

عمده عملکرد کشور در استفاده از منابع انرژی پاک، مربوط به تولید برق در واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر است. این واحد تنها واحد تولید برق هسته‌ای در کشور، پس از سال هاکش وقوس و طی کردن مسیری پرفرازونشیب با بهره‌مندی از تکنولوژی غربی (آلمان) و شرقی (روسیه) در سال ۱۳۹۰ راه‌اندازی شد و در مهر سال ۱۳۹۲ مورد بهره‌برداری تجاری قرار گرفت و وارد شبکه توزیع برق شد. این نیروگاه در همان سال به بهره‌بردار ایرانی تحویل داده شد. مهم‌تر از میزان تولید برق، رعایت بالاترین سطح ایمنی هسته‌ای در فعالیت‌های نیروگاه اتمی بوشهر است که در ارزیابی‌های مستمر توسط نهاد‌های بین‌المللی به تأیید رسیده است.



تحویل مسئولیت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر به شرکت تولید و توسعه انرژی اتمی ایران

### تولید دی‌اکسید اورانیوم سرامیکی و سوخت میله‌ای با غنای ۳/۵ درصد

در رآکتورهای آب سنگین از سوخت با غنای طبیعی استفاده می‌شود. به همین دلیل در شرکت سوره اصفهان واحد تولید پودر دی‌اکسید اورانیوم طبیعی با گرید سرامیکی برای تهیه سوخت رآکتور آب سنگین اراک در سال ۱۳۹۰ راه‌اندازی شد. برای تولید این سوخت، ماده اولیه یک زرد (U3O8) با انجام فرآیندهای شیمیایی به محصول اکسید اورانیوم سرامیکی تبدیل می‌شود.

همچنین به موازات ساخت سوخت صفحه‌ای و به عنوان جایگزینی برای آن، سوخت میله‌ای با غنای ۳/۵ درصد تحت پروژه‌ای در برنامه طراحی و ساخت قرار گرفت و در سال ۱۳۹۰ و قبل از راه‌اندازی و تولید سوخت صفحه‌ای، نمونه سوخت برای بارگذاری در رآکتور ساخته شد. سه سال پس از این اتفاق، واحد تولید دی‌اکسید اورانیوم غنی شده در سال ۱۳۹۳ با هدف تولید سوخت نیروگاه اتمی بوشهر به دست کارشناسان داخلی در شرکت سوخت رآکتورهای هسته‌ای طراحی و ساخته شد. از نکات پراهمیت و ویژه این واحد، دستیابی کشور به توان تولید پودر دی‌اکسید اورانیوم با خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب برای تولید قرص سوخت مورد نیاز مجتمع‌های سوخت هسته‌ای است که برای نخستین بار کشور ایران توانست به دانش فنی تولید مجتمع‌های سوخت و آمادگی لازم برای تولید سوخت رآکتورهای قدرت ۱۰۰۰ مگاواتی برای استفاده در نیروگاه اتمی بوشهر، دست یابد.

### تولید اسفنج زیرکونیوم

نخستین نمونه داخلی غلاف تولید شده با اسفنج زیرکونیوم با گرید هسته‌ای، سال ۱۳۹۱ تولید شد که در غلاف‌های نخستین، سوخت رآکتور تحقیقاتی توان صفر اصفهان به‌کار گرفته شد. گفتمنی است سوخت رآکتور تحقیقاتی از اکسید اورانیوم با غنای طبیعی تولید می‌شود و از نوع سوخت‌های میله‌ای بوده که در سال ۱۳۹۲، برای تست‌های تشعشعی توسط شرکت سوخت رآکتورهای هسته‌ای طراحی و ساخته شده است.

### سوپرجاذب‌های هسته‌ای

از دیگر تولیدات صنعت هسته‌ای در این دهه، ماده جاذب نوترون است که از مواد اصلی جاذب‌های سوخت هسته‌ای بوده و در صنایع مختلف و دارای تکنولوژی بالا کاربرد دارد. فناوری تولید این ماده در اختیار کشورهای خاص بوده و به راحتی در اختیار کشورهای دیگر قرار نمی‌گیرد. از این رو، تولید این ماده در راستای کسب خودکفایی تولید میله‌های جاذب رآکتورهای هسته‌ای کشور در سال ۱۳۹۴ در دستور کار قرار گرفت و با تولید آزمایشگاهی این ماده با خلوص و کیفیت بالا، ایران موفق به کسب دانش فنی لازم برای تولید آن شد. دی بوراید کروم در قالب یک ماده جاذب هسته‌ای، دستاورد دیگری از سازمان انرژی اتمی است که در رآکتورهای قدرت به منظور کنترل رآکتورهای هسته‌ای به‌کار گرفته می‌شود. نمونه‌ای از این ماده پودری شکل از طریق سنتز شیمیایی در مقیاس آزمایشگاهی، سال ۱۳۹۵ تولید

مسیر پروژه‌هایی نظیر IR2، IR4 و IR6 تعریف شدند.

پس از آن که ایران در قالب گام سوم هسته‌ای اعلام کرد که هیچ محدودیتی در مسیر تحقیق و توسعه برای خود قائل نیست، سازمان انرژی اتمی بنا به دستور نهاد‌های بالادستی، قوانین مصوب و تلاش شبانه‌روزی، دست به انجام اقداماتی زد که باعث شگفتی و حیرت جهانیان شد؛ رونمایی از سانتریفیوژ IR9 با پنج و نیم متر ارتفاع که توان غنی‌سازی ۵۰ سو دارد را می‌توان در قالب یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای علمی متخصصان هسته‌ای ایران در دوران کاهش تعهدات برجای نام برد. در حالی که سانتریفیوژ IR8 پیش از آن با ظرفیت غنی‌سازی ۲۴ سو معرفی شده بود، در همین روز گزدهی شد تا مسیر تحقیق روی آن نیز شروع شود. معرفی و گزدهی ماشین‌های جدید، نشان داد که عزم ایران برای گذر از محدودیت‌ها و ورود به عرصه غنی‌سازی صنعتی بسیار جدی است و هیچ تحریم و فشاری مانع از این عزم راسخ نمی‌شود. همچنین در این دوران بود که صنعت ساخت سانتریفیوژ توسعه یافت و به دست متخصصان داخلی بومی‌سازی شد.

تحول دیگری که در این میان رخ داد، عدم اکسید کردن اورانیوم‌های غنی شده بود که در جریان تحقیق و توسعه انجام می‌گرفت. پیش از این، ایران در مسیر تحقیق و توسعه صنعت هسته‌ای خود، اورانیوم‌هایی که به وسیله ماشین‌های جدید غنی می‌شد را دوباره به حالت عادی برمی‌گرداند؛ ولی از این تاریخ به بعد اورانیوم‌های غنی شده به دست آمده را به ذخایر خود اضافه می‌کرد.

در همین مسیر بود که فعالیت‌های صنعت هسته‌ای کشور شتاب فزاینده‌ای گرفت و با انباشت دانش فنی، مرحله دستیابی و بومی‌سازی دانش و فناوری هسته‌ای در حوزه‌های کشاورزی و غذایی، سلامت و محیط زیست، برق هسته‌ای و صنایع به‌طور جدی وارد مرحله صنعتی شد.

### بارگذاری سوخت صفحه‌ای ۲۰ درصد در رآکتور تهران

نخستین سوخت ۲۰ درصد تولید شده در داخل کشور، بهمن ۱۳۹۰ در رآکتور پنج مگاواتی تهران بارگذاری شد. این سوخت در مجتمع سوخت رآکتورهای هسته‌ای اصفهان تولید و پس از طی مراحل فنی و رعایت استانداردهای ایمنی، زیر نظر مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور جهت بهره‌برداری به رآکتور تهران وارد و بارگذاری شد. با راه‌اندازی خط تولید این مجتمع سوخت و بهره‌برداری در رآکتور تهران، کلیه رادیو داروهای مورد نیاز کشور در داخل تولید و از خروج ارز جلوگیری شد. بدین ترتیب آخرین گام در تکمیل فرآیند سوخت هسته‌ای یعنی ساخت سوخت و بارگذاری مجتمع‌های سوخت در داخل قلب رآکتور توسط متخصصان هسته‌ای کشور برداشته شد.

### تأسیسات هسته‌ای فردو

تأسیسات هسته‌ای فردو با نام رسمی مجتمع غنی‌سازی شهید مسعود علی محمدی، تأسیساتی است که به منظور غنی‌سازی اورانیوم در اعماق صخره‌های سنگی در فردو، ساخته شده است. نام این مرکز در ۲۶ بهمن ۱۳۹۰ به پاس خدمات شهید مسعود علی محمدی به برنامه هسته‌ای ایران، به نام این دانشمند شهید، نام‌گذاری شد. طبق تفاهم هسته‌ای که در فروردین ۱۳۹۴ توسط وزیر خارجه وقت ایران، کشورهای ۵+۱ و اتحادیه اروپا منتشر شد، این مرکز می‌بایست از یک مرکز غنی‌سازی، به یک مرکز در راستای فعالیت‌های علمی و پژوهشی، محدود می‌شد؛ اما در گام چهارم کاهش تعهدات برجای، در تاریخ ۱۶ آبان ۱۳۹۸ سازمان انرژی اتمی جمهوری اسلامی ایران از آغاز دوباره فعالیت تأسیسات هسته‌ای شهید علی محمدی (فردو) در راستای غنی‌سازی اورانیوم خبر داد. ضمن آن که در دی سال ۱۳۹۹ اقدام به ازسرگیری غنی‌سازی ۲۰ درصدی در این تأسیسات کرد.



راه‌اندازی نیروگاه اتمی بوشهر