مجید عمیق

شکافتن ماجرای هسته‌ای

انرژی در جهان صنعتی امروز یک عامل راهبردی است و بیشتر کشورهای جهان، به‌ویژه آن دسته از کشورهایی که در پی اعمال اراده و قدرت خود به سایر کشورها هستند، از همین زاویه به مقولهٔ انرژی نگاه می‌کنند. یکی از بحران‌هایی که جهان آینده را تهدید می‌کند، بحران انرژی است. حیات ما انسان‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به منابع مختلف انرژی وابسته است، مثل منابع انرژی موسوم به سوخت‌های فسیلی نظیر نفت، گاز و زغال‌سنگ. این منابع پایان‌پذیر و تجدیدناپذیرند. هرچند از سایر منابع پایان‌ناپذیر انرژی نظیر انرژی‌های باد، آب، خورشید و امواج جزرومدی برای تولید برق استفاده می‌شود، اما میزان نیروی الکتریسیته‌ای که از آن‌ها به‌دست می‌آید، بسیار ناچیز است. از این‌رو انرژی هسته‌ای یکی از پاک‌ترین و اقتصادی‌ترین منابع انرژی در جهان امروز به‌شمار می‌آید. البته این انرژی علاوه‌بر آنکه می‌تواند کمبود انرژی‌های قبلی را جبران کند، کاربردهای متعدد دیگری هم دارد و در صنایع کشاورزی، پزشکی، صنعت، کشف منابع آب‌های زیرزمینی، تولید رادیوداروها و کنترل نشت و ایمنی سدها، سنجش میزان خوردگی قطعات فلز، جلوگیری از آلودگی مواد غذایی، پروژه‌های اصلاح نژاد دامی، کشف عناصر نایاب معادن، تشخیص و درمان انواع سرطان‌ها و... کاربردهای گسترده‌ای دارد. بنابراین، برای رسیدن به استقلال واقعی در جهان امروز و مقابله کردن با زیاده‌خواهی‌های دولت‌های استکباری، باید به‌سمت تولید علم و فناوری رفت. جمهوری اسلامی ایران نیز توانسته است با درک ضرورت استفاده از این انرژی، در جهت دستیابی به تولید برق و همین‌طور به‌کارگیری انرژی هسته‌ای در امور پزشکی، صنعت و کشاورزی، به همت دانشمندان تلاشگر و ایثارگر، در این راه گام‌های بلندی بردارد و اکنون کشور ما در ردیف کشورهای دارای فناوری انرژی هسته‌ای، جزو شش کشور دارای فناوری چرخهٔ کامل سوخت هسته‌ای و همین‌طور در شمار یازده کشور دارای دانش هسته‌ای است. در سال ۱۳۸۵، روز بیستم فروردین، در تقویم رسمی کشور ما، روز ملی فناوری هسته‌ای نامگذاری شد. از آن پس هر سال در این روز مراسمی در بزرگداشت این موضوع برگزار می‌شود. یکی از ویژگی‌های انرژی هسته‌ای در ایران بومی‌سازی این دانش است که شگفتی جهانیان را در پی داشته است.

در یک تقسیم‌بندی کلی، انرژی هسته‌ای به دو نوع نظامی و صلح‌آمیز تقسیم می‌شود. ایران در پی استفادهٔ صلح‌آمیز از این انرژی است. با وجود این، در دو دههٔ گذشته همچنان با بهانه‌جویی‌های کشورهای غربی و ایالات متحده روبه‌رو شده است و آن‌ها برای جلوگیری از پیشرفت‌های ایران، با انواع فریبکاری‌ها درصدد متوقف کردن این فرایند در کشور ما هستند.

اکنون کشور ما در ردیف کشورهای دارای فناوری انرژی هسته‌ای، جزو شش کشور دارای فناوری چرخهٔ کامل سوخت هسته‌ای و همین‌طور در شمار یازده کشور دارای دانش هسته‌ای است

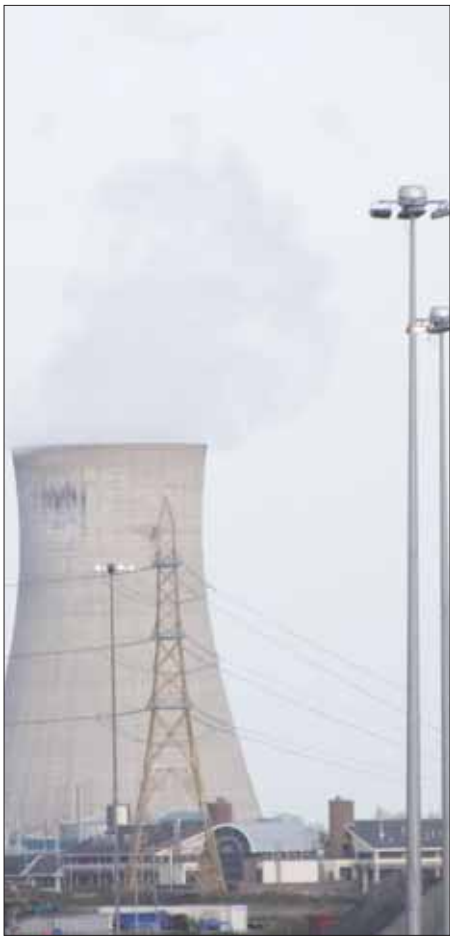
دانش هسته‌ای

منظور از انرژی هسته‌ای آزاد کردن انرژی نهفته در هستهٔ اتم عناصر پرتوزا مانند اورانیوم، پلوتونیم و... است. در هستهٔ اتم این عناصر منبع عظیمی از انـرژی وجود دارد. این انـرژی زمانی می‌تواند آزاد شـود که اتم شکافته شـود. برای شکافتن اتم دو روش وجود دارد:

گداخت یا هم‌جوشی هسته‌ای

در گداخت هسـته‌ای، دو اتم چنـان با یکدیگر درهم می‌آمیزند که یک اتم را تشـکیل می‌دهند. از گـدازش این اتم‌هـا، انرژی عظیمـی به‌صورت گرما آزاد می‌شـود. این فرایندی است که فقط در خورشید و بعضی از ستارگان روی می‌دهد و یکی از شگفتی‌های آفرینش است.

در صنعـت هم‌جوشـی هسـته‌ای ایزوتوپ‌های هیـدروژن (دوتریوم و تریتیـوم) را به اتم بزرگ‌تر هلیوم، که دومین عنصر سـبک در جهان اسـت، تبدیـل می‌کننـد. در خلال این فعـل و انفعالات مقدار خارق‌العـاده‌ای انرژی آزاد می‌شـود. مقدار انـرژی مصرفی سـالانهٔ همهٔ مـردم جهان معادل آن مقدار انرژی اسـت که خورشید در یک ساعت تابش خود منتشر می‌کند. یعنی یک ساعت تابش خورشید معادل کل میزان انرژی است که به‌وسیلهٔ نیروگاه‌های سوخت فسیلی و نیروگاه‌های هسته‌ای جهان تولید می‌شود.



شکافت هسته‌ای

در فرایند شکافت هسته‌ای، هستهٔ اتم شکافته و به دو جزء تقسیم می‌شود. این کار با بمباران کردن هستهٔ اتم به کمک اجزای تشکیل‌دهنده‌اش، یعنی نوترون‌هـا، انجام می‌گیرد. هنگامی که هسـتهٔ اتم اورانیوم در یک واکنش زنجیره‌ای متلاشی می‌شود، مقداری انرژی آزاد می‌گردد. برای شکافتن هستهٔ اتم اورانیوم یک نوترون به هستهٔ آن شلیک می‌شود؛ در نتیجهٔ این فرایند، اتم مذکور به دو اتم کوچک‌تر تجزیه و تعدادی نوترون جدیدتر آزاد می‌شـود که هرکدام به نوبهٔ خود می‌توانند هسـته‌های دیگری را تجزیـه کنند. مجموع جرم اتم‌های کوچک‌تری که از شـکافت اتم اورانیوم حاصل می‌شود، از کل جرم اولیهٔ این اتم کمتر است و این یعنی مقداری از جـرم اولیهٔ ظاهراً ناپدید شـده به انرژی تبدیل شده اسـت. این انرژی به کمک رابطهٔ «$E=mc^2$» یعنی رابطهٔ جرم و انرژی که نخسـتین بار **آلبرت اینشتین** مطرح کرد، قابل اندازه‌گیری است.

دانشمندان در اوایل دههٔ ۱۹۴۰م (در خلال جنگ جهانی دوم) به فناوری شـکافت هسـته‌ای دست یافتند و آمریکا نخستین بمب اتمی را ساخت.

در آخریـن روزهای جنگ جهانی دوم، آمریکا با فروانداختن دو بمب اتمی بر شـهرهای هیروشیما و ناکازاکـی ژاپن فاجعه‌ای عظیم را مرتکب شـد که تأثیر دردناک آن بر جامعهٔ بشـری هنوز التیام نیافته است.

اورانیوم چیست؟

اورانیوم (U) به‌صورت دو ایزوتوپ مختلف «$U_{۲۳۵}$» و «$U_{۲۳۸}$» در طبیعت یافت می‌شود. این دو ایزوتوپ تعداد پروتون‌های یکسان دارند، اما تفاوتشان فقط در سـه نوترون اضافه‌ای اسـت که در هستهٔ $U_{۲۳۸}$ وجود دارد. برای به‌دست آوردن بیشترین بازدهی در فرایند شکافت هسته‌ای، از اورانیوم $U_{۲۳۵}$ استفاده می‌شود که هستهٔ آن به آسانی قابل شکافتن است. اما این ایزوتوپ به‌واسـطهٔ داشتن نیمه عمرکوتاه و فروپاشـی سریع آن، در طبیعت بسیار کمیاب‌تر اسـت، به‌طوری که از هر هزار اتم اورانیوم موجود در طبیعـت فقط هفت اتم از نـوع $U_{۲۳۵}$ و بقیه از نوع $U_{۲۳۸}$ اسـت. لذا باید راهی برای به‌دست آوردن $U_{۲۳۵}$ یافت.

کیک زرد چیست؟

سنگ معدن اورانیوم را پس از استخراج به‌صورت پودر آسیاب می‌کنند و سپس طی فعل و انفعالات شیمیایی به مادهٔ جامد زردرنگی مشهور به کیک زرد تبدیل می‌کنند. دانشمندان برای به‌دست آوردن $u_{۲۳۵}$ از روش غنی‌سازی استفاده می‌کنند. برای این کار ابتدا کیک زرد را طی یک فرایند شیمیایی به‌صورت هگزافلوئوریداورانیوم درمی‌آورند که پس از حرارت دادن به گاز تبدیل می‌شود. هدف از غنی‌سازی، تولید اورانیومی است که درصد بالایی از ایزوتوپ $u_{۲۳۵}$ را دارا باشد. اورانیوم به‌کار رفته در رآکتورهای هسته‌ای در حدود ۲ تا ۳ درصد غنی‌سازی شده است، یعنی حاوی همین درصد $u_{۲۳۵}$ است، در حالی که در ساخت بمب اتمی اورانیوم باید تا ۹۰ درصد غنی‌سازی شده باشد. برای غنی‌سازی از سانتریفوژها، یا دستگاه‌های چرخندهٔ گریز از مرکز که به شکل متوازی (سری) به یکدیگر متصل‌اند استفاده‌می‌شود.بدین‌ترتیب گاز هگزافلوئوریداورانیوم به داخل سیلندرهای سانتریفوژ دمیده می‌شود. بر اثر چرخش سانتریفوژ مولکول‌های سبک‌تر دارای $u_{۲۳۵}$ در بخش میانی سانتریفوژ و مولکول‌های سنگین‌تر $u_{۲۳۸}$ در پایین سانتریفوژ جمع می‌شوند. این عمل بارها تکرار می‌شود تا درجهٔ خلوص اورانیوم غنی‌شده پی‌درپی افزایش یابد.

بازیافت اورانیوم

برای بازیافت اورانیوم از سوخت هسته‌ای مصرف‌شده، از عملیات بازفراوری استفاده می‌شود که در نتیجهٔ آن ۱ درصد پلوتونیوم، ۳ درصد ضایعات و ۹۶ درصد اورانیوم به‌دست می‌آید که دوباره می‌توان آن را در رآکتور مصرف کرد. در اینجا نکتهٔ مهمی وجود دارد و آن اینکه از پلوتونیوم در ساخت بمب اتمی هم استفاده می‌شود. اگر کشوری بخواهد اقدام به تولید بمب اتمی کند، تولید پلوتونیوم به کمک یک رآکتور هسته‌ای غیرنظامی از تهیهٔ اورانیوم غنی‌شده آسان‌تر است.

رآکتور هسته‌ای چیست؟

رآکتور هسته‌ای وسیله‌ای است که در آن فرایند شکافت هسته‌ای به‌تدریج و به‌صورت مهارشده انجام می‌گیرد. انرژی گرمایی به‌دست آمده از این طریق، برای به جوش آوردن و بخار کردن آب و در نتیجه به گردش درآوردن توربین‌های بخار که مولدهای برق را به‌کار می‌اندازند استفاده می‌شود. در رآکتور اورانیوم غنی‌شده را که قبلاً به‌صورت قرص‌هایی درآمده است روی هم قرار می‌دهند که به آن میلهٔ سوخت می‌گویند. در نیروگاه‌های هسته‌ای، برای خنک نگاه داشتن هستهٔ رآکتور، یعنی محلی که شکافت هسته‌ای روی می‌دهد، از فلز مایع سدیم یا گاز یا آب استفاده می‌شود. همچنین، برای تنظیم و کنترل فرایند شکافت هسته‌ای در رآکتور، از میله‌های کنترل‌کننده که از جنس عنصر کادمیوم یا مادهٔ گرافیت هستند استفاده می‌شود. این میله‌ها با جذب کردن نوترون‌های آزاد در داخل رآکتور، از تسریع واکنش‌های زنجیره‌ای جلوگیری می‌کنند.

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی

بحران‌های سیاسی که پس از جنگ جهانی دوم، در سطوح منطقه‌ای یا بین‌المللی، دامنگیر بسیاری از کشورها شد، لزوم خلع سلاح کشورهای هسته‌ای و متوقف شدن مسابقهٔ تسلیحاتی را موجب شد.

تلاش‌هایی در این راه انجام گرفت که مؤثرترین آن‌ها در ۲۹ ژوئن سال ۱۹۵۶م به‌ثمر نشست و آن تأسیس «آژانس بین‌المللی انرژی اتمی»[1] (IAEA) برای ترویج استفادهٔ صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای و جلوگیری از استفادهٔ نظامی از آن بود.

این آژانس در سال ۱۹۶۸م «پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای»[2] را با نام (NPT) توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد به تصویب رساند که در سال ۱۹۷۰م لازم‌الاجرا شد. اکنون ۱۸۹ کشور عضو این پیمان هستند. در این میان، رژیم اشغالگر قدس، از امضای این پیمان همچنان سر باز می‌زند!

پی‌نوشت

1. IAEA: International Atomic Energy Agency
2. NPT: Non Proliferation Treaty