



دستیابی به انرژی هسته‌ای این قدر بر ایران مهم است که نمبرش را هم منتشر کنیم

چرخه سوخت هسته‌ای به طور صنعتی در کشور کامل شد اما این چرخه چیست و چه نقشی در فعالیتهای هسته‌ای دارد؟

بجرخ تا بجرخیم

مهدی صامی فر

چندسال است که معمولاً در نخستین هفته کاری سال خبرهایی از توسعه فعالیت‌های صلح آمیز هسته‌ای کشور ما می‌شنویم. امسال هم رئیس‌جمهور در روز ملی انرژی هسته‌ای (۲۰ فروردین) ۲ خبر جدید را اعلام کرد که نتیجه آنها تکمیل شدن فرایند تولید سوخت هسته‌ای در کشور بود. البته این فرایند، پیش از این به صورت آزمایشگاهی در کشور انجام شده بود اما خبرهای جدید حاکی از این بود که این فرایند به‌طور صنعتی هم در کشور قابل انجام است. بقیه موارد هم از نقطه شروع که استخراج اورانیوم بوده تا نقطه پایان که تولید سوخت برای نیروگاه است، به بالا بردن توان کمی کشورمان بستگی دارد و از نظر کیفی در صنعتی شدن چرخه سوخت هسته‌ای دیگر مشکلی ندارد.

واکنش‌های هسته‌ای همان‌طور که از اسمش برمی‌آید، اتفاقی بوده که درون هسته اتم می‌افتد و حاصلش تولید انرژی است. این واکنش‌ها آذسته هستند؛ شکافت و گداخت. در شکافت، یک هسته بزرگ به ۲ یا چند هسته اتم کوچک‌تر تبدیل می‌شود و در این فرایند، مقداری انرژی آزاد می‌شود. در فرایند گداخت، هسته‌های کوچک‌تر به هم می‌پیوندند و یک هسته اتم بزرگ‌تر تشکیل می‌دهند که باز هم مقداری انرژی آزاد می‌کند.

مجموعه فرایندهایی که به‌آن چرخه سوخت هسته‌ای می‌گویند، در اینجا شرح داده شده است. چرخه سوخت هسته‌ای شامل ۴ قسمت می‌شود: بخش جلویی چرخه که فرایندهایی است که روی سنگ معدن اورانیوم انجام می‌شود، از ابتدای استخراج تا زمانی که اورانیوم برای مصرف در نیروگاه هسته‌ای آماده می‌شود. بخش دیگر، قسمت عقبی چرخه است که شامل فرایندهایی می‌شود که روی سوخت مصرف‌شده در نیروگاه انجام می‌شود و در نهایت،

فعال‌بشر توانسته است فرایند شکافت را کاملاً مهار و کنترل کند و این انرژی آزادشده را تبدیل به گرما کرده و با جوشاندن آب و تبخیر آن، با استفاده از توربین‌های بخار برق تولید کند. اما تلاش‌های بین‌المللی از جمله در فرانسه (پروژه ایترا) هم در جریان است تا در آینده‌ها چندین دور، انرژی گداخت هم مهار شود.

انرژی خورشید که مهم‌ترین منبع انرژی روی زمین و منشأ فعالیت‌های حیات هم هست، ناشی از گداخت هسته‌ای است که بخش اعظمی از آن ناشی از تبدیل هیدروژن به هلیوم است.

غیر از تولید انرژی، مواد هسته‌ای که در این چرخه تولید می‌شوند، کاربردهای دیگری هم دارند. یکی از مهم‌ترین این کاربردها، درمان است. پزشکی هسته‌ای امروز بخش مهمی از فرایندهای درمانی نوین را به‌خود اختصاص داده است. غیر از این، می‌توان از کاربردهای کشاورزی هم یاد کرد. همچنین مواد هسته‌ای در اکتشافات زیرزمینی هم به کار می‌آیند.

چرخه سوخت هسته‌ای در ایران

مجموعه فرایندهایی که به‌آن چرخه سوخت هسته‌ای می‌گویند، در اینجا شرح داده شده است. چرخه سوخت هسته‌ای شامل ۴ قسمت می‌شود: بخش جلویی چرخه که فرایندهایی است که روی سنگ معدن اورانیوم انجام می‌شود، از ابتدای استخراج تا زمانی که اورانیوم برای مصرف در نیروگاه هسته‌ای آماده می‌شود. بخش دیگر، قسمت عقبی چرخه است که شامل فرایندهایی می‌شود که روی سوخت مصرف‌شده در نیروگاه انجام می‌شود و در نهایت، زباله هسته‌ای در محل امنی دفن می‌شود. در اینجا می‌خواهیم این چرخه را با فرض اینکه همه مراحل آن در کشورمان انجام می‌شود، به‌طور ساده شرح دهیم.

این مجموعه بیانی بسیار ساده از آن چیزی است که در واقعیت می‌گذرد. فرایند غنی‌سازی آن‌قدر پیچیدگی‌های ریز فنی دارد که از حد گنجایش این مطلب خارج است. همین پیچیدگی‌های ریز است که باعث شده امروز دنیا در تعجب باشد که چطور دانشمندان ایرانی با وجود تحریم‌های گوناگون در این زمینه، نه‌تنها به‌صورت نظری به این دانش دست پیدا کرده‌اند بلکه از لحاظ تجربی هم توان تولید نیمه‌صنعتی سوخت هسته‌ای را دارند. به این ترتیب هیچ انسان عاقلی انتظار ندارد چنین فرایندی پیچیده‌ای که بیش از ۱۵، ۱۶ سال کار مداوم دانشمندان کشورمان را پشت‌سر داشته است، آن‌قدر ساده باشد که یک دختر نوجوان ۱۵ ساله با وسایلی که از بازار می‌خرد، به کمک برادرش بتواند در آشپزخانه‌شان آن را تولید کند.

ساخت نسل جدید سانتریفیوژونهایی شدن کارخانه تولید سوخت هسته‌ای آخرین گام کشورمان برای دستیابی به فناوری هسته‌ای بود

ساغند یزد

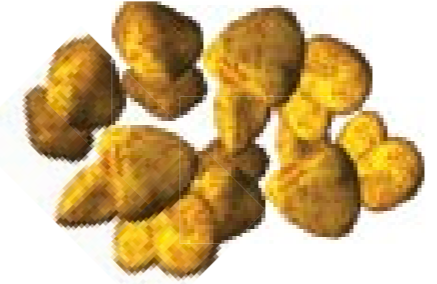
منابع اورانیوم در دنیا بسیار کمیاب هستند. به‌همین دلیل پیدا کردن معدنی که هزینه استخراج اورانیوم از آن به‌اندازه‌ای کم باشد که تولید برق هسته‌ای از آن به‌صرفه باشد، بسیار سخت است. از این نظر کشور ما منابعی در اندازه‌های کوچک در منطقه ساغند یزد دارد. پس از شناسایی معدن، سنگ معدن اورانیوم را که شامل ۵ صدم تا ۳ دهم درصد از یک اکسید خاص از اورانیوم (U3O8) است، به روش‌های مختلف استخراج می‌کنند.



اصفهان

تصفیه و تولید کیک زرد

پس از استخراج، سنگ معدن را با اسیدهای مخصوص خرد می‌کنند؛ طوری که سنگ‌هایی که ابعاد یکسان تولید شود. تاسیساتی در اردکان یزد برای این منظور در کشورمان ساخته شده است؛ سپس این سنگ معدن را با اسیدسولفوریک می‌شویند و پس از خشک شدن، کنستانت‌های از اورانیوم به‌دست می‌آید که به‌آن کیک زرد می‌گویند.



تولید میله سوخت

پس از رسیدن غلظت اورانیوم به مقدار دلخواه (۵۵ درصد برای نیروگاه‌های آب سبک مثل بوشهر) باید نمونه‌هایی را به‌صورت قابل مصرف در رآکتور هسته‌ای درآورد. برای این کار UF6 را باز هم با پروسه‌های شیمیایی به اکسیداورانیوم (این بار UO2) در می‌آورند. این ماده به‌صورت پودر است. آن را فشرده کرده و به‌صورت قرص درمی‌آورند. این قرص‌ها را تحت حرارت به سرامیک تبدیل می‌کنند و روی هم می‌چینند تا به صورت استوانه در بیاید. این استوانه را با لایه‌ای از فلز زیرکونیوم می‌پوشانند. به‌این ترتیب، میله سوخت تولید می‌شود.

آخرین خبر

کارخانه‌ای که این عملیات پیچیده را در ایران انجام می‌دهد، در تاسیسات هسته‌ای اصفهان قرار دارد و ساخت آن کامل شده و هم‌اکنون می‌تواند تمام این فرایند را انجام دهد. این هم دومین خبری بود که رئیس‌جمهور هفته پیش اعلام کرد.



بازگشت به نطنز برای غنی‌سازی

نطنز

سانتریفیوژها

گاز UF6 را در درون استوانه‌هایی که به آنها سانتریفیوژ می‌گویند، می‌چرخانند. نیروی گریز از مرکز باعث جداسدن ایزوتوپ‌های سنگین اورانیوم می‌شود. به این ترتیب، غلظت اورانیوم شکافت‌پذیر (۲۳۵) در نمونه، بالا می‌رود. تاسیسات غنی‌سازی نطنز برای همین منظور ساخته شده‌اند.

آخرین خبر

تفاوت وزنی اورانیوم ۲۳۵ و ۲۳۸ آن قدر کم است که ایجاد می‌کند عمل سانتریفیوژ به مدت طولانی و با استفاده از تعداد زیادی دستگاه سانتریفیوژ انجام شود. اما برای ساخت بدنه سانتریفیوژ، فلزات خاصی نیاز است که در فهرست تحریم‌های شورای امنیت قرار دارد. این تحریم‌ها باعث شد که محققان ایرانی مواد جدید کامپیوژینی را کشف کنند که بتوان از آنها برای ساخت بدنه سانتریفیوژ استفاده کرد. به این ترتیب با ساختن نسل جدیدی از سانتریفیوژ، این محدودیت هم از جلوی پای صنعتی شدن چرخه سوخت در کشور برداشته شد.

بوشهر

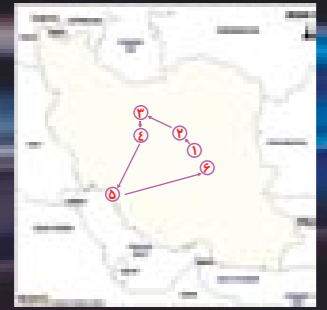
مصرف

سوخت هسته‌ای برای مصرف در نیروگاه‌ها با استفاده‌های تحقیقاتی و کشاورزی و پزشکی به مراکز مربوطه فرستاده می‌شود. در کشور ما غیر از نیروگاه بوشهر که می‌تواند بالقوه مشتری سوخت هسته‌ای باشد (چون فعلاً که روس‌ها قرار است این سوخت را تأمین کنند و محموله‌های سوختشان هم آرام‌آرام دارد وارد کشور می‌شود) مراکزی در اراک، کرج، تهران (دانشگاه تهران) و بناب هستند که با استفاده از مواد هسته‌ای که این فرایند را پیموه‌ده‌اند، تحقیقات علمی انجام داده و بعضاً مواد قابل مصرف در کشاورزی و پزشکی می‌سازند.

دفن زباله‌های هسته‌ای

تولید انرژی، مهم‌ترین کاربرد فناوری هسته‌ای است. حدود ۱۵ درصد انرژی مصرفی دنیا از این روش تولید می‌شود. هرچند انرژی حاصل از شکافت هسته‌ای جزو انرژی‌های بازگشت‌پذیر دسته‌بندی نمی‌شود اما در دسته انرژی‌های سبز و دوست‌دار محیط‌زیست قرار می‌گیرد زیرا مواد زائد آن به نسبت سوخت‌های فسیلی آن‌قدر کم است که اصلاً قابل قیاس نیست. اما این به‌شرطی است که از زباله‌های هسته‌ای با رعایت کامل موارد ایمنی، محافظت به‌عمل آید.

زباله‌های هسته‌ای را به ۳ دسته تقسیم می‌کنند: ۱- لباس‌های حفاظتی، لوازم و تجهیزات و فیلترهایی که مواد رادیواکتیو با عمر کوتاه دارند. این مواد را آتش زده، سپس فشرده کرده و در چاله‌های کم‌عمق دفن می‌کنند. ۲- پس‌مانده‌های شیمیایی، مواد درون نیروگاه‌ها و پوشش‌های سوخت هسته‌ای که آنها را درون پوشش‌های محافظ گذاشته و سپس دفن می‌کنند. ۳- سوخت مصرف‌شده در نیروگاه که تشعشع بالایی دارد و بسیار خطرناک است. ابتدا این سوخت را درون استخرهای بزرگ بتنی با پوشش‌های فولاد زنگ‌نزن، برای چندسال قرار می‌دهند، پس از پایین آمدن میزان تشعشع آن را خارج کرده و در انبارهای مخصوص با پوشش‌های حفاظتی بالا (مانند سرب) قرار می‌دهند. مناطقی که این انبارها در آنها قرار دارند باید از نظر جغرافیایی پایدار باشند. در ایران مناطقی در بیابان‌های مرکزی برای این کار در نظر گرفته شده است.



نقاط روی نقشه مکان‌های مختلف چرخه سوخت هسته‌ای را نشان می‌دهد. عددها را در صفحه دنبال کنید تا ببینید در هر کجای ایران چه بلایی سر اتم‌ها می‌آید

