وحید عظیم‌نیا
پرونده
گزارش میدانی

گزارش خبرنگار اعزامی «جوان» از روند ساخت واحدهای جدید نیروگاه‌های اتمی در بوشهر

بوشهر با اتمی‌های جدید ۱۰ هزار مگاوات برق می‌دهد

ابهامات نیروگاه‌های اتمی بوشهر زیر ذره‌بین خبرنگاران تشریح و پاسخ داده شد

در آستانه چهل‌وچهارمین بهار انقلاب اسلامی جمعی از روزنامه‌نگاران و خبرنگاران رسانه‌های مختلف کشور مان از واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر و واحدهای ۲ و ۳در حال ساخت این نیروگاه بازدید کردند و سؤالات و ابهامات آنان تشریح شد. قرار بود ساعت ۷:۱۰ صبح روز سه‌شنبه ۱۸ بهمن که از قضا مصادف با صدوپانزدهمین سالگرد تصویب نخستین قانون مطبوعات» بود، با هواپیمایی آسمان راهی آسمان شویم ولی انتظار آن تایم(on time=اصطلاح هواپیمایی) بودن شرکت‌های هواپیمایی که هر کدام به ساز شخصیت‌های مختلف حقیقی و حقوقی می‌رقصند، سماق مکیدن است. این شرکت هواپیمایی که خود را ادغام شده چهار شرکت هوایی ایر تاکسی، پارس ایر، ایر سرویس و هور آسمان و «وسیع‌ترین شبکه پروازی به شهرهای داخلی با تاکید بر پرواز به مناطق محروم کشور» معرفی می‌کند، از زیرمجموعه‌های صندوق بازنشستگی کشوری وابسته به وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی است؛ صندوقی که به جای تمرکز صرف بر «اداره امور صندوق بازنشستگی مستخدمان مشمول مقررات بازنشستگی کشوری» وارد حوزه تخصصی حمل‌ونقل هوایی شود، می‌شود همین شیرتوشیر! حال برای سفر به بوشهری که ۹۷ سال قبل یکی از چهار شهر دارای شعبه حمل‌ونقل بار و مسافر هوایی بود، باید چهار ساعت معطل در ترمینال چهار فرودگاه مهرآباد طاقت به طاق می‌زدیم و دریغ از یک پاسخگویی مختصر. اولین ورودی کنترل یا همان اصطلاح ناموزون گیت را سهل ممتنع عبور کردیم. چیزی هم نداشتیم که باعث اختلال در تردد شود؛ همانند همان سفر

۱۲اسفند ۹۸ به کرمان برای پوشش خبری مراسم چهلم حاج قاسم عزیز، کمی وسایل شخصی و تعدادی کتاب و برگه و انبوهی خط و واژه‌های عاریه‌ای از جلال آل‌احمد و رضا امیرخانی. لابد حدس می‌زنید از «خسی در میقات» و «داستان سیستان». در گوشه سمت چپ سالن انتظار فرودگاه مهرآباد، تابلوی مطبوعات جلب توجه و به قول ادیبان، درکشی و امتصاص می‌کرد اما وقتی از سر کنجکاوی خبرنگاری نزدیک شدم، نیک‌منظری و وجاهت انواع فندک‌های اتمی، گازی، بنزینی، شارژی و برقی از کتاب‌های خسته و رنگ‌پریده از جمله کتاب «مانند زن رفتار کن، مانند مرد فکر کن» به قلم استیون هاروی بیشتر بودادر سمت راست نیز بر سردر اتاقک نچسبی، نوشته شده بود موزه عبرت ایران، از اول بسم‌الله تا تای تمت چیزی نبود جز چند عکس که یارای انتقال ظلم و جور جوانی آن وحشتکده را نداشت. ساکنان باجه اطلاعات که معمولاً از مخاطرات ارضی و سماوی تا اجتهاد در مقابل نص حرف برای گفتن دارند! چندان میانه خوبی با خوشرویی و پاسخ به سؤال نداشتند. باز هم گلی به جمال گروه انتظامات که بدون اخم، انجام وظیفه می‌کردند. سازمان هواپیمایی کشوری که از سال ۱۳۵۳ زیر پوشش وزارت جنگ وقت قرار داشت، از سال ۱۳۵۷ به وزارت راه‌وترابری (هم اکنون وزارت راه‌وشهرسازی) ملحق شد تا طعم تلخ بلای ضعف مدیریت مسکن را مسافران هوایی نیز بارها مزه کنند و پاسخ قانع‌کننده هم دریافت نکنند، البته اگر مدیریت سازمان هواپیمایی کشوری به وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح سپرده شود، وقوع چنین بی‌نظمی و هردمبیلی بعید به نظر می‌رسد.

رد تبعات منفی زیست‌محیطی نیروگاه بوشهر

یکی از سؤالات اصحاب رسانه به موضوع آلوده کردن محیط‌زیست توسط نیروگاه بوشهر مربوط بود. طبق اظهارات مسئولان این نیروگاه، در نیروگاه‌های اتمی تمام خروجی‌ها (گازها و مایعات) به محیط اطراف از نقطه نظر اکتیویته و شیمیایی کنترل می‌شوند، به طوری که در مسیر خروجی آب و گاز به محیط اطراف، فیلترهای مختلفی وجود دارد که در آنها اکتیویته(فعالیت. معیاری برای بیان غلظت مؤثر ذرات موجود در یک مخلوط) به صورت خودکار و پیوسته و همچنین به صورت دستی و دوره‌ای کنترل می‌شوند و تا اکتیویته آنها به حد مجاز قابل خروج نرسد، در محیط رهاسازی نمی‌شوند. استاندارد مجاز برای آب‌های خروجی(۱۰ در توان ۱۱-) کوری (واحد اندازه‌گیری اکتیویته) بر لیتر و برای گازهای بی‌اثر خروجی از هواکش نیروگاه ۵۰ کوری در شبانه روز است. دوز مجاز دریافتی سالانه پرسنل گروه A(پرسنل راکتور) ۲۰ میلی سیورت (واحد اندازگیری فیزیک پزشکی) و دوز مجاز دریافتی سالانه مردم منطقه از نیروگاه در حدود یک میلی‌سیورت است، در حالی که دوز دریافتی سالانه مردم از منابع پرتوزای طبیعی، اشعه کیهانی، استفاده‌های پزشکی و انفجارات اتمی حدود ۳/۲میلی‌سیورت است. مقدار دوز مجاز دریافتی ساکنان اطراف نیروگاه‌های هسته‌ای حداکثر برابر با ۱/۵ میلی‌سیورت است که در مقایسه با دوز دریافتی از دیگر منابع پرتوزا بسیار اندک است. امروزه از انرژی هسته‌ای به عنوان یکی از رهیافت‌های زیست محیطی برای مقابله با افزایش دمای کره زمین و کاهش آلودگی محیط زیست یاد می‌شود. در حال حاضر نیروگاه‌های هسته‌ای جهان با ظرفیت نصب شده فعلی توانسته‌اند، سالانه از انتشار ۸ درصد از گازهای گلخانه‌ای در فضا جلوگیری کنند. ساخت و بهره‌برداری از تأسیسات هسته‌ای در هر کشور عضو آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، مشمول ضوابط و مقررات ویژه ایمنی هسته‌ای و نظارت مستمر قانونی بر تمامی فعالیت‌ها در مراحل انتخاب محل، طراحی، ساخت قطعات و تجهیزات، احداث، راه‌اندازی، بهره‌برداری و از کاراندازی تأسیسات یاد شده است.

ماجرای آقارضا

برای مهار مرگ بیهوده ثانیه‌ها، مشغول تورق روزنامه دنیای اقتصاد شدم که مثل همیشه جهد داشت با زور بقبولاند آزادسازی قیمت‌ها راه نجات اقتصاد ایران است، حتی برای تحول ساختار تولید و پیش‌شرط جهش تولید نسخه آزادسازی قیمت‌ها را پیچیده بود! در صندلی‌های مجمل و متراکم هواپیما که حتی آزادسازی قیمت‌های نجومی هواپیمایی هم ذره‌ای به افزایش کیفیت خدمات‌دهی هوایی افاقه نکرده است، آقا رضای ۴۶ ساله خرمافروش بوشهری، هم‌نشین و هم‌صحبت ما شد و مسیر هوایی ۸۰ دقیقه‌ای تهران- بوشهر به تجزیه و تحلیل و تفسیر و تشریح همه جهات سیاسی و اقتصادی ایران و جهان و البته فساد و تجزیه و فروپاشی و زلزله ترکیه و وضعیت کشاورزان و خرمادارانی که حمایت نمی‌شوند، گذشت! آقارضا برای بلیت یک‌میلیون و ۶۰هزار تومانی تهران- بوشهر، یک‌میلیون و ۵۰۰هزار تومان پرداخت کرده بود، چون به قول خودش خارج از نوبت تهیه کرده بود. احتمالاً نمی‌دانست در فلسفه آزادکردن قیمت‌ها روال همین گونه است، یعنی هر کسی پول بیشتری داشته باشد، آش بیشتر و راحت‌تری می‌خورد، چه آنکه ملاک ارزش‌گذاری، کمیت پول خواهد بود. هم‌نشین ما در لابه‌لای صحبت‌ها مدام از بی‌بی‌سی و اینترنشنال لندنی فکت(شاهد) می‌آورد. تقریباً در جریان همه اخبار کلی قرار داشت از جمله مولدسازی. می‌گفت احمد توکلی گفته دولت مثل معتادها شروع کرده به فروش اموال خودش. اشاره‌اش به نامه بلند و البته گزنده ۱۵ بهمن احمد توکلی، عضو مجمع تشخیص مصلحت نظام و رئیس هیئت مدیره دیدبان شفافیت و عدالت به سران قواست که در بخشی از آن روش اداره دولت را به رفتار معتادی که برای تهیه هزینه موادش، مشغول فروش اموال و اثاث خانه‌اش می‌شود، تشبیه کرده است. احتمالاً نمی‌دانست توکلی، مولدسازی را با کاپیتولاسیون هم مقایسه کرده است.

به آقا رضا نگفتم اتفاقاً همین صبح، رئیس سازمان خصوصی‌سازی را تک‌وتنها بدون خدم‌وحشم در فرودگاه دیدم که بنا بود برای سخنرانی به یکی از استان‌ها برود، لختی درباره مولدسازی صحبت کردیم و قرار شد مصادیق بیشتری از اموال را کد دولت و امکانات رفاهی ویژه برخی ادارات را در اختیارم بگذارد. سفرم به اصفهان برای بازدید از شرکت‌های فولاد مبارکه، ذوب‌آهن، گروه صنعتی انتخاب، ناسیونال و نامی‌نو، سفر به کرمان برای بازدید از معادن مس سرچشمه، گل‌گهر و گهرزمین و سفر به یزد برای بازدید از معدن چادرملو طی یک‌سال گذشته هر کدام داستانی دارد و عبرتی. این‌بار سفر برای بازدید از اولین نیروگاه اتمی ایران‌مان بود و ایضاً اولین نیروگاه هزار مگاواتی اتمی در غرب آسیا و جهان اسلام، یعنی نیروگاه اتمی بوشهر که فرازوفرود آن به درازای عمر صنعت پیشرفته هسته‌ای در سرزمین ایران اسلامی است. صحبت از استان بوشهر است؛ استانی که با ۱۰ شهرستان، ۱۷ بخش، ۱۳ شهر، ۳۶ دهستان و ۷۰۶ آبادی دارای سکنه و با اقلیم گرم و حدود ۷۰۰ کیلومتر مرز مشترک با خلیج همیشه فارس، به دلیل همجواری با آب‌های آزاد، موقعیت بسیار خاص و راهبردی دارد، البته وجود پالایشگاه گاز کنگان(جم)، جزیره خارگ به عنوان بزرگ‌ترین پایانه صادرات نفت غرب آسیا، وجود مجتمع پتروشیمی خارگ، وجود میدان گازی پارس‌جنوبی به عنوان بزرگ‌ترین مخزن یکپارچه گاز جهان، دارا بودن بیش از ۶ میلیون اصله نخل، تولید ۶۰درصد میگوی کشور، وجود چندین کارخانه تولید سیمان و گل سرسبد همه آنها، یعنی نیروگاه اتمی بوشهر این استان را به یکی از مناطق مهم کشورمان تبدیل کرده است و بعضاً به آن «پایتخت انرژی ایران» اطلاق می‌شود.

فرازوفرود نیروگاه اتمی بوشهر

نیروگاه اتمی بوشهر یکی از مهم‌ترین نیروگاه‌های تولید برق هسته‌ای در کشورمان است که فرازوفرود زیادی تا به امروز طی کرده است. قرارداد ساخت نیروگاه بوشهر در تیرماه سال ۱۳۵۴ بین سازمان انرژی اتمی ایران و شرکت کرافت ورک اونیون آلمان غربی منعقد و این شرکت موظف شد طراحی، ساخت و نصب یک نیروگاه برق اتمی مشتمل بر دو واحد از نوع آب سبک تحت فشار به قدرت حرارتی هر یک ۳هزار و ۷۶۵ مگاوات حرارتی با ظرفیت الکتریکی هزار و ۲۹۳ مگاوات در ۱۸ کیلومتری جنوب غربی شهر بوشهر به صورت کلید در دست به انجام رساند. افزون بر این، پیمانکار در قرارداد جداگانه‌ای تعهد کرد که سوخت مورد نیاز نیروگاه را برای ۱۰ سال نخست تأمین کند. این قرارداد برای ۳۰ سال عمر نیروگاه نیز قابل تمدید بوده است. همچنین استفاده از بخار حاصل از نیروگاه اتمی بوشهر برای راه‌اندازی دو واحد آب شیرین‌کن، هر یک به ظرفیت ۱۰۰ هزار متر مکعب در روز، برای مصارف آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی در منطقه بوشهر نیز در قالب پروژه جانبی مطرح شد. تا سال ۱۳۵۷ بخشی از عملیات ساختمانی واحد اول نیروگاه پایان‌یافته و قسمتی از تجهیزات برقی و مکانیکی ساخته و نصب شد. پس از پیروزی انقلاب اسلامی، شرکت آلمانی از ادامه کار برای ساخت نیروگاه بوشهر سر باز زد. طبق اظهارات حسن روحانی در کتاب «امنیت ملی و دیپلماسی هسته‌ای» نخستین‌بار در سال ۱۳۵۸ بحث درباره نیروگاه اتمی بوشهر در رسانه‌ها مطرح شد. به‌روایت همین کتاب، با آغاز جنگ تحمیلی رژیم بعث علیه ایران، بخشی از کارشناسان آلمانی از ایران خارج شدند و تأسیسات اتمی بوشهر نیمه تعطیل رها شد و در سال ۶۱ این نیروگاه توسط هواپیماهای عراقی بمباران و در اثر آن حمله، ساختمان آن دچار آسیب شد، البته ساختمان دارای بتن آرمه مستحکمی بود و بر اثر بمباران صدمه چندانی ندید و صرفاً بخش‌هایی از گنبد آن تخریب شد. پس از بمباران، تمامی کارکنان آلمانی کشور را ترک کردند. نهایتاً سال ۶۶ بحث استفاده از نیروگاه اتمی بوشهر مطرح و با پاکستانی‌ها - که امکانات لازم غنی سازی را در کشور خودشان فراهم آورده بودند- شروع شد، ولی به گفته حسن روحانی این مذاکرات به توافق نهایی نرسید. تابستان سال ۶۸ مرحوم علی‌اکبر هاشمی‌رفسنجانی در قامت رئیس مجلس شورای اسلامی (پیش از آغاز دوران ریاست جمهوری) در سفری به مسکو با گورباچف، رئیس وقت شوروی در زمینه هسته‌ای مذاکراتی انجام داد، البته روحانی در سال ۶۷ به همراه هیئتی از سازمان انرژی اتمی چین بازدید کرد و به گفته او شاید نخستین مذاکره هسته‌ای ایران با چینی‌ها در آن سفر انجام شد، اما چینی‌ها به صراحت گفتند توان ساخت نیروگاه بیش از ۳۰۰ مگاواتی را ندارند و قبلاً نیز مذاکره با برخی کشورهای اروپایی از جمله اسپانیا برای تکمیل نیروگاه بوشهر انجام و توافق حاصل نشده بود، بنابراین در آن بازه زمانی عملاً کشوری جز روسیه آمادگی تکمیل نیروگاه بوشهر را نداشت و به گفته حسن روحانی اولویت دولت، عقد قرارداد با کشورهای اروپایی بود ولی آنها حاضر نشدند با ایران در این زمینه توافق کنند، لاجرم دولت برای تکمیل نیروگاه بوشهر با روسیه قرارداد منعقد کرد.

پس از تعلیق پروژه نیروگاه اتمی بوشهر توسط شرکت کرافت ورک اونیون در دی‌ماه ۱۳۵۸، به دنبال امضای موافقت‌نامه همکاری‌های صلح‌آمیز اتمی مابین دولت جمهوری اسلامی ایران و فدراسیون روسیه در مردادماه ۱۳۷۱، قرارداد تکمیل واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر بین سازمان انرژی اتمی ایران و پیمانکار روس وابسته به وزارت انرژی اتمی روسیه در دی‌ماه ۱۳۷۳ به امضا رسید و در دی‌ماه ۱۳۷۴ نافذ شد. طبق الحاقیه شماره یک، با هدف تصحیح و تعیین دقیق مسئولیت‌های قراردادی بین کارفرما و پیمانکار جدید (شرکت ASE)، طرفین در سال ۱۳۷۷ شرایط قرارداد را بازنگری کردند و به‌منظور استفاده از تجهیزات KWU و نیز واگذاری مسئولیت کل موضوع قرارداد برای طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی به‌صورت کلید در دست توسط شرکت روسی و نیز آموزش پرسنل بهره‌بردار ایرانی، تغییرات لازم در قرارداد انجام و عملیات اجرایی آغاز شد. پس از سال‌ها پیگیری، شهریورماه ۱۳۹۰ واحد یکم نیروگاه اتمی بوشهر پس از گذراندن موفقیت‌آمیز آزمون‌های راه‌اندازی برای نخستین بار به شبکه برق سراسری متصل و پس از موفقیت در تست‌های دوره راه‌اندازی در مهرماه ۱۳۹۲ به شرکت بهره‌برداری نیروگاه اتمی بوشهر، تحویل موقت شد. در نهایت، ابتدای سال ۱۳۹۲ به صورت دائم تحویل طرف ایرانی شد. پیش از این تاریخ نیز نیروگاه اتمی بوشهر در مرحله راه‌اندازی قرار داشت که تولید برق همراه با تست‌های مختلف فنی همراه بود. طی سال‌های پیشین، عملیات بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری و تعویض سوخت انجام شده است.

قدمت هسته‌ای

استفاده سهل این روزها از برق هسته‌ای، عقبه‌ای طولانی و طاقت‌فرسا داشته است. دقیقاً ۶۶ سال قبل یعنی سال ۱۳۳۵ اولین گام ایران برای حرکت به سمت استفاده از یک انرژی نو به نام هسته‌ای برداشته شد و طبق اسناد موجود در تارنمای مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴ اسفند همان سال در تارنمای سازمان انرژی اتمی آمده است، این اقدام «سنگ‌بنای علوم و فنون هسته‌ای» در ایران شد و ۱۳ سال بعد نیز یعنی سال ۱۳۵۳ سازمان انرژی اتمی تأسیس و اکبر اعتماد اداره آن را بر عهده گرفت. در سال‌های قبل اکبر اعتماد، فریدون سحابی، رضا امراللهی، غلامرضا آقازاده، فریدون عباسی و علی‌اکبر صالحی سکاندار صنعت هسته‌ای بوده‌اند و هم‌اکنون محمد اسلامی سکاندار صنعت هسته‌ای است و این صنعت فارغ از نگاه‌های جناحی در تلاش برای تأمین رفاه عمومی است، چه آنکه تولید هزار مگاوات برق هسته‌ای، رادیو دارو برای یک‌میلیون بیمار سرطانی، تولید دستگاه‌های اکسیژن‌ساز در دوران کرونا، ساخت دستگاه‌های افزایش ماندگاری محصولات و بهسازی بذر کشاورزی، ساخت دستگاه‌های پیشرفته استخراج نفت‌وگاز و ساخت تجهیزات آب‌شیرین‌کن صرفاً بخشی از اقدامات سازمان انرژی اتمی است.

به دلیل فشار منفی داخل کره بتنی (محل استقرار راکتور) حتی در صورت نشت که احتمال آن صفر است، هوا از بیرون به داخل کشیده خواهد شد، چون هوای داخل منفی است، بنابراین از داخل به بیرون چیزی نشت نخواهد کرد

«قانون مربوط به موافقت‌نامه همکاری بین دولت شاهنشاهی ایران و دولت ایالات متحده امریکا راجع به استفاده‌های غیرنظامی از انرژی اتمی» به امضای مجلس شورای ملی به ریاست رضا حکمت رسید، البته دو سال بعد ضمیمه‌ای به این موافقنامه اضافه شد که در مقدمه آن آمده است: «از آنجا که استفاده از انرژی اتمی نوید بزرگی برای تمامی ابنای بشر در بر دارد و از آنجا که دولت ایالات متحده امریکا و دولت ایران مایل به همکاری با یکدیگر در توسعه چنین استفاده‌های صلح‌جویانه از نیروی اتمی می‌باشند و نظر به اینکه طرح و توسعه چندین نوع از راکتورهای تحقیقاتی به خوبی پیشرفت نموده و نظر به اینکه راکتورهای تحقیقاتی فنی در تهیه مقادیر تحقیقی رادیوایزوتوپ‌ها و معالجات رادیوتراپی و فعالیت‌های تحقیقاتی متعدد دیگر مفید بوده و در عین حال وسیله‌ای است برای تمرینات و آزمایش‌های ذی‌قیمت در علم خواص هسته ذرات و مهندسی که در پیشرفت سایر استفاده‌های صلح‌جویانه از نیروی اتم از جمله از قدرت غیر نظامی هسته ذرات مفید می‌باشد و نظر به اینکه دولت ایران مایل است یک برنامه تحقیقاتی و توسعه‌ای به منظور درک استفاده‌های صلح‌جویانه و نوع پروانه از نیروی اتمی تعقیب نماید و مایل است که جلب کمک دولت ایالات متحده امریکا و کارخانجات صنعتی آن درباره این برنامه بنماید.» سه سال بعد آن نیز یعنی سال ۱۳۴۰، ایران پروژه «راکتور تحقیقاتی تهران» را آغاز کرد و شش سال بعد آن را مورد بهره برداری قرار داد و آنطور که بازدید از واحد یکم نیروگاه بوشهر، نخستین مرحله بازدید روزنامه‌نگاران و خبرنگاران بود. بنای چنین بازدیدهایی در «اولین دوره آموزش تخصصی خبرنگاران هسته‌ای» گذاشته شد که تیرماه سال ۹۳ به مدت ۳۰ ساعت در سازمان انرژی اتمی ایران و به همت این سازمان برگزار شد و اولین مرحله این بازدیدها نیز شهریور ۱۳۹۶ به‌مدت دو روز از سایت‌های هسته‌ای نطنز و خنداب(اراک) صورت گرفت. حال دومین مرحله بازدید گروهی رسانه‌ها بود که از نیروگاه اتمی بوشهر صورت می‌گرفت. طبعاً روزنامه‌نگاران و خبرنگاران انبوهی از سؤال به همراه داشتند که بخشی از آنها محصول شبهات مطرح شده بود و در یک نشست صمیمی با مدیران نیروگاه مطرح کردند و پاسخ شنیدند.

نیروگاه بوشهر روزانه هزار مگاوات برق هسته‌ای تولید و تحویل شبکه سراسری می‌کند، البته در طول سال به طور طبیعی به تعمیرات دوره‌ای نیاز دارد. مدت زمان تعمیرات معمولی دو ماه و تعمیرات اساسی سه ماه است. طبعاً در این ایام تولید برق هسته‌ای صورت نمی‌گیرد

بازدید رسانه‌ای

تفاوت اساسی نیروگاه اتمی بوشهر با چرنوبیل

شاید یکی از پربسامدترین موضوعات مرتبط با نیروگاه اتمی بوشهر، مقایسه آن با نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل در مرکز مشترک اوکراین و بلاروس (شوروی سابق) است که بهار ۱۳۶۵ منفجر شد. مسئول واحد آموزش شبیه‌ساز نیروگاه در پاسخ به این شبهه تأکید کرد: اساساً چنین قیاسی از بیخ‌وبن غلط است، چه آنکه جنس دو نیروگاه و وضعیت استحکامات آنها متفاوت است. میله‌های کنترل در راکتورهای RBMK(موجود در چرنوبیل) نوک گرافیتی داشتند و این بخش به اندازه کافی جاذب نوترون نبود، در حالی که سازوکار راکتور نیروگاه بوشهر متفاوت است. شکافت اتمی مرکز ثقل فعالیت یک نیروگاه اتمی است. نقش اصلی راکتور در نیروگاه هسته‌ای تولید انرژی گرمایی

است و فرایندی که در این رآکتور سبب تولید گرما می‌شود، شکافت هسته‌ای نام دارد. شکافت فرایندی است که طی آن یک هسته اتم سنگین به دو یا چند هسته کوچک‌تر تبدیل و ضمن این عمل مقداری انرژی به صورت گرما و تابش ساطع می‌شود. در نیروگاه هسته‌ای بوشهر که از نوع آب سبک تحت فشار است، فرایند شکافت غالباً توسط نوترون‌های حرارتی انجام می‌گیرد، به طوری که هسته اورانیوم ۲۳۵ پس از جذب نوترون، ناپایدار و به دو یا چند جزء به نام شکاف‌پاره تقسیم می‌شود. علاوه بر شکاف‌پاره‌ها دو تا سه نوترون به‌علاوه مقداری انرژی و ذرات آلفا، بتا و تابش گاما نیز در هر شکافت به دست می‌آید. به این طریق، یک عمل شکافت می‌تواند منجر به شکافت‌های دیگری شود که آنها هم به نوبه خود شکافت‌های دیگری را به دنبال خواهند داشت. این واکنش که به صورت تسلسل شکل ادامه می‌یابد، واکنش شکافت زنجیره‌ای نام دارد. انرژی آزاد شده از فرایند شکافت به گرما تبدیل می‌شود و حرارت تولید شده توسط آب مدار اول برداشت شده و توسط مولد بخار به آب مدار دوم انتقال می‌یابد و در مدار دوم برای تولید بخار و چرخاندن توربین مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنظیم مقدار انرژی آزاد شده در یک رآکتور هسته‌ای با تعداد شکافت‌هایی که اتفاق می‌افتد، کنترل می‌شود. این عمل با کنترل کردن تعداد نوترون‌هایی که برای انجام عمل شکافت موجود است، صورت می‌گیرد. هر چه تعداد چنین نوترون‌هایی کمتر باشد، تعداد شکافت‌ها نیز کمتر است. یکی از روش‌های رسیدن به چنین کنترلی این است که ماده‌ای را در رآکتور قرار دهند که به آسانی نوترون‌ها را جذب کند، بنابراین با تنظیم مقدار این ماده در رآکتور تعداد نوترون‌های موجود برای عمل شکافت می‌تواند به میزان مطلوب تنظیم شود. داخل هسته رآکتور اتمی، اتم‌های فلزات به شدت ناپایدار مثل اورانیوم با نوترون‌هایی که از اتم‌های دیگر گریخته‌اند، بمباران می‌شوند. با این کار، واکنش زنجیره‌ای رخ می‌دهد که می‌تواند تا بی‌نهایت ادامه پیدا کند. نوترون‌ها اتم‌های اورانیوم را می‌شکافند، نوترون‌های بیشتری آزاد می‌شوند، اتم‌های اورانیوم بیشتری شکافته می‌شوند و الی آخر. طبعاً شکافتن اتم انرژی فوق‌العاده زیادی را به شکل گرما آزاد می‌کند. با کنترل و هدایت این گرما، می‌توان آب را بخار کرد و توربین‌ها را به چرخش درآورد. گردش توربین‌ها، نیروی حرکتی را به الکتریسیته تبدیل می‌کند. برای تنظیم شدت واکنش زنجیره‌ای از میله‌های کنترلی استفاده می‌شود. این میله‌ها، نوترون‌ها را جذب و تعداد واکنش‌ها را کنترل می‌کنند، بنابراین امکان کنترل نوترون‌ها در رآکتور اتمی بوشهر برخلاف رآکتور چرنوبیل متفاوت و میسر است.

نیروگاه هسته‌ای بوشهر از رآکتور آب تحت فشار نوع VVER-۱۰۰ مدل ۴۴۶-V تشکیل شده است که از نظر ساختاری و اساس کار کاملاً با نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل متفاوت بوده و متناظر با نیروگاه‌های هسته‌ای غربی با رآکتور pwr است که دارای ایمنی ذاتی هستند، به این معنی که با افزایش قدرت نوترونی رآکتور، دمای آب در آن افزایش یافته و به نوبه خود باعث کاهش قدرت نوترونی و مهار واکنش زنجیره شکافت پایه در قلب رآکتور می‌شود، علاوه بر آن وجود کره فولادی و بتنی در زمان بروز حادثه از خروج مواد رادیواکتیو ممانعت می‌کند. این مورد در نیروگاه چرنوبیل موجود نبود.

از طرفی در صورت به خطر افتادن نیروگاه و پایین آمدن شاخص‌های ایمنی آن، طبق دستورالعمل‌های بهره‌برداری نیروگاه، قدرت رآکتور تا سطح لازم کاهش داده شده یا خاموش می‌شود. در صورت بروز حادثه، سیستم‌های چهار کاناله ایمنی وظیفه خاموش کردن رآکتور و برداشت انرژی حرارتی پسماند قلب رآکتور را بر عهده دارند. وجود یک کانال و عملکرد درست آن هنگام بروز حادثه کاملاً کفایت می‌کند و وجود سه کانال دیگر جهت بالا بردن ضریب اطمینان عمل سیستم در نظر گرفته شده است. این کانال‌ها کاملاً از همدیگر جدا هستند و مستقل عمل می‌کنند. وظیفه سیستم‌های ایمنی در هنگام بروز احتمالی حادثه ۱. متوقف کردن واکنش زنجیره‌ای شکافت هسته‌ای پایا، ۲. خنک کردن رآکتور و ۳. محدود کردن آثار حادثه است. این سیستم‌ها مجهز به دیزل ژنراتورهای خاص خود هستند و در صورت قطعی کامل برق در نیروگاه می‌توانند به کار خود ادامه دهند. همچنین طبق اظهارات مدیران نیروگاه اتمی بوشهر، ساختمان رآکتور این نیروگاه در مقابل برخورد مستقیم هواپیمای غول پیکر، هواپیماهای جنگی و زلزله‌های شدید مقاوم است و در صورت بروز چنین سوانحی هیچ صدمه‌ای به تأسیسات رآکتور و قلب آن وارد نمی‌شود و سیستم کنترل و حفاظت خودکار نیروگاه به راحتی آن را خاموش می‌کند و به وضعیتی ایمن می‌رساند.

به این نکته نیز اشاره شد که در سراسر دنیا ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای بر پایه «دفاع در عمق» بنا نهاده می‌شود، چنین دیدگاهی طراحان را بر آن وا می‌دارد تا سلسله‌ای از حائل‌های فیزیکی را به صورت پشت سرهم در مسیر انتشار مواد رادیو اکتیو به محیط مد نظر قرار دهند. وجود چند لایه حائل فیزیکی از آثار سوء مواد رادیواکتیو به پرسنل بهره‌بردار

صرفاً ساخت واحدهای ۲ و ۳ نیروگاه اتمی بوشهر در دستور کار نیست بلکه به طور همزمان نیروگاه دیگری در دستور کار قرار دارد تا عقب‌ماندگی موجود جبران و دستیابی به ۱۰ هزار مگاوات برق هسته‌ای به زودی ممکن شود

محیط پیرامون، نیروگاه و مردمی که در اطراف نیروگاه زندگی می‌کنند، جلوگیری می‌کند. این حائل‌ها به ترتیب عبارتند از: شبکه سرامیکی قرص‌های سوخت، غلاف میله‌های سوخت، تجهیزات مدار اول، کره فولادی و در نهایت کره بتنی. ضمناً بیش از ۹۸ درصد محصولات شکافت مواد (رادیو اکتیو) در داخل شبکه سرامیکی قرص‌های سوخت محبوس می‌شوند.

نشتی معکوس

یکی دیگر از سؤالات خبرنگاران مربوط به نشت احتمالی مواد از نیروگاه بوشهر بود که جواب شنید، به دلیل فشار منفی داخل کره بتنی (محل استقرار رآکتور) حتی در صورت نشت که احتمال آن صفر است، هوا از بیرون به داخل کشیده خواهد شد، چون هوای داخل منفی است، بنابراین از داخل به بیرون چیزی نشت نخواهد کرد.

آفتاب آمد دلیل

در حین بازدید یکی از کارکنان نیروگاه که از سال ۱۳۷۶ مدام مشغول خدمت بود، به این نکته اشاره داشت که اگر نیروگاه اتمی بوشهر آسیب جانی و زیست‌محیطی داشت، تاکنون حداقل ما متوجه می‌شدیم که از ۲۵ سال قبل اینجا مشغول هستیم. همچنین فضای سبز و باطراوت اطراف نیروگاه و حضور پرندگان مختلف بدون هیچ نشانه و مشکلی، دلیلی بر رعایت موارد ایمنی و حفظ سلامتی مردم و دیگر جانداران اطراف نیروگاه است.

در صورت به خطر افتادن نیروگاه و پایین آمدن شاخص‌های ایمنی آن، طبق دستورالعمل‌های بهره‌برداری نیروگاه، قدرت رآکتور تا سطح لازم کاهش داده شده یا خاموش می‌شود. در صورت بروز حادثه، سیستم‌های چهار کاناله ایمنی وظیفه خاموش کردن رآکتور و برداشت انرژی حرارتی پسماند قلب رآکتور را بر عهده دارند

صرفه‌جویی سالانه تا ۱۱ میلیون بشکه نفت

در لابه‌لای اظهارات یکی از مسئولان نیروگاه اتمی بوشهر، نکته مهمی وجود داشت؛ اینکه یک قرص اورانیوم(به وزن تقریبی پنج گرم)، معادل ۴۸۱ مترمکعب گاز طبیعی، ۹۰۷ کیلوگرم زغال سنگ و ۴۷۴ لیتر نفت انرژی تولید می‌کند. همچنین یک قرص اورانیوم حاوی انرژی لازم برای روشن کردن یک لامپ ۱۰۰ وات به‌صورت ۲۴ ساعته برای مدت ۲/۵ سال است. از طرفی انرژی هسته‌ای برخلاف نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی، یکی از فناوری‌هایی است که کمترین میزان کربن را تولید می‌کند. جان کلام آنکه نیروگاه اتمی بوشهر به‌تنهایی سالانه معادل ۹ تا ۱۱ میلیون بشکه نفت صرفه‌جویی ایجاد می‌کند.

وضعیت ایام تعمیرات دوره‌ای

تولید برق هسته‌ای نیروگاه اتمی بوشهر از سال ۱۳۹۱ وارد شبکه سراسری برق کشور شده و تا کنون ۵۸ میلیون مگاوات برق هسته‌ای تولید کرده است. این نیروگاه روزانه هزار مگاوات برق هسته‌ای تولید و تحویل شبکه سراسری می‌کند، البته در طول سال به طور طبیعی به تعمیرات دوره‌ای نیاز دارد. مدت‌زمان تعمیرات معمولی دو ماه و تعمیرات اساسی سه ماه است. طبعاً در این ایام تولید برق هسته‌ای صورت نمی‌گیرد.

توربین‌های غول پیکر

اصحاب رسانه در ادامه بازدید از ساختمان توربین‌های نیروگاه بوشهر بازدید کردند. توربین ۵۴متری، ۳هزار دور بر دقیقه می‌چرخید و با غور مثال‌زدنی، ژنراتور تولید هزار مگاوات برق را تغذیه می‌کرد و همین فعالیت در گوشه‌ای، روزانه به اندازه ۶میلیون مترمکعب گاز به اقتصاد ایران‌مان کمک و سالانه از تولید ۷میلیون تن آلایندگی جلوگیری می‌کند.

زباله‌های هسته‌ای دفن نمی‌شوند

یکی از موضوعات حاشیه‌ای که بعضاً مطرح می‌شود مربوط به سرنوشت زباله‌های هسته‌ای است. این موضوع کاملاً تشریح شد که تا کنون هیچ زباله هسته‌ای دفن نشده است بلکه در محوطه‌ای دورافتاده، در محفظه‌های استاندارد طراحی شده صرفاً نگهداری می‌شود، البته محل دفن این زباله‌ها آماده شده است و با نظارت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انجام خواهد شد. طبعاً جوانب کار سنجیده شده است و از هرگونه خطر احتمالی جلوگیری خواهد شد اما آنچه مهم است اینکه تا کنون زباله هسته‌ای دفن نشده است.

حرکت به سمت ساخت آب‌شیرین‌کن

اخیراً موضوع استفاده از آب دریا در مصارف شرب و کشاورزی مطرح شده و این نیازمند شیرین‌سازی آب دریاست، بنابراین سازمان انرژی اتمی به واسطه داشتن فناوری روز و دانش مورد نیاز، در نیروگاه اتمی بوشهر خارج از فرایند تولید برق هسته‌ای، وارد مسیر تولید آب‌شیرین‌کن‌ها شده است و ان‌شاءالله شاهد نتیجه چنین اقدام راهبردی خواهیم بود.

اداره تمام ایرانی نیروگاه اتمی

حضور مهندسان ایرانی در جای‌جای نیروگاه اتمی بوشهر به‌خوبی نشان داد، اداره این نیروگاه کاملاً از سوی ایرانی‌ها صورت می‌گیرد و خبری از روس‌ها به جز دو، سه نفر آن هم مشاور نیست. مرکز آموزش نیروگاه نیز در حال آموزش نیروهای جدید و تزریق آنها به بدنه است، البته فرایند آموزش طولانی است و بعضاً از مرحله یک تا نهایی ۹ سال به طول می‌انجامد.

آخرین وضعیت واحدهای ۲ و ۳ نیروگاه بوشهر

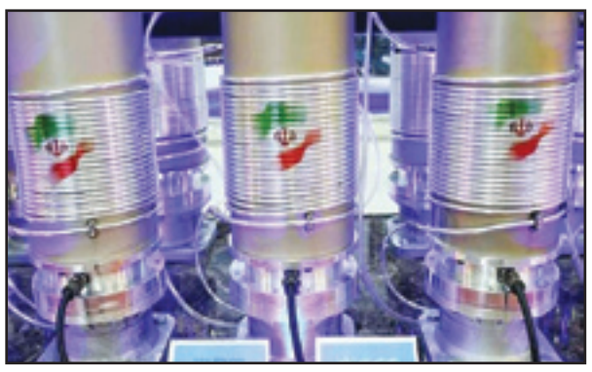
دهه ۵۰ مؤسسه تحقیقاتی استنفورد اعلام کرد ایران به ۲۳هزار مگاوات برق هسته‌ای نیاز خواهد داشت ولی کارشکنی غربی‌ها به‌سرکردگی امریکا مانع از تحقق این مهم شد. در قانون برنامه پنجم توسعه، تولید ۲۰هزار مگاوات برق هسته‌ای هدف‌گذاری شد و بر این اساس ایران تولید ۱۰هزار مگاوات برق هسته‌ای را در مرحله اول آغاز کرده است. پیرو چنین هدف‌گذاری مهمی، ساخت واحدهای ۲ و ۳ نیروگاه اتمی بوشهر در کنار واحد یکم این نیروگاه آغاز شده است. طبق مشاهدات میدانی اصحاب رسانه، ساختمان رآکتور نیروگاه واحد ۲ در مرحله فوندانسیون است و ساختمان توربین آن نیز در مرحله احداث قرار دارد. همچنین زمین ساختمان رآکتور و ساختمان توربین نیروگاه واحد ۳ بوشهر نیز در مرحله تحکیم بستر قرار داشت. زمان تحویل این واحدها سال ۱۴۰۶ است و به‌رغم کارشکنی غربی‌ها و اعمال تحریم‌ها این زمانبندی تغییر نکرده و تلاش دست‌اندرکاران پروژه برای تحویل به موقع آن است. فقط در یک مورد ۲میلیون مترمکعب خاک‌برداری و زیرسازی شده است. مهندسان شاغل در پروژه راهبردی ساخت دو واحد جدید نیروگاه بوشهر غالباً جوان و بومی و پیمانکاران پروژه نیز ایرانی بودند و صرفاً یک شرکت روسی ناظر طرح است.

نیروگاه‌های اتمی جدید در راه هستند

البته از لابه‌لای صحبت‌های مسئولان می‌شود فهمید که صرفاً ساخت واحدهای ۲ و ۳ نیروگاه اتمی بوشهر در دستور کار نیست بلکه به طور همزمان نیروگاه دیگری در دستور کار قرار دارد تا عقب‌ماندگی موجود جبران و دستیابی به ۱۰هزار مگاوات برق هسته‌ای به زودی ممکن شود. ایران روزانه به صورت اسمی حدود ۷۰هزار مگاوات برق مصرف می‌کند که فقط هزار مگاوات آن هسته‌ای است، بنابراین باید با قدرت و سرعت، نیروگاه‌های اتمی را توسعه دهد. جالب آنکه حدود ۷۵درصد برق مصرفی فرانسه از محل برق هسته‌ای است و کشورهایی مانند کره و ژاپن در این حوزه سرمایه‌گذاری کرده‌اند، بنابراین حرکت ایران در این مسیر نه یک اختیار بلکه الزام است، البته برخی کشورهای منطقه هم در حال برجسته کردن فعالیت هسته‌ای خود هستند ولی بعید به نظر می‌رسد خودشان چنین توانی داشته باشند.

عکس یادگاری

عکس یادگاری با ساختمان کروی ۸۶متری رآکتور نیروگاه اتمی بوشهر آخرین بخش بازدید اصحاب رسانه بود، البته در کنار این ساختمان، ساختمان تخریب شده در جنگ تحمیلی رژیم بعث هم به چشم می‌خورد. در ابتدای ساخت نیروگاه اتمی بوشهر، دو ساختمان کروی در کنار هم به منظور ساخت دو نیروگاه آغاز شد. در جریان حمله رژیم بعث ساختمان کروی آن آسیب دید.



نمای نزدیک هسته‌ای

اورانیوم

اورانیوم یکی از عناصر شیمیایی جدول تناوبی است و ایزوتوپ ۲۳۵ آن برای سوخت رآکتورهای هسته‌ای استفاده می‌شود و دارای انرژی بستگی بسیار زیادی است. مقدار انرژی آزاد شده هنگام شکافت هسته‌ای اورانیوم بسیار زیاد است و به این جهت از اورانیوم برای سوخت رآکتور هسته‌ای استفاده می‌شود. برای مقایسه، مقدار انرژی اورانیوم موجود در رآکتور نیروگاه هسته‌ای بوشهر (۸۰تن) برابر با مقدار انرژی موجود در ۱۷میلیون بشکه نفت خام است. در مقیاس کوچک‌تر، انرژی حاصل از شکافت هسته‌ای یک قرص سوخت ۱۲گرمی اورانیوم با غنای ۳/۵درصد معادل انرژی حاصل از سوختن یک تن زغال سنگ، ۲/۵تن چوب و ۴۷۶ مترمکعب گاز طبیعی است. اورانیوم طبیعی از حدود ۳/۹۹درصد وزنی ایزوتوپ ۲۳۸ و ۰/۷درصد ایزوتوپ ۲۳۵ تشکیل شده است. این در حالی است که فقط اورانیوم ۲۳۵ در شرایط خاص شکافته می‌شود و انرژی زیادی آزاد می‌کند، از این رو اورانیوم ۲۳۵ مورد نیاز است و برای این کار نیاز به غنی‌سازی است. اورانیوم موجود در سنگ معدن توسط روش‌های مکانیکی و شیمیایی به کیک زرد و سپس به اکسید اورانیوم U_3O_8 تبدیل می‌شود. اورانیوم ۲۳۵ قابل شکافت و مناسب برای سوخت هسته‌ای در اکسید اورانیوم وجود دارد.

غنی کردن

برای غنی کردن اکسید اورانیوم لازم است آن را از حالت جامد به گاز تبدیل کرد، از این رو اکسید اورانیوم را که جامد است به هگزافلوراید اورانیوم(UF_6) که گاز است، تبدیل می‌کنند. روش متداول غنی‌سازی اورانیوم سانتریفیوژکردن گاز است. در این روش هگزافلوراید اورانیوم در یک محفظه استوانه‌ای با سرعت بالا در شرایط گریز از مرکز قرار می‌گیرد. این کار باعث جدا شدن ایزوتوپ‌های با جرم حجمی بالاتر از اورانیوم ۲۳۵ می‌شود. در نتیجه غنی کردن، درصد اورانیوم قابل شکافت از ۰/۷ درصد به ۳/۵درصد که برای رآکتورهای آب سبک لازم است، افزایش می‌یابد.

میله‌های سوخت

برای ساخت میله‌های سوخت نیز ابتدا گاز هگزافلوراید اورانیوم غنی‌شده را تبدیل به پودر دی‌اکسید اورانیوم (UO_2) می‌کنند و این پودر را به وسیله فشار (پرس) به صورت استوانه‌های کوچکی در می‌آورند. در حدود ۲۰۰ عدد از این استوانه‌ها را در داخل لوله‌هایی که از آلیاژ زیرکونیوم ساخته شده قرار داده و دو سر لوله‌ها را جوش می‌دهند. مجتمع‌های سوخت نیز از کنار هم گذاشتن میله‌های سوخت در شبکه‌های اتصالی ساخته می‌شوند. برای مثال در نیروگاه هسته‌ای بوشهر تعداد ۱۶۳ مجتمع سوخت داخل محفظه تحت فشار رآکتور قرار داده می‌شود که هسته مرکزی رآکتور را تشکیل می‌دهد. حرارت ایجاد شده در نتیجه شکافت هسته، آب مدار دوم نیروگاه را به بخار تبدیل می‌کند. بخار حاصله توربین را به حرکت درمی‌آورد و توربین محور مولد برق را می‌چرخاند و نیروی برق تولید می‌شود.

۲۵ نشست

پنجم مهرماه ۹۲ محمدجود ظریف و جان کری، وزرای امور خارجه وقت ایران و امریکا در حاشیه شصت‌وهشتمین نشست مجمع عمومی سازمان ملل متحد دیدار و گفت‌وگو کردند. این دیدار اولین نشست هسته‌ای دولت یازدهم تلقی شد. پس از نشست نیویورک، دومین دور گفت‌وگوها ۲۳ و ۲۴ مهرماه ۹۲ در ژنو انجام شد. سومین دور از نشست‌ها که به ژنو۲ معروف شد(۱۶ تا ۱۸ مهرماه ۹۲)، این بار با حضور تیم هسته‌ای کشورمان و وزیران امور خارجه ۱+۵ به همراه «کاترین اشتون» مسئول وقت سیاست خارجی اتحادیه انجام شد. چهارمین نشست یا همان ژنو ۳ نیز سوم آذر ۹۲ برگزار شد. در این دور از گفت‌وگوها ایران و ۱+۵ به «توافق ژنو» یا «طرح اقدام مشترک» دست یافتند و پیرو آن یک بازه زمانی شش ماهه برای رسیدن به توافق جامع در نظر گرفته شد. نشست‌های پنجم تا دهم با عنوان (وین یک- ۲۹ بهمن ۹۲)، (وین ۲- ۲۷ اسفند ۹۲)، (وین ۳- ۱۹ و ۲۰ فروردین ۹۳)، (وین ۴ - ۲۴ تا ۲۶ اردیبهشت ۹۳)، (وین ۵ - ۲۶ تا ۳۰ خرداد ۹۳) و (وین ۶ -۱۱ تا ۲۹ تیرماه ۹۳) در شهر وین کشور اتریش برگزار شد. نشست یازدهم این بار در حاشیه شصت و نهمین اجلاس مجمع عمومی سازمان ملل از ۲۷ شهریور تا هفتم شهریور ۹۳ در نیویورک برگزار شد. دوازدهمین دور از گفت‌وگوهای هسته‌ای از ۲۲ تا ۲۴ مهرماه ۹۳ مجدداً در وین برگزار شد. دوازدهمین دور از گفت‌وگوها این بار ۱۷ تا ۲۰ آبان ماه ۹۳ در مسقط پایتخت عمان برگزار شد. مجدداً نشست بعدی یعنی سیزدهمین دور از گفت‌وگوها ۲۷ آبان تا سوم آذر ۹۳ در وین انجام شد. چهاردهمین، پانزدهمین و شانزدهمین دور از گفت‌وگوهای هسته‌ای دولت یازدهم (چهاردهمین- ۲۶ آذر ماه ۹۳)، (پانزدهمین- چهارم دی ماه ۹۳) و (شانزدهمین- یکم تا چهارم اسفند ۹۳) در ژنو سوئیس برگزار شد. هفدهمین دور از گفت‌وگوها نیز ۱۱ اسفند آغاز و ۱۵ اسفند ۹۳ در شهر «مونترو» در حومه شهر ژنو برگزار شد. هجدهمین و نوزدهمین دور از گفت‌وگوها با عنوان لوزان یک (۲۴ تا ۲۹ اسفند ۹۳) و لوزان ۲ (پنجم الی ۱۳ فروردین ۹۴) در شهر لوزان سوئیس برگزار شد. شش نشست بعدی یعنی از نشست نوزدهم تا بیست و پنجم به ترتیب (دوم تا چهارم اردیبهشت)، (۲۲ تا ۲۵ اردیبهشت)، (۳۰ اردیبهشت تا اول خرداد)، (۱۴ تا ۱۶ خرداد)، (۲۰ تا ۲۲ خرداد) و (ششم تا ۲۳ تیرماه) ۹۴ در شهر وین برگزار شد و نهایتاً طرفین به برنامه جامع اقدام مشترک یا همان برجام دست یافتند و کمتر از یک هفته از گذشت این توافق، شورای امنیت سازمان ملل قطعنامه جدیدی را با هدف لغو تحریم‌های ایران با ۱۵ رأی موافق و بدون رأی مخالف تصویب کرد.

تعهدات برجامی

ایران در برجام پذیرفته است که به مدت ۱۰ سال غنی‌سازی در تأسیسات نطنز با ۵هزار و ۶۰ دستگاه سانتریفیوژ نسل اول (IR-۱) انجام می‌شود و مابقی سانتریفیوژهای این تأسیسات مثل نسل دوم (IR-۲m) به انباری در نطنز منتقل می‌شود که تحت نظارت مداوم آژانس خواهد بود. مهندسان به صراحت از فعالیت ۵هزار و ۶۰ سانتریفیوژ سخن می‌گفتند؛ سانتریفیوژهایی که در دو یونیت (هر یونیت حدود ۳هزار سانتریفیوژ) در طرفین سالن در حال فعالیت بودند، البته محل انبار سایر سانتریفیوژهایی که برچیده شده نشان داده نشد، ولی مهندس می‌گفت نصب مجدد آنها کاری ندارد، فقط پیچ و مهره است که فوراً نصب می‌شود. همچنین ایران در برجام پذیرفته است محدودیت‌هایی خاص به مدت هشت سال برای سانتریفیوژهای پیشرفته اعمال شود و به مدت ۱۰ سال آزمایش‌ها فقط روی سانتریفیوژهای IR-۴ -IR-۵ -IR-۶ و IR-۸ انجام خواهد شد. برای مدت ۱۵ سال نیز فعالیت‌های مرتبط با غنی‌سازی و تحقیق و توسعه فقط در مجتمع غنی‌سازی شهید احمدی روشن (نطنز) انجام خواهد شد.

۳۰۰ کیلوگرم

از دیگر تعهدات فنی ایران در برجام این است که طی ۱۵ سال حجم ذخایر اورانیوم ۳/۶۷ غنی‌شده ایران از ۳۰۰ کیلوگرم بیشتر نخواهد شد، اما چون برنامه غنی‌سازی ایران ادامه دارد، مازاد این حجم یا در بازار بین‌المللی به فروش می‌رسد یا رقیق‌سازی می‌شود. ایران یک بار اورانیوم مازاد خود را به خارج از کشور منتقل کرده است.

شهدای هسته‌ای

شهید مسعود علیمحمدی صبح روز ۲۲دی ماه ۸۸ در اثر انفجار بمبی که در موتورسیکلت جاسازی و به فاصله یک متر از درورودی منزل وی به یک درخت بسته شده بود به شهادت رسید. شهید مجید شهریاری صبح روز دوشنبه هشتم آذر ماه ۸۹ در بلوار ارتش، مورد سوءقصد قرار گرفت و به شهادت رسید. شهید داریوش رضایی‌نژاد نیز یکم مرداد ماه ۱۳۹۰ به ضرب گلوله در مقابل منزلش و در برابر چشمان همسر و دختر خردسالش ترور شد. شهید رضا قشقایی نیز به همراه شهید مصطفی احمدی‌روشن ۲۱دی ماه ۱۳۹۰ در خیابان گل‌نبی تهران (میدان کتابی) به شهادت رسید.