



## آشنایی بیشتر با پژوهشکده ذرات و شتابگرها

مجتبی محمدی نجف‌آبادی

رئیس پژوهشکده ذرات و شتابگرها

در این شماره اخبار گزارش مشروحی از همکاری بیست‌ساله پژوهشگاه دانش‌های بنیادی با سازمان تحقیقات هسته‌ای اروپا (CERN) خواهید خواند. این همکاری یکی از مهمترین و پرثمرترین فعالیت‌های بین‌المللی آی‌پی‌ام است و پژوهشکده ذرات و شتابگرها تصدی این مشارکت را از طرف پژوهشگاه برعهده دارد. به این مناسبت، در اینجا شرحی درباره سوابق، ساختار، و نوع پژوهش‌ها و فعالیت‌های پژوهشکده ذرات به قلم رئیس پژوهشکده آمده است.

تربیت نیروی انسانی کارآمد در سه بخش ذکرشده از اولین و مهمترین اهداف پژوهشکده بوده زیرا پیش‌زمینه نیل به اهداف اصلی و بلندمدت پژوهشکده است که عبارت‌اند از ایجاد توانایی لازم برای مشارکت در طراحی و ساخت شتابدهنده‌ها و آشکارسازهای بزرگ بین‌المللی، تحلیل فیزیکی داده‌ها، و سهم شدن در نظریه‌پردازی و مدل‌سازی نظری فیزیک ذرات. علاوه بر موارد فوق، تربیت نیروی انسانی و ایجاد زیرساخت مناسب برای تحقیق، طراحی و ساخت شتابدهنده‌ها و حسگرهای لازم در کشور با مقاصد علمی، پزشکی و صنعتی نیز از اهداف پژوهشکده می‌باشد.

محور اصلی فعالیت پژوهشکده از یک سو همکاری‌های بین‌المللی و اتصال پیوسته با مراکز علمی و تراز اول فیزیک ذرات و شتابدهنده‌ها

کادر علمی فعال در زمینه ذرات و شتابگرها در ابتدا کار خود را به صورت یک گروه در پژوهشکده فیزیک آغاز کرد. در سال ۱۳۸۲، پژوهشکده ذرات و شتابگرها مجوز تأسیس خود را دریافت نمود و از سال ۱۳۸۵ این پژوهشکده به طور مستقل فعالیت خود را در دو رشته فیزیک ذرات تجربی، فیزیک و فناوری شتابدهنده‌ها، و همچنین پدیده‌شناسی فیزیک ذرات شروع کرد.

از آنجا که هدف فیزیک ذرات بنیادی اساساً پژوهش در مورد ساختار ماده در ریزترین ابعاد ممکن است، مدل‌سازی فیزیکی، ساخت و طراحی شتابدهنده‌ها و آشکارسازی ذرات، و نهایتاً تحلیل فیزیکی داده‌ها همه لازم و ملزوم یکدیگرند، ولذا فعالیت در هر سه بخش در یک مرکز علمی فعال در این زمینه، ضروری می‌باشد.

از جمله سرن (CERN) و از سوی دیگر تلاش برای گسترش همکاری با مؤسسات علمی کشور و همچنین همکاری منطقه‌ای است. پژوهشکده به طور مستمر در تلاش برای ارتقای فعالیت‌های علمی خود و ورود به عرصه‌های جدید علمی مربوطه بوده است و با توجه به شرایط، به توفیقات مناسبی دست یافته است.

ریاست پژوهشکده از بدو تأسیس تا سال ۱۳۹۵ به عهده دکتر حسام‌الدین ارفعی بود و در سال ۱۳۹۵ دکتر محسن علیشاهی سرپرستی پژوهشکده را به عهده داشت و اینجانب معاون پژوهشکده بودم. از ابتدای سال ۱۳۹۶ تاکنون مسئولیت پژوهشکده به عهده اینجانب بوده است.

پژوهشکده در حال حاضر ۳ عضو پیشکسوت: دکتر فرهاد اردلان و دکتر حسام‌الدین ارفعی و دکتر شاهین روحانی؛ ۴ هیئت علمی: دکتر سید محسن اعتصامی، دکتر محسن خاکزاد، دکتر مجتبی محمدی نجف‌آبادی و دکتر علی ناصح؛ ۱۵ محقق پسادکتری؛ ۱۹ محقق مقیم و ۶ همکار در بخش فنی مهندسی دارد. در بخش بعد اختصاراً به فعالیت‌های پژوهشی پژوهشکده اشاره می‌شود.

## فعالیت‌های پژوهشی

### الف) فیزیک ذرات تجربی

در بخش فیزیک ذرات تجربی، فعالیت‌های علمی پژوهشکده عمدتاً متمرکز بر همکاری با آزمایش CMS و شتابدهنده حلقوی آینده FCC در سرن است که شرح مفصل آن در همین شماره اخبار آمده است.

### ب) فیزیک شتابدهنده‌ها

شتابدهنده عبارت است از ماشینی که ذرات باردار را تا سرعت‌های بسیار بالا توسط میدان‌های الکترومغناطیسی در یک مسیر معین شتاب می‌دهد. علاوه بر نقش حائز اهمیت و منحصر به فرد شتابدهنده‌ها در پژوهش برای ریزترین ساختار ماده، شتابدهنده‌ها کاربردهای متعددی در صنعت، پزشکی، کشاورزی و غیره دارند و این موضوع پژوهشگاه را بر آن داشت که در این رشته در پژوهشکده ذرات و شتابگرها سرمایه‌گذاری انسانی و علمی نماید. در بخش شتابدهنده‌ها، پژوهشکده در فعالیت‌های زیر مشارکت می‌کند:

۱) شتابدهنده AWAKE در سرن: پژوهشکده در پژوهش برای طراحی تزریق و خط انتقال الکترونی پروژه AWAKE مشارکت می‌کند.

۲) شتابدهنده خطی لپتونی CLIC در سرن: محققان پژوهشکده در طراحی، شبیه‌سازی بخش رادیو فرکانس و حلقه انبارش این شتابدهنده مشارکت کرده‌اند.

۳) شتابدهنده پزشکی کرین: طراحی رادیو فرکانس ساختار شتابدهنده آوارز برای شتابدهنده پزشکی کرین در پروژه NIMMS در همکاری با سرن، از دستاوردهای پژوهشکده در بخش شتابدهنده است.

۴) همکاری با چشمه نور ایران: پژوهشکده از طریق نیروی انسانی در بخش‌هایی مانند حلقه انبارش، دینامیک باریکه و مغناطیس در پروژه چشمه نور ایران همکاری نموده است.

۵) طراحی و ساخت شتابگر خطی پژوهشگاه: شتابدهنده‌های خطی الکترون یکی از پرکاربردترین شتابدهنده‌ها در دنیا هستند که کاربردهای مختلفی چون پرتودرمانی، تصویربرداری از محموله‌ها در گمرک، پرتوهای صنعتی مواد و غیره دارند. علاوه بر آن، این دسته از شتابدهنده‌ها می‌توانند تزریقگر باریکه برای شتابدهنده‌های بزرگ با انرژی بالا، که در فیزیک ذرات بنیادی به کار می‌روند، باشند. از این رو پژوهشگاه حدود ۱۵ سال پیش طراحی و ساخت نمونه‌ای از آن را شروع کرد که اکنون مراحل پایانی خود را می‌گذراند. این طرح توسط دکتر محمد لامعی رشتی در پژوهشکده ذرات و شتابگرها در حال اجراست.

### ج) فیزیک ذرات نظری و پدیده‌شناسی

پرواضح است که پیشرفت در فیزیک ذرات بنیادی مستلزم وجود گروهی مناسب از فیزیکدانان نظری و پدیده‌شناسی در کنار پژوهشگران فیزیک ذرات تجربی و شتابدهنده‌هاست. در بخش نظری و پدیده‌شناسی، فعالیت‌های متعدد و ارزشمندی در پژوهشکده در زمینه پلاسمای کوارک-گلوئون، ماده تاریک، توابع توزیع پارتونی، نظریه میدان مؤثر و غیره انجام می‌شود. مضاف بر آن، پژوهشکده شامل گروه نظری بسیار فعال با تمرکز بر نظریه اطلاعات کوانتومی، گرانش کوانتومی، و سیاهچاله است.

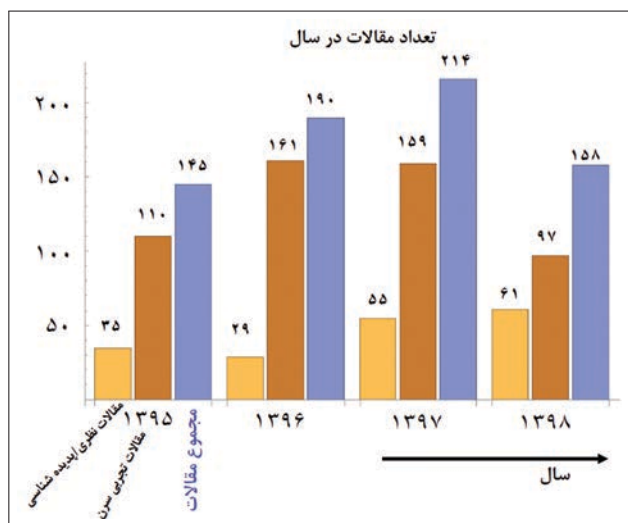
### آموزش با هدف پژوهش

چنانکه گفته شد، یکی از مهم‌ترین اهداف پژوهشکده ذرات و شتابگرها تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه فیزیک ذرات تجربی و فیزیک شتابدهنده‌هاست. در بخش فیزیک ذرات تجربی، هدف فراهم کردن نیروی مجرب برای دست یافتن به دانش لازم جهت طراحی و ساخت آشکارسازها و مشارکت در تحلیل داده‌ها برای مشارکت در پروژه‌های بزرگ بین‌المللی و داخلی می‌باشد. به طور مشابه در بخش شتابدهنده‌ها نیز هدف عبارت است از پرورش نیروی باتجربه مناسب جهت مشارکت در پروژه‌های داخلی و خارجی که توان طراحی و ساخت در تمام قسمت‌های ضروری یک شتابدهنده را داشته باشد. در راستای این

## توليدات و دستاوردهای علمی

با توجه به نوع فعاليت‌های پژوهشی پژوهشکده ذرات و شتابگرها در بخش شتابدهنده و فیزیک ذرات تجربی، بخش عمده‌ای از توليدات و خروجی‌های علمی در قالب نرم‌افزار، نقشه‌های طراحی و سخت‌افزار است. این دسته از توليدات لزوماً به صورت مقالات علمی چاپ نمی‌شوند ولی قطعه‌های کوچک و ضروری پروژه‌های بزرگ‌اند. به برخی از این دستاوردها در مقاله‌ای که در همین شماره از مجله اخبار در مورد همکاری با سرن آمده است، اشاره می‌شود. در اینجا لازم می‌دانم فرصت را غنیمت شمرده و این نکته را متذکر شوم که برخی همکاران در پژوهشگاه و دانشگاه‌های کشور با این‌گونه فعاليت‌های پُرحمت علمی آشنایی ندارند و خروجی علمی پژوهشگران را فقط به صورت مقاله علمی تصور می‌کنند که امید است این نوع نگرش تصحیح شود.

علاوه بر فعاليت‌های فوق‌الذکر، بخشی از خروجی علمی پژوهشگران پژوهشکده در مجلات علمی به چاپ رسیده است که آمار آن در نمودار نشان داده شده در نمودار ۲ آمده است. در این نمودار، آمار مقالات چاپ‌شده به تفکیک در بخش پدیده‌شناسی و نظری و در بخش تجربی مربوط به همکاری با آزمایش CMS در سرن از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ ارائه شده است.



نمودار ۲. تعداد مقالات چاپ شده پژوهشکده ذرات و شتابگرها در مجلات ISI

با تکیه بر آمار ارائه شده در بخش‌های مختلف اعم از کنفرانس‌ها و سمینارهای برگزار شده و خروجی‌های تجربی و مقالات چاپ شده هر چند ارزیابی عملکرد این پژوهشکده از بدو تأسیس تاکنون بر عهده کمیته مشاوران علمی بین‌المللی است، به نظر می‌رسد این پژوهشکده عملکرد موفقی داشته است. ■

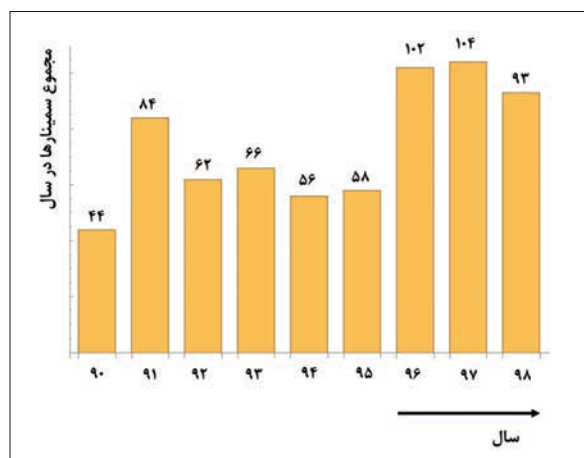
هدف، پژوهشکده در سه دوره، دانشجوی دکتری پذیرفته است که تمامی دانشجویان دو دوره اول با موفقیت پایان‌نامه‌های خود را که اکثراً در پروژه‌های بین‌المللی بوده است به پایان رسانده‌اند.

تعداد فارغ‌التحصیلان دو دوره اول ۲۴ نفر است که اکثراً در پژوهشگاه و مؤسسات علمی خارجی و داخلی مشغول پژوهش‌اند. در دوره سوم ۵ دانشجوی دکتری در سال ۱۳۹۸ پذیرفته شده‌اند که هم‌اکنون در حال آموزش و آماده شدن برای ورود به پروژه‌ها هستند. به علاوه، پژوهشکده با هدف درگیر کردن دانشگاه‌های دیگر و گسترش فعاليت‌های خود در زمینه شتابدهنده و فیزیک ذرات تجربی به دانشگاه‌های کشور، اقدام به تربیت ۱۵ دانشجوی دکتری از دانشگاه‌های کشور نموده است. شایان ذکر است که در پژوهشکده ذرات و شتابگرها پذیرفتن دانشجوی دکتری امری منظم و مستمر نیست و براساس نیاز برای پروژه‌های تحقیقاتی پژوهشکده انجام می‌گیرد.

## کنفرانس‌ها و سمینارها

یکی از فعاليت‌های استراتژیک اصلی پژوهشکده، گسترش رشته‌های مورد نظر در کشور و جذب و علاقه‌مند ساختن پژوهشگران و دانشجویان پژوهشگاه و دانشگاه‌های مختلف به این رشته‌هاست. به این منظور، پژوهشکده هر ساله همایش‌های ملی و بین‌المللی متعددی برگزار می‌کند. به طور مشخص، حدود ۳۰ کارگاه و کنفرانس ملی و ۱۸ کارگاه و کنفرانس بین‌المللی از ابتدا تاکنون برگزار کرده است.

در پژوهشکده هر هفته یک کلوب مجله، یک سمینار مربوط به بخش نظری و یک سمینار عمومی هفتگی برگزار می‌شود. آمار سمینارهای برگزار شده در پژوهشکده از سال ۱۳۹۰ تاکنون در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱. تعداد سمینارهای برگزار شده در پژوهشکده ذرات و شتابگرها از سال ۱۳۹۰