بِسمِ اللهِ الرَّحمنِ الرَّحيم

دانشکده علوم پایه

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک

آشکارساز صفحه عایق از جنس شیشه؛ مطالعه آزمایشگاهی و شبیه‌سازی عملکرد

نگارش:

سمیه حسینی

استاد راهنما:

دکتر احمد مشاعی

اسفند ۱۳۸۹

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه آقای/خانم **سمیه حسینی** رشته **فیزیک** تحت عنوان: *آشکار ساز صفحه عایق از جنس شیشه ،مطالعه آزمایشگاهی و شبیه سازی عملکرد»* **از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجهٔ کارشناسی‌ارشد مورد تأیید قرار دادند.**

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتراحمد مشاعی	استادیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر شاهرخ پرویزی	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر اسماعیل ساعی ور	دانشیار	
٤- استاد ناظرخارجی	دکتر سعید پاک طینت	دانشیار	
٥-نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر شاهرخ پرویزی	استادیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته فیزیک

است که در سال ۱ اسفند ۱۳۸۹ در دانشکده علوم پایه

دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر احمد مشایخی ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ـــــ و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ـــــ

از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سمیه حسینی دانشجوی رشته فیزیک مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سمیه حسینی

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب کبیر حسنی دانشجوی رشته مدیریت ورودی سال تحصیلی ۱۳۷۸ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده علوم پایه متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: .....

تاریخ: ۹۰/۴/۱۳

تقدیم به:

پدر بزرگوارم

که اولین معلم و راهنمای زندگی‌ام بود و انگشت تدبیر و اشارتش راه راست زندگی را بر من عیان ساخت.

مادر فداکارم،

فرشته عطوفت و مهربانی که همواره شمع سوزان زندگی‌ام بود. نخوابید تا بیدار باشم، صبور بود تا تحمل را بیاموزم، عشق ورزید تا دوست داشتن را فراگیرم. اجازه داد تا خودم باشم. تشویقم کرد تا حدی که می‌توانم باشم.

خواهر و برادران مهربانم،

همراهانی صمیمی که وجودشان باعث دلگرمی‌ام بود. دوستشان دارم و موفقیتشان را آرزومندم.

تشکر و قدردانی:

الهی تو را سپاس که راز دانستن را بر من عیان ساختی و بر تارک ذهنم تاج آموختن و پژوهیدن نهادی و چراغ روشنی بخش عقل را پیش چشمم برافروختی تا ببینم آنچه در پس پرده اوهام پوشیده بود و بخوانم آنچه که استاد بر لوح دلم می‌نگاشت تا پاس بدارم گنجینه‌ای را که معلم بر من سپرد.

از استاد راهنمای بزرگوارم، جناب آقای **دکتر احمد مشاعی** سپاسگزارم که همواره با رهنمودهای علمی و اخلاقی ارزشمندشان، مرا در انجام امور این پایان‌نامه یاری نمودند.

همچنین از کلیه‌ی عزیزانی که مرا در پیشبرد اهداف این پایان‌نامه یاری نمودند نیز کمال تشکر را دارم.

چکیده:

آشکارساز صفحه عایق، از جمله آشکارسازهای گازی است که به‌طور وسیعی در بسیاری از آزمایشات فیزیک انرژی‌های بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه اختراع این آشکارساز به دهه ۱۹۸۰ برمی‌گردد، مطالعه تئوری و تجربی این آشکارساز همچنان، تحت بررسی است. در این پژوهش، ما مدلی بر اساس حل همزمان معادلات ترابرد و معادله پواسون برای چگالی الکترون‌ها، یون‌های منفی و مثبت ارائه می‌دهیم. شبیه‌سازی انجام شده به خوبی می‌تواند، تحول زمانی و مکانی یک سیگنال ایجاد شده در داخل گاف برای سه مد مختلف، بهمنی، بهمنی اشباع شده و جریانی را پیش-بینی نماید. شبیه‌سازی حاضر همچنین، اثرات بار فضایی و فوتویونیزاسیون را که در گسترش و شکل-گیری سیگنال جریانی موثرند را شامل می‌شود و می‌تواند پاسخ سیگنال آشکارساز را در نواحی زمان-های سریع و کند پیش‌بینی نماید. تغییرات بارالقایی که معمولاً بر روی اسیلوسکوپ قابل مشاهده است، به‌طور کامل به‌وسیله شبیه‌سازی به‌دست می‌آید. در این پژوهش، همچنین گزارشی از فعالیتهای تجربی در ارتباط با ساخت، راه‌اندازی و اندازه‌گیری سیگنال آشکارساز ارائه شده است.

کلمات کلیدی: آشکارساز صفحه عایق، بار فضایی، فوتویونیزاسیون، بار القایی، جریان القایی، مدهای کاری، راه‌انداز، زمانی، شیشه.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدولها ..... **ه**

فهرست شکل ها ..... **و**

۱- فصل اول: مقدمه‌ای بر آشکارسازهای ذرات بنیادی **۱**

۱-۱ تاریخچه ای مختصر از آشکارسازهای ذرات..... ۲

۱-۲ مفهوم آشکارسازی ۴

۱-۳ انواع اساسی آشکارسازها ۵

۱-۳-۱ آشکارسازهای گازی یونیزان ۶

۱-۳-۱- الف اتاقک‌های یونیزان ۷

۱-۳-۱- ب شمارنده‌های تناسبی ۸

۱-۳-۱- ج شمارنده گایگر مولر ۱۵

۱-۳-۱-د شمارنده‌های جریانی ۱۵

۱-۴ آشکارسازهای یونیزان مایع ۱۷

۱-۵ شمارنده سوسوزن ۱۸

۱-۶ شمارنده چرنکوف ۱۹

۱-۷ آشکارساز تابش انتقالی..... ۲۰

۱-۸ آشکارساز حالت جامد ۲۱

۱-۹ آشکارساز صفحه عایق ۲۲

۱-۹-۱ طرح اولیه ۲۲

۱-۹-۲ انواع RPC ۲۴

۱-۹-۱- الف RPC راه‌انداز..... ۲۴

۱-۹-۱-ب RPCزمانی..... ۲۴

۱-۹-۳ اشکال مختلف RPC ۲۵

۱-۹-۳- الف اتاقک صفحه عایق تک‌گافه ۲۵

۱-۹-۳- ب اتاقک صفحه عایق عریض ۲۶

۱-۹-۳- ج اتاقک صفحه عایق دوگافه ۲۶

۱-۹-۴ طرح MRPC برای سیستم TOF در آزمایش ALICE ۲۷

۱-۱۰ محتوای پژوهش ۳۰

۲- فصل دوم: فیزیک آشکارساز صفحه عایق..... ۳۲

۲-۱ یونیزاسیون برخوردی ۳۳

۲-۲ ضریب تاونزند مرتبه اول ۳۴

۲-۳ فوتویونیزاسیون ۳۶

۲-۴ چسبندگی ۳۷

۲-۵ عملکرد RPC و نقش فوتون در انتقال از مد بهمنی به مد جریانی ۳۸

۲-۶ مدهای کاری RPC ۴۲

۲ -۷ سیگنال بار القایی؛ سیگنال سریع، سیگنال کل ۴۵

۲-۸ محاسبه نسبت بار سریع به بار کل ۴۶

۲-۹ تأثیر بار فضایی در نسبت $\frac{\text{بار سریع}}{\text{کل سریع}}$ ۴۹

۲-۱۰ نسبت $\frac{\text{بار سریع}}{\text{کل سریع}}$ برای یک MRPC ۵۰

۳- فصل سوم: مدل‌سازی آشکارساز صفحه عایق ۵۲

۳-۱ مدلسازی دینامیکی براساس معادلات ترابرد..... ۵۳

۳-۲ شرایط آغازین ۵۷
۳-۳ شبیه‌سازی اثر فوتویونیزاسیون..... ۵۸
۳-۴ حل عددی معادلات ترابرد ۵۸
۳- ۵ پایداری معادلات ترابرد ۶۱
۳-۶ سیگنال القایی ۶۳
۳-۷ بار القایی ۶۵
۳-۸ الگوریتم برنامه‌نویسی ۶۵
۴- فصل چهارم: نتایج شبیه‌سازی..... ۶۷
۴-۱ شبیه‌سازی عملکرد آشکارساز راه‌انداز ۶۸
۴-۱-۱ توزیع آغازین ۶۹
۴-۱-۱-الف توزیع گاوسی با پنج خوشه الکترونی ۶۹
۴-۱-۱-ب توزیع گاوسی میانگین..... ۷۱
۴-۱-۲ جریان القایی ۷۳
۴-۱-۳ مدهای کاری (شبیه‌سازی اثر فوتون) ۷۴
۴-۱-۳ الف مد بهمنی ۷۴
۴-۱-۳ ب مد بهمنی اشباع ۷۸
۴-۱-۳-ج مد جریانی ۸۲
۴-۱-۴ شبیه‌سازی حرکت یون‌ها ۸۶
۴-۱-۵ بار القایی ۸۸
۴-۲ آشکارساز زمانی ۹۰
۴-۲-۱ مدهای کاری ۹۰
۴-۲-۱ الف مد بهمنی ۹۰

۴-۲-۱ ب مد بهمنی اشباع شده ۹۲
۴-۲-۱ ج مد جریانی ۹۳
۴-۲-۲ بار القایی ۹۵
۴-۳ تفسیر پالس‌های چندگانه جریانی ۹۶
۵- فصل پنجم: ساخت آشکارساز صفحه عایق ۹۷
۵-۱ انتخاب گاز ۹۸
۵-۲ ساخت آشکارساز راه‌انداز از جنس شیشه ۹۹
۵-۳ سیستم ترکیب گاز ۱۰۲
۵-۳-۱ فلومتر ۱۰۴
۵-۳-۲ اندازه‌گیر فشار ۱۰۵
۵-۳-۳ شیر سه‌حالته ۱۰۵
۵-۳-۴ حباب‌ساز ۱۰۶
۵-۴ راه‌اندازی RPC ۱۰۶
۵-۵ سیگنال‌گیری از RPC ۱۰۷
۶- فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۰۹
مراجع ۱۱۲

فهرست جدولها

عنوان صفحه

جدول ۳-۱: پارامترهای حل عددی برای دو نوع آشکارساز صفحه عایق راه‌انداز و زمانی.....۶۳

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱: سوق یون‌ها در اتاقک یونیزان نمایش داده شده است..... ۸

شکل ۱-۲: مراحل مختلف توزیع بار الکتریکی درون گاف یک آشکارساز چند سیمی در اثر عبور ذره یونیزان..... ۱۰

شکل ۱-۳: مختلف توزیع بار الکتریکی در اطراف سیم آند.....۱۱

شکل ۱-۴: اصول کار در یک سلول اتاقک سوق.....۱۲

شکل ۱-۵: اصول ساخت اتاقک سوق چند سیمی با میدان قابل تنظیم.....۱۳

شکل ۱-۶: تصویری از قسمتهای مختلف TPC.....۱۴

شکل ۱-۷: یک برخورد پروتون- پادپروتون که توسط یک اتاقک جرقه در آزمایشات UA5 در CERN ثبت شده است.....۱۷

شکل ۱-۸: اثر چرنکوف و چگونگی تعیین زاویه چرنکوف.....۲۰

شکل ۱-۹: تصویری از به‌وجود آمدن تابش انتقالی در مرز مشترک دو محیط.....۲۱

شکل ۱-۱۰: قسمتهای مختلف RPC در برشی مقطعی از داخل به خارج.....۲۳

شکل ۱-۱۱: طرحی از یک RPC دوگافه.....۲۷

شکل ۱-۱۲: سطح مقطع یک MRPC 10 گافه آلیس.....۲۹

شکل ۲-۱: رابطه جریان-ولتاژ در ناحیه قبل از دشارژ.....۳۶

شکل ۲-۲: طرح کلی از یک بهمن الکترونی..... ۳۹

شکل ۲-۳: ایجاد بار فضایی و تغییرات ایجادشده در میدان خارجی به دلیل بارفضایی.....۴۱

شکل ۲-۴: یک پالس تقویت شده بهمنی.....۴۳

شکل ۲-۵: یک پالس جریانی.....۴۳

شکل ۲-۶: نمونه‌هایی از یک RPC، با پهنای گاف $4mm$ ۴۴

شکل ۲-۷: یک سیگنال نوعی مشاهده شده بر روی اسیلوسکوپ..... ۴۵

شکل ۲-۸: نسبت بار سریع به بار کل بر حسب بار کل برای سه ترکیب گازی مختلف..... ۵۰

شکل ۲-۹: بارالقایی ایجاد شده در اثر عبور ذرات باردار از یک RPC ده‌گافه..... ۵۱

شکل ۲-۱۰: نسبت $\frac{\text{بار سریع}}{\text{بار کل}}$ بر حسب بار سریع برای یک MRPC..... ۵۱

شکل ۳-۱: تغییرات ضریب اول تاونزند، ضریب چسبندگی را بر حسب میدان الکتریکی برای دو نوع RPC زمانی و راه انداز..... ۵۵

شکل۳-۲: طریقهٔ محاسبهٔ میدان الکتریکی داخل گاف در نقطهٔ مشاهدهٔ P دیسک..... ۵۶

شکل۳-۳: مکان بارهای تصویری به منظور در نظرگرفتن سهم آنها در میدان الکتریکی کل بار فضایی..... ۵۷

شکل۳-۴: نمایش شماتیک حل مسألهٔ مقدار اولیه به روش تفاضل محدود..... ۵۹

شکل ۳-۵: طرحی از میدان وزنی برای یک آشکارساز..... ۶۴

شکل ۴-۱: ۵ توزیع بار گاوسی به‌عنوان شرایط آغازین چگالی تعداد الکترون‌ها..... ۶۹

شکل ۴-۲: رشد و حرکت چگالی ذرات باردار در زمانهای مختلف..... ۷۰

شکل ۴-۳: چگالی اولیهٔ الکترون‌ها با توزیع گوسی در $t = 0$..... ۷۱

شکل ۴-۴: رشد چگالی ذرات باردار پس از گذشت $12ns$، با گام‌های زمانی $0.1ns$، در طول گاف آشکارساز راه‌انداز RPC..... ۷۲

شکل ۴-۵: رشد و توزیع چگالی ذرات باردار در زمان‌های مختلف..... ۷۲

شکل ۴-۶ : سیگنال جریان القایی ایجاد شده از ۵ خوشه الکترونی اوّلیه..... ۷۴

شکل ۴-۷: تغییرات چگالی بارهای الکتریکی در طول گاف در زمان‌های مختلف..... ۷۵

شکل۴- ۸: تغییرات بار فضایی در بازه‌های زمانی مختلف..... ۷۶

شکل ۴-۹: تغییرات میدان الکتریکی خارجی در گام‌های زمانی $0.1ns$ ۷۷

شکل۴-۱۰: جریان القایی در مد بهمنی..... ۷۷

شکل۴-۱۱: تغییرات چگالی بار الکتریکی در زمان‌های مختلف در طول گاف..... ۷۸

شکل۴-۱۲: سیگنال جریان القایی مد بهمنی اشباع شده..... ۷۹

شکل۴-۱۳: تغییرات چگالی بارهای الکتریکی در زمان‌های مختلف..... ۸۰

شکل۴-۱۴: تغییرات بار فضایی در بازه‌های زمانی مختلف. ۸۱

شکل۴-۱۵: تغییرات ایجاد شده در میدان الکتریکی خارجی در بازه زمانی $(0-9)ns$ ۸۱

شکل۴-۱۶: سیگنال جریان القایی..... ۸۲

شکل۴-۱۷: تغییرات چگالی بارهای الکتریکی در طول گاف در زمان‌های مختلف..... ۸۳

شکل۴-۱۸: سیگنال جریان القایی بدون درنظر گرفتن اثر فوتویونش..... ۸۳

شکل۴-۱۹: تغییرات چگالی بار الکتریکی در زمان‌های مختلف در طول گاف..... ۸۴

شکل۴-۲۰: تغییرات میدان الکتریکی بار فضایی در طول گاف و در بازه‌های زمانی مختلف.. ۸۵

شکل۴-۲۱: تغییرات میدان خارجی در اثر بار فضایی..... ۸۵

شکل۴-۲۲: سیگنال جریان القایی در مد جریانی(سیگنال دوگانه) ۸۶

شکل۴-۲۳: شبیه‌سازی حرکت بارهای الکتریکی (الکترون‌ها، بارهای مثبت و بارهای منفی) در داخل گاف..... ۸۷

شکل۴-۲۴: سیگنال جریان القایی..... ۸۸

شکل۴-۲۵: بارالقایی ایجاد شده در اثر حرکت بارهای الکتریکی در داخل گاف..... ۸۹

شکل۴-۲۶: تغییرات میدان الکتریکی خارجی در اثر بار فضایی (مد بهمنی)..... ۹۱

شکل۴-۲۷: سیگنال جریان القایی در مد بهمنی(با اثر فوتویونش)..... ۹۱

شکل۴-۲۸: تغییرات میدان الکتریکی خارجی در اثر میدان بار فضایی درمد بهمنی اشباع شده..... ۹۲

شکل۴-۲۹: سیگنال جریان القایی در مد بهمنی اشباع شده (با اثر فوتویونش).....۹۳

شکل۴-۳۰: سیگنال جریان القایی در مد بهمنی اشباع شده (بدون اثر فوتویونش)..... ۹۳

شکل۴-۳۱: تغییرات میدان الکتریکی خارجی در اثر بار فضایی در مد جریانی..... ۹۴

شکل۴-۳۲: سیگنال جریان الکتریکی القایی در مد جریانی (با اثر فوتویونش)..... ۹۴

شکل۴-۳۳: جریان القایی در مد جریانی (بدون اثر فوتویونش).....۹۴

شکل ۴-۳۴: سیگنال بار الکتریکی ایجاد شده برای یک تک‌گاف در MRPC..... ۹۶

شکل۵-۱ الف) ابعاد شیشه مورد استفاده در ساخت RPC ۱۰۰

شکل۵-۱ ب) لوله‌های وارنیش به رنگ سبز برای ورود و خروج گاز ۱۰۰

شکل۵-۲ الف) اتصال سیم ولتاژ بالا به پوشش گرافیتی با استفاده از لاک گرافیت..... ۱۰۱

شکل۵-۲ ب) چسباندن نوار مسی بر روی صفحاتی از جنس مایلار به‌عنوان نوار قرائت جریان.....۱۰۱

شکل۵-۳: قسمت‌های مختلف RPC، در شکل نشان داده شده است.....۱۰۲

شکل۵-۴: نمایی از سیستم ترکیب گاز به صورت شماتیک.....۱۰۳

شکل۵-۵: سیستم ترکیب گاز.....۱۰۳

شکل۵-۶: نمونه‌هایی از فلومترهای چرخان.....۱۰۴

شکل۵-۷: چیدمان آزمایشگاهی برای راه‌اندازی آشکارساز.....۱۰۶

شکل۵-۸: نمونه پالس گرفته شده از RPC، با گاف $2mm$ و شیشه $2mm$.....۱۰۸

شکل ۵-۹ نمونه پالس ثبت شده برای RPC با گاف $1mm$، ساخته شده از شیشه با ضخامت $2mm$، در ولتاژ $3.5kv$، برای ترکیب گاز، $50\%-50\%$، $Ar-Co_2$.....۱۰۸

فصل یک:

مقدمه‌ای بر آشکارسازهای ذرات بنیادی

مقدمه

فیزیک ذرات بنیادی شاخه‌ای از علم فیزیک است که به مطالعه اجزای اصلی و بنیادی تشکیل دهندهٔ ماده و همچنین اندرکنش بین آنها می‌پردازد. این شاخه از فیزیک، با نام فیزیک انرژی بالا نیز شناخته می‌شود چرا که بسیاری از ذرات بنیادی، تحت تأثیر رویدادهای معمولی در طبیعت بوجود نمی‌آیند بلکه از طریق برخورد ذرات پر انرژی دیگری همچون یون های سنگین، خلق می‌شوند. در فیزیک ذرات بنیادی تجربی یک آشکارساز ذره، ابزاری است که برای آشکارسازی، ردیابی و یا شناسایی ذرات پرانرژی به‌کار می‌رود. در این فصل اهمیت تحقیق بر روی آشکارسازها و لزوم توسعهٔ آنها را با مروری بر فیزیک ذرات بنیادی تجربی بیان می‌کنیم.

۱-۱ تاریخچه‌ای مختصر از آشکارسازهای ذرات

کشف پرتوهای x و رادیواکتیویته در سال ۱۸۹۰ آغازگر آشکارسازهای ذرات بوده است. ورقه‌ی حساس به نور بکرل که به وسیله تشعشات نمک اورانیوم سیاه شده بود، احتمالا اولین سند آشکارسازی ذرات بود. رادرفورد[۱] و مارسدن[۲] از یک صفحه سوسوزن برای آشکارسازی ذرات آلفای پراکنده از هسته اتم استفاده کردند. از دیگر آشکارسازهای اولیه که برای نشان دادن ردّ ذرات باردار مورد استفاده قرار گرفت می‌توان اتاقک‌های امولسیون، جرقه، ابر، آبشاری و حباب را نام برد. در این

[1] E.Rutherford

[2] E.Marsden

آشکارسازها از ردّ ذره در داخل آشکارساز عکسبرداری می‌شد. با گذشت زمان فناوری آشکارسازی ذرات از این روش نورشناختی به روش الکتریکی نمود پیدا کرد[۱]. آشکارسازهایی که یونیزاسیون ایجاد شده به وسیله ذرات باردار در محیط‌های گازی را ثبت می کنند از کاربرد وسیعی برخوردار شده‌اند. این آشکارسازها برای ثبت مکان و زمان عبور ذرات مورد استفاده قرار می‌گیرند. آشکارسازهای گازی نظیر اتاقکهای سیمی یا سوق به علت داشتن تفکیک مکانی بالا جایگزین‌های مناسبی برای شمارنده‌های سوسوزن در آزمایش‌ها بوده‌اند. مقدار یونیزاسیونی که در داخل حجم فعال این آشکارسازهای گازی تولید می‌شود برای تعیین بار و سرعت ذره ورودی به آشکارساز معیاری مناسب به شمار می‌رود. در حال حاضر تعداد زیادی از آشکارسازهای گازی مورد استفاده دارای الکترودهای آند سیمی هستند. در این آشکارسازها با توجه به هندسه و ساختمان آنها، میدان الکتریکی بسیار قوی در اطراف هر سیم ایجاد می‌شود که شدت این میدان برای هر نقطه در فاصله r از سیم با $1/r$ متناسب است و در عوض میدان الکتریکی نزدیک کاتد بسیار پایین خواهد بود. فرایند تکثیر در آشکارسازهای سیمی به ناحیه‌ی اطراف سیم محدود می‌شود و معمولاً از مرتبه قطر سیم می‌باشد. همه الکترونها قبل از تکثیر و تولید سیگنال باید به این ناحیه سوق پیدا کنند. این هندسه آشکارساز باعث ایجاد تفکیک مکانی بسیار خوب (حدود ۱۰۰ میکرومتر) در اتاقک‌های چند سیمی تناسبی[1] و یا اتاقکهای سوق[2] می‌شود. از طرف دیگر تفکیک زمانی این آشکارسازهای سیمی گازی به دلیل افت و خیزهای زمان سوق الکترون نسبتا پایین خواهد بود. سیگنال وابسته به زمان در سیم آند به چگونگی توزیع مکانی یونیزاسیون اولیه توسط ذرات یونیزان بستگی دارد. این امر یک اختلال زمانی را نشان می‌دهد که باعث محدود شدن تفکیک زمانی آشکارسازهای سیمی تا حدود چند نانو-ثانیه می‌شود. در مواردی‌که که تفکیک زمانی مهم باشد در حقیقت آشکارسازهای سوسوزن بهتر از آشکارسازهای گازی سیمی هستند. یک تفکیک زمانی بهتر زمانی قابل حصول خواهد بود که به جای

[1] Multi-wire proportional chamber

[2] Drift chamber