میکروالکترونیک و ریزتراشه پیشرفت کردند و همین مسئله باعث ایجاد یک جهش در فناوری آمریکایی در اواخر دهه ۶۰ و دهه ۷۰ شد. بسیاری از تحلیلگران همین پیشرفت را عامل اصلی پیشی گرفتن آمریکا در فرستادن انسان به ماه و ناکامی بزرگ شوروی می‌دانند.

البته این شرایط که مشتری‌های روس‌ها عمدتا فقیر هستند در اندک مواردی به آن‌ها کمک کرد تا به سمت تولید سلاح ارزان و کارا حرکت کنند که کلاشینکف و آر پی جی ۷ از معروف ترین مثال‌ها هستند. اتفاقا آمریکایی‌ها در زمینه تولید رقیبی برای آر پی جی ۷ شکست خورند.

این‌ها کلیتی بود که چرا روس‌ها در زمینه‌های علمی که باعث جهش‌های مهم می‌شود از آمریکا عقب ماندند. اما برای پاسخ به این مسئله که چرا آن‌ها به خرید پهپاد محتاج شده اند همچنان باید وجوه دیگری از روند رشد فناوری نظامی روسیه را بررسی کرد.

رویکرد دو طرف در عملیات‌های نظامی نیز متفاوت بوده است. آمریکایی‌ها نیاز داشتند تا برای تهاجم به سرزمین‌های دوردست که که به صورت زمینی به آن دسترسی نداشتند، نیروی هوایی و دریایی خود را تقویت کنند اما روس‌ها بیشتر علاقه داشتند تا نیروی زمینی خود را تقویت کنند و این یکی از ریشه‌های این است که روس‌ها در زمینه هوافضا به صورت کیفی کمتر پیشرفت کردند. همچنین آمریکایی‌ها معمولا براساس اهداف و نیازهای خود سلاح طراحی می‌کردند و روس‌ها برای پاسخ به آن سلاح‌های جدید غربی بیشتر دست‌به‌کار می‌شدند که برخی جنبه روکم‌کنی و تبلیغاتی داشتند و برخی جنبه مقابله با آن سلاح و همین باعث شد در زمینه پدافند از آمریکایی‌ها جلو بیفتند.

روس‌ها برای جبران این کمبودها به سراغ ایرانی‌هایی رفتند که پهپادهایی با تکنولوژی خاص می‌سازند و برخی قطعات آن را از روی قطعات ممنوعه ساخت آلمان مهندسی معکوس کرده‌اند و اکنون آن قطعات را تولید و صادر می‌کند. اما در این که چرا روسیه به ایران رو آورده و چرا ایران در زمینه پهپاد پیشرفت کرده نکته‌ای دیگر مربوط به شیوه جنگ نهفته است. روس‌ها همواره خود را برای جنگی آماده می‌کردند که بسیار مستقیم و کلاسیک است و اهدافشان بسیار واضح و مشخص بود و باید آن‌ها را با بیشترین شدت و خسارت نابود می‌کردند که این یکی از ریشه‌های علاقه آنان به سلاح‌های بزرگ با قابلیت انفجارهای عظیم و ویرانگر است. اما امروزه جنگ‌ها بیشتر حالت نامنظم پیدا کرده‌اند و اهداف جنگی بسیار ریزتر و دقیق تر و پراکنده تر شده‌اند. ایران همیشه خود را برای یک جنگ نامتقارن و نامنظم با آمریکا در منطقه آماده کرده است و مزیتش در همین است و این دقیقا همان طرز فکر درباره عملیات‌های نظامی است که منجر به ساخت پهپاد شاهد و غیره شده است. تفکری که روسیه نداشت و نتوانست به طور کامل خود را برای جنگ‌های قرن بیست و یکمی آماده کند..

هم‌جوشی هسته‌ای چیست و چه آینده‌ای دارد؟

برق تمیز هسته‌ای

»اکونومیست

کمانداران ایران باستان ترفندی به نام تیر اشکانی داشتند. هنگام عقب‌نشینی پس از شلیک، آنها می‌توانستند بدن خود را روی زین بچرخانند و آخرین گلوله را نیز پرتاب کنند. شاید این توصیف مناسبی از اعلامیه‌ای باشد که در ۸ فوریه ۲۰۲۴ توسط کنترل‌کننده‌های پروژه Joint European Torus JET ، یک آزمایش هم‌جوشی در کولهام انگلستان، منتشر شد. پس از ۴۰ سال فعالیت، JET در دسامبر ۲۰۲۳ تعطیل شد اما نتیجه یکی از دورهای پایانی فعالیت آن که در ۳ اکتبر سال گذشته انجام شد، یک پرتاب عالی اشکانی را رقم زد. هم‌جوشی چیزی است که به نظر می‌رسد مردم به دلایل اشتباه در مورد آن هیجان‌زده می‌شوند. اما صرفاً یک راه بالقوه برای تولید الکتریسیته است؛ اگر چه گاهی اوقات به نظر می‌رسد که دارای ویژگی‌های تقریباً جادویی است. در نتیجه ادغام هسته‌های دوتریوم و تریتیوم برای ایجاد هلیوم، نوترون‌ها و مقداری انرژی، همواره انرژی بیشتری نسبت به پرتوها آزادسازی می‌شود. این نشانه‌ای از انرژی پاک تقریباً بی حد و حصر است.

گاهی اوقات گفته می‌شود که رآکتورهای هم‌جوشی از فرآیندی که باعث درخشندگی خورشید می‌شود، تقلید می‌کنند. این کاملاً دقیق نیست. مواد خام هم‌جوشی خورشیدی پروتون‌ها، هسته‌های سبک‌ترین و فراوان‌ترین شکل هیدروژن، هستند. فرآیندی که آنها را به یک هسته هلیوم (دو پروتون و دو نوترون) تبدیل می‌کند ، چندین مرحله دارد. رویکرد مورد استفاده در JET، نوعی رآکتور به نام توکامک (tokamak) است که با واکنش دادن هسته‌های دو نوع سنگین‌تر هیدروژن یعنی دوتریوم (با یک پروتون و یک نوترون) و تریتیوم (با یک پروتون و دو نوترون) هلیوم را در یک مرحله ایجاد می‌کند. مخزن واکنش JET ، حلقوی بود. میدان‌های مغناطیسی ، دوتریوم و تریتیوم را در این حفره دوناتی‌شکل محصور و گرم می کنند تا پلاسما (شکل گاز مانندی از ماده که هسته‌های اتم و الکترون‌ها از هم جدا هستند) با حجم ۹۰ متر مکعب ایجاد کنند. در دمای ۱۵۰ میلیون کلوین، هسته‌هایی که در چنین پلاسمایی با هم برخورد می‌کنند، جوش می‌خورند.

JET هرگز وانمود نکرده که یک نمونه اولیه برای تولید برق تجاری است. این طرح برای مطالعه فیزیک پلاسمای ذوب‌پذیر بود و نه برای استخراج انرژی ، بیشتر از مصرف آن. اما زمانی که اپراتورهای آن در اکتبر سال گذشته صفحه را به عدد ۱۱ رساندند، در یک نوبت موفق شدند به ۵٫۲ ثانیه هم‌جوشی پیوسته دست یابند که ۶۹ مگاژول انرژی تولید می‌کرد و میانگین توان خروجی ۱۳ مگاوات را داشت. اگرچه نسبت به استانداردهای گیگاواتی نیروگاه‌های مدرن این مقدار کوچکی است، اما یک رکورد قابل توجه برای یک توکامک و گام خوبی در مسیر پیشرفت آن به حساب می‌آید. علاوه بر این پروژه، یک رآکتور خصوصی دوم نیز در کولهام توسط شرکتی به نام توکامک انرژی برنامه‌ریزی شده است. سایر شرکت‌ها در آمریکای شمالی و بریتانیا نیز، با استفاده از رویکردهایی متفاوت از توکامک‌ها، در حال پیوستن به این عرصه هستند. دولت بریتانیا نیز امیدوار است با یک توکامک به نام STEP به آن بپیوندد. با این حال، به نظر می‌رسد نتایج پروژه JET در طول دهه‌ها به همه این شرکت‌ها کمک کرده است. برخلاف شکافت هسته‌ای، هیچ زباله رادیواکتیو ناشی از واکنش هم‌جوشی وجود ندارد. بنابراین تنها مشکل دفع، خلاص شدن از شر اجزای رآکتور تحت تابش در پایان عمر مفید آن‌ها است. بنابراین شرکت‌ها امیدوارند که انرژی پاک در مقیاس تجاری تولید کنند. اما این فرآیند نسبت به انرژی خورشیدی، بادی یا برق‌آبی بی‌حد و مرز نیست. اگرچه دوتریوم فراوان است و در آب یافت می‌شود، اما فرآیند استخراج آن انرژی‌بر است. هم‌چنین تریتیوم باید از طریق تابش لیتیوم به نوترون ساخته شود.

حقیقت این است که هم‌جوشی یک رویکرد جالب برای تولید برق است. اگر ایده‌های ارائه شده هم از نظر فناوری امکان‌پذیر و هم مقرون به صرفه باشد، در آن صورت هم‌جوشی ممکن است جایگاه مفید و احتمالاً بزرگی در اقتصاد انرژی پس از سوخت فسیلی پیدا کند.