

مفهوم چند اصطلاح کلیدی در تازه‌ترین پیام‌های هسته‌ای ایران

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

۱۶ فوریه ۲۰۲۱

همچنین دست‌یافتنی به

(English (/policy-analysis/deciphering-irans-latest-nuclear-messaging

العربية (/ar/policy-analysis/fk-shftr-rsalt-ayran-alnwwyt-alakhyrt/)

درباره نویسنده



سایمون هندرسون (/fa/experts/saymwn-hndrsw-n-0/)



تحلیل کوتاه

تهران برای دستیابی به یک قرارداد هسته‌ای جدید و مطلوب با دولت بایدن احتمالاً با ترکیبی از لاف‌زنی و تنش‌افزایی به مانور خود ادامه خواهد داد

تیم جدید بایدن برای روشن‌گری درباره نیت خود به معکوس ساختن تصمیم دولت ترامپ در سال ۲۰۱۸ در خروج از برجام بر (لزوم) محدود کردن جنبه‌های متعدد فنی برنامه هسته‌ای ایران تمرکز کرده است. به ویژه بر تعداد و نوع سانتریفیوژهای پرسرعتی که این کشور برای جداسازی ایزوتوپ مهم یو-۲۳۵ از اورانیوم طبیعی از آن‌ها استفاده می‌کند. در پاسخ تهران ظاهراً در تلاش برای بهبود جایگاه خود در چانه‌زنی اعلام و در واقع تهدید کرده است که در صورت برداشته نشدن تحریم‌ها گام‌های هسته‌ای جدیدی برخواهد داشت: از «غنی‌سازی ۲۰ درصدی» در تاسیسات فُردو تا اخراج بازرسان سازمان ملل.

اما این می‌تواند یک بازی دیپلماتیک خطرناک باشد. اگر ایرانی‌ها فکر کنند مجبورند برنامه خود را ترسان‌تر از آنچه واقعاً هست نشان دهند احتمال دارد خود را در معرض مداخله بین‌المللی و شاید اقدام نظامی قرار دهند. گزینه دیگر یعنی اجازه دادن به موشکافی بیشتر خارجی می‌تواند محدودیت‌های کلیدی ایران را از نظر فنی آشکار سازد و بالقوه به جایگاه برنامه هسته‌ای در تلاش رژیم برای نمایش قدرت بازدارندگی‌اش در خارج و مشروعیت سیاسی آن در داخل صدمه بزند.

ایران برای اجتناب از این که دست خود را پیش از وقت رو کند یا باب توافق را ببندد اغلب بیانیه‌های هسته‌ای خود را در الفاظی می‌پیچد که بدون داشتن زمینه علمی درک آن مشکل است. از این رو مهم است که مسائل هسته‌ای کلیدی را که در حال حاضر مورد بحث است به زبانی غیرفنی مرور کنیم.

سانتریفیوژ

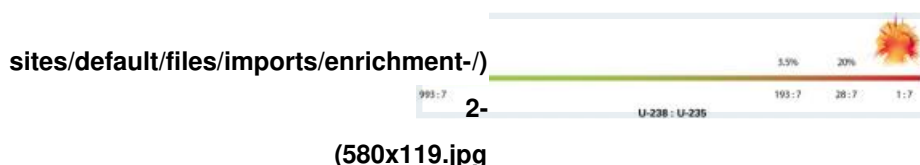
سانتریفیوژ شبیه یک ماشین لباسشویی بازشونده از بالا است که در حالت خشک‌کن می‌چرخد و کار آن جداسازی دو ماده از شکل گازی اورانیوم است: ایزوتوپ اصلی یو-۲۳۸ و ایزوتوپ کمیاب‌تر و مهم‌تر یو-۲۳۵. موفقیت کار به این بستگی دارد که سانتریفیوژ توازن خوبی داشته باشد و از مواد بسیار مقاومی ساخته شده باشد که تحت فشار شتاب در سرعت‌های بالا تغییر شکل نیابد.

کارآمدی یک سانتریفیوژ در توانایی جداسازی اورانیوم یو-۲۳۵ بستگی به ارتفاع و سرعت آن دارد. هرچه سانتریفیوژ بلندتر و سریع‌تر باشد انباشت ایزوتوپ یو-۲۳۵ در آن سریع‌تر و بهتر است. یو-۲۳۵ با عیار پایین را می‌توان به‌عنوان سوخت راکتور استفاده کرد اما وقتی با عیار بالا غنی شده باشد می‌تواند هسته انفجاری یک بمب اتمی را تشکیل دهد.

ایران این فناوری غنی‌سازی را از پاکستان به دست آورده و آن کشور هم به نوبه خود سانتریفیوژهای مدل P1 و P2 را از روی طرح‌های اروپایی توسعه داده بود. در ایران P1 با عنوان IR-1 شناخته می‌شود. یک نسخه ایرانی از P2 موسوم به IR-2m نیز توسعه یافت که باید مطابق برجام برای اهداف غیرهسته‌ای تغییر کاربری می‌یافت. تهران حالا ادعا می‌کند که IR-2m را دوباره برای اهداف هسته‌ای به کار خواهد گرفت ولی این باور وجود دارد که به دلیل عدم استفاده از این ماشین‌ها تعداد اندکی از آن‌ها (اگر واقعا موجود باشد) ممکن است قابلیت فعال شدن را داشته باشند ضمن این‌که تاسیسات مونتاژ این سانتریفیوژها در انفجاری در جولای ۲۰۲۰ شدیداً آسیب دیده است. ازین گذشته گرچه IR-2m و مدل‌های مرتبط IR-4 و IR-6 اغلب «پیشرفته» خوانده می‌شوند تکنولوژی آن‌ها به دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد.

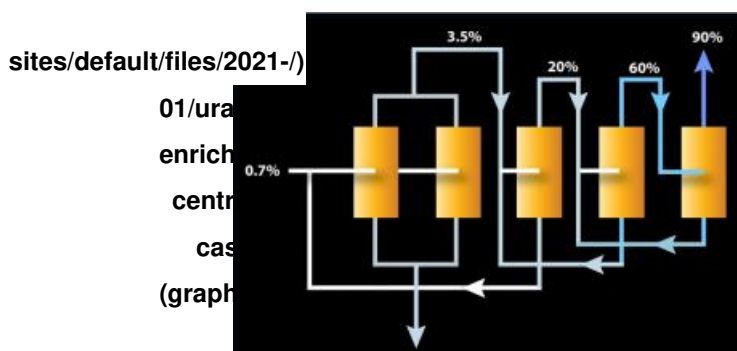
غنی‌سازی

در هر ۱۰۰۰ اتم اورانیوم طبیعی فقط هفت اتم یو-۲۳۵ وجود دارد. از این‌روست که می‌گویند اورانیوم طبیعی ۰.۷٪ درصد (هفت دهم درصد) غنی است. وقتی میزان غنی‌سازی (که گاهی رسانه‌ها آن را «خلوص» می‌نامند) ۳.۶۷ درصد باشد (سقف توافق‌شده در برجام) نسبت اتم‌ها از ۹۹۳:۷ به ۱۸۴:۷ تغییر یافته است. این تغییر نسبت نشان می‌دهد که به‌رغم جهش به ظاهر کوچک در درصدها وقتی عیار ۳.۶۷ درصد حاصل شود بخش اعظم کار جداسازی انجام شده است. این نسبت برای غنی‌سازی ۲۰ درصد حتی چشمگیرتر است و برابر است با ۲۸:۷ نگرانی‌ها از تصمیم اخیر ایران برای غنی‌سازی تا این میزان از همین مسئله ناشی می‌شود. به لحاظ تئوری از اورانیومی که تا بیست درصد غنی شده باشد می‌توان برای ایجاد یک انفجار هسته‌ای استفاده کرد هرچند نیاز معمول در طرح یک سلاح هسته‌ای اورانیوم غنی شده با خلوص ۹۰ درصد (۱:۷) است.



آبشارها

یک مسئله کلیدی دیگر در غنی‌سازی اورانیوم چیدمان لوله‌هایی است که امکان چرخش مکرر گاز اورانیوم هگزا فلوراید (UF6) را در میان سانتریفیوژها میسر می‌کند تا در هر چرخش اتم‌های یو-۲۳۸ از آن جدا شود. فرآیند غنی‌سازی ایرانی‌ها که از یک طرح پاکستانی اقتباس شده به‌صورت مرحله‌ای اتفاق می‌افتد: از ۰.۷٪ درصد به ۳.۵٪ درصد و بعد از ۳.۵٪ درصد به ۲۰ درصد. اگر ایران بخواهد مواد اتمی برای ساخت بمب تولید کند به دو مرحله اضافه هم نیاز دارد: از ۲۰ درصد به ۶۰ درصد و از ۶۰ درصد به ۹۰ درصد. روی کاغذ رسیدن به این هدف نیازمند ۳۸ آبشار متشکل از مجموعاً ۵۸۴۲ سانتریفیوژ است. تقریباً همان تعدادی که ایران تحت برجام به آن محدود شده بود. اما در عمل به دلیل چالش‌های مرتبط با ثبات گاز UF6 که مانع از غنی‌سازی آن تا بالاترین میزان می‌شود از سانتریفیوژهای IR-1 نمی‌توان برای تکمیل چنان آبشاری استفاده کرد.



این نمودار نشان می‌دهد که چگونه گاز اورانیوم هگزا فلوراید در غنی‌سازی از چهار فرایند عبور می‌کند: (۱) از دو گروه ۱۲ آبشاری که هر آبشار ۱۶۴ سانتریفیوژ دارد و میزان غنی‌سازی را به ۳.۵٪ درصد می‌رساند (۲) از ۸ آبشار با ۱۶۴ سانتریفیوژ که هرکدام درجه خلوص را از ۳.۵٪ درصد به ۲۰ درصد افزایش می‌دهد (۳) از ۴ آبشار با ۱۱۴ سانتریفیوژ که هرکدام خلوص را از ۲۰ درصد به ۶۰ درصد می‌رساند (۴)

از ۲ آبشار با ۶۴ سانتریفیوژ که هرکدام درجه خلوص را از ۶۰ درصد به ۹۰ درصد می‌رساند در هر مرحله گازی که از ایزوتوپ یو-۲۳۵ تخلیه شده دوباره به مرحله قبل برمی‌گردد یا کاملا از سیستم خارج می‌شود فرایند غنی‌سازی در هر مرحله نسبتا آسان‌تر از مرحله قبل می‌شود

غنی‌سازی معمولا فرایندی گند است ولى وقتى پاکستان در سال ۱۹۸۱ هديه‌ای از اورانیوم غنی‌شده با عیار ۹۳ درصد از چین دریافت کرد که برای ساخت دو بمب کافی بود و طرح‌های تولید سلاح را هم از چین ارمغان گرفت برنامه هسته‌ای این کشور شروع بسیار سریعی را تجربه کرد در اواخر دهه ۱۹۹۰ تاسیسات دوگانه غنی‌سازی پاکستان در کهوته که هرکدام به ۵۵۰۰ سانتریفیوژ از نوع P2 مجهز بودند می‌توانستند هر دو ماه میزان لازم از اورانیوم غنی شده با عیار بالا را برای یک بمب هسته‌ای تولید کنند

زمان رسیدن به تسلیح هسته‌ای

اصطلاح زمان رسیدن به تسلیح هسته‌ای به بازه‌ای از زمان اشاره دارد که برای انباشت اورانیوم با عیار عالی برای یک سلاح هسته‌ای نیاز است گرچه ایران از دهه ۱۹۹۰ خرید سانتریفیوژ را شروع کرد هنوز این بحث به نتیجه نرسیده که آیا هرگز کار طراحی یک سلاح اتمی را تکمیل کرده یا خیر برخی معتقدند که ایران هنوز دست‌کم دو سال از رسیدن به چنان تخصصی یا دستیابی به یک بمب آزمایشی فاصله دارد برای مقایسه پاکستان در اکتبر ۱۹۸۴ سه سال پس از دریافت طرح‌های تولید سلاح از چین با استفاده از اولین سلاح تولیدی خود یک «آزمایش سرد» (یعنی با استفاده از مواد غیرهسته‌ای) را با موفقیت انجام داد

اگر اطلاعات مربوط به کارآمدی سانتریفیوژهای یک برنامه هسته‌ای را داشته باشیم محاسبه زمان ذخیره‌سازی مقدار لازم از اورانیوم با عیار عالی ۹۰ درصد برای تولید یک سلاح هسته‌ای (که به آن «مقدار چشمگیر» هم می‌گویند) نسبتا آسان است بهره‌وری یک سانتریفیوژ برحسب واحد فرآیند جداسازی یا سو (SWU) یا مقدار ایزوتوپ یو-۲۳۵ که یک سانتریفیوژ می‌تواند در طول سال تولید کند برحسب کیلوگرم سنجیده می‌شود

بنا به گفته عبدالقدیر خان دانشمند هسته‌ای پاکستانی یک سانتریفیوژ مدل P1 یا IR-1 قادر به تولید ۳ سو [در سال] است گرچه همانطور که قبلا ذکر شد IR-1 را نمی‌توان برای رسیدن به درجات خلوص بالاتر غنی‌سازی به کار برد خان همچنین مدعی شد که تولید سالانه یک سانتریفیوژ مدل P2 می‌تواند تقریبا به ۸ سو برسد برای تولید یک «جرم بحرانی» از یو-۲۳۵ یعنی مقدار لازم برای یک سلاح اتمی که حدود ۱۵ کیلوگرم است حجم خروجی غنی‌سازی نیازمند ۳۵۰۰ سو خواهد بود که حدود چهار ماه کار یک تاسیسات سانتریفیوژ با حداقل ۵۰۰۰ ماشین است که ماشین‌هایش قادر به غنی‌سازی با عیار بالا باشند اگر اورانیوم کم-عیار به‌عنوان ماده خام استفاده شود این زمان را می‌توان کاهش داد

نقش آژانس بین‌المللی انرژی اتمی

بازرسان آژانس بین‌المللی انرژی اتمی بر ایران نیز همانند دیگر کشورهای عضو نظارت می‌کنند تا از پایبندی به تعهداتشان تحت پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای (ان.پی.تی) و در مورد تهران تعهدات برجام اطمینان یابند آن‌ها این کار را با دوربین‌های ثابت و بازدیدهای شخصی از تاسیسات شناخته‌شده انجام می‌دهند اگر ایران بخواهد این بازدیدها را متوقف کند یا آن‌ها را برای مدت زیادی محدود کند به بحرانی با آمریکا اروپا اسرائیل و متحدان عرب واشنگتن وارد می‌شود در ۱۱ ژانویه رافائل گروسس مدیرکل آژانس بین‌المللی اتمی به شکل مبهمی اعلام کرد که فقط چند هفته برای احیای دیپلماسی با ایران باقی مانده است دو روز بعد آژانس افشا کرد که ایران در حال توسعه توانمندی تولید اورانیوم فلزی است تخصصی که برای مقاصد مختلف از جمله ساخت هسته یک بمب اتمی لازم است

حتی بدون گزارش‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی هم واشنگتن لزوما از آنچه رخ می‌دهد بی‌خبر نیست تقریبا با اطمینان می‌توان گفت که نظارت اطلاعاتی وسیعی بر برنامه هسته‌ای ایران و تصمیم‌گیری ایرانی‌ها وجود دارد و با وجود این که تاسیسات سانتریفیوژ ایران در اماکن محافظت‌شده‌ای در نظنز و داخل کوه‌های فردو واقع شده برنامه هسته‌ای ایران هنوز در برابر حمله نظامی آسیب‌پذیر است

چه بسا ایران تاسیسات غنی‌سازی دیگری هم ساخته باشد که در محلات غیرکوهستانی اما از چشم‌دید پنهان است در دهه ۱۹۸۰ پاکستان در یک انبار معمولی واقع در یک کارخانه بزرگ مهمات در بیرون از اسلام‌آباد تاسیساتی با ۲۰۰۰ سانتریفیوژ و نیز تاسیسات زیرزمینی کوچک‌تر در تپه‌های اطراف کهوته ساخته بود (پاکستان از امضاکنندگان ان.پی.تی نیست و به همین دلیل برنامه غنی‌سازی آن هرگز تحت بازرسی نبوده است)

وضع فعلی تاسیسات ایران هرچه باشد مسئله هسته‌ای این کشور احتمالا اولین آزمون سیاست خارجی دولت بایدن خواهد بود در نهایت آمریکا برگ برنده را در دست دارد اما ایران حتی با دست ضعیف‌تر شاید هنوز بتواند خیلی خوب بازی کند

سایمون هندرسون هموند بیکر و مدیر برنامه برنستاین در مورد خلیج فارس و سیاست انرژی در انستیتو واشنگتن است. برای اطلاعات بیشتر درباره مسائل فنی بحث شده در این مقاله رجوع کنید به گزارش مشترک او با اولی هینونن با عنوان: «واژه نامه ایران هسته‌ای» (<https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/nuclear-iran-a-glossary-of-terms>).



RECOMMENDED



BRIEF ANALYSIS

Iran Takes Next Steps on Rocket Technology

فوریه ۲۰۲۲ ۱۱

Farzin Nadimi

([/policy-analysis/iran-takes-next-steps-rocket-technology](https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/iran-takes-next-steps-rocket-technology))



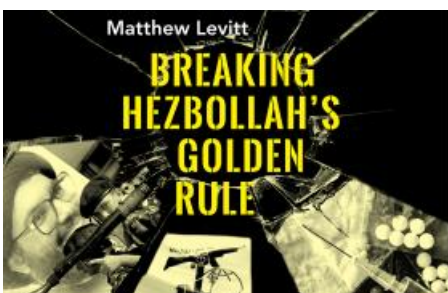
BRIEF ANALYSIS

Saudi Arabia Adjusts Its History, Diminishing the Role of Wahhabism

فوریه ۲۰۲۲ ۱۱

Simon Henderson

([/policy-analysis/saudi-arabia-adjusts-its-history-diminishing-role-wahhabism](https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/saudi-arabia-adjusts-its-history-diminishing-role-wahhabism))



ARTICLES & TESTIMONY

Podcast: Breaking Hezbollah's Golden Rule

فوریه ۲۰۲۲



Matthew Levitt

(/policy-analysis/podcast-breaking-hezbollahs-golden-rule)

TOPICS

(/policy-analysis/mn-ashah/) منع اشاعه

(/policy-analysis/nzamy-w-amnyty/) نظامی و امنیتی

REGIONS & COUNTRIES

(/policy-analysis/ayran/) ایران