



کاهش هزینه تولید برق از انرژی اتمی تمایل برای داشتن برنامه هسته‌ای را افزایش داده است

دنیای هسته‌ای تر



فرهیختگان در روزگاری که تهران ضرورت دستیابی به دانش هسته‌ای و دارا بودن چرخه کامل هسته‌ای را کشف کرده بود و گام‌های عملیاتی خود را برای بومی‌سازی این دانش برداشته بود، بسیاری از رهبران در غرب آسیا، تهران را شامت می‌کردند که با وجود منابع غنی انرژی، چه نیازی به صرف میلیارد‌ها دلار درآمد برای داشتن انرژی هسته‌ای است؟ حدود دو دهه زمان نیاز بود تا رهبران کشورهای عربی پی به اهمیت انرژی هسته‌ای در دنیای امروز ببرند. حالا در برخی پایتخت‌های عربی رقابتی پرهزینه، نه برای دستیابی به چرخه کامل هسته‌ای که برای تأمین بخشی از نیازشان به انرژی به راه افتاده است. در حال حاضر، میزان برداشت از منابع زیرزمینی ثابت است اما نیاز کشورهای به انرژی به‌ویژه انرژی برق روزبه‌روز در حال گسترش است و تأمین این نیاز، در آینده می‌تواند درآمد‌های نفتی کشورهای منطقه را کاهش دهد. از همین روست که نه تنها عربستان سعودی و امارات متحده عربی با منابع سرشار انرژی که حتی کشورهای همچون مصر و مغولستان نیز به دنبال برنامه هسته‌ای هستند. در حال حاضر حدود ۳۰ کشور در حال بررسی، برنامه‌ریزی یا شروع برنامه‌های انرژی هسته‌ای هستند و حدود ۲۰ کشور دیگر نیز در مقطعی ابزار علاقه کرده‌اند. برخی از این کشورها اقتصادهای پیشرفته و برخی دیگر نیز کشورهای در حال توسعه‌اند. تحلیلگران انتظار ندارند که این کشورها در آینده قابل پیش‌بینی سهم زیادی در گسترش ظرفیت هسته‌ای داشته باشند؛ چراکه رشد اصلی در کشورهای اتفاق خواهد افتاد که این فناوری در آنها از قبل به خوبی تثبیت شده است. با این حال، در درازمدت، روند شهرنشینی در کشورهای کم‌تر توسعه‌یافته، تقاضا برای برق و به‌ویژه برق تأمین‌شده توسط نیروگاه‌های بارپایه مانند هسته‌ای را به شدت افزایش خواهد داد. الگوی تقاضای انرژی در این کشورها بیشتر شبیه اروپا، آمریکای شمالی و ژاپن خواهد شد.

کاهش هزینه‌های انرژی هسته‌ای

تا سال ۲۰۲۲، ۹۰ کشور دارای تسلیحات هسته‌ای بودند. آمریکا و روسیه با دارا بودن ۱۲ هزار و ۷۰۰ کلاهک جنگی، بیش از ۹۰ درصد تسلیحات هسته‌ای را در اختیار دارند. به غیر از سلاح‌های کشتار جمعی، انرژی هسته‌ای می‌تواند در چندین بخش صنعتی از جمله انرژی، مراقبت‌های بهداشتی، کشاورزی، حفظ مواد غذایی، صنعت و تحقیقات استفاده شود. از سال گذشته میلادی ۳۰ کشور از طریق انرژی هسته‌ای برق تولید می‌کنند. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انتظار می‌رود ظرفیت جهانی برق از طریق فناوری انرژی هسته‌ای تا سال ۲۰۵۰ بیش از صد درصد رشد کند و به ۸۷۳ گیگاوات برق خالص برسد. طبق گزارش موسسه انرژی هسته‌ای، متوسط هزینه تولید یک مگاوات ساعت برق از طریق انرژی هسته‌ای به رقم ۲۹،۱۳ دلار رسیده که ۳۸،۹ درصد کمتر از هزینه‌های سال ۲۰۱۲ است. همین مساله نیز تمایل به دستیابی کشورهای به انرژی هسته‌ای را تشدید کرده است. ایران نیز به‌عنوان یکی از کشورهای دارای توانمندی هسته‌ای، در حال حاضر از طریق نیروگاه اتمی بوشهر ۲ درصد برق خود را تولید می‌کند. محمد اسلامی، رئیس سازمان انرژی اتمی گفته است که کشور در حال برنامه‌ریزی برای تولید ۱۰ هزار مگاوات برق هسته‌ای است.

گزارش ژوئیه ۲۰۲۱ آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) درباره وضعیت بین‌المللی و چشم‌انداز انرژی هسته‌ای می‌گوید که حدود ۲۸ کشور عضو بدون نیروگاه هسته‌ای در حال بررسی، برنامه‌ریزی یا کار «برای نتجاندن هسته‌ای در ترکیب انرژی خود هستند. از میان این ۲۸ کشور که نام‌شان فاش نشده، ۱۰ تا ۱۲ کشور قصد دارند تا سال‌های ۲۰۳۵-۲۰۳۰ نیروگاه‌های هسته‌ای را راه‌اندازی کنند.

در این گزارش به صورت اجمالی به بررسی تلاش‌های کشورهای مختلف اعم از اقتصادهای پیشرفته و اقتصادهای ضعیف برای دستیابی به انرژی هسته‌ای به‌ویژه در تأمین انرژی پرداخته شده است.

امارات متحده عربی

امارات متحده عربی پیشنهادی ۲۰ میلیارد دلاری از یک کنسرسیوم کره جنوبی برای ساخت چهار رآکتور تجاری انرژی هسته‌ای را با ظرفیت مجموعاً ۵٫۶ گیگاوات، تا سال ۲۰۲۰ پذیرفته است. اولین واحد نیروگاه اتمی در آگوست ۲۰۲۰ به شبکه متصل شد و سپس واحد ۲ در سپتامبر ۲۰۲۱ و واحد ۳ در اکتبر ۲۰۲۲ به شبکه متصل شد.

عربستان

عربستان سعودی قصد دارد تا ۲۰ سال آینده ۸۰ میلیارد دلار در حوزه هسته‌ای سرمایه‌گذاری کرده و ۱۶ رآکتور اتمی بسازد. سعودی اما قصد ندارد تنها به رآکتورهای تولید برق اکتفا کند. برای اولین بار عبدالعزیز بن سلمان، وزیر نفت عربستان در تابستان سال ۲۰۱۹ اعلام کرد کشورش در آینده برای تأمین سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای خود به دنبال غنی‌سازی اورانیوم خواهد رفت. سعودی‌ها در این مسیر تلاش کردند تا کسب موافقت آمریکا برای دریافت اجازه غنی‌سازی، فناوری مرتبط با آن را نیز از

شرکت‌های بیمه‌ای نیز می‌شود که به دلیل انباشت تعهدات با مشکلات مالی مواجه شده‌اند. مزیت دیگر تولید رادیوداروها در داخل طی بحران کرونا پدیدار شد. رادیوداروها به دلیل عمر کم با هوابیما به مقصد حمل می‌شوند اما در دوران کرونا با اعمال محدودیت‌های ملی و جهانی از میزان پروازها کاسته شده و با اشکال در زنجیره تأمین جهانی، تهیه رادیوداروها در جهان نیز به مشکل برخورد. در این وجود مردم ایران به لحاظ دسترسی به رادیوداروها با مشکلی مواجه نشدند.

توسعه فناوری هسته‌ای همچنین باعث شده تا ایران با وجود اعمال تحریم‌های گسترده از سوی غرب که اخلاقی قابل توجه در هرگونه خرید ایران از بازارهای جهانی حتی در سطح غذا و دارو ایجاد می‌کنند، بتواند دسترسی خود به رادیوداروها را حفظ کند. ایران با توجه به پیشرفت‌های خود چندین سال است که به یک صادرکننده عمده رادیوداروها تبدیل شده است. آنگونه که اسلامی، رئیس سازمان انرژی اتمی می‌گوید ایران در زمره پنج کشور برتر تولیدکننده رادیوداروها در جهان قرار داشته و آنها را ضمن مصرف داخلی به ۹ تا ۱۵ کشور دیگر صادر می‌کند.

مزایای اقتصادی تولید رادیوداروها به معنای کاهش هزینه‌های درمان در داخل، کاسته شدن از نیاز به سفر درمانی به خارج، صادرات داروها و همچنین جذب بیماران کشورهای دیگر در قالب گردشگری سلامت است.

جداً از اهمیت فناوری هسته‌ای در تأمین انرژی، این فناوری با تولید رادیوداروها نقش بزرگی در تشخیص و درمان بیماری‌ها ایفا می‌کند. با وجود جزئیات زیاد رادیوداروها، شاید مهم‌ترین حوزه عمل آنها درمان سرطان‌های مختلف باشد. تأمین این داروها به‌طور عمومی برای کشورها و به‌طور خاص برای ایران دارای دشواری‌هایی است. تولیدکننده رادیوداروها، کشورهای پیشرفته هستند و از این رو توجه به سیاست‌های انحصاری تجاری و همچنین دستمزدهای بالا در چنین کشورهایی، داروها با قیمت گزافی به دست کشورهای خریدار می‌رسد. ایران با توسعه صنعت رادیوداروها در حاشیه صنعت کلان هسته‌ای خود، گامی بزرگ در راستای کاهش هزینه و اطمینان از دسترسی، برای مردم برداشته است.

بنابر آنچه محمد اسلامی، رئیس سازمان انرژی اتمی در دی‌ماه سال ۱۴۰۱ اعلام کرده، سالانه یک میلیون نفر از مردم از رادیوداروهای داخلی بهره‌مند می‌شوند. پژمان شیرمردی، معاون سازمان انرژی اتمی فروردین سال گذشته میزان صرفه‌جویی صورت گرفته در این حوزه را سالانه ۵۰ تا ۸۰ میلیون دلار عنوان کرده بود. با در نظر گرفتن قیمت یک دلار برابر با ۴۷ هزار تومان در روز نگارش این گزارش، مبلغ صرفه‌جویی به سالانه ۲ هزار و ۳۵۰ میلیارد تا ۳ هزار و ۷۶۰ میلیارد تومان می‌رسد. به عبارتی دیگر تولید رادیوداروها در داخل کشور باعث شده هر نفر از یک میلیون بیمار استفاده‌کننده از این داروها، سالانه ۲ میلیون و ۳۵۰ تا ۳ میلیون و ۷۶۰ هزار تومان کمتر هزینه پرداخت کنند. این مزیت شامل حال صندوق‌های سرمایه‌گذاری و

گره‌گشایی هسته‌ای با رادیوداروها

ایران کشور تأمین‌کننده. با این حال پس از تردیدهای آمریکا و فشار صهیونیست‌ها، عربستان آمریکا را تهدید کرد به سمت چین، روسیه و فرانسه برای ایجاد تاسیسات غنی‌سازی گام برخواهد داشت. ریاض در این حوزه همکاری‌هایی را با پکن در حوزه تولید کیک زرد ترتیب داد.

عراق

رئیس سازمان تنظیم مقررات منابع رادیواکتیو عراق در ژوئن ۲۰۲۱ اعلام کرد که پیش‌بینی‌های ما نشان می‌دهد که بدون انرژی هسته‌ای تا سال ۲۰۳۰، دچار دردهای بزرگی خواهیم شد. بر همین اساس عراق در حال تدوین یک برنامه ۴۰ میلیارد دلاری برای راه‌اندازی ۸ رآکتور با ظرفیت حدود ۱۱ گیگاوات برق است. بغداد با مقامات روسی و کره جنوبی و شرکت‌های انرژی هسته‌ای دولتی در مورد ساخت نیروگاه گفت‌وگو کرده است.

یمن

یمن در حال بررسی برنامه‌هایی برای استفاده از رآکتورهای هسته‌ای کوچک با توان ۳۰۰ مگاوات در سال‌های ۲۰۳۰-۲۰۲۵ است، پس از آن صنعا به یک نیروگاه هسته‌ای تجاری با توان ۱۵۰۰-۱۰۰۰ مگاوات در سال ۲۰۳۵ فکر می‌کند. این کشور با آژانس انرژی اتمی روی این طرح‌ها کار می‌کند.

آلبانی
دولت آلبانی در سال ۲۰۰۷ ساخت یک نیروگاه هسته‌ای را برای تأمین داخلی و صادراتی به بالکان و ایتالیا پیشنهاد کرد. در سال ۲۰۰۹ کرواسی از این پیشنهاد حمایت کرد و دو کشور موافقت کردند که روی آن همکاری کنند. در ژانویه ۲۰۱۰، دولت ایجاد آژانس ملی اتمی را برای نظارت بر توسعه پروژه‌های هسته‌ای و ایجاد زیرساخت‌های قانونی تصویب کرد.

صربستان
دولت‌های روسیه و صربستان در سال ۲۰۰۹ در حال انجام «مذاکرات جدی» برای ساخت نیروگاه هسته‌ای در خاک صربستان به‌عنوان پروژه مشترک بودند. در اگوست ۲۰۱۰، دولت صربستان اعلام کرد که احتمالاً

۵ درصد از سهام نیروگاه هسته‌ای بلن بلغارستان را در اختیار خواهد گرفت. در ماه نوامبر بلغارستان از صربستان، کرواسی و مقدونیه - همه مشتریان برق - دعوت کرد تا سهام ۱ تا ۲ درصدی را در نیروگاه بلن بگیرند. در سال ۲۰۱۹ روسیه و صربستان توافقنامه‌ای بین‌دولتی در زمینه همکاری در ساخت مرکز علوم، فناوری و نوآوری هسته‌ای در صربستان امضا کردند.

لهستان

لهستان به‌طور سنتی صادرکننده خالص برق بوده است، عمدتاً به جمهوری چک و اسلواکی، اما در سال‌های اخیر با ادامه رشد تقاضای داخلی شاهد کاهش سطح صادرات بوده است. کابینه لهستان در اوایل سال ۲۰۰۵ تصمیم گرفت که برای تنوع انرژی و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و گوگرد، این کشور باید فوراً به سمت معرفی انرژی هسته‌ای حرکت کند تا به‌زودی یک نیروگاه اولیه پس از سال ۲۰۲۰ راه‌اندازی شود. لهستان قصد دارد از حدود سال ۲۰۳۳ به‌عنوان بخشی از مجموعه انرژی‌های متنوع، انرژی هسته‌ای داشته باشد تا این کشور را از وابستگی شدید به زغال سنگ دور کند. لهستان پیش‌تر در نظر گرفته بود که در نیروگاه هسته‌ای ویزاگیناس در لیتوانی سهمی داشته باشد.

الجزایر

در فوریه ۲۰۰۹، دولت اعلام کرد که قصد دارد اولین نیروگاه هسته‌ای خود را که حدود سال ۲۰۲۰ کار می‌کند، بسازد و پس از آن هر پنج سال یک‌بار یک واحد دیگر بسازد. در سال ۲۰۱۳، هدف تا سال ۲۰۲۵ تمدید شد. در سپتامبر ۲۰۱۴ توافقنامه بین‌دولتی با روس اتم امضا شد که در آن «همکاری در ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای و رآکتورهای تحقیقاتی، استفاده از رآکتورهای هسته‌ای برای تولید گرما و نمک‌زدایی آب دریا، اکتشاف و استخراج مشترک ذخایر اورانیوم، مدیریت سوخت هسته‌ای» و پردازش زباله‌های هسته‌ای تعریف شده بود. الجزایر از سال ۱۹۹۵ دور آکتور تحقیقاتی را در دراریا و عین اوسارا راه‌اندازی کرده است. نیروگاه ۱۵ مگاواتی Es-Salam یک رآکتور آب سنگین چینی است که در سال ۱۹۹۲ راه‌اندازی شد و در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۹ توسط CNNC Zhongyuan بازسازی شد.

رواندا

روسیه و رواندا در دسامبر ۲۰۱۸ یک توافقنامه بین‌دولتی در مورد استفاده از انرژی هسته‌ای امضا کردند. ظرفیت تولید برق در سال ۲۰۱۸ برابر با ۲۱۸ مگاوات بوده و حدود ۳۵ درصد مردم به برق دسترسی دارند. در اکتبر ۲۰۲۰، دولت رواندا تاسیس هیات انرژی اتمی رواندا (RAEB) را تصویب کرد که هدف آن هماهنگی تحقیق و توسعه فعالیت‌های انرژی هسته‌ای در این کشور است.

اوگاندا

نقشه راه چشم‌انداز ۲۰۴۰ اوگاندا توسعه ظرفیت هسته‌ای قابل توجهی را به‌عنوان بخشی از ترکیب انرژی آینده کشور در بر می‌گیرد. استراتژی توسعه نقشه راه انرژی هسته‌ای در آوریل ۲۰۱۵ توسط کابینه تصویب شد و موضوعات زیرساختی کلیدی برای توسعه انرژی هسته‌ای را شناسایی کرد و مکانیسم‌های پیشنهادی برای رسیدگی به آنها را ارائه کرد. در ژوئن ۲۰۱۷، وزارت انرژی و توسعه مباد معدنی توافقنامه‌ای با روس اتم امضا کرد که زیرساخت‌های هسته‌ای و مراکز تحقیقات هسته‌ای را با رآکتورهای تحقیقاتی پوشش می‌داد.

بنگلادش

بنگلادش که قصد دارد وابستگی خود به گاز طبیعی را کاهش دهد در نوامبر ۲۰۱۷ ساخت اولین رآکتور انرژی هسته‌ای خود به نام Rooppur را آغاز کرد. این واحد قرار است در سال ۲۰۲۳ راه‌اندازی شود. ساخت واحد دوم در رویور در جولای ۲۰۱۸ آغاز شد. در این کشور تقاضای برق به‌سرعت در حال افزایش است.

اندونزی

اندونزی نسبت به هر کشور دیگری در جنوب‌شرقی آسیا از تجربه و زیرساخت بیشتری در فناوری هسته‌ای برخوردار است. ساخت یک رآکتور آزمایشی انرژی هسته‌ای ۱۰ مگاواتی در سرپونگ در نزدیکی جاکارتا برنامه‌ریزی شده است. طراحی این رآکتور توسط روسیه انجام شده و برنامه‌ریزی برای ایجاد واحدهای بزرگ‌تر به تعویق افتاده است.

انرژی هسته‌ای در آسیا					
کشور	رآکتور ساخته شده	رآکتور در حال ساخت	برنامه‌ریزی برای ساخت	رآکتور تحقیقاتی قابل بهره‌برداری	چرخه سوخت*
استرالیا				۱	UM
بنگلادش		۲			
چین	۵۵	۲۳	۴۵	۱۶	FF.E.C.UM
هند	۲۲	۸	۱۲	۵	WM.R.FF.UM
اندونزی				۳	FF
ژاپن	۳۳	۲	۱	۳	WM.R.FF.E.C
قزاقستان				۴	UM
کره جنوبی	۲۵	۳		۲	FF.C
کره شمالی				۱	C?,FF?,R
مالزی				۱	
پاکستان	۶		۱	۲	FF.E.A
ویتنام				۱	
امارات متحده عربی	۳	۱			
جمع	۱۴۴	۴۵	۶۴	۴۵	

* استخراج اورانیوم UM، تبدیل C، غنی‌سازی E، ساخت سوخت FF، پردازش مجدد R، امکانات دفن سوخت مصرف شده دور رآکتورها WM