخه سوخت بسته را برای سوخت های اکسید شده دنبال می کنند . در سراسر اروپا بیش از ۳۵ راکتور برای بار گذاری ۲۰ تا ۲۵٪ قلبشـان با سـوخت MOX حاوی حداکثر ۷٪ پلوتونیوم سطح راکتوی مجوز گرفته اند .

راکتورهای پیشرفته

فن آوری راکتورهای هسته ای در حال حاضر به طور مشخص بهتر از آن چیزی است که توسط بیشتر نیرو گاه های فعال در سطح جهان به کار رفته است . اولین راکتورهای پیشرفته هم اکنون در ژاپن به کارفت گرفته شده اند .

سازنده گان راکتور در آمریکای شمالی ، ژاپن و اروپا ، ۹ طرح جدیدی برای راکتور های هسته ای دارند که یا تصویب شده اند و یا مراح نهایی طراحی را می گذرانند ، چند تایی هم در مرحله ی تحقیق و توسعه هستند . در این راکتورها بهبود ایمنی مدنظر قرار می گیرد ، از جمله این که کاربران وقت بیشتری برای ترمیم مشکلات ایمنی [احتمالی] خواهند داشت ، و اطمینان بیشتری در مورد مها پرو توزایی در همه ی شرایط ایجاد می شود . نیروگاه های جدید هم چنین سادتر کار می کنند ، و بازرسی ، نگهداری و تعمیر آن ها آسان تر است . بنابراین در کل دوام و صرفه اقتصادی آن ها زیاد می شود .

مشخصات راکتورهای نسل جدید

- برای هر نوع از آن ها یک طراحی استاندارد وجود دارد که صدور پروانه را تسریع کرده ، هزینه و زمان ساخت وساز را کاهش می دهد .
- طراحی ساده تر و محکم تری دارند آ سان تر کار می کنند و در صورت اختلال در کار آسیب می بینند .
- بهتر در دسترس قرار می گیرند ، و طول عمر طولانی تری دارند .
- دارای اندازه های مختلف با صرفه اقتصادی خواهند بود .
- احتمال حادثه ی ذوب قلب را بیش از پیش می کاهند .

- به منظور کاهش م صرف سوخت و مقدار پ سماند ، سوزش سوخت با لاتری دارند .

اختلاف عمده ی نیروگاه های ه سته ای ن سل جدید با بی شتر نیروگاه های فعال کنونی این اســت که خصــوصــیات ایمنی « غیر فعال » دارند که به جاذبه ، هم رفتی طبیعی و غیره تکیه دارد ، و به هیچ کنترل فعال یا دخالت عملی برای پرهیز از حوادث در هنگام بد کار کارکردن نیاز ندارند .

طراحی های جدید در دو گروه عمده قرار می گیرند : تکاملی و پیدایشــی . طراحی های تکاملی آن- هایی هستند که در اصل مدل هایی جدیدی از طراحی های موجود و آزمایش شده می باشند . طراحی های پیدایشی با نیروهای فعلی کاملاً متفاوتند و پیش از توسعه ی گستره ی آن ها به آزمایش و تحقیق بیشتری نیاز دارند .

در آمریکا، سـازمان انرژی فدرال (DOE) و صـنایع هسـته ای تجاری سـه نوع راکتور پیشــرفه را پدید آورده اند . دو تای از این ها در گروه طراحی های « تکاملی » بزرگ قرار می گیرند که مسـتقیماً بر اسـاس راکتورهای آب سـبک فعال در آمریکا ، ژاپن و اروپای غربی ساخته می شوند . این راکتورها در محدودی ۱۳۰۰ مگاوات هستند . یکی از این ها یک راکتور آب جوشان (ABWR) پیشرفته است ، که دو نمونه اش در ژاپن به صورت تجاری کار می کند ، و دو تای دیگر در تایوان در د ست ساخت ا ست . یکی نوع دیگر سامانه ی ۸۰ + ا ست که یک راکتور آب تحت فشار (PWR) پیشرفته ا ست وبرای تجاری شدن آماده می با شد . در کره ی جنوبی هشت راکتور با سامانه ی ۸۰

وجود دارد که بیشتر خصوصیات سامانه ی ۸۰ + را دارند و زیربنای برنامه ی راکتورهای نسل بعدی کره هستند .

کمیته ی نظارت ه سته ای ایلات متحده (NRC) ، با توجه به این که هر دو این دو نوع طراحی از «اهداف ایمنی NRC فراتر رفته اند » ، گواهی نامه ی نهایی طراحی را در مه ۱۹۹۷ برای آن ها صادر کرده است . هم چنین اروپائیان ABWR را به عنوان برای راکتورهای پیشرفته تأیید کرده- اند .

یک راکتور پسشرفته و بدیع تر امریکایی دیگر با ظرفیت کوچک تر (۶۰۰ MWe) هم ه ست که دارای خ صو صیات ایمنی غیر فعال ا ست (احتمال وقوع خطر پیش بینی شده برای قلب راکتور نزدیک به یک هزارم استانداردهای فعلی NRC ا ست). این راکتور با نام Westinghouse ۶۰۰ -AP در دسامبر ۱۹۹۹ گواهی نامه ی طراحی نهایی را از NRC کسب کرده است .

این مجوزهای NRC اولین گواهی نامه های از این د ست ه ستند که صادر می شوند و برای ۱۵ سال اعتبار خواهند داشت . یک نتیجه ی این رویه ی کلی این است که موضوع ایمنی در این طرح های تأیید شده کاملاً حل شده می باشد و بنابراین باب درگیری های حقوقی در طول صدور پروانه برای تک تک نیروگاه ها باز نخواهد بود . شرکت ها قادرند هم پیش از شروع ساخت ، هم برای ساخت و هم برای کار یک راکتور تنها یک پروانه از NRC دریافت کنند .

جدا از روال NRC و ورای الزامات حتمی آن ، صنایع هسته ای ایالات متحده یک طراحی استاندارد شده در هر گروه (ABWR بزرگ یا ۶۰۰ -AP متوسط) برای مهندسی اولین نمونه از هر نوع (FOAKE-first of a kind Engineering)انتخاب کرده است . نیمی از بودجه ی این برنامه ۲۰۰ میلیون دلاری توسط DOE تأمین می شود . در نتیجه خریداران هم اکنون اطلاعات ثابتی در مورد هزینه های ساخت و برنامه های زمان بندی دارند .

۱۰۰۰ -AP Westinghouse که بزرگ شده ی ۶۰۰-AP است ، هم اکنون برای دریافت گواهی طراحی کامل به NRC ارسال شده است . این طرح برای ساخته شدن دربریتانیا و آمریکا به صورت جدی مدنظر قرار دارد و می تواند در صورت لزوم با یک قلب MOX کامل کار کند .

در ژاپن دو تا از اولین نمونه های ABWR ها از سال ۱۹۹۶ در حال کار کردن هستند و انتظار می رود ۶۰ سال عمر کنند . چندتای دیگر هم در ژاپن و تایوان در حال ساخته شدن هستند .

یک PWR پیشرفته (۱۵۰۰ MWe) توسط چهار شرکت بزرگ به همراهی Westinghouse و Mitsubishi در حال ساخته شدن است ، که اساس نسل بعدی PWR های ژاپنی خواهد بود . به علاوه Mutsubishi در حال ساخت راکتور ۱۰۰۰ -AP Weastinghouseشرکت دارد .

در کره ی جنوبی ،طرح PWR پیشرفته ۱٤۰۰ -APR که تکامل یافته ی سامانه ی ۸۰ + ایالات متحده است به عنوان راکتور نسل بعدی این کشور شناخته شده است .

در اروپا سه طرح برای انطباق شرکت های فراسوی و آلمانی با الزامات کاری اروپا (EUR) در دست تهیه است که معیارهای ایمنی سخت گیرانه ای دارند .دوتای اول برای عرضه به بازار آماده هستند .

Framatome ANP در حال پدیدآوردن یک راکتور آب تحت فشار بزرگ اروپایی (EPR) (۱۵۵۰ MWe تا ۱۷۵۰ MWe) است که طرحش در اواسط ۱۹۹۵ به عنوان یک ا ستاندارد جدید در فراسه تأیید شد . این طرح از انواع فراسوی N٤ و آلمانی Konvoi گرفته شده است .

Frametome ANP هم ، همراه با شرکت ها و مسئولین ایمنی آلمانی ، در حال گسترش یک طرح تکمیل شده ی دیگر است : ۱۰۰۰ SWR که یک BWR با ظرفیت ۱۲۹۰ Mwe -۱۰۰۰ می باشد . این طرح در ۱۹۹۹ کامل شد و گسترش آن برای کسب گواهی طراحی ایالات متحده وجه ی همت قرار دارد .

در سوئد Westinghouse در حال تهیه ی یک طرح ۹۰ + BWR (۱۵۰۰ MWe) تکامل یافته با هدف انطباق شرکت های اسکاندیناوی با الزامات EUR است . در روسیه دو طرح راکتور پیشرفته در حال تهیه است . هردوی آن ها PWR پیشرفته با خصو صیات ایمنی غیر فعال هستند .

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

ســـاخت اولین واحد V- ٤٠٧ با ظرفیت MWe ٦٤٠ (VVER- ٦٤٠) در نزدیکی St Petersbrgy آماده ی شروع شدن ا ست . برای این محل و Kola چهار واحد مد نظر اســـت . یک یا دو واحد V-٣٩٢با ظرفیت MWe ١٠٠٠ (VVER- ١٠٠پیشـــرفته)برای Novovoronezh در نظر گرفته شـــده اســـت.به علاوه٩١ -VVER(MWe ١٠٠٠) با سامانه های کنترل غربی در د ست تهیه ا ست و دو تا از آن ها در Jingsu Tianwan چین در حال ساخته شدن است .

نیروگاه های هسته ای شناور کوچک هم در حال توسعه هستند .

کانادا دو طرح در حال ســاخت دارد که براســاس راکتورهای قابل اعتماد ٦ -CANDU بنا نهاده شـــده اند . دو واحد نخســتین ٦ -CANDU های بهبود یافته در چین راه افتاده اند .

راکتور٩ –CANDU توســـعه یافته ی (MWe ١٣٠٠ -٩٢٥) یک طرح دیگر اســـت که بزرگ تر

بوده و شـــرایط ســـوخت قابل انعطافی دارد . ســـوخت این راکتور می تواند اورانیوم طبیعی ، اورانیوم کمی غنی شده ، اورانیوم بازیابی شده از بازفرآوری سوخت مصرف شده ی PWR ، خود سوخت مصرف شده ی PWR ، سوخت اکسید مختلط (U و Pu) ، یا توریم باشد .

راکتور CANDU ی پیشرفته ی (ACR) یک ایده ی تازه است که باز هم از ٦ -CANDU نشأت گرفته ا ست . این راکتور در حالی که کند کننده ی آب سنگین کم فشار خود را

حفظ می کند ، بعضی از ویژگی های راکتور آب تحت فشار از جمله قابلیت استفاده از سوخت با غنای کم را دارد . انتخاب خنک کننده ی آب سبک و یک قلب فشرده ترهزینه ی ساخت را کاهش می دهد (جدول ٤-١)

به خاطر دمای کار بالاتر و فشار خنک کننده ی بالا بازده حرارتی این راکتور بیشتر است . این طرح در حال طی مراحل دریافت مجوز کانادا ، آمریکا و بریتانیا می باشد .

بااتکا به تجارت مربوط به چندین راکتور ابتکاری ساخته شده در دهه ی ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ ، راکتورهای دمای بالا ی خنک شونده با گازی (HTR) در حال توسعه هستند که قادر خواهند بود هلیمی با دمای بالا (تا ۹۵۰ درجه ی سانتی گراد) تحویل دهند . این هلیم برای کاربردهای صنعتی یا مستقیماً برای چرخاندن توربین های گازی به منظور تولید برق (چرخه ی Brayton) با بازده حرارتی تقریبی ٤٨٪ می تواند به کار رود . هر چند برای این چرخه ی مستقیم باید سوخت و اجزای راکتور خیلی بی نقص باشند ،توسعه ی فن آوری در دهه ی گذشته HTR را عملی تر از قبل کرده است . سوخت این راکتورها به شکل ذراتی با قطر کمتر از یک میلی متر است . هر جزءِ سوخت یک هسته ی مرکزی از اکسی کر باید اورانیوم (Ozidcarbide) ، با اورانیوم دارای غنای ۲۳۵٪۹ U- ،دارد . این هسته با لایه های از کربن و کربیدسیلیکون محصور می شود که محفظه ای برای محصولات شکافت است و تا C ۲۰۰۰ پایدار می باشد .

دو راه برای چیدن این ذرات وجود دارد : در جعبه های گرافیتی شش وجهی به شکل « منشور » یا در گلوله های گرافیتی به اندازه ی توپ بیلیارد و پوشانده شده با

کربیدسیلیکون که هر یک حدود ۱۵۰۰ ذره ی سوخت و ۱۹ گرم اورانیوم دارد . هر دو روش از یک ایمنی ذاتی سطح بالای برخورد دارند ، از جمله ضریت حرارتی منفی بالا که به واسطه ی آن با افزایش دما فرآیند شکافت کند می شود .

راکتو ر Pobble Bed Modular (PBMR) آفریقای جنوبی در حال ساخته شدن توسط یک کنسر سیومی به مدیرت شرکت **Eskom** ا ست . این شرکت از مهارت آلمانی ها بهره می برد .

هدف تغییر سطح در مسائل ایمنی و اقتصادی است . واحدهای هر مولد توربین گازی چرخه ی مستقیم دارای توان **MWe** ۱۱۰ با بازده حرارتی حدود ٤٥٪ خواهند بود. حداکثر ٤٥۰۰۰۰ دانه ی سوخت از طریق راکتور graphite – lined به صورت مداوم (هر کدام در حدود ده بار) به گردش در می آیند تا مصرف شده و یک غنای متوسط حدود ۵_۶ ٪ به بار سوخت بدهند . هر واحد در نهایت در حدود ۱۹ تن در سال دانه ی سوخت مصرف شده خواهد کرد که در سطل های ذخیره سازی پایگاه تخلیه می شود .

یک طرح آمریکایی بزرگ تر به نام راکتور Gas Turbine - Modular Helium (GT-MHR)

به صورت واحد های MWe ۲۸۵ ساخته خواهد شد که هر واحد یک توربین گازی را با بازده حرارتی ٤۸٪ راه می اندازد . این طرح توسط General Atomico به هم راهی Minatom روسیه در دست تهیه است و توسط Framatome ANP و Fuji (ژاپن)

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

حمایت می شود . این راکتور ابتدا برای سوزاندن پلوتونیوم خالص حاصل از سلاح های هسته ای در Severs k رو سیه به کار می رود . زمان ساخت یک نمونه آن در رو سیه ۰۹ - ۲۰۰۶ اســت که در ادامه ی بازخوانی مســائل حفاظتی آن که هم اکنون در حال انجام است صورت می پذیرد . هم زمان یک طرح روسی برای نوعی راکتور سوزاننده ی اورانیوم در حال انطباق با ا ستانداردهای آمریکایی ا ست که می تواند از سال ۲۰۰۷ پس از گرفتن پروانه از NRC ، ساخته شود .

HTR ها قابلیت این را دارند که از ســوخت های بر پایه ی توریم مانند HEU با Th ، ۲۳۳ -U با Th ، و Pu با Th استفاده کنند . بیشتر آزمایش ها در HTR ها با سوخت های توریمی بوده است .

WikiPower.ir

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

جدول ۴-۱ . راکتورهای حرارتی پیشرفته

کشور سازنده	راکتور	اندازه (MWe)	پیشرفت طرح	مشخصات اصلی (همگی دارای ایمنی بیشتری هستند)
آمریکا- ژاپن (GE-Hitachi-Toshiba)	ABWR	۱۳۰۰	در ژاپن: استفاده‌ی تجاری از ۷- ۱۹۹۶ در آمریکا: گواهی نهایی طراحی NRC ،1997 FOAKE	طراحی تکاملی بازده بیشترو پسماند کمتر سادگی ساخت (۴۸ ماهه) و کار
آمریکا (Westinghouse) - کره‌ی جنوبی	APR ۱۴۰۰ +, ۸۰ (PWR)	۱۳۰۰ ۱۴۰۰	گواهی نهایی طراحی NRC، مه ۱۹۹۷ توسعه یافته برای Shin Kori 3&4 کره	طراحی تکاملی دوام بیشتر ساخت و کار ساده‌تر
آمریکا (Westinghouse)	AP-600 AP-1000 (PWR)	۶۰۰ ۱۰۰۰	AP-600: گواهی نهایی طراحی NRC دسامبر ۱۹۹۹، FOAKE	ساخت و کار ساده‌تر، ساخت ۳ ساله طول عمر ۶۰ سال
ژاپن (شرکتهای برق + Westinghouse Mitsubishi)	APWR	۱۵۰۰	طراحی اولیه، یک واحد دو قلو در Tsuruga مدنظر است	سیستم ایمنی هایبرید ساخت و کار ساده‌تر
فرانسه- آلمان (Framatome ANP)	EPR (PWR)	۱۵۵۰ ۱۷۵۰	پذیرفته شده به‌عنوان استاندارد آینده‌ی فرانسه، تکمیل طرح در ۱۹۹۷	طراحی تکاملی بازده سوخت بالا
سوئد (Westinghouse)	BWR 90+	۱۵۰۰	در حال ساخت	طراحی تکاملی ساخت طی ۴۸ ماه
آلمان (Framatome ANP)	SWR (BWR)	۱۰۰۰	در حال ساخت	طراحی پیدایشی
روسیه (Atomenergoproj-ect Gidropress)	V-407 V-392 (PWR)	۶۴۰ ۱۰۰۰	اولین واحد V-407 در حال ساخت، V-392 طرح شده	عمر ۶۰ ساله ساخت ساده‌تر
روسیه (AEE)	WER-91 (PWR)	۱۰۰۰	دو واحد در Tianwan چین ساخته شده	طراحی تکاملی
کانادا (AECL)	CANDU-9	۹۲۵ ۱۳۰۰	تصویب گواهینامه در ۱۹۹۷	طراحی تکاملی تنوع نوع سوخت
کانادا (AECL)	ACR	۷۰۰ ۱۰۰۰	تا ۲۰۰۵ ساخته می‌شود	طراحی تکاملی سوخت کم غنا خنک کننده‌ی آب سبک
آفریقای جنوبی (Eskom, BNFL)	PBMR	هر واحد ۱۱۰	شروع ساخت نمونه در ۲۰۰۲	ساختار واحدی، ارزان توربین گازی سیکل مستقیم بازده سوخت بالا
آمریکا- روسیه (General Atomics-Minatom)	GT - MHR	هر واحد ۲۸۵	در حال ساخت در روسیه به صورت یک همکاری چند ملیتی	ساختار واحدی، ارزان توربین گازی سیکل مستقیم بازده سوخت بالا

راکتورهای نوترون سریع (FBR)

راکتورهای نوترون سریع دارای فن آوریی متفاوت از آن چه تاکنون گفته شد هستند . آن ها

توان را از پلوتونیوم تولید می کنند و به جای ا ستفاده از ایزوتوپ شکافت پذیر ۲۳۵ – U که در اکثر راکتورها به کار می رود ،به طور کامل از اورانیوم ۲۳۸ در مجموعه ی سوخت راکتور استفاده می کنند . در صورتی که این راکتورها طوری طراحی شوند که پلوتونیوم تولیدی آن ها بیش از پلوتونیوم مصرفیشان باشد راکتورهای زاینده ی سریع (FBR) نامیده می شوند و در غیر این صورت اگر کاملاً مصرف کننده ی پلوتونیوم باشند ، گاهی اوقات «سوزاننده » گفته می شوند . مدت های مدیدی بر قابایت تولید سوخت بیش از مقدار مصرف این راکتورها تمرکز شده بود ، اما امروزه به خاطر ارزانی اورانیوم و لزوم در اختیار گرفتن پلوتونیوم حا صل از ت سلیحات جنگی ، توجه اصلی به نقش آن ها به عنوان یک سوزاننده ی پلوتونیوم است .

چندین ک شور برنامه هایی برای تحقیق و گ سترش راکتورهای زاینده ی سریع که از خانواده ی راکتورهای نوترون سریع هستند دارند . بیش از ۳۰۰ راکتور- سال تجربه ی عملی در مورد این نوع از راکتورها کسب شده است (جدول ٤ -۲ را ببینید) .

در چرخه ی سوخت بسته ی راکتورهای معمولی دو ماده ی « مازاد » تولید می شود : پلوتونیوم (از جذب نوترون حاصل و در فرآیند باز فرآوری جدا می شود) و اورانیوم تهی شده (حاصل از غنی سازی) . نوترون سریع از پلوتونیوم به عنوان سوخت اصلیش استفاده می کند ، و هم زمان اورانیوم تخلیه شده (یا طبیعی) ، مخصوصاً ۲۳۸ - U، را که یک

« محفظه ی قابل شکافت » اطراف قلب تشکیل می دهد ، به پلوتونیوم شکافت پذیر تبدیل می کند . به عبارت دیگر این راکتور پلوتونیوم را « می سوزاند » و می تواند « زاینده ی » پلوتونیوم هم باشد ، همان طور که در شکل ٤ -۶ نشان داده شده است . بر اساس نوع طراحی ، و با باز فرآوری سوخت مصرف شده ، این راکتور می تواند پلوتونیوم شکافت پذیر کافی برای رفع نیاز خودش ومقداری هم بیشتر برای راکتورهای زاینده ی دیگر یا برای استفاده در راکتورهای معمولی تولید کند (شکل ٤ -۷ را ببینید) .

راکتورهای نوترون سریع به واسطه این که در دمای کار می کنند بازده حرارتی بالایی دارند . خنک سازی این راکتورها با سدیم مایع انجام می شود . سدیم روی هم رفته به جهاتی از آب خیلی پرفشار سودمندتر است ، هر چند این کار از نظر شیمیایی به مشکلاتی زیاد بر می خورد . آزمایش هایی که بر روی یک راکتور زاینده ی ۱۹ ساله ی بریتانیایی پس از اوراق شدنش در ۱۹۷۷ انجام شد نشان داد که سامانه ی خنک کننده ی سدیم مایع نسبت به سامانه ی معمول تر آب پرفشار و سامانه های بخار در

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

راکتورهای آب سبک حساسیت کمتری به مشکلات فنی دارد . اخیراً تجارت عملی با نمونه های فرانسوی و بریتانیایی این موضوع را تأ ییـد کرده است .

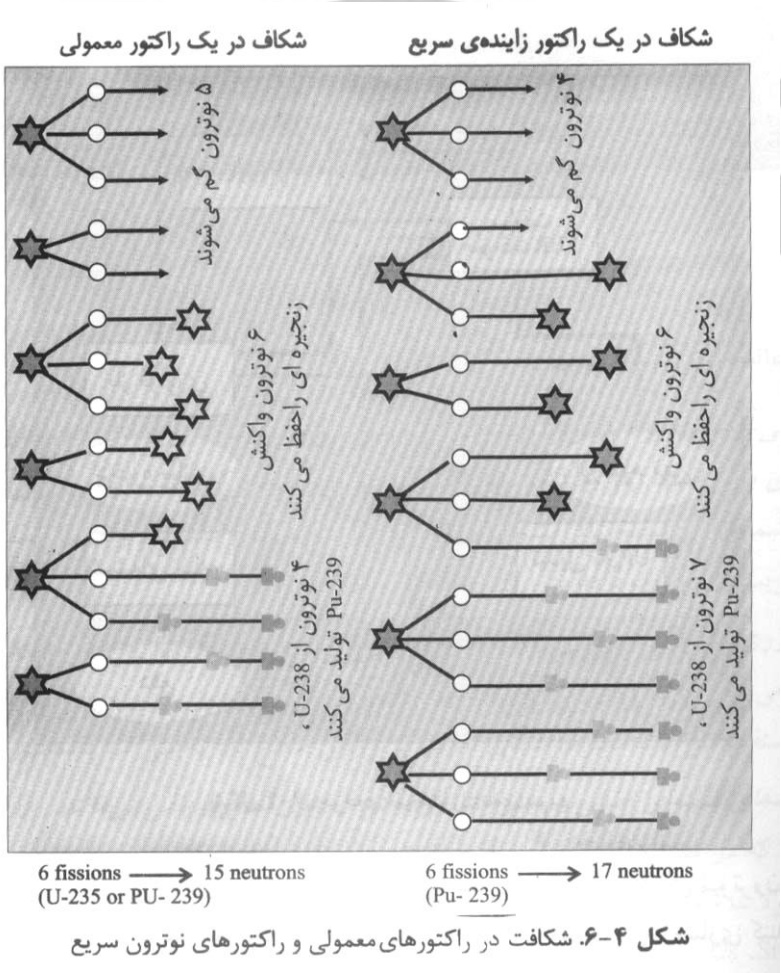
در حدود FBR ۲۰ از دهه ی ۱۹۵۰ به کار مشغول شده اند .

جدول ۴-۲. راکتورهای زاینده‌ی سریع

		خروجی		طول مدت کار
		MW (الکتریکی)	MW (حرارتی)	
آمریکا	EBR1	۰/۲		۱۹۵۱ -۶۳
	EBR2	۲۰		۱۹۶۳ -۹۴
	Fermi 1	۶۶		۱۹۶۳-۷۲
	Fast Flux Test Facility	۲۰		۱۹۶۹ -۷۲
	SEFOR		۴۰۰	۱۹۸۰ -۹۳
بریتانیا	Dounreay DFR	۱۵		۱۹۵۹ -۷۷
	Dounreay PFR	۲۷۰		۱۹۷۴-۹۴
فرانسه	Rapsodi		۴۰	۱۹۶۶ -۸۲
	Phenix	۲۵۰		۱۹۷۳-
	Superphenix 1	۱۲۴۰		۱۹۸۵ -۹۸
آلمان	KNK 2	۲۱		۱۹۷۷ -۹۱
هند	FBTR		۴۰	۱۹۸۵ -
ژاپن	Joyo		۱۰۰	۱۹۷۸ -
	Monju	۲۴۶		۱۹۹۴ -۹۶
قزاقستان	BN 350*	۱۳۵		۱۹۷۲ -۹۹
روسیه	BR 5		۵	۱۹۵۹ -۷۱
	BR 10		۱۰	۱۹۷۱ -
	BOR 60	۱۲		۱۹۶۹ -
	BN 600	۶۰۰		۱۹۸۰ -

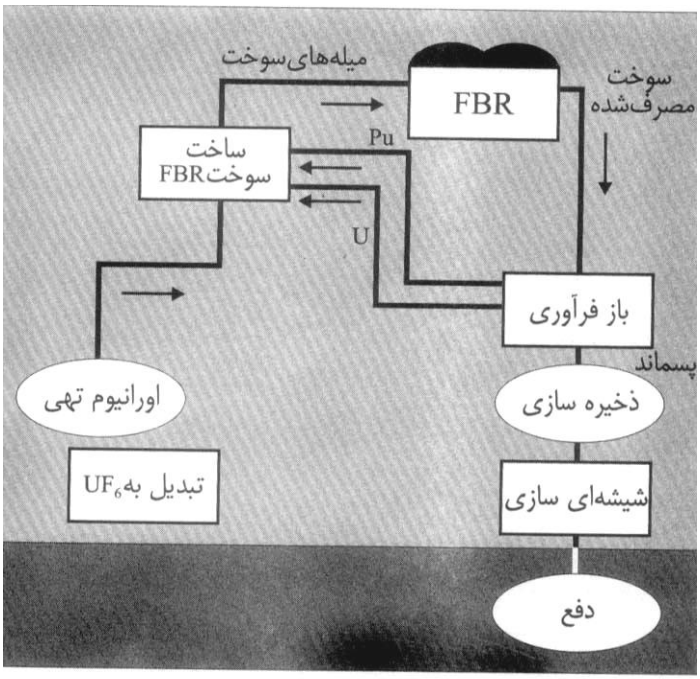
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

راکتور زاینده ی ســـریع قابلیت به کار گیری تقریباً همه ی اورانیوم حاصـــل از استخراج معادن را دارد . روی هم رفته انرژی حاصل از یک مقدار اورانیوم اولیه در چرخه ی زاینده ی سریع ۶۰ برابر « چرخه ی باز » ا ست . این بازده انرژی فوق العاده بالا ، راکتور زاینده را به یک ســامانه ی مبدل انرژی جذاب بدل کرده اســت . با وجود این هزینه ی ســاخت بالا و فراوانی اورانیوم ارزان قیمت باعث خواهد شـــد که این راکتورها تا چند دهه و شاید نه دیر زمانی قبل از ۲۰۵۰ صرفه اقتصادی نداشته باشند .



شکل ۴-۶. شکافت در راکتورهای معمولی و راکتورهای نوترون سریع

به این دلیل کار بر روی طراحی FBR اروپایی ۱۴۵۰ MWe در ۱۹۹۴ نا تمام مانده ، اگر چه تحقیقات بر روی Suprphenix FBR فرانسوی با ظرفیت ۱۲۵۰ MWe در ۹۸-۱۹۹۵ جای آن را گرفت . هم اکنون تحقیقات بر روی FBR های هندی به منظور هموار کردن راه برای استفاده از توریم به عنوان سوخت ادامه دارد ، و یک FBR ۵۰۰ MWe جدید در Kalpakkam در دست ساخت است . Monju ژاپنی نمونه ای از یک FBR تجاری است که در آگوست ۱۹۹۵ به شبکه متصل شد (اما در ادامه به خاطر نشت زیاد سدیم خاموش شد) . راکتور زاینده ی سریع ۶۰۰ -BN از ۱۹۸۱ در حال تغذیه ی برق به شبکه است و بهترین رکورد کاری و تولید را در میان واحدهای نیروگاه های هسته ای روسیه دارد . FBR ۳۵۰ - BN حدود ۲۵ سال در قزاقستان کار کرد و در حدود نصف خروجی آن صرف شیرین کردن آب شد . روس ها در نظر دارند راکتورهای نوترون سریع از نوع ۶۰۰ – BN را برای استفاده از پلوتونیوم حاصل از زرادخانه های نظامی دوباره سازی کنند .



شکل ۴-۷. چرخه‌ی سوخت زاینده‌ی سریع

چرخه ی توریم

راکتورهای چرخه ی توریم یا شبه زاینده شبیه به راکتورهای زاینده ی سریع ه ستند که درآن- ها یک ماده ی بارور طبیعی مانند توریم _ ۲۳۲ نوترون های کند را جذب کرده و (غیر مستقیم) تبدیل به اورانیم ۲۳۲ شکافت پذیر می شود . این عمل یک واکنش زنجیره ای گر مازا ایجاد می کند ، در حالی که نوترون های اضافی توریم بیشتری را به ۲۳۳ - U تبدیل می کنند. این فن آوری برای عدهای جذاب تشخیص داده شده زیرا در آن پلوتونیم تولید نمی شود ، از توریم که به نسبت فراوان است به عنوان سوخت استفاده می شود ، و بازده استفاده از سوخت آن به به راکتور زاینده ی سریع نزدیک است . با وجود این مقدار اورانیوم شکاف پذیر تولید شده برای حفظ

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

واکنش کاملاً کفایت نمی کند ، به همین خاطر معمولاً واژه ی « شـبه زاینده » برای آن ها به کار می رود . در حالی که این راکتورها برای مدت ۳۰ سـال مرکز توجه بوده-اند ، فقط در هند به صورت تجاری مدنظر قرار گرفته اند .

بازیابی اورانیم و پلوتونیم های نظامی برای تولید برق

تلاش های جهانی برای خلع صلاح هسته ای از قضا منجر به بعضی مشکلات امنیتی جدی شده است . پیاده سازی کلاهک های هسته ای روسیه و آمریکا (START-I و START-II) انجام گرفته ، باعث جمع شدن موادی بامرتبه ی جنگ افزاری (پلوتونیم و اورانیم فوق العاده غنی) شده است . به خصوص پس از فروپاشی شوروی در مورد احتمال دزدیده شـدن ، قاچاق و خرید و فروش پنهانی مواد شـکافت پذیر یا افتادن آن ها به دسـت کشورهای خاطی یا تروریست ها نگرانی هایی به وجود آمده است . کنترل نامناسب مواد هسته ای در روسیه ، ابعاد برنامه های هسته ای و امنیت پایین تر از استاندارد تأسیسات هسته ای در آن کشور عواملی هستند که سبب نگرانی از افتادن مواد هسته ای به دسـتان ناپاک می شـوند . در طول دهه ی ۱۹۹۰ ، تلاش مشـترک بسـیاری از کشـورها امنیت فیزیکی و مسـئولیت در قبال این مواد را به شـکلی قابل ملاحظه بهبود بخشید .

بنابراین چالش جدا سازی و دفع مواد شکافت پذیر تسلیحاتی به خصوص پلوتونیم که دیگر برای مقاصد نظامی لازم نیستند ، اولویتی برای جامعه ی جهانی شده است . IAEA گزینه- هایی سیاسی را در ارتباط با مدیریت و به کارگیری ذخایر پلوتونیم نظامی آزموده است . فوری ترین موضوع حفاظت این ماده در مقابل دزدی و انحراف ، در عین حال تعیین مناسب- ترین وسیله برای استقرار آن هاست . استفاده از پلوتونیم با مرتبه ی جنگ افزاری (بیشتر از ۹۳٪ Pu– ۲۳۹) در سوخت اکسید مختلط (MOX) راکتورهای غیر نظامی چشم اندازی روشن دارد . ساختن MOX با مخلوط کردن پلوتونیوم جنگ افزاری و پلوتونیوم با مرتبه ی راکتوری کاملاً عملی است . این تنها ابزار دفعی است که پلوتونیم جنگ افزاری را برای همیشه از چرخش باز می دارد و به صورتی مؤثر آن را مصرف می کند . در حال حاظر کوشش ها برای « بازیافت » پلوتونیم از این طریق در حال انجام است و «سران گروه هشت» شامل کشورهای G7 وروسیه در حال پی گیری این گزینه هستند .

پس از سه دهه نگرانی از این که مبادا اورانیم اختصاص یافته برای تولید قدرت هسته ای تجاری راهش را به سوی جنگ افزارها باز کند ، حالا می بینیم اورانیم جنگ افزاری است که به سوی چرخه ی سوخت هسته ای صلح جویانه برای استفاده در تولید برق هسته ای تجاری هدایتمی شود . اولین ماده ازاین نوع که مربوط به کلا هک های نظامی شوری بود در ۱۹۹۵ به آمریکا حمل شد و در حال حاضربرای تولید ده درصد کل برق آمریکا استفاده می شود . بازیافت اورانیوم های با مرتبه ی جنگ افزاری

آمریکا نیز برای تولید برق شروع شده ا ست . اورانیم با غنای بالای نظامی به ن سبتی در حدود ۱:۲۵ با اورانیم تخلیه شده ی باقی مانده از کارخانه های غنی سازی ، یا مواد مشابه ترکیب و تضعیف می شود.

اطلاعات بیشتر در مورد انرژی هسته ای

همان طور که واقف هستید کاربردهای انرژی هسته‌ای می‌تواند در تولید برق هسته‌ای و مواد پرتوزای داروهای صنعتی کاربرد داشته باشد و مواد پرتوزای داروی صنعتی دارای کاربردهای پزشکی و تحقیقات و صنعتی هستند و در راکتورهای تحقیقاتی کوچک با ظرفیت‌های کم تولید می‌شوند که این امر با داشتن راکتور ۱۰ مگاواتی تهران صورت می گیرد و تاکنون به نیاز صنعت کشور پا سخگو بوده ا ست و هنوز نتوانسته‌ایم ازظرفیت کامل این راکتور استفاده نماییم.

عدم استفاده از ظرفیت کامل راکتور ۱۰ مگاواتی تهران اثبات می‌نماید که نیاز ایران به تولید برق هسته‌ای بیشتر می‌باشد چرا که در این قسمت ا ست ایران با کمبود مواجه می‌باشد و اگر بتواند از انرژی هسته‌ای در تولید برق استفاده نماید می‌تواند مشکلات عدیده صنعت کشور را حل نماید.

طبق آمار رسمی ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران در دو معدن ساغند در استان یزد و گاچین در استان هرمزگان قرار دارد که فقط معدن ساغند در حال استخراج

می‌باشد که کل ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران در مجموعه نزدیک به ۱۴۷۲ تن اورانیوم در اختیار دارد.

که برای مقایسه ذخایر شناخته شده چند کشور را برای شما ذکر می‌نمایم:

استرالیا ۱/۰۴۷/۰۰۰ تن ، قزاقستان ۶۲۲/۰۰۰ تن ، کانادا ۴۳۹/۰۰۰ تن ، آفریقای جنوبی ۲۸۸/۰۰۰ تن نامیبیا ۲۱۳/۰۰۰ تن ، برزیل ۱۴۳/۰۰۰ تن ، رو سیه ۱۴۸/۰۰۰ تن ، ایران ۱۴۷۲ تناین مقایسه نشان می‌دهد که ایران دارای ذخایر قابل توجه‌ای نیست براساس آمار رسمی و با توجه به ذخایر محدود هر دو معدن، اورانیوم ایران تنها پس از گذشت شش سال، تأمین سوخت یک واحد نیروگاه بوشهر به اتمام می‌رسد و اگر در هفت نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی استفاده گردد در کمتر از یک سال اورانیوم ایران به پایان خواهد رسید و ایران مجبور است سوخت هسته‌ای را از منابع خارجی تأمین نماید.

خواست ملی:

خواست ملی چیست؟ هر حقی که متعلق به ملت باشد می‌تواند خواست ملی تلقی گردد

در اینکه انرژی هسته‌ای حق مسلم هر ایرانی است شکی نیست.ولی آیا خواست ملی ما فقط حق استفاده از انرژی هسته‌ای می‌باشد؟اگر کاری صورت گیرد که این خواست

ملی دستیابی انرژی هسته‌ای که خواست‌های حیاتی‌تر و مهم‌تر کشور مانند حفظ تمامیت ارضی، تأمین امنیت ملی و عمومی، توسعه اقتصادی، علمی و فنی، افزایش نفوذ کشور در سطح منطقه و جهان در خطر بیافتد کار غلطی صورت نگرفته است؟ آیا به خاطر این خواست باید خواست‌های حیاتی‌تر ما به خطر بیافتد؟

امروز سوخت و انرژی در دنیا به چند دسته کلی تقسیم می شوند. سوخت های فسیلی و سوخت های غیرفسیلی و انرژی های تجدید پذیر و غیرقابل تجدید.

سوخت های فسیلی عبارتند از: نفت، گاز و زغال سنگ که با اکسیژن هوا ترکیب می شوند و ایجاد انرژی به شکل حرارت می کنند. این سوخت ها در مقایسه با سوخت های دیگر انرژی کمتر تولید می کنند. مثلاً یک کیلوگرم زغال سنگ حدود ۸ کیلووات ساعت انرژی تولید می کند و یک کیلوگرم نفت حدود ۱۲ کیلووات ساعت انرژی تولید می کنند. این سوخت ها آلوده کننده محیط زیست نیز هستند.

به علاوه جزء ذخایر غیرقابل تجدید بوده و دارای مشکلات زیادی در حمل و نقل ایمنی نیز هستند. مانند :

گازگرفتگی (خفگی) یا تولید گاز سمی منوکسید کربن. دسته دیگر از سوخت ها شامل سوخت های هسته ای هستند مانند اورانیوم یا پلوتونیوم یا ایزوتوپ های هیدروژن مانند دوتریوم یا تریتیوم یا فلز سبک لیتیوم. این سوخت ها در مقایسه با سوخت های دسته اول دارای امتیازات مثبت و منفی هستند. اول اینکه در این سوخت ها بعضی

ایزوتوپ ها توانایی تولید انرژی به و سیله تکنولوژی فعلی بشر را دارد مانند ایزوتوپ های کمیاب اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم ۲۳۹ یا اورانیوم ۲۳۳ که به این ایزوتوپ ها شکاف پذیر می گویند.

امتیازات اینها عبارتند از تولید مقادیر زیاد انرژی به وسیله حجم کم ماده سوختنی. مثلاً از یک کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم ۲۳۹ می توان مقدار ۲۳ میلیون کیلووات ساعت گرما ایجاد کرد، اما مشکلاتی نیز دارند از آن جمله این که: غنی سازی و تولید این ایزوتوپ ها مشکلات و هزینه زیادی دارند. دوم اینکه، این سوخت های هسته ای سنگین پس از تولید انرژی مقادیر زیادی ایزوتوپ های پرتوزا از خود به جای می گذارند که به زباله های هسته ای موسوم است .

این زباله ها برای محیط زیست و سلامت افراد خطرناک هستند و باید برای صدها سال در انبار های محکم نگهداری شوند تا رادیواکتیو آن از بین برود. دسته دیگر از سوخت های هسته ای شامل عناصر سبک مانند دوتریوم یا تریتیوم یا لیتیوم هستند که قرار است در راکتور های گداخت یا همجوش هسته ای تولید انرژی کنند.

البته تاکنون از اینها در بمب های هیدروژنی بهره برداری نظامی و تسلیحاتی می شد، اما برای تولید انرژی برای مصارف صلح آمیز تکنولوژی راکتور های گداخت باید تکمیل شود، این سوخت ها معایب و مزایای فراوانی دارند. اول تولید نوترون و تشعشعات نوترونی می کنند که باید در راکتور های همجوشی هسته ای به نحوی

جذب و کنترل شـــوند دوم اینکه تریتیوم نباید از راکتور نشـــت کند زیرا یک ایزوتوپ رادیواکتیو است.مزایای این سوخت ها عبارت از این که فراوان در دسترس هستند و دوم اینکه تولید انرژی زیادتری نســـبت به اورانیوم یا پلوتونیوم می کنند. مثلاً انرژی حاصل از گداخت هیدروژن به هلیوم مساوی است با ۱۷۷ میلیون کیلووات ساعت در صـــورتی که انرژی حاصـــل از اورانیوم برابر اســـت با ۲۳۰۰۰۰۰۰ کیلووات ســـاعت . بنابراین یک کیلوگرم هیدروژن حدود ۸ برابر یک کیلوگرم اورانیوم تولید انرژی می کند.

انواع دیگر انرژی عبارتند از: انرژی خورشـــیدی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی و انرژی بیوگاز که مشـــکل بزرگ این انرژی تجدیدپذیر اینکه بازده انرژی اینها پایین است و دوم اینکه دائمی نیستند و سوم اینکه تکنولوژی بشر برای استفاده مقیاس زیاد از اینها تکمیل نیافته است. ما در این مقاله سعی می کنیم جدیدترین طرح تولید انرژی که شـــاید یکی از منابع انرژی قرن ۲۱ باشـــد را معرفی کنیم. این طرح تولید انرژی عبارت از شـــتاب دهنده ذرات اتمی برای تولید انرژی زیاد، عملکرد این ســـیســـتم و دســـتگاه براســـاس اســـتفاده از میدان های الکتریکی و مغناطیســـی برای شـــتاب دادن و کنترل ذرات باردار الکتریکی تا مرز ســـرعت نور اســـت. این ســـیســـتم ها قادر هســـتند سرعت الکترون ها و پروتون ها را تا مرز سرعت نور شتاب دهند. وقتی ذرات تا این حد شتاب یافتند سطح انرژی آنها چند میلیون برابر می شود و دارای انرژی عظیم و

فراوانی می شود. یک مثال نشان دهنده این مطلب است، به عنوان مثال شتاب دهنده پروتون در آزمایشگاه فرمی آمریکا قادر است ذرات پروتون را تا یک تریلیون الکترون ولت (Tev) شتاب دهد .اگر ما به وسیله این شتاب دهنده پروتون های یک گرم هیدورژن معمولی که در آب زیاد است را تزریق کنیم و شتاب دهیم انرژی پروتون ها برابر خواهد بود با انرژی ۲۶ میلیارد کیلووات ساعت انرژی، که مساوی است با انرژی تولید شده به وسیله شکافت حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم اورانیوم یا ۱۵ میلیون بشکه نفت. همه این انرژی عظیم و غیرقابل باور فقط به وسیله شتاب دادن پروتون های یک گرم هیدروژن تا سطح انرژی یک تریلیون الکترون ولت است. پس با این محاسبات دانستیم که شتاب دهنده ها دارای چه قدرت عظیمی هستند.

WikiPower.ir

انرژی هسته ای امروز

استفاده از نیروی هسته ای از حدود ٤٠ سال قبل آغاز شده است . در حال حاضر برق تولیدی در جهان توسط انرژی هسته ای به همان اندازه است که ٤٠ سال قبل توسط تمام منابع انرژی تأمین می شد .

امروزه چیزی در حدود دو سوم از جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می کنند که نیروگاههای هسته ای در زمینه تولید برق نقش مکمل را ایفا می کنند و حدود نیمی از مردم جهان در کشورهایی زندگی می کنند که نیروگاههای هسته ای در آنها در حال برنامه ریزی یا در دست ساختن می باشند .

- امروزه حدود ٤٤٠ نیروگاه هسته ای در ۳۱ کشور جهان برق تولید می کنند

- امروزه بیش از ۱۵ کشـــور از مجموع این تعداد در زمینه تأمین برق خود تا ۲۵ درصد یا بیشتر ، متکی به نیروی هسته ای می باشند به طوری که در اروپا و ژاپن سهم نیروی هسته ای در تأمین برق بیش از ۳۰ در صد ا ست و در آمریکا نیروی هسته ای ۲۰ درصد از برق مورد نیاز آن را تأمین می کند .

- در ســرتاســر جهان ، دانشــمندان بیش از ۵۰ کشــوراز حدود ۳۰۰ راکتور تحقیقاتی ا ستفاده می کنند تا درباره فناوری های هسته ای بیشتر تحقیق کنند و همچنین برای تشخیص بیماری و درمان سرطان ، رادیو ایزوتوپ تولید کنند .

همچنین راکتورهای هسته ای در اقیانو سهای جهان نیروی محرکه بیش از ٤٠٠ کشتی را بدون اینکه به خدمه کشتی و یا به محیط زیست آسیبی برسد ، تأمین می کند .

ارمغان فناوری هسته ای

پیشـــرفت توان هســـته ای در ایالات متحده امریکا از آنچه در پایان جنگ جهانی دوم انتظار می رفت بوده اســـت. به دلایل گوناگون، فنی و اداری عمدتا در اتباط با جنگ ســـرد با اتحاد شـــوروی کمیســـیون انرژی اتمی امریکا که امروزه مرکزانرژی نامیده میشود تاکیدی بر پژوهش ،در باره سیستمهای توان الکتریکی هسته ای نداشت تا آنکه در ســـال ۱۹۵۳ ایزنهاور به این امر اقدام کرد. در طی ســـالهای ۱۹۶۰توان الکتریکی

هسته ای از لحاظ اقتصادی با هیدروالکتریسیته والکتریسیته حاصل از زغال سنگ ونفت رقابت آمیز شـد.در آغاز سـالهای ۱۹۷۸ ،۶۵ راکتور هسـته ای با ظرفیتی بیش از ٤٥ میلیون کیلووات که حدود ۹٪تولید توان الکتریکی ملی اسـت در حال کار بود.با حدود ۹۰ راکتورکه در دسـت سـاخت بود انتظار می رفت که بخش هسـته ای محصـول الکتریسیته امریکا در سال ۱۹۸۰ به حدود ۱۷٪ و در سال ۱۹۸۵ به حدود ۲۸٪برسد.در مابقی جهان ،در سـال ۱۹۷۸ ، حدود ۱۳۰ راکتورتوان هسـته ای با ظرفیتی معادل ۵۰ میلیون کیلو وات در حال کار بود بود. و انتظار می رفت در سـال ۱۹۹۵ تعداد آنها به حدود ۳۲۵ راکتور برسد.

ضرورت انرژی هسته ای

کاربرد روزافزون انرژی یکی از مظاهر مهم زندگی جدید است. مقدار انرژی مصرفی در ایالات متحده ،که یک کشـور صـنعتی پیشـرفته اسـت بین سـالهای ۱۹۲۰-۱۹۷۰ با ضریبی حدود ٤۰ افزایش یافته است.

این بدان معنی است که در طول ۵۰ سال ،مقدار مصرف انرزی تقریبا هر ۱۰ سال دو برابر شده است. با آنکه هنوز نفت و زغال سنگ وجود دارد. آ شکار شده است که حتی با کوشـش های بیشـتر برای اسـتفاده محتاطانه و صـرفه جویانه از انرژی ،بازهم منابع انرزی جدید لازم اسـت ،انرژی حاصـل از شـکاف هسـته ای (و در دو مدت

،همجو شی)می تواند این نیاز را مرتفع سازد .قانون ترک ا ستفاده از انرژی ه سته ای در سال ۲۰۰۲ تصویب شد. این قانون ضمانت اجرایی برای توافقی است که بین دولت فدرال و شرکت های تأمین انرژی منعقد شده است. طبق این قانون ساخت

نیروگاه های هسته ای جدید برای مصارف تجاری ممنوع است و مدت استفاده از نیروگاه های موجود به ۳۲ سال از زمان آغاز به کار محدود شده است. در این قانون برای هر نیروگاه ه سته ای حداکثر میزان مجاز تولید برق تعیین شده ا ست. البته این امکان پیش بینی شده که میزان تولید برق نیروگاه های قدیمی به نیروگاه های جدید منتقل شود. انرژی ه سته ای در سال ۲۰۰۱، ۳۳ در صد از نیروی برق را تأمین کرده است.آیا بحران های انرژی بر طرف می شود .....

نیاز به منابع جدید انرژی در بحران ا نرژی که ایالات متحده ،کشور های غربی وژاپن در سالهای(۱۹۷۳-۱۹۷٤) با آن مواجه بوده اند شدیدا احساس می شود .این کمبود

نا شی از آن بود که کشور های تولید کننده نفت در خاورمیانه حمل نفت به بعضی از کشـور های پیشـرفته صـنعتی را کاهش دادند. این گونه رویداد ها نظرها رابر روش های تولید انرژی متمرکز کرد. از مصـرف زغال سـنگ که آلودگی بیشـتری دارد به انرژی خورشیدی ،و به نقش صنعت توان هسته ای در اقتصاد ما کشانید .

قدرت انرژی هسته ای

روشـهای اسـتفاده از انرژی هسـته ای کاملا تازه تکامل یافته اند ،اما نخسـتین نتایج به دسـت آمده از بکارگیری این روش ها مهم اند. بدون تردید ،تکامل بیشـتر روشـهای تولید و کاربرد انرژی هسته ای فرصتهای بی سابقه جدیدی را در پیشروی دانش ، فن و صنعت فراهم خواهد آورد. تجسم میزان کامل این فرصتها در مرحله نوین دشوار است.آزادی انرژی هسته قدرت بیکرانی را در اختیار بشر گذاشته است مشروط بر اینکه این انرژی در راه هدف های صلح آمیز به کار گرفته شود. باید این را نیز بخاطر داشت که طراحی راکتور های هسته ای یکی از نتایج مهم ساختار درونی ماده است.

چگونگی آغاز فعالیت های هسته ای ایران؟

اولین تلاش های ایران برای دستیابی به فناوری هسته ای به دهه ۵۰ میلادی باز می گردد. تئوری های هسته ای ایران در این زمان بسیار بلندپروازانه می نمود و شاه به آن توجه زیادی داشت.

نخستین کشوری که ایران را به دستیابی به فناوری هسته ای ترغیب و این تکنولوژی را به ایران منتقل کرد (ایالات متحده آمریکا)، نخستین مخالف امروزی ایران در تحقق فعالیتهایت هسته ایش بود.

در ارتباط با کمک های هسته ای آمریکا به ایران دو دیدگاه کلی مطرح است:

الف) با توجه به استفاده آمریکا از بمب اتمی در (هیروشیما و ناکازاکی) و تبعات منفی آن در جامعه جهانی ، این کشور برای تلطیف فضای موجود ، با طرح اصطلاح (اتم برای صلح) ، با انتقال این تکنولوژی به کشورهایی که در مدار سیاسی آمریکا بودند ،

سعی بر تغییر جهت گیری ها در عرصه بین المللی و تحت شعاع قرار دادن فعالیت های هسته ای خود داشت.

ب) دیدگاه رایج دیگر، دوران جنگ سرد و رویارویی اتمی دو ابرقدرت در عرصه جهانی را در برمی گرفت.آیزنهاور، رئیس جمهور وقت آمریکا ، بارها در دیدار سران انگلستان ، فرانسه و آلمان غربی ، وحشت خود را از حمله ناگهانی اتحاد جماهیر شوروی به مرزهای شمالی ایرانی و افتادن ایران به دام کمونیسم و در نتیجه از دست رفتن پایگاه مهم غرب و از هم گسستن کمربند بازدارندگی کمونیسم در جنوب مرزهای شوروی اعلام کرده بود.

آیزنهاور اذعان می داشت ، برای حفظ منابع آمریکا لازم است ایران(اتمی) شود و لذا شاه مورد حمایت هسته ای امریکا و دستیابی به فناوری هسته ای واقع شد.با توجه به دو دیدگاه فوق ، نگارنده دیدگاه دوم را منطقی تر و مقبول می داند و نظریه اول را از استحکام محتوایی چندانی برخوردار نمی داند. در این راستا ایجاد پایگاههای نظامی مدرن در شمال ایران بدست ارتش ایالات متحده را میتوان به عنوان شالوده و اساس تجهیز ایران به تسلیحات هسته ای در راستای بازدارندگی شوروی تلقی نمود که با افول قدرت کمونیسم و وقوع انقلاب اسلامی در ایران مقفول ماند.

به هر حال در راستای حمایت های آشکار ایالات متحده ، ایران در سال۱۹۵۸، به عضویت آژانس بین المللی انرژی اتمی(I.A.E.A) در آمد. از این زمان به بعد

نمایندگان ایران در نشست های آژانس حضور داشتند ، اما از آن جایی که هنوز ایران در ابتدای راه بود ، نمی توانست گزارشی ارائه کند.

تا اینکه در سال ۱۹۶۵، پس از طرح الحاق ایران به کنوانسیون آژانس بین المللی، این مسئله در اداره حقوقی وزارت امور خارجه وقت ایران توسط آقایان (هرمیداس باوند ، پرویز مهدوی و عضدالدین کاظمی) که اولین تیم حقوقی هسته ای ایران را تشکیل می دادند ، بررسی شد و ایران در همان سال ، این قرارداد را با آژانس به امضاء رساند .

امریکا در سال ۱۹۶۷، اولین رآکتور تحقیقاتی ۵ مگاواتی آب سبک را به ایران فروخت، و شرکت امریکایی آن را درداد شگاه تهران ن صب و راه اندازی کرد . AMF (شایان ذکر ا ست این رآکتور از اورانیوم غنی شده با خلوص ۹۳ در صد ا ستفاده می کرد و آمریکا پیش از وقوع انقلاب اسلامی ، حدود ۵ کیلوگرم سوخت اورانیوم غنی شده سطح بالا به ایران داد که تحت نظارت و تدابیر حفاظتی آژانس بین المللی انرژی اتمی در انبار سوخت مصرف شده در محل رآکتور تهران نگهداری می شود و تا امروز مرتباً تحت بازر سی ر سمی و غیرر سمی کار شنا سان و بازر سان آژانس بین المللی انرژی اتمی می با شد)یک سال بعد ، ایران در سال ۱۹۶۸، پیمان عدم تکثیر سلاح های هسته ای را پذیرفت و در سال ۱۹۷۰، آن را در مجلس شورای ملی به تصویب

ر ساند.در این زمان دا شگاه تهران نیز در زمینه فناوری ه سته ای فعال شد و تربیت دا شجو در این رابطه را آغاز کرد . این دا شگاه قبل از انقلاب حتی کار شنا سی ار شد مهندسی هسته ای ارائه می کرد. همچنین دانشگاه شیراز نیز رشته مهندسی هسته ای ارائه می داد و در این راستا دانشجویانی نیز برای تحصیل در رشته های مرتبط با انرژی هسته ای به خارج اعزام شدند. (یادآوری می شود ، مطالعات و تأسیسات هسته ای در رژیم پهلوی در چارچوب برنامه ریزی توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی قرار داشت و جزء برنامه های ۵ ساله برای آن بودجه در نظرگرفته می شد) لذا سازمان انرژی هسته ای ایران ، مذاکره با شرکت های آمریکایی ، فرانسوی و آلمانی را از اوایل دهه ۷۰ برای احداث نیروگاه های فوق الذکر و همچنین نیروگاهی در اطراف شهر بندری بوشهر آغاز کرد.در ماه اکتبر سال ۱۹۷۷، فرانسه برای احداث ۲ نیروگاه هسته ای به ظرفیت ۹۰۰ مگاوات در (دارخوین) و نزدیکی اهواز با ایران به توافق رسید که شرکت (فراماتوم) اجرای آنرا بر عهده گرفت. اما در همین سال اوضاع تا حدودی تغییر کرد . در دسامبر ۱۹۷۷، آلمان غربی در ازای دریافت ۸ / ٤ میلیارد دلار مجوز ساخت ٤ رآکتور هسته ای را مجدداً به شرکت (کرافت ورک یونیون) داد ، اما از آنجایی که شاه در جنگ ۱۹۷۳ اعراب و اسرائیل ، تا حدودی با انور سادات رئیس جمهور وقت م صر طرح همکاری ریخت ، خ شم ا سرائیلی ها برانگیخته شد و آنها را از اتمی شدن ایران به واهمه انداخت ، لذا فشار زیادی را بر طرفین

قرارداد با ایران وارد کردند و باعث شـــدند تا اجرای برخی از قراردادهای هســـته ای ایران با تأخیر مواجه شود که با پیروزی انقلاب اسلامی ، با ضرر ایران فسخ شدند.پس از انقلاب شـرکت آلمانی زیمنس ، حاضـر به تکمیل نیروگاه هسـته ای بوشـهر نشـد و بجای آن پیشـنهاد تکمیل این طرح با رآکتورهایی که با گاز طبیعی کار می کردند داد، که ایران با آن مخالفت کرد و از آنجایی که در این برهه ایران نمی توانست فشار بین المللی چندانی به آلمان غربی وارد کند ، لذا مشاجره حقوقی بر سر این طرح ناتمام تا سال ۱۹۸۸ ادامه یافت و ایران درخواست غرامت کرد ، اما سرانجامشرکت زیمنس با حمایت کمسیون تجارت بین المللی در پاریس ، از این ماجرایحقوقی پیروز بیرون آمد و هیچ غرامتی به ایران پرداخت نشد .

پروسه ضررهای هسته ای ایران در این دوره ، شامل تأسیسات غنی سازی (یورودیف) فرانسه نیز می شد . عدم اهمیت سنجی و مدیریت ضعیف سازمان انرژی اتمی وقت ، با فسخ یک جانبه قرارداد یورودیف (!) ، ضرر هنگفتی را به ایران متحمل ساخت .

در پی فســخ این قرارداد ، فرانســوی ها اقامه دعوا کردند و شــرکت (یورودیف) از آنجایی که این اقدام ایران را موجب عدم تحقق برنامه ریزی ۱۰ ساله خود دانستند ، تقاضای خسارت کرد و در نهایت ۹۰۰ میلیون فرانک از ۲ میلیارد دلار سرمایه گذاری ایران به عنوان خسارت تأمین شد و بقیه سهم ایران ، سالها بعد بصورت کالا تو سط

فرانسه با ایران تصویه شد ! از طرف دیگر جنگ تحمیلی ۸ ساله نیز ، باعث تخریب برخی تأسیسات نیمه کارهسته ای و همچنین عدم فعالیت چشم گیر در زمینه تحقیقات هسته ای شد .

انرژی جایگزین ضرورت جهان آینده

پیشرفت علم و فناوری ضمن دستاوردهای فراوان برای آسایش و رفاه بشر همواره مشکلات تازه ای را با خود به همراه آورده است. مثال ملموس در این مورد آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوختهای فسیلی است.اهمیت استفاده از این منابع به حدی است که حتی لحظه ای توقف در این کار روند زندگی در جهان مدرن را مختل خواهد کرد.

WikiPower.ir

اما موضوع به همین جا ختم نمی شود. گازهایی که در نتیجه سوختن این مواد وارد هوا می شوند سبب ایجاد مشکلات تنفسی برای انسان و آلودگی محیطزیست هستند.

در عین حال ، تراکم این گازها در جو زمین مانع از خروج گرما از اطراف زمین می شود؛ پدیده ای که نتیجه آن افزایش دمای هوا و تغییرات آب و هوایی گسترده در زمین است و اثر گلخانه ای نامیده می شود.

چنانچه افزایش دمای هوا مطابق روند فعلی صورت پذیرد بازگرداندن آن به وضعیت سابق تقریبا غیرممکن خواهد بود .بهترین راه حلی که اکثر دانشمندان پیشنهاد کرده اند متوقف کردن روند رو به رشد افزایش این گازهای مضر است.این مساله نیازمند بررسی دوباره و جدی منابعی است که می توانند جایگزین سوختهای فسیلی شوند. در حال حاضر، اتفاق نظر کلی درباره چگونگی مواجهه با این مشکل در میان دانشمندان ، گروههای طرفدار محیطزیست و مدیران صنعتی وجود ندارد.

گروهی از متخصصان بر بهره گیری از منابع سنتی انرژی مثل باد و انرژی خورشیدی تاکید می ورزند.

عده ای دیگر معتقدند استفاده از سوختهای فسیلی ادامه می یابد؛ اما باید راههای تازه ای برای جمع آوری دی اکسید کربن قبل از ورود آن به هوا یافت شود.

در این میان انرژی هسته ای می تواند پاسخگوی مناسبی برای جایگزینی انرژی حاصل از سوختهای فسیلی باشد.

مشکل اصلی

مشکل عمده در این میان دی اکسید کربن است که اصلی ترین محصول جانبی ناشی از سوختن منابع فسیلی مثل نفت و ذغال سنگ است.دانشمندان معتقدند از آغاز انقلاب صنعتی تاکنون میلیاردها تن از این گاز وارد جو زمین شده است. میزان این گاز

مضر در هوای زمین در حال حاضر ۳۰ درصد بیش از آن چیزی است که قبل از انقلاب صنعتی وجود دا شته ا ست.هر چه ک شورها به طرف صنعتی شدن حرکت کرده اند میزان تولید دی اکسید کربن بیشتر شده است. پیش بینی می شود تا نیمه قرن حاضر مقدار این گاز به دو برابر افزایش یابد و این مساله دمای هوای زمین را به میزان ۳ تا ۱۰ درجه افزایش خواهد داد.از آنجا که دی اکسید کربن گازی بی رنگ و بی بو ا ست ، آلودگی آن م ستقیما جلب توجه نمی کند. بد نی ست بدانید یک د ستگاه خودرو طی عمر مفید آن بین ۵۰ تا ۱۰۰ تن دی اکسید کربن تولید می کند.از کشورهای صنعتی ایالات متحده بیش از هر ک شور دیگری این گاز م ضر را تولید کرده که مقدار آن دو برابر ژاپن و کشورهای اروپایی است.

WikiPower.ir

مشکلی نه چندان آسان

در مقاله ای که اخیرا توسط دکتر مارتین هوفرت استاد فیزیک دانشگاه نیویورک و ۱۷ تن از همکاران وی به چاپ رسـید،این دانشـمندان به بررسـی و تحقیق درباره منابع

جایگزین سوخت های فسیلی پرداختند.بررسی ها حاکی از آن است که در حال حاضر ۸۵ درصد انرژی مورد نیاز جهان از منابع سوخت فسیلی تامین می شود. از ۱۵ درصد باقیمانده انرژی حاصل از سدهای آبی و انرژی هسته ای هر کدام حدود ۶/۵ درصد و انرژی خورشیدی و انرژی باد مجموعا ۲ درصد نیاز به انرژی را تامین می کنند.در این بررسی مشخص شد چنانچه بخواهیم افزایش دمای زمین را محدود کنیم ، استفاده از منابع غیرفسیلی باید به ٤ تا ١٤ برابر میزان فعلی افزایش یافته و تا پایان قرن حاضر حداقل سه چهارم انرژی مصرفی جهان باید از سایر منابع غیرفسیلی تامین شود.

به نظر می رسد آنچه بیش از همه مورد نیاز است یافتن روشهای جدید مبتنی بر فناوری پیشرفته ای است که این برنامه ها را عملی کنند. هدفی که دستیابی به آن چندان هم آسان نیست.علت این امر گران بودن انرژی تولیدی از سایر منابع نسبت به انرژی حاصله از نفت و سایر سوختهای رایج است. در اغلب روشهای دیگر مثل تولید انرژی از گاز ئیدروژن نیز انرژی که می باید جهت شکستن مولکول آب مصرف شود بیش از انرژی حاصله از ئیدروژن است و بنابراین اقتصادی نخواهد بود.

روش دیگر تولید انرژی الکتریکی از سدهای آبی است که به علت محدودیت منابع آب در روی زمین عملا امکان افزایش چندانی ندارد. راه حل هایی همانند صرفه جویی

در م صرف انرژی ، احداث ساختمان های دارای عایق حرارتی منا سب ، تولید اتومبیل های کم م صرف و... از جمله مواردی ه ستند که منجر به کاهش م صرف انرژی شده و بدین ترتیب در کاهش آلودگی محیط زیست موثرند.

امید های تازه

نور خورشید یکی از منابع مورد توجه دانشمندان برای تامین انرژی جایگزین سوختهای رایج ا ست. دردهه های گذ شته تولید انرژی الکتریکی از نور خور شید بسیار گران بود که این میزان در حال حاضر با ساخت سلولهای جدید خورشیدی به میزان زیادی کاهش یافته است.محققان امیدوارند در آینده با انجام تحقیقات جدید و یافتن راههای بهتر برای جذب نور خور شید این فر آیند بسیار ارزان تر شده و کاملا اقتصادی شود. برای حل م شکل عدم د ستر سی به نور خور شید در روزهای ابری یا مناطق پرباران ، سلولهای خورشیدی می توانند در فضا نصب شده و انرژی نور خورشید از طریق این سلولها به صورت امواج میکروویو به زمین ار سال شود. نیروی باد منبع دیگری برای انرژی است.

این موضوع قبلا در بعضی مناطق جهان مثل دانمارک مورد توجه بوده و در این کشور ۱۷ در صد الکتری سیته از توربین هایی به د ست می آید که با انرژی باد کار می کنند.

جدیدترین توربین ها پروانه هایی به قطر یک زمین فوتبال دارند و انرژی الکتریکی بسیار ارزان و مناسبی تولید می کنند.

در مناطقی که باد دایمی وجود دارد، می توان از این منبع انرژی بهره جست. در سایر مناطق به باتری هایی عظیم برای ذخیره انرژی نیاز است. این موضوعی است که متخصصان در حال حاضر به تحقیق درباره آن مشغولند.

در بررسی به منظور یافتن منابع تازه ای برای تولید انرژی باید به انرژی هسته ای ا شاره کرد که منبع تولید الکتریسیته در مقیاس و سیع بوده و می تواند بسیار راهگشا باشد.دکتر fertel معاون انستیتوی انرژی هسته ای می گوید: مشکلات مرتبط با اثرات گلخانه ای گاز دی اکسید کربن و افزایش گرمای زمین موجب شده که همه نگاهها بار دیگر متوجه ا ستفاده از انرژی ه سته ای شود.در تازه ترین تحقیقات در این زمینه دانشمندان در مرکز تحقیقات انرژی دانشگاه کالیفرنیا بر روی طرحی جهت استفاده از انرژی هسته ای در اتومبیل ها و کامیون ها کار می کنند.در این طرح الکتریسیته ای که از انرژی هسته ای حاصل شده مولکول آب را شکسته و اتم ئیدروژن آزاد می کند سپس انرژی حاصل از ئیدروژن به عنوان سوخت اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرد.

این محققان معتقدند طی ۳۰ تا ۵۰ سال آینده چنین سیستم هایی کارآیی قابل توجهی خواهند داشت. تحقیقاتی از این دست در نقاط مختلف جهان انجام می شود و همه روزه شاهد پیشرفت های بزرگی در این زمینه هستیم.برای جهان بدون نفت آینده انجام این تحقیقات یک ضرورت اساسی است.

کل مدارک غرب برای تولید بمب اتم در ایران

مقامات ایرانی اعلام کرده‌اند که در نظر دارند، تعدادی سلول داغ برای رآکتور IR-۴۰ بسازند که شامل چهار سلول برای تولید رادیوایزوتوپ‌های دارویی، دو سلول برای تولید کبالت ۶۰ و ایریدوم ۱۹۲ و سه سلول برای روند مدیریت ضایعات می شوند. این سلول‌ها با توجه به ویژگی‌هایی که دارند، می‌توانند مقادیر چشمگیری از پلوتونیوم را از سوخت‌های مصرف شده تفکیک کنند، اما ایران ادعا می‌کند که هیچ طرحی برای توسعه توانایی عمل‌آوری مجدد ندارد.

نقض موارد مربوط به پلوتونیوم و گزینه های مخفیانه توانایی ایران برای تولید پلوتونیوم جهت مقاصد نظامی در مقایسه با ظرفیت و انتخاب‌های این کشور برای غنی‌سازی سانتریفیوژ، غالبا با کمک منابع خارجی است که ظاهر خوبی نیز ندارد. رآکتورهای تحقیقاتی که اینک در ایران وجود دارند بسیار کوچک‌تر از آن هستند که

مقادیر قابل توجهی از پلوتونیوم تولید کنند و رآکتور ۴۰ـــــIR حداقل تا ده ســـال یا احتمال بیشتر تکمیل می‌شود.

بنابراین رآکتور نیروگاه هسته‌ای بو شهر با توجه به وضعیت کنونی در ایران، تنها منبع کوتاه‌مدت برای تولید مقادیر قابل‌توجهی از پلوتونیوم است. تأسیسات بوشهر طبق برآوردهایی که درباره محصـول پلوتونیوم از رآکتورهای نیروگاهی آب سـبک تحت فشار وجود دارد، ضمن تخلیه سوخت مصرف شده که سالانه حدود ۲۵ تن است، دویســـت یا ســـیصـــد کیلوگرم پلوتونیوم تولید می‌کند. این مقدار از پلوتونیوم طبق محاســبات موجود برای تولید حدود ۲۴ تا ۳۶ بمب هســـته‌ای کافی اســـت (با در نظر گرفتن این‌که هر سلاح هسته‌ای به ۶ تا ۸ کیلوگرم پلوتونیوم نیاز دارد).

به هر حال، در حقیقت چند محدودیت و فشار مهم سیاسی و فنی برای استفاده نظامی از رآکتور بوشهر وجود دارد. یک رآکتور آب سبک با فعالیت در شرایط عادی که با عملیات ســـوخت زیاد و تولید نیروی بالا مرتبط باشـــد می‌تواند، پلوتونیومی به نام «پلوتونیوم رآکتوری» تولید کند که درصـــد بالایی از ایزوتوپ‌های پلوتونیوم ۲۴۰ و پلوتونیوم ۲۴۱ دارد که با ایزوتوپ‌های پلوتونیوم ۲۳۹ متناســـب هســـتند. هرچند پلوتونیوم رآکتوری می‌تواند در سلاح‌های هسته‌ای کاربرد داشته باشد، ولی خروج حرارت‌ها و نوترون‌ها که معلول غلظت‌های پلوتونیوم ۲۴۰ و پلوتونیوم ۲۴۱ هســـتند، مشکلات ویژه‌ای برای سلاح‌های انفجاری ساده (که به احتمال زیاد همان طرحی است

که ایران قصد توسعه و تولید آن را دارد) ایجاد می‌کند.

ایران به منظور اجتناب از این م شکل می‌تواند رآکتور بو شهر را به شیوه‌ای فعال کند که ضمن بیرون دادن سوخت مصرف‌شده، پلوتونیوم مورد نیاز برای سلاح‌های هسته‌ای را با در صد کمتری از پلوتونیوم ۲٤۰ و پلوتونیوم ۲٤۱ تولید کند. برای مثال؛ اگر این سوخت مصرف‌شده فقط پس از دو یا سه هفته عملیات و فعالیت تمام قدرتی بیرون داده شود، می‌تواند حاوی مقدار کافی از پلوتونیوم تسلیحاتی برای حدود دوازده سلاح ساده انفجاری پلوتونیومی باشد (با در نظر داشتن ۶ تا ۸ کیلوگرم پلوتونیوم برای هر سلاح). همین نتیجه نیز می‌تواند با فعال سازی رآکتور در سطوح قدرت پایین و بیرون دادن سوخت مصرف شده، تنها بعد از دو یا سه ماه فعالیت حاصل شود. البته این شرایط غیرعادی از فعالیت رآکتور، احتمالا مورد بازرسی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی قرار می‌گیرد و آن گاه پرسش ها و ابهاماتی درخصوص فعالیت‌ها و اقدامات ایران مطرح می‌شود.

مضافا این‌که هنوز ممکن است هر مقدار از سوخت مصرفی بیرون داده شده در سطح بالایی آغشته به رادیواکتیو باشد، برای همین حرکت دادن این سوخت و یا آغاز فعالیت برای عمل‌آوری مجدد جهت استخراج پلوتونیوم بدون سردسازی آن خطرناک و دشوار خواهد بود. بر پایه یک سناریو دیگر، بخشی از محموله سوخت

عرضه‌شده توسط روسیه که برای راه‌اندازی فعالیت رآکتور استفاده می‌شود، می‌تواند پس از دوره‌ای کوتاه از آزمایش‌های راه‌اندازی با قدرت پایین به صورت سوخت مصرف‌شده بیرون داده شود که حاوی پلوتونیوم ۲۴۰ و پلوتونیوم ۲۴۱ با غلظت کم باشد. ایران پس از صبر کردن برای سرد شدن سوخت مصرف‌شده بنا بر محاسبات موجود، می‌تواند آن را جهت انبار کردن و عمل‌آوری مجدد، در یک تجهیزات عمل‌آوری مجدد پنهان به محلی امن منتقل کند.

هرچند آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، اقدام برای انتقال مزبور را مورد بازرسی و نظارت قرار خواهد داد، ولی نمی‌تواند پیش از وقوع این انتقال، اخطار و هشدار کافی برای نیاز به اقدام بین‌المللی جهت مقابله با آن را اعلام کند. به این ترتیب، موافقتنامه بین رو سیه و ایران برای برگرداندن سوخت م صرف شده به رو سیه، عر ضه‌کننده حفاظت کافی در برابر این سناریوی نقض‌کننده نی ست. به هر حال، اعتبار این سناریو به توانایی ایران برای ساخت و حذف کارخانه عمل‌آوری مجدد سوخت رآکتور آب سبک بستگی دارد. تجهیزات عمل‌آوری مجدد سوخت مصرف‌شده رآکتور آب سبک نوعا تجهیزات صنعتی بزرگی هستند که حذف آنها دشوار است و در مقایسه با توانایی ایران برای عمل‌آوری مجدد در سطح آزمایشگاهی، بحران‌ها و مشکلات فنی بیشتری دارند. به نظر نمی‌رسد که ایران بتواند یک پروژه مهم و مخفی عمل‌آوری مجدد را که تو سط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی یا کشورهای غربی بازر سی و نظارت نشده،

حذف کند. به هر حال، چند مطالعه که تو سط دانشمندان آمریکایی انجام شده، نشان داده است که ساخت سریع و غیراستاندارد یک تجهیزات مخفی عمل‌آوری مجدد کوچک برای سوخت رآکتور آب سبک جهت استخراج پلوتونیوم کافی برای یک سلاح، می‌تواند طی چند هفته فعالیت انجام شود.

هرچند ایران شایستگی کمی در زمینه فناوری عمل‌آوری مجدد نشان داده، ولی با در نظر گرفتن یک کارخانه غنی‌سازی پنهان که حذف آن آسان‌تر است و ایران توانایی بسیار بیشتری برای این حذف از خود بروز داده، به نظر نمی‌رسد این کشور تخصص ساخت چنین کارخانه‌ای را داشته باشد.

سوخت هسته ای نیروگاهها

نیروگاههای اتمی جزو نیروگاههایی هستند که با سرمایه گذاری زیادی ساخته می شوند اما هزینه سوخت آنها کم است . پایه صنعت انرژی هسته ای مبتنی بر استفاده از انرژی درونی اورانیم می باشد . برحسب نوع راکتور نیروگاه هسته ای ، قسمت اصلی این انرژی و یا بخش کوچکی از آن مورد استفاده قرار می گیرد . از هز یک تن اورانیم طبیعی تنها ۱۰۰ kg از آن اورانیم غنی شده به دست می آید و ۹۰۰ kg اورانیم تضعیف شده دفن می شود به بیان ساده تر چیزی حدود ٪۹۵ اورانیم استخراج شده قابل استفاده در راکتور به عنوان سوخت هسته ای نیست .

صنعت چرخه سوخت

صنعت چرخه سوخت شامل فراگردهایی در مقیاس صنعتی، پژوهشی و توسعه‌ای، ترابری مواد و مدیریت پسمانهای هسته‌ای است. گرچه رقم بودجه و گردش مالی سالیانه این چرخه در مقیاس با راکتور رقم نسبتاً کوچکی است اما عمده‌ترین زمینه فعالیت را در کشورهایی شامل می‌شود که تولید برق هسته‌ای بالایی دارند. در محصولات صنعت هسته‌ای رعایت استانداردهای کیفیت ایمنی برای امنیت سلامتی و محیطی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است .

تولید انرژی و اورانیوم

پس از تکمیل و ساخت میله سوخت، میله‌های سوخت برای واکنش شکافت در راکتور قرار می‌گیرد و انرژی آزاد می‌شود. مقدار انرژی آزاد شده تابع نوع راکتور و درجه سوختن و دیگر متغیرها است. معیار سوختن در سوخت هسته‌ای برحسب گیگاوات – روز گرما به هر تن از سوخت (GWth.d/t) می‌باشد و برحسب نوع راکتورها عبارتست از :

احتمالاً در ۳۰ سال آینده میزان سوختن برای انواع خاصی از راکتورها،دوبرابرخواهد شد.

مقدار انرژی حاصل از اورانیوم تابع درجه سوختن و نوع راکتور می‌باشد. هر تن اکسید اورانیوم طبیعی در تکنولوژی کنونی راکتورهای اتمی می‌تواند KW.h107*3 برق تولید

کند که معادل ۱۱۰۰۰ تن نفت خام می‌باشد. در جدول شماره ۱-۶ نیروگاههای هسته‌ای قدرت درج شده است.

نوع راکتور	میانگین درجه سوختن ($GW_{th}.d/t$)
Pressurized Water Reactor: PWR	38
Boiling Water Reactor: BWR	30
Advanced Gas-Cooled Reactor: AGR	20
Graphite Moderated Water Cooled Reactor: RBMK	16
CANDU	7

غنی‌سازی اورانیوم

اورانیوم طبیعی دارای سه ایزوتوپ (۹۹/۲۸ درصد جرم)، (۰/۷۱۱ درصد جرم) و (۰/۰۰۵٤ درصد جرم) می‌باشد که از آن میان تنها قابل شکافت بوسیله نوترونهای گرمایی است و تنها ایزوتوپ اورانیوم طبیعی است که به عنوان سوخت هسته‌ای مصرف می‌گردد. در راکتورهای اتمی نوع آب سنگین و تحت فشار و در راکتورهای گرافیتی که با گاز خنک می‌شوند از اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت استفاده می‌شود حال آنکه در ۸۵ درصد نیروگاههای قدرت از نوع نیروگاههای آب سبک، راکتورهای پیشرفته خنک شونده با گاز و راکتورهای نوع چرنوبیل (RBMKs) می‌باشد که مقدار در سوخت مصرفی آنها حدود ۲-٤ درصد جرمی است .غنی‌سازی اورانیوم یک فراگرد فیزیکی برای افزایش غنای از حدود ۰/۷ درصد به درصد مورد نیاز در نوع سوخت اتمی است.

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

کشور	در دست بهره‌برداری			در دست ساختمان		
	تعداد	ظرفیت خالص	درصد ظرفیت	تعداد	ظرفیت خالص (MW (e))	درصد ظرفیت
آرژانتین	۲	۹۳۱	۴.۲۸	۱	۶۴۵	۲.۹۶
بلژیک	۷	۵۵۲۷	۶.۶۷			
برزیل	۱	۶۲۶	۰.۲۹	۱	۱۲۹۳	۲.۶۰
بلغارستان	۴	۱۷۳۸	۱۸.۵			
کانادا	۱۱	۵۲۵۱۷	۹.۳۶			
چین	۳	۱۲۹۰	۰.۱۳			
چک						
فنلاند	۴	۲۳۱۸	۴.۶۹			
فرانسه	۳۸	۳۸۹۳۱	۱۲.۴۴	۱	۱۳۸۰	۱۰.۲۶
آلمان	۲۱	۲۲۴۷۲	۴.۲۵			
مجارستان	۴	۱۳۶۹	۴.۲۲			
هندوستان	۴	۱۴۹۰	۰.۴۲	۷	۱۴۱۰	۲.۴۰
ایران				۲	۲۱۹۴	۲.۲۱
ژاپن	۴۹	۴۲۲۱۱	۱۱.۲۹	۳	۴۲۹۰	۱۲.۲۸
قزاقستان	۱	۷۵	۰.۴۲	۱	۴۲۵۸	۱۱.۶۸
جمهوری کره	۱۸	۱۴۸۷۵	۳.۶۶	۶		
لیتوانی	۱	۱۲۷۵	۰.۳۵			
مکزیک	۱	۱۳۶۸	۰.۲۹			
هلند	۱	۵۵۴	۰.۲۱			
پاکستان	۱	۱۲۵	۰.۶۴	۱	۳۰۰	۶.۲۷
رومانی				۲	۱۲۷۶	۴.۲۱
روسیه	۲۹	۲۱۶۴۱	۳.۴۰	۱۰	۳۳۲۱	۴.۶۵
اسلوونی	۱	۶۶۲	۰.۲۲			
اسپانیا	۷	۶۰۱۳	۰.۶۹	۱	۱۰۳۲	۳.۹۹
سوئد	۱۰	۱۰۴۶۲	۲.۱۲			
سوئیس	۵	۲۶۱۰	۳.۶۰			
انگلستان	۱۲	۱۲۵۷۰	۰.۸۹			
ایالات متحده امریکا	۱۰۹	۱۰۲۶۷۰	۳.۲۶	۶	۶۲۶۰	۱۴.۱۱
کل	۲۱۲	۲۰۴۰۴۰	۲۰.۴۲	۴۱	۲۲۲۲۲	۵
	۴۲۲	۳۰۰۰۰۰	۱۸۴.۸۸	۴۸	۳۸۵۷۰	۱۴۰.۸۸

جدول شماره ۱-۶ – نیروگاههای قدرت هسته‌ای در دست بهره‌برداری و ساختمان

عمده ترین کشورهای دارای غنی سازی درجدول شماره ۱-۷ درج شده است.

معمولی‌ترین روش غنی‌سازی از نوع" غنی‌سازی به روش دیفیوژن گازی"و "غنی‌سازی سانتریفیوژی"است .

" غنی‌سازی به روش دیفیوژن گازی "فراگردی است که در آن هگزا فلورید اورانیوم تحت نیرو از درون یک سری حفاظ (بازدارنده) گازی متخلخل مخصوص عبور داده می‌شود و ایزوتوپ‌ها جدا می‌گردند. ملکولهای سبک‌تر سریع‌تر حرکت

کرده و بیشتر از ملکولهای سنگین‌تر به بازدارنده‌ها می‌چسبند. در مجتمع غنی‌سازی تعداد زیادی از این بازدارنده‌ها به صورت آبشاری (سلسله ای) قرار می‌گیرد. وسایل، ابزار و سیستم‌های لوله‌کشی به شرایط خلاءِ در درجه بالا و با استانداردهای لازم از نظر خوردگی و تمیزی می‌باید مجهز باشد .

در" غنی‌سازی به روش سانتریفیوژ "جدایش ایزوتوپهای اورانیوم به وسیله سانتریفیوژ اورانیوم گازی انجام می‌گیرد .درحین عمل سانتریفیوژ ایزوتوپ سنگین‌تر در کنار سانتریفیوژ به مقدار اندکی تجمع یافته و تاحدی از سبک‌تر جدا می‌شود. هر سانتریفیوژ یک ابزار با تولید اندک در طول سال می‌باشد و از این رو برای چرخه غنی سازی نیاز به صدها و حتی هزارها سانتریفیوژ می باشد تا مقادیر قابل توجهی اورانیوم را با غنی‌سازد. کارخانه غنی‌سازی شامل چندین آرایه آبشاری است تا ظرفیت کافی را برای مثال KSWU/a 10 فراهم نماید. در این سیستم نیز همه وسایل،تجهیزات و لوله‌کشی‌ها به خلاءِ شدید مجهز بوده و استانداردها بالای خردگی و تمیزی رعایت می‌شود. مصرف برق در این سیستم ۱:۵۰مصرف دیفیوژن گازی و حدود ۵۰ کیلووات ساعت برای یک SWU است .

در فراگردهای غنی‌سازی آئرودینامیک مخلوطی از گازی و هیدروژن یا هلیوم فشرده شده، سپس از درون عناصر جداکننده رد سطوح خمیده که جدایش ایزوتوپی به نیروهای توبی سانتریفیوژ مجهز است، عبور داده می‌شود و ایزوتوپهای اورانیوم جدا می‌گردند. در این نوع فراگرد از این نوع یعنی Vortex Tube, Jet Nozzle با

موفقیت انجام گرفته است. در کارخانه آئرودینامیک تعدادی از مراحل غنی‌سازی لازم است .

وضعیت کشور	در دست بهره‌برداری	بهره برداری در آینده	بسته شده
آرژانتین	20	–	–
برزیل	–	500	–
فرانسه	10810	100	–
آلمان	600	–	50
ژاپن	875	–	2
هلند	1500	–	–
پاکستان	5	–	–
روسیه	15000	–	–
افریقای جنوبی	–	30	310
انگلستان	1200	700	350
امریکا	19200	–	8500
کل	49210	1330	9212

جدول شماره ۱-۷ -ظرفیت غنی‌سازی اورانیوم (KSEU/a) نقل از IAEA (1996)

غنی‌سازی اورانیوم می‌تواند از طریق تبادلات شیمیایی یا تبادل یونی نیز انجام پذیرد. اختلاف کم در جرم اتمی ایزوتوپهای اورانیوم می‌تواند موجب تغییرات اندک در تعادل واکنش شیمیایی شده و این خود مبنای جداسازی ایزوتوپی گردد.

دو فراگرد با موفقیت در این رابطه صورت گرفته است، یکی تبادل شیمیایی مایع – جامد و دیگری تبادل یونی جامد – جامد. در تبادل شیمیایی مایع – مایع. فازهای مایع

غیرقابل امتزاج در همبری یکدیگر قرار گرفته و اثر آبشاری (سلسله ای) در هزاران گام جداسازی بوجود می‌آورد. در فراگرد تبادل یونی جامد – مایع غنی‌سازی با جذب یا عدم جذب در یک رزین تبادل یونی سریع العمل مخصوص انجام می‌گیرد .

امروزه روش غنی‌سازی لیزری در مرحله پژوهش است و به دو گونه انجام می‌گیرد. در یک گروه ، فضای فراگرد، بخار ترکیب اورانیوم می‌باشد مثل جداسازی ایزوتوپ لیزر و بخار اتمی(AVLIS/SILVA) ، جداسازی ایزوتوپ لیزر ملکولی (MLIS/MOLTS)و دیگری واکنش شیمیایی با فعال سازی لیزر انتخابی ایزوتوپی (CRISLA) .

مقدار عیار در بازمانده اورانیوم غنی‌سازی شده (پسمان) بستگی به قیمت اورانیوم و هزینه خدمات غنی‌سازی دارد. درسطح هزینه و تکنولوژی کنونی حدود ۰/۳ درصد جرمی در اورانیوم مصرف شده از می‌باشد. تقلیل ۰/۳ درصد به ۰/۲۵ درصد می‌تواند به کاهش نسبی مصرف اورانیوم طبیعی تا حدود ۱۰ درصد منجر گردد .

در تسلیحات اتمی میزان غنی‌شدگی بیش از ۹۰ درصد می‌باشد. با منع گسترش سلاحهای اتمی و تبدیل اورانیوم غنی شده در آنها به سوخت‌های مناسب مصرف در نیروگاههای اتمی از روش‌هایی است که در حال توسعه بوده و قدم‌های موفقی در استفاده از اورانیوم‌های غنی شده پیشین است .

در جدول شماره۱-۸ ظرفیت و توان غنی‌سازی اورانیوم در کشورهای مختلف درج شده است. در جدول شماره۱-۹ نیاز و هزینه تهیه محصولات چرخه سوخت در هر گام نشان داده شده است

تولید و مصرف اورانیوم

برپایه تخمین آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA 1998) نیاز اورانیوم از ۶۱۵۰۰ تن در سال ۱۹۹۷ به ۷۵۰۰۰ تن در سال ۲۰۲۰ خواهد رسید که مجموع نیاز تا آن تاریخ بالغ بر ۱۶۳٤ میلیون تن خواهد بود. تولید ۳۶۱۹۵ تن اورانیوم در سال ۱۹۹۶ تنها ۶۰ درصد نیاز جهانی را تأمین میکرده و بقیه از محل ذخایر انبار شده تدارک شده است. استفاده از ذخایر انبار شده از ۲۲۰۰۰ تن در سال از ۱۹۹۲ شروع شده و رو به اتمام است.

WikiPower.ir

حدس زده می‌شود که حدود ۸۰۰۰۰ تن اورانیوم هنوز به صورت انبار شده،موجودباشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اورانیوم تولیدی از معادن تا سال ۲۰۲۰ می‌تواند ۷۶ تا ۷۸ درصد نیاز بازار را تأمین نماید.

دیگر منابع تأمین کننده برحسب اهمیت نسبی عبارتند از :

- اورانیوم با غنای کمتر (LEU) تهیه شده ازاختلاط ۵۰۰ تن اورانیوم بسیار غنی

(HEU)سلاحهای هسته‌ای روسیه و انبارهای امریکا (۱۱ تا ۱۳ درصد) که معادل ۱۵۳۰۰۰ تن اورانیوم طبیعی می‌باشد .

- ازفرآوری سوخت‌های مصرف شده (۶ درصد)

- انبارها و اورانیوم در اختیار روسیه (۵ درصد)

تولید اورانیوم از ۳۶۱۹۵ تن در سال ۱۹۹۶ به ۵۲۵۰۰ تن در سال 2005 رسیده و ۸۰ درصد نیاز بازار را برآورده خواهد نمود و در سال ۲۰۲۰ به ۶۵۰۰۰ تن خواهد رسید که حدود ۷۶ تا ۷۸ نیاز نیروگاه ها خواهد بود. در جدول شماره1-9 عمده‌ترین کشورهای تولید کننده اورانیوم آورده شده است.

مواد سوخت هسته‌ای و خدمات	قیمت به واحد (US$)	۱۹۹۰		۱۹۹۵	
		نیاز	بها	نیاز	بها
اورانیوم طبیعی	50 $/Kg	52000	2600	59000	2950
تبدیل	4 $/Kg	52000	208	59000	236
غنی‌سازی	100 $/SWU	26000	2600	30000	3000
تهیه میله سوخت	250 $/Kg	10000	2500	11000	2750
بازفراوری	800 $/Kg	3500	2800	4000	3200

جدول شماره ۱-۸ -نیازوبهای سالیانه مواد چرخه سوخت هسته‌ای و خدمات جهانی آن

خود کفایی در تولید سوخت؟

ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران در دو معدن ساغند در استان یزد و گاچین در استان هرمزگان قرار دارد. بنابر اعلام سازمان انرژی اتمی ایران فعالیت استخراج

اورانیوم هم اکنون فقط در معدن ساغند در حال انجام است و هنوز این معدن نیز بطور کامل راه اندازی نشده است. گفته می شود بازرسان آژانس بین المللی انرژی اتمی به فعالیت هایی در معدن گاچین هرمزگان که تحت پوشش یک معدن سنگ های ساختمانی انجام می شد، برخورد نکرده اند که دلیلی برای انحراف از مقاصد صلح آمیز در آنها وجود داشته باشد. ذخایر معدن ساغند بنا بر آمار رسمی ایران [منتشر شده توسط سازمان انرژی اتمی ایران] یک میلیون و پانصد و هشتاد هزار تن سنگ معدن با غلظت ۵۵۳ واحد در میلیون است که به معنای وجود ۸۷۰ تن اورانیوم در آن می باشد. از این معدن قرار است که سالانه صد و بیست هزار تن سنگ معدن اورانیوم استخراج شود که در مجموع در حداکثر ظرفیت تولیدی خود با در نظر گرفتن اتلاف در مراحل جداسازی از سنگ معدن خواهد توانست سالانه ۵۰ تن اکسید اورانیوم یا کیک زرد تولید نماید [سازمان انرژی اتمی ایران [۷]]. برآوردهای مشابه درباره معدن گاچین ظرفیت تولید آن را در حدود ۲۱ تن کیک زرد در سال نشان می دهد. بنا برارزیابی انجام شده قیمت تولید هر کیلوگرم اکسید اورانیوم در معدن ساغند بین ۸۰ تا ۱۳۰ دلار می باشد که نسبت به قیمت جهانی تقریبا ۲۰ دلار در کیلوگرم سه تا پنج برابر گرانتر است. کل ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران درمجموع نزدیک به ۱۴۰۰ تن اورانیوم است که تمامی آن قابل استخراج نیست . برای مقایسه ذخایر شناخته شده چند کشور دیگر در جدول زیر آورده شده است. در صد غنایی

برخی از این ذخایر تا حدود ٤ تا ٥ برابر معادن ایران است که کار استخراج را بسیار کم هزینه تر می کند:

استرالیا ۱,۰۷٤,۰۰۰ تن	قزاقستان ۶۲۲,۰۰۰ تن
کانادا ٤۳۹,۰۰۰ تن	آفریقای جنوبی ۲۹۸,۰۰۰ تن
نامیبیا ۲۱۳,۰۰۰ تن	برزیل ۱٤۳,۰۰۰ تن
روسیه ۱۵۸,۰۰۰ تن	ایران ۱٤۷۲ تن

این مقایسه نشان می دهد که ایران دارای ذخایر قابل توجهی از اورانیوم نیست. ایران اعلام کرده است که قصد دارد هفت هزار مگاوات برق هسته ای تولید کند که اولین فاز آن یک واحد هزار مگاواتی در بوشهر است. بنابر اطلاعات منتشر شده توسط سازمان انرژی اتمی ایران فاز یک نیروگاه اتمی بو شهر سالانه نیازمند ۳۰ تن سوخت اتمی می باشد. با توجه به آنکه ۵۰ تن اکسید اورانیوم تولید شده ی سالانه در معدن ساغند در طول فرایند های بعدی دارای اتلاف هایی بوده و بعلاوه باید از ۰,۳ درصد به ٤ درصد غنی شود، قابل محاسبه است که معدن ساغند در حال فعالیت با ظرفیت کامل قادر به تامین کمتر از نصف [پنجاه درصد] سوخت یک واحد نیروگاه بوشهر خواهد بود. اگر ایران تصمیم به افزایش ظرفیت این معادن بگیرد با توجه به ذخایر

محدود آنها هر دو معدن اورانیوم فوق پس از گذشت تنها شش سال با تامین سوخت یک واحد از نیروگاه بوشـــهر به اتمام می رســـند و ایران مجبور خواهد بود که برای تامین ســـوخت خود اقدام به وارد کردن ســـوخت هســـته ای از منابع خارجی کند. البته محاسبه دیگری نشان می دهد اورانیوم معادن ساغند و گاچین درصورت استفاده در هفت نیروگاه یکهزار مگاواتی در کمتر از یکســـال به پایان خواهد رســـید. این درحالی ا ست که در صورت وارد کردن این سوخت از منابع خارجی برای هفت هزار مگاوات برق صرفه جویی سالانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلیون دلار وجود خواهد داشت.

اینک این ســئوال برای کارشـــناســـان بین المللی به وجود آمده که اگر ایران نمی تواند اورانیوم طبیعی لازم را برای نیروگاه های خود تامین کند چرا به سراغ چرخه سوخت هسته ای رفته است؟ استدلال مقابل این است که ایران اقدام به وارد کردن کیک زرد از منابع خارجی خواهد کرد و ســـایر فرایند های تولید ســـوخت هســـته ای را خود در پیش می گیرد که این امر بدون موافقت آژانس بین المللی انرژی اتمی ممکن نیســـت و علاوه بر این ظرفیت مراحل ثانویه تولید سوخت هسته ای از قبیل یو سی اف اصفهان و تاسیسات نطنز توانایی پشتیبانی تولید این مقدار سوخت را دارا نیستند. بعنوان مثال بنابر اعلام دکتر صالحی نماینده پیشین ایران در آژانس بین المللی انرژی اتمی ظرفیت تولید کارخانجات غنی سازی نطنز برابر ۳۰ تن سوخت اورانیوم غنی شده در سال می

باشـــد. این مقدار ســـوخت غنی شـــده تولیدی در نطنز می تواند حداکثر ســـوخت نیروگاهی در ابعاد ۱۰۰۰ مگاوات [مشـــابه نیروگاه بوشـــهر] را تامین کند که با برنامه اعلام شده ۷۰۰۰ مگاواتی و حتی فاز دوم نیروگاه بو شهر تناسبی ندارد و ایران ناگزیر از وارد کردن ســـوخت خواهد بود. برای تولید ســـوخت غنی شـــده برای هفت هزار مگاوات برق اتمی نیاز به بیش از ششصد هزار د ستگاه سانتریفوژ ست که این با پنجاه هزار دستگاه اعلام شده در نطنز نیز تناسبی ندارد. لازم به ذکر است توسعه وتحقیقات در بد ست آوردن این تکنولوژی نقش برج سته ای ندا شته ا ست و صنعتگران ایرانی د ستگاه های سانتریفوژ را با مدارک فنی و قطعات و نمونه های کامل خریداری شده از شـبکه بازار سـیاه عبدالقدیرخان دانشـمند پاکسـتانی تولید کرده اند که البته اصـل طراحی سانتریفوژ ها غربی بوده که مدارک فنی آن در دهه هفتاد میلادی به سرقت رفته و از طریق راه های نامشـــخص در اختیار پاکســـتان قرار گرفته اســـت.ســـئوال کشورهای اروپائی و آژانس همین ا ست که انگیزه دولت جمهوری ا سلامی از سرمایه گذاری در این پروژه چیست؟ بنابر اخبار منتشر شده بخشی از پیشنهادات کشور های مذاکره کننده تضمین تامین سوخت هسته ای برای ایران، ساخت دو راکتور آب سبک با تسـهیلات بود که دولتمردان جمهوری اسـلامی با وجود اطلاع از نیاز حتمی در آینده به این سوخت برای تولید ۷۰۰۰ مگاوات برق هسته ای آن را رد کردند.

اعتبار چنین تضمین هایی را می توان با ساخت رایگان دو راکتور آب سبک توسط ایالات متحده آمریکا برای کره شمالی در پی توافق سال ۱۹۹۸ بررسی نمود. آمار نشان می دهد که تاکنون صرفا برای دستیابی به چرخه تولید سوخت هسته ای حداقل یک میلیارد دلار سرمایه گذاری شده است و این غیر از مبلغ ۱,۸ میلیارد دلار هزینه شده برای نیروگاه بوشهر می باشد. علاوه بر این تخمین زده می شود که برای تامین سوخت جهت ۷۰۰۰ هزار مگاوات برق اتمی نزدیک به ۶ میلیارد دلار سرمایه گذاری دیگر لازم است که با در نظر داشتن بالاتر بودن هزینه تولید سوخت هسته ای در ایران نسبت به سایر تولیدکنندگان تجاری هزینه های مالی بیشتری نیز در پیش است.

ایران و این ۶ رآکتور هسته‌ای

رآکتورهای تحقیقاتی

ایران اینک چهار رآکتور تحقیقاتی را اداره می کند که بزرگ‌ترین آنها، رآکتور تحقیقاتی تهران است که در مرکز تحقیقات هسته‌ای تهران قرار دارد. این رآکتور که در سال ۱۹۶۷ توسط آمریکا به ایران داده شده، یک رآکتور تحقیقاتی ۵ مگاواتی است که از آب سبک استفاده می‌کند. آمریکا پیش از وقوع انقلاب در ایران حدود ۵ کیلوگرم سوخت اورانیوم غنی‌شده سطح بالا به این کشور داد که تحت نظارت تدابیر حفاظتی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در انبار سوخت مصرف شده در محل رآکتور

تهران نگهداری می‌شود. این رآکتور در سال ۱۹۹۳ برای استفاده از سوخت غنی‌شده ۱۹/۷ در صدی که با توافق ضمنی آمریکا تو سط آرژانتین به ایران عر ضه شده بود، تغییر وضعیت داد، زیرا سوخت غنی‌شده سطح پایین؛ نگرانی کمتری درخصوص گسترش سلاح‌های هسته‌ای برمی‌انگیزد.

محتوای سوخت عرضه‌شده توسط آرژانتین شامل ۲۸ ظرف سوخت اورانیوم با آلیاژ اکسید آلومینیوم است که مجموعا حدود ۳۰ کیلوگرم اورانیوم دارد. دو رآکتور تحقیقاتی کوچک‌تر که در سال‌های ۱۹۹٤ و ۱۹۹۵ توسط چین به ایران عرضه شده‌اند، در مرکز فناوری هسته‌ای اصفهان قرار دارند. یکی از آنها یک رآکتور با منبع کوچک نوترونی است که با آب سبک ۳۰ کیلوواتی کار کرده و از مقدار بسیار کمی از عناصر سوختی اورانیوم غنی شده ۹۰ درصد با آلیاژ آلومینیوم استفاده می‌کند و دیگری، رآکتور آب سنگین قدرت صفر (Heavy Water Zero Power Reactor) و صد واتی است که از عناصر سوخت فلز اورانیوم طبیعی استفاده می‌کند و از آب سنگین به عنوان تعدیل‌کننده بهره می‌گیرد. م ضافا این‌که یک رآکتور بسیار کوچک آب سبک با حساسیت کم نیز در آنجا قرار دارد. هیچ‌یک از این رآکتورهای تحقیقاتی، تهدیدی جدی در زمینه گسترش سلاح‌های هسته‌ای نیستند، زیرا بسیار کوچک‌تر از آن هستند که مقادیر کافی از پلوتونیوم تولید کنند،

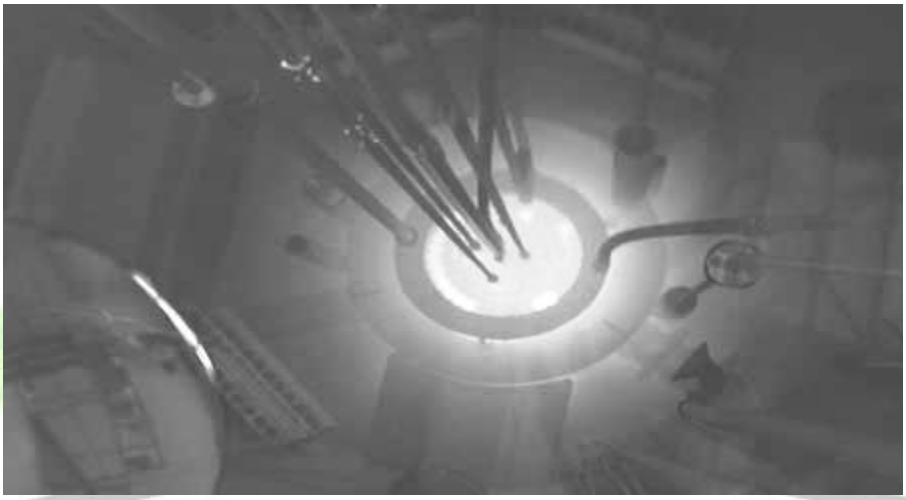
اگرچه رآکتور تحقیقاتی تهران برای تابانیدن اهداف سوخت UO2 برای انجام تجارب و آزمایش‌های عمل‌آوری مجدد در مقیاس آزمایشگاهی به کار گرفته شده بود.

رآکتور آب سنگین ایران

ایران طی چندین سال جهت دستیابی به رآکتور تحقیقاتی آب سنگین به تعدادی از کشورها از جمله هند، چین و روسیه نزدیک شد و تماس برقرار کرد، اما آمریکا این تلاش‌های ایران را مسدود و بلوکه نمود، لذا ایران پس از شکست در یافتن یک منبع عرضه‌کننده خارجی، بر طراحی یک رآکتور داخلی متمرکز شد و در این راستا از مؤسسات روسی نیز کمک گرفت. ایران در سال ۲۰۰۳ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کرد که قصد دارد یک رآکتور تحقیقاتی متوسط آب سنگین ٤٠ مگاواتی (IR ٤٠) برای استفاده در زمینه تحقیقات و توسعه و نیز تولید ایزوتوپ‌های صنعتی و دارویی بسازد. اعلام این طرح (IR ٤٠) موجب نگرانی در گسترش سلاح‌های هسته‌ای می‌شود، زیرا به نظر می‌رسد، رآکتور مورد نظر برای ساخت، بسیار بزرگ‌تر از هدف اعلام‌شده برای آن است و نیز به این دلیل که این نوع رآکتور، می‌تواند پلوتونیوم تسلیحاتی کافی برای تهیه یک یا دو سلاح هسته‌ای در سال تولید کند و همچنین لازم به ذکر است که ۶ تا ۸ کیلوگرم پلوتونیوم برای ساخت یک سلاح نفجاری ساده مورد نیاز است. چنانچه رآکتور ٤٠ـــ IR با تمام ظرفیت و شبانه‌روزی طی یک سال فعالیت کند، بنا بر محاسبات موجود، می‌تواند سالانه حدود ١٤ کیلوگرم پلوتونیوم

تولید کند. البته تولید واقعی پلوتونیوم کمتر خواهد بود و در چنین وضعی، زمان برای تجدید سوخت و تعمیر و نگهداری ایجاد می‌شود.

برای مثال؛ این رآکتور ضمن فعالیت با ۷۵ درصد از ظرفیت خود، می‌تواند سالانه حدود ۱۱ کیلوگرم پلوتونیوم تولید کند .



طرح رآکتور فوق، نمونه یک رآکتور تحقیقی متوسط آب سنگین است که حدود ۱۰ تن اورانیوم طبیعی به عنوان سوخت UO2 استفاده می‌کند. این نوع سوخت در مجموعه سوختی عمومی در یک آوند رآکتوری چرخشی جاسازی می‌شود. حدود ۸۰ تا ۹۰ تن آب سنگین برای راه‌اندازی و آغاز فعالیت این رآکتور مورد نیاز است که حدود یک تن دیگر از آب سنگین برای جایگزینی ضایعات معمول در آب سنگین موجود در رآکتور طی یک سال مورد احتیاج می‌باشد. رآکتور IR ـــ ۴۰ در محلی نزدیک به خنداب، واقع در شمال غربی اراک و حوالی جایگاه کارخانه تولید آب سنگین اراک در حال ساختن است. کارخانه مزبور برای رآکتور IR ـــ ۴۰ آب سنگین تولید می‌کند.

احداث این کارخانه با همکاری فنی روس ها و در نیمه دهه ۱۹۹۰ انجام شـــد؛ این کارخانه فعالیتش را در آگوســت ۲۰۰٤ با ظرفیت تولیدی ۸ تن آب ســنگین در ســال آغاز کرد. به این ترتیب، این کارخانه نیازمند فعالیت با حداکثر ظرفیت برای حدود یک دهه است تا آب سنگین کافی برای ادامه فعالیت رآکتور ٤۰ـ IR تولید کند. به هر حال، ایران در اکتبر ۲۰۰۳ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کرد که ســاخت دومین خط تولید را در اراک برای دو برابر کردن ظرفیت تولیدی ســالانه جهت تهیه حدود ۱۶ تن آب سنگین در هر سال آغاز کرده است. این کشور در اکتبر ۲۰۰٤ ضمن پایه‌ریزی زیرساخت‌های اصلی ساختمان مورد نیاز، ساخت نوع غیرنظامی رآکتور ٤۰ـ IR را آغاز کرد. تهران برآورد می‌کند که فعالیت این رآکتور در ســال ۲۰۱٤ شــروع شود. به هر حال، چون ایران پیشتر هرگز تجربه طراحی و ساخت رآکتور را نداشته، احتمالا تأخیراتی در این طرح رخ می‌دهد.

رآکتور بوشهر

هرچند ایران اعلام کرده که می‌خواهد تا پیش از سال ۲۰۲۱، برق با استفاده از نیروی هسته‌ای هفت هزار مگاوات تولید کند، به نظر می‌رسد، این برنامه بلندپروازانه حتی با بهره‌گیری از کمک خارجی، ناموجه باشد.

تنها نیروگاه هسته‌ای ایران، نیروگاه هسته‌ای بوشهر با یک رآکتور هزار مگاواتی است که طبق برنامه‌ریزی انجام‌شــده در اواخر ســال ۲۰۰۶، فعالیت‌های کامل خود را آغاز

می‌کند. رآکتور مزبور، سابقه‌ای پر از تحول و تغییرات دارد. مجتمع نیروگاه هسته‌ای بوشهر که اساسا در سال ۱۹۷٤ فعالیت خود را آغاز کرد، قرار بود، دو رآکتور آب سبک ۱۳۰۰ مگاواتی را در خود جای دهد که توسط یک شرکت آلمانی به نام «Kraftwerk Union» ساخته شده بودند؛ اما شرکت مزبور با وقوع انقلاب در ایران در سال ۱۹۷۹ از همکاری با این کشور در این زمینه صرف‌نظر کرد. ساختمان نیروگاه هسته‌ای بوشهر طی سالیان زیاد بی‌استفاده ماند و بر اثر بمباران آن ـ طی جنگ ایران و عراق ـ خساراتی به آن وارد شد.

در سال ۱۹۹۵ وزارت انرژی هسته‌ای روسیه موافقت کرد که یکی از رآکتورهای بوشهر را تکمیل و یک رآکتور آب سبک تحت فشار هزار مگاواتی را که طرح آن مبتنی بر رآکتور روسی مدل VVER ـ۱۰۰۰ بود،

در ساختمان اصلی رآکتور نصب کند. به دلیل بسیاری از تأخیرها که معلول عوامل فنی و سیاسی هستند، رآکتور مزبور، قرار است در پایان سال ۲۰۰۵ در جایگاه خود نصب

شود، به همین خاطر، منتظر دریافت محموله سوخت اولیه (اورانیوم غنی شده سطح پایین) است تا آزمایش‌های راه‌اندازی انجام شود.

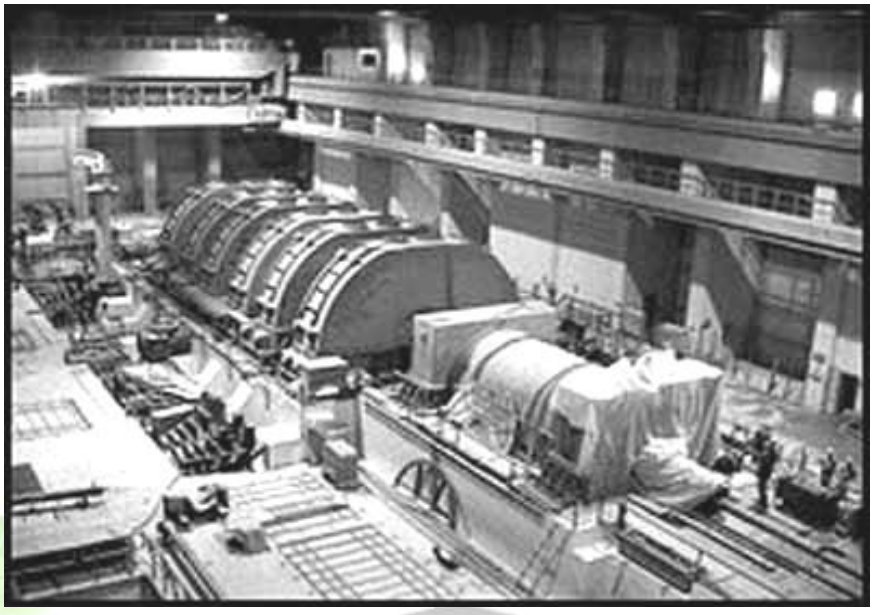
در اواخر فوریه ۲۰۰۵ روسیه و ایران موافقتنامه‌ای امضا کردند که به موجب آن، قرار شد، روسیه به مدت ده سال سوخت تازه برای نیروگاه هسته‌ای بوشهر عرضه کند و متقابلا ایران سوخت‌های مصرف‌شده را به روسیه بازگرداند. بنا بر گزارش‌های موجود، جزییات این موافقتنامه که به طور عمومی، آشکار و منتشر نشده، حاوی مفادی برای کم کردن خطرات مرتبط با گسترش سلاح های هسته‌ای از راه محدودسازی میزان سوخت تازه در دسترس در ایران و لزوم بازگرداندن سوخت‌های مصرف شده به روسیه پس از دو یا سه سال سردسازی است. موافقتنامه مزبور ایجاب می کند که محموله سوخت تازه اولیه در نیمه سال ۲۰۰۶ برای راه‌اندازی و آغاز فعالیت رآکتور تا پیش از پایان سال ۲۰۰۶ به ایران ارسال شود. مسکو به طور خصوصی به دولت‌های غربی گفته است تا وقتی که تلاش‌های دیپلماتیک برای رسیدگی به موضوع فعالیت‌های هسته‌ای ایران پایان نیافته، از ارسال سوخت به ایران خودداری می‌کند. تدابیر حفاظتی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، سریعا هرگونه انحراف در مسیر سوخت نیروگاه بوشهر را مورد بازرسی و رسیدگی قرار خواهد داد.

عمل‌آوری مجدد

عمل‌آوری مجدد، روندی شیمیایی برای استخراج پلوتونیوم و اورانیوم از سوخت صرف‌شده رآکتور است. رایج‌ترین روند مورد استفاده که به عنوان استخراج پلوتونیوم و اورانیوم (PUREX) شناخته می‌شود، تجزیه سوخت در اسید و سپس اضافه کردن مواد شیمیایی به ترکیب مایع است که پلوتونیوم و اورانیوم را از ضایعاتی که در حد بالایی همراه با رادیواکتیو هستند و به هنگام تابانیده شدن سوخت به وجود می‌آیند، تفکیک می‌کند.

اطلاعات مربوط به رایج‌ترین روند استخراج پلوتونیوم و اورانیوم (PUREX) به حد وسیعی در دسترس است و آزمایش‌ها و تجارب آزمایشگاهی مرتبط با استخراج مقادیر میلی‌گرمی از پلوتونیوم از مقادیر کیلوگرمی از اهداف سوختی تابانیده شده، بحران فنی مهمی برای اغلب تجهیزات تحقیقاتی که دارای یک رآکتور و سلول‌های داغ هستند ایجاد نمی‌کنند. در هر صورت، تغییر روند فعالیت‌های آزمایشگاهی و کشاندن آنها به سمت اهداف صنعتی غیرنظامی یا نظامی ـــ که مستلزم عمل‌آوری چندین تن سوخت مصرف‌شده رادیواکتیوی سطح بالا برای استخراج مقادیر کیلوگرمی از پلوتونیوم است ـــ یک بحران مهندسی جدی‌تر است. ایران طی اعلامیه‌ای که در اکتبر ۲۰۰۳ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی ارائه کرد، پذیرفت که تجارب و آزمایش‌های عمل‌آوری مجدد اعلام نشده در مرکز تحقیقات هسته‌ای تهران در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۳ را انجام داده بود. بنا بر اطلاع ایران، ۶/۹ کیلوگرم دانه‌های تهی‌شده UO_2 که

در مرکز فناوری هسته‌ای اصفهان تولید شده بود، به مدت حدود دو هفته در رآکتور تحقیقاتی تهران تابانیده شده بود.



حدود نیمی از دانه‌های تابانیده شده با استفاده از سه جعبه دستکش حفاظت شده که در یک سلول داغ در ساختمان امنیت هسته‌ای مرکز تحقیقات هسته‌ای تهران قرار داده شده بودند، دوباره عمل‌آوری شدند و پلوتونیوم تفکیک‌شده ـ در شکل محلول پلوتونیوم ـ در آزمایشگاه‌های جابربن‌حیان انبار و همچنین نیم دیگر دانه‌های (ساچمه) تابانیده شده UO2 ضمن قرار گرفتن در ظروف شدیدا حفاظت‌شده در مرکز تحقیقات هسته‌ای دفنشدند.

بنا بر اعلام ایران، جعبه‌های دستکش‌ها که در تجارب و آزمایش‌های تفکیک پلوتونیوم مورد استفاده قرار گرفته بودند، در سال ۱۹۹۳ به آزمایشگاه‌های جابربن حیان منتقل و سپس از آنها در سال ۱۹۹۹، پس از رفع آلودگی برای تولید ید استفاده شده است.

این در حالی است که ایران می‌گوید: این جعبه‌های دستکش‌ها در سال ۲۰۰۰ از مرکز تحقیقات هسته‌ای تهران به انباری در مرکز فناوری هسته‌ای اصفهان منتقل شده‌اند.

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در راستای تلاش برای تشخیص صحت و سقم محتوای اعلامیه ایران، اقدام به نمونه‌برداری از محلول پلوتونیوم، ظروف حاوی UO2 تابانیده شده و جعبه‌های دستکش‌ها ـــ که گفته شد، از آنها برای آزمایش‌ها و تجارب عمل‌آوری مجدد استفاده شده ـــ کرد. آژانس با بهره‌گیری از نتایج نمونه‌برداری‌ها، کشف کرد که چند تناقض بین آنچه مشاهده کرده و اعلامیه‌های ایران، وجود دارد. این سازمان، نخست این‌گونه استنباط کرد که میزان پلوتونیوم تفکیک‌شده (حدود ۱۰۰ میلی‌گرم)، بیش از مقداری است که از سوی ایران اعلام شده (حدود ۲۰۰ میکروگرم).ایران در ماه می سال ۲۰۰٤ بر اساس برآورد دقیق‌تری از میزان پلوتونیوم تولیدشده، پذیرفت که میزان بالاتر درست بوده است. استنباط دوم آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، این بود که میزان پلوتونیوم ۲٤۰ در یک جعبه دستکش‌ها ـــ که گفته شد از آنها در تجارب و آزمایش‌ها استفاده شده ـــ بیشتر از میزان پلوتونیوم ۲٤۰ در محلول پلوتونیوم که توسط سازمان مزبور از آنها نمونه‌برداری انجام شد، بود. ایران در توضیح مربوط به این تناقض و اختلاف گفت که جعبه دستکش‌ها برای انجام آزمایش‌ها و تجارب به کار گرفته شد، لذا باعث آلوده شدن آن به پلوتونیوم ۲٤۰ پیش از انتقال آن به سلول داغ که تجارب عمل‌آوری مجدد در آنجا انجام

گرفت، شـــد. به نظر می‌رســـد آژانس بین‌المللی انرژی اتمی این توضـــیح را بپذیرد. ســـرانجام این‌که این ســـازمان با بررســـی محلول پلوتونیوم دریافت که به رغم این‌که ایران گفته بود، مورد متعلق به ۱۲ تا ۱۶ سال پیش ا ست، خیلی تازه‌تر بود و این نکته، نشان می‌داد که تجارب عمل‌آوری مجدد توسط ایران برخلاف آنچه سال ۱۹۹۳ که به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام شـــده بود، در گذشـــته خیلی نزدیک انجام شـــده اســـت. ایران در می ۲۰۰۵ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اطلاع داد که برای تصـفیه نمونه‌های پلوتونیوم تجارب تازه‌تری در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۸ انجام داده است.

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، هیچ‌گونه ســـند و مدرکی دال بر این که ایران فعالیت عمل‌آوری مجدد را فراســـوی تجارب آزمایشـــگاهی در ســـلول های داغ در مرکز تحقیقات هســـته‌ای تهران، که بســـیار کوچک‌تر از آن اســـت که بتواند ســـالانه پلوتونیوم کافی برای حمایت از یک برنامه تسلیحات هسته‌ای تفکیک کند، انجام داده، نیافته است. بنا بر گزارشـــی از دولت فرانســـه، ایران تلاش کرده اســـت تا تعدادی از ســـازنده‌های کنترل از راه دور و پنجره‌های سلول داغ حفاظت شده را در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۲ از شـــرکت های فرانســـوی خریداری کند، چرا برای عمل‌آوری دوباره ســـوخت مصرف‌شده، کاربرد داشتند.

شتاب دهنده ها:

این طرح جدیدترین طرح تولید انرژی الکتریکی که شاید یکی از منابع انرژی قرن ۲۱ باشد ، را شامل می شود . این طرح تولید انرژی عبارت است از شتاب دهنده ذرات اتمی برای تولید انرژی زیاد . عملکرد این سیستم و دستگاه براساس استفاده از میدان های الکتریکی و مغناطیسی برای شتاب دادن و کنترل ذرات باردار الکتریکی تا مرز سرعت نور است . این سیستم قادر است سرعت الکترونها و پروتنها را تا مرز سرعت نور شتاب دهند . وقتی ذرات تا این حد شتاب یافتند سطح انرژی آنها چند میلیون برابر می شود و دارای انرژی عظیم و فراوانی می شود . یک مثال نشان دهنده این موضوع است ، به نوان مثال شتاب دهنده پروتون در آزمایشگاه فرمی آمریکا قادر است ذرات پروتون را تا یک تریلیون الکترون ولت شتاب دهد . حال اگر ما به وسیله این شتاب دهنده پروتونهای یک گرم هیدروژن معمولی که در اب زیاد است را تزریق کنیم و شتاب دهیم انرژی پروتونها برابر خواهد بود با انرژی ۲۶ میلیارد کیلووات ساعت انرژی ! که مساوی است با انرژی تولید شده به وسیله شکافت حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم اورانیوم یا ۱۵ میلیون بشکه نفت !! همه این انرژی عظیم و غیرقابل باور به وسیله شتاب دادن پروتون های یک گرم هیدروژن تا سطح یک تریلیون الکترون ولت است پس با این مثال دانستیم که شتاب دهنده چه قدرت عظیمی دارند

شتاب دهنده ها به چند دسته کلی تقسیم بندی می شوند :

1-شتاب دهنده های خطی

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

2-شتاب دهنده های مداری

3-شتاب دهنده سیلکووترون

علاوه بر آن ساخت و نگهداری شتاب دهنده آسان و کم هزینه است. در ضمن می توان این سیستم های مولد را در ابعاد و مقیاس های مختلف ساخت به عنوان مثال یک شتاب دهنده خطی که طول آن ۱۰۰ متر و ولتاژ آن ۱۰ میلیون ولت است که قادر است انرژی معادل یک گیگا (Gev) الکترون ولت تولید کند. این انرژی معادل است با انرژی ۲۶ میلیون کیلووات ساعت در هر ثانیه. اگر تنها موفق شویم ۵۰ درصد انرژی این شتاب دهنده را استفاده کنیم این شتاب دهنده قادر است معادل ۲۰ هزار نیروگاه اتمی در مقیاس نیروگاه اتمی هزار مگاواتی نیروگاه بوشهر تولید انرژی کند. یعنی قادر خواهد بود ۲۰ میلیون مگاوات انرژی الکتریکی تولید کند.

علاوه بر آن از حرارت و گرمای تولیدی این دستگاه می توان برای بخار کردن آب دریا و تولید آب شیرین استفاده کرد. محاسبات نشان می دهد که این سیستم قادر خواهد بود در سال معادل بارندگی سالیانه کشور آب شیرین تولید کند، بدون اینکه هوا را آلوده کند یا مشکلاتی از قبیل زباله های هسته ای یا پس مانده و آلودگی ایجاد کند، در واقع یکی از بهترین منابع انرژی خواهد بود. سوخت مصرفی این دستگاه تنها چند گرم هیدروژن معمولی است انرژی تولیدی از یک دستگاه شتاب دهنده یک گیگا

الکترون ولت (Gev) برابر است با انرژی حاصل از سوختن ۲۵۰۰۰۰۰ لیتر بنزین خواهد بود. بنابراین اگر به مدت یک سال کار کند معادل انرژی ۵۰۰ میلیارد بشکه نفت انرژی تولید می کند.

ارزش اقتصادی این مقدار انرژی که ۲ برابر انرژی ذخایر نفت عربستان سعودی است با احتساب قیمت هر بشکه نفت بر مبنای ۲۰ دلار برابر است با ۱۰ تریلیون دلار. در صورتی که ما از این سیستم شتاب دهنده استفاده کنیم نیازی به سوزاندن این حجم عظیم نفت و گاز برای تولید انرژی نداریم. مزایای این سیستم عبارتند از:

۱- می توان در ابعاد و اندازه های مختلف ساخت. ۲- هزینه ساخت و نگهداری آن کم بوده است.

۳- هیچ گونه زباله یا آلودگی محیطی تولید نمی کند. محصول نهایی آن آب خالص یا بخار آب است. ٤- با استفاده از این دستگاه عملاً عمر منابع انرژی نامحدود می شود و منبع عظیمی از انرژی در دسترس خواهد بود.

در حوزه ذرات

۱- الکترون ولت: واحد انرژی است و برابر انرژی یک الکترون یا پروتون وقتی از اختلاف پتانسیل یک ولت بورکند برابر است با**1.6 * 10^-19**

ژول یک گرم هیدروژن ۲-6.02*10^23اتم بوده که به آن یک اتم گرم یا یک مول هیدروژن گویند.

ژول اسـت با ۲۶ کیلووات سـاعت یک کیلووات سـاعت برابر اسـت با ۳۶۰۰۰۰۰ ژول.

بنابراین انرژی آن **برابر**9.6*10^13ژول تقسیم بر ۳۶۰۰۰۰۰ مساوی26*10^5

فواید انرژی هسته ای

انرژی هسته ای از محیط زیست حفاظت می کند، شاید انرژی هسته ای کمترین تاثیر را بر روی محیط شامل آب، خاک، هوا ومحیط زیست داشته باشد .زیرا گاز های متصا عد نمی کند ، پس مانده هایش از محیط زیسـت جدا می شـود .و برای تولید همان مقدار برمنابع دیگر تولید می کند محدودیت کمتری نیاز دارد .

انرزی هسته ای برقی قابل اطمینان تولید می کند.انرژی هسته ای منبع قابل اطمینانی برای تولید برق در جهان اسـت ،واین تا حدی مربوط به تعداد زیاد کارخانجات هسـته ای ،عملکرد طولانی مدت آنها ومهارت وتخصـصـی که به وسـیله آن اداره می شـوند ،است.

انرژی هسته ای یک منبع هسته ای است:

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

انرژی هسته ای مقرون به صرفه و اقتصادی است.که دلیل آن قیمت های پایدار سوخت،عملکرد بالای کارخانه ها ،وجود کارخانجات مدرن وتجدید مجوزهای لازم برای کارخانه است.

انرژی هسته ای در امنیت انرژی دخالت دارد که برای امنیت ملی ضروری است.انرژی هسته ای منبع مطمعنی است که کشور ها میتوانند به آن تکیه کنند وبر خلاف بعضی از منابع انرژی انرژی هسته ای در شرایط آب و هوایی نا مطمعن ، نوسانات غیر قابل پیش بینی هزینه ها را نداشته و وابسته به کاردازان خارجی نیست . در واقع انرژی هسته ای یک صنعت داخلی و بین المللی قوی با ذخیره منابع سوختی هنگفت است.

کاربرد های انرژی هسته ای

۱- کاربرد انرژی هسته‌ای در تولید برق

۲- کاربرد انرژی هسته‌ای در پزشکی هسته‌ای و امور بهداشتی

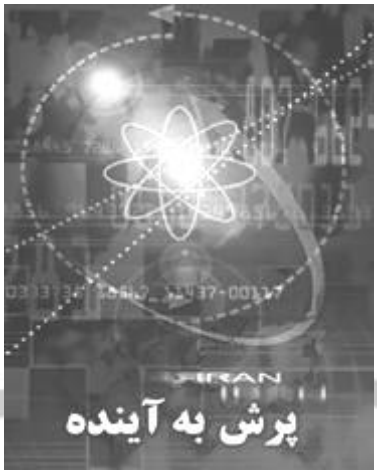
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش دامپزشکی و دامپروری

٤- کاربرد انرژی هسته‌ای در دسترسی به منابع آب

۵- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش صنایع غذایی و کشاورزی

۶- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش صنعت



WikiPower.ir

1 - کاربرد انرژی هسته‌ای در تولید برق

از اهداف اعلام شدهٔ ایران همواره تولید برق هسته‌ای محوریت داشته است و در طول چهار دههٔ گذشته با توجه به روند روبه رشد توسعهٔ اجتماعی و اقتصادی در ایران استراتژی بهره‌برداری از منابع فُسیلی از دو عامل محدود کننده متأثر شده است. از یک طرف ارتقای سطح زندگی و برنامه‌های بهبود شاخص‌های اقتصادی نیازمند تأمین روند تقا ضای صعودی انرژی در کلیهٔ بخش‌های خانگی و صنعتی داخلی می‌با شد و از طرفی اقتصاد ملی وابسته به درآمدهای نفتی است که رهایی از این دو

عامل متضاد، مستلزم ایجاد یک استراتژی دراز مدت و تجدید نظر در روند استفادهٔ بی‌رویه از منابع فُسیلی مدنظر بوده است؛ زیرا این منابع محدود بوده و متعلق به نسل‌های آتی کشور نیز می‌باشند و از طرفی استفاده از آنها در صنایع تبدیلی نظیر پتروشیمی در قیاس با انرژی هسته‌ای ارزش کمتری برای کشور در پی دارند در حالی که هزینهٔ آن بالا است و مصرف این منابع در داخل کشور به عنوان سوخت به شدت ارز حاصل از صادرات نفت و گاز طبیعی را تحت‌الشعاع خود قرارداده است.

در صورت ادامهٔ این روند تا چند دههٔ دیگر ایران به عنوان یکی از واردکنندگان نفت خام و برخی از فرآورده‌های مرتبط با آن خواهد شد. از طرفی دولت یارانه‌های پنهان زیادی بابت مصرف سوخت در داخل کشور می‌پردازد که هزینه‌های تولید و توزیع این فرآورده‌های سوختی نیز تأمین نمی‌گردد. بنابراین متکی بودن سیستم عرضهٔ انرژی کشور به سوخت‌های فسیلی را غیرمنطقی ساخته و استفادهٔ کشور از تکنولوژی‌های جدیدازجمله تکنولوژی هسته‌ای را در مقام مقایسه با سوخت‌های فسیلی، رقابتی می‌سازد.

به منظور تعیین سهم بهینهٔ انواع نیروگاه ها برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور طی ۲۰ سال آینده، نتایج استفاده از مدل برنامه‌ریزی «KASP» که معروف‌ترین و کاربردی‌ترین مدل بهینه سازی سیستم عرضهٔ انرژی الکتریکی است نشان می‌دهد که تا سال ۱۴۱۰ شمسی در سناریوی رشد متوسط حدود ۷۰۰۰ مگاوات و در

سناریوی رشد بالای کلیهٔ شاخصه‌های اقتصادی کشور سهم برق هسته‌ای معادل ۱۰/۰۰۰ مگاوات خواهد بود. از این رو جمهوری اسلامی ایران سناریوی رشد متوسط مؤلفه‌های اقتصادی کشور و ساخت ۶۰۰۰ مگاوات برق هسته‌ای علاوه بر نیروگاه در دست ساخت بوشهر (۱۰۰۰ مگاوات) را به عنوان برنامهٔ اصلی توسعهٔ نیروگاه‌های هسته‌ای کشور تعیین نموده است در صورتی که تا بیست سال آینده تولید ۷۰۰۰ مگاواتی محقق شود به میزان ۱۹۰ میلیون بشکه نفت خام در مصارف نیروگاهی کشور صرفه‌جویی شده است که ارزش اقتصادی آن بیش از پنج میلیارد دلار در سال برآورد می‌شود.

علاوه برصرفه اقتصادی دلایل زیر استفاده از انرژی هسته‌ای راضروری می نماید:

الف ـ منابع فسیلی محدود بوده و متعلق به نسلهای آتی می‌باشد

ب ـ استفاده از نفت خام در صنایع تبدیلی پتروشیمی ارزش بیشتری دارد

ج ـ تولید برق از طریق نیروگاه اتمی آلودگی نیروگاههای کنونی را ندارد

فرآیند تولید برق هسته ای در نیروگاه های آب سبک مشابه نیروگاه بوشهر از معدن تا انرژی الکتریکی دارای بخش های زیر است:

الف- چرخه تولید سوخت که دارای مراحل ذیل است: استخراج سنگ معدن اورانیوم، جداسازی اکسید اورانیوم از سنگ معدن و تولید کیک زرد، تولید فلوراید های اورانیوم، غنی سازی در سانتریفوژها، تبدیل فلوراید ها به اکسید اورانیوم و تولید میله

های سوختی ا ست. لازم به ذکر ا ست چرخه ساخت اورانیوم برای ساخت سلاح های اتمی کاملا م شابه بوده و صرفا در صد غنای اورانیوم به جای ٤ در صد تا ۹۰ در صد افزایش می یابد و به جای تولید میله های سوختی فلز اورانیوم را به صورت کروی شکل می دهند [آژانس بین المللی انرژی اتمی مدارک فنی مرتبط با شکل دهی اورانیوم به شکل کروی را از ایران بدست آورده است].

ب- تولید انرژی هسته ای و بازیافت سوخت که با قرارگیری میله های سوختی در راکتور تولید انرژی گرمایی و از طریق آن تولید برق و سپس بازیافت دوباره میله های سوختی استخراج پلوتونیوم موجود در آنها و استفاده مجدد از آن انجام می پذیرد. برای تولید دسته دیگری از سلاح های هسته ای پلوتونیوم تولید شده در نیروگاه های اتمی آب سنگین یا گرافیتی را بعد از جداسازی از اورانیوم مستقیما جهت تولید سلاح اتمی بکار می گیرند. ظرفیت طراحی شده برای تاسیسات بازفراوری اورانیوم و استخراج پلوتونیوم که در اصفهان قرار دارد .بیش از پنج برابر میزان پلوتونیوم قابل بازیافت تولید شده در تنها نیروگاه اتمی آب سبک ایران در بوشهر است.

کاربرد انرژی هسته ای در برق

(ما حتی با حداکثر ذخیره سازی انرژی و چشم اندازی که پوشیده از صفحه های گیرنده انرژی خورشیدی و نیز آسیابهای بادی است باز هم برای تأمین بیشتر نیازهای

مربوط به انرژی خود به منابع متنابهی از آن نیاز داریم که به طور ۲٤ ســـاعته برق تولید کنند که نیروگاههای هســـته ای قادر به انجام این کار می باشـــند که از مزایای تولید برق توسط نیروگاه اتمی می باشد .

- نیروی ســـتته ای مانند انرژی خورشـــیدی ، باد و آب می توانند بدون تولید دی اکسید کربن یا انتشار سایر گازهای گلخانه ای برق تولید کند .

- از مزایای انرژی هســـته ای در آن اســـت که این انرژی تنها گزینه ای اســـت که می تواند منابع گسترده الکتریسیته پاکیزه را در مقیاس جهانی تولید کند .

- در نیروگاههایی که با سوخت فسیلی کار می کنند محصولات حاصل از سوختن غیر قابل استفاده هستند (همان ضایعات سوختی نیروگاه) و همچنین وارد جو هوا شده و باعث افزایش اثر گلخانه ای می شـــوند . اما در نیروگاههای اتمی امکان دور ریزی سوخت کارکرده وجود ندارد چرا که این سوخت انرژی با ارزشی دارد و می توان آن را مورد استفاده قرار داد .

- در حال حاضـــر هزینه و ســـاخت نیروگاههای هســـته ای بیش از ســـاخت نیروگاههایی است که با زغال یا گاز کار می کنند .

اما این تفاوت با توجه به تجربه طولانی استفاده از نیروی هسته ای که به کاهش دوره ساخت و افزایش طول عمر نیروگاه کمک می کند در حال کم شدن است .

- از نظر انتشـــار گازهای گلخانه ای زیانبار اگر بخواهیم برچســـب قیمتی برای منابع انرژی در نظر بگیریم به ســـرعت در می یابیم که نیروی هســـته ای در زمینه تولید انرژی الکتریکی آن هم در مقیاس جهانی ، ارزانتر و البته پاکیزه ترین گزینه انتخاب می باشد .)

- و غیره ...

۲- کاربرد انرژی هسته‌ای در پزشکی هسته‌ای و امور بهداشتی

در کشورهای پیشرفته صنعتی، از انرژی هسته‌ای به صورت گسترده در پزشکی استفاده می گردد. با توجه به شیوع برخی از بیماریها از جمله سرطان، ضرورت تقویت طب هسته‌ای در کشورهای در حال توسعه، هر روز بیشترمی‌شود. موارد زیر از مصادیق تکنیکهای هسته‌ای در علم پزشکی است:

الف- تهیه و تولید کیت‌های رادیو دارویی جهت مراکز پزشکی هسته‌ای

ب - تهیه و تولید رادیو داروی جهت تشخیص بیماری تیروئید و درمان آنها

ج - تهیه و تولید کیت‌های هورمونی

د - تشخیص و درمان سرطان پروستات

ه - تشخیص سرطانهای کولون، روده کوچک و برخی سرطان‌های سینه

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

و ـ تشخیص محل تومورهای سرطانی و بررسی تومورهای مغزی، سینه و ناراحتی‌های وریدی

ذ ـ تصویربرداری بیماریهای قلبی، تشخیص عفونتها و التهاب مفصلی، آمبولی و لخته‌های وریدی

ح ـ موارد دیگری چون تشخیص کم‌خونی، کنترل رادیو داروهای خوراکی و تزریقی و غیره.....

۳- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش دامپزشکی و دامپروری

تکنیکهای هسته‌ای در حوزه دامپزشکی موارد مصرفی چون تشخیص و درمان بیمارهای دامی، تولید مثل‌دام، تغذیه دام، اصلاح نژاد دام، بهداشت و ایمن سازی محصولات دامی و خوراک دام دارد.

٤- کاربرد انرژی هسته‌ای در دسترسی به منابع آب

تکنیکهای هسته‌ای برای شناسایی حوزه‌های آب زیرزمینی، هدایت آبهای سطحی و زیرزمینی، کشف و کنترل‌نشت و ایمنی سدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای شیرین‌کردن آبهای شور نیز انرژی هسته‌ای کاربرد دارد.

۵- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش صنایع غذایی و کشاورزی

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

از انرژی هسته‌ای در حوزه کشاورزی و صنایع غذایی استفاده‌های بسیار فراوانی صورت می‌گیرد. موارد عمده استفاده در این بخش عبارت است از:

الف ـ جلوگیری از جوانه زدن محصولات غذایی

ب ـ کنترل و از بین بردن حشرات

ج ـ به تأخیر انداختن زمان رسیدن محصولات

د ـ افزایش زمان نگهداری

ه ـ کاهش میزان آلودگی میکروبی

و ـ از بین بردن ویروس‌های گیاهی و غذایی

ز ـ طرح باردهی وجهش گیاهانی چون گندم، برنج و پنبه

WikiPower.ir

۶-مواد پرتوزای دارویی و صنعتی

مواد پرتوزا که دارای کاربردهای پز شکی و تحقیقاتی و صنعتی هستند در راکتور های تحقیقاتی کوچک با ظرفیت های کم تولید می شـــوند. این توانایی از ســـالها پیش با ظرفیتی بیش از تامین نیاز های ایران در راکتور ۱۰ مگاواتی دانشـــگاه تهران وجو د

دا شته ا ست و در طول سی سال گذ شته تولید مواد پرتوزای مورد نیاز در م صارف پز شکی و صنعتی از این طریق بدون کمبود خا صی انجام شده است و ادعاهای مطرح شده در این زمینه کاملا از واقعیت به دور هستند. با وجود در اختیار داشتن راکتور ۱۰ مگاواتی، دانشگاه تهران اعلام داشته که قصدش از تولید نیروگاه آب سنگین ٤۰ مگاواتی اراک تولید سایر مواد پرتوزای صنعتی- دارویی ا ست که قدرت ٤۰ مگاواتی آن با نیاز ایران کاملا غیر متناسب است.

نیروگاه اتمی برق یک مداره

اگرمدار خنک ساز و سیال عامل از یکدیگر جدا نباشند این نیروگاه را یک مداره می گوییم . دراین حالت درون راکتور ، بخار تولید می شود و این بخار به سمت توربین هدایت شده و با به چرخش درآوردن محور توربین برق تولید می شود و سپس پس از تقطیر همه بخار درون کندانسور، مایع حا صله به و سیله پمپ به راکتور باز گردانده می شود . دراین راکتورها پمپ اصلی گردش خنک ساز را تأمین می کند . در این نیروگاه همه تجهیزات با محیط آلوده به مواد رادیواکتیو در تماسند بنابراین بهره برداری از چنین نیروگاهی دشوار است . مزایای قابل توجه این گونه نیروگاهها ، سادگی و صرفه اقتصادی آنها ست . نیروگاههای لنینگراد ، کور سک و ا سمولنسک از جمله نمونه های این طرح هستند .

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

نیروگاههای اتمی برق دو مداره

چنانچه مدار خنک ساز از مدار سیال عامل مجزا باشد نیروگاه را دو مداره می نامند . در این حالت مدار خنک ساز، مدار یک و مدار سیال عامل مدار دو نام دارند . راکتور نیز با خنک ساز که با پمپ اصلی مدار یک به حرکت درمی آید خنک می شود . مدار در تماس با خنک ساز ، آلوده به مواد رادیواکتیو است است که شامل بخشی از نیروگاه می شود در مدار اول این نیروگاه ، جبران کننده فشار نیز وجود دارد زیرا با تغییرات دمایی ، حجم خنک ساز تغییر می کند .

در این نیروگاه ، بخار از مولد بخار وارد توربین می شود و پس از آن به کندانسور می رود و پس از تقطیر، مایع حاصله بوسیله پمپ به مولد بخار باز می گردد . در مدار دوم نیز مواد پرتوزا وجود ندارد در نتیجه بهره برداری از این نیروگاه ساده تر است . مولد بخار سبب جدا سازی دو مدار می گردد . به عبارتی مولد بخار هم به مدار اول و هم به مدار دوم تعلق دارد . انتقال گرما از سطح گرم شده نیازمند به اختلاف دما بین خنک ساز و آب جوش در مولد بخار دارد . مثلاً برای خنک ساز آبی این بدان معناست که فشار مدار اول باید بیشتر از فشار بخاری باشد که به هر توربین وارد می گردد . به علاوه ، خنک ساز درون منطقه فعال راکتور نباید بجوشد . به این منظور در مدار اول نیازمند فشاری بیش تر از فشار مدار دوم هستیم . نیروگاههای نوواوارنژ، کولسک ، بالاکوا و کالین با این مدار کار می کنند . هر کدام از این

نیروگاههای شرح داده شده دارای مزایا و معایبی می با شند . بنابراین در دنیا هر دو نوع انها در حال گسترش هستند . اما در دنیا به نیروگاههای دو مداره ارجعیت داده می شود .

نیروگاههای اتمی سه مداره

در فرآیند بهره برداری از نیروگاه احتمال پیدا شدن نشتی در اجزای گوناگون مولد بخار از جمله اتصال لوله ها و پا خوردگی لوله ها وجود دارد . همانطور که گفتیم در نیروگاههای دو مداره فشار مدار اول از مدار دوم به علت جلوگیری از جو شیدن آب خنک ساز باید بیشتر با شد . به این علت خنک ساز وارد مدار دوم شده و در نتیجه آلودگی رادیواکتیو مدار دوم افزایش می یابد . اما تا حد معینی این نشتی ، بهره برداری از نیروگاه را مختل نمی کند خنک سازهایی وجود دارند که تمایل زیادی به واکنش با بخار با آب دارند مانند : سدیم مایع این امر سبب بروز خطر خروج مواد رادیواکتیو به محل کار پرسنل می شود . بنابراین برای جلوگیری از تماس سدیم مایع با بخار یا آب از مدار میانی استفاده می شود به چنین نیروگاههایی که دارای مدار میانی نیز می با شند ، سه مداره می گویند . سدیم مایع آلوده به مواد رادیواکتیو به وسیله پمپ از میان راکتور و مدار میانی حرکت می کند و گرمای خود را به خنک

کننده فلز مایع غیر رادیواکتیو می دهد و این خنک کننده از میان مولد بخار می گذرد . به علت اینکه فشـــار میانی از مدار اول بیشـــتر اســـت بنابراین احتمال نشـــتی مواد رادیواکتیو از مدار اول به مدار میانی وجود ندارد . نیروگاههای ســـه مداره به دلیل وجود تجهیزات بی شتر گرانترند . نیروگاههای شوچنکو و واحد سوم یلایار سک از این نمونه نیروگاهها هســـتند . به جزگروهبندی نیروگاهها برحســـب تعداد مدار می توان براســـاس معیارهای زیر نیز آنها را طبقه بندی کرد : - نوع راکتور مانند : راکتر با نوترون حرارتی یا سریع - نوع خنک سازها مانند : نیروگاه اتمی برق با خنک ساز گازی یا اب تحت فشار، فلز مایع و...نوع تجهیزات بعضی از نیروگاههای یاد شده را برای مثال می آوریم نیروگاه اتمی برق نوواوارونژ با راکتور پوســـته ای با نوترون حرارتی دارای خنک ساز آبی تحت فشار و توربینهای بخار اشباع .نیروگاه اتمی برق یک مداره لنینگراد باراکتور کانالی با نوترون حرارتی و توربین های بخار اشـــباع نیروگاه اتمی برق ســـه مداره شـــوچنکو با راکتور نوترون ســـریع و خنک ســـاز ســـدیم و توربین بخار فراگرم گروه بندی نیروگاهها برحسب مدار و تعدادی ویژگی آنها را مورد بحث قرار دادیم . موارد یاد شده در تو ضیحات جزءِ ۀ سمتهای ا صلی یک نیروگاه اتمی برق می با شند حال مقداری در موردچگونگی عملکرد این تجهیزات نیرو گاهی می پردازیم تا بهتر با طریقه عملکرد تجهیزات یک نیروگاه آشنا شویم .

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

چگونگی عملکرد قسمتهای اصلی یک نیروگاه اتمی برق

همانطور که می دانیم قلب یک نیروگاه اتمی راکتور آن ا ست . عملیاتهایی که بر روی اتم صـورت می گیرد در این قسـمت می باشـد راکتور هم همانطور که می دانیم به وسیله مخلوط آب و بخار خنک می شود و نیز توسط آب تحت فشار و سدیم مایع نیز عمل خنک سازی صورت می گیرد .

در نیروگاههای دو مداره نیاز به جبران کننده فشـار نیز داریم زیرا که فشـار آب به عبارتی تک فاز می باشـد و به مرور حجم آن کاهش می یابد در نتیجه احتیاج به یک جبران کننده حجم (فشـار) داریم . این وظیفه در نیروگاههای یک مداره به وسـیله مخزن جدا سـاز رطوبت مولد بخار انجام می شـود کردش خنک سـاز در راکتور به و سیله پمپ ا صلی مدار یک تأمین می گردد در هر سه نوع نیروگاه محرک توربین بخار ا ست اما پارامترها و ساختار آن ها با هم فرق می کنند . بخار ورودی به توربین در نیروگاههای یک مداره از راکتور حا صل می شود و در دو نیروگاه دیگر(دو مداره و سـه مداره) از مولد بخار به دسـت می آید بخار درون توربین توسـط کندانسـور تقطیر شـده و به وسـیله پمپ به راکتور یا مولد بخار باز می گردد . به این ترتیب چرخه تولید برق که شـامل : افزایش دمای آب تا دمای اشـباع و تولید بخار، سـپس انبساط بخار درون توربین و کاهش فشار و دمای آن از میزان اولیه تا مقداری متناظر با خلاءِ درون کندانسور می باشد .

تو ضیح بالا مخت صری در مورد عملکرد تجهیزات ا صلی یک نیروگاه اتمی برق بود که اشـاره ای به آنها کردیم حال با در نظر گرفتن نقشـه یک نیروگاه اتمی برق در مورد قسمتهای مختلف قرار گرفته در آن و مکان ساخت مختصر توضیحاتی را بیان می کنیم .

محل ساخت نیروگاه اتمی برق

توزیع ساختمانهای نیروگاههای اتمی برق در محوطه صنعتی در نظر گرفته شده برای آن را ، نقشه عمومی نیروگاه می گویند . برای رسم نقشه عمومی نیروگاه باید مسأله جادهی و ویژگیهای محل انتخاب برای سـاخت نیروگاه را در نظر گرفت . ضـرورتهای ا صلی در انتخاب مکان نیروگاه عبارت ا ست از : تمایل به کاهش بهای ساخت ، افزایش ایمنی بهره برداری و صرفه اثت صادی . بهتر این ا ست که هر نیروگاه برق در نزدیکی محل مصـــرف انرژی الکتریکی قرار گیرد که باید آن را پوشـــش دهد . البته این کار همواره شدنی نیست به ویژه برای نیروگاههای آبی . در نیروگاههای فسیلی نزدیکی آنها به محل اسـتخراج سـوخت از شـرایط مهم اسـت که باید رعایت شـود . اما این محدودیتها برای نیروگاههای اتمی وجود ندارد و این موضوع از محاسن نیروگاه اتمی اسـت . از دیگر شـرایط انتخاب محل ، ایمنی محل از نظر عدم وجود سـیلابها سـت . همچنین دسترسی راحت به راه آهن از اصول لازم است . چه در هنگام ساخت نیروگاه

که باید مصـــالح و تجهیزات به محل ســـاخت نیروگاه انتقال یابد و چه در هنگام بهره برداری از نیروگاه که باید سوخت به نیروگاه ارسال شود و یا سوخت کارکرده از آن خارج شــود و غیره ... از دیگر مواردی که در محل ســاخت نیروگاه باید رعایت شــود ارتباط آن با شبکه برق ا ست . راحتی انتقال برق با خطوط فشار قوی نیز باید مد نظر قرار گیرد .

محل احداث نیروگاه و وســعت آن را با فرض گســترش نیروگاه و جا دادن تجهیزات چند واحد نیروگاهی (نیروگاه کامل) انتخاب می کنند کم بودن ناهمواریهای ســطح زمین نیز از دیگر شرایط کار است تا نیاز زیادی به عملیات مسطح کردن زمین نباشد . بهای تهیه زمین زیاد نیست و اولویت با زمینهای دولتی است . همچنین ساخت نیروگاه در نزدیکی معادن و یا زمینهایی که احتمال نشــتی و یا ریزش در آن وجود دارد مجاز نمی باشــد . و همچنین برای انتخاب زمین ســاخت نیروگاه ، نقشــه برداری فعالیتهای زمین شناسی ، رطوبت سنجی و هواشناسی لازم است . بهترین نحوه حفاظت از اهالی اطراف نیروگاه در هنگام بروز بزرگترین حادثه از تأثیرات تابشی از تدابیری ا ست که در طرح نیروگاه باید وجود داشته باشد . البته این تدابیر کافی نیست .

بنابراین معیار دیگری نیز مبنا قرار می دهند و آن وجود فاصــله حداقل ۱۰۰ km تا شهریست که جمعیت آن دست کم یک میلیون نفر باشد حادثه ای که در نیروگاه اتمی چرنوبیل رخ داد کم اثر بودن این تصمیم را مشخص کرد این نیروگاه در روسیه قرار

داشت که در سال ۱۹۸۶ دچار حادثه شد و از این حادثه استانهای گوملسک ، ماگیلفسک و بریانسک و کالوژ در روسیه آسیب دیدند که حتی فاصله ای بیش از ۱۰۰ km تا محل حادثه داشتند . حفظ مردم به معنی دوری از نیروگاه نیست بلکه به معنای افزایش ایمنی است . اگر بخواهیم به معیار فاصله مجاز از نیروگاه اکتفا کنیم نادرست است زیرا در این صورت گروهی از مردم در محدوده بزرگی مانند گروگان خواهند بود و هر لحظه ممکن است حادثه ای باعث گرفتن جان تعداد زیادی از مردم شود .

در روزگار معاصر توجه اصلی در جهان به سوی افزایش ایمنی واحد راکتور نیروگاه اتمی است . وجود ایمنی واقعی باعث می شود که مردم نسبت به گسترش نیروگاههای اتمی اعتراضی نداشته باشند .

در نقشه عمومی یک نیروگاه اتمی برق ، بناهای زیر در نظر گرفته می شوند که عبارتند از : ساختمان اصلی نیروگاه ، ساختمانهای کمکی مانند : تعمیرگاه ، انبار، گاراژ ... ، ارتباطات از طریق لوله های آب و کانال کشی و نیز احداث راه آهن و جاده .

جهت باد نسبت به نزدیکترین مرکز جمعیتی نیز اهمیت دارد . هوای محلی که برای ساخت نیروگاه در نظر گرفته می شود باید به خوبی تهویه شود . بنابراین برای محل ساخت نیروگاه باید به وزش باد در پیرامون نیروگاه دقت شود . اطراف نیروگاه ، منطقه بهداشتی – حفاظتی در نظر گرفته می شود . که ابعاد آن نیز با توافق سازمانهای نظارت بر بهداشت تعیین می گردد .

در این منطقه ساختمانهای کمکی و خدماتی وجود دارند مانند : واحد آتش نشانی ، لباسشوئی ، نگهبانی ، گاراژ ، انبار، غذاخوری کارکنان ساختمانهای اداری و خدماتی ، بهداری ، تعمیرگاه ، حمل و نقل ، آبرسانی صنعتی ، فاضلاب ، مؤسسات موقتی و فرعی و غیره . در منطقه بهداشتی حفاظتی ساخت مدرسه ممنوع است اما چرای دام و کشاورزی مجاز است حال با در نظر گرفتن نقشه عمومی یک نیروگاه محل قرار گرفتن تجهیزات در محل ساخت نیروگاه را مورد بررسی قرار می دهیم .

محل قرار گرفتن تجهیرات در نیروگاه

ساختمان اصلی شامل دو بخش است که واحد توربین و راکتور در آن جای می گیرند . دیوارهای این دو بخش در هنگام ساخت ، کامل نیست تا جرثقیلی که در بیرون ساختمان جای دارد به راحتی میان آن رفت وآمد کند و ساخت و مونتاژ آسان گردد . بنای محافظ راکتور به شکل استوانه ای نفوذ ناپذیر می باشد که با یک ساختمان با مقطع مربع احاطه شده که در ان تجهیزات کمکی نصب می گردند . در این ساختمان دودکش تهویه نصب شده است . در مجموع همه واحدها دارای یک تصفیه خانه می باشند که دارای دو دودکش تهویه جداگانه می باشد . این دودکش می تواند فلزی یا از جنس بتن مسلح باشد . محل قرار گیری ترانس از یکسو به سالن توربین و از سوی دیگر به تجهیزات توزیع برق متصل است و انرژی تولیدی از آنجا به وسیله خطوط فشار قوی به شبکه برق ار سال می شود . در نزدیکی ساختمان توربین ، بنای جداگانه

واحد دیزل ژنراتور واقع اســـت که در آن هر یک از ســـه دییزل ژنراتور به همراهی تمامی تجهیزات کمکی و دیوارهای ضـــد آتش ســـوزی جای گرفته اند . در نیرو گاه همچنین یک ساختمان کمکی وجود دارد که درون آن تجهیزات برای تعمیرات و تصفیه خانه وجود دارد . همچنین انبار و واحد تولید اکسـیژن- ازت در سـاختمان جداگانه ای جهت تأمین ایمنی هنگام آتش ســـوزی جای دارند . در نزدیکی واحد ذخیره ســـازی روغن واحد آتش نشـــانی قرار دارد . در کنار آن هم کوره راه اندازی رژرو قرار گرفته است از این کوره در هنگام راه اندازی نیروگاه بهره می گیرند . در هنگام سرما نیزی از بخار آن بعنوان سیستم تولید گرما استفاده می شود . از لجن گیر نیز جهت پاکســـازی آب غیر رادیواکتیو اســـتفاده می شـــود . این آب غیر رادیواکتیو در هنگام تصفیه شیمیایی به دست می آید . همچنین در خارج از محوطه نیروگاه واحد تصفیه فاضلاب قرار دارد . از نیازهای دیگر یک نیروگاه اتمی برق می توان به مواد زیر اشاره کرد .

- تعبیه کردن اماکن و لوله گذاریهای مناسب برای دفع و بی خطر کردن ضایعات مایع غیررادیواکتیو- قرار گیری همه ســاختمانها با توجه به اســتاندارد های آتش نشــانی و راحتی رسیدن به آنها - متصل بودن ساختمان اصلی هم از سوی واحد راکتور وهم از سوی توربین با راه آهن - حداقل فاصله ساختمان اصلی تا نزدیکترین ساختمان مجاور ۲۰m می باشد .

- بناهای موجود در نیروگاه دارای فاصله ای بیش از ۶m تا دیوار باشند .

- در هنگام بهره برداری از نیروگاه فعالیتهایی مانند : نقشه برداری ، ساخت و ساز ، آسفالت و درختکاری در محوطه باید تمام شده باشند .

- ساختمان اداری و غذاخوری اپراتورها و تعمیرکاران باید در منطقه پاکیزه باشد و همچنین آب آشامیدنی و آب لازم جهت سایر امور باید از یکدیگر جدا باشند .

به غیر موارد ذکر شده در بالا به منطقه ای جهت انبار کردن دستگاههای که به دلایلی از کار افتاده اند نیاز به جانشین دارند در نظر گرفته می شود .

مواردی که ذکر شد در هنگام بنای یک نیروگاه باید مورد توجه قرار گیرند تا یک نیروگاه کامل جهت بهره برداری حاصل شود . در نیروگاه رعایت نکات ایمنی خصوصاً در مورد راکتور از موارد مهم به حساب می آید که در این موارد حتماً باید از اشخاص متخصص بهره گرفت .

وظیفه اصلی نیروگاه اتمی برق

روشن است که نیروگاههای اتمی دارای وظیفه خاصی که عبارت است از : تغذیه کردن مردم و صنایع با «انرژی الکتریکی» و «گرمایی» ، نیروگاههای معمولی که با سوخت فسیلی کار می کنند به دو دسته عمده تقسیم می شوند ۱- نیروگاههای برقی که تولید کننده انرژی الکتریکی می باشند . ۲- نیروگاههای حرارتی که علاوه برتولید برق

، مقدار قابل توجهی هم انرژی گرمایی تولید می کنند . نیروگاههای حرارتی را نه تنها در نزدیکی شهر بلکه در درون شهر نیز می توان ساخت تا از انرژی گرمایی آنها برای مصارف گرمایی منازل مسکونی و اداری و غیره استفاده نمود .

مناطق وسیعی درخاک روسیه بیش از تغذیه الکتریکی ، مصرف کننده انرژی گرمایی هستند . این امر باعث تشویق ساخت نیروگاههای اتمی برقی – حرارتی شد . تا علاوه برتولید برق ، گرما نیز تولید شود برای مثال دو واحد از چنین نیروگاههایی ساخته شدند . عملیات احداث دو نیروگاه در نزدیکی شهرهای «ادیسا» و «مینسک» آغاز گشت اما متأسفانه با بی اهمیت جلوه شدن نیاز به این قبیل نیروگاهها ، عملیات ساخت آنها ناتمام ماند .

WikiPower.ir

برق مصرفی داخلی در نیروگاه اتمی برق :

درون ساختار هر نیروگاه اتمب برق ، مصرف کنند گان برقی زیادی هستند که با انرژی الکتریکی تغذیه می شوند . مقدار برقی که به وسیله انها مصرف می شود را مصرف داخلی می گویند برای آنها شبکه برق رسانی مشخصی در نظر گرفته می شود . میزان مصرف نوع به نوع نیروگاه بستگی دارد . بیشترین مصرف برق داخلی مربوط به نیروگاههایی است که با خنک ساز گازی می باشند . این امر بدین علت است که حجم زیادی گاز در مسیر راکتور- مولد بخار به حرکت در می آید و برای بهتر

شدن فرآیند انتقال حرارت ، سرعت گازباید زیاد باشد . تا عمل خنک سازی به خوبی صورت گیرد . در نیروگاه با خنک ساز آبی ، مصرف برق داخلی کمتر می باشد . برای مثال برای راکتور VVER روسی حدود ٤/٥٪ -۶٪ درصد میزان برق تولیدی نیروگاه می باشد میزان مصرف دستگاهها و زمان مجاز قطع تغذیه آنها نیز متفاوت می باشند . از دیگر مصرف کنندگان می توان به واحد تهویه و پمپهای آب اشاره کرد . جدول زیر میزان مصرف برق داخلی در تجهیزات اصلی دو نووع راکتور با خنک سازآبی را نشان می دهد .

مشکلات انرژی هسته ای

نیروگاه اتمی گازهای گلخانه‌ای را کاهش نمی‌دهد

ساخت نیروگاههای اتمی جدید نه تنها نمی‌تواند مشکل تامین انرژی این کشور را در کوتاه مدت حل کند، بلکه این گزینه از مشکل افزایش دمای زمین نیز جلوگیری نخواهد کرد.

برابر کردن ظرفیت نیروگاههای اتمی تاثیر اندکی بر کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۵ خواهد داشت.

ساخت نیروگاههای اتمی یکی از راههای ممکن برای کاهش استفاده از سوختهای فسیلی نظیر نفت و گاز و زغال سنگ است.

به اعتقاد مدافعان اسـتفاده از انرژی هسـته‌ای، این نوع انرژی می‌تواند مقادیر زیادی برق تولید کند و در عین حال میزان تولیدات گازهای گلخانه‌ای و مشـتقات کربن را کاهش دهد و به تثبیت میزان کنونی دی اکسـید کربن و جلوگیری از ازدیاد آن کمک کند.

اگر ظرفیت هسته‌ای کنونی انگلستان دو برابر شود تنها به میزان ۸ درصد از تولید گاز دی‌اکسیدکربن در این کشور تا سال ۲۰۳۵ کاسته خواهد شد و تا سال ۲۰۱۰ نیز اساس هیچ نوع کاهشی صورت نخواهد گرفت.

زباله های هسته ای :

نیـــروگاه های هســـته ای علاوه برتولید ســـوخت مصرف شده زباله ها و مواد زاید مخصوص به خود را نـیز تولـید می کـنند که به آنها پسـماند هم می گویند زبـاله های اتمی در سه گروه زباله های اتمی با درجه ی پرتـــوزایی کم ، متوســـط و زیاد دسته بندی می شوند که به میزان پرتوزایی آنهـــا بســـتگی دارد این زبـــاله ها می توانند در هر یک از حالت جـامد ، مایع یا گاز باشند .

زبـــاله های اتمی درجه پرتـــوزایی کم شـــامل لباس های کارکنان ، صافی های هوا و تجهیزات کهنه ای است که با مواد رادیو اکتـیو آلـوده شـده اند زبـاله های اتمی با درجه ی پرتوزایی متوسط ، پوشش های سوخت هسته ای ظروف و مواد شیمیایی

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

نا شی از فرآیند بازیافت را در بر می گیرند بالاخره زباله های اتمی فعال که بسیار پرتوزا هستند بیشتر به صورت مواد شیمیایی مایع می باشند هر کدام از انواع زباله های رادیو اکتیو به روش خاصی نگهداری و بازیافت می شوند .

WikiPower.ir

دفن زباله های هسته ای :

در گذشته بعضی از کشورها زباله ها و مواد زاید راکتورهای هسته ای نظامی و غیر نظامی خود را به راحتی در دریاچه ها دریا های عمیق یا زیرزمین دفن می کردند به همین دلیل بخش هایی از سرزمین اتحاد جماهیر شوروی سابق چنان به مواد رادیو اکتیو آلوده است که اگر فردی چند لحظه در ساحل یکی از این دریاچه ها بایستند مقدار تشعشعات رادیو اکتیوی که بدنش جذب خواهد کرد جان اورا خواهد گرفت هنوز هم که هنوز است نشت رادیو اکتیو از مواد هسته ای و زباله های

اتمی درده های گذشته محیط زیست مارا تهدید می نماید تهدید این مواد بر سر نسل های آینده بشر نیز سایه خواهد افکند .

حمل و نقل سوخت هسته ای :

سوخت های هسته ای سرد دوباره بازیافت شده اند باید از تاسیساتی که فرآیند غنی سازی در آنجا انجام می گیرد به محل راکتورها منتقل شوند همچنین سوخت هسته ای مصرف شده ، مانند اورانیوم و سایر موادی که عمرمفید خود را به عنوان سوخت یک راکتور پشت سرگذاشته اند باید از نیروگاه های هسته ای به مجتمع های بازیافت سوخت هسته ای حمل شوند در آنجا مقداری از سوخت مجدداً غنی سازی شده و بقیه در مکان های امن ، انبار و نگهداری می شود حمل و نقل مواد هسته ای به وسیله کشتی و قطار های مخصوص انجام می گیرد .

صندوقچه های ویژه ی حمل سوخت هسته ای :

سوخت هسته ای هنگام حمل و نقل نباید به بیرون نشت کند حتی اگر قطار یا کشتی حامل سوخت هسته ای دچار سانحه شود سوخت هسته ای درون صندوقچه های مخصوص که بسیار مقاوم و فاقد هرگونه درزو منفذ هستند حمل می شود هر کدام از این صندوقچه ها از جنس فولاد هستند و بین ۵۰ تا ۱۱۰ تن وزن دارند هزینه ی ساخت آن ها نیز بالغ بر ۲ میلیون دلار است این صندوقچه ها چنان طراحی و ساخته شده اند که اگر از ارتفاع ۹ متری بر روی یک سطح سخت یا از ارتفاع یک متری

برروی یک جسم نوک تیز انداخته شوند هیچگونه آ سیبی نمی بینند بعلاوه این صندوقچه ها در مقابل آتش سوزی هایی یادما ی ۸۰۰ درجه ی سانتیگراد باید به مدت نیم ساعت مقاوم باشند در این تصویر بالا یک کشتی ویژه حمل مواد هسته ای را مشاهده می کنید این کشتی حامل سوخت و مواد هسته ای راکتور یک نیروگاه سوئدی ا ست که برای انجام عملیات بازیافت سوخت هسته ای مصرف شده یا انبار کردن آن ، عازم انگلستان یا فرانسه است .

نیروی هسته ای و محیط

انبار کردن زباله های هسته ای :

مواد زاید نیروگاه های هسته ای به واسطه آن که خاصیت رادیواکتیو دارند باید با احتیاط کامل جمع آوری و انبار شوند سوزاندن آنها موجب پراکنده شدن این مواد در جو می شود و دفن کردن آنها نیزدرگودال های معمولی موجب نشت مواد رادیو اکتیو به سطح زمین و آلودگی منابع آب ها خواهد شد بنابراین زباله های هسته ای با توجه به میزان پرتوزایی آنها به طریق مختلف انبار و دفن می شوند اکثر زباله های هسته ای با درجه ی رادیو اکتیویته ی یکی از کارکنان مجتمع بازیافت مواد زائد هسته ای را مشاهده می کنید .

این فرد سوخت پلوتونیوم و اورانیوم مصرف شده و زباله های هسته ای را به کمک یک بازوی روبوتی و از درون یک اتاقک محصور و کاملاً حفاظت شده ، برای انتقال به انبار ، آماده می کند اندک و متو سط در صندوقچه های ویژه قرار میگیرند سپس این سندوقچه ها در زاغه های زیر زمین انبار میشوند اما زباله های هسته های با درجه پرتوزایی بسیار بالا پیش از انکه در عمق زمین دفن شوند با فرایندی به نام شیشه ای کردن به قالب های از ترکیب مختلف از جمله شن وشیشه شکل داده می شوند . اما زمین دراین مناطق باید مطلقا آرام باشد و خطر وقوع زمین لرزه یا اتشفشان وجود نداشته باشد

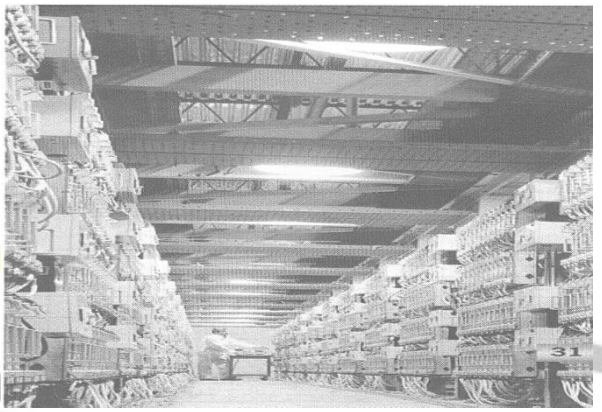
دفن زباله های هسته ای در دریا :

در حال حاضر هم زباله های هسته ای در زیر زمین دفن می شوند یکی از روش های جایگزین دفن کردن آنها در زیر بستر دریاست، بخش های از کف دریا ملیون ها سال است که دچار هیچ گونه تغییرات زمین شناسی نشده اند و محل مناسبی برای دفن دفن زباله های هسته ای به کار می روند دانشمندان بر این باورند که لایه های رسوبات نرم و سست نه تنهامانع نشست مواد هسته ای درون صندوقچه ها مشوند بلکه از پراکندن تشعشعات هسته ای درون آنها نیز جلوگیری می کنند حدود هزار سال طول می کشد تا این صندوقچه های فولادی زنگ بزنند پوسیده شوند و مواد رادیو اکتیو آنها در میان رسوبات گل و لای نفوذ کند

اما به این نتیجه هم رسیده اند که مدت ۲٤۰۰۰ سال طول می کشد تا این مواد رادیواکتیو در محدوده ای به وسعت یک متر مربع پخش شوند.

راکتورهای سریع :

سوخت اورانیوم در راکتورها ی خود سوخت زای سریع در مقایسه ی باراکتورهای حرارتی ، با کارایی



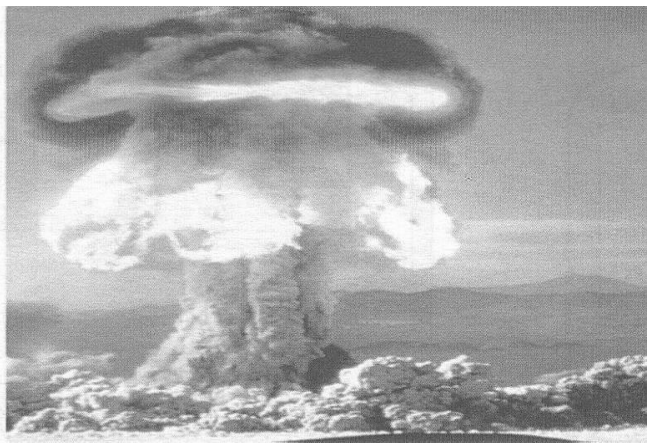
بالاتری مورد استفاده قرار می گیرد راکتور های یک سوم انرژی گرمای حاصل از سوخت اورانیوم رابه نیروی الکتریسیته تبدیل می کنند در حالی که اکتورهای سریع حدود نیمی از گرما را به الکتریسیته تبدیل می کنند زایعات سوخت اورانیوم در راکتورهای حرارتی را می توان در راکتورهای خود سوخت زا به عنوان سوخت به کار برد زیرا که دراین نیروگاه ها از مخلوط اورانیوم و پلوتونیوم به عنوان سوخت استفاده می کنند که فقط حدود یک پنجاهم این سوخت پلوتونیوم است هسته ی پلوتونیوم به شکاف پذیر است و واکنش زنجیره ای در سوخت پلوتونیومبه آسانی ادامه پیدا می کند در نتیجه در نیروگاه های

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

سـریع دیگر نیـازی به شـتابگیر (کـند کننـده سـرعت نوترون ها) نیست راکتورهای خود سوخت زا کوچک هستند و مقدار فراوانی گرما تولید می کنند دراین نوع راکتور از سدیم مایع به عنوان خنـک کننده استفاده می شود امتیاز ویژه استفاده از سـدیوم مایع آن اسـت که این مـاده با بـازده بسیار بالاتری گرمای راکتور را خارج می کند اما مشکل اصلی استفاده ی از سدیوم مایع در آن است که این ماده در اثر تماس با آب به سرعت آتش می گیرد .

تاثیر تابش های هسته ای بر موجودات زنده :

قـرار گـرفتن در معـرض تابش های هسته ای حیات ما را تهدید می کند نخستین استفاده از نیروی هسته ای ، حمله اتمی به شـهر هیرو شیمای ژاپن در سال ۱۹۴۵ میلادی بود اندکی بعد بمب اتمی دیگری نیز روی شهر بندری ناکازاکی فرود آمد که منجر به پایان جنگ جهانی دوم شد قسمت اعظم شهر هیروشـیما در این تهاجم ویرانگر تخریب شد و ۱۰۰/۰۰۰ نفر براثر فقط یک بمب اتمی کشته شدند بمب اتمی دوم که برروی شـهر ناکازاکی انداخته شـد ، یک سـوم این شـهر را تخریب کرد و ۶۶/۰۰۰ کشته برجای گذاشت تابش های رادیو اکتیو این بمب ها که ده سال



پیش در سراسر این دو شهر پراکنده شد هنوز هم ساکنان این شهرها را با آثار زیانبار خود می آزارد .

در اثر انفجـار هسـته ای ابـری غلیظ و قارچی شکل به وجود می آید. قـدرت انفجار به حدی زیاد است که می تواند شهری را در مدت چند ثانیه به ویرانه ای تبدیل کـند حتی افرادی که از این انفجار جان سـالم به در مـی برند به خاطر قرار گرفتن در معرض تابش های نا شی از انفجار بمب ه سته ای به انواع بیماری ها مبتلا شده و بقیه ی عمـر خود را در رنج و عـذاب به سـر خواهند برد .

تاثیر تابش های هسته ای بر روی بدن :

پرتـوها از طریق مـتلاشی کردن مولکول های DNI موجود در درون هسته ی سلول ها ، می توانند سـلول های زنده را نابـود کنند ، یا به آن ها آسیب بزنند مولکول های DNI دارای مجموعه ای از اطلاعات رمـزی هسـتند که اعمـال حیاتی سلول ها ونیز تکثیر آنها را تنظیم و هدایت می کنند .

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

انرژی هسته ای و علوم پزشکی :

مبارزه با بیماری سرطان

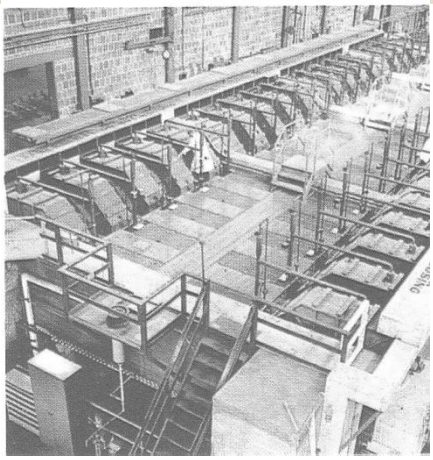
از ایزوتوپ های رادیواکتیو یا به عبـــــارتی از رادیو ایزوتوپ ها برای معالجه بیماری های صعب العلاج اســـتفاده می شـــودکبالت ۶۰ از رایـــج ترین رادیو ایزوتوپ های مورد اســـتفاده در علم پزشـــکی عصـــرحاضـــر اســـت تحقیقات ابتدایی درباره مواد رادیواکتیو نشـان داده بود که این مواد می توانند بوت را بسـوزانند و در سـال ۱۹۰٤ مـــیلادی تحقیقـــات برروی خاصیت رادیو اکتیویته رادیوم نشان داد که این ماده ی پرتوزا می تواند سلـول های بیمار آسیب دیده را نابود کند،معالجه ی بیماران با روش پرتو افکنی اصلاحاً رادیو تراپی گفته می شود . پرتو های تابش شد از رادیو ایزوتوپ ها قادرند در عمق بافت های بدن نفوذ کنند و سـلول های ســـــرطانی را از بین ببرند بدون آن که به گوشت بدن و بافت های سـررراه خود آسـیب برسانند.

غده های بدخـیم :

مـغزی که زمـانی امـکان جـراحی و معـالجه آنـها وجـود نداشت اکنون با استفاده از روش رادیوتراپی قـابل درمـان هسـتند. در این تصـویر

آزمایشـگاه مـلی آک ریج در ایـالات متـحده را می بـینـید مجمـوعه وسـایل درون آزمایشـگاه (موسـوم بـه کالوترون) انـواع رادیو ایزوتوپ ها را تولـید می کنند که سـراسر جهان،در صنعت پزشکی امور تحقیقاتی و کشاورزی کاربرد دارند.

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



سلاح های هسته ای

تاریخچه بمب اتم

اصولاً دو شیوه بنیادی برای آزادسازی انرژی از یک اتم وجود دارد .

۱- شـــکافت هســـته ای : می توان هســـته یک اتم را با یک نوترون به دو جزءِ کوچکتر تق سیم کرد . این همان شیوه ای ا ست که در مورد ایزوتوپ های اورانیوم به کار می رود .

۲- همجو شی ه سته ای : می توان با ا ستفاده از دو اتم کوچکتر که معمولاً هیدروژن یا ایزوتوپ های هیدروژن (مانند دوتریوم و تریتیوم) هســـتند ، یک اتم بزرگ تر مانند هلیوم را تشکیل داد این روش همان روشی است که در خورشید برای تولید انرژی به کار می رود . در هر دو شیوه فوق مقدار زیادی انرژی گرمایی و تشعشع به دست می آید .

هانری بکرل اولین کسی بود که متوجه پرتو دهی عجیب سنگ اورانیوم گردید . پس از آن در سال ۱۹۰۹ میلادی ارنست رادرفورد هسته اتم را کشف کرد . و در سال ۱۹۳۸ با انجام آزمایشاتی تو سط دو دانشمند آلمانی بنامهای اتوهان و فریتس فیزیک هسته ای پای به مرحله تازه ای نهاد . آنها با بمباران کردن هسته اتم اورانیم بوسیله نوترونها به عناصر رادیواکتیوی دست یافتند که جرم اتمی کوچکتری نسبت به اورانیوم داشت . آنها برای توصیف علت ایجاد این عناصر پدیده شکافت هسته ای را در اورانیوم توضیح دادند و در اینجا بود که ناقوس شوم اختراع بمب اتمی به صدا درآمد . اورانیوم که به عنوان سوخت نیروگاههای هسته ای به کار می رود می تواند انرژی بسیاری تولید کند . حدود نیم کیلوگرم اورانیوم غنی شده به کار رفته در یک بمب هسته ای برابر با چندین میلیون گالن بنزین است . نیم کیلوگرم اورانیوم غنی شده به اندازه یک توپ تنیس است ، در حالی که یک میلیون گالن بنزین در مکعبی که هر ضلع آن حدود ۱۷ متر است جا می گیرد .

کاربرد در برق :

هر فروپاشی هسته اورانیوم میتواند تا ۲۰۰ مگا ولت برق تولید کند .

بعد ها فیزیک دانان دیگری نیز در این محدوده به تحقیق پرداختند که یکی از آنها «انریکوفرمی» بود (۱۹۵٤ -۱۹۰۱) که به خاطر تحقیقاتش در سال ۱۹۳۸ موفق به دریافت جایزه نوبل گردید . در سال ۱۹۳۹ یعنی قبل از شروع جنگ جهانی دوم در

بین فیزکدانان این بیم وجود داشـــت که آلمانیها به کمک فیزیکدانان نابغه ای مانند «هایزنبرگ» و دستیارانش بتوانند با استفاده از دانش شکافت هسته ای بمب اتمی بسازند به همین دلیل از البرت انیشتین خواستند که نامه ای به «فرانکلین روزولت» رئیس جمهور موقت امریکا بنویسد . در آن نامه تاریخی از امکان ساخت بمبی صحبت شد که هرگز هایزنبرگ آن را نساخت . بدین ترتیب بود که دولتمردان آمریکا برای پی شد ستی بر آلمانها از انریکو فرمی دعوت به عمل آوردند تا مقدمات ساخت بمب اتمی را فراهم سازد . و بلاخره سه سال بعد در دوم د سامبر ۱۹۴۲ در ساعت ۳ بعد ازظهر نخستین راکتور اتمی دنیا در دانشگاه شیکاگو آمریکا ساخته شد . سپس نخستین ازمایش بمب اتمی در تاریخ ۱۶ ژوئیه ۱۹۴۵ در صحرای الاموگرودو نیومکزیکو انجام شد .

WikiPower.ir

چیزی در حدود سه هفته بعد در تاریخ ۱۶ اگوست ۱۹۴۵ در ساعت ۸:۱۵ دقیقه صبح هیروشیما بوسیله بمب اورانیمی بمباران گردید و پس از آن ناکازاکی در۹ اگوست سال ۱۹۴۵ در ساعت حدود ۱۱:۱۵ دقیقه تو سط بمب پلوتونیمی بمباران شد که طی این جنایت فجیع صدها هزار نفر انسان بی گناه جان باختند .

لیزه میتنر به همراه همکارش اتوفریش اولین کسانی بودند که شکافت هسته را توضیح دادند آنان در ســال ۱۹۳۹ در مجله طبیعت مقاله معروف خود را در مورد شکافت هسته ای دادند و بدین ترتیب راه را برای استفاده این انرژی هموار ساختند به همین

دلیل پس از جنگ جهانی دوم به میتنر لقب مادر بمب اتمی داده شد ولی چون او نمی خوا ست از ک شفیاتش به عنوان بمبی هولناک ا ستفاده شود . بهتر ا ست به لیزه لقب مادر انرژی اتمی داده شود .

کش ـف این موض ـوع که مق ـدار ک ـمی از ج ـرم یک ماده می ت ـواند مقدار فراوانی انرژی آزاد کندتحولات شگرفی در ساخت سلاح های نظامی ایجاد کرد یک کیلوگرم ماده در صورتی که کاملا" به انرژی تب ـدیل شود ق ـادر است مق ـدار ان ـرژی معادل ۲۲ میلـــیون تن ماده منفجره معمولی تولید کند نخستین بمب های هسته ای سلاح هایی بودند که از طریق شکافت هسته ای عمـل می کـرد ند این نـوع بمب ها در اثر برخورد اتم های بلوتونیوم با یکدیگر که میزان شـکفت هسـته ای را به حداکثر ممکن می رسـاند مقدار انرژی انفجاری خـــارق العـــاده ای تولید می کردند بمب های هیدوژن نسل بعدی س ـلاح های هس ـته ای هس ـتند که در آنها ایزوتوپ های مختلف هیدروژن با یکـــدیگر برخـــورد داده می شوند در نتیجه انفجاری رخ می دهد که بسیار عظیم و مخرب تر از بمـــب های هسته ای نسل قبلی است چگونه انفجار هسته ای آغاز می شود؟

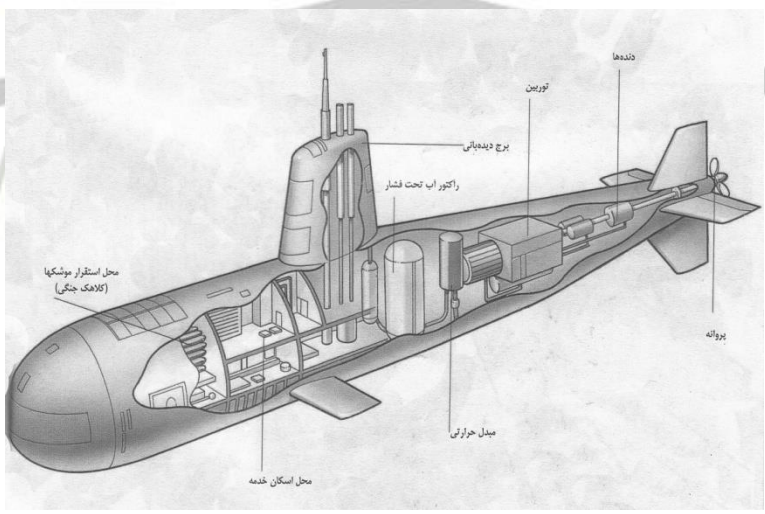
حداقل انرژی مورد نیاز برای آغاز یک واکنش زنجیره ای و در نهایت انفجار. اصـطلاحاً جـــرم بحرانی نامیده می شود در سلاحی که در اثر شکافت هسته ای کار می کند از مـواد انفـجاری معمولی برای برخورد اتم های پلوتونیوم با یکدیگراستفاده می شود تا

جرم بحرانی لازم برای عمل انفجار ایجاد شود اما بمب هیدروژن سلاحی ا ست که با ایجاد همـــجوشی هسته ای عمل می کند قدرت انفجاری بمب هـــیدروژنی ناشی از انرژی عظـیمی است که از به هم پیوسـتن هسـته اتم های سـبک آزاد می شـود در حالی که در بمب اتمی معمولی، هسته های سنگین شکســته می شـــوند و انرژی آزاد می شود اما یک بمب هیدروژنی قبل از عمل کردن ، به یک انفجار شکافت هســـته ای نیاز دارد تا آن که دمای چند میلیون درجه سانتیگراد به وجود آید و همجوشی هسته ای در آن اتفـاق بیافتـد بنابر این در بمـب هیدروژنی ، ترکیبی از شکافت هسته ای و همجوش هسته ای به کار رفته است .

و سایل نقلیه هسته ای :

رآکتورهای هسـته ای کوچک و سـبک وزن را می تـوان به عنوان نیروی پیشران در انواع و سـایل حمل و نقل مخصـوصـاً کشـتی ها زیر دریای و سـفینه های فضـایی به کـــاربرد اما به دلـــیل هزینه ی بالای تحقیق و توسعهٔی فناوری هسته ای دقت فراوان مورد نیاز در هر گو نه برخورد و عملیات با این مواد و نیز خطرات قرار گیری در معرض پرتوهای رادیواکتیو باعث شده است تا اکثر وسایل نقلیه ای که با نیروی هسته ای کار می کنند در خدمت صنایع نظامی قرارگیرند اسـتفاده ی از نیـروی هسـته ای در زیر دریایی ها این امکان را فراهم آورده اســت که نهنگ های فولادی بتوانند برای

مدت طولانی در زیر آب باقی بماندو پهنه ی اقیانوس های جهان را مخفیانه در نوردند نخستین کشـــتی غیر نظامی هسته ای کشتی ۲۲۰۰ تنی ویژه حمل کالا به نام ساوانا بود که درسـال ۱۹۶۲ میلادی در ایالات متحده ساخته شد کشتی های هسته ای با توانـــایی در هم کوبیـــدن یخ های قطـــبی نیز در کشور روسیه ساخته شدند به هرحال هزینه ســـاخت این نوع وســـایل نقلـــسه و خطرات نیروی هسته ای مانع از همگانی شدن آنها شده است.



خلاصه مطالب

اتم در زبان یونانی به معنی تقسیم ناپذیر است. افتخار کشف هسته اتم نیز از آن دانشمندی به نام رادرفورد است. او با کمک دو دانشجویش به نام گایگر و مارسدن با انجام آزمایشی که «پراکندگی» نام دارد، به وجود هسته پی برد. اتم ها در اثر گرفتن انرژی، تابش می کنند. این تابش ناشی از این است که الکترون های اطراف هسته، انرژی می گیرند و بعد این انرژی را به صورت یک فوتون با طول موج معین بازمی تابانند.

علت این است که الکترون ها در اتم، اندازه حرکت زاویه ای هم دارند. اشترن و گرلاخ نشان دادند که الکترون ها علاوه بر این اندازه حرکت زاویه ای، خاصیت دیگری هم دارند که فقط در حضور میدان مغناطیسی آن را بروز می دهند. هنگامی که نوترون توسط چادویک کشف شد، این واقعیت مسلم شد که علاوه بر نیروی گرانش و الکترومغناطیسی، حداقل یک نیروی دیگر در طبیعت وجود دارد و این نیرو است که عامل پیوند نوکلئون ها (پروتون ها و نوترون ها) درون هسته است. زیرا در صورت عدم وجود این نیرو، در اثر دافعه شدید بارهای مثبت پروتون ها بر هم، هسته از هم می پاشد. یکی از ویژگی های بارز نوترون نیم عمر آن است. نوترون در حالت آزاد پس از ۱۸ دقیقه متلاشی و به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می شود. این مدت بسیار طولانی تر از تمام پدیده هایی است که با نیروی قوی سروکار دارد. نیرو های

الکترومغناطیسی هم بر نوترون بدون بار عمل نمی کنند. پس واضح است که تلاشی نوترون، ناشی از یک نیروی جدید در طبیعت است. به علت ضعیف بودن این نیرو نسبت به نیروی هسته ای آن را نیروی هسته ای ضعیف نام گذاشتند. تلاشی هسته که نتیجه آن تولید پرتو بتا است هم ریشه در این نیرو دارد.

هسته های خیلی سبک مثل هیدروژن یا هلیوم انرژی بستگی کمتری نسبت به هسته های سنگین دارند. اگر دو هسته سبک در هم ادغام شوند، هسته سنگین تری را به وجود می آورند و مقدار زیادی انرژی به صورت انرژی جنبشی آزاد می شود.همانطور که واقف هستید کاربردهای انرژی هسته‌ای می‌تواند در تولید برق هسته‌ای و مواد پرتوزای داروهای صنعتی کاربرد داشته باشد و مواد پرتوزای داروی صنعتی دارای کاربردهای پزشکی و تحقیقات و صنعتی هستند و در راکتورهای تحقیقاتی کوچک با ظرفیت‌های کم تولید می‌شوند که این امر با داشتن راکتور ۱۰ مگاواتی تهران صورت می گیرد و تاکنون به نیاز صنعت کشور پاسخگو بوده است و هنوز نتوانسته‌ایم از ظرفیت کامل این راکتور استفاده نماییم. طبق آمار رسمی ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران در دو معدن ساغند در استان یزد و گاچین در استان هرمزگان قرار دارد که فقط معدن ساغند در حال استخراج می‌باشد که کل ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران درمجموعه نزدیک به ۱۴۷۲ تن اورانیوم در اختیار دارد.

امروز سوخت و انرژی در دنیا به چند دسته کلی تقسیم می شوند. سوخت های فسیلی و سوخت های غیرفسیلی و انرژی های تجدید پذیر و غیرقابل تجدید.

سوخت های فسیلی عبارتند از: نفت، گاز و زغال سنگ که با اکسیژن هوا ترکیب می شوند و ایجاد انرژی به شکل حرارت می کنند. این سوخت ها در مقایسه با سوخت های دیگر انرژی کمتر تولید می کنند،

به علاوه جزء ذخایر غیرقابل تجدید بوده و دارای مشکلات زیادی در حمل و نقل ایمنی نیز هستند. مانند گازگرفتگی (خفگی) یا تولید گاز سمی منوکسید کربن. این سوخت ها آلوده کننده محیط زیست نیز هستند.

سوخت های غیرفسیلی در مقایسه با سوخت های فسیلی دارای امتیازات مثبت و منفی هستند. اول اینکه در این سوخت ها بعضی ایزوتوپ ها توانایی تولید انرژی به وسیله تکنولوژی فعلی بشر را دارد مانند ایزوتوپ های کمیاب اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم ۲۳۹ یا اورانیوم ۲۳۳ که به این ایزوتوپ ها شکاف پذیر می گویند.

امتیازات اینها عبارتند از تولید مقادیر زیاد انرژی به وسیله حجم کم ماده سوختنی. ، اما مشکلاتی نیزدارند از آن جمله این که: غنی سازی و تولید این ایزوتوپ ها مشکلات و هزینه زیادی دارند. دوم اینکه، این سوخت های هسته ای سنگین پس از تولید انرژی مقادیر زیادی ایزوتوپ های پرتوزا از خود به جای می گذارند که به زباله های هسته ای موسوم است.

انواع دیگر انرژی عبارتند از: انرژی خورشـــیدی، انرژی باد، انرژی زمین گرمایی و انرژی بیوگاز که مشـــکل بزرگ این انرژی تجدیدپذیر اینکه بازده انرژی اینها پایین است و دوم اینکه دائمی نیستند و سوم اینکه تکنولوژی بشر برای استفاده مقیاس زیاد از اینها تکمیل نیافته است.

اگر ما به وسیله این شتاب دهنده پروتون های یک گرم هیدورژن معمولی که در آب زیاد اســـت را تزریق کنیم و شـــتاب دهیم انرژی پروتون ها برابر خواهد بود با انرژی ۲۶ میلیارد کیلووات ســاعت انرژی، که مســاوی اســت با انرژی تولید شـــده به وســیله شکافت حدود ۱۲۰۰ کیلوگرم اورانیوم یا ۱۵ میلیون بشکه نفت.

شتاب دهنده ها به چند دسته کلی تقسیم بندی می شوند :

۱ - شتاب دهنده های خطی ۲- شتاب دهنده های مداری

۳- شتاب دهنده سیلکووترون

علاوه بر آن از حرارت و گرمای تولیدی این دســـتگاه می توان برای بخار کردن آب دریا و تولید آب شیرین استفاده کرد. محاسبات نشان می دهد که این سیستم قادر خواهد بود در سال معادل بارندگی سالیانه کشور آب شیرین تولید کند، بدون اینکه هوا را آلوده کند یا مشکلاتی از قبیل زباله های هسته ای یا پس مانده و آلودگی ایجاد کند، در واقع یکی از بهترین منابع انرژی خواهد بود.

مزایای این سیستم عبارتند از: ۱- می توان در ابعاد و اندازه های مختلف ساخت. ۲- هزینه ساخت و نگهداری آن کم بوده است. ۳- هیچ گونه زباله یا آلودگی محیطی تولید نمی کند. محصول نهایی آن آب خالص یا بخار آب است. ٤- با استفاده از این دستگاه عملاً عمر منابع انرژی نامحدود می شود و منبع عظیمی از انرژی در دسترس خواهد بود. کاربرد روزافزون انرژی یکی از مظاهر مهم زندگی جدید است. مقدار انرژی مصرفی در ایالات متحده ،که یک کشور صنعتی پیشرفته است بین سالهای ۱۹۲۰-۱۹۷۰ با ضریبی حدود ٤۰ افزایش یافته است. این بدان معنی است که در طول ۵۰ سال ،مقدار مصرف انرزی تقریبا هر ۱۰ سال دو برابر شده است. با آنکه هنوز نفت و زغال سنگ وجود دارد. نیروگاه های هسته ای جدید برای مصارف تجاری ممنوع است و مدت استفاده از نیروگاه های موجود به ۳۲ سال از زمان آغاز به کار محدود شده است. در این قانون برای هر نیروگاه هسته ای حداکثر میزان مجاز تولید برق تعیین شده است. البته این امکان پیش بینی شده که میزان تولید برق نیروگاه های قدیمی به نیروگاه های جدید منتقل شود. تا اینکه در سال ۱۹۶۵، پس از طرح الحاق ایران به کنوانسیون آژانس بین المللی، این مسئله در اداره حقوقی وزارت امور خارجه وقت ایران تو سط آقایان (هرمیداس باوند ، پرویز مهدوی و عضدالدین کاظمی) که اولین تیم حقوقی هسته ای ایران را تشکیل می دادند ، بررسی شد و ایران در همان سال ، این قرارداد را با آژانس به امضاءِ رساند

. امریکا در سال ۱۹۶۷، اولین رآکتور تحقیقاتی ۵ مگاواتی آب سبک را به ایران فروخت، و شرکت امریکایی آن را دردانشگاه تهران نصب و راه اندازی کرد. AMF لذا سازمان انرژی هسته ای ایران ، مذاکره با شرکت های آمریکایی ، فرانسوی و آلمانی را از اوایل دهه ۷۰ برای احداث نیروگاه های فوق الذکر و همچنین نیروگاهی در اطراف شهر بندری بوشهر آغاز کرد. پیشرفت علم و فناوری ضمن دستاوردهای فراوان برای آسایش و رفاه بشر همواره مشکلات تازه ای را با خود به همراه آورده است.در عین حال ، تراکم این گازها در جو زمین مانع از خروج گرما از اطراف زمین می شود؛ پدیده ای که نتیجه آن افزایش دمای هوا و تغییرات آب و هوایی گسترده در زمین است و اثر گلخانه ای نامیده می شود.

گروهی از متخصصان بر بهره گیری از منابع سنتی انرژی مثل باد و انرژی خورشیدی تاکید می ورزند. در مقاله ای که اخیرا توسط دکتر مارتین هوفرت استاد فیزیک دانشگاه نیویورک و ۱۷ تن از همکاران وی به چاپ رسید،این دانشمندان به بررسی و تحقیق درباره منابع جایگزین سوخت های فسیلی پرداختند.بررسی ها حاکی از آن است که در حال حاضر ۸۵ درصد انرژی مورد نیاز جهان از منابع سوخت فسیلی تامین می شود. از ۱۵ درصد باقیمانده انرژی حاصل از سدهای آبی و انرژی هسته ای هر کدام حدود ۶/۵ درصد و انرژیخورشیدی و انرژی باد مجموعا ۲ درصد نیاز به انرژی را تامین می کنند.در این بررسی مشخص شد چنانچه بخواهیم افزایش دمای زمین را

محدود کنیم ، اســتفاده از منابع غیرفســیلی باید به ٤ تا ١٤ برابر میزان فعلی افزایش یافته و تا پایان قرن حا ضر حداقل سه چهارم انرژی م صرفی جهان باید از سایر منابع غیرف سیلی تامین شود.نور خور شید یکی از منابع مورد توجه دان شمندان برای تامین انرژی جایگزین سوختهای رایج است.

دردهه های گذشــته تولید انرژی الکتریکی از نور خورشــید بســیار گران بود که این میزان در حال حاضر با ساخت سلولهای جدید خورشیدی به میزان زیادی کاهش یافته است.در کشوردانمارک ١٧ درصد الکتریسیته از توربین هایی به دست می آید که با انرژی باد کار می کنند. جدیدترین توربین ها پروانه هایی به قطر یک زمین فوتبال دارند و انرژی الکتریکی بسیار ارزان و مناسبی تولید می کنند.

مقامات ایرانی اعلام کرده‌اند که در نظر دارند، تعدادی سلول داغ برای رآکتور IR-٤٠ ب سازند که شامل چهار سلول برای تولید رادیوایزوتوپ‌های دارویی، دو سلول برای تولید کبالت ۶۰ و ایریدوم ۱۹۲ و سه سلول برای روند مدیریت ضایعات می شوند. این سلول‌ها با توجه به ویژگی‌هایی که دارند، می‌توانند مقادیر چشمگیری از پلوتونیوم را از سوخت‌های م صرف شده تفکیک کنند، اما ایران ادعا می‌کند که هیچ طرحی برای توسعه توانایی عمل‌آوری مجدد ندارد.ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران در دو معدن ساغند در استان یزد و گاچین در استان هرمزگان قرار دارد. بنابر اعلام سازمان انرژی اتمی ایران فعالیت اســتخراج اورانیوم هم اکنون فقط در معدن ســاغند در حال انجام

است و هنوز این معدن نیز بطور کامل راه اندازی نشده است.بنا برارزیابی انجام شده قیمت تولید هر کیلوگرم اکسید اورانیوم در معدن ساغند بین ۸۰ تا ۱۳۰ دلار می باشد که نسبت به قیمت جهانی تقریبا ۲۰ دلار در کیلوگرم سه تا پنج برابر گرانتر ا ست. کل ذخایر شناخته شده اورانیوم ایران درمجموع نزدیک به ۱٤۰۰ تن اورانیوم است که تمامی آن قابل استخراج نیست .ایران اینک چهار رآکتور تحقیقاتی را اداره می‌کند که بزرگ‌ترین آنها، رآکتور تحقیقاتی تهران است که در مرکز تحقیقات هسته‌ای تهران قرار دارد.

این رآکتور که در سال ۱۹۶۷ توسط آمریکا به ایران داده شده، یک رآکتور تحقیقاتی ۵ مگاواتی ا ست که از آب سبک ا ستفاده می‌کند. آمریکا پیش از وقوع انقلاب در ایران حدود ۵ کیلوگرم سوخت اورانیوم غنی‌شده سطح بالا به این کشور داد که تحت نظارت تدابیر حفاظتی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در انبار سوخت مصرف‌شده درمحل رآکتور تهران نگهداری می شود. این رآکتور در سال ۱۹۹۳ برای ا ستفاده از سوخت غنی شده ۱۹/۷ در صدی که با توافق ضمنی آمریکا تو سط آرژانتین به ایران عرضه شده بود، تغییر وضعیت داد، زیرا سوخت غنی‌شده سطح پایین؛ نگرانی کمتری درخصوص گسترش سلاح‌های هسته‌ای برمی‌انگیزد.

محتوای سوخت عرضه‌شده توسط آرژانتین شامل ۲۸ ظرف سوخت اورانیوم با آلیاژ اکسید آلومینیوم است که مجموعا حدود ۳۰ کیلوگرم اورانیوم دارد. دو رآکتور

تحقیقاتی کوچک‌تر که در سال‌های ۱۹۹٤ و ۱۹۹۵ توسط چین به ایران عرضه شده‌اند، در مرکز فناوری هسته‌ای اصفهان قرار دارند. یکی از آنها یک رآکتور با منبع کوچک نوترونی است که با آب سبک ۳۰ کیلوواتی کار کرده و از مقدار بسیار کمی از عناصر سوختی اورانیوم غنی شده ۹۰ درصد با آلیاژ آلومینیوم استفاده می‌کند و دیگری، رآکتور آب سنگین قدرت صفرو صد واتی است که از عناصر سوخت فلز اورانیوم طبیعی استفاده می‌کند و از آب سنگین به عنوان تعدیل‌کننده بهره می‌گیرد. مضافا این‌که یک رآکتور بسیار کوچک آب سبک با حساسیت کم نیز در آنجا قرار دارد.

ایران طی چندین سال جهت دستیابی به رآکتور تحقیقاتی آب سنگین به تعدادی از کشورها از جمله هند، چین و روسیه نزدیک شد و تماس برقرار کرد، ایران در سال ۲۰۰۳ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کرد که قصد دارد یک رآکتور تحقیقاتی متوسط آب سنگین ٤۰ مگاواتی (IR ٤۰) برای استفاده در زمینه تحقیقات و توسعه ونیز تولید ایزوتوپ‌های صنعتی و دارویی بسازد. چنانچه رآکتور ٤۰ـــ IR با تمام ظرفیت و شبانه‌روزی طی یک سال فعالیت کند، بنا بر محاسبات موجود، می‌تواند سالانه حدود ۱٤ کیلوگرم پلوتونیوم تولید کند.

این رآکتور ضمن فعالیت با ۷۵ درصد از ظرفیت خود، می‌تواند سالانه حدود ۱۱ کیلوگرم پلوتونیوم تولید کند

رآکتور ٤٠ ـ IR در محلی نزدیک به خنداب، واقع در شمال غربی اراک و حوالی جایگاه کارخانه تولید آب سنگین اراک در حال ساختن است. کارخانه مزبور برای رآکتور ٤٠ـ IR آب سنگین تولید می‌کند.

به هر حال، ایران در اکتبر ۲۰۰۳ به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اعلام کرد که ساخت دومین خط تولید را در اراک برای دو برابر کردن ظرفیت تولیدی ســالانه جهت تهیه حدود ۱۶ تن آب سنگین در هر سال آغاز کرده است.

هرچند ایران اعلام کرده که می‌خواهد تا پیش از سال ۲۰۲۱، برق با ا ستفاده از نیروی هسته‌ای هفت هزار مگاوات تولید کند به نظر می‌رسد، این برنامه بلندپروازانه حتی با بهره‌گیری از کمک خارجی، ناموجه باشد.

تنها نیروگاه هسته‌ای ایران، نیروگاه هسته‌ای بوشهر با یک رآکتور هزار مگاواتی ا ست که طبق برنامه‌ریزی انجام‌شــده در اواخر ســال ۲۰۰۶، فعالیت‌های کامل خود را آغاز می‌کند.

ساختمان نیروگاه هسته‌ای بوشهر طی سالیان زیاد بی‌استفاده ماند و بر اثر بمباران آن ـ طی جنگ ایران و عراق ـ خساراتی به آن وارد شد.

فواید انرژی هسته ای

انرژی هسته ای از محیط زیست حفاظت می کند، شاید انرژی هسته ای کمترین تاثیر را بر روی محیط شامل آب، خاک، هوا ومحیط زیست داشته باشد .زیرا گاز های متصا

عد نمی کند ، پس مانده هایش از محیط زیست جدا می شود .انرژی هسته ای مقرون به صرفه و اقتصادی است.

۱- کاربرد انرژی هسته‌ای در تولید برق

از اهداف اعلام شدهٔ ایران همواره تولید برق هسته‌ای محوریت داشته است و در طول چهار دههٔ گذشته با توجه به روند روبه رشد توسعهٔ اجتماعی و اقتصادی در ایران استراتژی بهره‌برداری از منابع فُسیلی از دو عامل محدود کننده متأثر شده است.

به منظور تعیین سهم بهینهٔ انواع نیرو گاه ها برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور طی ۲۰ سال آینده،

نتایج استفاده از مدل برنامه‌ریزی «KASP» که معروف‌ترین و کاربردی‌ترین مدل بهینه‌سازی سیستم عرضهٔ انرژی الکتریکی است نشان می‌دهد که تا سال ۱٤۱۰ شمسی در سناریوی رشد متوسط حدود ۷۰۰۰ مگاوات و در سناریوی رشد بالای کلیهٔ شاخصه‌های اقتصادی کشور سهم برق هسته‌ای معادل ۱۰/۰۰۰ مگاوات خواهد بود.

علاوه برصرفه اقتصادی دلایل زیر استفاده از انرژی هسته‌ای را ضروری می‌نماید:

الف ـ منابع فسیلی محدود بوده و متعلق به نسلهای آتی می‌باشد

ب ـــــ استفاده از نفت خام در صنایع تبدیلی پتروشیمی ارزش بیشتری دارد

ج ـ تولید برق از طریق نیروگاه اتمی آلودگی نیروگاههای کنونی را ندارد

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

فرآیند تولید برق هسته ای در نیروگاه های آب سبک مشابه نیروگاه بوشهر از معدن تا انرژی الکتریکی دارای بخش های زیر اســـت:الف- چرخه تولید ســـوخت که دارای مراحل ذیل ا ست: ا ستخراج سنگ معدن اوارنیوم، جدا سازی اکسید اورانیوم از سنگ معدن و تولید کیک زرد، تولید فلوراید های اورانیوم، غنی ســـازی در ســـانتریفوزها، تبدیل فلوراید ها به اکسید اورانیوم و تولید میله های سوختی است.

ب- تولید انرژی هســـته ای و بازیافت ســـوخت که با قرارگیری میله های ســـوختی در راکتور تولید انرژی گرمایی و از طریق آن تولید برق و ســـپس بازیافت دوباره میله های ســـوختی اســـتخراج پلوتونیوم موجود در آنها و اســـتفاده مجدد از آن انجام می پذیرد.

WikiPower.ir

۲- کاربرد انرژی هستهای در پزشکی هستهای و امور بهداشتی

در کشـورهای پیشـرفته صـنعتی، از انرژی هسـتهای به صـورت گسـترده در پزشـکی استفاده می‌گردد. با توجه به شیوع برخی از بیماریها از جمله سرطان، ضرورت تقویت طب هسـتهای در کشـورهای در حال توسـعه، هر روز بیشـترمی‌شـود. موارد زیر از مصادیق تکنیکهای هستهای در علم پزشکی است:

الف- تهیه و تولید کیت‌های رادیو دارویی جهت مراکز پزشکی هستهای

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

ب ـ تهیه و تولید رادیو داروی جهت تشخیص بیماری تیروئید و درمان آنها

ج ـ تهیه و تولید کیت‌های هورمونی

د ـ تشخیص و درمان سرطان پروستات

ه ـ تشخیص سرطانهای کولون، روده کوچک و برخی سرطان‌های سینه

و ـ تشخیص محل تومورهای سرطانی و بررسی تومورهای مغزی، سینه و ناراحتی‌های وریدی

ذ ـــــ تصویربرداری بیماریهای قلبی، تشخیص عفونتها و التهاب مفصلی، آمبولی و لخته‌های وریدی

ح ـ موارد دیگری چون تشخیص کم‌خونی، کنترل رادیو داروهای خوراکی و تزریقی و غیره.....

WikiPower.ir

۳- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش دامپزشکی و دامپروری

تکنیکهای هسته‌ای در حوزه دامپزشکی موارد مصرفی چون تشخیص و درمان بیمارهای دامی، تولید مثل‌دام، تغذیه دام، اصلاح نژاد دام، بهداشت و ایمن سازی محصولات دامی و خوراک دام دارد.

٤- کاربرد انرژی هسته‌ای در دسترسی به منابع آب

تکنیکهای هسته‌ای برای شناسایی حوزه‌های آب زیرزمینی، هدایت آبهای سطحی و زیرزمینی، کشف و کنترل‌نشت و ایمنی سدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای شیرین‌کردن آبهای شور نیز انرژی هسته‌ای کاربرد دارد.

۵- کاربرد انرژی هسته‌ای در بخش صنایع غذایی و کشاورزی

از انرژی هسته‌ای در حوزه کشاورزی و صنایع غذایی استفاده‌های بسیار فراوانی صورت می‌گیرد. موارد عمده استفاده در این بخش عبارت است از:

الف ـ جلوگیری از جوانه زدن محصولات غذایی

ب ـ کنترل و از بین بردن حشرات

ج ـ به تأخیر انداختن زمان رسیدن محصولات

د ـ افزایش زمان نگهداری

ه ـ کاهش میزان آلودگی میکروبی

و ـ از بین بردن ویروس‌های گیاهی و غذایی

ز ـ طرح باردهی وجهش گیاهانی چون گندم، برنج و پنبه

۶-مواد پرتوزای دارویی و صنعتی

مواد پرتوزا که دارای کاربردهای پز شکی و تحقیقاتی و صنعتی هستند در راکتور های تحقیقاتی کوچک با ظرفیت های کم تولید می شوند. این توانایی از سالها پیش با

ظرفیتی بیش از تامین نیاز های ایران در راکتور ۱۰ مگاواتی دانشـــگاه تهران وجو د دا شته ا ست و در طول سی سال گذ شته تولید مواد پرتوزای مورد نیاز در م صارف پز شکی و صنعتی از این طریق بدون کمبود خا صی انجام شده است و ادعاهای مطرح شده در این زمینه کاملا از واقعیت به دور هستند. با وجود در اختیار داشتن راکتور ۱۰ مگاواتی، دانشـــگاه تهران اعلام داشـــته که قصـــدش از تولید نیروگاه آب ســـنگین ٤۰ مگاواتی اراک تولید سایر مواد پرتوزای صنعتی- دارویی ا ست که قدرت ٤۰ مگاواتی آن با نیاز ایران کاملا غیر متناســـب اســـت.ســـاخت نیروگاههای اتمی جدید نه تنها نمی‌تواند مشـکل تامین انرژی این کشـور را در کوتاه‌مدت حل کند، بلکه این گزینه از مشکل افزایش دمای زمین نیز جلوگیری نخواهد کرد. ساخت نیروگاههای اتمی یکی از راههای ممکن برای کاهش استفاده از سوختهای فسیلی نظیر نفت و گاز و زغال سنگ است.نیـــروگاه های هســـته ای علاوه برتولید ســـوخت مصرف شده زباله ها و مواد زاید مخصوص به خود را نـــیز تولـــید می کـــنند که به آنها پســـماند هم می گویند زبـــاله های اتمی در سه گروه زباله های اتمی با درجه ی پرتـــوزایی کم ، متوســـط و زیاد دسته بندی می شوند که به میزان پرتوزایی آنهـا بسـتگی دارد این زبـاله ها می توانند در هر یک از حالت جـــامد ، مایع یا گاز باشند .در گذشـــته بعضی از کشـــورها زبـــاله ها و مواد زاید راکتورهای هسته ای نظامی و غیر نظامی خود را به راحـــتی در دریـاچه ها دریا های عمـیق یا زیرزمین دفن می کردند . مـواد زاید نیـروگاه های

هسـته ای به واسطه آن که خاصیت رادیواکتیو دارند باید با احتیاط کامل جمع آوری و انبار شوند سوزاندن آنهـــا موجب پراکنده شدن این مواد در جو می شود و دفن کردن آن ها نیز درگودال های معمـــولی مـــوجب نشـــت مواد رادیو اکتیو به سطح زمین و آلودگی منابع آب ها خواهد شـد بنابراین زباله های هســـــته ای با توجه به میزان پرتوزایی آنها به طریق مختلف انبار و دفن می شوند اک ـثر زباله های هسته ای با درجه ی رادیو اکتیویته ی یکی از کارکنان مجتمع بازیافت مواد زائـــد هســـته ای را مشاهده می کنید .

در حال حاض ـر هم ـه زباله های هس ـته ای در زیر زمی ـن دفن می ش ـوند ی ـکی از روش های جایگزین دفن کردن آنها در زیر بســتر دریاســت بخش های از کف دریا ملیون ها سال است که دچار هیچ گونه تغییرات زمین شناسی نشـــده اند و محـــل منا ســـبی برای دفن دفن زباله های هسته ای به کار می روند دانشـــمندان بر این باورند که لایه های ر سوبات نرم و س ست نه تنهامانع ن ش ست مواد ه سته ای درون صندوقچه ها مشوند بلکه از پراکندن تشعشعات هسته ای درون آنها نیز جلـــوگیری می کنند حـدود هـزار سـال طول می کشد تا این صندوقچه های فولادی زنگ بزنند پوسیده شوند س ـوخت های هسته ای سرد دوباره بازیافت شده اند باید از تاسیساتی که فرآیند غنی ســـازی در آنجا انجام می گیرد به محل راکتورها منتقل شـــوند

همچنین سوخت هسته ای مصرف شده ، مانند اورانیوم و سایر موادی که عمرمفید خود را به عنوان سوخت یک راکتور پشت سرگذاشته اند باید از نیروگاه های هسته ای به مجتمع های بازیافت سوخت هسته ای حمل شوند در آنجا مقداری از سوخت مجدداً غنی سازی شده و بقیه در مکان های امن ، انبار و نگهداری می شود حمل و نقل مواد هسته ای به وسیله کشتی و قطار های مخصوص انجام می گیرد .سوخت هسته ای هنگام حمل و نقل نباید به بیرون نشت کند حتی اگر قطار یا کشتی حامل سوخت هسته ای دچار سانحه شود سوخت هسته ای درون صندوقچه های مخصوص که بسیار مقاوم و فاقد هرگونه درزو منفذ هستند حمل می شود هر کدام از این صندوقچه ها از جنس فولاد هستند و بین ۵۰ تا ۱۱۰ تن وزن دارند هزینه ی ساخت آن ها نیز بالغ بر ۲ میلیون دلار است این صندوقچه ها چنان طراحی و ساخته شده اند که اگر از ارتفاع ۹ متری بر روی یک سطح سخت یا از ارتفاع یک متری برروی یک جسم نوک تیز انداخته شوند هیچگونه آسیبی نمی بینند بعلاوه این صندوقچه ها در مقابل آتش سوزی هایی یادما ی ۸۰۰ درجه ی سانتیگراد باید به مدت نیم ساعت مقاوم باشند .

سوخت اورانیوم در راکتورها ی خود سوخت زای سریع در مقایسه ی باراکتورهای حرارتی ، با کارایی بالاتری مورد استفاده قرار می گیرد راکتور

های یک سوم انرژی گرمای حاصل از سوخت اورانیوم رابه نیروی الکتریسیته تبدیل می کنند در حالی که اکتورهای سریع حدود نیمی از گرما را به الکتریسیته تبدیل می کنند زایدات سوخت اورانیوم در راکتورهای حرارتی را می توان در راکتورهای خود سوخت زا به عنوان سوخت به کار برد زیرا که دراین نیروگاه ها از مخلوط اورانیوم و پلوتونیوم به عنوان سوخت استفاده می کنند که فقط حدود یک پنجاهم این سوخت پلوتونیوم است هسته ی پلوتونیوم به شکاف پذیر است

امتیازویژه استفاده از سدیوم مایع آن است که این ماده با بازده بسیار بالاتری گرمای راکتور را خارج می کند اما مشکل اصلی استفاده ی از سدیوم مایع در آن است که این ماده در اثر تماس با آب به سرعت آتش می گیرد .قرار گرفتن در معرض تابش های ه سته ای حیات ما را تهدید می کند نخ ستین ا ستفاده از نیروی هسته ای ، حمله اتمی به شهر هیروشیمای ژاپن در سال ۱۹٤٥ میلادی بود اندکی بعد بمب اتمی دیگری نیز روی شهر بندری ناکازاکی فرود آمد که منجر به پایان جنگ جهانی دوم شد قسمت اعظم شهر هیروشیما در این تهاجم ویرانگر تخریب شد ۶۶/۰۰۰ کشته برجای گذاشت تابش های رادیو اکتیو این بمب ها که ده سال پیش در سراسر این دو شهر پراکنده شد هنوز هم ساکنان این شهرها را با آثار زیانبار خود می آزارد .

پرتـــوها از طریق مـــتلاشی کردن مولکول های دی ان آی موجود در درون هسته ی سلول ها ، می توانند ســـــلول های زنده را نابـــــود کنند ، یا به آن ها آ سیب بزنند مولکول های دی ان آی دارای مجموعه ای از اطلاعات رمـــزی هســـتند که اعمـــال حیاتی سلول ها ونیز تکثیر آنها را تنظیم و هدایت می کنند .از ایزوتوپ های رادیواکتیو یا به عبـارتی از رادیو ایزوتوپ ها برای معالجه بیماری های صعب العلاج اسـتفاده می شـــــود کبالت ۶۰ از رایـــــج ترین رادیو ایزوتوپ های مورد استفاده در علم پز شکی عصرحاضر است.مـغزی که زمـانی امـکان جـراحی و معـالجه آنـها وجـود نداشت اکنون با استفاده از روش رادیوتراپی قـابل درمـان هسـتند.

کشـف این موضـوع که مقـدار کـمی از جـرم یک ماده می تـواند مقدار فراوانی انرژی آزاد کند تحولات شگرفی در ساخت سلاح های نظامی ایجاد کرد یک کیلوگرم ماده در صورتی که کاملا" به انرژی تبـدیل شود قـادر است مقـدار انـرژی معادل ۲۲ میلـــــیون تن ماده منفجره معمولی تولید کند نخستین بمب های هسته ای سلاح هایی بودند که از طریق شکافت هسته ای عمـل می کـرد ند این نـوع بمب ها در اثر برخورد اتم های بلوتونیوم با یکدیگر که میزان شـکفت هســته ای را به حداکثر ممکن می رسـاند مقدار انرژی انفجاری خـــــارق العـــــاده ای تولید می کردند بمب های هیدوژن نسل بعدی سـلاح های هسـته ای هسـتند که در آنها ایزوتوپ های مختلف هیدروژن با یکـــــدیگر برخـــــورد داده می شوند در نتیجه انفجاری رخ می دهد که بسیار عظیم و مخرب تر از بمـب های هسته ای نسل قبلی است.

رآکتورهای هسته ای کوچک و سبک وزن را می توان به عنوان نیروی پیشران در انواع وسایل حمل و نقل مخصوصاً کشتی ها زیر دریای و سفینه های فضایی به کاربرد اما به دلیل هزینه ی بالای تحقیق و توسعهٔ فناوری هسته ای دقت فراوان مورد نیاز در هر گونه برخورد و عملیات با این مواد و نیز خطرات قرار گیری در معرض پرتوهای رادیواکتیو باعث شده است تا اکثر وسایل نقلیه ای که با نیروی هسته ای کار می کنند در خدمت صنایع نظامی قرارگیرند استفاده ی از نیروی هسته ای در زیر دریایی ها این امکان را فراهم آورده است که نهنگ های فولادی بتوانند برای مدت طولانی در زیر آب باقی بمانندو پهنه ی اقیانوس های جهان را مخفیانه در نوردند.

از هر یک تن اورانیوم طبیعی تقریبا ۱۰۰ کیلوگرم از آن اورانیوم غنی شده بدست می آید و ۹۰۰ کیلوگرم اورانیوم تضعیف شده دفن می شود .

اصولا دو شیوه بنیادی برای آزاد سازی انرژی از یک اتم وجود دارد .

۱- شکافت هسته ای ۲- همجوشی هسته ای

هر فروپاشی هسته اورانیوم می تواند تا ۲۰۰ مگاولت برق تولید کند .

سوخت نیروگاه اتمی برق اورانیوم است . اورانیوم عنصری است که در اکثر مناطق جهان از زیر زمین استخراج می شود . اورانیوم بعداً به صورت قرصهای بسیار کوچکی در داخل میله های بلند قرار گرفته و داخل راکتور نیروگاه نصب می شوند . در داخل

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

راکتور یک نیروگاه اتمی ، اتمهای اورانیوم تحت یک واکنش زنجیره ای کنترل شـــده ، شکافته می شود .

شکافت هسته ای در قلب راکتور رخ می دهد .

اساسی ترین گروه بندی نیروگاههای اتمی برق ، گروه بندی بر حسب تعداد مدارهای آنهاسـت . بر این اسـاس ۳ گروه نیروگاه اتمی برق وجود دارد که عبارتند از : ۱- یک مداره ۲- دو مداره ۳- سه مداره .

نیروگاه اتمی برق یک مداره :

اگرمدار خنک سـاز و سـیال عامل از یکدیگر جدا نباشـند این نیروگاه را یک مداره می گوییم . دراین حالت درون راکتور ، بخار تولید می شـود و این بخار به سـمت توربین هدایت شده و با به چرخش درآوردن محور توربین برق تولید می شود .

WikiPower.ir

نیروگاههای اتمی برق دو مداره

چنانچه مدار خنک ساز از مدار سیال عامل مجزا باشد نیروگاه را دو مداره می نامند .

در این حالت مدار خنک ساز، مدار یک و مدار سیال عامل مدار دو نام دارند. در این نیروگاه ، بخار از مولد بخار وارد توربین می شود و پس از آن به کنداسور می رود

و پس از تقطیر، مایع حا صله بو سیله پمپ به مولد بخار باز می گردد و تولید برق می کند .

نیروگاههای اتمی سه مداره

همانطور که گفتیم در نیروگاههای دو مداره فشـــار مدار اول از مدار دوم به علت جلوگیری از جوشـیدن آب خنک سـاز باید بیشـتر باشـد . به این علت خنک سـاز وارد مدار دوم شـــده و در نتیجه آلودگی رادیواکتیو مدار دوم افزایش می یابد . به چنین نیروگاههایی که دارای مدار میانی نییز می باشند ، سه مداره می گویند .

نیروگاههای سه مداره به دلیل وجود تجهیزات بیشتر گرانترند .

همانطور که می دانیم قلب یک نیروگاه اتمی راکتور آن است .

برای رسـم نقشـه عمومی نیروگاه باید مسـأله جادهی و ویژگیهای محل انتخاب برای سـاخت نیروگاه را در نظر گرفت . هر نیروگاه برق باید در نزدیکی محل مصـــرف انرژی الکتریکی قرار گیرد . همچنین دسترسی راحت به راه آهن از اصول لازم است . سـاخت نیروگاه در نزدیکی معادن و یا زمینهایی که احتمال نشـــتی و یا ریزش در آن وجود دارد مجاز نمی با شد . برای محل ساخت نیروگاه باید به وزش باد در پیرامون نیروگاه دقت شود .

اجزاء یک نیروگاه برق

شامل دو بخش است که واحد توربین و راکتور در آن جای می گیرند .

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

وظیفه اصلی نیروگاه اتمی برق

روشن است که نیروگاههای اتمی دارای وظیفه خاصی که عبارت است از : تغذیه کردن مردم و صنایع با «انرژی الکتریکی» و «گرمایی» ، نیروگاههای معمولی که با سوخت فسیلی کار می کنند به دو دسته عمده تقسیم می شوند ۱- نیروگاههای برقی که تولید کننده انرژی الکتریکی می باشند . ۲- نیروگاههای حرارتی که علاوه برتولید برق ، مقدار قابل توجهی هم انرژی گرمایی تولید می کنند .

WikiPower.ir

منابع:

http://sharifnews.ir/contactus.php

http:// nasir.persiangig.com

http://sharifnews.ir/contactus.php

http://www.google.com

http://www.parseec.com

WikiPower.ir