

دستاوردهای اخیر در فناوری گداخت هسته‌ای

سید محمود سادات کیائی

دانشیار، پژوهشکده پلاسما و گداخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران- ایران

چکیده:

راکتورهای گداخت هسته‌ای همواره در حال توسعه هستند که به دلیل مشکلات علمی، فنی و مهندسی رسیدن به زمان مناسب برای محصور کردن پلاسما در دمای بیش از ۱۰۰ میلیون درجه سانتی‌گراد و هزینه ساخت راکتورهای گداخت هسته‌ای برای تولید انرژی لازم به عنوان نیروگاه گداخت هسته‌ای هنوز در بخش صنعت قابل استفاده نیستند. علی‌رغم این موانع، پژوهش‌های اخیر نشان داده است که دستیابی به شرایط ذکر شده جهت طراحی و ساخت نیروگاه‌های برق گداخت هسته‌ای با هزینه قابل توجیه در آینده نزدیک امکان‌پذیر خواهد بود. پیشرفت در ساختار کلی راکتور گداخت موجب توسعه بی‌نظیر این فناوری و رویکرد مهندسی این دستگاه با توجه به تجربه حاصل از شکافت هسته‌ای خواهد شد. پارامتر Q که برابر با نسبت توان گداخت هسته‌ای تولید شده در محفظه راکتور به توان موردنیاز جهت گرمایش پلاسما در حالت پایدار است، نرخ افزایش انرژی راکتور گداخت را نشان می‌دهد. در یک راکتور گداخت هسته‌ای در حالت احتراق فاکتور Q بی نهایت است. دستگاه‌های زیادی با هدف ایجاد بازدهی بالا برای پارامترهای محصورسازی پلاسما و گرمایش آن نامزد راکتور گداخت هسته‌ای هستند که در میان آن‌ها دستگاه توکامک شرایط مناسب‌تری دارد. در حال حاضر توکامک اروپایی جت (JET) بیشترین بازدهی را دارد، که موفق به تولید Q برابر 0.67 شده است، مقدار $Q \geq 10$ برای توکامک ایتر (ITER) آن را به یک ماشین نوع اول تبدیل خواهد کرد. بطور کلی در راکتورهای کوچک و بزرگ گداخت هسته‌ای با سوخت D-D یا D-T نوترون‌های $2/45$ و $14/1$ مگا الکترون‌ولت تولید می‌شوند. توکامک‌های کوچک طیف نوترونی برابر 10^{10} (S/1) و توکامک‌های بزرگ همچون جت تا 10^{19} (S/1) و در توکامک ایتر 10^{21} (S/1) تولید می‌کنند. برای رسیدن دستگاه توکامک به شرایط راکتور گداخت هسته‌ای دو عامل مهم مانند میدان ابر رسانا و سیستم گرمایش پلاسمای کارا از اهمیت ویژه برخوردار هستند. در اینجا، به مقوله پژوهش‌های انجام شده در پیشبرد فناوری گداخت هسته‌ای می‌پردازیم، شایان ذکر است که این پژوهش‌ها تعامل پارامترهای اساسی محصورسازی پلاسما در راکتور گداخت را توضیح می‌دهد. در پایان نتایج تجربی در خصوص بهره‌برداری از قابلیت‌های گوناگون در هر سیستم مورد بحث قرار گرفته و تحولات پژوهش‌های انجام شده در ایران بیان خواهد شد.