



«فرهنگستان» از جدیدترین رآکتور هسته‌ای ساخت چشم‌بادامی‌ها گزارش می‌دهد که به آنها در تولید انرژی پاک و پایدار کمک می‌کند

خورشید مصنوعی هم از شرق می‌آید



ندا اظهري

مترجم

انرژی هسته‌ای که برخی کشورهای دنیا به دنبال آن هستند، در کنار استفاده‌های تسلیحاتی و نظامی که دارد، در تولید انرژی کاربردهای بسیار وسیعی دارد و می‌تواند به کشورهایی که از نظر تامین انرژی ضعیف هستند، کمک کند تا از این طریق علاوه بر تولید انرژی‌های پاک، حجم بالایی از انرژی را هم در اختیار داشته باشند. ساخت رآکتورهای هسته‌ای که قابلیت بالایی برای این کار داشته باشند، چند سالی است در دستور کار کشورها قرار گرفته است. رسانه‌های محلی چین به تازگی از راه‌اندازی موفقیت‌آمیز رآکتور همجوشی هسته‌ای موسوم به «خورشید مصنوعی» رونمایی کرده‌اند که برای نخستین بار در دنیا تولید می‌شود. این بردستگاه به توجه به حرارت بسیار بالایی که تولید می‌کند، به این کشور در پیشبرد قابلیت‌های تحقیقاتی انرژی هسته‌ای کمک می‌کند. این پروژه که حاصل سال‌ها تلاش و تحقیق دانشمندان چینی است، علاوه بر نقش چشمگیر در انرژی هسته‌ای، می‌تواند در کنار تامین نیازهای استراتژیک حوزه انرژی، توسعه پایدار انرژی و اقتصاد ملی چین را هم به دنبال داشته باشد. این رآکتور هسته‌ای در استان سیچوان، در جنوب غرب چین راه‌اندازی شده و ساخت آن اواخر سال گذشته میلادی به اتمام رسید اما فعال کردن آن مدتی زمان برد که سرانجام این اتفاق افتاد و دنیا شاهد فعالیت نخستین خورشید مصنوعی است.

پروژه از کجا آغاز شد؟

اواخر سال ۲۰۱۸ بود که دانشمندان چینی اعلام کردند در حال ساخت نوعی خورشید مصنوعی هستند که بتوانند از آن به‌عنوان منبع جایگزین انرژی در کره زمین استفاده کنند. گزارش‌ها حکایت از آن داشت که موسسه علوم فیزیکی Hefei چین روی پروژه شبیه‌ساز خورشید زمینی کار می‌کردند که اساساً یک رآکتور همجوشی بود. چیزی که در این پروژه عجیب بود و توجه را به خود جلب می‌کرد، این بود که دانشمندان این پروژه مدعی شده بودند، توانسته‌اند دمای ۱۰۰ میلیون درجه سلسیوس را در این شبیه‌ساز تولید کنند که نسبت به دمای ۱۵ میلیون درجه سلسیوس در هسته خورشید، ۶ برابر بالاتر است. در واکنش همجوشی، دو هسته با هم ترکیب و این برخلاف واکنش شکافت است که در رآکتورهای هسته‌ای فعلی، یک اتم را تقسیم می‌کنند. رآکتورهای همجوشی قدرت بیشتری تولید می‌کنند در حالی که پسماند کم‌خطرتری دارند.

نقش دمای بالا در رآکتور هسته‌ای چیست؟

در همجوشی هسته‌ای دمای اولیه بسیار بالایی مورد نیاز است. در سال ۲۰۱۸، دانشمندان امیدوار بودند بتوانند واکنش همجوشی رآکتور ۱۰۰ میلیون درجه سلسیوس آغاز کنند. با وجود این، آنها باید کاری می‌کردند که بتوانند دمای بالای این رآکتور را برای مدت زمان طولانی حفظ کنند تا به این طریق، به‌عنوان یک منبع انرژی کاربردی از آن استفاده کنند. یکی از بزرگ‌ترین موانع برای غلبه برای حل این مشکل، تلاش برای محدود کردن واکنش‌ها در یک فضای محدود برای مدتی طولانی است. راه دیگر، دستیابی به تراکم پلاسمایی است که به اندازه کافی بالا باشد. تنها در زمان بالابودن این تراکم و تجاوز کردن درجه حرارت تا بیش از ۱۰۰ میلیون درجه، ذرات قابل توجهی با انرژی جنبشی کافی در داخله بین هسته‌ها غلبه می‌کنند و اجازه می‌دهد واکنش‌های همجوشی هسته‌ای اتفاق بیفتد. محققان اعلام کرده بودند رآکتور ساخته‌شده به دمای بیش از ۱۰۰ میلیون درجه سلسیوس رسیده که بیش از ۱۰۰ ثانیه تخلیه می‌شود. اما محققان معتقدند برای دستیابی به انرژی همجوشی پایدار، باید این دما را به صدها میلیون درجه برسانند و زمان تخلیه را به هزاران ثانیه کاهش دهند.

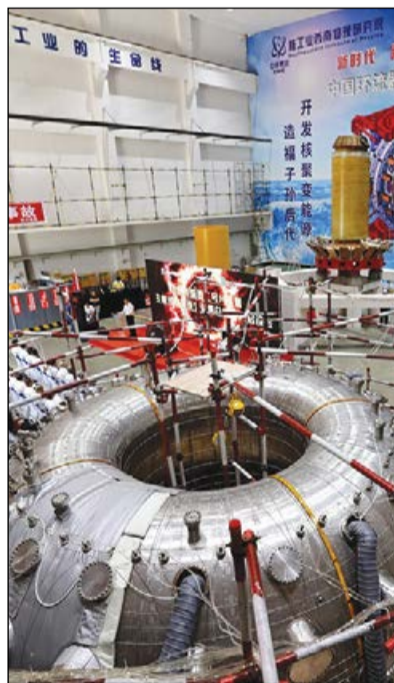
در داخل رآکتور چه اتفاقی می‌افتد؟

جریان‌های الکتریکی حداکثر سه میلیون آمپری از طریق یک سیم‌پیچ ۹۰ تنی عبور می‌کنند تا یک میدان مغناطیسی قدرتمند ایجاد کند که به نوبه خود حاوی پلاسمای تولید شده توسط فرآیند همجوشی است و مانع نابودی مرکز آن می‌شود. سیم‌پیچ ساخته شده برای این رآکتور، از جمله دستاوردهای اصلی محققان است که توانایی بی‌ظنری در مقاومت در برابر شوک‌ها را از خود نشان می‌دهد. یکی از فیزیکدانان دانشگاه تسینگ‌وا معتقد است دانشمندان دنیا هنوز مشکلات زیادی را برای غلبه بر این میدان همجوشی هسته‌ای دارند که یکی از



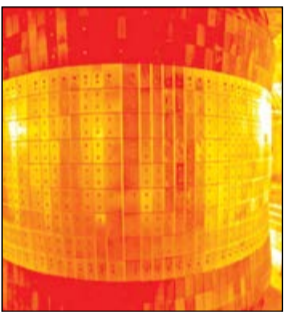
نیروی همجوشی به چه کار می‌آید؟

نیروی همجوشی قابلیت حل بسیاری از مسائل مرتبط با انرژی را در دنیا دارد، به‌طوری که قادر به تولید انرژی‌های بسیار بالا با کمترین تاثیر روی محیط‌زیست است. به گفته مدیر موسسه فیزیک پلاسما در آکادمی علوم چین، این رآکتور هسته‌ای، تاکنون توانسته به خروجی الکتریکی ۱۰ میلیون وات معادل انرژی مورد نیاز برای تامین انرژی ۲۰۰ هزار لامپ دست یابد. در واقع، این رآکتور مانند فر عمل می‌کند اما دانشمندان برای دستیابی به دمای بالا و کافی برای همجوشی هسته‌ای با باید فر را داغ‌تر یا تشعشع حرارتی را کم کنند. نیروی همجوشی، نوعی فرآیند تولید انرژی و نیرو است که با استفاده از حرارت ایجاد شده از واکنش‌های همجوشی هسته‌ای برق تولید می‌کند. در فرآیند همجوشی، دو هسته اتمی سبک‌تر در ترکیب با هم و نیز در زمان آزاد کردن انرژی، هسته سنگین‌تری را تولید می‌کنند. دستگاه‌هایی که محققان برای مهار این انرژی طراحی کرده‌اند، به رآکتورهای همجوشی شناخته می‌شوند.



ساخت رآکتور بزرگ‌تر تا سال ۲۰۲۵

محققان با اشاره به رآکتور آزمایشی بین‌المللی هسته‌ای حرارتی، عنوان کرده‌اند این پروژه‌ای مشترک میان اروپا، آمریکا، چین، هند، ژاپن، روسیه و کره جنوبی است که شامل ساخت نمونه‌ای از رآکتور همجوشی به‌منظور تولید برق است. ساخت این پروژه از سال ۲۰۱۳ آغاز شده و قرار است طبق برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته در سال ۲۰۲۵ به پایان برسد. این پروژه بین‌المللی در حال حاضر در جنوب فرانسه در حال ساخت است و به‌گونه‌ای طراحی شده که بتواند در حال حاضر تا بیش از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تولید کند.



خورشید مصنوعی چینی‌ها چه ویژگی‌هایی دارد؟

این خورشید مصنوعی ساخته شده به دستگاه Tokamak HL-2M شناخته می‌شود که قادر به تولید پلاسما یا گاز داغ در دمای بالای ۲۰۰ درجه سلسیوس است. قدرت تولید این دمای بالا برای انجام فرآیند همجوشی ضروری است. رآکتور ساخت چین، گامی موثر در راستای پیشرفت رآکتور آزمایشی مهندسی همجوشی در این کشور تا سال ۲۰۲۱ است. رآکتور HL-2M پلنفرم بسیار حیاتی است و با توجه به اینکه چین یکی از پیشگامان اصلی دنیا در توسعه فناوری همجوشی به‌شمار می‌رود، قابلیت تولید منبع بی‌پایانی از انرژی پاک را در اختیار دارد و همان‌طور که دانشمندان چینی متعهد شده بودند، توانستند تا پیش از پایان سال ۲۰۲۰، این رآکتور آزمایشی را تولید کنند. قرار است نمونه صنعتی این رآکتور با خورشید مصنوعی تا سال ۲۰۳۵ ساخته شود و تا سال ۲۰۵۰ به‌عنوان یک نمونه تجاری در مقیاس و ابعاد بزرگ تولید شود.



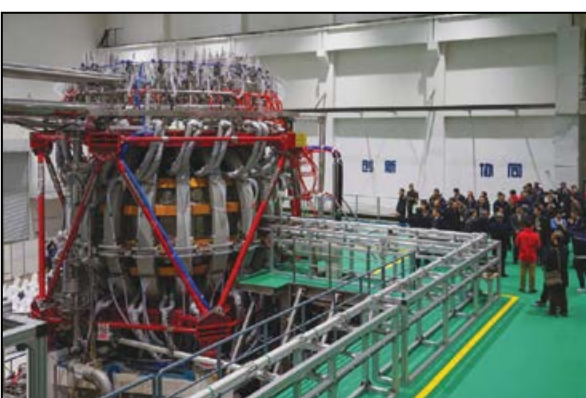
حرارت ۱۰ برابر داغ‌تر از خورشید

دانشمندان چینی از سال ۲۰۰۶ روی ساخت نمونه‌های کوچک‌تر رآکتور همجوشی هسته‌ای فعالیت می‌کنند و در حال حاضر این پروژه توانسته تا حد قابل قبولی پیش رود. با تمام تلاش‌هایی که محققان در سال‌های اخیر روی آن انجام داده‌اند، دمای مطلوب تولید شده در این رآکتور به بیش از ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده است که حدوداً ۱۰ برابر داغ‌تر از حرارتی است که در هسته خورشید تولید می‌شود. به دلیل همین حرارت بالایی که تولید می‌کند، نام آن را خورشید مصنوعی گذاشته‌اند. کار ساخت اولیه رآکتور سال گذشته به پایان رسید اما محققان همچنان روی ریزه‌کاری‌های آن کار می‌کنند و از همه مهم‌تر به دنبال رسیدن به حرارتی بسیار بالاتر از چیزی هستند که در حال حاضر

تولید می‌شود. این اولین باری است که محققان رآکتور را فعال کردند تا بتوانند تولید حرارت را در آن تست کنند. به‌طور قطع، این موفقیت بزرگ، دستاورد فوق‌العاده علمی به‌شمار می‌رود که هدف دانشمندان جهان را برای تولید انرژی هسته‌ای ایمن، پاک و پایدار فراهم می‌کند. البته تولید انرژی همجوشی هسته‌ای تنها راه رفع نیازهای انرژی استراتژیک در چین محسوب نمی‌شود، بلکه نقش موثرتر و بزرگ‌تری هم برای آینده توسعه پایدار انرژی چین و اقتصاد ملی این کشور دارد. رآکتور با کمک میدان مغناطیسی قدرتمندی که حاوی حلقه‌های از پلاسماهای داغ است، انرژی تولید می‌کند. دمای این پلاسماهای داغ به بیش از ۱۵۰ میلیون درجه می‌رسد.

هدف نهایی این رآکتور چیست؟

پلاسما قادر است تا بیش از ۲/۵ تریلیون آمپر بالا رود. این خورشید مصنوعی در حال حاضر، بزرگ‌ترین دستگاه پیشرفته توکاماک با بالاترین پارامترها در چین است که حمایت فنی خوبی را از چین



است که حمایت فنی خوبی را از چین به عمل می‌آورد تا این کشور بتواند به توسعه کیفی بالایی در حوزه همجوشی هسته‌ای دست یابد و به این واسطه، به پلنفرمی بین‌المللی تبدیل شود که چین از طریق این انرژی همجوشی هسته‌ای بتواند با دیگر کشورهای شریک در این پروژه همکاری کند. تاکنون ۲۰ میلیارد یورو معادل ۲۲/۵ تریلیون دلار صرف تولید این رآکتور هسته‌ای شده است و انتظار می‌رود این پروژه تا سال ۲۰۲۵ به اتمام نهایی برسد.

به گزارش Globaltimes، این رآکتور عظیم، استقلال چینی‌ها را در طراحی و ساخت بی‌ظنری و اجرای فناوری‌های پیشرفته در ابعاد وسیع آن نشان می‌دهد که به این واسطه توانسته‌اند انرژی همجوشی را مهار کرده و پایه‌ای محکم برای این طراحی مستقل ایجاد کنند. رآکتور Tokamak HL-2M طراحی شده است تا واکنش‌های طبیعی ایجاد شده در خورشید به واسطه آنها تکرار شوند که هدف آن، تولید انرژی پاک از طریق همجوشی هسته‌ای کنترل شده است. با استفاده از ساختارهای پیشرفته‌تر و حالت کنترل، این دستگاه‌های جدید قادرند حتی درجه حرارتی بالاتر از ۲۰۰ میلیون درجه سلسیوس را تولید کند و به این واسطه، جریان الکتریکی

رآکتور همجوشی هسته‌ای چه کاربردی دارد؟

فرآیند همجوشی بسیار گران‌قیمت است اما تست‌هایی که چینی‌ها با کمک این رآکتور همجوشی هسته‌ای انجام داده‌اند، به محققان کمک می‌کند به راه‌های تحقیقاتی ارزان‌قیمت‌تری هم دست پیدا کنند. این پروژه در راستای پروژه مشترک بین‌المللی قرار می‌گیرد که چند کشور روی آن کار می‌کنند و قرار است در سال ۲۰۲۵ به پایان برسد. این پروژه اساساً در فرانسه پیگیری می‌شود و این رآکتور هم می‌تواند بخشی از آن باشد. چین در نظر دارد تا سال ۲۰۵۰ به تولید تجاری انرژی همجوشی دست یابد و با وجود گران و پرخطر بودن آن، محققان چینی از ادامه آن سر باز نزنند. چین تحقیقات خود را روی همجوشی هسته‌ای از دهه ۶۰ میلادی آغاز کرد که حاصل این تحقیقات تاکنون ساخت رآکتورهای کوچکی چون HL-1 بوده و رآکتورهای کوچک دیگری مانند KT-5، CT-6B و HT-7 بوده است.

دانشمندان چه چالش‌هایی پیش‌رو دارند؟

چالش‌های اصلی که در ساخت و توسعه این رآکتور هسته‌ای پیش‌رو دارند، کنترل انرژی‌های تولید شده است. محققان سینچوان قادر خواهند بود با کمک این رآکتور، آزمایش‌های بی‌سابقه‌ای را در محیط‌های خیلی بزرگ انجام دهند. در رآکتور HL-2M از یک محافظه‌ای شیبیه دونات استفاده می‌شود که به آن tokamak می‌گویند تا از این طریق، چگونگی تولید انرژی را مطالعه کنند. این قسمت حاوی انرژی همجوشی است.