حسین طالبی، کارشناس مسائل هسته‌ای در گفت‌وگو با «فرهیختگان»:

سانتریفیوژهای جدید ۱۶ برابر ظرفیت غنی‌سازی دارند

علی مزروعی
خبرنگار گروه نقد روز

بعد از تصویب قطعنامه ضد ایرانی در شورای حکام این مطالبه شکل گرفته است تا ایران تهدید خود مبنی بر پاسخ قاطع به این رویکرد خصمانه را بروز دهد. رویکردی که علی‌رغم گزارش نسبتاً مثبت مدیرکل آژانس توسط تروئیکای اروپایی و آمریکا پیش برده شد. روز گذشته محمدباقر قالیباف در مورد نوع واکنش ایران به راه‌اندازی سانتریفیوژهای پیشرفته اشاره کرد و تلویحاً تهدید علیه آژانس را نیز این‌گونه مطرح کرد: «ادامه این قبیل تصمیمات سیاسی و غیرسازنده باعث می‌شود کشورها برای حفظ امنیت ملی خود، به‌سمت اقدامات خارج از پروتکل‌های آژانس سوق پیدا کنند.» در بعد سیاسی همانطور که قالیباف نیز اشاره کرد گزینه خروج از NPT نیز روی میز قرار داد اما همانطور که ایران پیش از این اعلام کرده این گزینه تا زمانی که طرف‌های غربی دامنه تصویب قطعنامه علیه ایران در شورای حکام را به سازمان ملل نکشانده و استفاده از مکانیسم ماشه و بازگرداندن قطعنامه‌های فصل هفتمی را در دستورکار قرار ندهند، فعال نخواهد شد. اما در بعد فنی گزینه‌های قابل اجرایی وجود دارد که یک مورد آن بحث راه‌اندازی سانتریفیوژهای نسل جدید است که پیش از این در سفر گروسی به ایران به اطلاع او نیز رسیده بود. در مورد ویژگی‌های فنی این نسل از سانتریفیوژها و همچنین سایر گزینه‌های فنی قابل اجرا با حسین طالبی از متخصصان حوزه فناوری هسته‌ای به گفت‌وگو پرداخته‌ایم. طالبی معتقد است: «مهم‌ترین نکته‌ای که به نظر می‌رسد این است که در بعد فعال‌سازی گزینه‌های فنی اگر واقعاً سازمان قصد اجرای این امکانات را داشته باشد، تصمیم‌گیری درباره انجام یا عدم انجام آن به تصمیم سیاسی بستگی دارد.» مشروح این گفت‌وگو را در ادامه از نظر می‌گذرانید.

فعال‌سازی رآکتور آب سنگین اراک یکی از گزینه‌های اصلی برای پاسخ به آژانس است

حسین طالبی، متخصص حوزه فناوری هسته‌ای، مهم‌ترین نکته‌ای که در فعال‌سازی گزینه‌های فنی مطرح می‌شود را وابسته به تصمیمات سیاسی دانست. وی در این‌باره اظهار داشت: «اگر سازمان انرژی اتمی ایران بخواهد به‌طور جدی اقداماتی انجام دهد که به‌نوعی فشار جدی به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی وارد کند، یکی از گزینه‌های اصلی می‌تواند فعال‌سازی رآکتور آب سنگین اراک باشد.» به گفته وی، این گزینه باوجود اینکه پس از برجام شرایط آن تغییر کرد و موضوع به‌طور کلی متفاوت شد، اما همچنان وجود دارد و می‌تواند ابزاری مؤثر برای فشار به آژانس باشد.

طالبی در ادامه به رآکتور تهران اشاره کرد و گفت: «در صورت تمایل به انجام اقدامی مؤثر برای تحت فشار قرار دادن طرف مقابل، می‌توان روی این رآکتور تمرکز کرد.» وی همچنین به موضوع سانتریفیوژهای پیشرفته‌تر اشاره کرد و یادآور شد که در برجام محدودیت‌هایی برای توسعه این سانتریفیوژها اعمال شد. به عنوان مثال، توسعه نسل‌های پیشرفته‌تر مانند IR-۴ متوقف شد و بر اساس مفاد برجام، کار روی نسل‌های بعدی نیز ممنوع شد. وی خاطرنشان کرد که اگر برجام رعایت شده باشد، این فعالیت‌ها متوقف شده است.

۹۰ درصد سانتریفیوژها تا قبل از برجام از نوع IR-۱ بودند

طالبی اعتقاد دارد در صورتی که سازمان انرژی اتمی بخواهد دوباره به این حوزه بازگردد، می‌تواند روی طراحی، تست و ساخت مدل‌های جدیدتر سانتریفیوژها کار کند. این فعالیت‌ها شامل کار روی مواد اولیه، طراحی سازه‌ها و سایر جنبه‌های فنی است. وی در ادامه به نسل‌های جدیدتر سانتریفیوژها اشاره کرد و گفت: «سانتریفیوژهای IR-۸ و IR-۹ به‌عنوان نسل‌های جدیدتر محسوب می‌شوند و از نظر قدرت و توانمندی تفاوت چشمگیری با نسل‌های اولیه دارند.

طالبی در بخش دیگری از صحبت‌های خود، مقایسه‌ای بین نسل‌های مختلف سانتریفیوژها ارائه داد: «عمده توانمندی هسته‌ای ایران تاکنون مبتنی بر نسل اول سانتریفیوژها، یعنی IR-۱ و تا حدی IR-۲ بوده است. به عنوان مثال، در گذشته در سایت نطنز حدود ۱۹ هزار سانتریفیوژ فعال وجود داشت که پس از مدتی این تعداد به ۱۰ یا ۱۱ هزار دستگاه کاهش یافت.» وی افزود: «بیش از ۹۰ درصد این سانتریفیوژها از نوع IR-۱ بودند. از نظر عددی، توان غنی‌سازی نسل اول حدود یک سو (SWU) بود.»

ماشین‌های نسل جدید پایداری و دوام بیشتری نسبت به نسل اول دارند

از دیگر تفاوت‌های مهم، پایداری ماشین‌هاست. ماشین‌های نسل اول سانتریفیوژها در فرایند روشن و خاموش شدن مشکل پایداری داشتند؛ به‌طوری‌که حدود ۳۰ درصد از این ماشین‌ها دچار کراش (Crash) می‌شدند و از بین می‌رفتند. در نسل‌های جدیدتر، این مشکل تا حد زیادی برطرف شده و پایداری ماشین‌ها به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. همچنین بهره‌وری انرژی در نسل‌های جدید بهبود یافته است که این ویژگی‌ها باعث می‌شود عملکرد کلی ماشین‌های جدید به‌مراتب بهتر از نسل‌های قبلی باشد. مطابق با گفته‌های حسین طالبی، فرایند سنجش سانتریفیوژهای نسل جدید به‌طور موازی پیش می‌رفت. به این معنا که سانتریفیوژهای IR-۴، IR-۶ و IR-۸ در مراحل مختلفی قرار داشتند، اما همزمان با یکدیگر توسعه داده می‌شدند. برخلاف تصور رایج، این‌طور نبود که ابتدا IR-۴ ساخته شود و سپس به سراغ دیگر مدل‌ها بروند. بلکه تمامی این طرح‌ها به‌صورت موازی طراحی و توسعه می‌شدند. دلیل این رویکرد این بود که هر کدام از این نسل‌ها ویژگی‌های متفاوتی داشتند و هدف این بود که به‌طور همزمان پیشرفت کنند و در نهایت مشخص شود کدام یک بهتر عمل می‌کند. در نهایت، به نظر می‌رسید IR-۸ که بیشتر پیشرفت کرده بود، بهترین گزینه به شمار می‌رفت.

با راه‌اندازی (IR-۸) توان غنی‌سازی به ۸۰ هزار سو می‌رسد

طالبی در مورد کاربرد اصلی اورانیوم غنی‌شده در سطح تجاری، تأکید می‌کند که این محصول به‌ویژه برای تأمین سوخت رآکتورهاست. او توضیح می‌دهد: «این کاربرد اصلی در صنعت هسته‌ای است. برای روشن‌تر شدن این موضوع، به رآکتور بوشهر اشاره می‌کنم که به‌عنوان یک رآکتور بزرگ، به توان غنی‌سازی در حدود ۷۰ تا ۸۰ هزار سو (SWU) نیاز دارد. این مقدار برای رآکتورهایی با ابعاد بزرگ مانند رآکتور بوشهر ضروری است. در مقایسه با توان غنی‌سازی گذشته، در اوج توانمندی غنی‌سازی ایران که حدود سال ۹۳ بود، توان غنی‌سازی به ترتیب حدود ۳ هزار سو، سپس ۱۱ هزار سو، و نهایتاً بین ۱۵ تا ۲۰ هزار سو می‌رسید. اگر قصد دستیابی به عدد ۸۰ هزار سو بود، توان غنی‌سازی باید چهار برابر می‌شد. در این راستا، استفاده از سانتریفیوژهای نسل هشتم (IR-۸) می‌توانست این امکان را فراهم کند. آن‌طور که در تئوری پیش‌بینی شده بود، با راه‌اندازی نسل هشتم، امکان رسیدن به این میزان توان غنی‌سازی وجود داشت.»

وی اضافه کرد: « برای دستیابی به ۷۰ هزار سو توان غنی‌سازی با استفاده از سانتریفیوژهای نسل اول، نیاز به حدود ۵۰ تا ۶۰ هزار دستگاه سانتریفیوژ نسل اول است. این در حالی است که ایران تاکنون حدود ۱۰ هزار تا ۱۱ هزار سانتریفیوژ از این نسل را فعال داشته است، اگرچه وضعیت فعلی این دستگاه‌ها مشخص نیست، اما اگر از سانتریفیوژهای نسل هشتم (IR-۸) استفاده شود، نیاز به تعداد بسیار کمتری از دستگاه‌ها برای رسیدن به همان میزان توان غنی‌سازی وجود دارد. در واقع، تعداد سانتریفیوژهای نسل هشتم تقریباً ۱۵ تا ۱۶ برابر کمتر از نسل اول خواهد بود تا همان میزان توان را تولید کند. برای تأمین سوخت رآکتور بوشهر، که به حدود ۷۰ هزار تا ۸۰ هزار سو نیاز دارد، استفاده از سانتریفیوژهای نسل جدید می‌تواند این توان را با تعداد کمتری از دستگاه‌ها فراهم کند.»

برای رسیدن به یک توان پایدار غنی‌سازی باید به ۱۰۰ هزار سو برسد

در ادامه این متخصص فناوری هسته‌ای به بررسی سایر کاربردهای سانتریفیوژهای نسل جدید پرداخت و گفت: «برای رسیدن به توان غنی‌سازی مطلوب، باید توان بیشتری نیز برای کاربردهای مختلف فراهم شود. علاوه بر تأمین سوخت رآکتور، کشور نیاز به توان غنی‌سازی برای تولید رادیوداروها و سایر نیازهای مشابه دارد. کشور باید به یک توان پایدار حدود ۱۰۰ هزار سو برسد تا بتواند به‌عنوان یک تولیدکننده واقعی در این حوزه شناخته شود. این متخصص هسته‌ای به این نکته اشاره کرد که «برای رسیدن به نقطه سر به سر در اقتصاد هسته‌ای، باید توان غنی‌سازی به حدی برسد که اقتصاد، فناوری و تجارت کشور در این حوزه متعادل و به صرفه باشد که برای رسیدن به این تعادل، توان غنی‌سازی باید به بالای ۸۰ تا ۹۰ هزار سو برسد.»

یکی از مراحل مهم تبدیل گاز به دیگر فرم‌هاست

در ادامه به شرح مراحل مختلف فرآوری اورانیوم و اهمیت تبدیل آن به اورانیوم فلزی برای کاربردهای مختلف پرداخته شد. حسین طالبی، متخصص حوزه فناوری هسته‌ای، در این خصوص توضیح داد: «در ابتدا اورانیوم از معدن استخراج می‌شود و سپس فرایندهایی مانند تراش و فرآوری روی آن انجام می‌شود. پس از این مراحل، اورانیوم غنی‌سازی می‌شود، اما حتی پس از غنی‌سازی، هنوز برای استفاده در رآکتورها آماده نیست.» او اضافه کرد: «یکی از مراحل اساسی این فرایند، تبدیل حالت گازی اورانیوم به دیگر فرم‌هاست. در این میان، یکی از مراحل کلیدی، تبدیل اورانیوم به فلز اورانیوم به‌عنوان یک فرایند تکمیل‌شده است.»

برای ساخت زیردریایی اتمی به رآکتورهای کوچک با غنای بالا نیاز داریم

در پایان طالبی تصریح کرد: «اورانیوم فلزی در زمینه غیرنظامی نیز کاربرد دارد، به‌ویژه برای رآکتورهایی که از اورانیوم با غنای بالا استفاده می‌کنند. رآکتورهایی با ابعاد کوچک‌تر معمولاً نیازمند سوخت با غنای بالاتری‌اند. دلیل این امر به ابعاد فیزیکی رآکتورها برمی‌گردد؛ وقتی رآکتور کوچک‌تر باشد، نیاز به سوخت غنی‌تر است تا بتواند به درستی کار کند.»

طالبی افزود: «این نیاز به سوخت با غنای بالا به‌ویژه در رآکتورهایی که در ناوهای دریایی یا زیردریایی‌ها استفاده می‌شوند، بیشتر احساس می‌شود. در این نوع رآکتورها که به دلیل محدودیت‌های ابعادی نمی‌توان از رآکتورهای بزرگ استفاده کرد، نیاز به سوخت با غنای بالا، مانند ۶۰ درصد، بسیار ضروری است. این نوع سوخت قادر است کارایی لازم را در چنین کاربردهایی فراهم کند؛ چراکه سوخت‌های با غنای پایین‌تر مانند ۲ یا ۳ درصد، برای این رآکتورها مناسب نیستند.»

شهید شهریاری و هم‌سنگرانش چطور اراده آمریکا را به چالش کشیدند؟

اورانیوم بیست درصدی با نابغه‌ای از زنجان

علی مزروعی
خبرنگار گروه نقد روز

رهبر معظم انقلاب اسلامی در دیدار اخیر خود با بسیجیان به یکی از نقاط عطف در تاریخ علمی و هسته‌ای ایران اشاره کردند. ایشان فرمودند: «آن کسانی که توانستند توطئه خباثت‌آلود آمریکا را در قضیه اورانیوم غنی‌سازی‌شده ۲۰ درصد بشکنند، بسیجی بودند.» این بیانات، ماجرای مهمی از سال‌های دهه ۸۰ را یادآوری می‌کند که ایران در مواجهه با تحریم‌ها و مانع‌تراشی‌های قدرت‌های جهانی، با تکیه بر دانشمندان بسیجی خود به فناوری تولید اورانیوم ۲۰ درصد دست یافت. در این مسیر، کشورهای ترکیه و برزیل نیز به‌عنوان میانجی ظاهر شدند، اما نهایتاً این نقش‌آفرینی‌ها، تحت فشارهای آمریکا، بی‌نتیجه ماند تا توجیهی بین‌المللی برای علنی کردن توان ایران در تولید اورانیوم ۲۰ درصد به وجود بیاید. دستیابی ایران به فناوری تولید اورانیوم ۲۰ درصد، نقطه عطفی در تاریخ هسته‌ای کشور و نمادی از پیشرفت علمی و اراده ملی است. این موفقیت که در شرایط تحریم و فشارهای بی‌سابقه به دست آمد نشان داد ایران حتی در دشوارترین شرایط نیز می‌تواند نیازهای حیاتی خود را تأمین کند.

آمریکا تنها تأمین‌کننده سوخت هسته‌ای ایران را از ادامه تبادل بازداشت

در اواخر دهه ۸۰ ایران با یک بحران جدی مواجه شد. راکتور تحقیقاتی تهران که از دهه ۱۳۴۰ برای تولید ایزوتوپ‌های رادیودارو و تحقیقات علمی راه‌اندازی شده بود به سوخت اورانیوم ۲۰ درصد نیاز داشت. این راکتور در دهه ۱۳۴۰ توسط آمریکا ساخته شده و تا پیش از انقلاب، سوخت آن نیز از سوی همین کشور تأمین می‌شد. پس از انقلاب، ایران این نیاز را از کشورهای دیگر، از جمله آرژانتین، تأمین می‌کرد. اما در سال ۱۳۸۷، با اتمام ذخایر اورانیوم ۲۰ درصد، ایران به آرژانتین درخواست خرید سوخت جدید ارائه کرد. آمریکا که به اهمیت راهبردی این موضوع واقف بود، با فشار بر آرژانتین، این کشور را از تأمین نیاز ایران بازداشت. این اقدام، کشورمان را در شرایطی قرار داد که یا باید راکتور تهران را خاموش می‌کرد یا به راه‌حل‌های دیگری دست می‌یافت. خاموش شدن این راکتور به معنای توقف تولید رادیودارو‌ها بود که جان هزاران بیمار را به خطر می‌انداخت.

بازی ایران با برگ ترکیه و برزیل

برای حل این مشکل، ایران وارد مذاکره با کشورهای عضو گروه وین (آمریکا، فرانسه، و روسیه) شد. این کشورها پیشنهادی مبنی بر مبادله اورانیوم غنی‌شده ۳,۵ درصد ایران با اورانیوم ۲۰ درصد ارائه کردند. بر اساس این پیشنهاد ایران باید ۱۲۰ کیلوگرم اورانیوم ۳,۵ درصد خود را به روسیه می‌فرستاد و پس از یک سال، ۱۲۰ کیلوگرم اورانیوم ۲۰ درصد دریافت می‌کرد. اما این پیشنهاد به دلایل مختلف از سوی ایران رد شد. نخست، کشورهای غربی ضمانتی برای تحویل سوخت در موعد مقرر ارائه نمی‌دادند. دوم، تجربه‌های گذشته مانند بدعهدی فرانسه در پروژه نیروگاه بوشهر، بی‌اعتمادی ایران را تقویت کرده بود. ایران پیشنهاد کرد این مبادله در خاک ایران یا یک کشور ثالث، مانند ترکیه، انجام شود. در همین راستا ایران پای ترکیه و برزیل را که روابط خوبی با تهران داشتند به ماجرا باز کرد تا به‌عنوان میانجی عمل کنند. بر اساس این طرح که مبنای بیانیه تهران شد ایران ۱۲۰۰ کیلوگرم اورانیوم ۳,۵ درصد خود را به ترکیه ارسال می‌کرد و در مقابل، ۱۲۰ کیلوگرم اورانیوم ۲۰ درصد دریافت می‌کرد. علاوه بر این، ایران حق داشت در هر زمانی، اورانیوم خود را از ترکیه بازپس گیرد. رؤسای جمهور ترکیه و برزیل پیش از امضای این بیانیه، اوباما را در جریان قرار داده بودند. اما به محض انتشار بیانیه، اوباما علی‌رغم اینکه می‌دانست وجهه کشورش خراب می‌شود با آن مخالفت کرد. آمریکا آگاه بود که کنار گذاشتن روسیه از فرایند مبادله هسته‌ای توسط ایران می‌تواند زمینه‌ساز همکاری کرملین با واشنگتن برای اتخاذ موضعی مشترک علیه جمهوری اسلامی شود. به همین دلیل، اوباما با وجود آگاهی از تبعات منفی رد بیانیه تهران بر وجهه کشورش، این ریسک را برای تصویب قطعنامه علیه ایران و جلب حمایت روسیه پذیرفت و با آن مخالفت کرد اما نمی‌دانست که این اقدام به نفع ایران تمام می‌شود.

آمریکا رکب خورد

ایران با برجسته کردن رفتار غیرصادقانه ایالات متحده، زمینه را برای جلب حمایت آژانس و اقناع افکار عمومی نسبت به ضرورت تولید اورانیوم ۲۰ درصد در داخل کشور فراهم کرد. غرب که انتظار نداشت ایران بتواند به این سرعت به فناوری تولید اورانیوم ۲۰ درصد دست یابد، به‌شدت غافلگیر شد. کشورهای غربی که در تلاش بودند ایران را با فشارهای سیاسی و اقتصادی مجبور به پذیرش شروط خود کنند، اکنون با کشوری مواجه بودند که نیازهای خود را به‌صورت مستقل تأمین می‌کرد. در شهریورماه ۱۳۸۹، ایران اعلام کرد که ۲۵ کیلوگرم اورانیوم ۲۰ درصد تولید کرده است. این رقم هر ماه افزایش یافت و ایران توانست نیازهای داخلی خود را به‌طور کامل تأمین کند.

شهید شهریاری قفل تولید سوخت هسته‌ای را گشود

دستیابی ایران به فناوری غنی‌سازی اورانیوم ۲۰ درصد، مدیون تلاش‌های شبانه‌روزی دانشمندان بسیجی کشور، به‌ویژه شهید مجید شهریاری بود. شهید شهریاری توانست با طراحی و اتصال دو آبشار سانتریفیوژی، فرمول پیچیده غنی‌سازی اورانیوم ۵ درصد به ۲۰ درصد را عملی کند. این فرایند که نیازمند دقت و کنترل بسیار بالایی بود یکی از دشوارترین مراحل در تولید سوخت هسته‌ای به شمار می‌رود. علاوه بر این، او موفق به تولید صفحات سوخت شد که برای استفاده از اورانیوم ۲۰ درصد در راکتور ضروری است. این دستاورد ایران را در تولید سوخت هسته‌ای به خودکفایی رساند.

درس‌هایی از یک تجربه تاریخی

ماجرای دستیابی ایران به اورانیوم ۲۰ درصد تجربه‌ای تاریخی از فریبکاری و مانع‌تراشی قدرت‌های جهانی است. آمریکا و متحدانش با سوءاستفاده از نیاز حیاتی ایران به سوخت هسته‌ای تلاش کردند توانمندی علمی کشورمان را محدود کنند. اما دانشمندان ایرانی با اتکا به دانش و توان داخلی، این توطئه را ناکام گذاشتند. این اقدام آمریکا نشان داد که هدف اصلی حل مشکل ایران نبود بلکه محدود کردن توانمندی هسته‌ای کشورمان و تخلیه ذخایر اورانیوم غنی‌شده ایران بود. علاوه بر این، نقش میانجی‌گری ترکیه و برزیل نشان داد که حتی تلاش‌های صادقانه برای حل‌وفصل اختلافات نیز تحت تأثیر فشارهای آمریکا و متحدانش به شکست منجر می‌شود. این تجربه درس مهمی برای دیپلماسی جهانی دارد؛ اتکا به توان داخلی بهترین راه برای مقابله با فشارهای خارجی است.

سه‌شنبه ۶ آذر ۱۴۰۳
شماره ۴۲۸۹
FARHIKHTEGANDAILY.COM
FARHIKHTEGANONLINE