



# technology

## فناوری

مگاوات ظرفیت داشته باشد، کشور به ۸ واحد راکتور جدید تا سال ۲۰۳۰ نیازمند است.

### پیش نیازهای تأمین برق کشور در ۱۵ سال آینده

برای دستیابی به این هدف به یکسری پیش نیازها نیاز داریم و با توجه به این که دوره ساخت نیروگاه های هسته ای ۷ تا ۹ سال است، باید برنامه ریزی نیروگاه های اتمی مورد نیاز را تا سال ۲۰۳۰ وارد مدار کنیم. براین اساس آبان امسال، قرارداد احداث ۲ واحد دیگر در سایت بوشهر با پیمانکار روسی منعقد شد. با احداث این واحدها حدود ۲۱۰۰ مگاوات به ظرفیت برق کشور مان در ۹-۸ سال آینده اضافه خواهد شد. یکی از مولفه های اصلی در ساخت نیروگاه هسته ای، مشارکت صنایع داخلی است.

در حال حاضر طرح هایی برای مشارکت دادن صنایع و شرکت های داخلی بر نامه ریزی شده اگر چه تجهیزات مورد نیاز در این فناوری به ویژه در مدار اول (شامل راکتور و مولد بخار) جزو تجهیزات با فناوری بالا (های تک) است، اما هم اکنون تلاش می شود نمونه هایی از این تجهیزات در کشور ساخته شود.

از سوی دیگر توسعه منابع انسانی یکی از ارکان دستیابی به این فناوری است. خوشبختانه کشور در سال های گذشته در این خصوص به موفقیت های خوبی دست یافته است. علاوه بر این، برنامه هایی هم با همکاری دانشگاه ها تهیه شده است و امید می رود که واحدهای جدید نیز مانند واحد یک نیروگاه بوشهر که به بهره برداری رسیده است، به همت نیروهای ایرانی راه اندازی شود و به بهره برداری برسد.

### جایگاه ایران در تولید برق هسته ای در دنیا

ایران در زمره ۳۰ کشوری است که در دنیا دارای نیروگاه اتمی هستند. نیروگاه اتمی ایران بزرگ است و در خاورمیانه، ایران اولین کشوری است که دارای نیروگاهی با قدرت هزار مگاوات و این حجم تولید انرژی است. پاکستان هم نیروگاه اتمی دارد اما نیروگاه هایش کوچک و ۳۰۰ مگاواتی است. در ۲ سال گذشته سهم مشارکت نیروگاه اتمی بوشهر در تأمین برق مورد نیاز کشور بین ۱/۵ تا ۲ درصد بوده است.

### مراحل مختلف دستیابی به فناوری های جدید

دستیابی به فناوری سطوح مختلف دارد، به عنوان نمونه هنگامی که یک وسیله برقی مانند گوشی تلفن همراه خریداری می کنید، اولین چیزی که یاد می گیرید، روش استفاده از آن است که به آن «بهره برداری» می گویند. حال اگر بتوانید دانش تان را آن قدر افزایش دهید که بتوانید آن را تعمیر و نگهداری کنید، به سطح بالاتری از فناوری دست پیدا کرده اید. سپس اگر بتوانید در طراحی آن تغییر ایجاد کنید، این هم یک سطح دیگر از دسترس به فناوری است و در نهایت اگر بتوانید گوشی را خودتان طراحی کنید و بسازید، در این حالت به فناوری دست یافته اید. در فناوری هسته ای هم همین طور است. در ابتدا از فناوری بهره برداری می کنیم که این موضوع در سطح نیروگاه اتمی بوشهر رخ داده است. اکنون تلاش می کنیم این نیروگاه را تعمیر و نگهداری کنیم که بدین ترتیب سطح دوم فناوری را توسعه می دهیم. حال در هنگام تعمیر، گاهی اوقات باید طراحی قطعه ای را نیز تغییر دهیم که در حال فراگیری این سطح از فناوری هستیم. پس از این مرحله، اگر از نظر اقتصادی توجیه داشته باشد، می توانیم این نیروگاه ها را در داخل کشور طراحی و احداث کنیم. در حال حاضر آن چه اهمیت دارد، دستیابی به فناوری هسته ای است.

### مزایای تولید برق هسته ای

امروزه انرژی نقش بسیار مهمی در جوامع بشری دارد به طوری که انرژی، موتور محرک اقتصادی و تولیدی به شمار می رود. به گفته معاون برنامه ریزی و توسعه شرکت مادر تخصصی

فسیلی مانند نفت، گاز، گازوئیل و مازوت وابسته شده است. این در حالی است که هزینه تمام شده سوخت های فسیلی که به نیروگاه های حرارتی تحویل داده می شود، هیچ وقت در محاسبه قیمت تمام شده واقعی استفاده نمی شوند، حتی این مهم نیز در نظر گرفته نمی شود که اگر این سوخت ها را در جای دیگر استفاده کنیم، می توانیم محصولات با ارزش بیشتری به عنوان مثال در حوزه پتروشیمی تولید کنیم.

میزان آلاینده های سوخت فسیلی به طور دقیق محاسبه نمی شود در حالی که نداشتن آلودگی زیست محیطی در استفاده از نیروگاه هسته ای یک مزیت به شمار می رود. به عنوان نمونه وقتی نیروگاهی با سوخت مازوت در منطقه ای فعالیت می کند، آلودگی محیط زیستی ایجاد می کند که تبعاتی مانند اثرات گلخانه ای و باران های اسیدی را در پی خواهد داشت.

علاوه بر این مسائل باید توجه داشته باشیم که در ساخت نیروگاه های هسته ای در کشور هم انتقال فناوری و هم بومی سازی دانش فنی انجام می گیرد و هم یک اقدام اقتصادی انجام می شود که به رقابت پذیری برق هسته ای در مقابل دیگر منابع انرژی برمی گردد.

### ضرورت تنوع بخشی به منابع تولید انرژی

در حال حاضر بیش از ۹۵ درصد برق کشور در نیروگاه های سوخت فسیلی تولید می شود در حالی که باید تلاش کنیم با تنوع بخشیدن به منابع تولید انرژی، وابستگی به یک نوع سوخت را کاهش دهیم.

تولید و توسعه انرژی اتمی ایران، هریک از منابع انرژی یکسری ویژگی ها، مزایا و معایبی دارند. از جمله مزایای سوخت های فسیلی می توان به سهولت استفاده آن ها اشاره کرد، اما این سوخت ها با تولید گاز های گلخانه ای، آلاینده های بسیاری را وارد محیط زیست می کنند و موجب تغییرات آب و هوایی در دنیا می شوند. علاوه بر مشکل نوسانات زیاد قیمت سوخت های فسیلی، این سوخت ها رو به پایان هستند و می توان از آن ها برای تولید محصولات با ارزش تری استفاده کرد. از طرف دیگر نیروگاه های برق آبی هیچ گونه پسماند و آلایندگی تولید نمی کنند اما مکان مناسب زیادی برای احداث سد وجود ندارد ضمن این که مشکل کم آبی نیز وجود دارد. انرژی های تجدید پذیر مانند خورشید و باد هم آلایندگی ایجاد نمی کنند، اما هنوز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیستند ضمن این که تولید انرژی از این منابع هنوز با درجه اطمینان بالایی ممکن نیست؛ زیرا ممکن است باد و یا نور خورشید نباشد، بنابراین اتکا به آن ها به عنوان منابع تولید برق پایه تقریباً ممکن نیست.

فتوره چیان در خصوص ویژگی های فناوری هسته ای برای تولید برق گفت: این فناوری از مزایایی همچون نداشتن آلاینده های زیست محیطی و تولید حجم زیاد برق از مقدار کم سوخت برخوردار است. تولید پایدار برق در تمام مدت و طول عمر بهره برداری (بالا ۶۰ سال)، از دیگر مزایای این منبع تولید الکتریسیته است. در مقابل دوره ساخت طولانی و هزینه ساخت بالا از مواردی است که حتماً باید در استفاده از این فناوری مد نظر قرار گیرد.

علاوه بر این در رابطه با بهره برداری و مدیریت پسماند های

انرژی های تجدید پذیر مانند خورشید و باد آلایندگی ایجاد نمی کنند، اما هنوز مقرون به صرفه نیستند ضمن این که تولید و تأمین انرژی از این منابع هنوز مطمئن نیست؛ زیرا ممکن است باد و یا نور خورشید نباشد، بنابراین نمی توان به آن ها به عنوان منابع تولید برق پایه اکتفا کرد.



### تاریخچه برنامه ریزی انرژی در ایران

اولین و منسجم ترین برنامه ریزی انرژی در ایران در اوایل دهه ۷۰ میلادی توسط انستیتو مطالعات تحقیقات استنفورد وابسته به یکی از دانشگاه های پیشرو در زمینه انرژی در آمریکا انجام شد. در آن زمان برآورد شد برای یک دوره زمانی ۲۲ ساله، حدود ۱۶ درصد از برق مصرفی کشور باید با فناوری هسته ای تأمین شود. به عبارت دیگر، در آن سال برنامه ریزی شد که ایران در سال ۱۹۹۷ باید ۵۵ هزار مگاوات ظرفیت برق داشته باشد و ۱۶ درصد آن برق هسته ای باشد.

پس از پیروزی انقلاب، مطالعات متعدد دیگری در زمینه تولید برق هسته ای در کشور انجام شد؛ به عنوان نمونه دانشگاه شریف طی مطالعه ای در سال ۸۸ تولید ۲۰ تا ۲۱ درصد از ظرفیت برق کشور از انرژی هسته ای را تا سال ۲۰۲۰ مطلوب اعلام کرد. مطالعات دیگری نیز توسط شورای انرژی اتمی کشور و وزارت نیرو انجام شد که در تمامی آن ها، تنوع بخشی به منابع تولید انرژی در سید انرژی کشور و به حداقل رساندن وابستگی به یک منبع مدنظر بود.

لزم داشتن سهمی حداقل بالاتر از ۸ درصد از برق هسته ای در کشور، موضوع شاخص تمامی این مطالعات است و این نشان می دهد که استفاده از فناوری هسته ای برای تولید برق، موضوعی با سابقه بلند مدت در کشور است و هدفی نیست که به تازگی به آن پرداخته شده باشد.

### در مدار قرار گرفتن نیروگاه بوشهر

به گفته معاون برنامه ریزی و توسعه شرکت مادر تخصصی تولید و توسعه انرژی اتمی ایران، واحد یک نیروگاه اتمی بوشهر سرانجام پس از ۱۳ سال کار سخت که با تغییر فناوری