

# زمان رسیدن ایران به سلاح هسته‌ای: چیست و چگونه باید آن را محاسبه کرد

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

۲ آوریل ۲۰۲۱

همچنین دست‌یافتنی به

/ (English (/policy-analysis/iranian-nuclear-breakout-what-it-and-how-calculate-it

العربية (/ar/policy-analysis/tjawz-ayran-lltbt-alnwwyt-ma-hy-wkyfyt-ahtsabha/)

درباره نویسنده



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



تحلیل کوتاه

## با دانشی ابتدایی از غنی‌سازی اورانیوم و یک صفحه پویای اکسل دولت‌ها و حتی آدم‌های عادی می‌توانند تعیین کنند که تهران چقدر ممکن است به یک سلاح هسته‌ای نزدیک باشد

در مباحث مربوط به برنامه هسته‌ای ایران اصطلاح «زمان تسلیح» مکرراً به کار می‌رود اما معنی دقیق و پیامدهای آن اغلب نامعلوم و نامنسجم است. در اصطلاح حقوقی این تعبیر به زمانی اشاره دارد که یک کشور خواهان سلاح هسته‌ای می‌تواند از تعهداتش در پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای (موسوم به ان‌پی‌تی) که به‌طور گسترده به رسمیت شناخته شده و تهران هم در ۱۹۷۰ آن را تصویب کرد خارج شود (هند اسرائیل و پاکستان به ان‌پی‌تی پیوستند کره شمالی در ۲۰۰۳ از آن خارج شد) در اصطلاح فنی زمان تسلیح به دوره‌ای اشاره دارد که یک کشور پیش از آن‌که بتواند با فشار دیپلماتیک یا اقدام نظامی مانع آن شود به شکلی برگشت‌ناپذیر به توانمندی هسته‌ای دست می‌یابد.

در مورد این‌که «توانمندی برخوردار از تسلیحات هسته‌ای» چیست نظرات متفاوتی وجود دارد اما عموماً به موقعیتی اشاره دارد که کشوری مواد شکافت‌پذیر کافی برای ساخت یک کلاهک هسته‌ای به دست آورده باشد. در مورد ایران منظور از مواد مورد بحث «یو-۲۳۵» است یعنی ایزوتوپ شکافت‌پذیر اورانیوم طبیعی که می‌توان آن را از فرایندهای غنی‌سازی متنوعی حاصل کرد (یک ماده شکافت‌پذیر دیگر پلوتونیوم-۲۳۹ است اما مسیر ایران به سمت آن یعنی تابش اورانیوم و سپس بازآوری آن ظاهراً مسدود است).

### کمیت چشمگیر

حداقل کمیت مواد شکافت‌پذیر برای تولید یک بمب هسته‌ای را «کمیت چشمگیر» اختصاراً «SQ» می‌نامند. برای اورانیوم با عیار عالی «کمیت چشمگیر» معادل ۲۵ کیلوگرم یو-۲۳۵ تعیین شده است. اگر مقادیر بزرگی از مواد انفجاری قوی برای فشرده‌سازی یو-۲۳۵ به کار رفته باشد میزان اورانیومی که در عمل برای یک سلاح لازم است می‌تواند قدری کمتر از «کمیت چشمگیر» هم باشد.

تحت برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) ۲۰۱۵ توانایی ایران برای غنی‌سازی اورانیوم محدود شد و ذخایر اورانیوم آن که تا حدی غنی شده بود از این کشور خارج شد. این کار و دیگر اقدامات زمان لازم برای رسیدن ایران به تسلیح هسته‌ای را از دو یا سه ماه به بیش از یک سال افزایش داد. اما خروج دولت ترامپ از برجام در سال ۲۰۱۸ باعث شد ایران سانتریفیوژهای بیشتری را فعال کند و اورانیوم را با عیار بالای ۳۶۷ درصد (حداکثر میزان مجاز در برجام) غنی‌سازی کند و این امر نگرانی‌ها را درباره تسریع زمان تسلیح هسته‌ای این کشور بار دیگر برانگیخت.

در ۱۶ مارس آژانس بین‌المللی انرژی اتمی که بر رعایت ان‌پی‌تی نظارت می‌کند اعلام کرد ایران در حال استفاده از انواع دیگری از سانتریفیوژها برای غنی‌سازی اورانیوم در تاسیسات اصلی خود در نطنز است. سانتریفیوژ آی‌آر-۴ که «سانتریفیوژ پیشرفته» توصیف شده -هرچند طرح فنی آن به سال‌های ۱۹۷۰ برمی‌گردد- شبیه «سانتریفیوژ پیشرفته» دیگری موسوم به آی‌آر-۱۲م است که ایران با نقض برجام دوباره آن را فعال کرده است.

آی‌آر-۱۲م از یک «انبان هوا»ی نازک و کوتاه از جنس فولاد ماراژین برای اتصال بخش‌های گردان سانتریفیوژ استفاده می‌کند و به چرخنده بلند آن امکان می‌دهد با سرعتی بسیار بالاتر از آنچه که بدون چنین اتصالات انعطاف‌پذیری ممکن است بچرخد انبان هوای آی‌آر-۴ از فیبر کربن ساخته شده است. بهره‌وری هر دو دستگاه معادل ۳ تا ۵ سو (واحد فرایند جداسازی) در سال است که این واحد به میزان مواد فرآوری شده و درجه غنی‌سازی اشاره دارد اما بیشتر سانتریفیوژهای ایران از مدل اولیه آی‌آر-۱ هستند که نرخ بهره‌وری‌شان ۱ سو در سال تخمین زده شده است. مطابق برجام تهران مجاز بود که ۵۰۶۰ دستگاه آی‌آر-۱ را فعال نگه دارد.

نرخ سو از روی وزن اورانیوم یا اورانیوم هگزافلوراید (یواف ۶) و برحسب کیلوگرم در سال اندازه‌گیری می‌شود که در شکل گازی خود به‌عنوان ماده خام به کار می‌رود. فرایند غنی‌سازی ملکول‌های یو-۲۳۸ را که سنگین‌تر و متعارف‌تر است استخراج می‌کند و یو-۲۳۵ را باقی می‌گذارد. سطوح بالاتر غنی‌سازی طی چندین مرحله و از طریق چینی خاص سانتریفیوژها موسوم به آبشار حاصل می‌شود و هر آبشار با جریان‌های از بازمانده اورانیوم ضعیف‌شده با نسبت یو-۲۳۵ کمتر کار می‌کند که «مواد زائد» خوانده می‌شود. در مقایسه با اورنیوم طبیعی که حاوی تقریباً ۰.۷ درصد یو-۲۳۵ است مواد زائد معمولاً حاوی ۳ تا ۴ درصد است اما سناریوهای دیگری هم برای رسیدن به زمان تسلیح هسته‌ای وجود دارد. مثلاً استفاده مجدد از مواد زائد ۲ درصدی و اقدامات دیگر برای تسریع فرایند رسیدن به سطوح غنی‌سازی بالاتر (در ادامه سناریوهای مختلف ذکر شده است). ازین رو گرچه نرخی که بر اساس آن می‌توان اورانیوم را غنی کرد به طور کلی متناسب با تعداد سانتریفیوژهای فعال و نرخ «سو»ی آنهاست عواملی از قبیل درجه خلوص قبلی ماده خام و نسبت مواد زائد می‌تواند این فرایند را شدیداً تسریع کند.

### استفاده از یک صفحه پویای اکسل برای تخمین زمان تسلیح ایران

ریچارد گاروین فیزیکدان برجسته آمریکایی که اولین آزمایش سلاح هیدروژنی دنیا را در ۱۹۵۲ طراحی کرد یک صفحه پویای اکسل تهیه کرده است که به کاربران امکان می‌دهد کنسانتره یو-۲۳۵ برای ماده خام مواد زائد و محصول نهایی مطلوب را در یک آبشار غنی‌سازی ایده‌آل تعیین کنند (صفحه پویای اکسل را دانلود کنید ([https://fas.org/rlg/SWU\\_Calculations\\_version\\_3k.xls](https://fas.org/rlg/SWU_Calculations_version_3k.xls))). استفاده از این ابزار نشان می‌دهد که رسیدن به غنی‌سازی ۹۰ درصد یعنی عیار لازم برای یک سلاح هسته‌ای استاندارد وقتی خلوص اولیه ماده خام یواف ۶ بالاتر باشد آسانتر است. مثلاً:

- رساندن اورانیوم طبیعی (یو-۲۳۵ با عیار ۰.۷۱۱ درصد) به اورانیوم غنی‌شده ۹۰ درصد با استفاده از مواد زائد ۴ درصد نیازمند ۱۷۰۰۴۲ سو برای هر کیلوگرم از محصول است
- رساندن اورانیوم غنی‌شده ۳۶۷ درصد به ۹۰ درصد با استفاده از مواد زائد ۴ درصد نیازمند فقط ۶۴۰۲۹ سو برای هر کیلوگرم از محصول است
- رساندن اورانیوم غنی‌شده ۱۹۰۷۵ درصد (میزانی که ایران می‌گوید هدف کنونی آن است (<https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/deciphering-irans-latest-nuclear-messaging>)) به ۹۰ درصد با استفاده از مواد زائد ۴ درصد نیازمند فقط ۱۷۰۷ سو برای هر کیلوگرم از محصول است

اگر ایران بتواند سانتریفیوژهای بیشتری فعال کند و بهره‌وری آن‌ها را افزایش دهد زمان لازم برای ذخیره اورانیوم تسلیحاتی حتی کمتر هم خواهد شد. مثلاً با توجه به نمونه کار شده در صفحه اکسل فوق اگر تهران آبشارهای سانتریفیوژی با نرخ مجموع فرضاً ۶۰۰ سو در سال (که احتمالاً نصف ظرفیت فعلی برنامه ایران است) مونتاز کند و از فرایندی که در سناریوی سوم در بالا ذکر شد استفاده کند (یعنی ۱۷۰۷ سو که برای هر کیلوگرم محصول غنی‌شده لازم است) آن‌وقت به لحاظ تئوریک می‌تواند ۳۳۸ کیلوگرم در سال محصول ۹۰ درصدی یا ۳۰۵ کیلوگرم از یو-۲۳۵ بالفعل تولید کند. این معادل ۱۲ برابر کمیت چشمگیر در سال و تلویحاً به معنای آن است که زمان رسیدن به تسلیح هسته‌ای فقط یک ماه خواهد بود.

البته در این محاسبات عملکرد همه چیز با فرض بهینگی و بدون نقص بودن بررسی شده که حتی بدون خرابکاری خارجی که بارها بلای جان برنامه هسته‌ای ایران شده بعید است. ضمناً تعریف زمان تسلیح هسته‌ای نشان نمی‌دهد که کشور مورد نظر چقدر زمان ممکن است نیاز داشته باشد تا یک بمب یا سلاح واقعی را طراحی کند و عملاً آن را بسازد. درباره این‌که تهران چقدر به چنین توانمندی‌هایی نزدیک است یا اصلاً تصمیمات سیاسی مرتبط (<https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-flexible-fatwa>)

**how-expediency-shapes-nuclear-decisionmaking**) را گرفته یا خیر. نظرات متفاوتی وجود دارد. برخی می‌گویند که ایران به دو سال زمان نیاز دارد تا اجزای یک بمب را بسازد. دیگران معتقدند که ایران ممکن است هم‌اکنون بخش اعظم کار ساخت بمب را انجام داده باشد و رسیدن‌اش به زمان تسلیح هسته‌ای به محض این‌که مقدار ضروری از اورانیوم هگزافلوراید را با خلوص ۹۰ درصد غنی کند آن را به فلز اورانیوم تبدیل کند و اجزای اورانیوم فلزی بمب را قالب‌ریزی و ریخته‌گری کند. فراخواهد رسید.

سایمون هندرسون هموند بیکر و مدیر برنامه برنستاین در مورد خلیج فارس و سیاست انرژی در انستیتو واشنگتن است. او به همراه اولی هینونن یکی از مولفان «واژه نامه ایران هسته‌ای» (<https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/nuclear-iran->) است. نویسنده از ریچارد گاروین به خاطر مشاوره‌اش و برای فراهم‌کردن دسترسی به مطالب پژوهشی اساسی هسته‌ای از آرشو گاروین (<http://www.fas.org/RLG>) تشکر می‌کند.



## RECOMMENDED



BRIEF ANALYSIS

### Iran Takes Next Steps on Rocket Technology

نویسندگان: ۱۱ فوریه ۲۰۲۲

Farzin Nadimi

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



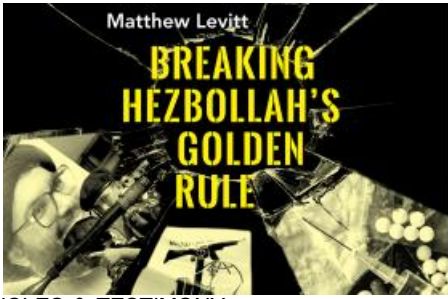
BRIEF ANALYSIS

### Saudi Arabia Adjusts Its History, Diminishing the Role of Wahhabism

نویسندگان: ۱۱ فوریه ۲۰۲۲

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

٩٦.٦٦ فوریه



Matthew Levitt

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

## TOPICS

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

## REGIONS & COUNTRIES

(fa/policy-analysis/ayran/) ایران