



## یک فناوری، چندین کاربرد

فناوری هسته‌ای با تلاش دانشمندان ایرانی وارد حوزه‌های مختلفی شده که می‌تواند زندگی مردم را بهتر کند

۲۲

دوشنبه ۱ اسفند ۱۴۰۱ | ۲۹ رجب ۱۴۴۴ | سال سی و یکم | شماره ۸۷۱۸

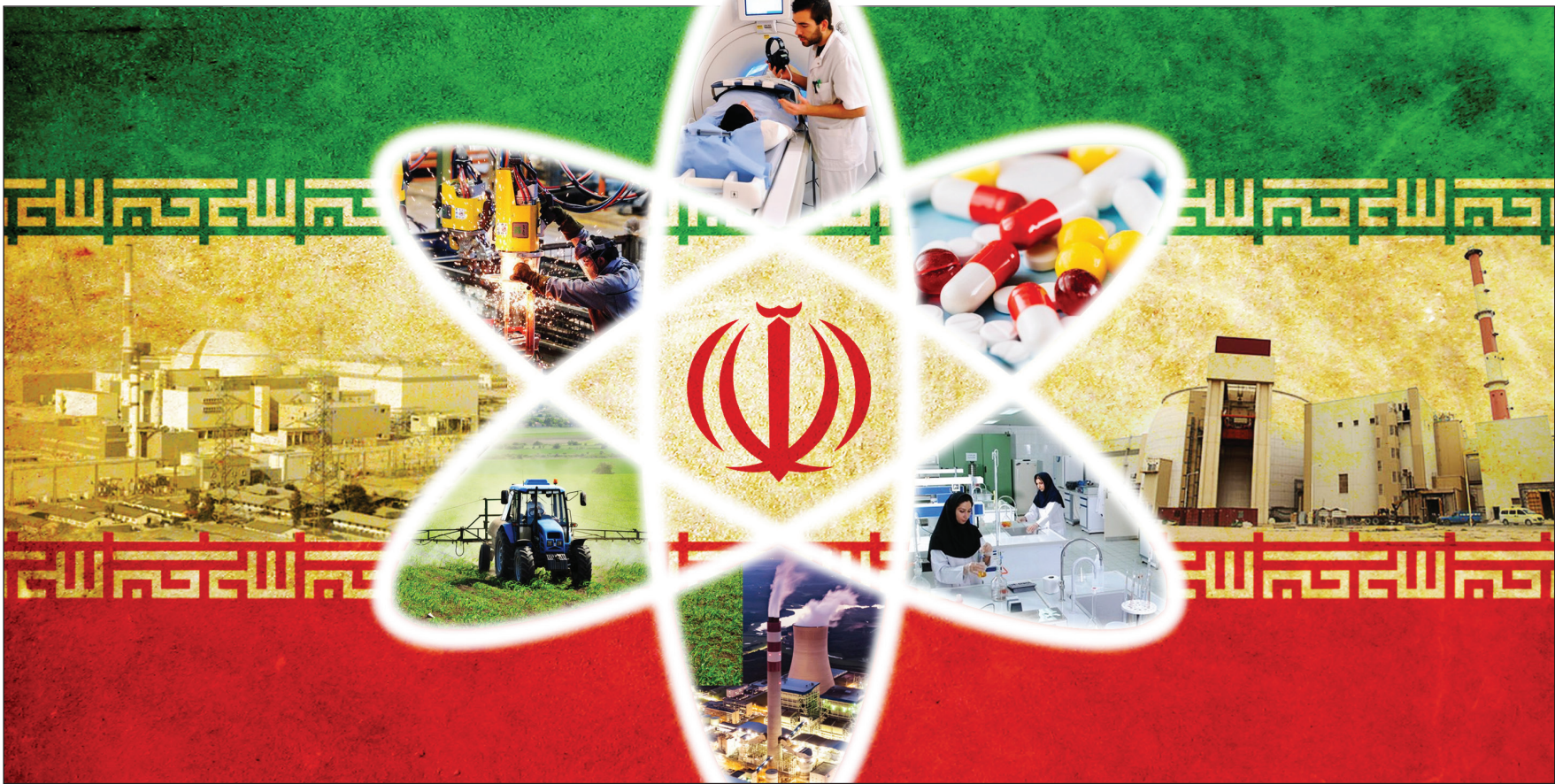
# همیشه‌ای فناوری



## خیز دانش بنیان در فناوری هسته‌ای

شرکت‌های استارت‌آپی و دانش بنیان طی سال‌های اخیر نقش مهمی در پیشرفت فناوری هسته‌ای داشته‌اند

۲۴



# زندگی آینده بدون هسته‌ای ممکن نیست

پهروز کمالوندی، سخنگوی سازمان انرژی اتمی در گفت‌وگو با همشهری از پیشرفت چشمگیر ایران در همه حوزه‌های هسته‌ای با وجود کار شکنی غربی‌ها می‌گوید

گفت‌وگو | زهرا خلجی | روزنامه‌نگار

وجود ندارد. پس‌ماند سوخت اتمی هم پس از مصرف به شکل‌های دیگر قابل استفاده است اما نهایتاً زباله‌اش هم به‌صورت ایمن و بدون مشکل نگهداری می‌شود. به‌خصوص کشور مثل ما که امکانات دفن برای زباله اتمی هم دارد.

**پس طبق گفته شما با استفاده از انرژی اتمی، تولید برق در کشور بیشتر می‌شود؟**

طبق محاسباتی که با نرم‌افزارهای بین‌المللی WASP یا LEAP یا message برای اندازه‌گیری میزان برق اتمی که در کشور باید تولید شود انجام شده است، برق ایران باید ۸ تا ۱۲ درصد اتمی باشد. هدف دولت هم این است که ظرف ۲ تا ۳ سال آینده میزان برق کشور که الان ۸ تا ۱۰ هزار مگاوات است به ۱۰۰ هزار مگاوات برسد. اگر متوسط این میزان را در نظر بگیریم، ۱۰ هزار مگاوات برق تولیدی در ایران باید از طریق انرژی اتمی تولید شود.

**و دیگر حوزه‌های کاربردی انرژی اتمی که ایران نیز در آن به پیشرفت و استفاده رسیده است؟**

حوزه مهم دیگر بهداشت است. عکس‌های ایکس‌ری ام‌آر‌آی، اسکن و غیره به انرژی هسته‌ای نیاز دارند. همه اینها نیازمند چشمه‌هایی هستند که مواد اصلی آنها اتمی است. در شرایطی که دارو تحریم است، اگر نمی‌توانستیم این مواد را تولید کنیم یک میلیون بیمار که نیازمند عکسبرداری به روش هسته‌ای هستند، ناچار می‌مانند اما حالا ما به مدد پیشرفت در این حوزه نه تنها این یک میلیون را پوشش می‌دهیم بلکه رادیواری ۳۰۰ تا ۴۰۰ هزار نفر در خارج کشور را هم تأمین می‌کنیم. در حوزه کشاورزی نیز این انرژی استفاده‌های متعدد دارد؛ از اصلاح بذر گرفته تا نگهداری محصولات در انبار. میزان ماندگاری محصولات کشاورزی که باید در انبار نگهداری شود در صورت تابش یک پرتوی گاما، از یک هفته به ۴ ماه می‌رسد. در دنیا نیز از این روش استفاده می‌شود. استفاده صلح‌آمیز از این انرژی به قدری متنوع است که پرداختن به آن از حوصله این گفت‌وگو خارج است. اهمیت این تکنولوژی در این است که صنایع دیگر را جلو می‌برد. به‌عنوان مثال، لیزر که با ذرات فوتون کار می‌کند، هم در برش‌های خیلی ظریف مثلا در جراحی چشم و جراحی‌های زیبایی استفاده می‌شود و هم در صنعت که با استفاده از آن فولاد را برش می‌دهند. هرچقدر این علم جلوتر می‌رود، استفاده از آن می‌تواند متنوع‌تر شود. ارزش افزوده آن هم اهمیت زیادی دارد. حتی با پرتوهای هسته‌ای می‌توان وسایل پزشکی را استریل کرد و به جای استفاده یکبار مصرف، بارها از آنها استفاده کرد.

**آمریکا بیشترین سهم را در استفاده از انرژی هسته‌ای و نیروگاه‌های فعال دارد. اما همیشه تلاش می‌کند ایران در مسیر دستیابی به فناوری صلح‌آمیز هسته‌ای تحت فشار بین‌المللی باشد، علت این تلاش برای منزوی**

کردن ایران چیست؟

انرژی هسته‌ای در عین اینکه استفاده‌های متعددی دارد، بسیار علم پیچیده‌ای است و همه‌کس نمی‌تواند به آن دست پیدا کند. تلاش کشورهای غربی در این است که تا حد امکان ایران به جای تولیدکننده، در این زمینه مصرف‌کننده باشد. اما دانشمندان ایرانی موفق شدند در مهم‌ترین جنبه‌های انرژی هسته‌ای به پیشرفت‌های قابل توجهی برسند. بنابراین پیشرفت علوم و تکنولوژی‌های پیشرفته، هم از نظر اقتصادی و هم علمی و حتی نظامی به ما قدرت می‌دهد که آمریکا از قدرت نظامی ایران می‌ترسد. اما لزوماً کشور ما در سطح نظامی جلو نمی‌رود. درحالی‌که این علم هزاران شاخه دارد، آنها فقط استفاده نظامی را در نظر می‌گیرند و به‌همین دلیل نمی‌خواهند ایران در هیچ حوزه‌ای از انرژی هسته‌ای پیشرفت کند. در اخبار هم غنی‌سازی ایران را به ساخت بمب اتم ربط می‌دهند تا مردم دنیا و حتی ایرانی‌ها را تحت تأثیر قرار دهند و این ابزار فشاری باشد برای اینکه کالا از تولید این نوع انرژی دست بکشیم حتی اگر در بحث نظامی نباشد.

**صنعت هسته‌ای در زندگی همه ما جاری شده است. هرقدر جلوتر می‌رویم نیاز به آن بیشتر هم می‌شود. ضمن اینکه یک زنجیره پیوندی بین تکنولوژی‌های پیشرفته است. مثلا کوانتوم که علم آینده دنیاست و ایران هم در این زمینه بسیار خوب عمل کرده است**

انرژی اتمی هم یک برنامه ۲۰ساله تعریف کرده است که تمام حوزه‌های مختلف را در چرخه سوخت از اکتشاف تا پس‌مانداری، حوزه‌های پزشکی و کشاورزی همه را دربرمی‌گیرد. هدف این است که ایران یکی از کشورهای پیشرفته دنیا در شاخه‌های مختلف این صنعت باشد. کشورهایی که در حال حاضر در همه حوزه‌ها فعال هستند انگشت‌شمارند و ایران جزو کشورهای اصلی است که در همه شاخه‌ها فعال است و با سرعت پیش می‌رود. ما هر سال یک پیشرفت را در حوزه‌های مختلف معرفی می‌کنیم و آینده بسیار روشنی در این صنعت داریم.

**سرمایه‌گذاری شده است؟**

مهم‌ترین سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه برق است. ۲ تا نیروگاه به غیر از نیروگاه فاعل در حال ساخت است و برای هر کدام حدود ۵ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری شده است. فکر نمی‌کنم هیچ پروژه‌ای در کشور با این ابعاد از سرمایه‌گذاری داشته باشیم. تولید ۱۰ هزار مگاوات برق را هم در برنامه داریم که خوشبختانه از سوی دولت این اجازه را داریم تا منابع و روش‌های مختلف بین‌المللی استفاده کنیم که آن را گسترش بدهیم تا به درصد مورد نظر برسیم. در حوزه پزشکی هسته‌ای بسیار کم و با اکرار. در این شرایط و وقتی ما تلاش کردیم خودمان آستین بالا بزنیم، یاد بگیریم و تجربه کنیم. اگر تجهیزات داشته باشیم مسلماً بهتر پیش می‌رویم اما وقتی نداریم خودمان تولید می‌کنیم چون انگیزه داریم. الان در بحث غنی‌سازی بومی روش‌های ما حتی از روش‌های مرسوم در دنیا هم پیشرفته‌تر است. دانشمندان ایرانی با استفاده از مهندسی معکوس و ایده‌های خودشان چیزهایی تولید کرده‌اند که چون صفر تا صد آن بومی است، به‌راحتی هم قابل اصلاح است. الان زمان میوه‌داندن درخت صنعت هسته‌ای است و خارجی‌ها در واقع قصد دارند جلوی آن را بگیرند و به‌اصطلاح این درخت را بخشکانند. چون در بحث روابط بین‌الملل هر کشوری ضعیف باشد گوشه‌ای نشسته و کسی به آن کاری ندارد اما به‌مجردی که قدرتمند شود، در جانش قدرت می‌افتد. اگر در زمینه هسته‌ای دفاعی قدرتی نداشته‌ایم و دستمان جلوی کشورهای دیگر دراز بود کسی به ما کاری نداشته اما حالا به‌دلیل ترس از قدرت ایران تلاش می‌کنند که خواسته‌های خودشان را تحمیل کنند اما در نهایت این قدرت ماست که به آنها تحمیل می‌شود و مجبورند آن را بپذیرند.

**آینده ایران در فناوری‌های هسته‌ای و چطور پیش‌بینی می‌کنید؟**

در حال حاضر مسئولان رده بالای کشور، رهبر معظم انقلاب و رئیس‌جمهوری یک برنامه بلندمدت در این زمینه دارند. سازمان

انرژی اتمی هم یک برنامه ۲۰ساله تعریف کرده است که تمام حوزه‌های مختلف را در چرخه سوخت از اکتشاف تا پس‌مانداری، حوزه‌های پزشکی و کشاورزی همه را دربرمی‌گیرد. هدف این است که ایران یکی از کشورهای پیشرفته دنیا در شاخه‌های مختلف این صنعت باشد. کشورهایی که در حال حاضر در همه حوزه‌ها فعال هستند انگشت‌شمارند و ایران جزو کشورهای اصلی است که در همه شاخه‌ها فعال است و با سرعت پیش می‌رود. ما هر سال یک پیشرفت را در حوزه‌های مختلف معرفی می‌کنیم و آینده بسیار روشنی در این صنعت داریم.

**سرمایه‌گذاری شده است؟**

مهم‌ترین سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه برق است. ۲ تا نیروگاه به غیر از نیروگاه فاعل در حال ساخت است و برای هر کدام حدود ۵ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری شده است. فکر نمی‌کنم هیچ پروژه‌ای در کشور با این ابعاد از سرمایه‌گذاری داشته باشیم. تولید ۱۰ هزار مگاوات برق را هم در برنامه داریم که خوشبختانه از سوی دولت این اجازه را داریم تا منابع و روش‌های مختلف بین‌المللی استفاده کنیم که آن را گسترش بدهیم تا به درصد مورد نظر برسیم. در حوزه پزشکی هسته‌ای بسیار کم و با اکرار. در این شرایط و وقتی ما تلاش کردیم خودمان آستین بالا بزنیم، یاد بگیریم و تجربه کنیم. اگر تجهیزات داشته باشیم مسلماً بهتر پیش می‌رویم اما وقتی نداریم خودمان تولید می‌کنیم چون انگیزه داریم. الان در بحث غنی‌سازی بومی روش‌های ما حتی از روش‌های مرسوم در دنیا هم پیشرفته‌تر است. دانشمندان ایرانی با استفاده از مهندسی معکوس و ایده‌های خودشان چیزهایی تولید کرده‌اند که چون صفر تا صد آن بومی است، به‌راحتی هم قابل اصلاح است. الان زمان میوه‌داندن درخت صنعت هسته‌ای است و خارجی‌ها در واقع قصد دارند جلوی آن را بگیرند و به‌اصطلاح این درخت را بخشکانند. چون در بحث روابط بین‌الملل هر کشوری ضعیف باشد گوشه‌ای نشسته و کسی به آن کاری ندارد اما به‌مجردی که قدرتمند شود، در جانش قدرت می‌افتد. اگر در زمینه هسته‌ای دفاعی قدرتی نداشته‌ایم و دستمان جلوی کشورهای دیگر دراز بود کسی به ما کاری نداشته اما حالا به‌دلیل ترس از قدرت ایران تلاش می‌کنند که خواسته‌های خودشان را تحمیل کنند اما در نهایت این قدرت ماست که به آنها تحمیل می‌شود و مجبورند آن را بپذیرند.

انرژی اتمی هم یک برنامه ۲۰ساله تعریف کرده است که تمام حوزه‌های مختلف را در چرخه سوخت از اکتشاف تا پس‌مانداری، حوزه‌های پزشکی و کشاورزی همه را دربرمی‌گیرد. هدف این است که ایران یکی از کشورهای پیشرفته دنیا در شاخه‌های مختلف این صنعت باشد. کشورهایی که در حال حاضر در همه شاخه‌ها فعال هستند انگشت‌شمارند و ایران جزو کشورهای اصلی است که در همه شاخه‌ها فعال است و با سرعت پیش می‌رود. ما هر سال یک پیشرفت را در حوزه‌های مختلف معرفی می‌کنیم و آینده بسیار روشنی در این صنعت داریم.

**سرمایه‌گذاری شده است؟**

مهم‌ترین سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه برق است. ۲ تا نیروگاه به غیر از نیروگاه فاعل در حال ساخت است و برای هر کدام حدود ۵ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری شده است. فکر نمی‌کنم هیچ پروژه‌ای در کشور با این ابعاد از سرمایه‌گذاری داشته باشیم. تولید ۱۰ هزار مگاوات برق را هم در برنامه داریم که خوشبختانه از سوی دولت این اجازه را داریم تا منابع و روش‌های مختلف بین‌المللی استفاده کنیم که آن را گسترش بدهیم تا به درصد مورد نظر برسیم. در حوزه پزشکی هسته‌ای بسیار کم و با اکرار. در این شرایط و وقتی ما تلاش کردیم خودمان آستین بالا بزنیم، یاد بگیریم و تجربه کنیم. اگر تجهیزات داشته باشیم مسلماً بهتر پیش می‌رویم اما وقتی نداریم خودمان تولید می‌کنیم چون انگیزه داریم. الان در بحث غنی‌سازی بومی روش‌های ما حتی از روش‌های مرسوم در دنیا هم پیشرفته‌تر است. دانشمندان ایرانی با استفاده از مهندسی معکوس و ایده‌های خودشان چیزهایی تولید کرده‌اند که چون صفر تا صد آن بومی است، به‌راحتی هم قابل اصلاح است. الان زمان میوه‌داندن درخت صنعت هسته‌ای است و خارجی‌ها در واقع قصد دارند جلوی آن را بگیرند و به‌اصطلاح این درخت را بخشکانند. چون در بحث روابط بین‌الملل هر کشوری ضعیف باشد گوشه‌ای نشسته و کسی به آن کاری ندارد اما به‌مجردی که قدرتمند شود، در جانش قدرت می‌افتد. اگر در زمینه هسته‌ای دفاعی قدرتی نداشته‌ایم و دستمان جلوی کشورهای دیگر دراز بود کسی به ما کاری نداشته اما حالا به‌دلیل ترس از قدرت ایران تلاش می‌کنند که خواسته‌های خودشان را تحمیل کنند اما در نهایت این قدرت ماست که به آنها تحمیل می‌شود و مجبورند آن را بپذیرند.

نکته‌ها | زاویه دید

## حرکت بر لبه دانش

دهکده جهانی، اینترنت، کتاب و جریان آزاد اطلاعات را فراموش کنید. شاید در بسیاری از حوزه‌های علم و فناوری بتوانید به راحتی با کمی تلاش و گذراندن دوره و دانشگاه، اطلاعات خوبی به‌دست آورید. در برخی از حوزه‌ها اما هنوز دیتا و دانش قطره‌چکانی باسختی و مراتب زیاد به‌دست می‌آید. فناوری هسته‌ای حداقل برای ایرانی‌ها دوره و کلاس ندارد و برای به‌دست آوردن این دانش خون‌های زیادی از جوانان این کشور ریخته شده است.

فناوری هسته‌ای از آن حوزه‌هایی است که در جهان نمی‌گذارند هر کسی به آن ورود کند و علم آن را به‌دست آورد. حوزه‌هایی که به لبه دانش، مشهور هستند و ایرانی‌ها در سال‌های گذشته تلاش کرده‌اند بر آن مسلط شوند.

این وضعیتی است که ایران سال‌ها در صنعت فضایی هم داشته است. هیچ کشوری نبوده است که برای ایران ماهواره طراحی کند، بسازد و پرتاب کند.

بهبانه همیشگی جلوگیری از دستیابی ایران به دانش هسته‌ای هم همیشه تنها یک چیز بوده است: احتمال استفاده از بمب اتم.

آمریکایی‌ها با داشتن ۹۲ نیروگاه هسته‌ای، بیشترین سهم در استفاده از انرژی هسته‌ای جهان را دارند. از مجموع برق تولید شده توسط نیروگاه‌های هسته‌ای کل دنیا، ۳۱ درصد آن متعلق به تنها کشوری است که از روی سیاه علم برای کشتار نسل بشر استفاده کرده است.

### تحول در پزشکی

تکنیک‌های پزشکی هسته‌ای طی سال‌های اخیر در نجات جان انسان‌ها نقش پررنگی ایفا کرده است. تحریم‌ها باعث شده که دانشمندان ایرانی برای تولید راد یوداروها خودشان دست به کار شوند. همین موضوع باعث شد که نام داروهای رادیوکتیوی بیشتر از گذشته بر زبان‌ها جاری شود. دانشمندان ایرانی بر همین اساس، برای تولید راد یوداروهای تشخیصی و درمانی اقدام کردند. اکنون به‌طور سالانه یک میلیون بیمار از خدمات راد یوداری سازمان انرژی هسته‌ای ایران بهره‌مند می‌شوند.

### روز سیاه علم

کاش هیچ وقت در روز ۶ آگوست سال ۱۹۴۵ ساعت به ۸:۱۵ صبح نمی‌رسید. اکثر دانشمندان جهان احتمالاً هنوز هم این دعا را می‌کنند که کاش خورشید در سیاه‌ترین روز تاریخ بشر طلوع نمی‌کرد تا در عرض یک دقیقه هیروشیما یا خاک یکسان نشود. شاید حتی نخبه‌ترین دانشمندان جهان هم تصور نمی‌کردند که مقام‌های آمریکایی دست به چنین حماقتی علیه نوب بشر بزنند و برای تنها بار در تاریخ در هیروشیما و آروز بعد در ناگازاکی از بمب اتمی برای کشتار جمعی استفاده کنند. کسی نمی‌دانست علم بشر قرار است خودش بلای جان خودش شود و آمریکایی‌ها دست به کاری بزنند که هیچ‌کس، هیچ وقت نمی‌تواند آن را با همه حرف و حدیث‌ها توجیه کند.

زمانی که اتریکو فرمی در سال ۱۹۳۴ از یکی از آزمایشگاه‌های دانشگاه شیکاگو تولید انرژی هسته‌ای را برای نخستین بار کشف کرد شاید هیچ وقت فکر نمی‌کرد کشورش این دانش را در بدترین و شرورانه‌ترین مسیر استفاده کند.

کشف انرژی هسته‌ای زمانی رخ داد که تیم تحقیقاتی اتریکو فرمی، متشغول بمباران کردن هسته اورانیوم با نوترون بودند.

۱۱ سال بعد اما استفاده از گرمای حاصل شکافت هسته اتم که معادل انفجار ۱۶ هزار تن تی‌ان‌تی بود باعث شد تا هر چیزی تا شعاع ۵ کیلومتری در هیروشیما از بین برود. علم بشر بلای جانش شده بود و «بزرگ‌ترین فاجعه‌ها آمریکا هیروشیما ۴۸ ثانیه پس از پرتاب تبدیل به گورستان کرد.

### تولید برق

اگر پیش از این از گاز، انرژی آب و سایر عناصر موجود در طبیعت برای تولید برق استفاده می‌شد، حالا انرژی هسته‌ای یاد جایگزین آنها می‌شود؛ انرژی‌ای که با یان کمتر محتمل بود. ایران هم اگر چه در سال ۱۳۹۶ هجری شمسی فعالیت‌های هسته‌ای خود را آغاز کرد اما در سال ۱۳۵۳ تأسیس سازمان انرژی اتمی و انعقاد قرارداد ساخت نیروگاه اتمی بوشهر، پروژه تولید برق با انرژی هسته‌ای را کلید زد. اکنون دانشمندان ایرانی با تولید برق از انرژی هسته‌ای تلاش می‌کنند تا سوخت‌های فسیلی برای نسل‌های بعد باقی بماند. بر برخی منابع اتمی می‌کنند که هر روز یک نیروگاه هسته‌ای در جهان آغاز به‌کار می‌کند.

### منطقه کشف نشده

تحلیل روند سطح تقاضا و منابع عرضه انرژی در حال تلاش برای استفاده از فیوزن یا همجوشی هسته‌ای هستند تا خورشید مصنوعی را روی زمین بسازند و این مسیر را جایگزین شکافت هسته‌ای کنند. دانشمندان ایرانی نشان داده‌اند که منبع انرژی‌های خارجی هیچ‌وقت نتوانسته جلودار آنها برای پیشرفت باشد. صنعت هسته‌ای در زندگی همه ما جاری شده و نمی‌توان آینده را پایدار، این انرژی یکی از حامل‌های قابل دسترسی و مطمئن در جهان به‌شمار می‌رود.

### منطقه کشف نشده

تحلیل روند سطح تقاضا و منابع عرضه انرژی در حال تلاش برای استفاده از فیوزن یا همجوشی هسته‌ای هستند تا خورشید مصنوعی را روی زمین بسازند و این مسیر را جایگزین شکافت هسته‌ای کنند. دانشمندان ایرانی نشان داده‌اند که منبع انرژی‌های خارجی هیچ‌وقت نتوانسته جلودار آنها برای پیشرفت باشد. صنعت هسته‌ای در زندگی همه ما جاری شده و نمی‌توان آینده را پایدار، این انرژی یکی از حامل‌های قابل دسترسی و مطمئن در جهان به‌شمار می‌رود.