سرن، سزامی و علوم کاربردی برای صلح در خاورمیانه

سلیمان معروفی
دبیر شهرستان مهاباد

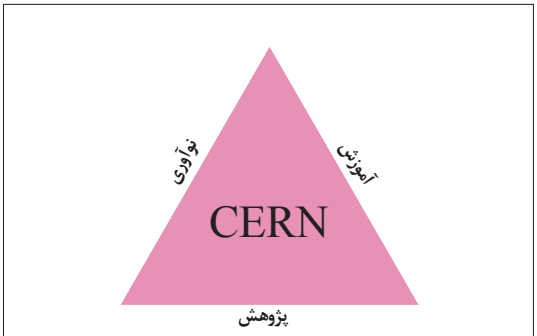
چکیده

ایران در سال ۱۳۸۶ به عضویت پروژه سزامی (تابش سنکروترون برای علوم تجربی و کاربردهای آن در خاورمیانه) درآمده است. پروژه سزامی طرح مشترک بین ایران و هشت کشور منطقه با هدف ساخت یک ماشین سینکروترون (ماشین عظیم تولید پرتو ایکس با بسامد قابل تنظیم) جهت استفاده در کاربردهای علمی است که در کشور اردن مستقر است. این پروژه جزء علوم مهندسی پیشرفته فیزیک ذرات محسوب می‌گردد و بهره‌گیری از آن در زمینه‌های علمی از جمله پزشکی، محیط‌زیست، کشاورزی و... مفید است. در این مقاله سعی شده است این پروژه به معلمان فیزیک کشور معرفی و اهمیت توجه بیشتر متولیان آموزش فیزیک ایران به آن یادآوری گردد.

کلیدواژه‌ها: سزامی، سرن، فیزیک تجربی، خاورمیانه، سینکروترون

سرن[1]

قبل از پرداختن به موضوع سزامی لازم است به اختصار به سرن بپردازیم. سازمان پژوهش‌های هسته‌ای اروپا که به آن سرن می‌گویند برای تحقیق در زمینه فیزیک ذرات بنیادی و فیزیک هسته‌ای تأسیس شده و سازمانی بین‌المللی است که مسئولیت مدیریت بزرگ‌ترین مجموعه آزمایشگاهی دنیا در زمینه ذرات بنیادی و فیزیک هسته‌ای را با بیش از ده هزار پژوهشگر از هشتاد کشور بر عهده دارد.



شکل ۱. حوزه فعالیت‌های سرن

آزمایشگاه‌ها و بزرگ‌ترین شتاب‌دهنده ذرات دنیا که زیر نظر سرن اداره می‌شوند، در شهر میرین (نزدیک به ژنو) سوئیس و در مرز مشترک فرانسه و سوئیس واقع شده است. امروزه سرن تنها یک آزمایشگاه تحقیقاتی نیست بلکه فعالیت‌های تحقیقی و پژوهشی آن فقط یک‌سوم برنامه‌ای این آزمایشگاه مهم و بین‌المللی در حوزهٔ فیزیک ذرات است. یک‌سوم دیگر به برنامه‌های نوآورانه جهت ابداع نیازمندی‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرکز است و یک‌سوم باقی‌مانده به برنامه‌های آموزشی در همهٔ مقاطع تحصیلی از ابتدایی تا دکتری و پسادکتری اختصاص دارد. مثال بارز آن در حوزه پژوهش می‌توان به کشف تجربی بوزون هیگز (ایزدذره) در سال ۲۰۱۲ و در حوزه نوآوری نرم‌افزاری اختراع «وب» یا اینترنت و در حوزه سخت‌افزاری اختراع سی‌تی‌اسکن ام.آر.آی اشاره کرد.

کشـــورهایی که در ســـرن فعالیت می‌کنند به ســـه دسته تقسیم می‌شوند؛ اعضای اصلی، اعضای ناظر و مشارکت‌کننده. اعضای اصلی ۲۱ کشـــور اروپایی هستند که اداره‌کنندگان و تأمین‌کنندگان عمده هزینه‌های سرن هستند؛ کشورهای ناظر (آمریکا، روسیه، ژاپن، اسرائیل، هند، ترکیه و پاکستان) ضمن مشارکت فعال در طرح‌های پژوهشی، تأمین مالی و تجهیزاتی برخی از پروژه‌ها را بر عهده دارند و کشورهای مشارکت‌کننده بسته به توان علمی خود در برخی از پروژه‌های سرن همکاری می‌کنند. ایران در گروه سوم جای گرفته است.

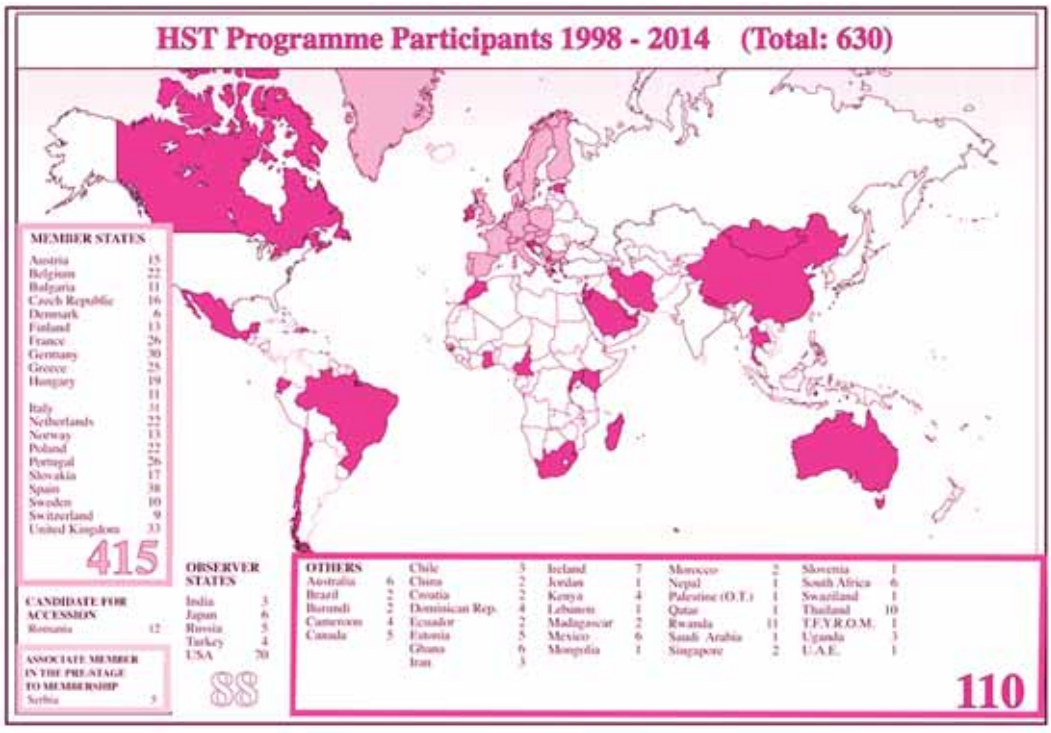
تا پیش از سال ۱۳۸۰ همکاری ایران (و نه ایرانی‌ها) با سرن محدود به حضور یکی از فیزیک‌دانان ایرانی در این مجموعه بود که این حضور نیز غیررسمی و فقط به‌دلیل ارتباطات شخصی بود. در سال ۱۳۷۹ برای ساخت LHC[۲] (برخورددهندهٔ بزرگ هادرونی) به یکباره عرصه فعالیت ســـرن بســـیار گسترده‌تر می‌شـــود و هزینه‌ها هم بالا مـــی‌رود. به همین دلیل مدیران ســـرن از عضویت کشورهای دیگر استقبال می‌کنند. در سال ۱۳۸۰ مصطفی معین وزیر وقت علوم و رضا منصوری معاون پژوهشـــی وزارت علوم همراه هیئتی به ژنو ســـفر می‌کنند و در آنجـــا توافقنامه‌ای بین وزیر علـــوم وقت (مصطفی معین) و مدیریت آن زمان ســـرن (لوچیانـــو مایانی) درباره حضور و مشـــارکت ایران در ســـرن امضا می‌کنند که نقطه عطفی در تاریخ فعالیت‌های این مرکز و همچنین مشارکت دانشمندان ایرانی در آنجا می‌شـــود. با امضای این تفاهم‌نامه ایران به‌طور رســـمی برای همکاری‌های پژوهشی به این سازمان پیوست. در آن هنگام برخی از کشـــورها و از جمله آمریکا، با پیوستن ایران به سرن مخالف بودند و تلاش‌هایی را نیز در این زمینه به عمل آوردند که با توجه به شـــعار سرن که همکاری علمی بین‌المللی به دور از سیاسی‌کاری است، این تلاش‌ها به جایی نرسید. از سال ۲۰۱۲ و به پیرو توافقنامه فوق ایران در بخش برنامه‌های آموزشی ســـرن با همکاری پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM) و انجمن فیزیک ایران (PSI) نیز مشارکت داده می‌شود. از جمله می‌توان به شرکت چهار نفر از دبیران فیزیک تا پایان تابستان سال ۲۰۱۵ در بازدید ۲۱ روزه سرن با عنوان *High School Teacher Program* و شـــرکت دانشـــجویان در برنامه *Summer Student* و مشـــارکت فعال پژوهشگران فیزیک ذرات *IPM* در *Grid Computing* اشاره کرد.

سزامی

کلمه سزامی کوتاه شده عبارت:

Synchrotron light Experimental Science and Application in the Middle East

کـــه می‌توان آن را «تابش ســـینکروترون بـــرای تحقیقات علوم کاربردی و به‌کارگیـــری آن در خاورمیانه» معنی کرد. این پروژه همکاری علمی و فنی بین‌المللی برای تأســـیس و اســـتفاده از یک دستگاه ســـینکروترون در منطقه خاورمیانه اســـت که با هدف توسعه فناوری ســـینکروترون در منطقه



شکل ۲. تعداد معلمان فیزیک و علوم شرکت‌کننده در برنامه جهانی معلمان دبیرستان از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۴ میلادی

خاورمیانه به‌وجود آمده است. سزامی اولین مرکز تحقیقاتی مهم با سرمایه‌گذاری مشترک بین‌المللی در خاورمیانه است که به‌وسیله دانشمندان و دولت‌های منطقه پایه‌گذاری شده است. این طرح با حمایت یونسکو در سال ۲۰۰۲ آغاز به کار کرد و از سال ۲۰۰۳ به بعد به‌عنوان یک مؤسسه بین‌المللی مستقل به کار خود ادامه داده است. شروع به کار سزامی و ایجاد باریکه‌های تابش سینکروترون که برای پایان سال ۲۰۱۵ یا اوایل ۲۰۱۶ میلادی پیش‌بینی شده است، انتظار تأثیر زیادی بر توسعه علم و فناوری در منطقه خاورمیانه و همچنین توسعه صنعتی، آموزش دانشجویان و اقتصاد عمومی منطقه، ایجاد کرده است. [۱] یکی از مهم‌ترین اهداف پروژه سزامی علاوه بر اهداف ذکر شده، ایجاد یک بستر برای ترویج توافق و صلح در منطقه به وسیله همکاری‌های علمی و فنی میان این کشورها است. سینکروترونی که در طرح سزامی استفاده خواهد شد، سینکروترونی است که پیش از این در آلمان استفاده می‌شده است و با به‌روزرسانی‌ها و افزایش توان و تغییر مشخصات فنی به منطقه آورده شده و شاید بتوان آن را هدیه آلمانی‌ها به خاورمیانه نامید. در ضمن اجرای برنامه hst - ۲۰۱۴ به پیشنهاد معاون توسعه و آموزش سرن، رولف لاندوا[۳] گروهی با عنوان «SESAME Working Group» جهت تدوین برنامه درسی و ارائهٔ پیشنهادات خود برای توسعهٔ سزامی متشکل از ۹ نفر از دبیران کشورهای عضو اصلی تشکیل شد. [۲]

از جمله نتایج فعالیت‌های این گروه پیشنهاد تشکیل «*SESAME teacher-student eorkshop-CERN۲۰۱۵*» بوده است که مورد موافقیت مدیر کل سرن قرار گرفته و در اواخر سپتامبر ۲۰۱۵ (مهرماه ۹۴) تعداد ۱۸ نفر معلم فیزیک (۹ زن و ۹ مرد) و ۱۸ نفر دانش‌آموز (۹دختر و ۹ پسر) از ۹ کشور عضو اصلی سزامی در این برنامه یک هفته‌ای به سرن دعوت شدند.

اعضای اصلی و اعضای ناظر سزامی

اداره و تأمین مالی پروژه‌های علمی نظیر سزامی مشکلات زیادی به همراه داشته بنابراین از شروع رسمی تأسیس پروژه در ترکیب اصلی و ناظر آن تغییرات جزئی وجود داشته است. تا آخر ژوئیه ۲۰۱۵ (اواخر تیرماه ۱۳۹۴) کشورهای ایران، اردن، اسرائیل، بحرین، پاکستان، ترکیه، فلسطین، قبرس و مصر عضو اصلی و کشورهای بزریل، چین، اتحادیهٔ اروپا، فرانسه، آلمان، یونان، ایتالیا، ژاپن، کویت، پرتغال، روسیه، اسپانیا، سوئد، انگلستان و آمریکا به‌عنوان عضو ناظر در این پروژه مشارکت دارند. شتاب‌دهنده سزامی در نزدیکی شهر «امان» پایتخت کشور اردن قرار دارد. [۱]

سینکروترون چیست؟

سینکروترون، نوعی شتاب‌دهنده ذرات به شکل یک حلقه دایره‌ای است که با کمک میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، تابش الکترومغناطیسی تولید می‌کند. ذراتی که با سرعتی

▲شکل ۳. اعضای SESAME WG در برنامه HST-۲۰۱۴ ژنو سوئیس ـ سرن ـ جولای ۲۰۱۴

نزدیک به سرعت نور در یک محیط الکترومغناطیسی حرکت می‌کنند، در جهت حرکتشان، نوری منتشر می‌کنند که تابش سینکروترون یا نور سینکروترون نامیده می‌شود. تابش سینکروترون یک امکان توانمند برای مطالعه ساختمان مولکولی و تغییرات شکل و ترکیبات سلولی در هنگام واکنش‌های شیمیایی است که در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی و کاربردی در فیزیک، پزشکی، صنعت، زیست‌شناسی، باستان‌شناسی و... کاربرد دارد.[۳] استفاده از تابش سینکروترون برای علوم بنیادی و فناوری‌های کاربردی، رشد فزآینده‌ای را در چند دهه اخیر تجربه کرده است. اهمیت رشد این ابزار جدید، در استفاده آن در شاخه‌های گوناگونی از قبیل موارد زیر است:

- علوم محیطی مولکولی
- تصویربرداری پزشکی
- تحقیق و توسعه داروسازی
- میکروسازه‌ها

آشنایی با سینکروترون سزامی

سینکروترون سزامی همچنان‌که در شکل ٤ نشان داده شده است دارای شش بخش اساسی است. که این بخش‌ها عبارت‌اند از:

۱. تفنگ الکترونی[۴]: در این بخش جریان الکتریکی با شار مناسب تولید می‌شود. اساس کار تفنگ الکترونی مشابه تفنگ الکترونی به‌کاررفته در تلویزیون‌های CRT است.

۲. شتاب‌دهندهٔ خطی[۵]: در این قسمت الکترون‌های وارده از تفنگ شتاب داده می‌شوند و به حلقه تقویت‌کننده پرتاب می‌شوند. ویژگی‌های جریان ایجاد شده توسط شتاب‌دهندهٔ خطی به شرح جدول شماره ۱ است:

جدول شماره ۱: مشخصات باریکه الکترونی در شتاب‌دهندهٔ خطی

انرژی باریکه	پهنای تپ باریکه	شدت جریان تپ
۲۲MeV	۲μS	۲mA

۳. حلقه تقویت‌کننده[۶]: در این حلقه الکترون‌ها توسط ترکیب مناسبی از دوقطبی‌ها و چهارقطبی‌های مغناطیسی به جریان قابل توجهی بدل شده و مطابق داده‌هایی که در جداول شماره ۲ و ۳ آمده است، باریکه الکترون تا حد امکان تقویت می‌شود.

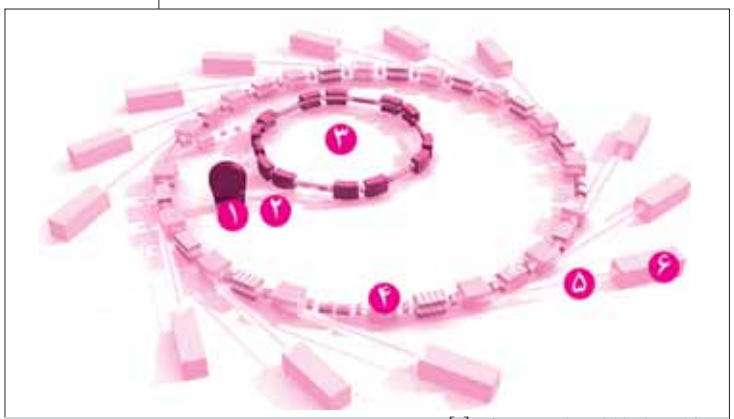
جدول شماره ۲: مشخصات دوقطبی‌های خلقهٔ تقویت‌کننده

شدت میدان مغناطیسی	۱T
شعاع حلقه	۲/٦۷ m
پهنای شکاف	٤۰mm
شدت جریان الکترون	۱۰۰۰A
ظرفیت القای الکترومغناطیسی	۸/٦ μH

جدول شماره ۳. مشخصات چارقطبی‌های حلقهٔ تقویت‌کننده

طول	۰/۲۵ m
منفذ خروجی	۷۸mm
ظرفیت القای الکترومغناطیسی	٦/۸ μH
شدت جریان الکترون	۱٤٦A

٤. حلقه ذخیره[۷]: هسته اصلی شتاب‌دهنده این حلقه است که تقریباً دایره‌ای شکل است و ذرات (الکترون‌ها) در آن به‌طور مؤثر چرخش یافته و ذخیره می‌شوند تا انرژی آن‌ها به حداکثر توان پیش‌بینی شدهٔ شتاب‌دهنده ۲/۵ GeV برسند.



شکل ٤. ساختار کلی شتاب‌دهندهٔ سزامی [۵]

۵. خط پرتو[۸]: جریان الکترون با انرژی بالا خط پرتوهایی با انرژی‌های متعدد گسیل خواهد کرد که هرکدام به یکی از ۲۵ آزمایشگاه هدایت شده و در اختیار پژوهشگران قرار می‌گیرد که از این خط پرتو در تاباندن به هدف ثابت[۹] قابل استفاده است.

٦. ایستگاه پایانی[۱۰]: همان‌طور که در نام سزامی عبارت «تابش سینکروترون برای تحقیقات علوم کاربردی» وجود دارد، کاربری اساسی آن علوم کاربردی است. براساس برنامه‌ریزی انجام شده، در هر یک از محل‌های ایستگاه پایانی خط پرتوهایی با انرژی قابل کنترل به‌منظور خاص در حوزه‌های علوم مواد، بلورشناسی، تاریخ هنر، باستان‌شناسی، شیمی، علوم زمین، باستان‌شناسی در اختیار پژوهشگران خواهد داد.

نتیجه‌گیری

سرن بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مرکز بین‌المللی تحقیق، نوآوری و آموزش در حوزه فیزیک ذرات است. آنچه نقش این مرکز را برجسته کرده است مشارکت بین‌المللی تقریباً همهٔ کشورهای جهان بدون توجه به مسائل سیاسی است. این تجربهٔ مهم در سزامی برای بخش عمده‌ای از مردم خاورمیانه در حال اجرایی است. یکی از وظایف ما معلمان فیزیک به‌عنوان تربیت‌کنندگان نسلی جدید از دانشمندان، آشنا کردن آنان با مراکز مهم علمی است که کشور در آن سرمایه‌گذاری انسانی و مالی کرده است.

پی‌نوشت‌ها

1."Conseil Européen pourlaRecherche Nucléaire" (CERN), or European Council for Nuclear Research
2. Large Hadron Collider (LHC)
3. Rolf Landua
4. Electron gun
5. LINAC (Line Accelerator)
6. Booster ring
7. Storage ring
8. Beamline
9. Fixed target
10. End station

منابع

1.www.sesame.org.jo
2. hat.web.cern.ch
3. www.iransesame.ir
4.mag.digitalpc.co.uk/fvx/iop/esrf/sesame-brochure
5.www.lightsources.org/facility/sesame