



در قلب راکتور آب سنگین اراک

پس از گفت‌وگو با مدیر خوش برخورد پروژه آب سنگین اراک که شوق و انگیزه و افتخار را با هم در سخنانش می‌شد دید، با ایشان برای بازدید از ساختمان راکتور و آنچه باید در کنار این سازه اتمی باشد به سمت سایت رفتیم. اولین جایی که ورود کردیم ساختمان چند طبقه نوسازی بود که نمای آن را با سنگ گرانیتی تیره ساخته بودند. اینجا ساختمان بهره‌برداری راکتور اراک است که با وجود ذهنیت قبلی مبنی بر توقف عملیات اجرایی در راکتور اراک، جنب و جوش و رفت و آمد در آنجا خلاف این تصورات را نشان می‌داد. مدیر پروژه توضیح داد که در اینجا روزانه افراد و مهندسان در حال کار هستند و حتی گروه‌های پژوهشی از دانشگاه‌های سراسر کشور برای بازدید و آموزش به اینجا می‌آیند.

شبیه‌سازی اتفاقات در راکتور

از طریق یک راهرو به سالن سیمپلاتور یا شبیه‌ساز اتاق کنترل راکتور اراک می‌رویم. مسئول این بخش برایمان از ضرورت ساخت چنین مکانی می‌گوید و اضافه می‌کند: «قبل از این که بهره‌بردار به اتاق کنترل اصلی برود و راکتور را هدایت کند باید یک دوره آموزشی راکتور را در اینجا ببیند که شبیه‌سازی کار با راکتور است یعنی هر آنچه که در ساختمان راکتور اتفاق می‌افتد در اینجا شبیه‌سازی می‌شود. مکان جالب و هیجان‌انگیزی است چون شما می‌توانید خیلی زودتر از شروع به کار راکتور اراک نحوه کار با این تاسیسات را تجربه کنید.»

نوساز و جدید به نظر می‌رسد و گفته می‌شود که سال گذشته ساخته شده و این یعنی راکتور اراک زنده و در حال پیشرفت است ضمن این که نکته مهم اختصاصی بودن این سیمپلاتور برای راکتور اراک و ایرانی بودن تمام تجهیزات و طراحی‌های آن است. میزها و دیوارهای سفید و تمیز همگی نشان از تازگی این مکان دارد و البته یک دیواره کاذب که نقشه سایت و بخش‌های مختلف راکتور با چراغ‌های ال‌ای‌دی رنگی خودنمایی می‌کند. در ادامه با صدای آژیر بلندی روشن شدن راکتور شبیه‌سازی و یک مهندس جوان که مسئول اتاق شبیه‌ساز است به ارایه توضیحات فنی نحوه کارکرد راکتور آب سنگین اراک می‌پردازد و ابتدا از علت ایجاد سیمپلاتور می‌گوید و اتاق کنترل راکتور را به کابین هواپیما تشبیه می‌کند که در آنجا هم خلبان از ابتدا در هواپیما آموزش نمی‌بیند بلکه در یک شبیه‌ساز آمادگی‌های لازم را کسب می‌کند تا هزینه پایین آمده و ایمنی افزایش یابد. همه اپراتورهایی که قرار است در اتاق کنترل هر راکتوری بنشینند باید تعداد ساعتهای را در سیمپلاتور آموزش ببینند. اینجا سیمپلاتور فول اسکوپ راکتور IR40 است و همه اپراتورها در این اتاق بدترین حوادث و اتفاقات را تجربه کرده و برایش برنامه طراحی می‌شود. حتی پرسنلی که آموزش‌ها را تمام کرده و الان در اتاق کنترل واقعی مثل نیروگاه واقعی هستند هم باید هر ماه یک روز را داخل اتاق کنترل بروند تا با شرایط اضطراری بدون هماهنگی مواجه گردند. در ادامه به فرآیندی که در راکتور اتفاق می‌افتد می‌پردازد و می‌گوید: «راکتور محفظه‌ای است که قرار است واکنش شکافت هسته‌ای در آن اتفاق بیفتد. در واکنش شکافت، اورانیوم ۲۳۵ داریم که اگر نوترونی با سطح انرژی مشخص به آن برخورد کند این اورانیوم متلاشی می‌شود یا به اصطلاح واکنش شکافت صورت می‌گیرد. اورانیوم ۲۳۵ به ۲ پاره شکافته می‌شود و حدود ۲.۵ نوترون اضافی هم تولید می‌کند و در واقع تعداد نوترون‌های ما زیاد می‌شود. مهم برای ما این است که این چند نوترون ایجاد شده خودشان باعث شکافت‌های بعدی شوند تا در جهاتی که می‌خواهیم استفاده گردد. راکتور ما راکتور آب سنگین است که از آب سنگین برای خنک یا کند کردن استفاده می‌شود. آب سنگین



میله‌های سوخت مجتمع سوخت اراک حاوی دی‌اکسید اورانیوم طبیعی

نماییم و در موقع لزوم و خطر راکتور را خاموش کنیم. تعداد نوترون‌ها مهم هستند و ما با میله‌های کنترل که از آلیاژهای استیل یا کربن هستند مقدار نوترونی که برای کنترل راکتور باید جذب شوند را تحت نظارت داریم. ما میله‌های کنترلی داریم که در مواقع لزوم باعث خاموش شدن راکتور و کنترل قدرت آن می‌شوند. اپراتوری که در اتاق کنترل نشسته روی همه این فرآیند تسلط دارد و باید با چراغ‌ها و نشانگرهای روبه‌روی خود همه فعل و انفعالات را کنترل نماید و از طرفی آماده هر نوع اتفاق و حادثه‌ای باشد. وضعیت ایمنی اینجا به گونه‌ای است که اگر احیاناً اپراتور هم حواسش نبود، راکتور به صورت اتومات به سمت خاموشی می‌رود. دستورات کنترلی و ایمنی چند لایه و کاملاً مطمئن در راکتور آب سنگین اراک دیده شده و کل حوادثی که ممکن است در یک راکتور صورت بگیرد را بررسی کردیم و بر اساس همین‌ها ایمنی‌هایی در نظر گرفته شده است و اپراتور می‌داند که در برابر هر شرایطی چه باید بکند البته پیش‌بینی ما این است که در عمر ۳۰ ساله راکتور اتفاقی نخواهد افتاد اما اگر هم اتفاقی بیفتد ما پیش‌بینی کردیم. مثلاً معمولاً ۳ نوع برق برای راکتور پیش‌بینی می‌شود اما ما ۴ نوع برق پیش‌بینی کردیم که اگر مثل فوکوشیما که ۳ نوع برق داشت و هر ۳ نوع از بین رفت، چهارمی وارد مدار شود و مشکلی نداشته باشیم. اینجا کار که توضیح فنی به پایان می‌رسد، مدیر پروژه وارد بحث شده و توضیح می‌دهد که در واقع همه این‌ها نشان‌دهنده آماده بودن راکتور اراک است و حتی ما در حال آموزش اپراتورها هستیم. الان نیروی بهره‌بردار ما ۶ سال آموزش دیده و آماده است چون آژانس به ما کمکی نکرد و ما خودمان نیروهای لازم را برای بهره‌برداری گرفتیم. این راکتور در هیچ جای دنیا نیست و استثنایی دارد مثلاً میله‌های کنترل در اینجا از بالا به پایین می‌رود و اگر برق رفت میله به سمت پایین سقوط می‌کند و راکتور خاموش می‌شود. علاوه بر این ۶ مخزن آب معمولی داریم که در قلب راکتور گذاشتیم تا اگر احیاناً میله‌های کنترل عمل نکرد وقتی آب سبک را داخل آب سنگین کنیم غلظت آب سنگین پایین می‌آید و راکتور خاموش می‌شود. این‌ها خود کنترلی است. تنها راکتوری که در دنیا وجود دارد و غیر از این میله‌های کنترل با آب سبک هم کنترل می‌شود این راکتور است و از نکات منحصر به فرد آن به شمار می‌رود. پس از آگاهی از چند و چون کار راکتور دیگر وقت آن رسیده تا جواب بسیاری از سوالات و ابهامات خود را در مورد راکتور آب سنگین اراک به چشمان غیر مسلح خود ببینیم.

به جای هیدورژن، دوتریوم دارد. دوتریوم نسبت به هیدورژن کندکنندگی -پایین آوردن انرژی نوترون‌ها- و خنک‌کنندگی بهتری نسبت به دوتریوم دارد اما خاصیت دوتریوم این است که نوترون‌ها را جذب نمی‌کند که خاصیت مهمی به شمار می‌رود. در راکتور آب سنگین به اورانیوم طبیعی که تنها ۰.۷ درصد غنا دارد احتیاج داریم. ۱۵۰ تا مجتمع سوخت در داخل راکتور قرار می‌گیرد که در هر کدام ۱۸ میله سوخت وجود دارد که این‌ها قلب راکتور را تشکیل می‌دهند همچنین اطراف این میله‌های سوخت نیز آب سنگین در جریان است. واکنش شکافت شروع می‌شود و این شکافت‌ها هر کدام حدود ۲۰۰MEV انرژی تولید می‌کنند میان مجتمع‌های سوخت فاصله کمی و در این فاصله آب سنگین در جریان است. در نتیجه دمای آب اطراف این میله‌ها بالا رفته و به حدود ۷۰ درجه می‌رسد که خطرناک است و ما باید این دما را پایین بیاوریم. برای این کار آب سنگین از راکتور خارج شده و وارد بخشی به نام مبدل حرارتی می‌شود. داخل اینجا آب سنگین گرم شده در لوله از کنار آب معمولی ۳۰ درجه عبور می‌کند و با تبادل دمایی، دمایش به ۵۰ درجه می‌رسد و به قلب باز می‌گردد. ما در راکتور آب سنگین حدود ۹۰ متر مکعب آب سنگین داریم که به دلیل ارزش بالای این آب هیچ خروجی نباید داشته باشیم و در واقع این آب سنگین در یک سیکل کاملاً بسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرف دیگر آب معمولی که دمایش بالا رفته و به ۷۰ درجه رسیده باید به ۳۰ درجه بازگردد که این روند نیز در ساختمانی که دستگاه‌های خنک‌کننده وجود دارند صورت می‌گیرد. از او در مورد دودکش بلندی که در خارج راکتور دیدم و فلسفه وجودی آن می‌پرسم که توضیح می‌دهد: «در داخل راکتور که واکنش شکافت صورت می‌گیرد گازهای آلوده‌ای جمع می‌شوند البته داخل ساختمان راکتور فشار کمتر است تا خروجی هوای آلوده به بیرون نداشته باشیم. این هوا در داخل سیستمی از فیلترهایی گذر می‌کند که این فیلترها آلودگی را جذب و از طریق یک دودکش ۸۰ متری که در بیرون مشاهده کردید در طبقات فوقانی جو را می‌شویند.» یکی از نکات مهم در هر راکتوری بحث‌های ایمنی آن است و البته برای ما نیز ایمنی این راکتور ایرانی ساز مهم بود اما توضیحات مهندس نشان داد که ایمنی راکتور آب سنگین اراک از جهات بسیاری در نظر گرفته شده و در حقیقت یک نظام ایمنی چند لایه دارد. مسئول اتاق سیمپلاتور در مورد سطح ایمنی راکتور اینگونه می‌گوید که در قلب راکتور سوخت‌های ما قرار دارند که ما باید واکنش شکافت در این قلب را کنترل



راکتور ما راکتور آب سنگین است که از آب سنگین برای خنک یا کند کردن استفاده می‌شود. آب سنگین به جای هیدورژن، دوتریوم دارد. دوتریوم نسبت به هیدورژن کندکنندگی -پایین آوردن انرژی نوترون‌ها- و خنک‌کنندگی بهتری نسبت به دوتریوم دارد اما خاصیت دوتریوم این است که نوترون‌ها را جذب نمی‌کند که خاصیت مهمی به شمار می‌رود.