

جواهری جدید در دل ایران

شمارش معکوس برای راه اندازی راکتور جدید اراک با طراحی متخصصان ایرانی به صدا در آمد. طبق پیش بینی ها در ۲۰ سال آینده ۸۵ درصد رادیو داروهای مورد نیاز کشور نیز در راکتور اراک تامین می شود

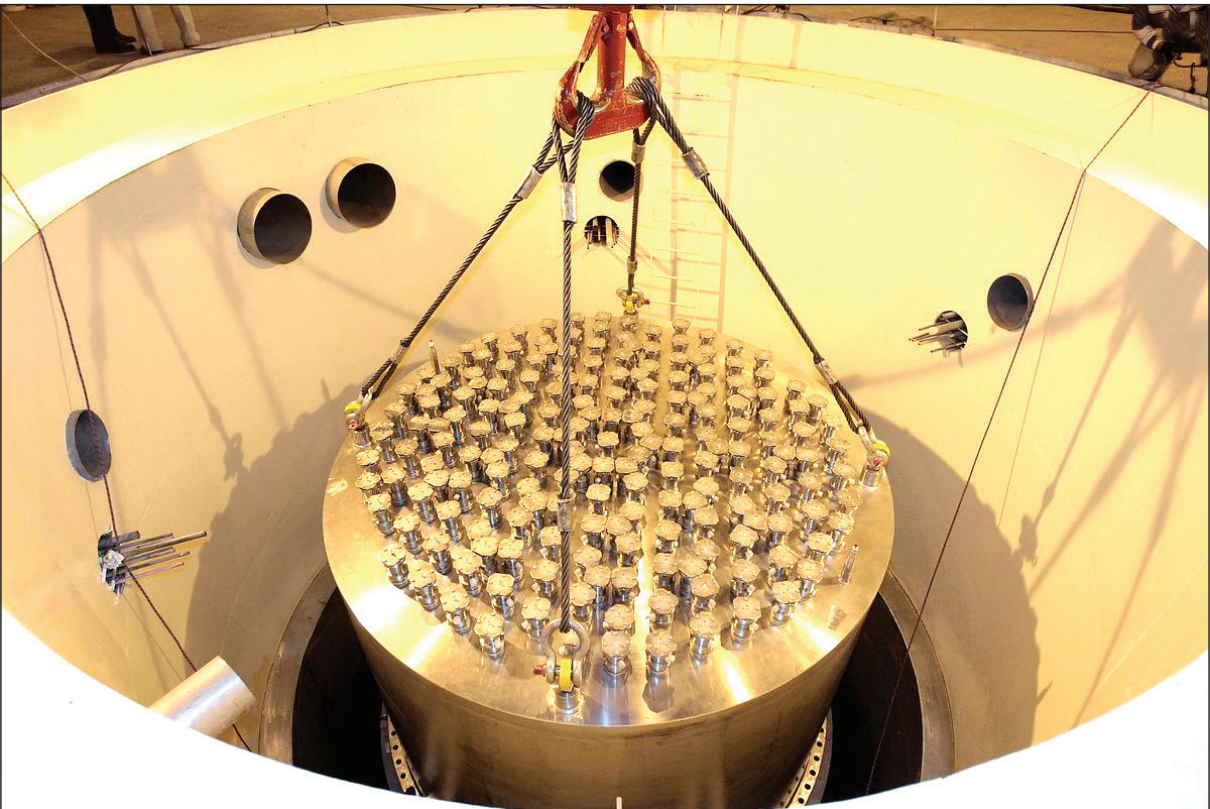
هادی محمدی - اگر به دوران مذاکرات برجام و قبل از آن برگردیم و اگر چند خط قرمز بزرگ طرف های غربی و حتی روسیه و چین را در نظر بگیریم، در کنار غنی سازی و تحقیق و توسعه، حتما راکتور آب سنگین اراک یکی از سه ضلع مثلث خطوط قرمز آن ها به شمار می رفت. خط قرمزی که دیپلمات های ایران با پافشاری بر حقوق ملی و منافع بلند مدت در صنعت هسته ای، زیر بار آن نرفتند و توانستند راکتور آب سنگین را پس از مذاکرات پیچیده و سنگین حفظ کنند. اهمیت این راکتور به حدی بود که رهبر انقلاب در نامه معروف شروط ۹ گانه شان برای اجرای برجام یکی از بندها را به این تاسیسات و حفظ آب سنگین در راکتور اراک اختصاص دادند. حالا پس از حدود ۸ سال از اجرای برجام راکتور جدید و مدرن شده آب سنگین خنداب (اراک) که با طراحی ایرانی و تلاش متخصصان کشور مان باز طراحی و تجهیزا تنش ساخته شده، ماه های پایانی خود را برای آغاز تست سرد می گذراند و به نوعی شمارش معکوس آن آغاز شده است. دومین بازدید خبرنگاران رسانه های مختلف از مرکز هسته ای شهدای خنداب به حضور در راکتور آب سنگین خنداب (اراک) اختصاص داشت و متخصصان حاضر در این تنها راکتور آب سنگین غرب آسیا که باعث شده ایران را وارد باشگاه راکتور سازان دنیا کند به توضیح درباره بخش های مختلف آن پرداختند.

■ دعوای دیپلماتیک بر سر راکتور آب سنگین

راکتور آب سنگین خنداب همان جایی است که هزاران کیلومتر دورتر در قلب اروپا بر سر گنج هسته ای اش ساعت ها وزرای خارج کشور های قدرتمند دنیا را به چالش کشیده بود تا راهی برای تفاهم بر سر آن بیابند؛ از ژنو تا وین و لوزان، غربی ها با ادعاهای واهی خود از آن به عنوان یک تهدید یاد می کردند اما ایرانیان آن را به نمادی از خودباوری و تیزهوشی تبدیل کردند و اینک توانسته اند نخستین راکتور اتمی ایرانی را در آن منطقه بسازند و سرانجام با رسیدن به توافق برجام قرار شد تا ضمن بازطراحی قلب راکتور که با طرح ایرانی انجام می شود، این افتخار کشور به صورت یک راکتور آب سنگین باقی بماند.

■ تاریخ راکتور خنداب

کار ساخت راکتور آب سنگین قبلی خنداب عملا از سال ۱۳۷۸ شروع و تا سال ۱۳۸۳ ادامه داشته و بر اساس برنامه قرار بود ابتدای سال ۹۳ به راه اندازی آزمایشی برسد که با برجام کار ساخت آن متوقف شد. اصولا علت ساخت چنین راکتوری که سوخت غنی شده نیاز نداشت این بود که ما دسترسی به غنی سازی اورانیوم نداشتیم و از طرفی هم کارخانه تولید آب سنگین و به اندازه کافی اورانیوم طبیعی داشتیم



بنابراین به این فکر افتادیم که با وجود این منابع غنی می توانیم یک راکتور آب سنگین را طراحی کنیم و بسازیم. نگرانی طرف مقابل هم از این بود چرا که در دنیای امروز بیشتر کشورهایی که خارج از نظارت آژانس میب اتمی ساخته اند با استفاده از پلوتونیوم حاصل از باقی مانده سوخت راکتور های آب سنگین بوده است، پاکستان، هند، کره شمالی و اسرائیل از آن جمله اند، در حالی که اگر چه راکتور قدیمی ایران حدود ۹ کیلو پلوتونیوم در سال تولید می کرد اما ما از ابتدا چنین رویکردی را حرام اعلام کردیم و دنبال بهره برداری های صلح آمیز بودیم.

■ ماجرای بتن ریزی در قلب راکتور

طبق ماده دوم از پیوست اول برجام قرار شد تا ایران ضمن توقف کار در راکتور قبلی، کالندریای راکتور را خارج و با نگهداری در ایران، تمام منافذ ورودی های آن را پُر کند. به طور ساده باید گفت قلب راکتور قدیمی اراک از سه قسمت به نام های آپریاتر که رویه بالایی قلب را تشکیل می دهد، کالندریا که داخل قلب است و میله های سوخت و موادی که قرار است پرتو دهی شوند در آن جا می گیرند و پوسته قلب که برینگ نام دارد شکل گرفته بود و طبق برجام، تنها کالندریا خارج و بتن ریزی شده و دو قسمت دیگر به همراه ساختمان و تاسیسات جانبی تقریبا بدون تغییر در راکتور جدید استفاده می شوند. آمریکایی ها اصرار داشتند که کالندریا یا از ایران خارج شود یا تکه تکه شود که با مخالفت ما این مخزن در ایران باقی ماند و راه های ورودی آن با بتن مسدود

شد. موضوع بتن ریزی در کالندریای قلب راکتور اراک از جمله حاشیه سازترین مسائل در صنعت هسته ای به شمار می رود و حتی در یک تصویر با نرم افزار فتوشاپ نشان داده شد که دو نفر با فرغون و بتن میکسر در حال ریختن سیمان در چاله راکتور هستند.

■ آب سنگین در راکتور باقی می ماند

باتوافق برجام یک تحول بزرگ در عرصه راکتور آب سنگین اراک شکل گرفت و قرار شد تا با مشارکت کشور های ۱+۵ و با محوریت و اجرای ایران، راکتوری مدرن با قابلیت های بسیار بیشتر و بهتر ساخته شود.

پیشنهادهای که آن ها در مذاکرات دادند این بود که این راکتور کلا به آب سبک تبدیل شود تا تولید پلوتونیوم که به ادعای آن ها خطرناک بود کاهش یابد اما خط قرمز نظام این بود که شا کله راکتور باید باقی بماند و آب سنگین حفظ شود. طرح نهایی راکتور جدید در سازمان انرژی اتمی ایران تدوین و تحویل آژانس بین المللی انرژی اتمی شد. طرح جدید اولا مقدار شارژ نوترونی را بالایی برد و به ما امکان می دهد که تست مواد و سوخت را باهم داشته باشیم که برای تولید سوخت هسته ای مهم ترین موضوع است و دوم این که تولید رادیوایزوتوپ های ما را افزایش می دهد.

طراحی های راکتور جدید توسط متخصصان ایرانی انجام شد و برای بهره برداری از دانش فنی و تجارب بین المللی و ارتقای ایمنی راکتور، این طراحی ها به تایید طرف چینی نیز رسید و کسب دانش فنی طراحی و ساخت راکتور های اتمی، تربیت نیروی انسانی متخصص، ایجاد امکانات تحقیق و توسعه، تولید رادیوایزوتوپ های صنعتی و کشاورزی دارویی، گردآوری شرکت های مهندسین مشاور داخلی برای اجرای طرح های پیچیده صنعت هسته ای در بالاترین سطح، ارتقای اعتماد به نفس و خودباوری از اهداف این پروژه قرار گرفت ضمن این که کبالت ۶۰، مولیبدن ۹۹ و ایریدیوم ۱۹۲ از جمله محصولات است که قرار است راکتور تحقیقاتی خنداب اراک تولید کند.

راکتور اراک به ما در تولید رادیو دارو ها نیز کمک می کند زیرا ما ۹۰۰ هزار بیمار سرطانی داریم که راکتور تهران به تنهایی جوابگوی این بیماران نیست. در واقع راکتور اراک برای کمک به راکتور تهران است ولی اگر روزی گفتند عمر راکتور تهران به پایان رسیده و باید جمع شود، در اراک می توانیم تولید را ادامه دهیم، پیش بینی هم این است که در ۲۰ سال آینده ۸۵ درصد رادیو دارو های مورد نیاز کشور در راکتور اراک تامین شود.

تعداد مجتمع های سوخت راکتور قبلی ۱۵۰ عدد و سوخت مورد استفاده آن اکسید اورانیوم طبیعی بود در حالی که راکتور جدید ۷۸ مجتمع سوخت با غنای ۳٫۳ درصد خواهد داشت که باعث می شود فضای بیشتری به مواد پرتو گیر اختصاص یابد. وزن اورانیوم مورد استفاده در راکتور قدیمی بیش از ۹ تن پیش بینی شده بود در حالی که در راکتور خنداب وزن اورانیوم ۳۷۵ کیلو خواهد بود اما مهم ترین و کلیدی ترین نکته آن کاهش شدید تولید پلوتونیوم است که از حدود ۱۰ کیلو به زیر یک کیلو در سال می رسد تا نگرانی طرف های مقابل را رفع کند.

محوطه زیر گنبد ۴ اتاق تعبیه شده که مبدل های حرارتی در آن ها وجود دارند این مبدل ها ۲ جداره هستند تا هم آب سنگین و هم آب سبک درونشان جریان داشته باشد. این اتاق ها نیز با در های ضخیم و ضد تشعشع از فضای اصلی راکتور جدا می شوند. دیوار های راکتور از بتن مسلح به آرماتور آهنی پوشیده شده و خود گنبد هم دولا به بتنی و فلزی دارد.

■ شبیه سازی اتفاقات در راکتور

بخش دیگر راکتور، ساختمان کنترل است. از طریق یک راهرو به سالن سیمپلاتور یا شبیه ساز اتاق کنترل راکتور اراک می رویم. نوساز و جدید به نظر می رسد ضمن این که نکته مهم، اختصاصی بودن این سیمپلاتور برای راکتور اراک و ایرانی بودن تمام تجهیزات و طراحی های آن است هر چند باید برای راکتور جدید به روز رسانی شود. با صدای آژیر بلندی روشن شدن راکتور، شبیه سازی شد و یک مهندس جوان که مسئول اتاق شبیه ساز است به ارائه توضیحات فنی نحوه کار کرد راکتور آب سنگین اراک می پردازد. ابتدا از علت ایجاد سیمپلاتور می گوید و اتاق کنترل راکتور را به کابین هواپیما تشبیه می کند که در آن جا هم خلبان از ابتدا در هواپیما آموزش نمی بیند بلکه در یک شبیه ساز آمادگی های لازم را کسب می کند تا هزینه پایین بیاید و ایمنی افزایش یابد. همه اپراتور هایی که قرار است در اتاق کنترل هر راکتوری بنشینند باید تعداد ساعاتی را در سیمپلاتور آموزش ببینند و بدترین حوادث و اتفاقات را تجربه کنند و پایش بر نامه طراحی می شود. حتی پرسنلی که آموزش ها را تمام کرده و الان در اتاق کنترل واقعی مثل نیرو گاه واقعی هستند هم باید هر ماه یک روز را داخل اتاق کنترل برونند تا شرایط اضطراری بدون هماهنگی، مواجه شوند. در ادامه به فرایندی که در راکتور اتفاق می افتد، می پردازد و می گوید: راکتور محفظه ای است که قرار است واکنش شکافت هسته ای در آن اتفاق بیفتد. در واکنش شکافت، اورانیوم ۲۳۵ داریم که متلاشی می شود. اورانیوم ۲۳۵ به ۲ پاره شکافته می شود و حدود ۲/۵ تا ۳ نوترون اضافی هم تولید می کند و در واقع تعداد نوترون های ما زیاد می شود. مهم برای ما این است که این چند نوترون ایجاد شده خودشان باعث شکافت های بعدی شوند تا در جهاتی که می خواهیم استفاده شود. راکتور ما راکتور آب سنگین است. در آب سنگین به جای هیدروژن، دوتریوم دارد. دوتریوم نسبت به هیدروژن، کند کنندگی -پایین آوردن انرژی نوترون ها- و خنک کنندگی بهتری دارد و خاصیت دوتریوم این است که نوترون ها را جذب نمی کند و خاصیت مهمی به شمار می رود. واکنش شکافت شروع می شود و انرژی تولید می کنند. میان مجتمع های سوخت فاصله کمی و در این فاصله آب سنگین در جریان است. در نتیجه دمای آب اطراف این میله ها بالا می رود و به حدود ۷۰ درجه می رسد که خطرناک است و باید این دما را پایین بیاوریم. برای این کار آب سنگین که گرمای میله های سوخت را گرفته از راکتور خارج و وارد بخشی به نام مبدل حرارتی می شود. داخل این جا آب سنگین گرم شده در لوله ای از کنار آب معمولی ۳۰ درجه عبور می کند و با تبادل دمایی، دمایش به ۵۰ درجه می رسد و به قلب بازمی گردد. ما در راکتور آب سنگین حدود ۷۰ متر مکعب آب سنگین داریم که به دلیل ارزش بالای این آب هیچ خروجی نباید داشته باشیم و این آب سنگین در یک سیکل

■ در قلب راکتور آب سنگین

ساختمان راکتور اراک شامل سه بخش اصلی است یک ساختمان چند طبقه نوساز که اتاق کنترل در آن جا قرار دارد و به نوعی ساختمان بهره برداری راکتور است، یک گنبد با دود کشی بلند که قلب راکتور را در خود جا داده و محلی برای قرار گرفتن تانکر های کوچک و بزرگ آب و بخش دستگاه های تهویه هوای داخل راکتور است. چاله راکتور در میانه ساختمان و درست زیر هسته مرکزی گنبد وجود دارد. قلب راکتور قدیمی استوانه ای بزرگ از جنس استیل بود که درون این چاله قرار داشت اما امروز درون چاله غیر از بخش کالندریا، بقیه بخش ها ساخته شده و البته خبری هم از بتن نیست. کالندریای معروف نیز در مکانی در همین سایت توسط آژانس پلمب شده است. یک جرثقیل قطبی ۱۲۰ تنی ساخت ایران با ۳۶۰ درجه توان چرخش، کار جابه جایی راکتور قبلی و آینده را بر عهده دارد که با رنگ زرد خود در سقف ساختمان راکتور خودنمایی می کند. در گوشه ای از سالن، استخری خالی از اهداف این پروژه قرار گرفت ضمن این که کبالت ۶۰، مولیبدن ۹۹ و ایریدیوم ۱۹۲ از جمله محصولات است که قرار است راکتور تحقیقاتی خنداب اراک تولید کند. در اطراف



کاملا بسته مورد استفاده قرار می گیرد. برای حفظ ایمنی در قلب راکتور، مأمیله های کنترلی داریم که در مواقع لزوم باعث خاموش شدن راکتور و کنترل قدرت آن می شوند. وضعیت ایمنی این جا به گونه ای است که اگر احوانا پراتور هم حواسش نبود، راکتور به صورت اتومات به سمت خاموشی می رود.

■ پاسخ به یک سوال مهم و پر حاشیه

در سال های مذاکرات برجام و پس از آن همواره یکی از سوالات مهم و پرتکرار درباره راکتور جدید آب سنگین در خنداب این بوده که در واقع با طراحی جدید که در آن از اورانیوم غنی شده به جای اورانیوم طبیعی استفاده خواهد شد، راکتور اراک، آب سبک می شود و دیگر چرا باید از آب سنگین برای راکتور استفاده کنیم؟ یک متخصص هسته ای که از مسائل مذاکراتی برجام هم آگاه است به خراسان می گوید: راکتور قدیمی بسیاری از نیاز های ما از جمله تست سوخت و تولید برخی ایزوتوپ های ما را جواب نمی داد چون این ها شار نوترون بالایی خواست که به دلیل طبیعی بودن سوخت، آن شار نوترونی از این راکتور حاصل نمی شد. آن راکتور بد نبود اما همه نیاز های ما را پاسخ نمی داد ضمن این که در مذاکرات هم ایجاد نگرانی می کرد. کار شروع شد و مستقیم زیر نظر دکتر صالحی که تخصص راکتور دارند پیش رفت و ما طرح خود را به ۱+۵ ارائه کردیم. شش ماه چالش های فنی با متخصصانی که از بهترین آزمایشگاه های ملی آمریکا می آمدند و تجربه ساخت راکتور های فوق پیشرفته زور آمریکا را داشتند، انجام شد. چالش فنی بزرگی بود که توانستیم طرح خود را اثبات کنیم تا نگرانی های طرف مقابل را بر طرف سازد اما قابلیت های این راکتور از جمله شار نوترونی برای هر تستی و تولید هر ایزوتوپ مناسب بود و همه بهانه ها چه نامر تبیط و چه مرتبط درباره ایمنی، تولید پلوتونیوم و... دفاع شد.

این راکتور جدید هم نیاز های ما را پوشش می دهد و هم این که طرح را خودمان دادیم ضمن این که این راکتور کاملاً آب سنگین است. اصولا به راکتوری آب سبک گفته می شود که درون آن بالاخره به شیوه ای آب سبک استفاده شده باشد. در راکتور های کانالی مثل راکتور اراک یا طرحی که الان ارائه دادیم، در سه جا از سیال استفاده می شود، یکی برای خنک کردن سوخت که کولند نام دارد یک جا برای کند کنندگی نوترون که مدريتور نام دارد و یک جا هم برای باز تابش نوترون هاست که رفלקتور نامیده می شود. در طرحی که ایران داده در هر سه جایی که سیال استفاده می شود از جنس آب سنگین خواهد بود. پس این جا آب سبکی نیست که راکتور آب سبک باشد.

■ ذهن خلاق و دستان هنرمند ایرانی می تواند،

ساخت راکتور جدید خنداب با طرح ایرانی و با مدیریت دانشمندان و متخصصان کشور مان انجام می شود و ناگفته پید ا قابل پیش بینی است که آن دستان هنرمند و آن ذهن خلاق که راکتور منحصر به فرد قبلی را ساخته و طرح جدید را نیز با تایید نهادهای بین المللی تثبیت کرد، قطعا در ساخت راکتور مدرن و پیشرفته آینده که ۲ اقدام مهم و حیاتی برای ایران یعنی تست سوخت و تولید ایزوتوپ های بیشتر را انجام می دهد نیز موفق خواهد شد و با افتخار راکتوری خواهیم داشت که چندین برابر راکتور فعلی واید و کارایی برای ایران عزیز به همراه می آورد.

