

اسطوره هسته ای ایران : هزینه ها و بیم ها

علی واعظ و کریم سجادیپور

چکیده

نیم قرن اسطوره هسته ای ایران از هزینه های مالی هنگفت، خطرهای غیرقابل پیش بینی و انگیزه های مبهم نشان داشته است. پیشینه پنهان این برنامه، همراه با ممانعت دولت ایران از پوشش آزاد برنامه هسته ای توسط رسانه ها، از انجام بحث های لازم پیرامون منطق هزینه - فایده این برنامه جلوگیری به عمل آورده است. از این رو، پرسش های منتقدانه در مورد سود و زیان این برنامه و ایمنی آن بی پاسخ مانده اند.

هزینه ها و بیم ها

- هزینه برنامه - برآورد شده براساس سرمایه گذاری خارجی و درآمد نفتی از دست رفته - بالغ بر 100 میلیارد دلار می باشد.
- تکمیل نیروگاه هسته ای بوشهر، با هزینه تقریبی 11 میلیارد دلار (برآورد براساس قیمت دلار امروز) در مدت زمان بیش از چهار دهه، آن را به یکی از پرهزینه ترین نیروگاه های جهان تبدیل کرده است.
- بوشهر تنها 2 درصد از نیازهای برق ایران را فراهم می کند، در حالی که 15 درصد از تولید برق کشور از طریق خطوط انتقال فرسوده و بد نگهداشت به هدر می رود.
- علی رغم آرمان خوکفایی، منابع نسبتاً اندک اورانیوم ایران، این کشور را از دستیابی به برنامه هسته ای بومی باز خواهد داشت.
- ایران تنها کشور هسته ای است که به میثاق بین المللی ایمنی هسته ای ملحق نگردیده، و از این رو مواد و ذخایر هسته ای اش از پایین ترین سطح ایمنی در جهان برخوردار می باشند.
- بدشگون تر اینکه، نیروگاه بوشهر در محل تلاقی سه گسل زلزله خیز واقع شده است.

نتایج

- فشار اقتصادی یا مداخله نظامی نمی تواند به برنامه هسته ای ایران "پایان" دهد. این برنامه چنان با غرور ملی - هرچند نابخردانه - و هزینه های بربادرفته ای بهم آمیخته، که به سادگی قابل رها کردن نمی باشد.
- مقوله هسته ای در غیاب یک راه حل سیاسی فراگیر تر هرگز به طور کامل حل و فصل نخواهد شد. تنها راه حل پایدار برای اطمینان از صلح آمیز ماندن برنامه هسته ای ایران، یک توافق متقابل دیپلماتیک می باشد. با توجه به دور از ذهن بودن چنین سازش سیاسی، می بایست لاقول رویکردی تنش زدایانه در پیش گرفت.

- گزینه های جایگزینی وجود دارد که ضروری است پرننگتر شوند. به عنوان مثال، ظرفیت انرژی بالقوه خورشیدی ایران، سیزده برابر بیشتر از نیاز کلی کشور به انرژی برآورد شده است. ارائه فن آوری های پیشرفته انرژی جایگزین به ایران، می تواند پیشینه مثبتی را برای دیگر کشورهای مشتاق انرژی هسته ای فراهم آورد.

دیباچه

برنامه بحث برانگیز هسته ای ایران، بیش از یک دهه صحنه بین المللی را تحت الشعاع قرار داده است. ایالات متحده آمریکا و هم پیمانانش به طور مستمر کوشیده اند تهران را به دست کشیدن از فعالیت های هسته ای خود وادار و ملزم کنند. از جمله نگرانی ها، برنامه غنی سازی اورانیوم و تلاش برای به دست آوردن قابلیت های چرخه سوخت هسته ای بوده است. دستیابی به چنین قابلیت هایی بدان معناست که ایران می تواند هم سوخت مورد نیاز نیروگاه هسته ای و هم بمب اتمی را تولید کند. اما، مذاکرات، مجازات های اقتصادی و تحریم های سیاسی، خرابکاری های پنهانی و تهدید به اقدام نظامی در بهترین وضعیت تنها پیشرفت برنامه هسته ای ایران را کند کرده است.

بر اساس برآورد آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA) در فوریه 2013، ذخایر خالص مواد شکافت پذیر ایران به حدود 7 تن اورانیوم غنی شده 5 درصدی، و 167 کیلوگرم اورانیوم غنی شده 20 درصدی افزایش یافته است. (1) این پیشرفت اخیر از این جهت نگران کننده است که، ذخیره سازی اورانیوم 20 درصد غنی شده، بطور قابل توجهی (بالغ بر 90 درصد) زمان مورد نیاز جهت دستیابی به سلاح - مواد شکافت پذیر از اورانیوم طبیعی - را تسریع می کند. ذخیره کنونی ایران، چنانچه در آینده غنی تر شود برای دست کم ساخت پنج سلاح هسته ای کافی می باشند. آغاز نصب سانتریفوژ های پیشرفته تر در تاسیسات غنی سازی نطنز که منجر به ارتقاء ظرفیت غنی سازی ایران می شود از دیگر نگرانی ها می باشد. (2)

در حالی که پیمان منع گسترش سلاح های هسته ای حق ایران را در دستیابی به انرژی غیر نظامی و صلح آمیز هسته ای به رسمیت می شناسد، پرسش این است که آیا عملکرد تهران منطبق با ماده دوم این پیمان، که کشورها را از فعالیت های مربوط به سلاح های هسته ای باز داشته، می باشد؟ فن آوری که اورانیوم غنی شده در سطح پایین را برای راکتور های هسته ای تولید می کند، می تواند برای تولید اورانیوم غنی شده در سطح بالا جهت ساخت سلاح هسته ای نیز مورد استفاده قرار گیرد.

ایالات متحده و اسرائیل دورنمای یک ایران مجهز به سلاح هسته ای را "غیر قابل قبول" و "تهدیدآمیز" توصیف کرده اند. در عین حال، دولت ایران همواره بر صلح آمیز بودن برنامه هسته ای خود پافشاری نموده و آنرا "حق مسلم" ملت ایران، و نماد تجدد و پیشرفت فنی همتراز با فرود بر کره ماه توصیف کرده است. نظرسنجی ها، علی رغم محدودیت های ذاتی آمارگیری تلفنی در جوامع بسته، اغلب حاکی از آنند که بیشتر ایرانیان با ادامه گسترش صلح آمیز برنامه هسته ای کشور موافق می باشند. حتی رهبران مخالف که از سوی حکومت ایران "فتنه گر" معرفی شده اند بر صیانت از حق هسته ای ایران تاکید ورزیده اند.

دولت ایران با ممنوعیت پوشش آزاد برنامه هسته ای توسط رسانه ها، توانسته از انجام بحث های ضروری داخلی پیرامون منطق هزینه - فایده برنامه هسته ای جلوگیری کند. پرسش های کلی و مهم در عرصه عمومی مطرح نگردیده و طبعاً پاسخی هم داده نشده است. به عنوان مثال، میزان هزینه های مالی برنامه هسته ای ایران به چه اندازه است؟ علت نیاز ایران به سرمایه گذاری در برخی از فن آوری ها از جمله استخراج، تبدیل و غنی سازی اورانیوم و کارخانه تولید سوخت چیست؟ آیا انرژی هسته ای تضمینی است در راستای خودکفایی دراز مدت ایران؟ همچنین، برآورد هزینه برنامه هسته ای ایران در مقایسه با سایر کشورها چیست؟ تاثیر برنامه هسته ای بر محیط زیست و میزان ایمنی و امنیت نیروگاه ها و تاسیسات اتمی ایران چگونه می باشد؟

اما، پرسش های مذکور نیازمند پاسخ می باشند. برآورد هزینه نیم قرن دنبال کردن فن آوری هسته ای ایران آغاز مناسبی برای این کار می باشد. در حالی که بیشتر برنامه های هسته ای از دید مالی غیر شفاف می باشند، سال ها عملکرد پنهانی ایران ارزیابی هزینه های مرتبط به برنامه هسته ای تهران را با چالش روبرو می سازد. افزون بر این، برنامه هسته ای هزینه های غیرمستقیمی به اقتصاد کشور در قالب تحریم های مالی، فنی، و انرژی تحمیل کرده است. بررسی داده های موجود و مصاحبه با افراد کلیدی، خط و خطوط کلی هزینه های مستقیم و غیر مستقیم برنامه هسته ای را ترسیم می کنند. شایسته است برتری اقتصادی سرمایه گذاری در بخش فن آوری پیشرفته و پافشاری بر غنی سازی اورانیوم در داخل، با توجه به گزارش های اعلام شده توسط ایران درباره ذخایر اورانیوم، پالایش اورانیوم و توانایی تولید سوخت ارزیابی گردد.

دولت ایران می‌کوشد با ارائه استدلال‌هایی تعقیب برنامه غنی‌سازی بومی اورانیوم را توجیه کند. در این راستا، مقامات ایران پی‌پی‌یادآوری می‌کنند که انرژی هسته‌ای امکان مصرف کمتر نفت و گاز را در داخل کشور، و صادرات زیادتر آنها را به منظور کسب منافع اقتصادی بیشتر فراهم می‌سازد. دستاوردهای زیست‌محیطی و فنی مرتبط با انرژی هسته‌ای به بهای عدم توجه به ظرفیت‌های بالقوه در بخش هیدروکربن و انرژی‌های تجدیدپذیر تمام شده است.

اگرچه ایران نخستین کشور خاورمیانه است که موفق به بهره‌برداری از انرژی هسته‌ای برای تولید برق گردیده، همسایگانش از جمله امارات عربی متحده، عربستان سعودی، بحرین، کویت، عمان، قطر، مصر، و حتی یمن، با اشتیاق کمتری، در دنباله روی از ایران هم پیمان شده‌اند. یک بررسی تطبیقی از دید فایده اقتصادی و فنی، فاش می‌سازد که نیروگاه‌های ایران در مقایسه با نیروگاه‌های هسته‌ای دیگر کشورهای منطقه، می‌توانند به زودی تاریخ گذشته و هزینه‌دار شوند.

پس از فاجعه هسته‌ای نیروگاه فوکوشیما ژاپن، نگرانی‌ها در رابطه با ایمنی و امنیت تاسیسات هسته‌ای ایران دگرباره افزایش یافت. (3) با توجه به زلزله خیز بودن ایران براساس نقشه‌نگاری جغرافیایی، شمار فزاینده‌ای از صاحب‌نظران ایرانی، سیاست هسته‌ای دولت خود را مورد پرسش قرار می‌دهند. (4) آمادگی کشور در رویارویی با شرایط اضطراری و بحرانی هسته‌ای از دیگر موضوعاتی است که نیاز به بررسی دقیق‌تر دارد.

نگاهی ژرف‌تر به مسائل مهم مذکور، می‌تواند ابزار محکم‌تری را، در راستای راهبرد دیپلماسی مردم - محور در اختیار جامعه بین‌المللی قرار دهد. مردم ایران از گفتگوهای پیرامون موضوع برنامه هسته‌ای بسیار دور نگاه داشته شده‌اند. ایرانیان آگاه‌تر بهتر می‌توانند درباره خردمندانه بودن یک برنامه هسته‌ای با هزینه‌های کلان - برای همه ایرانیان - و منافع نامعلوم قضاوت کنند. به همین ترتیب موضوعات کمتر بحث‌برانگیز از قبیل ایمنی و امنیت هسته‌ای و یا منابع انرژی جایگزین می‌توانند بخت گفتگوهای دیپلماتیک را برای باز کردن گره کور بحران هسته‌ای ایران افزایش دهند.

بروز یک بحران

برنامه هسته‌ای در دوران شاه

نخستین اقدامات (1957-1979)

پیشینه برنامه‌ای هسته‌ای ایران به سال 1957 باز می‌گردد. جالب اینکه، بنای برنامه توسعه هسته‌ای ایران، توسط ایالات متحده - هم پیمان اصلی ایران در آن زمان - با امضای موافقت‌نامه‌ای میان دو کشور، تحت عنوان طرح "اتم برای صلح" رئیس‌جمهور دونیت آیزن‌هاور گذاشته شد. (5) شرکت آمریکایی ماشین‌آلات و ریخته‌گری نخستین تجهیزات هسته‌ای ایران را با نصب راکتور 5 مگاواتی در محل دانشگاه تهران، با هزینه 1 میلیون دلار تامین کرد. یک شرکت دیگر آمریکایی به نام جنرال دینامیکس، 5.15 کیلوگرم اورانیوم غنی‌شده در سطح بالا (قابل استفاده در ساخت سلاح) را برای تامین سوخت مورد نیاز راکتور تحقیقاتی تهران فراهم آورد. با توجه به روند کند پیشرفت‌های اولیه، راکتور در نوامبر 1967 عملیاتی گردید. (6)

در سال 1968، ایران در میان نخستین کشورهای هابی بود که پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای را امضا نمود، و دو سال بعد مجلس شورای ملی آن را به تصویب رسانید. تهران توافقنامه پادمان با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی را در سال 1974 تکمیل کرد. (7) در همان سال، سازمان انرژی اتمی ایران تاسیس و اکبر اعتماد، فیزیکدان (متخصص راکتور) و دانش‌آموخته کشورهای فرانسه و سوئیس به ریاست آن منصوب گردید. (8)

در پی شکوفایی نفتی در سال 1974، محمد رضا شاه پهلوی به یکباره انرژی هسته‌ای را اولویت حکومت خود معرفی کرد. بنا به روایتی رسمی، وی نفت را یک "ماده با ارزش" می‌دانست که نمی‌بایست آن را اتلاف کرد، و از این رو بر گوناگون‌سازی سبد انرژی تاکید می‌ورزید. فن‌آوری هسته‌ای از دید شاه، نه تنها شرط ضروری تجدد به شمار می‌رفت، بلکه وی از آن به عنوان نماد قدرت تازه و اعتبار ایران نیز یاد می‌کرد.

به نظر یک شرکت آمریکایی به نام موسسه تحقیقاتی/سنتفوردر، اگر ایران قصد رسیدن به خودکفایی انرژی متناسب با مفهوم "قدرت برتر" را داشت، می‌بایست قادر به تولید 23000 مگاوات برق حاصل از انرژی هسته‌ای تا سال 1994 باشد. سپس تاحدی براساس

این نظر، شاه از انجام طرح بلند پروازانه ای، برای ساخت سریع چندین راکتور هسته ای کامل در زمان مقرر خبر داد. (9) هر چند تصمیمی در رابطه با تعداد کل راکتورهای ساخته شده در دستور کار قرار نداشت، اما هدف بلند پروازانه حاکی از ساخت یک راکتور در سال بود. (10)

در همین حال، کارکنان هسته ای ایران آموزش می دیدند. سازمان انرژی اتمی ایران قراردادهای ویژه ای با دانشگاه های معتبر و مراکز فنی در سراسر جهان به منظور آموزش سرمایه های انسانی در رابطه با برنامه هسته ای خود امضا کرد. از جمله، موسسه تکنولوژی ماساچوست مبلغ 20 میلیون دلار از ایران دریافت کرد. (11) بسیاری از سیاستگذاران برنامه هسته ای رژیم اسلامی، از جمله علی اکبر صالحی، وزیر خارجه کنونی و رئیس سابق سازمان انرژی اتمی ایران، در میان کارآموزان این برنامه بودند. (12)

در سال 1977، با پیشبینی کمی نظیر پادشاهی، سازمان انرژی اتمی ایران گسترش چشمگیر یافت، و بیش از 3,800 متخصص، مهندس، کارشناس فنی و کارآموز استخدام کرد. (13) دانشجویانی که برای آموزش به خارج از کشور فرستاده شده بودند، تحت عنوان متخصص هسته ای به کشور بازگشتند. این سازمان شاهد افزایش دوازده برابری در تعداد - از 67 نفر در سال 1974 به 862 نفر در سال 1977 - دانشمندان هسته ای خود بود. در اواخر دوران سلطنت پهلوی، این سازمان دومین رقم بودجه، بعد از شرکت ملی نفت ایران را به خود اختصاص داده و کارمندان آن یکی از بالاترین دستمزدهای کشور را دریافت می کردند. (14) اعتماد از شاه برای هزینه های سازمان خود اختیار تام دریافت کرده بود، و بودجه سربه فلک کشیده سالیانه اش از 38 میلیون دلار در سال 1975 به 1 میلیارد و 300 میلیون دلار در سال 1976، و بیش از 3 میلیارد دلار (برابر با 11 میلیارد دلار در سال 2012) در سال 1977 افزایش یافت.

پافشاری شاه به دست یافتن به چرخه سوخت کامل، و برخورداری از پلوتونیوم با قابلیت بازآوری - که در آن زمان راهی ساده تر از غنی سازی اورانیوم برای تامین سوخت سلاح هسته ای بود - نگرانی ایالات متحده را در مورد انگیزه ایران درباره گسترش سلاح ها افزایش داد. واشنگتن که هنوز سر درگم آزمایش هسته ای هند در سال 1974 بود، نگاهی تردید آمیز به قضیه داشته، بنابراین دولت جرالد فورد از ایران خواست تا تضمینی مبنی بر صلح آمیز بودن برنامه هسته ای خود ارائه دهد.

افشای اخیر اسناد محرمانه، از مذاکرات تلخ دوجانبه میان ایران و آمریکا در سال های بین 1974 تا 1978 پرده بر می دارد. در کمال تعجب، همان مسائلی که به تیرگی روابط میان ایران و غرب منجر شده است - دسترسی به فن آوری حساس، ذخایر سوخت، و تضمین های بیشتر - در آن زمان نیز موضوع مناقشه بودند. (16) به دلیل عدم دستیابی به یک توافق، دولت آمریکا شرکت های آمریکایی را از فروش فن آوری هسته ای به ایران بازداشت. شاه هم متقابلاً تصمیم گرفت، " مادامی که با ایران به مانند یک کشور درجه دوم رفتار شود"، وی نیز در پی فروشندگان جایگزین باشد. (17) فرانسه و آلمان غربی این کمبود را جبران کردند. سازمان انرژی اتمی به شرکت آلمانی *کرافتورک یونیون (Kraftwerk Union)* (یک شرکت با سرمایه گذاری مشترک میان زیمنس آگ و آ. ا. گ) ساخت دو راکتور 1.196 مگاواتی آب فشرده را سفارش داد. قرارداد کلید در دست (*Turnkey*) که طبق آن دو نیروگاه تکمیل شده تحویل ایران داده می شد، به ارزش 4 میلیارد و 300 میلیون دلار (نزدیک به 21 میلیارد دلار در سال 2012) منعقد گردید. (18) ساخت نیروگاه در اگوست 1975 آغاز و تکمیل آن برای سال 1981 برنامه ریزی گردید. انتخاب بوشهر، یکی از جنوبی ترین شهرهای ایران، واقع در منطقه ای زلزله خیز، توسعه نیافته و فاقد زیرساخت های لازم، به ویژه سبب افزایش هزینه ها گردید. با این حال، انتخاب بوشهر با توجه به محل آن در ساحل خلیج فارس، به منظور تسهیل در حمل و نقل ماشین آلات و تجهیزات نیروگاه هسته ای صورت گرفت. (19)

شاه برنامه گسترده ای برای دستیابی به سوخت هسته ای داشت. وی در سال 1975، برای راه اندازی کنسرسیوم غنی سازی هسته ای به نام *یورودیف (Eurodif)* در فرانسه، وامی 1 میلیارد دلاری ارائه داد. بر پایه موافقت نامه، شرکتی به نام *سوفی دیف (Sofidif)* تأسیس، که ایران و فرانسه به ترتیب هر کدام 40 و 60 درصد از سهام شرکت را در اختیار داشتند. (20) در پی آن، سوفی دیف یک چهارم سهام *یورودیف* در بورس را به دست آورد که به ایران سهمی 10 درصدی از اورانیوم غنی شده تولیدی می داد. (21) علاوه بر این، ایران یک قرارداد 700 میلیون دلاری را برای خرید 600 تن کیک زرد اورانیوم از آفریقای جنوبی امضاء، و 15 درصد سهام معدن اورانیوم *آرتی زد (RTZ)* در نامیبیا را کسب کرد. (22) به موازات این، ایران به اکتشاف گسترده اورانیوم در داخل و خارج مبادرت ورزید.

شرکت فرانسوی فراماتوم (Framatome) با ساخت دو ژنراتور 900 مگاواتی به ارزش 2 میلیارد دلار در دارخوین نزدیک اهواز، و در کرانه های رود کارون موافقت کرد. (23) همچنین، فرانسه نسبت به ساخت هشت نیروگاه دیگر، در صورت ادامه تحریم شرکت های آمریکایی در فروش نیروگاه هسته ای به ایران، با هزینه تقریبی 16 میلیارد دلار ابراز تمایل کرد.

سرانجام، در سال 1978، موفقیتی در مذاکرات هسته ای میان تهران و واشنگتن حاصل شد. در همین راستا، شاه حاضر به چشم پوشی از برنامه ساخت یک کارخانه فرآوری پلوتونیوم شد، پذیرفت فعالیت های هسته ای ایران تحت نظارت بیشتری قرار گیرد، و با ارسال سوخت هسته ای به ایالات متحده موافقت کرد. در برابر، دولت کارتر به شرکت های آمریکایی اجازه فروش راکتور را به ایران داد. (24) به هر حال، آشوب های سیاسی تهران اجرای موافقت مذکور را منتفی کرد.

اختلاف طبقاتی و اقتصاد ضعیف، منجر به بروز نارضایتی در داخل نسبت به برنامه های پرشتاب شاه در مورد مدرن کردن کشور شد. از دید بسیاری از ایرانیان برنامه های شاه ولخرجی و فسادآور بودند. شاه مجبور به مهار رویای هسته ای خود شد. (25) امواج انقلاب اسلامی در افق درحال تلاطم بود، و دولت جمشید آموزگار اقدام به بازبینی برنامه هسته ای نمود. دولت شاپور بختیار در سال 1979 شروع به برچیدن برنامه هسته ای کرد. زمانی که در همان سال، کشور در آشوب های انقلابی فرو می رفت، یکی از راکتورهای بوشهر تا 85 درصد تکمیل، و دیگری تا نیمه ساخته شده بودند.

برنامه هسته ای در دوران جمهوری اسلامی

توقف (1979-1984)

مسئله میراث رژیم گذشته، از نخستین مباحث میان انقلابیونی بود که شاه را سرنگون کرده بودند. ارثیه سلطنتی شامل برنامه هسته ای بود که تلقی انقلابیون از آن تحمیل هزینه ای کلان از طرف غرب بر کشوری سرشار از نفت بود. (26) با این حال، شعارهای ضد هسته ای از ایدئولوژی صرف سرچشمه نمی گرفت. بر پایه یک بررسی واقع بینانه در باره هزینه - فایده، در حالی که هزینه یک نیروگاه گازسوز 300 دلار برای هر کیلووات در ایران برآورد شده، هزینه نیروگاه بوشهر بین 2،500 تا 3،000 دلار برای هر کیلووات ارزیابی شده بود. (27) افزون براین، حادثه هسته ای سال 1979 که در تری مایل آیلند ایالات متحده به رخ داد، نگرانی مقامات جدید ایران را در رابطه با ایمنی تاسیسات هسته ای برانگیخت. ذخایر اورانیوم محدود، مناطق زلزله خیز، و فقدان تخصص از دیگر دلایلی بودند که در مخالفت با برنامه هسته ای ایران ابراز شدند.

هنگامی که آیت الله خمینی اعلام کرد از نیروگاه بوشهر به عنوان " سیلو ذخیره گندم " استفاده می شود، ناقوس مرگ برنامه هسته ای ایران به صدا درآمد. (28) در ماه ژوئیه سال 1979، ساخت نیروگاه های هسته ای متوقف گردید. دولت موقت مهدی بازرگان، همه قراردادهای هسته ای را لغو کرد. اما چنین تصمیمی بدون هزینه نبود.

در واکنشی تلافی جویانه نسبت به تصرف سفارت آمریکا در تهران، کشورهای غربی از تحویل ماشین آلات ایران که با قیمت بالا خریداری کرده بود، خودداری کردند. آمریکا - که دیپلمات هایش به مدت 444 روز در تهران به گروگان گرفته شده بودند - تامین سوخت اورانیوم غنی شده در سطح بالا برای راکتور تحقیقاتی تهران را متوقف کرد و همین امر موجب تعطیلی موقت آن شد. (29) توقف ساخت نیروگاه هسته ای منجر به مهاجرت دسته جمعی دانشمندان هسته ای ایران شد.

شرکت کرافتورک یونیون نیز قرارداد بوشهر را در حالی که ایران 5.5 میلیارد مارک آلمان (نزدیک 2.8 میلیارد دلار در سال 1979 و 9.6 میلیارد دلار در 2012) صرف این برنامه کرده بود، لغو کرد. (30) یک دعوی تلخ حقوقی در دادگاه های بین الملل طرح شد. با توجه به تصمیم اتاق بین المللی بازرگانی در سال 1982، شرکت های آلمانی مجبور به تحویل 80،000 قطعه از تجهیزات شدند. (31) اما، تلاش ایران برای گرفتن غرامت بابت راکتور ناتمام، و سوخت هسته ای که هزینه آن پرداخت شده بود ناکام ماند. (32) پیشنهاد آلمان مبنی بر ارائه نیروگاه مدرن گازسوز به منظور حل و فصل دعوی 5.4 میلیارد دلاری نیز بی نتیجه ماند. (33)

پرونده حقوقی با فرانسه در رابطه با شرکت یورودیف سرانجام در سال 1991 حل و فصل گردید. ایران، در مجموع 1.6 میلیارد دلار از وام اصلی و بهره آن را وصول نمود. (34) تا امروز، ایران در فهرست سهامداران غیرمستقیم یورودیف قرار دارد، اما وفق رای

1991 حق استفاده از اورانیوم غنی شده توسط تاسیسات مزبور را ندارد. این تجربه چشم انداز هر گونه مالکیت مشترک در امکانات خارجی را برای ایران تاریک کرد. (35)

در سال 1980، صدام حسین، به ایرانی که هنوز در هرج و مرج روزهای پس از انقلاب بود یورش برد. هشت سال جنگ آسیب های جدی به تاسیسات هسته ای ایران وارد کرد. به تلافی حمله شکست خورده ایران به نیروگاه هسته ای اوزیرک (Osirak)، نیروی هوایی عراق هفت بار در طول جنگ نیروگاه بوشهر را مورد حمله قرار داد، و از آن تنها خرابه ای به جای گذاشت. (36) بر اساس محاسبات کارشناسان فنی شرکت های زیمنس (Siemens) و تکنیشر اوبرواخونگس و خاین (Technischer Überwachungsverein) هزینه تعمیر و بازسازی دو راکتور بوشهر بین 2.9 تا 4.6 میلیارد دلار ارزیابی شده بود. (37)

پنهان کاری (1984-2000)

در اواسط دهه 80 میلادی، در حالی که شور انقلابی فروکش کرده و کشور در بحبوحه جنگ با عراق به سر می برد، مقامات تهران از سرگیری برنامه های هسته ای کشور را، به عنوان یک انتخاب بازدارنده مورد بررسی دوباره قرار دادند. مقامات ایرانی خود را منزوی می دیدند - علی الخصوص که صدام حسین به سلاح های پیچیده و اطلاعات مهم از جانب قدرت های بزرگ جهت رديابی اهداف نظامی ایران مجهز شده بود. افزون بر این، ادامه جنگ کشور را به سوی بحران انرژی - که خاموشی های پی در پی گواهی بر آن است - سوق داده بود. موارد مذکور موجب احیاء مجدد برنامه هسته ای ایران، که از سال 1979 غیرفعال بود، گردیدند. برنامه هسته ای می توانست بطور بالقوه مرهمی بر وضعیت وخیم کمبود برق در ایران، و عاملی بازدارنده برای دشمنان رژیم باشد. (38) در سال 1984، علی خامنه ای، رئیس جمهور وقت و رهبر فعلی، با دریافت مجوز از سوی آیت الله خمینی، برنامه هسته ای را از سر گرفته، و از محل بودجه کشور برای آن، اعتباری تخصیص داد.

در مواجهه با انزوای بی سابقه بین المللی، پیگیری های جدی دولت ایران در پیدا کردن شریکی برای راه اندازی طرح بوشهر، بواسطه مخالفت آمریکا، ناکام ماند. تنها یک نفر به ایران در این زمینه قول کمک داد، و آن هم کسی جز عبدالقدیرخان، پدر برنامه هسته ای پاکستان، نبود. وی از نیروگاه بوشهر دو بازدید، در فوریه 1986 و ژانویه 1987 به عمل آورد. (39) اما، به زودی روشن شد که راه اندازی نیروگاه بوشهر از عهده عبدالقدیرخان خارج است. تهران رفته رفته پذیرفت که چاره ای جز خودکفایی وجود ندارد.

نخستین گام، به دست آوردن توانایی ای چرخه سوخت هسته ای بود. عبدالقدیر خان با ارائه فن آوری غنی سازی، به ایران یاری رساند. با تأیید نخست وزیر وقت ایران میر حسین موسوی (که در پی رخدادهای پس از انتخابات ریاست جمهوری 2009، به اتهام فتنه گری به حبس خانگی محکوم شد) قراردادی میان نمایندگان سازمان انرژی اتمی ایران و شبکه غیر قانونی عبدالقدیرخان منعقد گردید. (40) از این زمان بود که برنامه غنی سازی اورانیوم ایران به صورت پنهانی، از طریق دستیابی به نقشه های فنی، دستور العمل های مرتبط با ساخت و ساز، و نمونه هایی از قطعات سانتریفوژهای PI متولد شد (طراحی های هلندی دهه هفتاد میلادی که توسط عبدالقدیر خان دزدیده شده بودند). (41)

ایران با استفاده از اطلاعاتی که در دست داشت، تلاش گسترده خود را برای دستیابی به قطعات مهم و مورد نیاز در ساخت آبشارهای سانتریفوژ آغاز کرد. برای مثال، در سال 1988 شرکت کاوش یار، یک شرکت فرعی سازمان انرژی اتمی، موفق به دریافت قطعات سانتریفوژ و دریچه های خلاء از طریق یک شرکت آلمانی به نام لی بولد، (Leybold) به مبلغ 500,000 دلار شد. (42) در سال 1995، ایران دوباره از "فروشگاه هسته ای" عبدالقدیر خان بازدید، و قطعات و طرح های مورد نیاز در ساخت سانتریفوژ پیشرفته تر P2 را خریداری نمود. (43)

همچنین، مقامات ایرانی در پی تجهیز بیشتر مرکز تحقیقات هسته ای تهران بودند، که بازسازی آن از زمان شاه معلق مانده بود. (44) در سال 1987، در حالی که بخش اصلی نیروگاه در حال بازسازی بود، موسسه پژوهش های کاربردی آرژانتین، سوخت راکتور را از اورانیوم 93 درصد غنی شده با قابلیت ساخت سلاح به کمی پایین تر از 20 درصد تبدیل نمود. (45) هزینه این کار 5.5 میلیون دلار بود. همچنین، کمیسیون انرژی اتمی آرژانتین، قراردادی را به منظور تامین 115.8 کیلوگرم اورانیوم 19.75 درصد غنی شده مورد نیاز راکتور تهران امضاء نمود که سرانجام، در سال 1993 تحویل ایران داده شد. (46)

در اواسط دهه 90 میلادی، برنامه هسته ای بار دیگر به اولویت ملی تبدیل، و از محل بودجه کشور اعتباری 800 میلیون دلاری بدان تخصیص داده شد. (47) با بازگشایی مرکز فن آوری هسته ای اصفهان در سال 1990، تلاش گسترده ای جهت یافتن شرکای هسته ای بیشتر صورت گرفت. دولت پاکستان، علیرغم پیشنهادهای سخاوتمندانه ایران، تمایلی برای به اشتراک گذاشتن دانش هسته ای خود با همسایه اش نشان نداد. (48) اما، کشور چین نسبت به این موضوع تمایل نشان داد. پکن با تجارت هسته ای به ارزش 60 میلیون دلار در سال با تهران، به مهمترین شریک هسته ای این کشور تبدیل شد. (49) در سال 1991، تهران به طور محرمانه حدود یک تن اورانیوم هگزافلورید از چین وارد کرد، اما بر خلاف مفاد توافقنامه پادمان NPT، از ارائه گزارش عملکرد خود به آژانس بین المللی انرژی اتمی خودداری ورزید.

همکاری میان چین و ایران به سبب فشارهای آمریکا پایان یافت، و همین دلیل مضاعفی بود تا ایرانیان هر چه بیشتر به کارشناسان داخلی تکیه کنند. از اینرو، تلاش گردید استعدادهای مهاجرت کرده به خارج به کشور بازگردانده شوند، و کارشناسان جدید آموزش ببینند. یک گروه 77 نفری از دانشمندان هسته ای برای دانش آموزی به مرکز بین المللی فیزیک نظری ایتالیا، که با وام یک میلیون دلاری ایران از بحران مالی نجات یافته بود، فرستاده شدند. (50)

سرانجام روسیه که در آن زمان با کمبود منابع مالی مواجه بود در سال 1992 مسئولیت تکمیل نیروگاه هسته ای بوشهر را برعهده گرفت. انگیزه مسکو از ورود به بازار ایران پیش از هر چیز، نجات صنعت هسته ای خود از ورشکستگی پس از فروپاشی شوروی بود. یک قرارداد کلید در دست میان سازمان انرژی اتمی ایران و اتم/استروی/اکسپرت (AtomStroyExport)، یک شرکت فرعی آژانس انرژی اتمی روسیه منعقد گردید. (51) مسکو مسئولیت تامین یک راکتور 915 مگاواتی آب سبک مدل VVER-1000، مناسب برای تولید برق، و نامناسب برای ساخت سلاح های هسته ای را بر عهده گرفت. در برابر تهران پذیرفت 80 درصد از ارزش قرارداد را به صورت نقدی، و 20 درصد باقی مانده را غیر نقدی پرداخت نماید. (52) بر خرابه های راکتور از کار مانده، روس ها طرح ساخت راکتور منحصر به فردی را- آمیخته با باقی مانده تجهیزات آلمانی و فن آوری درهم روسی ارائه دادند.

از همان آغاز، این پروژه با مشکلاتی روبرو گردید. طراحی راکتور روسی VVER با زیرسازی های آلمانی نیروگاه بوشهر هماهنگی نداشت. ایران برای حل مشکل ناچار گردید 140 میلیون دیگر هزینه کند. (53) بواسطه مخالفت های آمریکا، مسکو نیز از ساخت یک مرکز سانتریفیوژدار غنی سازی اورانیوم در ایران عقب نشینی و در برابر، قبول کرد سوخت راکتور هسته ای را به مدت 10 سال به مبلغ 300 میلیون دلار تامین کند. (54) پس از یک وقفه شانزده ساله، نیروگاه بوشهر بار دیگر تنها یک سایت ساخت و ساز بود. تاریخ پایان کار در ابتدا برای سال 2001 تعیین شد، اما برآوردها زمانی برابر یک دهه را برای این کار پیش بینی می کردند. (55) از آغاز ساخت و ساز، بین 250 تا 3,000 مهندس و کارشناس فنی از روسیه و کشورهای دیگر شوروی سابق مشغول به کار در ایران شدند، که براساس گزارش ها درآمدی بین 5,000 تا 20,000 دلار در ماه دریافت می کردند. (56)

از 1992 تا 2002، ایران پیشرفت چشمگیری در مورد چرخه سوخت هسته ای بومی به دست آورد. (57) آزمایشات غنی سازی به گونه پنهانی، بر خلاف الزامات مندرج در پادمان NPT، بر روی یک سانتریفیوژ آزمایشی واقع در تاسیسات پژوهشی شرکت برق کلاهی انجام شدند. یک مرکز غنی سازی عظیم و مخفی دیگر، در نزدیکی شهر نطنز در زیر زمین ساخته شد. مدفون به زیر 25 فوت سیمان و بتن، احداث تاسیسات سانتریفیوژ گازی، در آن زمان کلیه سیمان تولیدی کشور را به مصرف خود رساند. (58) سازمان انرژی اتمی ایران نیز مخفیانه، به تاسیس یک نیروگاه تولید آب سخت و یک راکتور تحقیقاتی 40 مگاواتی در نزدیکی شهر اراک مبادرت ورزید.

بحران (2002-2008)

در آگوست 2002، یک گروه مخالف دولت ایران، بنام شورای ملی مقاومت (نام دیگر سازمان مجاهدین خلق، یک گروه ستیزه گر اسلامی - مارکسیست که به سرنگونی رژیم شاه کمک کرده و هم اکنون در پی براندازی جمهوری اسلامی می باشد) تاسیسات غنی سازی هسته ای در نطنز، و نیروگاه تولید آب سنگین اراک را که از سوی ایران اعلام نشده بودند، افشا کردند. این افشاگری موجب بروز بحرانی بین المللی شد.

بین سال های 2003 تا 2005 در واکنش به اشغال عراق توسط آمریکا - سه کشور فرانسه، آلمان و انگلیس (EU-3) تلاش های دیپلماتیکی را جهت حل بحران هسته ای ایران آغاز کردند. ایران موافقت کرد تا برنامه غنی سازی خود را تعلیق کند، با آگاهی از این

امر که ارتش آمریکا تنها طی سه هفته دشمنی را که ایران هشت سال علیه آن جنگیده بود، شکست داد. همچنین، ایران به طور داوطلبانه پروتکل الحاقی آژانس بین المللی انرژی اتمی (که اجازه بازرسی سرزده می دهد) را برای بیش از دو سال به اجرا درآورد. اما وضعیت در عراق رو به وخامت نهاد، اوضاع به نفع ایران چرخید، قیمت نفت افزایش یافت، و EU-3 در ایجاد پل میان ایران و آمریکا شکست خورد، که این موارد به رهبران ایران جسارت کافی را داد تا آنچه را که به نظرشان هدف اصلی غرب بود، یعنی وادار کردن ایران به دست کشیدن دائمی از حق خود برای غنی سازی اورانیوم، رد کنند. (59) در 8 آگوست 2005، و در آخرین روزهای ریاست جمهوری محمد خاتمی، ایران تبدیل اورانیوم را در تاسیسات اصفهان از سر گرفت.

با پیروزی محمود احمدی نژاد در انتخابات سال 2005، ایران موضع سخت تری در مذاکرات درپیش گرفت. سرانجام، در ژانویه 2006، ایران با شکست مهروموم آژانس بین المللی انرژی اتمی غنی سازی اورانیوم را از سر گرفت. در چهارم فوریه 2006، شورای حکام آژانس بین المللی انرژی اتمی، با توجه به عدم رعایت الزامات پادمان NPT از سوی ایران، به ارجاع پرونده هسته ای به شورای امنیت سازمان ملل متحد رای مثبت داد. در 31 جولای 2006، شورای امنیت به اجماع قطعنامه 1696 را صادر، و از ایران خواست تا غنی سازی اورانیوم را در ظرف یک ماه متوقف کند. (60)

ایران مرتب بر "حق مسلم" خود در خصوص ادامه غنی سازی اورانیوم در داخل کشور، پافشاری می کرد. در نتیجه، در 23 دسامبر 2006، شورای امنیت با تصویب قطعنامه 1737، تحریم های بین المللی را بر ایران تحمیل کرد. (61) این امر آغاز یک چرخه تنش متقابل بود. سومین قطعنامه شورای امنیت (1747) در مارس 2007 تصویب شد. (62) چند هفته بعد، ایران از توانایی غنی سازی اورانیوم در مقیاس صنعتی با نصب و راه اندازی 3000 سانتریفیوژ در نطنز خبر داد. (63)

در خلال نگرانی های ناشی از احتمال حمله نظامی آمریکا یا اسرائیل به تاسیسات هسته ای ایران، انتشار غیر منتظره گزارش شورای امنیت ملی آمریکا در سال 2007، از توقف برنامه دارای ساختار سلاح هسته ای ایران در سال 2003 خبر داد. (64) این گزارش با کاستن از تنش های موجود، فضایی برای ایران و آژانس بین المللی انرژی اتمی به منظور کار بر روی یک "طرح مدالیه" جهت حل و فصل مسائل باقی مانده ظرف یک سال فراهم آورد. تا ماه فوریه 2008، آژانس بین المللی انرژی اتمی پرونده بسیاری از این موضوعات را بست.

اما، شواهد به دست آمده از یک رایانه دزدی، از برنامه مخفی ایران در ساخت سلاح هسته ای حکایت می کرد. این رخداد منجر به تیرگی روابط ایران و آژانس بین المللی انرژی اتمی، و ایجاد بن بست چهار ساله در مذاکرات مربوط به فعالیت های پیش از سال 2003 ایران شد. در مارس 2008، قطعنامه 1803 شورای امنیت تحریم های بیشتری را علیه ایران وضع کرد. (65) آمریکا و متحدانش نیز جداگانه، اقدام به وضع تحریم های سخت تری علیه تهران کردند.

نتایج

بحران هسته ای، هزینه گزافی برای اقتصاد ایران به بار آورده است. محرومیت ناشی از چندین دور تحریم، بخش انرژی ایران را از مشارکت خارجی - فن آوری اساسی و دانش همراه آن بی بهره نموده است. ارزش قراردادهای لغو شده مربوط به بخش انرژی در سال 2010 در حدود 60 میلیارد دلار برآورد شده است. (66) بی شک به دلیل اعمال تحریم های بی رحمانه، طی سال های اخیر بر این مبلغ چندین برابر افزوده شده است. در سال 2012، درآمد حاصل از نفت ایران 40 میلیارد دلار به نسبت سال 2011 کاهش، و تولید کشور از 4.2 میلیون بشکه در روز در سال 2008 به 2.5 میلیون بشکه در روز در سال 2012 کاهش پیدا کرد. (67) صادرات نیز به همین ترتیب به سرعت از 2.5 میلیون بشکه در سال 2011 به 0.9 میلیون بشکه در سپتامبر 2012 رسید. نزدیک به 80 درصد از ارزش ریال ایران بین سال های 2011 تا 2012 کاسته شد. (68)

فعالیت های هسته ای ایران هنوز هم بی وقفه دنبال می شوند. بودجه سالانه رسمی سازمان انرژی اتمی ایران در سال های گذشته 300 میلیون دلار بوده، که همین امر موجب گلابه وزارتخانه های دیگر و نهادهای وابسته شده است. (69) برنامه گسترده و پرهزینه هسته ای ایران اکنون شامل حداقل 16 تاسیسات می شود. (70) هزینه مرحله شروع تاسیسات در حدود یک میلیارد دلار تخمین زده شده است. (71) ماهیت پنهانی بیشتر تاسیسات مزبور منجر به افزایش غیرمعمول هزینه ساخت و ساز می شود، چرا که ایجاد ساختمان های گمراه کننده، پناه گاه ها، و سامانه های ضد هوایی ضروری می باشند. در نتیجه، برآورد دقیق هزینه های مستقیم و جانبی برنامه هسته ای ایران تقریباً غیرممکن می باشد.

ساخت و ساز تنها نیروگاه هسته ای کشور در بوشهر در سال 2011 به پایان رسید، اما در زمان این نوشتار، افتتاح آن به دلیل مشکلات فنی به تعویق افتاده است. راکتوری که هزینه دقیق آن محرمانه نگاه داشته شده، نشان دهنده هزینه گزافی است که ایران برای برنامه های هسته ای خود متحمل شده است. حتی به نمایندگان مجلس و اعضای کمیسیون بودجه اجازه دسترسی به جزییات هزینه نیروگاه داده نشد. (72) تورم، نوسانات نرخ ارز و افزایش قیمت مواد و تجهیزات در طول سال ها قطعا افزایش هزینه پروژه بوشهر را در پی داشته است. برخی از مقامات ایرانی ادعا می کنند، هزینه نیروگاه تنها 10 درصد افزون تر از برآورد مندرج در قرارداد اولیه بوده است. (73) برخی دیگر، با بررسی تاخیرهای پی در پی در افتتاح آن، بر این باورند چنانچه نیروگاه جدیدی از ابتدا ساخته می شد، هزینه آن کمتر از نهایی کردن نیروگاه بوشهر می گردید. (73)

یک محاسبه ساده از هزینه قراردادهای منعقد شده با آلمان و روسیه براساس نرخ دلار امروز - با استفاده از اطلاعات موجود - هزینه شگفت آور نیروگاه بوشهر را 11 میلیارد دلار برآورد می کند. (75) با صرف هزینه های مستقیم طی بیش از چهار دهه و دیگر هزینه های مربوطه، بوشهر یکی از گرانترین نیروگاه های جهان می باشد. جالب توجه اینکه، روسیه اکنون در حال مذاکره با ترکیه، درباره ساخت یک راکتور پیشرفته هسته ای VVER-1200 با قیمت 5 میلیارد دلار می باشد. (76) اما برای ایران به دلیل پافشاری بر غنی سازی داخلی اورانیوم، امکان دسترسی به فن آوری پیشرفته تر با قیمتی رقابتی وجود ندارد.

غیر منطقی بودن غنی سازی داخلی

غنی سازی اورانیوم، موضوع اصلی مناقشه ایران با غرب می باشد. تهران، تاکید دارد غنی سازی بومی اورانیوم برای استقلال بخش انرژی کشور ضروری می باشد. اما، طی سال ها، علی رغم تردیدها در داخل و انتقادهای در خارج، ایران از ارائه منطق اقتصادی برنامه غنی سازی خود سرباز زده است. یک تحلیل دقیق نشان می دهد غنی سازی داخلی، هزینه های بالا و محدودیت هایی برای ایران به ارمغان آورده است.

در حال حاضر، نیاز ایران به سوخت هسته ای اندک است. (77) اما، رهبران ایران معتقدند گسترش احتمالی برنامه هسته ای کشور نیازمند تولید بومی سوخت هسته ای است. اگر از دسترسی ایران به سوخت هسته ای جلوگیری گردد، (78) این کشور از حیث بازگشت سرمایه حداقل 200 میلیون دلار در سال بابت هر راکتور غیرفعال زیان خواهد دید. در گذشته، تلاش گردیده با ارائه ذخایر اورانیوم غنی شده در سطح پایین، از بی اعتمادی ایران کاسته شود، اما این تلاش ها مرتب از سوی تهران رد شدند. (79)

در مباحثات پیرامون امنیت سوخت ایران هیچ اشاره ای به کمیابی و کیفیت پایین ذخایر داخلی اورانیوم نشده است. این محدودیت ها، ناگزیر ایران را به منابع خارجی و اورانیوم فرآوری شده وابسته کرده، و به آرمان خودکفایی چرخه سوخت اتمی خدشه وارد می کند. واردات خارجی اورانیوم خام و فرآوری شده در دوران شاه به آفریقای جنوبی، و پس از انقلاب به چین محدود می شود.

به گفته آژانس بین المللی انرژی اتمی از لحاظ ذخایر اورانیوم، ایران حتی در میان 40 کشور برتر دنیا قرار ندارد. (80) ذخایر اورانیوم ایران در مقایسه با برخی کشورها بسیار ناچیز می باشد. (جدول شماره 1) در سال 2011، ایران 700 تن ذخایر قطعی تایید شده داشته، که اغلب آنان در دسته ذخایر هزینه بردار جای می گیرند (بدین معنی که هزینه استخراج این ذخایر 260 دلار برای هر کیلوگرم می باشد). (81) ذخایر غیر قطعی "پیش بینی" و "فرض شده" ایران در حدود 28,000 تن ارزیابی شده اند. (82) تهران در فوریه 2013 اعلام کرد در پی اکتشافات جدید، بر میزان ذخایر داخلی اورانیوم کشور افزوده شده، که البته این موضوع از سوی منابع مستقل تایید نشده است. (83)

جدول 1- ذخایر اورانیوم شناسایی شده کشورهای دیگر در مقایسه با ایران

نام کشور	هزینه تقریبی			
	USD 40/Kg U	USD 80/Kg U	USD 130/Kg U	USD 260/ Kg U

استرالیا		1,349,400	1,661,600	1,738,800
برزیل	137,900	229,300	276,700	276,700
چین	59,200	135,000	166,100	166,100
ایران	-	-	2,500	2,500
اردن	-	-	33,800	33,800
قزاقستان	47,400	485,800	629,100	819,700
روسیه	-	55,400	487,200	650,300
سوئد	-	-	10,000	13,500
ترکیه	-	7,300	7,300	7,300
ایالات متحده آمریکا	-	39,100	207,400	472,100

نکته: به طور معقول شامل منابع مستدل و مطمئن می باشد
 ماخذ: سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه، و آژانس بین المللی انرژی اتمی، اورانیوم 2011: منابع، تولید و تقاضا (پاریس، انتشارات OECD، 2012)

به طور کلی، کیفیت ذخایر اورانیوم از کمیت آن مهمتر می باشد. (84) هرچه کیفیت پایین تر باشد، هزینه فن آوری افزایش می یابد. افزون بر محدودیت در ذخایر اورانیوم، معادن ایران از کیفیت پایین 0.05- درصدی - نیز برخوردار هستند. با توجه به این غلظت پایین، استخراج سنگ معدن اورانیوم در ایران غیر اقتصادی است. افزون بر این، بیشتر ذخایر پیش بینی و فرض شده ایران به دلیل ناخالصی هایی همچون مولیبدنوم بسیار پر هزینه و برای غنی سازی دشوار می باشند. (85)

بر خلاف اظهارات رهبران ایران، ذخایر اورانیوم کشور برای تامین برنامه هسته ای، که مشتمل بر حداقل هفت راکتور با قابلیت مشابه است، بسیار ناچیز می باشد. راکتور VVER-1000 بوشهر، در سال به 27 تن اورانیوم دی اکسید شده جهت تامین سوخت نیاز دارد. این به این معنی است که حدود 500,000 تن سنگ معدن اورانیوم مورد نیاز می باشد. (86) در خوشبینانه ترین وضعیت، ذخایر اورانیوم شناخته شده ایران، تنها کمتر از نه سال قابلیت بهره برداری برای راکتور بوشهر را دارند. با در نظر گرفتن کل ذخایر شناخته شده و فرضی، آنها قابلیت تامین مجموعه هفت راکتور را برای مدت تقریباً 10 سال دارند. (87)

اکتشاف اورانیوم نیز در سایه تلاش های غنی سازی دچار رکود شده است. مناطق جدیدی در استان های کرمان، سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و خراسان رضوی در حال اکتشاف می باشند. هزینه های اکتشاف و توسعه معدن از 3.9 میلیون دلار در سال 2007 به 32.2 میلیون دلار در سال 2010 افزایش یافته اند. (88) ایران در سال 2010، موفق به استخراج روباز حدود 6 تن اورانیوم از معدن گچین گردید، و در آستانه راه اندازی دومین تاسیسات در اردکان (نیروگاه ساغند) با ظرفیت اسمی نزدیک به 50 تن، در سال 2013 می باشد. با این حال، حدود 70 تن ظرفیت کل سالانه این معادن حتی برای تامین سوخت راکتور بوشهر برای یک سال هم کافی نیست. (89)

تمام این فعالیت های اکتشافی هزینه بردار هستند. استخراج و پالایش اورانیوم هزینه زیست محیطی چشمگیری در پی دارد. استخراج اورانیوم به منظور تامین سوخت یک راکتور 1,000 مگاواتی، در سال حدود 300,000 تن زباله رادیواکتیو تولید می کند. (90) به این ترتیب انتظار می رود استخراج اورانیوم به میزان قابل توجهی روند کنونی تخریب زیست محیطی ایران را افزایش دهد، که بانک جهانی این روند را سه برابر متوسط منطقه تخمین می زند. (91)

افزون بر این، عملیات استخراج معادن، روزانه نیاز به میلیون ها لیتر آب تازه دارد. اما، معادن اورانیوم ایران در مناطق خشک و نیمه خشک کشور واقع شده اند و سرانه سهمیه آب شیرین در این مناطق، یکی از پایین ترین ها در ایران است. (92) استخراج معدن

اورانیوم و پالایش به راحتی می تواند بیابانزایی و فرسایش زمین در این مناطق را تسریع، و باعث کمبود آب و تخلیه آبخوان های زیرزمینی شوند.

در حقیقت، سرمایه گذاری ایران در بخش فن آوری مرحله اولیه چرخه سوخت توجیه اقتصادی ندارد. هزینه تولید سوخت اورانیوم غنی شده در سطح پایین شامل موارد ذیل می شود: استخراج اورانیوم، تبدیل اکسید اورانیوم به هگزافلورید و غنی کردن آن، وارونه کردن تبدیل به اکسید اورانیوم، و تولید سوخت. (93) هزینه متوسط تولید 1 کیلوگرم سوخت مورد نیاز راکتور هسته ای در بازار بین المللی در سال 2011 حدود 2,770 دلار بوده است. (94) یک راکتور 1,000 مگاواتی به حدود 20,000 کیلوگرم سوخت برای یک سال نیاز دارد که هزینه تقریبی آن 55 میلیون دلار است.

تاسیسات کوچک غنی سازی مانند آنچه در ایران وجود دارد به علت عدم قابلیت در صافه جویی، نسبت به تاسیسات بزرگ پر هزینه تر می باشند. به عنوان مثال، تاسیسات غنی سازی رزنده (Resende) در برزیل مشتمل بر 203,000 واحد کار جداسازی، به سختی می تواند از نظر تجاری - با توجه به میزان کار انجام شده در یک مرحله غنی سازی - با تاسیسات یورنکو (Urenco) نیومکزیکو با 3,000,000 واحد کار جداسازی رقابت کند. ضمن اینکه هزینه سرمایه گذاری تاسیسات یورنکو سه برابر تاسیسات رزنده (1,500 دلار برای هر واحد کار مجزا) می باشد. (95)

با وجود سرمایه گذاری های قابل توجه، وسعت برنامه غنی سازی ایران هنوز کم می باشد. میانگین واحد کار جداسازی در سال 2012 بین 7,000 تا 8,000 کیلوگرم در سال بوده است. تاسیسات نطنز ظرفیت حدود 50,000 سانتریفوژ، و تاسیسات زیرزمینی فردو ظرفیت تقریباً 3,000 سانتریفوژ را دارا می باشند. اگرچه ایران نصب و راه اندازی سانتریفوژ در فردو را به اتمام رسانده، اما تنها 12,000 سانتریفوژ را در نطنز راه اندازی نموده است. (96) دلیل این امر هم عمدتاً کنترل صادرات مواد نایاب است که در نتیجه آن ایران از دستیابی به مواد کمیاب مورد نیاز برای ساخت سانتریفوژ محروم شده است (مانند فولاد ماراجینگ، الیاف کربن، و دریچه های خلاء بالا). (97)

با در نظر گرفتن محدودیت ایران در تهیه تجهیزات و شکست های پی در پی فنی سانتریفوژ مدل (IR-1)، هزینه های سرمایه گذاری این کشور به شدت بالا می باشند. علی رغم اینکه هزینه ها به علت پنهان کاری های دراز مدت و خریدهای بازار سیاه به طور دقیق مشخص نیستند اما، می توان برآوردی تقریبی از هزینه این تاسیسات، با مقایسه با تاسیسات مشابه در کشورهای در حال توسعه به دست آورد. برخی از تاسیسات ایران در اعماق زمین پنهان شده و توسط سامانه دفاعی هوایی محافظت می شوند. بنابراین، می توان انتظار داشت که آنها نسبت به تاسیسات هم اندازه در کشورهای دیگر بطور چشمگیری پرهزینه تر باشند. با توجه به اطلاعات ارائه شده به آژانس بین المللی انرژی اتمی، هزینه های ایران در رابطه با تاسیسات چرخه سوخت حدود 1 میلیارد دلار برآورد می شود. (98)

در مجموع، برخی از برآوردها نشان می دهد غنی سازی در داخل ایران می تواند نزدیک به 125 میلیون دلار در سال گرانتر از خرید سوخت از بازار بین المللی تمام شود. (99) محدودیت های فنی نیز می تواند به آینده غنی سازی لطمه وارد کند. برای ایران همواره تبدیل اروانیوم غنی شده به میله های سوخت دشوار بوده است. بیش از سه دهه از تلاش ایران برای تولید سوخت هسته ای می گذرد، اما تنها موفق به تولید نمونه هایی از تولید با اورانیوم طبیعی و غنی شده در سطح پایین گردیده که آنها هم نیاز به آزمایش تحت شرایط دقیق دارند. (100) ایران فاقد راکتورهای ویژه آزمایش مورد نیاز در پروتوتای میله های سوخت هسته ای برای مدت زمان طولانی و تحت شرایط بسیار سخت است. این کار برای حفظ ایمنی شان ضروری می باشد. (101)

اما حتی اگر ایران دارای چنین فن آوری می بود، حقوق مربوط به مالکیت، اجازه تولید سوخت راکتور بوشهر، مادامی که تحت قرارداد با روسیه باشد را به ایران نمی داد. هرگونه نقض قرارداد از طرف ایران، به تضمین های روسیه در خصوص ایمنی و عملکرد راکتور پایان می دهد. بی شک، این مشکلات منحصر به ایران نمی باشد. پیچیدگی فن آوری سانتریفوژ، بسیاری از کشورها از جمله آنهایی که تحریم نیستند را نیز وادار به استفاده از تخصص خارجی، به خصوص فن آوری روسی و اروپایی (Urenco) می سازد. برای مثال، چین از سانتریفوژ روسی در نیروگاه های غنی سازی خود استفاده می کند. (102)

با در نظر گرفتن منطبق هزینه - فایده، بسیاری از کشورهای توسعه یافته جهان ترجیح می دهند سوخت مورد نیاز خود را وارد کنند - برخلاف ایران که بدنبال برنامه های غنی سازی داخلی اورانیوم می باشد. کشورهای بلژیک و سوئد، پس از ارزیابی عملکرد مرحله اولیه تاسیسات به این نتیجه رسیدند که واردات اورانیوم غنی شده، نسبت به تولید داخلی آن مقرون به صرفه اقتصادی است. در حال

حاضر در بلژیک هفت راکتور موجود بیش از نیمی از برق مورد نیاز کشور را بدون هیچگونه غنی سازی داخلی اورانیوم تامین می کند. (103) در کشور سوئد نیز تمام سوخت مورد نیاز 10 راکتور موجود که تولید کننده بیش از 40 درصد برق مورد نیاز کشور می باشند، از طریق واردات تامین می گردد. (104)

سرمایه گذاری ایران در رابطه با فن آوری داخلی را می توان به عنوان یک سرمایه تلف شده تلقی کرد. اما در عین حال، دنبال کردن غنی سازی داخلی یک هزینه فرصت است که جلوه ای بیش از منبع اصلی انرژی ایران، یعنی سوخت فسیلی، دارد.

انرژی هسته ای: امنیت یا ناامنی انرژی

همه دولت های ایران خواسته خود برای انرژی هسته ای را، بعنوان یک امر ضروری جهت آمادگی کشور برای دوران پس از نفت عنوان می کنند. اما، تاوان این اشتیاق را بخش انرژی ایران، هنگام مواجهه با تحریم های سختگیرانه بین المللی پرداخت نمود. این اقدامات موجب سلاخی صنعت نفت و گاز ایران شده، و باعث گردیده دیگر منابع طبیعی انرژی ایران نادیده گرفته شوند. (105) بدیهی است که توجیه ایران برای سرمایه گذاری در بخش انرژی هسته ای، به ویژه برای غنی سازی اورانیوم، نه با واقعیت های مربوط به منابع موهبتی کشور و نه با نیازهای کوتاه مدت بخش انرژی اش سازگار است.

در کشوری مانند ایران هیچ برنامه ریزی استراتژیک خردمندانه ای در بخش انرژی، برتری را به انرژی هسته ای نمی دهد. ذخایر اثبات شده نفت کشور 151 میلیارد بشکه می باشد و این رتبه چهارم جهان است. (106) پس از روسیه، دومین ذخایر گازی جهان به میزان 1۰046 تریلیون فوت مکعب (Tcf) متعلق به ایران است. (107) ارزش انرژی ذخایر اورانیوم در ایران در مقایسه با دیگر ذخایر بسیار کم رنگ بوده - 0.13 درصد ذخایر نفتی کشور، 0.09 درصد ذخایر گازی، و 8.8 درصد انرژی بالقوه برقابی می باشد. (جدول 2) این بدین معنی است که انرژی بالقوه توان هسته ای در ایران تقریباً ناچیز است. بنابراین، اگرچه انرژی هسته ای از دیدگاه محیط زیستی برتر است، اما، از دید اقتصادی یک انتخاب رقابتی نمی باشد. (108) برای مثال در سال 2009، هر کیلووات از ظرفیت هسته ای نصب شده 4000 دلار هزینه دربرداشت، در حالیکه معادل آن برای گاز 850 دلار هزینه داشته است. (از سال 2009، قیمت گاز طبیعی به علت ذخایر قابل وصول جدید در شیل گازی افت کرده است). (109)

جدول 2 - برآورد کل ذخایر قطعی انرژی ایران

	نوع سوخت (انرژی)					
	جامد	نفت	گاز طبیعی	اورانیوم	آبی (هیدرو)	کل
ذخایر برآورد شده (Exajoule)	6	105.6۰1	626.6۰1	1.5	17	756.7۰2

تذکر: سوخت های جامد شامل ذغال سنگ، ذغال چوب و چوب می باشند
تذکر: به منظور مقایسه، بطور تقریبی تلاش شده با احتساب قابلیت ناخالص فرضی سالبانه، ظرفیت آبی به انرژی تبدیل گردد (شورای انرژی جهانی، 2002)
منبع: آژانس بین المللی انرژی اتمی، "نمایه انرژی جمهوری اسلامی ایران"، 2002،
www.iranwatch.org/international/IAEA/iaea-irannuclearprofile-2002.pdf

پیش از جمهوری اسلامی، تولید نفت ایران حدود 6 میلیون بشکه در روز بود، که 5 میلیون آن صادر می گردید. (110) طی سال های دهه 80 میلادی، تولید نفت به کمتر از 1.5 میلیون بشکه در روز کاهش، و بتدریج تا سطح 4.5 میلیون بشکه در روز افزایش یافت. هم اکنون، بعلت آشفته گی ناشی از تحریم های نفتی اتحادیه اروپا و ممنوعیت بیمه مرسوله های نفتی، تولید نفت حدود 2.6 میلیون بشکه در روز است. (111) در حالی که حجم صادرات نفت خام به تدریج به بیش از نصف آن در سال 1979 کاهش پیدا نموده، مصرف داخلی به سرعت افزایش یافته و جمعیت کشور بیش از دوبرابر شده است. (112) درحال حاضر، نفت و گاز نقش کلیدی در پشتیبانی از اقتصاد ایران داشته، تامین کننده حدود نیمی از درآمدهای دولت بوده، و 80 درصد ارزش صادرات در سال 2011 را تشکیل می دهند. (113)

گاز طبیعی جوابگوی 53 درصد کل مصرف انرژی داخلی ایران می باشد، و 44 درصد مابقی بطور قطع از نفت تامین می شود. در سال 2010 مصرف گاز طبیعی 5.1 تریلیون فوت مکعب تخمین زده شده بود، اما انتظار می رود که برای دهه بعدی، رشد سالیانه 7 درصدی پیدا کند. (114) با تولید گاز طبیعی در سطح 5.2 تریلیون فوت مکعب در سال 2010، ایران تنها از 5 درصد ذخایر گازی خود کاسته است. (115) سهم انرژی برقی کمتر از 2 درصد، و ذغال سنگ تنها جوابگوی 1 درصد از مصرف اولیه انرژی ایران می باشد. (116)

باتوجه به افزایش سالیانه 5 درصدی تقاضا برای انرژی طی دهه گذشته، نیاز به ظرفیت های جدید انرژی در ایران اساسی می باشد. برخی از کارخانه های تولید انرژی، تا 10 درصد ظرفیت اسمی خود فعال بوده، چراکه زیرساخت های برق کشور بسیار قدیمی بوده و خاموشی های پی در پی ماه های تابستان امری شایع است.

نرخ بازیافت نفت پایین و در حدود 20 تا 30 درصد می باشد، بدین معنی که ظرفیت تولید ایران به میزان سالیانه بیش از 13 درصد در بخش نفت فلات قاره، و حدود 8 درصد برای چاه های نفت در خشکی در حال کاهش می باشد. (117) ایجاد ظرفیت های سالیانه جدید در حدود 400,000 تا 700,000 بشکه در روز مورد نیاز است تا تنها سطح تولید فعلی حفظ گردد. (118) به گفته رئیس کمیسیون انرژی مجلس ایران، این خطر وجود دارد که ایران ظرف هفت سال آینده صرفاً به واردکننده نفت تبدیل گردد. (119)

بخش گاز ایران نیز به مانند صنعت نفت در حال دست و پا زدن می باشد. بیش از دوسوم ذخایر گاز طبیعی کشور در میادین نامرتب (که فقط محتوی گاز می باشند و نه نفت) و توسعه داده نشده واقع شده اند. (120) علی رغم برخورداری از دوسوم ذخایر گازی در جهان، ایران در رده بیست و پنجم صادرکنندگان گاز طبیعی قرار دارد. (121) بطور کلی، 70 درصد گاز طبیعی ایران وارد بازار و تقریباً 16 درصد آن برای کمک به بازیافت نفت تزریق می شود. انقباض، اشتعال و اتلاف 14 درصد مابقی را دربرمی گیرد. (122)

زیرساخت قدیمی بخش انرژی کشور به ناچار نیاز به بازسازی و نوسازی دارد. درحالیکه انرژی تولید شده توسط نیروگاه بوشهر تامین کننده کمتر از 2 درصد از تولید برق ایران می باشد، تقریباً 15 درصد برق تولیدی کشور، بدلیل زیرساخت فرسوده و مدیریت بد از طریق خطوط انتقال به هدر می رود. (123) مقدار سالیانه اتلاف انرژی در ایران بین: 15 درصد در نیروگاه ها، 13 درصد در پالایشگاه ها، و 8 درصد در توزیع و انتقال، در نوسان است. (124) ایران نسبت به دیگر کشورهای عضو سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) بیشترین بخش گاز طبیعی خود را در سرچاه های نفت می سوزاند. مصرف بی رویه، بخش انرژی ایران را به ستوه آورده که بدلیل سه دهه یارانه های بی حد و حصر انرژی تشدید شده است. برآورد می شود یارانه های برق به تنهایی به بیش از 11 میلیارد دلار در سال 2009 افزایش یافته، و در سال 2010، تخمین زده می شود که در مجموع، یارانه ها حدود 10 درصد تولید ناخالص داخلی را بلعیده اند. (126) به نسبت 11 درصد قیمت انرژی در بازار رقابتی، تا همین اواخر در ایران حتی قیمت آب از بنزین گران تر بوده است. (127)

برای حل این مشکل قدیمی گام های مثبتی برداشته شده است. در دسامبر 2010 دولت ایران به منظور حذف یارانه ها برنامه اصلاحات اقتصادی را اجرا کرد. قیمت بنزین، که سوخت حدود 12 میلیون خودرو داخلی را تامین می کند، در یک شب چهار برابر شد. (128) سوخت دیزل، که بخش حمل و نقل تجاری ایران را تغذیه می کند، افزایش نه برابری یافت. گاز طبیعی، که بطور مستقیم به خانه 75 درصد جمعیت کشور جریان دارد، هشت برابر افزایش قیمت پیدا کرد.

اگر حذف یارانه ها تقاضا برای انرژی را بطور چشمگیری کاهش می داد، انرژی صرفه جویی شده می توانست چندین برابر بیش از مقدار برق تولید شده توسط چند نیروگاه برق باشد. (129) اما بن بست هسته ای و فشار تحریم ها به دنبال آن، بنیان برنامه اصلاح یارانه ها را متزلزل کرد. مجلس ایران اجرای مرحله دوم طرح اصلاح یارانه ها را در اکتبر 2012 به استناد آثار کاهش شدید پول ملی تعلیق کرد، و افزایش اولیه در قیمت های انرژی باطل گردید. (130)

تغییر این وضعیت هزینه هنگفتی دارد. برای توقف یا بازگرداندن این روند و توسعه پروژه های بالادستی نفت و گاز، ایران به سرمایه گذاری اساسی و فن آوری پیشرفته نیاز دارد. بن بست هسته ای فضای بین المللی را تخریب کرده و منجر به از دست رفتن سرمایه گذاری خارجی در بخش انرژی شده که حدود 60 میلیارد دلار برآورد می شود. (131) به گفته مقامات ایرانی، کشور حداقل به 300 میلیارد دلار سرمایه گذاری خارجی طی دهه آینده نیاز دارد تا موفق به توسعه بخش نفت خود گردد. (132)

گاز طبیعی نسبت به انرژی هسته ای ممکن است راه حل مناسب تری برای برخی گرفتاری های بخش انرژی ایران باشد. نیروگاه های گاز طبیعی به سرمایه ای کمتر نیاز دارند، به سرعت ساخته می شوند، مطمئن تر می باشند، و مناسب ترین تراز کربن را در بین

گزینه های سوخت فسیلی ارائه می کنند. افزون بر این، ایران هم اکنون تخصص چشمگیری در تولید توربین های گازی بدست آورده است، و تا حد زیادی در این زمینه خودکفا شده است. (133) اگر ایران موفق به کاهش اتلاف گاز در سر چاه ها گردد، با صرف بخش کمی از هزینه لازم برای انرژی هسته ای می تواند انرژی برق تولید کند. مهار و استفاده از گاز مشتعل، مازاد بر متوسط نرخ اشتعال در خاورمیانه و شمال آمریکا، می تواند برای پروژه های تولید برق مورد استفاده قرار گیرد، که برابر با دو تا چهار راکتور هسته ای با ظرفیت 1000 مگاوات خواهد بود. (134)

البته این موضوع که منابع سنتی طول عمر محدودی داشته و برای محیط زیست مناسب نمی باشند، قابل بحث است. اما، ایران منابع دیگری دارد که از نظر بوم شناختی جذاب بوده و تا حد زیادی ناشناخته مانده اند. با برخورداری از 300 روز آفتابی در طول سال، 60 درصد زمین بایر، و متوسط 2،200 کیلو وات ساعت تابش خورشیدی در هر متر مربع، ایران فرصت بزرگی برای بهره برداری از انرژی خورشیدی دارد. (135) این توانایی 3.3 میلیون تراوات ساعت در سال برآورد شده، که سیزده بار بیشتر از کل مصرف انرژی ایران است. (136) مطالعات دیگر نشان می دهد که مقدار انرژی دریافتی از فقط 1 درصد سطح زمین در کشور می تواند کل تقاضای فعلی کشور را جابگو بوده، و میزان مشابهی نیز برای صادرات تولید نماید. (137)

با این حال، ژنراتورهای الکتریکی فتوولتائیک در ایران، همچنان پیش پا افتاده اند. فقط 250 کیلو وات سامانه تولید گرمای خورشیدی در شیراز نصب شده، و در حدود 150 کیلو وات ظرفیت در سایر نقاط کشور پخش شده است. (138) در ماه می 2011، نخستین نیروگاه سبک ترکیبی خورشیدی یکپارچه در یزد وارد مدار شد. این پروژه تقریباً 30 میلیون دلار هزینه در برداشته و ظرفیت اسمی 478 مگاوات دارد، که فقط 17 مگاوات آن از خورشید تامین می شود. (139)

ایران کشوری است کوهستانی که بین دو گستره بزرگ آبی واقع شده، و همچنین قابلیت چشمگیری در مهار انرژی باد دارد. بر اساس یک ارزیابی از انرژی باد، 45 نقطه بادخیز مناسب در ایران می تواند حداقل 6،500 مگاوات انرژی باد تولید کند. (140) این میزان بیش از شش برابر انرژی تولیدی توسط راکتور بوشهر می باشد.

علی رغم جای داشتن در بین نخستین کشورهایهایی که انرژی باد را در دوران باستان مهار کردند، بخش انرژی باد ایران هنوز در مرحله ابتدایی قرار دارد. تولید 91 مگاوات توسط دو نیروگاه بادی اصلی کشور، واقع شده در دو شهر شمالی منجیل و رودبار، برای مصارف محلی مورد استفاده قرار می گیرد. (141) اگر منابع در این حوزه سرمایه گذاری شده بودند، ایران بطور قطع می توانست یکی از کشورهای پیشرو جهان در زمینه انرژی باد باشد.

ایران همچنین دارای چندین منبع انرژی زمین گرمایی (نقاط داغ) با قابلیت ظرفیت تولید تقریباً 7،000 مگاوات می باشد. (142) با این حال، با اختصاص تنها 81 میلیون دلار برای سرمایه گذاری در این منبع انرژی از سال 2000 تا 2010، فقط یک نیروگاه 55 مگاواتی انرژی زمین گرمایی در ایران ساخته شده است. (143)

نیاز به امنیت انرژی اغلب از سوی رهبران ایران بعنوان انگیزه ای برای آغاز برنامه انرژی هسته ای بیان می شود. این امنیت در تنوری، از راه تنوع بخشیدن به بخش انرژی کشور و آزاد کردن نفت بیشتری برای صادرات، محقق می شود. (144) این منطق ممکن است برای ایران در دهه 70 میلادی قابل پذیرش بوده باشد، هنگامی که مصرف برق کشور در حدود 14،000 مگاوات بوده و بیشتر آن از نفت تولید می شده است. (145) امروز با حدود 61،000 مگاوات ظرفیت تولید، سهم نفت در تولید برق کشور حدود 14 درصد می باشد. (146) از اینرو، برای استفاده از گاز طبیعی که 75 درصد برق کشور را تولید می کند استدلال موثق تری می توان ارائه نمود. (147)

اما، آیا استفاده از انرژی هسته ای بهترین راه برای افزایش صادرات گاز ایران می باشد؟ فعالیت راکتور بوشهر، بعنوان مثال، موجب مصرف نشدن یک میلیارد متر مکعب گاز طبیعی در سال می گردد، که این در مقایسه با 11 میلیارد متر مکعب گاز مشتعل شده در چاه ها ناچیز می باشد. (148)

روی هم رفته، پرونده انرژی هسته ای در ایران بی دفاع می باشد. برنامه هسته ای بجای افزایش امنیت انرژی ایران، از توانایی کشور در گوناگون سازی و کسب استقلال واقعی در بخش انرژی کاسته است. این برنامه همچنین موجب وضع مجموعه بزرگی از تحریم ها شده، و انزوای تهران را تشدید کرده، و این امر تأثیری مغایر نقش ایران به عنوان یک صادرکننده اصلی نفت داشته است. احتمالاً این خسارت پی آمدهای بلندمدتی خواهد داشت. آژانس بین المللی انرژی پیش بینی می کند که حتی اگر بحران هسته ای با فوریت هم حل و

فصل گردد و تحریم ها برداشته شوند، ایران در وضعیتی نخواهد بود که بتواند پیش از سال 2020 میزان صادرات نفت خود را به سطح 4 میلیون بشکه در روز برساند. (149)

زیان نسبی

راکتور بوشهر- نخستین راکتور هسته ای از این نوع در خاورمیانه - و زیرساخت گسترده چرخه سوخت هسته ای ایران اغلب توسط دولت ایران بعنوان نمادی از مهارت علمی کشور، به ویژه در مقایسه با دیگر کشورهای منطقه، معرفی شده اند. اما ایران آنقدرها هم برتری فنی ندارد. کشورهای همسایه، برخلاف ایران، دسترسی نامحدودی به بازار جهانی داشته و احتمالاً به سرعت این شکاف در فن آوری را پر خواهند کرد. همان قدرت های جهانی که تحریم ها را به ایران تحمیل کردند، از کشورهای مشتاقی که مصمم به شفاف نگهداشتن مناسب برنامه های (هسته ای) خود هستند، پشتیبانی می کنند.

درحقیقت، اشتیاق به انرژی هسته ای در سطح منطقه در حال رشد می باشد. چندین کشور رقیب تلاش های خود را برای بدست آوردن فن آوری هسته ای افزایش داده اند. همانند ادعاهای ایران، تمام این کشورها جاه طلبی های خود را درچارچوب تولید انرژی غیرنظامی تعریف می کنند. هنگامیکه نیروگاه بوشهر در حال ساخت بود، عربستان سعودی، بحرین، کویت، عمان، قطر و امارات عربی متحده علاقه خود را به پیگیری برنامه های هسته ای غیرنظامی اعلام کردند. امارات عربی متحده یک قرارداد برجسته با یک کنسرسیوم تحت رهبری کره، به ارزش کلی 20 میلیارد دلار برای ساخت 4 راکتور هسته ای در امارات عربی متحده امضا کرد. (150) این کشور از فن آوری قدیمی روسی و راکتورهای آب سنگین آماده تکثیر (برای تولید اتمی) صرف نظر کرد، و درعوض راکتورهای پیشرفته APR-1400 کره جنوبی را انتخاب کرد. (151) این کشور کوچک خلیج فارس درکل، ساخت ده راکتور را تا سال 2030 پیشنهاد کرده است. ساخت اولین واحد در جولای 2012 آغاز شده، و محل انتخابی برای ساخت نیروگاه ها، "برکه" در ناحیه غربی امارات عربی متحده، برخلاف بوشهر دور از مناطق شهری می باشد. (152)

امارات عربی متحده درپی این امر بوده است تا با امضا و تصویب پروتکل الحاقی به توافق نامه های آژانس بین المللی انرژی اتمی و همچنین رد هرگونه جاه طلبی درخصوص غنی سازی اورانیوم و یا فرآوری مجدد سوخت مصرف شده برای استخراج پلوتونیوم، یک کشور الگو درزمینه عدم تکثیر سلاح هسته ای باشد. (153)

شرکت های روسی و فرانسوی توافق نامه های پانزده ساله ای را برای تامین سوخت هسته ای، خدمات تبدیل و غنی سازی برای راکتورهای نیروگاه های هسته ای امارات عربی متحده امضا کرده اند. (154) با انعقاد "توافقتنامه 123" برپایه ارزش طلا با ایالات متحده آمریکا، امارات عربی متحده مسیری فراتر از ارائه تعهدات الزام آور تکمیلی برای عدم گسترش سلاح هسته ای، مسایل ایمنی و امنیت پیموده است. (155) بانک صادرات- واردات آمریکا در سپتامبر 2012 مبلغی معادل 2 میلیارد دلار جهت تامین مالی نیروگاه برکه برای قطعات و خدمات از مبدا آمریکا تصویب کرده است. انگلستان و ژاپن یادداشت تفاهمی درباره همکاری انرژی هسته ای با امارات عربی متحده امضا کرده، و همچنین فرانسه توافقنامه ای هسته ای با این کشور دارد. استرالیا یک موافقت نامه تضمینی دوجانبه با امارات عربی متحده در اگوست 2012 امضا کرده است. (156)

در اگوست 2009، امارات به آژانس بین المللی انرژی اتمی اعلام کرد که این کشور آماده پیوستن به میثاق این آژانس درخصوص ایمنی هسته ای، و میثاق مشترک درباره مدیریت سوخت مصرف شده و ایمنی مدیریت ضایعات رادیواکتیو می باشد. کمی بعد در همان سال، قانون فدرال درباره استفاده صلح آمیز از انرژی هسته ای به تصویب رسید، که سازوکاری برای صدور مجوز و نظارت بر مواد هسته ای مقرر کرد، و همچنین یک مرجع فدرال مستقل برای مقررات هسته ای به منظور سرپرستی کل بخش انرژی هسته ای امارات عربی متحده تاسیس شد. سواى این مرجع، ابوظبى همچنین یک هیات مشورتی بین المللی متشکل از کارشناسانی به سرپرستی هانس بلیکس، مدیر پیشین آژانس بین المللی انرژی اتمی تشکیل داد. (157)

این سیاست ها به امارات اجازه داد تا راکتورهای هسته ای با استاندارد ایمنی بهتر، طراحی مستحکم تر، طول عمر عملیاتی بیشتر، مصرف سوخت کمتر، و ضایعات تولیدی کمتری نسبت به آنچه ایران دارد، بدست آورد. (158) بعنوان مثال، درحالیکه راکتور ساخت روسیه بوشهر در ایران از نوع راکتورهای نسل دوم محسوب می شود، امارات عربی متحده راکتورهای پیشرفته نسل سوم را از کره جنوبی دریافت می کند، که طراحی ساده تر، ایمنی بیشتر، و بازده سوخت بالاتری دارند. (159) امارات، همچنین توانایی دسترسی نامحدود به فن آوری هسته ای جهانی و تخصص های ایمنی را خواهد داشت.

اگر دیگر کشورهای خاورمیانه به سوی ساخت نیروگاه های هسته ای حرکت کنند، روند ساخت و ساز سریع تر آنان بازده اقتصادی بهتری برایشان خواهد داشت. به ادعای دست اندرکاران صنعت هسته ای، راکتورهای پیشرفته هسته ای همانند AP-600 و AP-1000 محصول شرکت وستینگهاوس (Westinghouse) می توانند طی کمتر از سه سال ساخته شوند. (160) راکتورهای هسته ای پیشرفته بزرگتر همانند ABWR-1300، که طی یک تلاش مشترک بین شرکت های Hitachi و Toshiba تولید شده اند، می توانند تقریباً در مدت چهار سال ساخته شوند. (161) حتی با در نظر گرفتن دیرکدهای پیش عملیاتی و مربوط به هماهنگی، که مدت متوسط آن بین مراحل اولیه ساخت نیروگاه هسته ای و شروع عملیات تا ده سال تخمین زده می شود، با سابقه 38 ساله ایران برای ساخت نیروگاه بوشهر به سختی قابل انطباق است. (162)

تصور یک خاورمیانه هسته ای می تواند بیش از یک سراب نباشد، اما، بی شک فعالیت های اتمی ایران تقاضا برای انرژی هسته ای را در منطقه افزایش داده است. (163) واقعیت این است که بعد از یک سفر 56 ساله، ایران هم اکنون برخوردار از یک زیرساخت هسته ای بومی می باشد که همین آن را از دیگر کشورهای منطقه متمایز می سازد. با این حال، نیروگاه های هسته ای ایران از نظر پیشرفته بودن، رقابت تجاری، ایمنی، و در مقیاس زمان و میزان سرمایه گذاری به گرد کشورهای همسایه نمی رسند.

هشدارهای ناشنیده

پس از گذشت ربع قرن از بدترین فاجعه هسته ای جهان در چرنوبیل، و وقوع حادثه هسته ای در نیروگاه هسته ای فوکوشیما دایچی ژاپن دوباره بحث هایی درباره خردمندانانه بودن استفاده از انرژی هسته ای و آسیب پذیری بیش از 430 نیروگاه هسته ای فعال در جهان صورت گرفت. (164) شدت فاجعه در ژاپن کشورهایی مانند آلمان و سوئیس را به تصمیمگیری درمورد تعطیلی تمام راکتورهای هسته ای خود ظرف ده سال واداشت. (165) بنابراین، افزایش نگرانی ها می تواند موجب خاتمه فعالیت حدود 30 نیروگاه هسته ای آسیب پذیر در سطح جهان، که عمدتاً در مناطق زلزله خیز یا مرزی واقع شده اند، گردد. (166)

به هر حال این مسئله یک تابوی سیاسی برای حکومت ایران باقی مانده است. با این وجود، یک پدیده جدید در گستره اجتماعی ایران آشکار شده است. شمار فزاینده ای از ایرانیان در نامه های سرگشاده، مصاحبه های رسانه ای، و تارنماها (وبلاگ ها) به بحث و انتقاد در این باره پرداخته اند که برنامه هسته ای حکومت درحقیقت امنیت و رفاه اقتصادی شهروندانش را در معرض خطر، و نه ارتقا، قرار می دهد. (167)

در پی فاجعه فوکوشیما، رئیس جمهور محمود احمدی نژاد، که زمانی برنامه هسته ای ایران را به "یک قطار بدون ترمز" تشبیه کرده بود، (168) در پاسخ به نگرانی های مربوط به ایمنی تنها راکتور هسته ای کشور در بوشهر اعلام کرد که "تمام قواعد و مقررات ایمنی و بالاترین استانداردها در مورد این نیروگاه هسته ای به اجرا درآمده است." (169) احمدی نژاد با مقصر دانستن "فن آوری قدیمی" ژاپن اظهار نظر کرد که یک زلزله بزرگ مشابه "هیچ مشکل جدی" برای ایران ایجاد نمی کند. (170) با این حال، دلایل زیادی جهت نگرانی جدی درباره نیروگاه هسته ای بوشهر وجود دارد. این خطرات باید نه مورد بزرگنمایی و نه مورد غفلت قرار گیرند.

نیروگاه بوشهر در ایران یک راکتور ترکیبی آلمانی - روسی است که همانند یک ظرف آزمایشگاهی، شامل ملغمه ای از تجهیزات و فن آوری قدیمی می باشد. خصوصیات منحصر به فرد این راکتور بدین صورت است که ایران نمی تواند از تجربیات مربوط به ایمنی دیگر کشورها استفاده نماید. حتی پیش از اینکه این راکتور عملیاتی گردد مشکلات ناشی از این وضعیت آشکار شدند. طی اجرای مراحل آزمایشی در فوریه 2011، پمپ های سردکننده اضطراری تمام چهار راکتور هسته ای خسارت دیده، و تراشه های ریز فلزی وارد آب سردکن شدند. (171) این پمپ ها آلمانی و متعلق به دهه 70 میلادی بودند. مهندسان روس ایران را وادار کردند تا 163 مجموعه سوخت اورانیوم غنی شده در سطح پایین واقع در مرکز راکتور را پیاده کرده، تا از وقوع خسارت به آنان جلوگیری کنند، و پاکسازی کاملی را انجام دادند، که این منجر به تأخیر بیشتر در راه اندازی معوقه شد. دوباره، در اکتبر 2012 راکتور خاموش شد و پس از پیداشدن پیچ های سرگردان در زیر ظرف های سوخت، میله های سوخت پیاده شدند. (172)

بدشگون تر اینکه، بوشهر در محل تلاقی سه گسل زلزله خیز واقع شده است. (173) به گفته سازنده روسی راکتور، مدلی که بعنوان مینای راکتور بوشهر مورد استفاده قرار گرفته، به گونه ای طراحی شده است که در زمان فعالیت در برابر زلزله ای با شدت 7 در مقیاس MSK-64 (معادل 6 ریشتر) و هنگام خاموشی صحیح در برابر زلزله ای با شدت 8 در مقیاس MSK-64 (معادل 6.7 ریشتر) قادر به مقاومت می باشد. (174)

در ایران خیلی از مواقع زلزله هایی رخ می دهند که شدت آنها بیش از 6 درجه ریشتر ثبت می شود. (175) بررسی های زلزله شناسی در مورد محل بوشهر در دهه 70 میلادی زمانی انجام شد که فن آوری هنوز به درستی قابلیت ردیابی رانندگی های کور (شکست هایی در قشر زمین بدون قابلیت مشاهده در سطح) و گنبدیهای نمکی (رسوبات نمکی زیرزمینی به صورت انبوه) در طول خط ساحلی خلیج فارس را نداشت. (176) کاستی داده های تاریخی و قابل استفاده، ارزیابی مخاطرات زلزله و درک سازوکار گسل ها در منطقه بوشهر را بی نهایت مشکل می سازد. تنها نیروگاه هسته ای ایران در معرض خطر یک سونامی شبیه آنچه که برق و سیستم خنک کننده اضطراری فوکوشیما را از کار انداخت قرار ندارد. (177) اما، به نظر می رسد درمورد هشدارهای مکرر درباره تهدید زلزله برای نیروگاه هسته ای بوشهر گوش شنوایی وجود ندارد.

هر حادثه هسته ای در بوشهر پی آمدهای منطقه ای خواهد داشت. با توجه به اینکه باد غالب در بوشهر به سمت جنوب و جنوب غربی می باشد، انتشار مواد رادیواکتیو برای دیگر کشورهای حاشیه خلیج فارس تهدید جدی محسوب می شود. بوشهر از بُعد مسافت به پایتخت کشور های کویت، امارات عربی متحده، قطر، عمان، بحرین، و استان های نفت خیز شرقی عربستان سعودی نزدیک تر است تا تهران. (178) هزینه پاکسازی، مراقبت پزشکی، اتلاف انرژی، و جابجایی جمعیت ممکن است بالغ بر صدها میلیارد دلار در طول دهه

های متوالی شود، و پخش مواد با شکافت هسته ای دارای رادیواکتیو بالا برای سلامتی انسان و محیط زیست بسیار زیانبار می باشند. (179) عناصر رادیواکتیوی همانند آیودین-131، سزیوم-137، استرنیوم-90، پلوتونیوم-239 با نیمه عمر فیزیکی از چند روز تا صدها سال به غده تیروئید، ریه ها، مغز استخوان، و دیگر اندام حیاتی بدن آسیب می رسانند. (180) این نگرانی وجود دارد که ایران بعنوان یک کشور غیر عضو میثاق وین مربوط به مسئولیت مدنی ناشی از خسارات هسته ای، در صورت بروز حادثه ای در برنامه هسته ای خود و وقوع یک مصیبت منطقه ای، از زیر بار مسئولیت شانه خالی کند. (181)

راکتور بوشهر تنها منبع نگرانی های مربوط به ایمنی هسته ای در ایران نیست. پس از گذشت چهل و شش سال، راکتور تحقیقاتی تهران بیش از سی و پنج تا چهل سال عمر مفیدش دوام آورده است. چندین حادثه تاکنون در این راکتور رخ داده است. بنا به گزارش ها، در سال های 2001 و 2003 میله های کنترل در راکتور گیر کرده، و ایران برای حل این مشکل از آژانس بین المللی انرژی اتمی تقاضای کمک نموده بود. (182)

ایران برنامه ساخت دو راکتور تکمیلی را در دست دارد: یک راکتور تحقیقاتی 40 مگاواتی در حال ساخت در اراک، در 260 کیلومتری جنوب غربی تهران، و یک راکتور قدرت 360 مگاواتی در دارخوین، نزدیک مرز عراق. اما، عدم تجربه در ساخت راکتورهای هسته ای، و تحریم های بین المللی در حال اجرا، استانداردهای ایمنی که این راکتورها از آن برخوردار خواهند بود را مورد شک قرار می دهد.

اگرچه تاسیسات غنی سازی و فرآوری سوخت طبیعتاً مطمئن تر می باشند، اما بدون خطر هم نیستند، و نزدیکی این تاسیسات به مناطق شهری نیز هشداردهنده می باشد. هزاران نفر از مردم در روستاهای هلیله و بندرگاه، در 18 کیلومتری جنوب بوشهر زندگی می کنند. (183) تاسیسات تبدیل اورانیوم در اصفهان تنها 15 کیلومتر با مرکز شهر با جمعیتی بالغ بر 2 میلیون نفر فاصله دارند. (184)

سابقه ضعیف ایران در توانایی پیشگیری و مدیریت بحران از دیگر موارد نگرانی است. میزان تخریب، تعداد مصدومان، و رقم تلفات ناشی از بلایای طبیعی ایران بطور غیرعادی بالا می باشد. در سال 1990، زلزله ای به بزرگی 7.4 (در مقیاس ریشتر) شهر شمالی رودبار را در هم کوبید، که منجر به 40,000 نفر کشته، 60,000 نفر مجروح، و 500,000 نفر آواره گردید. (185) زیان اقتصادی ناشی از این زلزله 7.2 میلیارد دلار برآورد شد که معادل 7 درصد تولید ناخالص ملی کشور در آن سال بود. (186) در دسامبر سال 2003، هنگامیکه زلزله 6.6 ریشتری شهر بم در جنوب شرقی کشور را لرزاند، بیش از 26,000 ایرانی تلف شده، حدود 30,000 نفر مجروح گشته، و 100,000 نفر آواره شدند، و 85 درصد ساختمان ها و زیرساخت های شهر منهدم شدند. (187) در مقابل، زلزله 6.5 ریشتری که فقط چند روز جلوتر سان سیمون در کالیفرنیا را لرزاند موجب مرگ تنها سه نفر و تخریب 40 ساختمان گشت. (188)

دولت ایران در پاسخگویی به پرسش هایی اساسی درباره آمادگی اش برای یک وضعیت اضطراری هسته ای، شامل تمرین تخلیه ساکنان بوشهر، سهل انگاری کرده است. این مشکل ناشی از این واقعیت است که برخلاف بسیاری از کشورهای هسته ای، مرجع تنظیم کننده مقررات هسته ای ایران یک نهاد مستقل نیست. در غیاب فعالیت های آگاه سازی عمومی و یک فرهنگ فراگیر ایمنی، وجود یک مرجع تنظیم کننده مقتدر و مستقل برای اولویت بندی مسایل ایمنی و امنیتی نسبت به سایر منافع، حیاتی می باشد. (189) آژانس بین المللی انرژی اتمی دولت ایران را تشویق کرده تا برای نهاد تنظیم کننده مقررات داخلی خود، اختیارات و منابع لازم جهت تحقق بخشیدن وظایفش بصورت مستقلانه را فراهم سازد. تا به امروز، هیچ مدرکی گواه بر اینکه ایران توصیه آژانس و سایر پیشنهادها مانند افزایش تعداد و سطح کارشناسی اعضای نهاد فنی را مورد توجه قرار داده، در دست نمی باشد. (190)

تامین امنیت از دیگر مخاطرات برنامه هسته ای ایران می باشد. ایران از لحاظ تامین امنیت مواد و ذخایر هسته ای خود در بین بدترین کشورها (رتبه 30 در بین 32 کشور مورد بررسی قرار گرفته) رده بندی می شود. (191) حکومت ناتوانی خود را در حفاظت از تاسیسات، و حراست از دانشمندان هسته ای نشان داده است. چندین دانشمند هسته ای ایران بطور مرموزی ترور شده اند. (192) در سال 2010، ویروس یارانه ای / استاکسنت (Stuxnet) موجب نقص فنی سانتریفوژهای گازی در تاسیسات نطنز، و آلودگی سیستم های کنترل راکتور بوشهر گردید. (193) ویروس استاکسنت حدود 20 درصد سانتریفوژهای نطنز را تخریب و بطور موقت بیشتر فعالیت های هسته ای را با یک وقفه مواجه کرد. (194) آلودگی در نیروگاه بوشهر حتی مقامات هسته ای معمولاً بی ملاحظه روس را وادار به اعلام خطر کرد. (195) ویروس های بیشتری، مانند استاراس (Stars) و فلیم (Flame)، متعاقباً ظاهر شدند. (196) چنین سابقه ای نگرانی ها را درباره توانایی حکومت ایران در بازداشتن بازیگران غیردولتی و تروریست ها از بدست آوردن مواد هسته ای حساس تشدید کرد.

اما در نتیجه سیاست زدگی برنامه هسته ای ایران، نگرانی های مربوط به ایمنی و امنیت مسائل فرعی شده اند. حرکت رهبری سیاسی ایران به سمت بی اثر جلوه دادن تحریم های بین المللی بوده، و عراق درخصوص توانایی فنی خود تبعاتی، همانند افتتاح پیش از موعد راکتور بوشهر در 21 اگوست 2010، دارد. رسانه های تحت کنترل حکومت ایران نیروگاه را " نه تنها یک نیروگاه هسته ای بلکه نماد مقاومت ملی در برابر قدرت های جهانی" معرفی کرده اند. (197) اما افتتاح رسمی راکتور بدلیل مشکلات بیشمار مراحل آزمایشی به تاخیر افتاده بود. (198)

پافشاری ایران بر اینکه ایرانیان باید تاسیسات خود را هرچه زودتر مدیریت کنند به نظر امری سیاسی می آید. کارشناسان فنی روس راکتور بوشهر را پس از راه اندازی رسمی برای دو سال نخست اداره کرده و سپس کنترل آن را به ایرانیان واگذار می کنند. (199) با توجه به اینکه بیشتر حوادث هسته ای در گوشه و کنار جهان به سبب خطای انسانی و یا تشدید شده به واسطه آن می باشند، این واگذاری احتمال وقوع یک فاجعه انسانی را افزایش می دهد. آنچه که وضعیت را وخیم تر می کند، تحریم های بین المللی است که ایران را از کمک های هسته ای آژانس بین المللی انرژی اتمی محروم کرده، و دانشمندان ایرانی را از مشارکت در کارگاه های آموزشی آژانس درباره ایمنی بازمی دارد. (200)

سرپیچی ایران از پیوستن به میثاق های بین المللی که تعیین کننده قواعد ایمنی و امنیتی در زمینه فن آوری هسته ای می باشند نیز نگران کننده است. ایران هنوز به میثاق مربوط به ایمنی هسته ای و میثاق مشترک ایمنی مدیریت سوخت مصرف شده و ایمنی مدیریت ضایعات رادیواکتیو ملحق نشده است. (201) این میثاق ها با تاسیس یک ساز و کار نظارت متقابل، معیارهای بین المللی برای محل یابی، طراحی، ساخت، و عملکرد راکتورها و همچنین ارزیابی ایمنی را تعیین می کنند. طرفین میثاق ملزم هستند گزارش پیشرفت کار برای "ارزیابی توسط همتای خود" (Peer review) را ارائه کنند. تهران مباحثات فعلی خود با آژانس بین المللی انرژی اتمی را با تصویب این میثاق ها تلفیق کرده است.

با عملیاتی شدن بوشهر، تاکنون ایران تنها کشور هسته ای است که میثاق مربوط به ایمنی هسته ای را امضاء نکرده است. (202) ایران میثاق مربوط به هشدار اولیه درمورد حادثه هسته ای و میثاق مربوط به مساعدت در مورد حادثه هسته ای را تصویب کرده است، (203) اما این کشور عضو هیچکدام از میثاق های بین المللی امنیت هسته ای، مانند میثاق حفاظت فیزیکی از مواد هسته ای و میثاق جلوگیری از تروریسم هسته ای نمی باشد. (204)

اگرچه گاهی اوقات سیاست می تواند مسائل ایمنی را تحت الشعاع قرار دهد، اما هر حادثه ای می تواند تبعات سیاسی قابل توجهی داشته باشد. یک ربع قرن پیش، فاجعه هسته ای چرنوبیل منجر به یک حادثه سیاسی مهم همراه با پس لرزه هایی شد که سقوط اتحاد جماهیر شوروی را تسریع کرد. تلاش ها برای جلوگیری از انتشار مواد رادیواکتیو و پاکسازی مناطق آلوده دورافتاده 500,000 کارگر را درگیر و 18 میلیارد دلار هزینه برداشت. امپراتوری اتحاد جماهیر شوروی هیچ گاه نتوانست از این شوک بیرون بیاید. (205)

نتایج و پیامدها برای سیاست گذاری

زمینه سیاسی (2009 تا زمان حال)

امیدها برای حل مسالمت آمیز بحران هسته ای ایران با پیروزی انتخاباتی رئیس جمهور باراک اوباما در سال 2008، و تعهد وی به اتخاذ سیاست تعامل با ایران افزایش یافت. در واقع، بیش از هر رئیس جمهوری از زمان انقلاب ایران، اوباما تلاش کرد که لحن و چارچوب روابط ایران-آمریکا را تغییر دهد. با توجه به تاثیر ایران بر چالش های کلیدی سیاست خارجی آمریکا - از جمله افغانستان، عراق، صلح اعراب و اسرائیل، تروریسم، امنیت انرژی، و از همه اضطراری تر، گسترش سلاح های هسته ای - اوباما ظاهراً به این نتیجه رسید که انزوای ایران دیگر یک گزینه نبوده، بمباران ایران احتمالاً موجب وخیم تر شدن اوضاع می شود، و وارد بازی کردن ایران بردی برای دو طرف خواهد بود. یک تلاش موفقیت آمیز می تواند به تنش زدایی (چنانچه منجر به ایجاد روابط دوستانه نشود) کمک کرده، درحالیکه یک تلاش ناموفق موجب تقویت عزم بین المللی می گردد.

اوباما برای شروع در نطق افتتاحیه خود در ژانویه 2009، با اشاره ضمنی به ایران، اعلام کرد "اگر شما مایل به باز کردن گره از مشت خود باشید دست دوستی به سوی شما دراز می شود." دو ماه بعد، به مناسبت سال نو ایرانی، نوروز، اوباما طی یک نوار ویدیویی ضبط شده به مردم ایران و رهبران "جمهوری اسلامی ایران" - یک پذیرش ظریف اما بی سابقه نظام سیاسی ایران - تبریک گفت. (206) اما برجسته تر از پیشنهادها علنی رئیس جمهور اوباما به تهران، دو نامه خصوصی وی به آیت الله خامنه ای می باشند که در خلال آن علاقه مندی ایالات متحده به فرآیند اعتمادسازی برای هموار کردن راه سازش بیان شده است. با این وجود، رهبر ایران به جای تلاش برای باز کردن افق های جدید همکاری به یادآوری - هم در ملا عام و هم در پاسخ های کتبی خود - رفتارهای ناپسند آمریکا در گذشته پافشاری ورزید. (207)

هنگامیکه ایران پس از انتخاب مشاجره برانگیز دوباره محمود احمدی نژاد در ژوئن 2009 - بزرگترین اعتراضات سیاسی ایران از زمان انقلاب 1979 - دچار آشفتگی شد، امکان دست یابی به یک راه حل براساس مذاکره به کمترین حد رسید. با این وجود، دستگاه اجرایی اوباما بطورجدی دستیابی به یک راه حل براساس مذاکره را دنبال کرد. در دیدار بین ایران و گروه 1+5 (5 عضو دائم شورای امنیت سازمان ملل متحد و آلمان) در ژنو در اکتبر 2009، مذاکره کنندگان ایرانی و آمریکایی برای نخستین بار گفتگوهای دوجانبه ای داشتند. (208) بطور اصولی، ایران موافقت کرد که 80 درصد از ذخایر اورانیوم غنی شده در سطح پایین خود را با میله های سوخت برای راکتور تحقیقاتی تهران مبادله کند. اما طی چند روز، مخالفت های داخلی در ایران معامله را برهم زد. (209) کوشش های چند هفته بعد روسیه در وین برای نجات این توافق نیز بی ثمر ماند.

یاردیگر، هنگامیکه در سپتامبر 2009 ایران وجود تاسیسات غنی سازی سری در فوردو، تاسیساتی در عمق کوه های اطراف قم، را فاش نمود، بحران هسته ای اوج گرفت. کمی پیش از این اعلام، رئیس جمهور اوباما، نخست وزیر انگلیس گوردون براون، و رئیس جمهور فرانسه نیکولا سرکوزی وجود آن را طی یک کنفرانس خبری اعلام کردند. (210)

با کمرنگ شدن امیدها برای رسیدن به یک سازش از راه مذاکره، تهدید آمریکا و اسرائیل به حمله نظامی به تاسیسات هسته ای ایران جدی تر شد. در فوریه 2010، ایران غنی سازی اورانیوم با خلوص 20 درصد را آغاز کرد. در می 2010، شش ماه پس از شکست اولین توافقنامه مبادله، برزیل و ترکیه تلاش نمودند تا این معامله را در قالب به اصطلاح "اعلامیه تهران" که ایران آن را امضاء کرده بود، دوباره احیا کنند. با توجه به اینکه ایران ذخیره اورانیوم غنی شده در سطح پایین خود را طی زمان سپری شده دو برابر کرده بود، گروه 1+5 آن توافق را به دلیل نامطلوب بودن شرایط رد کردند. (211)

چند هفته بعد، سختگیرانه ترین تحریم های سازمان ملل متحد طی قطعنامه 1929 بر علیه ایران اعمال شدند. (212) در حالیکه روسیه و چین، و همچنین تعدادی از کشورهای اروپایی، در دوره جورج بوش تحریم های سنگین تر بر علیه ایران را خنثی کرده بودند، رفته رفته به این نتیجه رسیدند که عدم تمایل از طرف ایران (و نه آمریکا) به همکاری، بزرگترین مانع بوده، و نپذیرفتن تحریم ها ممکن است احتمال حمله نظامی ایالات متحده و یا اسرائیل را افزایش دهد. از این رو، حمایت بین المللی از تلاش های دستگاه اجرایی اوباما برای ایجاد یک سازوکار تحریمی که وسعت و عمق آن فراتر از همه انتظارات است، افزایش یافت. با ترغیب کنگره ناشکیبا، دستگاه اجرایی اوباما پس از گذشت یک دهه، جامع ترین تحریم ها را علیه ایران وضع کرد. (213) اتحادیه اروپا این امر را با اقدامات محدودکننده سخت تری دنبال کرد. (214)

دو دور دیگر مذاکرات بین ایران و گروه 1+5 در ژنو و استانبول به ترتیب در دسامبر 2010 و ژانویه 2011، با شکست پایان یافتند. مذاکره کننده ارشد ایران، سعید جلیلی، رفع همه تحریم ها و شناسایی حق ایران در غنی سازی را بعنوان پیش شرط مذاکرات بیان کرد، که این امر برای غرب یک پیشنهاد نامناسب بود. 15 ماه سکون دیپلماتیک - با مشخصه هایی چون ترورهای مرموز، تحریم ها، کارشکنی ها، و قدرت نمایی نظامی - پشت سر گذاشته شد. (215)

سال 2011 با منفی ترین گزارش آژانس بین المللی انرژی اتمی در خصوص ابعاد نظامی احتمالی برنامه هسته ای ایران به پایان رسید. در ضمیمه ای 14 صفحه ای، آژانس بین المللی انرژی اتمی جزئیات اتهاماتی را مبنی بر اینکه تهران فن آوری های حساس برای بهسازی کلاهک های هسته ای را پیش از سال 2003 آزمایش کرده است ارائه داد، و همچنین هشدار داد برخی از این فعالیت ها ممکن است همچنان ادامه داشته باشند. (216) گزارش راه را برای تحریم های سخت تر هموار کرده، کانادا و انگلستان مرادات خود را با بانک مرکزی ایران قطع کردند، حرکتی که با محدودیت های واشنگتن بر صادرات نفت ایران دنبال گردید. (217)

آهنگ فشار با قدرت کامل در سال 2012 ادامه پیدا کرد. در ژانویه همان سال، اتحادیه اروپا تحریم تدریجی نفت ایران را اعمال کرد، که طی آن هرگونه واردات نفت ایران از جولای 2012 متوقف می‌گردید. در یک حرکت متقابل، ایران تولید ماهیانه غنی سازی 20 درصدی اورانیوم خود را سه برابر کرد. به همین ترتیب، در فوریه، زیر فشار کشورهای غربی، سوئیفت (SWIFT) – مهمترین سیستم تهاوری مالی – با اخراج ایران از شبکه خود موافقت کرد. (218) در پاسخ، ایران از چندین "دستاوردها" هسته ای، شامل اتصال راکتور هسته ای بوشهر به شبکه ملی، بارگذاری راکتور تحقیقاتی تهران با میله های سوخت هسته ای ساخت داخل، و پرده برداری از نسل جدید یک سانتریفوژ راه اندازی شده در نطنز خبر داد. (219)

درحالیکه دو طرف توافق کردند که در بهار 2012 گفتگوها را از سرگیرند، دور جدیدی از دیپلماسی هسته ای در فضای بدگمانی و سوء تفاهم بین ایران و غرب آغاز شد. با شروع مذاکرات، دو طرف مطمئن بودند که خود در گفتگوها دست بالا را دارند. در وضعیتی متقابل، هر طرف علاقه مجدد طرف دیگر در ادامه دیپلماسی را نشانه ضعف و کوشش برای جلوگیری از تنش بیشتر طی زمان درحال گذر می‌دید. (220) نخستین جلسه در استانبول در آوریل 2012 متمرکز بر مسائل پیش و پا افتاده بود. دور بعدی، در بغداد در ماه می، پیشنهادهای دو طرف – عمدتاً متشکل از شروعی هشداردهنده مبتنی بر تقاضاهای زیاد خواهانه – بطور رسمی مبادله شدند. (221) به غیر از تصمیم گیری در مورد ملاقات دوباره در سطح کارشناسان فنی، هیچ توافق دیگری حاصل نشد. (222) دو مورد از این جلسات در سطح پایین تشکیل گردید که متعاقباً با توفقی هشت ماهه مواجه گردید. مذاکرات در فوریه 2013 در قزاقستان از سرگرفته شد.

راه پیش رو

برنامه هسته ای در ایران ریشه های عمیقی دارد. این برنامه نمی‌تواند مختومه شود و یا با بمباران از بین رود، چرا که با غرور بسیار زیادی گره خورده و هزینه های زیادی صرف آن شده است. با توجه به دانش و تخصص بومی کشور، تنها راه حل بلند مدت برای اطمینان از صلح آمیز باقی ماندن برنامه هسته ای ایران، یافتن یک راه حل دیپلماتیک قابل قبول مشترک می‌باشد.

خطوط کلی چنین توافقی بطور فزاینده در حال آشکار شدن است. هر توافقی می‌بایست شامل تعهدات ایران نسبت به عدم انجام آزمایش های خاص، واردات، و دیگر فعالیت هایی ضروری برای ساخت سلاح هسته ای و نامشروع برای یک برنامه هسته ای صلح آمیز باشد. آژانس بین المللی انرژی اتمی پیش از این برخی از معیارهای مربوط به ساخت سلاح هسته ای را مشخص کرده، و سایر موارد می‌تواند در آینده تبیین شوند. از تهران خواسته خواهد شد فتوای مکرر رهبر کشور مبنی بر اینکه ایران بدنبال سلاح های هسته ای نمی‌باشد را عملی کند. (223)

حصول توافق مشترک در رابطه با تعیین جزئیات و تبیین مرز میان برنامه هسته ای ایران و یک برنامه نظامی هسته ای می‌تواند ضریب اطمینان قابل قبولی باشد برای ایران مبنی بر ادامه غنی سازی اورانیوم در سطح راکتورهای قدرت (زیر 5 درصد). بعلاوه برای حفظ وجهه داخلی، ادامه غنی سازی به رهبران ایران این قدرت را می‌دهد که ایالات متحده را از نقض تعهدات خود باز دارند. ایران این گزینه را خواهد داشت که غنی سازی را بعنوان یک پاسخ متقابل به کوتاهی ایالات متحده یا دیگر کشورها در حفظ تعهدات خود در هر معامله ای، تشدید کند. چنین معامله ای همچنین ایالات متحده و اتحادیه اروپا را ملزم می‌کند که تحریم های تنبیهی، از جمله تحریم ها علیه بانک مرکزی ایران و فروش نفت را کاهش دهند.

مطمئناً، بسیاری از اعضای کنگره ایالات متحده همچنان تقاضا خواهند کرد که ایران هیچگونه توانایی تولید سلاح های هسته ای نداشته باشد. با وجود مبهم بودن این امر، به نظر می‌رسد منظور از چنین موضعی توقف هر گونه غنی سازی اورانیوم می‌باشد. گرچه این امری است مطلوب، اما از نقطه نظر عدم گسترش سلاح های هسته ای ضروری نیست. برنامه غنی سازی ایران از نظر اندازه و وسعت، محدود بوده و در نتیجه توسط پادمان های الحاقی آژانس بین المللی انرژی اتمی قابل نظارت می‌باشد. مهمتر اینکه، تقریباً امکان ندارد ایران از آنچه خود و بسیاری از کشورهای درحال توسعه به عنوان یک حق تلقی می‌کنند – حق غنی سازی – دست بکشد. بعلاوه، تاریخ ثابت کرده است که معاملات ناعادلانه منجر به عهدشکنی می‌شوند.

با گذشت سال‌ها روشن شده است که برنامه هسته‌ای ایران دارای ابعاد متعددی است. در عین حال، از زمان آغاز بن بست هسته‌ای ایران، نگرانی‌های مربوط به تکثیر سلاح‌های هسته‌ای، ابعاد دیگر برنامه را بطور قابل درکی تحت الشعاع قرار داده‌اند. بحث درباره زوایای هزینه - فایده سیاست هسته‌ای ایران، ایمنی و امنیت تاسیسات هسته‌ای و همچنین گزینه‌های انرژی جایگزین، مباحثات را گسترش و گزینه‌های بیشتری برای دیپلماسی ایجاد می‌کند. از آنجایی که این موضوعات کمتر بار سیاسی دارند، به دو طرف مذاکره کننده و مردم کشورشان اجازه می‌دهد مسائل را کمتر ایدئولوژیک و عاطفی تلقی کنند.

طی مذاکرات اخیر بین ایران و گروه 5+1، تلاش‌های مقدماتی در ارائه پیشنهاد همکاری‌های ایمنی هسته‌ای بعنوان یک مشوق به تهران انجام گرفت. (224) چنین رویکردهایی احتمال‌هایی از بازی برد-باخت و تبدیل آن به بازی برد-برد را افزایش می‌دهد. (225) با این وجود، می‌بایست حوزه‌های بالقوه همکاری به روشنی مشخص، مشوق‌های واقعی در جواب امتیازات قابل تایید ایران پیشنهاد گردد. ضروری است ابتکار عمل مربوط به همکاری‌های ایمنی و امنیتی با جدیت بیشتر دنبال، یک قاعده معین بکار گرفته و روشن تر هم بیان شوند. یک حوزه بالقوه دیگر برای اثبات این موضوع، در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. پیشنهاد مساعدت در این حوزه باعث تضعیف گفتمان "محروم کردن از فن آوری پیشرفته" شده، سابقه مثبتی برای دیگر کشورهای در حال توسعه مشتاق برای انرژی هسته‌ای ایجاد کرده، و به دو طرف اجازه اتخاذ یک راه خروج با حفظ وجهه را می‌دهد. (226)

. در غیاب یک سازوکار نظرخواهی معتبر، محال است دقیقاً مشخص شود چند درصد از ایرانیان حامی برنامه هسته‌ای کشور باقی مانده - که الزاماً مشابه سیاست هسته‌ای فعلی حکومت نمی‌باشد. انتقاد عمومی از برنامه هسته‌ای ایران رو به خاموشی نهاده، چرا که روزنامه‌ها ناچار هستند که در این رابطه سکوت اختیار کنند. دولت‌های غربی هم تا حد زیادی از افکار عمومی ایران غافل شده‌اند. در نتیجه، علی‌رغم اینکه مردم ایران صاحبان اصلی برنامه هسته‌ای هستند، به حاشیه رانده شده، و منافع و آرزوهایشان نقشی ثانویه در محاسبات مربوط به برنامه هسته‌ای بازی می‌کنند.

از یک طرف، رهبری ایران با تاکید بیش از حد بر احساسات وطن پرستانه در رابطه با آرمان‌های هسته‌ای، هرگونه عقب نشینی هسته‌ای را بعنوان تسلیم بلاشرط، و حتی یک خودکشی سیاسی تلقی کرده است. از طرف دیگر، تمرکز شدید بر اعمال زور و تهدید نظامی، دست سیاست‌گذاران غربی را در اتخاذ راهکارهای کارگشا بسته است. روایت حکومت ایران از "ملی‌گرایی منفی"، غرب را بعنوان قدرتی امپریالیستی خواهان جلوگیری از موفقیت ایران و محروم کردن این کشور از فن آوری هسته‌ای پیشرفته، ترسیم می‌کند. (227) در حالیکه مقامات غربی مکرراً از "تحریم‌های فلج کننده" صحبت می‌کنند، به ندرت ایرانیان را با مطلع کردن از هزینه‌های واقعی سیاست‌های هسته‌ای کشورشان و منافع بیشمار و بالقوه یک رویکرد صلح آمیز تحت تاثیر قرار می‌دهند.

آنچه باید برای مردم ایران مشخص شود این است که دستاورد یک سازش هسته‌ای، به غیر از کاهش تحریم‌ها و خطر جنگ، برای ایرانیان چه خواهد بود؟ رویکرد صلح آمیز ایران چگونه می‌تواند موجب بهبود اقتصاد و پیشرفت توانایی فنی کشور - از جمله انرژی هسته‌ای - گردد؟ پاسخ به این پرسش‌ها می‌تواند باعث رویکرد منطقی‌تر نسبت به مساله هسته‌ای در داخل کشور شود و دست مقامات ایرانی را برای یک سازش هسته‌ای آبرومندانه باز تر کند.

جدول زمانی

نیروگاه هسته ای بوشهر

	<ul style="list-style-type: none"> • 1974 شرکت گرفت ورک یونیون آلمان غربی با ساخت نیروگاه قدرت هسته ای بوشهر موافقت کرد • 1975 کار ساخت نیروگاه آغاز گردید • 1976 قرارداد رسمی امضاء شد • 1978 راکتور نخست 85 درصد و راکتور دوم 50 درصد کامل گردیدند • 1979 کار متوقف شد 	<ul style="list-style-type: none"> • 1982 اتاق بین المللی بازرگانی شرکت های آلمانی را ملزم به تحویل حدود 80,000 قطعه از تجهیزات نیروگاه بوشهر کرد • 1984 آلمانی ها امکان سنجی برای آغاز دوباره کار را انجام دادند • 1985 عراق به نیروگاه حمله کرد • 1985 نیروگاه بوشهر دوبار مورد حمله هوایی عراق قرار گرفت • 1986 عبدالفادر خان، پدر برنامه هسته ای پاکستان، از بوشهر بازدید کرد • 1986 عراق به نیروگاه بوشهر حمله کرد • 1987 نیروگاه بوشهر دوبار توسط عراق مورد حمله قرار گرفت • 1988 آخرین حمله عراق به نیروگاه بوشهر پیش از آتش بس انجام گرفت • 1989 رئیس جمهور اکبر هاشمی رفسنجانی با همتای روس خود در مورد همکاری هسته ای گفتگو کرد
	<p>سال های 1970 تا 1979</p>	<p>سال های 1980 تا 1989</p>

<ul style="list-style-type: none"> • 1992 ایران و روسیه یک توافقنامه همکاری هسته ای امضاء کردند • 1994 کارشناسان روس برای نخستین بار از نیروگاه بوشهر بازدید کردند • 1995 کار دوباره آغاز گردید • 1998 اوکراین از فروش 2 توربین برای استفاده در نیروگاه بوشهر چشم پوشی کرد روسیه محرومیت مقاطعه کاران فرعی ایرانی در کار را طی یک ضمیمه به توافقنامه اصلی اضافه کرد • 1999 ایران مجموعه نهایی طرح ها و مشخصات روسیه را برای نیروگاه بوشهر پذیرفت 	<ul style="list-style-type: none"> • 2002 کار سوار کردن تجهیزات سنگین نیروگاه آغاز گردید • 2005 ایران موافقت کرد که همه میله های سوخت مصرف شده را به روسیه بازگرداند • 2007 به علت کمبود منابع مالی ساخت و ساز متوقف گردید پس از حل مسئله مالی، روسیه تحویل سوخت هسته ای به ایران را آغاز کرد 	<ul style="list-style-type: none"> • 2010 ایران بارگذاری نیروگاه را با سوخت آغاز کرد در فوریه 2011، سوخت از بدنه اصلی راکتور به علت آسیب وارده به یکی از 4 پمپ سردکننده اصلی پیاده گردید رایانه های نیروگاه بوشهر با ویروس استاکس نت آلوده گردیدند • 2011 نیروگاه فعال و با حداقل سطح قدرت برای آزمایش های راه اندازی نهایی آغاز به کار کرد • 2012 افتتاح راکتور تا سال 2013 به تعویق افتاد • 2013 آژانس بین المللی انرژی اتمی در ماه فوریه گزارش داد که نیروگاه خاموش شده است
<p style="text-align: center;">سال های 1990 تا 1999</p>	<p style="text-align: center;">سال های 2000 تا 2009</p>	<p style="text-align: center;">سال های 2010 تا اکنون</p>

درباره نگارندگان

علی واعظ گزارش پیش رو را به طور مشترک، در مقام مدیر پروژه ایران در فدراسیون دانشمندان آمریکایی، سمتی که تا مارس 2008 در تصدی وی بود، به رشته نگارش درآورد. وی اکنون تحلیلگر ارشد مسائل ایران در گروه بحران بین الملل می باشد. به عنوان یک دانشمند آموزش دیده ، علی واعظ دارای بیش از 10 سال پیشینه روزنامه نگاری از جمله، خبرنگار خارجی رادیو اروپا آزاد/ رادیو آزادی در سوییس می باشد. وی پیوسته با رسانه های مطرح همکاری داشته، و نوشته هایش در *اینترنشنال هرالد تریبون* ، *لو موند*، *آتلانتیک*، و *فارن پالیسی* منتشر گردیده اند. از سال 2008 تا 2010 علی واعظ دوران پست دکتری را در دانشگاه *هاروارد* سپری کرد، و دکتری خود را از دانشگاه ژنو به دست آورد. او مدرک کارشناسی ارشد را از دانشگاه *جان هاپکینز*، مدرسه مطالعات پیشرو بین الملل کسب نموده است.

کریم سجادیپور عضو ارشد بنیاد *کارنگی* برای صلح بین الملل می باشد. در گذشته، وی به عنوان تحلیلگر، با گروه بحران بین الملل مستقر در تهران و واشنگتن همکاری می کرده است. کریم سجادیپور نگارنده مقاله مطالعه درباره *خامنه ای*: *دیدگاه دنیا درباره قدرتمندترین رهبر ایران* می باشد. سجادیپور پیوسته در *س ان ان*، *بی بی سی* و *ان پی آر* حضور می یابد، و نوشته هایی برای *اکنومیست*، *واشنگتن پست*، *نیویورک تایمز* و *فارن پالیسی* منتشر نموده است. در سال 2007، وی توسط انجمن اقتصاد جهان در *داووس* به عنوان جوان پیشگام جهانی معرفی گردید. کریم سجادیپور دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته روابط بین الملل از مدرسه مطالعات پیشرو بین الملل دانشگاه *جان هاپکینز* می باشد.

بنیاد کارنگی برای صلح بین الملل

بنیاد کارنگی برای صلح بین الملل یک سازمان خصوصی، غیر انتفاعی است که برای پیشبرد همکاری میان ملت ها، و ارتقاء تعهد بین المللی کنشگرایانه توسط ایالات متحد آمریکا گام بر می دارد. این بنیاد در سال 1910 تاسیس گردیده، و فعالیت آن بی طرفانه و در جهت دستیابی به نتایج کاربردی می باشد.

کارنگی پیشگام نخستین اندیشکده جهانی، در شهرهای واشنگتن، مسکو، پکن، بیروت و بروکسل دفتر دارد. هر یک از این پنج دفتر شامل مراکز حاکمیت جهانی، و مکان هایی است که تحولات سیاسی و راهبردهای بین المللی شان در کوتاه مدت، سهم بسزایی در فراهم آوردن فرصت هایی برای صلح بین الملل و رشد اقتصادی دارند.

فدراسیون دانشمندان آمریکایی

در سال 1945 توسط شمار زیادی از دانشمندان سازنده اولین بمب هسته ای بنیان گردید. این نهاد بر این باور است که مسئولیت اخلاقی دانشمندان، مهندسان و دیگر افراد آموزش دیده فنی ایجاب می کند مطمئن شوند که ثمره اندیشه و تلاششان در راه خدمت به انسان ها بکار گرفته می شود. هدف این نهاد جلوگیری از جنگ هسته ای بود. با توجه به این امر که امنیت هسته ای از دغدغه های مهم فدراسیون دانشمندان آمریکایی می باشد، این نهاد دامنه فعالیت خود را به مسائل مورد تلاقی دانش و امنیت گسترش داده است.

- 1 International Atomic Energy Agency, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and Relevant Provisions of Security Council Resolutions in the Islamic Republic of Iran – GOV/2013/6," February 21, 2013, www.iaea.org/Publications/Documents/Board/2013/gov2013-6.pdf.
- 2 Fredrik Dahl, "Defiant Iran Plans to Speed Up Nuclear Fuel Work," Reuters, January 31, 2013.
- 3 Karim Sadjadpour, Ali Vaez, and Fariborz Ghadar, "Will Fukushima Force Iran to Reconsider Nuclear Program?" *Atlantic*, April 1, 2011, www.theatlantic.com/international/archive/2011/04/will-fukushima-force-iran-to-reconsider-nuclear-program/73293.
- 4 Frieda Afary, "Opinion: Iranian Intellectuals Censure Regime's Nuclear Policy," *PBS Frontline*, March 29, 2011, www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/tehranbureau/2011/03/opinion-iranianintellectuals-censure-regimes-nuclear-policy.html.
- 5 U.S. Department of State, "Atoms for Peace Agreement with Iran," *Department of State Bulletin* 36, April 5, 1957.
- 6 David Patrikarakos, *Nuclear Iran: The Birth of an Atomic State* (London: IB Tauris, 2012).
- 7 International Atomic Energy Agency, Information Circular INFCIRC/214, December 13, 1974, www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/infcirc214.pdf.
- 8- اعتماد معاون نخست وزیر ایران نیز بود.
- 9 Jahangir Amuzegar, "Nuclear Iran: Perils and Prospects," *Middle East Policy* 13, no. 2 (2006): 90–112.
- 10- گفتگو تلفنی با دکتر اکبر اعتماد، مدیر پیشین سازمان انرژی اتمی ایران، 31 ژانویه 2011
- 11 Abbas Milani, "The Shah's Atomic Dreams," *Foreign Policy*, December 29, 2010.
- 12 Farah Stockman, "Iran's Nuclear Vision First Glimpsed at MIT," *Boston Globe*, March 12, 2007, www.boston.com/news/education/higher/articles/2007/03/12/irans_nuclear_vision_first_glimpsed_at_mit.
- 13 Iran Statistical Center, "Employees of the Atomic Energy Organization of Iran (1969–1977)."
- 14 U.S. Energy Research and Development Administration, "Iran: Atomic Energy Program," October 1976, 3.
- 15 Telephone interview with Akbar Etemad, January 31, 2011.
- 16 Abbas Milani, *The Shah* (New York: Palgrave Macmillan, 2011).
- 17 William Burr, "A Brief History of U.S.-Iranian Nuclear Negotiations," *Bulletin of the Atomic Scientists*, 65 (2009): 21–34.
- 18 Nazir Ahmad Zakir, *Aryamehr to Ayatollahs* (Karachi: Royal Book Co., 1988), 135.
- 19 Telephone interview with Akbar Etemad, February 5, 2011.
- 20 Société franco-iranienne pour l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse.
- 21 Oliver Meier, "Iran and Foreign Enrichment: A Troubled Model," Arms Control Association, www.armscontrol.org/act/2006_01-02/JANFEB-iranenrich.
- 22 David Albright, Jacqueline Shire, and Paul Brannan, "Is Iran Running Out of Yellowcake?" Institute for Science and International Security, February 11, 2009, www.isisnucleariran.org/assets/pdf/Iran_Yellowcake.pdf.
- 23- فرانسه با فروش دو راکتور هسته ای و آموزش 350 کارشناس فنی موافقت کرد. قرار بر این بود کروزو لووار اس ا (Creusot Loire SA) و شرکت فرعی فراماتوم دیگ های بخار و بدنه اصلی راکتور های هسته ای را به ارزش 800 میلیون دلار، آلتستوم- آتلانتیک (Alstom-Atlantic) ژنراتور هایی را به ارزش 600 میلیون دلار تامین، شرکت اس پی بنینول اس ا (Spei Batignolles SA) تخصص مهندسی را به مبلغ 800 میلیون دلار فراهم، و شرکت کوگما (Cogema) سوخت اورانیوم غنی شده به ارزش 700 دلار تامین نماید.
- 24 Patrikarakos, *Nuclear Iran*.
- 25 Bijan Mossavar-Rahmani, "Iran's Nuclear Power Programme Revisited," *Energy Policy* 8, no. 3 (1980): 189–202, www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301421580900191.
- 26 William Branigin, "Iran Set to Scrap \$34 Billion Worth of Civilian Projects," *Washington Post*, May 30, 1979.
- 27 Ebrahim Hosseinzadeh, "Nuclear Energy and Global Destruction," *Ayandehgan*, April 25, 1979; A. Pouria, "Nuclear Power Plants, Emblems of Dependence," *Ayandehgan*, June 14, 1979; Abdulrahman Alavi, "Nuclear Power Plants: An Obvious Treason to Our Nation," *Jomhuri-e-Islami*, June 16, 1979.
- 28 Abbas Milani, *The Myth of the Great Satan: A New Look at America's Relations With Iran* (Stanford, Calif.: Hoover Institution Press, 2010), www.hooverpress.org/productdetails.cfm?PC=1412.
- 29 National Research Council, *Internationalization of the Nuclear Fuel Cycle: Goals, Strategies, and Challenges* (Washington, D.C.: National Academies Press, 2009), 37.
- 30 Patrikarakos, *Nuclear Iran*.
- 31- از این 80,000 قطعه در حدود 47,000 منوط به بررسی روس ها گردید ؛ به نظر می آید 11,000 باقی مانده کارایی داشته اما، مشخصات و دستورالعمل شان موجود نبود، و بقیه هم متروک ماند.

- 32 Anton Khlopkov and Anna Lutkova, "The Bushehr NPP: Why Did It Take So Long?" Center for Energy and Security Studies (CENESS), August 21, 2010, <http://ceness-russia.org/data/doc/TheBushehrNPP-WhyDidItTakeSoLong.pdf>.
- 33 Interview with Ambassador Seyed Hossein Mousavian, former Iranian nuclear negotiator, Washington D.C., May 22, 2011.
- 34 Meier, "Iran and Foreign Enrichment: A Troubled Model."
- 35 National Research Council, Internationalization of the Nuclear Fuel Cycle, 38.
- 36- تاسیسات هسته ای بوشهر در این روزها مورد حمله قرار گرفتند: 24 مارس 1984، 12 فوریه 1985، 5 مارس 1985، 12 جولای 1986، 17 نوامبر 1987، 19 نوامبر 1987، و 19 جولای 1988. برای مطالعه بیشتر درباره پیشینه و تأثیر حملات بر تاسیسات هسته ای نگاه کنید به: Sarah E. Kreps and Matthew Fuhrmann, "Attacking the Atom: Does Bombing Nuclear Facilities Affect Proliferation?" *Journal of Strategic Studies* 34, no. 2 (2011): 161–87, <http://dx.doi.org/10.1080/01402390.2011.559021>.
- 37 Mark Hibbs, "Bonn Will Decline Teheran Bid to Resuscitate Bushehr Project," *Nucleonics Week*, May 2, 1991, 17–18.
- 38 Rasool Nafisi, "The Khomeini letter: Is Rafsanjani Warning the Hardliners?" Iranian.com, October 11, 2006, www.iranian.com/RasoolNafisi/2006/October/Nuclear/index.html.
- 39 Jack Boureston and Charles D. Ferguson, "Schooling Iran's Atom Squad," *Bulletin of the Atomic Scientists*, May/June 2004.
- 40 International Atomic Energy Agency, *Report to the Board of Governors*, GOV/2007/58, November 15, 2007, www.iaea.org/Publications/Documents/Board/2007/gov2007-58.pdf.
- 41 Tom Bielefeld and Hassan Abbas, "The Kahn Job: The Mullahs' Physicist," *Bulletin of the Atomic Scientists* 63, no. 4 (2007): 72–73; International Atomic Energy Agency, *Report to the Board of Governors*, GOV/2004/83, November 15, 2004, www.iaea.org/Publications/Documents/Board/2004/gov2004-83.pdf.
- 42 David Albright, *Peddling Peril: How the Secret Nuclear Trade Arms America's Enemies* (New York: Free Press, 2010).
- 43 "Pakistan's Khan Sold Iran Nuclear Parts, Police Say," BBC News, February 20, 2004.
- 44 James Martin Center for Nonproliferation Studies, "Tehran Research Reactor (TRR)," Nuclear Threat Initiative, www.nti.org/facilities/182.
- 45 "Argentina Strikes a Deal With Iran," *Nuclear Engineering International* 32 (July 1987): 4–5.
- 46 Claude van England, "Iran Defends Its Pursuit of Nuclear Technology," *Christian Science Monitor*, February 18, 1993, 7.
- 47 "Iranian Diplomats on Nuclear Warhead Purchases," *Proliferation Issues*, March 5, 1993, 14–16; Paul Beaver, "Flash Points Update," *Jane's Defence Weekly*, April 3, 1993, 20–21.
- 48 Istashamul Haque, "Iran Offer of Money for Nuclear Technology Rejected," *Dawn* (Karachi), December 20, 1995.
- 49 "China Releases Details Of Nuclear Program With Iran," Associated Press, November 4, 1991.
- 50 Steve Coll, "Loan From Tehran Saved Third World Nuclear Research Center," *Washington Post*, December 24, 1992.
- 51 "Iran, Russia Agree on \$800 Million Nuclear Plant Deal," *Washington Post*, January 9, 1995.
- 52 Olga Antonova, "The Great Nuclear Path," *Vremya Novostey*, October 16, 2000.
- 53 "Iran Nuclear Chronology," Nuclear Threat Initiative, May 2011, www.nti.org/media/pdfs/iran_nuclear.pdf?_id=1316542527.
- 54 "Russian Contract Extended to Fuel," *Nuclear News*, October 1, 1995, 47.
- 55 Mark Hibbs, "Minatom Says It Can Complete One Siemens PWR in Iran in Five Years," *Nucleonics Week*, September 29, 1994, 3–4.
- 56 S. I. Simanovskiy, "The International Aspects of Conversion in Russia: Problems and Threats," *Konversiya* (Moscow), February 28, 1997; Khlopkov and Lutkova, "The Bushehr NPP: Why Did It Take So Long?"
- 57 Patrikarakos, *Nuclear Iran*.
- 58 Albright, *Peddling Peril*.
- 59 International Crisis Group, *Iran: Is There a Way Out of the Nuclear Impasse?* Middle East Report no. 51, February 23, 2006, www.crisisgroup.org/~media/Files/Middle%20East%20North%20Africa/Iran%20Gulf/Iran/51_iran_is_there_a_way_out_of_the_nuclear_impasse.pdf.
- 60 United Nations Security Council Resolution 1696, www.un.org/News/Press/docs/2006/sc8792.doc.htm.
- 61 United Nations Security Council Resolution 1737, www.iaea.org/newscenter/focus/iaeairan/unsc_res1737-2006.pdf.

- 62 United Nations Security Council Resolution 1747, www.iaea.org/newscenter/focus/iaeaairan/unsc_res1747-2007.pdf.
- 63 Azadeh Moaveni, "A Nuclear Boast: The View From Iran," *Time*, April 10, 2007.
- 64 Office of the Director of National Intelligence, "Iran: Nuclear Intentions and Capabilities," December 3, 2007, http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/international/20071203_release.pdf.
- 65 United Nations Security Council Resolution 1803, www.iaea.org/newscenter/focus/iaeaairan/unsc_res1803-2008.pdf.
- 66 Flavia Krause-Jackson, "Sanctions Cost Iran \$60 Billion in Oil Investments, Burns Says," Bloomberg, December 1, 2010, www.bloomberg.com/news/2010-12-01/sanctions-cost-iran-60-billion-in-oil-investments-burns-says.html.
- 67 برای تفکیک مفید تولید نفت و صادرات ایران نگاه کنید به:
Robert McNally, "Managing Oil Market Disruptions in a Confrontation With Iran," Council on Foreign Relations, January 2012, www.cfr.org/iran/managing-oil-market-disruption-confrontation-iran/p27171.
- 68 Jahangir Amuzegar, "The Rial Saga," *Middle East Economic Survey*, August 6, 2012, www.mees.com/en/articles/5584-iran-the-rial-saga.
- 69 Iran's official budget, FY 1390 and FY 1391, Parliament of the Islamic Republic of Iran.
- 70 IAEA, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and Relevant Provisions of Security Council Resolutions in the Islamic Republic of Iran."
- 71 Thomas W. Wood, Matthew D. Milazzo, Barbara A. Reichmuth, and Jeffrey Bedell, "The Economics of Energy Independence for Iran," *Nonproliferation Review* 14, no. 1 (March 2007): 89–112.
این برآورد قیمت سرمایه گذاری با در نظر گرفتن تشدید هزینه ها و نرخ دلار در سال 2004 صورت گرفته است. نگاه کنید به:
- David Shelby, "Researchers Find Iranian Nuclear Program Economically Wasteful: Study Suggests Program Inconsistent With Iran's Resources, Energy Needs," <http://iipdigital.usembassy.gov/st/english/article/2006/04/20060421174321ndyblehs0.5146753.html#axzz2OILaT9J8>.
- 72 - گفتگو با نورالدین پیرموند، نماینده پیشین مجلس ایران در تاریخ 20 ژانویه 2011. وی عضو کمیسیون بودجه مجلس ششم و هفتم بوده است.
- 73 "Ahmad Fayazbakhsh: Bushehr Reactor Will Come Online in October 2008," *Kayhan*, January 31, 2008.
- 74 "Ghafoorifard: It Would Have Been More Economical to Build a New Reactor," *Khabaronline*, April 22, 2011, www.khabaronline.ir/news-145483.aspx.
- 75 - این رقم با تبدیل 4.3 میلیارد دلار سال 1975 و 1.24 میلیارد دلار سال 1995 به نرخ دلار امروز، بر پایه تورم و نرخ تبادل ارز اعلام شده توسط بانک مرکزی ایران به دست آمده است.
- 76 Khlopkov and Lutkova, "The Bushehr NPP: Why Did It Take So Long?"
- 77 - فرض بر این است که سوخت مورد نیاز برای تنها نیروگاه هسته ای در بوشهر توسط روس ها، برای مدت دست کم یک دهه پس از راه اندازی آن تامین گردد. سوخت مورد نیاز راکتور تحقیقاتی تهران به طور معمول از بازار بین المللی تهیه می شد.
- Ivan Oelrich and Ivanka Barzashka, "Deconstructing the Meaning of Iran's 20 Percent Uranium Enrichment," *Bulletin of the Atomic Scientists*, May 19, 2010, <http://thebulletin.org/web-edition/features/deconstructingthe-meaning-of-irans-20-percent-uranium-enrichment>.
- 78 Frank N. von Hippel, "National Fuel Stockpiles: An Alternative to a Proliferation of National Enrichment Plants?" *Arms Control Today*, September 2008.
- 79 - گفتگو با یک مقام ارشد اروپایی، واشنگتن، اکتبر 2012.
- 80 IAEA, Integrated Nuclear Fuel Cycle Information Systems, <http://infcis.iaea.org>.
- 81 Organization for Economic Cooperation and Development and International Atomic Energy Agency, *Uranium 2011: Resources, Production and Demand* (Paris: OECD Publishing, 2012).
- 82 Ibid.
- 83 Marcus George, "Iran Announces Uranium Finds, Days Before Nuclear Talks," Reuters, February 23, 2013.
- 84 Energy Watch Group, "Uranium Resources and Nuclear Energy," 2006, www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Report_Uranium_3-12-2006ms.pdf.
- 85 Richard Stone, "Iran's Trouble With Molybdenum May Give Diplomacy a Second Chance," *Science* 311, no. 5758 (2006): 158, www.sciencemag.org/content/311/5758/158.short.
- 86 This amount corresponds to nearly 220 MT of natural uranium or 22 MT of LEU fuel per year. Based on "VVER-1000 Statistics," OKB Gidropress, 2011.
- 87 Wood et al., "The Economics of Energy Independence for Iran," 89–112.
- 88 OECD and IAEA, *Uranium 2011*.
- 89 International Science and Security Institute, "Uranium Mining," Nuclear Iran website, www.isisnucleariran.org/sites/detail/uranium-mining.
- 90 - فرایند استخراج یک تن اورانیوم به طور متوسط 848 تن پس مانده رادیواکتیو و 1.152 تن ترکیب سنگ معدن با درجه پایین و ضایعات سنگی تولید می کند.

- Gavin M. Mudd, "Uranium Mining: Australia and Globally," *Energy Science* website, November 2006, www.energyscience.org.au/FS06%20Uranium%20Mining.pdf.
- 91 Lelia Croitoru and Maria Sarraf, eds., *The Cost of Environmental Degradation: Case Studies From the Middle East and North Africa* (Washington, D.C.: World Bank, 2010), www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2010/08/26/000333037_20100826001806/Rendred/PDF/562950PUB0EnvilAUGUST0201011PUBLIC1.pdf.
- 92 Hamed Beheshti, "The Prospective Environmental Impacts of Iran Nuclear Energy Expansion," *Energy Policy* 39, no. 10 (2011): 6351–59, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511005684.
- 93 von Hippel, "National Fuel Stockpiles."
- 94 "The Economics of Nuclear Power," World Nuclear Association, www.world-nuclear.org/info/inf02.html.
- 95 Blekis Cabrera-Palmer and Geoffrey Rothwell, "Why Is Brazil Enriching Uranium?" *Energy Policy* 36, no. 7 (2008): 2570–77, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421508000670.
- 96 IAEA, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and Relevant Provisions of Security Council Resolutions in the Islamic Republic of Iran."
- 97 Joby Warrick, "Iran's Nuclear Program Suffering New Setbacks, Diplomats and Experts Say," *Washington Post*, October 17, 2011, www.washingtonpost.com/world/national-security/iransnuclear-program-suffering-new-setbacks-diplomats-and-experts-say/2011/10/17/gIQAByndL_story.html.
- 98 Wood et al., "The Economics of Energy Independence for Iran," 89–112. These price estimates for capital investment have taken cost escalation into account and are given in 2004 dollars. See Shelby, "Researchers Find Iranian Nuclear Program Economically Wasteful."
- 99 Ibid.
- 100 Julian Borger, "Iran's First Nuclear Fuel Rod and What It Means," *Guardian*, January 5, 2012, www.guardian.co.uk/world/julian-borger-global-security-blog/2012/jan/05/iran-nuclearfuel?CMP=tw_t_gu; Mark Fitzpatrick, "Iran Defiant," International Institute for Strategic Studies, IISS Voices, February 15, 2012, <http://iissvoicesblog.wordpress.com/tag/fuel-rods>.
- 101 Reza Khazaneh, "Iran's Nuclear Program and Its Official Aim of Producing Nuclear Energy," Institut français des relations internationales, 2008, www.ifri.org/files/politique_etrangere/Khazane.pdf.
- 102 von Hippel, "National Fuel Stockpiles."
- 103 World Nuclear Association, "Nuclear Power in Belgium," 2011, <http://world-nuclear.org/info/inf94.html>.
- 104 World Nuclear Association, "Nuclear Power in Sweden," January 2013, www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Sweden.
- 105 Anthony DiPaola and Isaac Arnsdorf, "Iran Loses \$133 Million a Day on Embargo as Oil Buoys Obama," Bloomberg News, August 2, 2012.
- 106 "Statistical Review of World Energy 2012," British Petroleum, 2012.
- 107 "Iran: Country Analysis Briefs," U.S. Energy Information Administration, 2012, www.eia.gov/emeu/cabs/Iran/pdf.pdf.
- 108 "The Future of Nuclear Power," Massachusetts Institute of Technology, 2003, updated 2009. The cost varies per region depending on financing, labor, equipment, safety, and plant. For other estimates, see "Capital Cost Estimates for Electricity Generation Plants," Energy Information Administration, November 2010, www.eia.gov/oiaf/beck_plantcosts/index.html and www.eia.gov/oiaf/aeo/electricity_generation.html; Organization for Economic Cooperation and Development, Nuclear Energy Agency, *Nuclear Energy Today*, 2nd ed., 2012, www.oecdnea.org/pub/nuclearenergytoday/6885-nuclear-energy-today.pdf.
- 109 - قیمت ها به نرخ دلار در سال 2007 می باشند.
- 110 Theodore H. Moran, "Still Well-Oiled?" *Foreign Policy*, no. 34 (Spring, 1979): 23–28.
- 111 Iran Oil Desk, Rhodium Group, <http://rhg.com/interactive/iran-oil-desk>; Javier Blas, "Iranian Oil Output at Lowest for 23 Years," *Financial Times*, October 12, 2012.
- 112 Ibid. Based on World Development Indicators Database and CIA World Fact Book.
- 113 EIA, "Iran: Country Analysis Briefs."
- 114 Ibid.
- 115 Fareed Mohamadi, "The Oil and Gas Industry," *Iran Primer*, United States Institute of Peace, 2011, <http://iranprimer.usip.org/resource/oil-and-gas-industry>.
- 116 EIA, "Iran: Country Analysis Briefs."
- 117 Ibid.
- 118 Ibid.; Robert Ebel, "Geopolitics of the Iranian Nuclear Energy Program," Center for Strategic and International Studies, March 2010.

- 119 "Oil Exports Can Be Cut Off in Seven Years," *Siasat Rooz*, April 14, 2011, www.siasatrooz.ir/CNewsRDetailOnline.aspx?QSCNDId=60863.
- 120 EIA, "Iran: Country Analysis Briefs."
- 121 "Country Comparison: Natural Gas—Exports," CIA Fact Book, www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2180rank.html.
- 122 Ibid.
- 123 "Electricity Waste in Iran's Transmission Lines," Iranian Parliament Research Center, February 2013.
- 124 Amir Hossein Ghorashi and Abdulrahim Rahimi, "Renewable and Non-Renewable Energy Status in Iran," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (2011): 729–36.
- 125 International Energy Agency, *World Energy Outlook 2010* (Paris: IEA, 2010).
- 126 Semira Nikou, "The Subsidies Conundrum," *Iran Primer*, United States Institute of Peace, 2010, <http://iranprimer.usip.org/resource/subsidies-conundrum>.
- 127 - بهای یک لیتر بنزین 10 سنت در حالیکه قیمت یک بطری آب 25 سنت بود.
- 128 Djavad Salehi-Isfahani, "Iran: Subsidy Reform amid Regional Turmoil," Brookings Institution, March 3, 2011, www.brookings.edu/opinions/2011/0303_iran_salehi_isfahani.aspx.
- 129 Daniel Brumberg, Jareer Ellass, Amy Jaffe Myers, and Kenneth Medlock, "Iran, Energy and Geopolitics," James Baker III Public Policy Institute (Houston: Rice University, May 2008).
- 130 - "مجلس ایران برای توقف طرح اصلاح یارانه ها رای گیری می کند," رویترز، 7 اکتبر 2012.
- 131 Krause-Jackson, "Sanctions Cost Iran \$60 Billion in Oil Investments, Burns Says."
- 132 - "به گفته وزیر نفت ایران: صنعت نفت به یک سرمایه گذاری 300 میلیارد دلاری نیاز دارد," سیاست روز، 8 نوامبر 2011.
- 133 - "هفت کشور خواهان برق ایران هستند," تهران تایمز، 23 فوریه 2010.
- 134 Wood et al., "The Economics of Energy Independence for Iran."
- 135 "The Need to Invest in Solar Energy in Iran," *Hamshahri*, December 13, 2010.
- 136 Madjid Abbaspour and Peter Hennicke, "Case Study: Solar Thermal Energy in Iran," Heinrich Böll Foundation, 2005, www.ceers.org/News/Solar_Iran-Execut_Summary.pdf.
- 137 Amir Hossein Ghorashi and Abdulrahim Rahimi, "Renewable and Non-Renewable Energy Status in Iran," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, no. 1 (2011): 729–36.
- 138 Ibid.
- 139 "Yazd Solar Thermal Power Plant (478 MW)," Ministry of Energy News Agency, August 2010; "Extending Rural Electrification," *Saba Iran*, May 2011, <http://sabairan.com/fa/pages/?cid=31147>.
- 140 "Wind and Wave Energy in Iran," Renewable Energy Organization of Iran, www.suna.org.ir/en/executive/windandwaves/windenergy.
- 141 P. Alamdari, O. Nematollahi, and M. Mirhosseini, "Assessment of Wind Energy in Iran: A Review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, no. 1 (2012): 836–60, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111004576.
- 142 Hossein Yousefi et al., "Developing the Geothermal Resources Map of Iran," *Geothermics* 39, no. 2 (June 2010): 140–51.
- 143 Younes Noorollahi, Hossein Yousefi, Sachio Ehara, and Ryuichi Itoi, "Geothermal Energy Development in Iran," Presented at the Workshop for Decision Makers on Direct Heating Use of Geothermal Resources in Asia, organized by UNU-GTP, TBLRREM, and TBGMED, in Tianjin, China, May 11–18, 2008.
- 144 A. F. Alhajji, "The Endless Iranian Nuclear Crisis," *Project Syndicate*, June 27, 2007, www.project-syndicate.org/commentary/alhajji4/English.
- 145 George H. Quester, "The Shah and the Bomb," *Policy Sciences* 8, no. 1 (March 1977): 21–32.
- 146 Electric power industry statistics, Tavnir Company, <http://amar.tavanir.org.ir/pages/vaziat/kholase-kol.php>.
- 147 Ibid.
- 148 World Bank, "Estimated Flared Volumes from Satellite Data, 2007–2011," Global Gas Flaring Reduction, World Bank website, <http://go.worldbank.org/D03ET1BVD0>.
- 149 IEA, *World Energy Outlook 2012*.
- 150 Margaret Coker, "Korean Team to Build U.A.E. Nuclear Plants," *Wall Street Journal*, December 28, 2009, <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704905704574621653002992302.html>.
- 151 Sonni Efron, "Help Iran Go Nuclear," *Los Angeles Times*, April 12, 2009, <http://articles.latimes.com/2009/apr/12/opinion/oe-efron12>.
- 152 Justin Alger and Trevor Findlay, "Strengthening Global Nuclear Governance," *Issues in Science and Technology* (Fall 2010).
- 153 - توافق نامه دربرگیرنده موادی است که بازبینی براساس کشور مورد علاقه را اجازه می دهد. "امارات عربی متحده برنامه های قدرت هسته ای خلیج را به پیش می راند," بررسی استراتژیک، (فوریه 2010).

- 154 Summer Said, "U.A.E., Russia Sign Nuclear Deal," *Wall Street Journal*, December 17, 2012.
- 155 "The UAE 123 Agreement: A Model for the Region?" Center for Strategic and International Studies, Gulf Roundtable Summary, October 23, 2009, http://csis.org/files/attachments/091023_Pickering%20Summary.pdf.
- 156 "Nuclear Power in the United Arab Emirates," World Nuclear Association website, March 2011, www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Arab-Emirates.
- 157 Ibid.
- 158 "Advanced Nuclear Power Reactors," World Nuclear Association website, April 2008, www.world-nuclear.org/info/inf08.html.
- 159- هم اکنون چندین گونه راکتور هسته ای در دیگر نقاط جهان در حال کار بوده، که براساس زمان تولید گروه بندی می شوند. راکتورهای نسل اول که در دهه های پنجاه و شصت میلادی تولید شدند هم اکنون تنها در کشور انگلستان استفاده می گردند. راکتورهای نسل دوم اکثریت راکتورهای قدرت نیروگاه های در حال کار دنیا را دربر می گیرند. نخستین راکتورهای نسل سوم از سال 1996 در ژاپن کار می کنند، و راکتورهای نسل سوم جدیدتر هم اکنون در حال تولید می باشند. راکتورهای نسل چهارم در مرحله طراحی بوده و به نظر نمی رسد زودتر از سال 2020 آماده تولید باشند.
- 160 Ibid.
- 161 Ibid.
- 162 IAEA, "Considerations to Launch a Nuclear Power Program," International Atomic Energy Agency, April 2007.
- 163- این امر نباید برابر با پیگیری تسلیحات هسته ای قلمداد گردد. نگاه کنید به:
- Colin H. Kahl, Melissa Dalton, and Matthew Irvine, "Atomic Kingdom: If Iran Builds the Bomb, Will Saudi Arabia Be Next?" Center for New American Security, February 2013, www.cnas.org/files/documents/publications/CNAS_AtomicKingdom_Kahl.pdf.
- 164 Charles D. Ferguson, *Nuclear Energy: What Everyone Needs to Know* (Oxford: Oxford University Press, 2011).
- 165 Judy Dempsey and Jack Ewing, "Germany, in Reversal, Will Close Nuclear Plants by 2022," *New York Times*, May 30, 2011, www.nytimes.com/2011/05/31/world/europe/31germany.html?_r=4&scp=1&sq=nuclear%20germany&st=cse.
- 166 Kiran Stacey, "UBS: Fukushima Is Worse for the Nuclear Industry Than Chernobyl," *Financial Times*, April 4, 2011, <http://blogs.ft.com/energy-source/2011/04/04/ubs-fukushimais-worse-for-the-nuclear-industry-than-chernobyl>.
- 167 Hassan Yousefi Eshkevari, "Exiled Iran Religious Scholar Calls for Debate on Nuclear Safety," Radio Free Europe/Radio Liberty, March 31, 2011, www.rferl.org/content/interview_exiled_iran_religious_scholar_debate_nuclear_safety/3542999.html.
- 168 "Iran Defiant on Nuclear Programme," BBC World News, February 25, 2007, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/6395203.stm>.
- 169 "Iran Assures World Nations of Bushehr N. Power Plant Safety," Fars News Agency, March 16, 2011 <http://english.farsnews.com/newstext.php?nn=8912251027>.
- 170 Ibid.
- 171 Rosatom report about the incident, "Bushehr RPV May Contain Metal Particles," February 28, 2011.
- 172 Yeganeh Torbati, "Iran Nuclear Power Plant Stokes Worries Closer to Home, Too," Reuters, January 23, 2013.
- 173 "Why Bushehr Nuclear Power Plant Will Not Suffer Fukushima's Fate," Fars News Agency, April 12, 2011.
- 174 Information about VVER-1000 reactor plant (V-392) on manufacturer's (OKB Gidropress) website (Farsi), www.farsnews.com/newstext.php?nn=8912241148. Description of earthquake measurement scales at http://twisterrob.uw.hu/peq/eng/attek_skala.htm.
- 175 Alvaro Serrano, "Minimizing the Impact of Disasters," United Nations Population Fund, February 9, 2006, <http://web.unfpa.org/countryfocus/iran/disaster.htm>; Manuel Berberian, "100 Years; 126,000 Deaths," *Encyclopaedia Iranica*, 1997, <http://iranian.com/Iranica/June97/Earthquake/Text2.html>.
- 176 Manuel Berberian, "Master Blind Thrust Faults Hidden Under the Zagros Folds: Active Basement Tectonics and Surface Morphotectonics," *Tectonophysics* 241 (1995): 193-224.
- 177 Mohammad Heydarzadeh, "Evaluating the Tsunami Hazard in the Persian Gulf and Its Possible Effects on Coastal Regions," University of Tehran, <http://bit.ly/mMe124>.
- 178 Asma Alsharif, "Kuwait Urges Iran to Address Worries on Nuclear Plant," Reuters, December 24, 2012.
- 179 Khosrow B. Semnani, "The Ayatollah's Nuclear Gamble," Omid for Iran, 2012.
- 180 Bennet Ramberg, *Destruction of Nuclear Facilities in War* (Lanham, Md.: Lexington Books, 1980).
- 181 International Atomic Energy Agency, Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage, May 21, 1963, www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/liability.html.
- 182 Dan De Luce, "Accidents May Be Iran's Greatest Nuclear Threat," *Guardian*, November 10, 2003, www.guardian.co.uk/world/2003/nov/10/iran.nuclear.
- 183 Torbati, "Iran Nuclear Power Plant Stokes Worries Closer to Home, Too."

- 184- در نوامبر 2012، با اعلام نشت گاز هگزافلورید در تاسیسات تبدیل اورانیوم اصفهان، رئیس مرکز مدیریت حوادث و فوریت های پزشکی گفت: "برای افرادی که در منطقه بودند، برای مثال - مرکز تبدیل اصفهان- حوادثی پیش آمد که مورد درمان قرار گرفتند." نگاه کنید به گلناز اسفندیاری، "به گفته مقامات ایرانی: "ما باید آماده مقابله با حوادث هسته ای باشیم"، RFE/RL، 27 نوامبر 2012.
- 185 Berberian, "100 Years; 126,000 Deaths."
- 186 Ibid.
- 187 Manuel Berberian, "Bam Earthquake of December 26, 2003," *Encyclopaedia Iranica* online, July 20, 2009, www.iranicaonline.org/articles/bam-earthquake-2003.
- 188 United States Geological Survey Information about the San Simon Earthquake, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2003/nc40148755>.
- 189- راکتور شورهام در لانگ آیلند، نیویورک، یک مطالعه موردی آموزنده می باشد. این راکتور در سال 1984 تکمیل گردید، اما راکتور پس از 5 سال به دلیل طرح های تخلیه اضطراری نامناسب تعطیل شد. زندگی ساکنین لانگ آیلند برای مسئولان ایالت نیویورک و مقامات نظارتی با ارزش تر از 6 میلیارد سرمایه گذاری در نیروگاه قدرت هسته ای تلقی شدند. نگاه کنید به:
- Aron, Joan, *Licensed to Kill? The Nuclear Regulatory Commission and the Shoreham Power Plant* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1998).
- 190 "International Experts Conclude IAEA Peer Review of Iran's Safety Regulation of Bushehr NPP," IAEA report, March 2, 2010, www.iaea.org/newscenter/pressreleases/2010/prn201003.html.
- 191 "Nuclear Materials Security Index: Iran," Nuclear Threat Initiative and Economist Intelligence Unit, 2012, www.ntiindex.org/countries/iran.
- 192 Dieter Bednarz, "Mysterious Assassination in Iran: Who Killed Masoud Ali Mohammadi?" *Spiegel*, January 18, 2010, www.spiegel.de/international/world/mysterious-assassination-iniran-who-killed-masoud-ali-mohammadi-a-672522.html; Thomas Erdbrink, "Iranian Nuclear Scientist Killed, Another Injured in Tehran Bombings," *Washington Post*, November 29, 2010, www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/11/29/AR2010112901560.html; Al Jazeera, "Mystery Over Missing Iran Scientist," Al Jazeera English, October 8, 2009, <http://english.aljazeera.net/news/middleeast/2009/10/200910813627667612.html>; Ali Vaez and Charles Ferguson, "Killing Iranian Nuclear Scientists Is Counterproductive and Wrong," *Atlantic*, January 13, 2012, www.theatlantic.com/international/archive/2012/01/killingiranian-nuclear-scientists-is-counterproductive-and-wrong/251340.
- 193 William J. Broad, John Markoff, and David E. Sanger, "Israeli Test on Worm Called Crucial in Iran Nuclear Delay," *New York Times*, January 15, 2011.
- 194 Jim Finkle, "Researchers Say Stuxnet Was Deployed Against Iran in 2007," Reuters, February 26, 2013.
- 195 Slobodan Lekic, Vladimir Isachenkov, and James Heintz, "Report Warns of Iran Nuke Disaster," Associated Press, January 31, 2011.
- 196 Thomas Erdbrink and Joby Warrick, "Iran: Country Under Attack by Second Computer Virus," *Washington Post*, April 25, 2011, www.washingtonpost.com/world/iran-country-under-attack-by-second-computer-virus/2011/04/25/AFudkBJE_story.html. Ellen Nakashima, Greg Miller, and Julie Tate, "U.S., Israel Developed Flame Computer Virus to Slow Iranian Nuclear Efforts, Officials Say," *Washington Post*, June 19, 2012, http://articles.washingtonpost.com/2012-06-19/world/35460741_1_stuxnet-computer-virus-malware.
- 197 Mahtab Alam Rizvi, "Bushehr Nuclear Power Plant and Security Concerns," *Journal of Peace Studies* 17, nos. 2, 3 (April-September 2010).
- 198- بازرسان آژانس بین المللی انرژی اتمی خاطر نشان کردند که راکتورها در سال 2012 و اوایل 2013 چندین بار خاموش شدند. نگاه کنید به آژانس بین المللی انرژی اتمی، "اجرای توافقنامه پادمان NPT و الزامات مربوط به قطعنامه های شورای امنیت درباره جمهوری اسلامی ایران." 199- این امر روشن نیست که آیا ایرانیان پس از دو سال بطور کامل کنترل راکتور را در دست خواهند داشت. برخی مفسران اظهار می کنند که بخشی از کنترل پس از دو سال تحویل داده خواهد شد، که پس از پنج سال کنترل کامل ارائه خواهد گردید.
- "Iran Dismisses Post-Fukushima Nuclear Rethink," International Institute for Strategic Studies, IISS Strategic Comments, April 2011, www.iiss.org/members-login/?ReturnUrl=/publications/strategic-comments/past-issues/volume-17-2011/april/iran-dismisses-post-fukushima-nuclear-rethink.
- 200 Nima Gerami, "Fuelling Unease—Safety Concerns Linger Over Nuclear Plant," *Jane's Intelligence Review*, July 12, 2011.
- 201 Convention on Nuclear Safety, June 17, 1994, www-ns.iaea.org/conventions/nuclear-safety.asp. Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, June 18, 2001, www-ns.iaea.org/conventions/waste-jointconvention.asp?s=6&l=40.
- 202- در ژانویه 2013، محمد خزایی، سفیر ایران در سازمان ملل متحد، اعلام کرد که "ایران تشریفات قانونی داخلی را برای الحاق به میثاق امنیت هسته ای آغاز کرده است." نگاه کنید به:
- Mohammad Khazaei "Nuclear Safety in Iran," letter to the editor, *New York Times*, January 15, 2013. Fredrik Dahl, "UN Nuclear Agency Urges Iran to Join Safety Forum," Reuters, June 2, 2011, <http://uk.reuters.com/article/2011/06/02/nuclear-iran-bushehidUKLDE75110S20110602>

- 203- جمهوری اسلامی ایران میثاق مربوط به هشدار اولیه در مورد حادثه هسته ای را در 26 سپتامبر 1986 امضا کرده و آن را در تاریخ 9 اکتبر 2000 به تصویب رسانده است. اما در هنگام امضاء اعلام کرد که این کشور خود را ملزم به رعایت مفاد بند 2 ماده 11 مبنی بر اینکه: "اگر دعوی بین کشورهای طرف میثاق ظرف یک سال از زمان درخواست مشاوره وفق بند 1 حل و فصل نگردد، به درخواست هر یک از طرفین دعوی، باید به حکمیت یا به دیوان بین المللی دادگستری برای تصمیم گیری ارجاع گردد. هنگامیکه یک دعوی برای حکمیت ارجاع می گردد، اگر ظرف 6 ماه از تاریخ درخواست، طرفین دعوی نتوانند درباره تشکیلات حکمیت به توافق برسند، هر یک از طرفین دعوی می تواند از رئیس دیوان بین المللی دادگستری یا دبیرکل سازمان ملل متحد بخواهد که یک یا چند داور تعیین گردند. در صورت تعارض درخواست های طرفین دعوی، درخواست از دبیرکل سازمان ملل متحد اولویت خواهد داشت." میثاق کمک در موارد حوادث یا وضعیت اضطراری تشعشعات هسته ای، 26 سپتامبر 1986، www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cacnare.html
- Convention on Early Notification of a Nuclear Accident, September 26, 1986, www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cenna.html.
- 204 Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, October 26, 1979, www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/cppnm.html; Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism, April 13, 2005, <http://untreaty.un.org/cod/avl/ha/icsant/icsant.html>.
- 205 Mikhail Gorbachev, "Turning Point at Chernobyl," Project Syndicate, April 14, 2006, www.project-syndicate.org/commentary/gorbachev3/English.
- 206 Videotaped remarks by President Obama in celebration of Nowruz, White House, March 20, 2009, www.whitehouse.gov/the-press-office/2009/03/20/videotaped-remarks-president-celebration-nowruz.
- 207 Interview with Obama administration official, September 2012.
- 208 Julian Borger, "Nuclear Talks Lead to Rare Meeting Between US and Iran," *Guardian*, October 1, 2009, www.guardian.co.uk/world/2009/oct/01/iran-nuclear-geneva-talks.
- 209 International Crisis Group, *In Heavy Waters: Iran's Nuclear Program, the Risk of War and Lessons From Turkey*, Middle East and Europe Report no. 116, February 23, 2012, [www.crisisgroup.org/~media/Files/Middle%20East%20North%20Africa/Iran%20Gulf/Iran/116--in-heavy-waters-irans-nuclear-program-the-risk-of-war-and-lessons-from-turkey](http://www.crisisgroup.org/~/media/Files/Middle%20East%20North%20Africa/Iran%20Gulf/Iran/116--in-heavy-waters-irans-nuclear-program-the-risk-of-war-and-lessons-from-turkey).
- 210 Statements by President Barack Obama, French President Nicolas Sarkozy, and British Prime Minister Gordon Brown on Iranian Nuclear Facility, White House, September 25, 2009, http://www.whitehouse.gov/the_press_office/Statements-By-President-Obama-French-President-Sarkozy-And-British-Prime-Minister-Brown-On-Iranian-Nuclear-Facility.
- 211 Ibid.
- 212 United Nations Security Council Resolution 1929, www.iaea.org/newscenter/focus/iaeaairan/unscl_res1929-2010.pdf.
- 213 For a thorough review of these sanctions, see Kenneth Katzman, "Iran Sanctions," Congressional Research Service, January 10, 2013; International Crisis Group, *Spider Web: The Making and Unmaking of Iran Sanctions*, Middle East Report no. 138, February 25, 2013.
- 214 "Council Decision of July 26, 2010, Concerning Restrictive Measures Against Iran and Repealing Common Position 7/140/CFSP," Official Journal of the European Union, July 27, 2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:195:0039:0073:EN:PDF>.
- 215- در همین راستا، جنگ مخفی برای کند کردن پیشرفت هسته ای ایران چرخشی خونین داشت. در ژانویه 2010 مسعودعلی محمدی کارشناس فیزیک کوانتوم بوسیده بمبی که به خودرو اش نصب شده بود ترور گردید. در 28 نوامبر 2010، مجید شهریاری، کارشناس ساخت مبله های سوخت، به همین روش کشته شد. در همان روز کارشناس لیزر هسته ای، فریدون عباسی، توسط بمبی مشابه مجروح گردید. در پی این امر محمود احمدی نژاد وی را معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان انرژی اتمی نمود. در جولای 2011 یک دانشمند هسته ای دیگر، داریوش رضایی نژاد، با حمله یک موتورسیکلت سوار در بیرون کودکستان فرزندان ترور گردید. در نوامبر همان سال، یک انفجار عظیم مرکز موشک های بالستیک ایران در نزدیکی تهران را ویران کرده، ژنرال حسن تهرانی مقدم، پدر برنامه موشکی ایران، و تعدادی از همکاران وی را به کشتن داد. در 12 ژانویه 2012 یک موتور سوار تروریست مصطفی احمدی روشن، معاون بحش تدارکات تاسیسات غنی سازی نطنز، را در تهران بوسیله یک بمب مغناطیسی کشت. نگاه کنید به:
- Robert Worth and Artin Afkhami, "High Emotion and Intrigue After Iran Blast," *New York Times*, November 14, 2011; Vaez and Ferguson, "Killing Iranian Nuclear Scientists Is Counterproductive and Wrong"; Robert F. Worth, "High Emotion and Intrigue After Iran Blast," *New York Times*, November 14, 2011, www.nytimes.com/2011/11/15/world/middleeast/iran-mourns-missile-commander-killed-in-blast.html.
- 216 IAEA, "Implementation of the NPT Safeguards Agreement and Relevant Provisions of Security Council Resolutions in the Islamic Republic of Iran."
- 217 Katzman, "Iran Sanctions."
- 218 Ibid.
- 219 Rick Gladstone, "Iran Leader to Announce Atomic Steps," *New York Times*, February 14, 2012, www.nytimes.com/2012/02/15/world/middleeast/iran-expected-to-announce-advances-in-nuclear-program.html.
- 220 International Crisis Group, "The P5+1, Iran and the Perils of Nuclear Brinkmanship," Middle East Briefing no. 34, June 15, 2012,

www.crisisgroup.org/~media/Files/Middle%20East%20North%20Africa/Iran%20Gulf/Iran/b034-the-p5-plus-1-iran-and-the-perils-of-nuclear-brinkmanship.

221- گروه 1+5 یک درخواست سه جانبه را ارائه کرد: که ایران تمام غنی سازی 20 درصدی را متوقف کرده، ذخایر بیست درصدی خود را به خارج از کشور بفرستد، و تاسیسات غنی سازی زیرزمینی فردو را تعطیل نماید. در برابر گفته شد که طرف مقابل متعهد می گردد که تحریم های جدیدی بر علیه ایران تحمیل نکرده و همچنین پیشنهاد کرد که دسترسی ایران به قطعات بدکی هواپیما را تسهیل نموده، سوخت راکتور تحقیقاتی تهران را تهیه نماید و همکاری در زمینه امنیت هسته ای را گسترش دهند. ایران پیشنهاد گروه 1+5 را تاریخ گذشته، غیرجامع، و نامتوازن دانست و در عوض درخواست کرد که حقوق این کشور در مورد انرژی هسته ای صلح آمیز در چارچوب NPT بطور صریح به رسمیت شناخته شود. مذاکره کنندگان ایرانی همچنین یک بسته پنج بخشی "جامع" دربرگیرنده موضوعات هسته ای و غیر هسته ای را عرضه کرد. پیشنهاد ایران دربرگیرنده، از جمله، افزایش همکاری با آژانس بین المللی انرژی اتمی، نگه داشتن غنی سازی در سطح 5 درصد، مشارکت در یک کنفرانس بین المللی برای فعالیت های هسته ای، و همکاری در زمینه امور امنیتی منطقه مانند وضعیت سوریه و بحرین بود. برای نخستین بار در سومین نشست در مسکو در ماه ژوئن، طرف های مذاکره کننده درگیر مباحث ماهوی در مورد بسته های پیشنهادی خود گردیدند.

222 Ali Vaez, "Why the Next Round of Iran Nuclear Talks Could Yield Results," *Al Monitor*, July 2, 2012, www.al-monitor.com/pulse/originals/2012/al-monitor/outlook-for-iran-talks-may-bebr.html.

223 James Risen, "Seeking Nuclear Insight in Fog of the Ayatollah's Utterances," *New York Times*, April 13, 2012, www.nytimes.com/2012/04/14/world/middleeast/seeking-nuclear-insight-infog-of-the-ayatollahs-utterances.html.

224 International Crisis Group, "The P5+1, Iran and the Perils of Nuclear Brinkmanship."

225 For more on "Positive Sum Diplomacy," see Robert Wright, *Non-Zero Sum: The Logic of Human Destiny* (New York: Vintage, 2001).

226 Benoît Faucon, "In Iran, the Wind Blows Free. Of Sanctions, That Is," *Wall Street Journal*, September 17, 2012,

http://online.wsj.com/article/SB10000872396390443659204577574972899961532.html?mod=googlenews_wsj.

227 For an insightful description of "negative nationalism," see George Orwell's "Notes on Nationalism,"

http://orwell.ru/library/essays/nationalism/english/e_nat.

228 See Mehdi Khalaji, "Give Iran Good Television," PBS Tehran Bureau, December 12, 2011,

www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/give-iran-good-television.

229 BBC Persian interview with President Barack Obama, September 24, 2010, www.bbc.co.uk/news/world-us-canada-11409325.