۲۶۵۶۱

دانشگاه ارومیه

دانشکده علوم

گروه فیزیک ۱۳۷۸ / ۷ / ۳۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان:

بررسی حساسیت مکانی آشکارساز سوسوزن پلاستیک برای آشکارسازی گاما و کاربردهای احتمالی آن در تصویربرداری پزشکی

استاد راهنما:

دکتر جواد رحیقی

استاد مشاور:

دکتر رسول خدابخش

نگارش:

رضا پرتوی

3945/1

بهار ۱۳۷۸

۲۶۵۶۱

تشکر و قدردانی

از آقایان: دکتر لامعی، دکتر خدابخش، دکتر طالبیان، دکتر رحیقی و سرکار خانم شکوهی و سرکار خانم اولیایی که با مساعدت و راهنمایی‌های سودمندشان در به انجام رسیدن این پایان‌نامه مرا یاری نمودند کمال تشکر را می‌نمایم.

To My Parents

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ۱

مقدمه ۳

فصل ۱: بررسی حساسیت مکانی آشکارساز و روش‌های اندازه‌گیری آن .. ۸

اندازه‌گیری رفتار زمانی آشکاساز ۹

اندازه‌گیری نور خروجی آشکاساز ۹

فصل ۲: ساختمان و خواص آشکارسازهای حساس به مکان ۱۱

نور خروجی و پاسخ سوسوزنهای آلی ۱۲

تضعیف نور ۱۵

پاسخ زمانی سوسوزنها ۱۷

ساختمان آشکارساز سوسوزن پلاستیک ۱۸

لامپ تکثیرکننده فوتون ۱۹

خصوصیات تپ ولتاژ ۲۲

الکترونیک مورد نیاز ۲۸

عنوان **صفحه**

فصل ۳: بررسی رفتار نور خروجی و رفتار زمانی سوسوزن پلاستیک ... ۳۷

اندازه‌گیری نور خروجی سوسوزن ۳۷

استفاده از یک تکثیرکنندهٔ فوتونی..... ۳۸

استفاده از دو تکثیرکنندهٔ فوتونی ۴۹

روشهای مختلف یکنواخت‌سازی پاسخ نوری سوسوزن ۵۲

بررسی مشخصات وروشهای زمان‌گیری ۵۳

روشهای زمانگیری..... ۵۴

روش لبهٔ صعودی ۵۵

روش Crossover..... ۵۸

روش کسر ثابت ۵۹

اندازه‌گیری رفتار زمانی سوسوزن ۶۲

فصل ۴: تخمین حساسیت مکانی و ارائهٔ پیشنهادات لازم ۷۱

چکیده

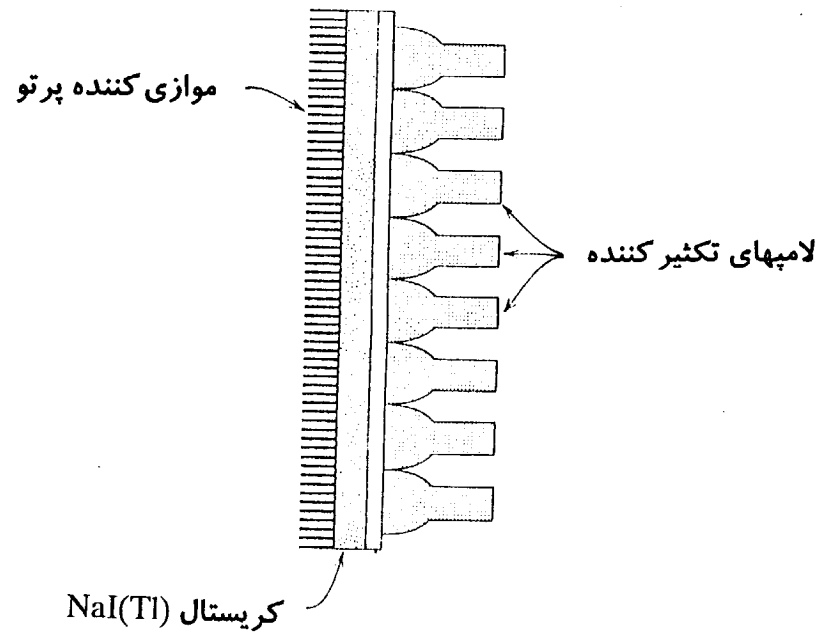
اصول کار آشکارسازهای حساس به مکان مورد بررسی قرارگرفته است. به عنوان مثال اصول کار یک دوربین گاما بررسی شده و عوامل مؤثر در بهبود کیفیت تصویر برداری در این نوع دوربین ارائه شده است. کریستالهای بزرگ یدورسدیم NaI(Tl) که چندین تکثیرکننده فوتون به آنها متصل گردیده است هم اکنون در مراکز پزشکی جهت تصویربرداری استفاده می‌شوند. هدف از این تحقیق مطالعهٔ سوسوزنهای پلاستیکی به عنوان ابزاری برای تصویربرداری در پزشکی هسته‌ای است. جذابیت استفاده از سوسوزن پلاستیک به دلیل ارزان بودن این نوع سوسوزن و همچنین خواص زمانی آن بسیار واضح است. در مطالعه سوسوزن پلاستیکی به عنوان آشکارساز حساس به مکان دو آشکارساز بزرگ پلاستیکی اولی به شکل استوانه‌ای از جنس NE102 و به ابعاد ۳۰ سانتی‌متر طول و قطر ۵/۰۸ سانتی‌متر(۲ اینچ) همراه با دو تکثیرکننده فوتونی که به دو انتهای آن از نظر نوری متصل شده، به‌کارگرفته شده‌است. آشکارساز دوم که یک سوسوزن پلاستیکی به شکل صفحهٔ تخت به ابعاد ۱۱۰cm طول و به عرض ۲۰cm و ضخامت ۱cm، با کمک راهنمای نور به دو تکثیرکننده فوتونی به قطر ۵ اینچ(۱۲/۷سانتی‌متر) متصل شده‌است. رفتار نوری و رفتار زمانی این دو آشکارساز به کمک سیستم الکترونیکی هسته‌ای سریع

اندازه‌گیری شده به منظور بهبود پاسخ سوسوزن روشهای مختلف جمع‌آوری نور، منعکس کننده‌هایی از جنس آلومینیوم و کاغذ سفید مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت. علاوه بر استفاده از چشمه گاما از یک دیود نوری (Light Emitting Diode)LED نیز برای اندازه‌گیری پاسخ نوری آشکارساز استفاده شد.

اندازه‌گیری‌ها نشان دادند که بهترین قدرت تفکیک مکانی قابل دستیابی بکمک الکترونیک و ابراز موجود حدود ۱۰ سانتی‌متر است.

مقدمه

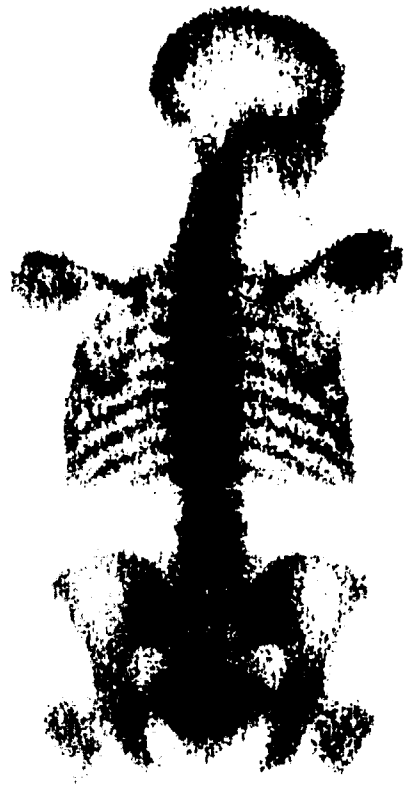
در پزشکی هسته‌ای اغلب لازم است که تصویری از نحوهٔ جذب و توزیع ایزوتوپهای تولیدکننده پرتو گاما در بدن بیمار بدست آوریم. نحوهٔ جذب با شدت پرتو گاما از قسمتهایی که ایزوتوپ در آنها واقع است قابل تعیین است(۱). تصویر بدست آمده از اندازه، شکل و فعالیت عضو تحت بررسی، موفقیت در درمان را نشان می‌دهد. روش تشکیل تصویر پرتو گاما به این صورت است که شیء را با یک یا چند شمارنده جهتی جاروب می‌کنیم. تصویر بوسیله چاپگری به طور همزمان با شمارنده حرکت می‌کند و مقادیر شمارش شده را به صورت نقاط یا خطوطی روی کاغذ عکاسی ثبت می‌کند(۲). روش دیگر تصویر برداری از شیء مورد نظر استفاده از دوربین گاماست. دوربین گاما دستگاهی است که تصویر مورد نظر را در دوبعد ارائه می‌دهد و شامل یک موازی‌کننده (کلیماتور) برای محدود کردن پرتوهای ورودی به آشکارساز است به طوریکه تصویر را بتوان مستقیماً به عنوان توزیع فضائی ایزوتوپ ساطع کننده پرتو تفسیر نمود(۲). عناصر اصلی تشکیل دهنده آن در شکل م-۱ نشان داده شده است.



شکل م-۱: اجزای تشکیل دهنده دوربین گاما

مادهٔ تشکیل دهنده شامل یک کریستال سوسوزن تخت است(معمولاً یدورسدیم) با قطر ۵۰-۲۵ سانتی‌متر و ضخامت ۱ سانتی‌متر، نورتولید شده توسط اندرکنش پرتوگامادراین کریستال توسط آرایه‌ای ازلامپهای تکثیرکننده (PM) که کاملاً یکی از سطوح تخت آن را می‌پوشاند دریافت می‌شود، مکان دوبعدی هریک از این رویدادها از اندازه نسبی تپهایی که در لامپهای تکثیر کننده ایجاد

شده است تشخیص داده می‌شود. لامپهای تکثیر کننده که در نزدیک محل برهم‌کنش می‌باشند تپهای با دامنه قابل توجه تولید می‌کنند. بزرگترین تپ معمولاً توسط نزدیکترین لامپ به مکان برهم‌کنش شکل می‌گیرد و تپهای کوچکتر مربوط به لامپهای دورتر از محل تولید نور سوسوزنی می‌باشد. تپهای مکانی X و Y آنالوگ بدست آمده توسط یک تبدیل کننده آنالوگ به دیجیتال به تپهای منطقی تبدیل و با استفاده از نرم‌افزاری که براساس اطلاعات مربوط به نحوهٔ جذب و تضعیف نور در سوسوزن نوشته شده است به یک تصویر دوبعدی تبدیل می‌گردند. مجموع تپهای خروجی جمع‌آوری شده از تمام لامپها اندازه‌گیری خوبی از انرژی کلی تابش شده به کریستال می‌باشد و به منظور ثبت انتخابی رویدادهایی که مربوط به انرژی کامل چشمه هستند از یک تحلیلگر تک کاناله عبور می‌کنند. مثالی از تصویری که از اینگونه دوربین‌ها به‌دست‌آمده در شکل م-۲ نشان داده شده است و تفکیک فضائی ذاتی دوربین گاما با استفاده از پرتو گامای تابش شده از ایزوتوپ ^{99m}TC ($E\gamma=140$ KeV) با عرض پهنای نیمه ارتفاع (FWHM) حدوداً ۳mm تولید می‌گردد(۱). این قدرت تفکیک تصویر قابل قبولی جهت تشخیص بیماری بدست می‌دهد ولی پیچیده بودن دوربین گاما و قیمت زیاد آن باعث شد که به جستجوی راه ارزانتر و ساده‌تری پرداخته شود. بخصوص جایگزینی کریستال



شکل م-۲: مثالی از تصویر گرفته شده توسط دوربین گاما با استفاده از ایزوتوپ ^{99m}TC تعداد پرتوهایی که در نیمه‌های بالایی و پایینی تصویر ثبت شده‌اند ۱۰۶ شمارش در سه دقیقه بوده است.

یدورسدیم NaI(Tl) که کریستال فوق‌العاده گرانی است و تهیهٔ آن در اندازه‌های بزرگ به مشکلات آن می‌افزاید. برای رهایی از مشکلات فوق از آشکارساز سوسوزن پلاستیک که از لحاظ تجاری نسبتاً ارزان و از لحاظ فنی سریع (Fast)

است(۳)، استفاده می‌کنیم. در اینجا حساسیت مکانی سوسوزن پلاستیک از طریق اندازه‌گیری رفتار زمانی آن بررسی می‌شود. لازم به یادآوری است که تحقیق فوق برای اولین‌بار در ایران صورت می‌پذیرد و شامل چهار فصل است. فصل اول به حساسیت مکانی سوسوزنهای پلاستیکی و روشهای اندازه‌گیری آن می‌پردازد. فصل دوم به خواص و ساختمان آشکارسازهای سوسوزن پلاستیک به عنوان حساس به مکان می‌پردازد و در فصل سوم به الکترونیک مورد نیاز و انجام تحقیقات مورد نظر خواهیم پرداخت و بالاخره در فصل چهارم به تخمین حساسیت مکانی وپیشنهادات لازم می‌پردازیم.

فصل اول

۱- حساسیت مکانی آشکارساز و روشهای اندازه‌گیری آن

آشکارسازهایی که در تصویربرداری پزشکی بکار می‌روند باید دارای خاصیت حساسیت مکانی باشند، چنین آشکارسازهایی علاوه بر تعیین انرژی ذرهٔ فرودی می‌توانند مکان ذرهٔ فرودی را نیز مشخص نمایند. یعنی محل دقیق فرودآمدن فوتون یا ذره را تعیین می‌کنند. حساسیت مکانی آشکارساز را از دو طریق مختلف می‌توان اندازه‌گیری کرد.

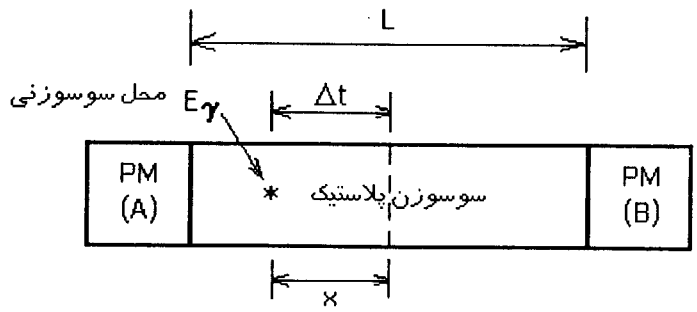
الف) از طریق اندازه‌گیری رفتار زمانی آشکارساز

ب) از طریق اندازه‌گیری نور خروجی آشکارساز

از میان دو دسته آشکارسازهای نیمه رسانا و سوسوزن که برای حساسیت مکانی(با توجه به خواص لازم آشکارسازها برای حساسیت مکانی که در ادامه گزارش بررسی خواهدشد) مورد استفاده قرار می‌گیرند، این تحقیق به بررسی حساسیت مکانی آشکارسازهای سوسوزن پلاستیک که جزء سوسوزنهای آلی است می‌پردازد، بنابراین، دو مشخصه رفتار زمانی و رفتار نوری در سوسوزن پلاستیک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف - اندازه‌گیری رفتار زمانی آشکارساز:

با توجه به شکل ۱ - ۱، اختلاف زمان انتشار تپ نوری (Δt) بین مرکز سوسوزن و محل سوسوزنی اندازه‌گیری می‌شود. و سپس با استفاده از رابطه $\Delta x=v\Delta t$ که در آن V سرعت مؤثر انتشار نور در سوسوزن با ضریب شکست n است، قدرت تفکیک آشکارساز محاسبه می‌شود. کمترین فاصله مکانی بین محل فرود پرتو در سوسوزن و مرکز سوسوزن را که قابل اندازه‌گیری به وسیله سیستم‌های آشکارسازی است، قدرت تفکیک مکانی آشکارساز نامیده می‌شود (Δt).(۳)



شکل ۱ - ۱ شکل شماتیک محاسبه رفتار زمانی سوسوزن واندازه‌گیری حساسیت مکانی

ب) اندازه‌گیری نور خروجی آشکارساز:

با توجه به شکل م - ۱ و اینکه دو لامپ تکثیرکننده فوتون به دوانتهای سوسوزن پلاستیک متصل شده‌اند. برای تپ لامپ تکثیرکننده (A) می‌توانیم