

مسائل فنی اعلام خروج امریکا از برجام

به قلم سایمون هندرسون (/fa/experts/saymwn-hndrswn-0/)

۹ مه ۲۰۱۸

همچنین دست‌یافتنی به

(English (/policy-analysis/technical-implications-trumps-jcpoa-announcement

العربية (/policy-analysis/altdayat-altqnyt-lalan-tramb-hwl-khtt-alml-alshamlt-almshtrkt/)

درباره نویسنده



سایمون هندرسون (/fa/experts/saymwn-hndrswn-0/)



تحلیل کوتاه

با لغو برجام از سوی ترامپ دست کم بخشی از گام‌های بعدی ایران به اتکای توانایی‌های فنی این کشور در برنامه غنی‌سازی و فعالیت‌های مرتبط با آن شکل خواهد گرفت

همین که ترامپ خروج از برجام را اعلام کرد ایران تهدید کرد که برنامه هسته‌ای خود را از محدودیت‌های برنهاد در آن توافق فراتر خواهد برد. ارزیابی اهمیت بالقوه این تهدید نیازمند بررسی دقیق‌تری از جزئیات فنی نهفته در توافق برجام و توانمندی‌های هسته‌ای رژیم ایران است.

غنی‌سازی اورانیوم

کانون نگرانی‌ها توانمندی ایران برای غنی‌سازی (پالایش) اورانیوم است. اورانیوم طبیعی که به نام یو-۲۳۸ شناخته می‌شود تنها ۰.۷٪ (هفت دهم درصد) ایزوتوپ شکافت‌پذیر یو-۲۳۵ در بر دارد. شکافت‌پذیری یعنی قابلیت واکنش زنجیره‌ای در یک رآکتور هسته‌ای غیرنظامی این واکنش برای تولید الکتریسیته در کنترل است اما در بمب اتمی کنترل نشده است.

اورانیوم طبیعی می‌تواند در برخی از رآکتورهای تولید برق به کار رود اما در بیشترشان اورانیوم کم-عیار (low-enriched) با حدود ۳.۵ درصد یو-۲۳۵ به کار می‌رود. برای ساخت بمب اتمی به اورانیوم غنی‌شده‌ای با خلوص ۹۰٪ یو-۲۳۵ نیاز هست. در تئوری با اورانیومی با عیار ۲۰ درصد یو-۲۳۵ هم می‌شود یک ابزار انفجاری هسته‌ای ساخت. به همین دلیل "آژانس بین‌المللی انرژی اتمی" این پایه از غنی‌سازی یعنی ۲۰ درصد را عیار عالی (high-enriched) تعریف کرده است.

فرایند غنی‌سازی معمولاً چرخاندن گاز اورانیوم هگزا فلوراید (UF6) در سانتریفیوژهایی با شتاب بسیار بالاست برای تغییر دادن نسبت اتم‌های یو-۲۳۸ به یو-۲۳۵. این نسبت در اورانیوم طبیعی ۷ به ۹۹۳ است. وقتی که نسبت یو-۲۳۵ در این آمیزه به حدود ۹۰ درصد برسد این نسبت ۷ به ۱ می‌شود. در پالودگی‌های میانه با درصد‌های ۳.۵ و ۲۰ نسبت یو-۲۳۵ به یو-۲۳۸ به ترتیب ۱۹۳ به ۷ و ۲۸ به ۷ است. به عبارت دیگر ۳.۵ درصد نیز نشانه سطح بالایی از خلوص است و در ۲۰ درصد بخش اعظم کار غنی‌سازی انجام شده است. به این معنا که ۹۶۵ اتم یو-۲۳۸ حذف شده و فقط ۲۷ اتم دیگر باید از آن جدا شود تا به ماده‌ای برسند که در بمب اتمی به کار برده می‌شود.



سانتریفیوژها

کارآیندی سانتریفیوژ را با توان آن در فرایند جداسازی اتم‌ها می‌سنجند. واحد استاندارد اندازه‌گیری را «واحد فرایند جداسازی» (separative work unit) یا سو (SWU) می‌نامند.

فرایند غنی‌سازی شامل صدها سانتریفیوژ به هم پیوسته با لوله‌هاست که آبشار (cascade) نامیده می‌شود و همگی ماه‌ها دور می‌چرخند. چند و چون برون‌داد (output) کارخانه‌ای از سانتریفیوژها بستگی به تعداد و نوع آن‌ها و نیز مدت زمانی دارد که کار چرخش آن‌ها ادامه داشته است.

ایران اکنون دو نوع دستگاه سانتریفیوژ کارکن مدل IR-1 و IR-2m در اختیار دارد که بر اساس طرح‌هایی ساخته شده که پاکستان در دهه ۱۹۷۰ و اوایل ۱۹۸۰ غیرقانونی از یک برنامه اروپایی غنی‌سازی غیرنظامی به دست آورده بود. بر اساس اطلاعات علنی دولت آمریکا توان سانتریفیوژهای پاکستانی مدل P-1 که همان مدل IR-1 ایرانی است حدود ۲ سو در سال است. مدل IR-2m ایرانی مشابه P-2 پاکستانی است اما نه یکسان با آن و توان آن حدود ۴ سو در سال برآورد شده است.

طول سانتریفیوژ (و یا ارتفاع آن چون عمودی نصب می‌شود) بخشی از ویژگی‌های مؤثر در تعیین توان کاری آن است. سرعت چرخش آن نیز در این محاسبه اهمیت ویژه‌ای دارد. چالش اصلی در طراحی سانتریفیوژ به بالاترین حد رساندن طول و سرعت چرخش آن است همراه با تحمل فشار نیروهای که با به کار افتادن آبشار به میدان می‌آیند. همچنین شدت گرفتن آن‌ها که می‌تواند ویرانگر باشد.

در سال ۲۰۱۵ زمانی که توافق هسته‌ای امضا شد ایران ۱۹۱۴۸ سانتریفیوژ مدل IR-1 و ۱۰۰۸ دستگاه فعال از مدل IR-2m داشت. با امضای برجام ایران پذیرفت که تعداد سانتریفیوژهای مدل IR-1 خود را به ۶۱۰۴ دستگاه کاهش دهد و سطح غنی‌سازی اتمی را نیز از ۳۶۷ درصد بالاتر نبرد. چنانکه توافق کرد که پس از آن سانتریفیوژهای مدل IR-2m را به این منظور به کار نبرد.

برای ساخت بمب اتمی به چه نیاز است

روال انفجار هسته‌ای چنان است که چاشنی انفجاری خاصی با فشردن مواد شکافنده (مثلا اورانیوم غنی‌شده برای سلاح اتمی) در آن واکنش زنجیره‌ای ایجاد می‌کند. اطلاعاتی که بینامین نتانیاهو نخست‌وزیر اسرائیل هفته پیش پخش کرد تایید می‌کند که ایران پیش از برجام روی طرح‌های انفجار ژمبشی کار کرده و در مرحله نخست قصد ساختن پنج بمب اتمی را داشته است.

بر اساس برآوردهای علنی در آمریکا ساخت یک بمب اتمی ابتدایی دست کم به بیست و پنج کیلوگرم اورانیوم غنی‌شده نیاز دارد (اگرچه گفته می‌شود که طرح‌های پیشرفته‌تر به بیش از ۱۵ کیلوگرم نیاز ندارند). اورانیوم ماده‌ای با چگالی بالاست و وزنی همانند طلا دارد. یک گوی اورانیوم غنی‌شده برای بمب قُطری حدود ۱۳۰۵ سانتیمتر پیدا می‌کند. به اندازه یک گریپ‌فروت اگر از اورانیوم طبیعی آغاز کنیم ساخت یک بمب پنج تُن اورانیوم طبیعی نیاز دارد. اما با اورانیوم غنی‌شده با عیار ۳۹ درصد (بر پایه رقم رسمی دولت آمریکا) ۱۷۵ کیلوگرم نیز برای ساخت بمب کافی است.

پیش از توافق برجام ایران ۷۱۵۴ کیلوگرم اورانیوم غنی‌شده ۳۶۷ درصد و ۱۹۶ کیلوگرم با عیار ۱۹۷۵ درصد در اختیار داشت. با توافق برجام این انباشت اورانیوم به ترتیب به ۳۰۰ کیلوگرم و صفر کاهش یافت.

وقت بیرون زدن و نپت‌های ایران

«وقت بیرون زدن» (breakout time) را بازه زمانی لازم برای تولید مقدار کافی از مواد شکافنده برای ساخت یک بمب تعریف کرده اند. پیش از توافق برجام برآوردها این بود که ایران دو تا سه ماه با این هدف فاصله دارد. اما برجام دامنه آن را به یک سال کشاند. با یک حساب سرانگشتی بر مبنای اطلاعات علنی ایالات متحده چنین دریافت می‌شود که ۵ هزار سانتریفیوژ مدل P-1 می‌تواند این مقدار ماده

شکافنده را ظرف شش ماه تولید کند اما با همین تعداد سانتریفیوژ از مدل P-2 چهار ماه برای تولید آن کافی است □
در خصوص ساخت یک بمب واقعی آرشيو اطلاعات هسته‌ای ایران که اخيرا به دست اسراییل افتاده دامنه تاریخی برنامه تسلیحات هسته‌ای رژیم را نشان می‌دهد □ اما نمی‌دانیم که این برنامه هنوز در کار است یا نه – و اگر در کار باشد با چه طول و عرضی □
تهران تاکنون نگفته است که به اعلامیه رئیس‌جمهور ترامپ چه پاسخی می‌دهد □ مقامات ایرانی پیش از این تهدید کرده بودند که همین که آمریکا از توافق برجام خارج شود حجم و سطح غنی‌سازی را بالا خواهند برد اما محدودیت تکنولوژی سانتریفیوژی می‌تواند دست کم در کوتاه مدت جلوی چنین برنامه‌ای را بگیرد □

ایران از ۲۰۱۵ به این سو سانتریفیوژهای مدل پیشرفته‌تر IR-2m را به تولید ایزوتوپ‌های غیرهسته‌ای گماشته است □ از این رو این دستگاه‌ها ممکن است آلوده‌تر از آن باشند که بتوان در کار غنی‌سازی اورانیوم از آن‌ها استفاده کرد □

از سوی دیگر گفته می‌شود که مدل قدیمی‌تر IR-1 نمی‌تواند عیار را به ۹۰ درصد برساند □ دلایل فنی مهمی برای این مسئله وجود دارد که ناپایدار شدن یو-۲۳۵ در این فرایند [و خطر انفجار کنترل‌ناشده] یکی از آن‌هاست □ ایران روی طرح‌های پیشرفته‌تری (با نام‌های IR-6 IR-5 IR-4 و IR-8) کار کرده که ادعا می‌شود کارآیی آن‌ها تا ۱۲ سو در سال است □ با این همه ساختن این دستگاه‌ها و تبدیل‌شان به واحدهای تولیدگر دست‌کم ده سال زمان می‌برد و تازه پس از آن هم چه‌بسا که آن دستگاه‌ها کار نکنند □

گزینه پلوتونیوم

ایزوتوپ پی‌یو-۲۳۹ پلوتونیوم می‌تواند ماده انفجار هسته‌ای دیگری باشد که به بسیاری دلایل کاربرد آن در بمب عملی‌تر است به‌ویژه که نسبت به یو-۲۳۹ با مقدار بسیار کمتری از پلوتونیوم می‌توان بمب را ساخت □ این امر امکان آن را فراهم می‌کند که ابزار انفجاری بسیار کوچکتری ساخته شود که برای حمل با کلاهک موشک بالستیک یا هواپیماهای جنگنده مناسب‌تر است □ اما برجام با نهادن محدودیت‌هایی بر کارکرد راکتور تحقیقی آب‌سنگین راه‌گزینه پلوتونیوم را به روی ایران بست □ اگر تهران این محدودیت‌ها را پذیرفته باشد تغییراتی که در راکتور آب سنگین داده‌اند برگشت‌ناپذیر است □

گزینه‌های دیگر

راه دیگر دستیابی به بمب اتمی آن است که دولتی دارای سلاح اتمی مثل کره شمالی آن را هدیه کند یا بفروشد □ (چین در اوایل ۱۹۸۰ مواد و طرح لازم برای ساخت بمب اتمی را به پاکستان داد □) اورانیوم بمب اتمی را با طرحی دیگر می‌توان منفجر کرد که به آن «لوله توپ» (gun-barrel) می‌گویند □ این شیوه از طرح «رمبش» ساده‌تر است و به آزمایش قبلی نیاز ندارد (اگرچه آن را با پلوتونیوم نمی‌توان به کار برد). این طرح در بمبی که در سال ۱۹۴۵ هیروشیما را هدف قرار داد به کار رفته بود □ اما بمبی که چند روز پس از آن بر ناگازاکی فرو افتاد بمب پلوتونیومی با طرح رمبش بود که در صحرای نیومکزیکو آزمایش شده بود □

*سایمون هندرسون پژوهشگر برنامه بیکر و مدیر برنامه سیاست حوزه خلیج و انرژی در انستیتو واشنگتن است □



RECOMMENDED



BRIEF ANALYSIS

Bennett's Bahrain Visit Further Invigorates Israel-Gulf Diplomacy

أجودى ٢٠٢٢ ١٣



Simon Henderson

[\(/policy-analysis/bennetts-bahrain-visit-further-invigorates-israel-gulf-diplomacy\)](#)



BRIEF ANALYSIS

Libya's Renewed Legitimacy Crisis

أجودى ٢٠٢٢ ١٣



Ben Fishman

[\(/policy-analysis/libyas-renewed-legitimacy-crisis\)](#)



BRIEF ANALYSIS

The UAE Formally Ceases to be a Tax-Free Haven

أجودى ٢٠٢٢ ١٣



Sana Quadri ,

Hamdullah Baycar

[\(/policy-analysis/uae-formally-ceases-be-tax-free-haven\)](#)

TOPICS

[\(fa/policy-analysis/mn-ashah/\)](#) منع اشاعه

REGIONS & COUNTRIES

[\(fa/policy-analysis/ayran/\)](#) ايران

