



ساخت آشکارساز اتاقک یونش ^{30}CC و بررسی عملکرد این آشکارساز در برابر پرتو

ایکس مرجع

احسان، معصومی گودرزی^{۱*}؛ حسین، زمانی زینلی^۲؛ ارژنگ، شاهور^۲

۱. دانشگاه علمی کاربردی واحد دورود

۲. سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی

چکیده :

در این مقاله مطابق با دستورالعمل ها و استانداردهای آژانس بین المللی انرژی اتمی، مقایسه و بررسی نتایج ساخت آشکارساز اتاقک یونش گازی هوای آزاد با حجم 30 CC ، نسبت به نمونه های خارجی مشابه انجام شده است. ساخت اتاقک یونش 30 CC برای نخستین بار در کشور انجام می گیرد و قبل از آن تحقیقی در این زمینه صورت نگرفته است. کالیبراسیون آشکارساز اتاقک یونش ساخته شده در برابر پرتو ایکس مرجع و مقایسه با نمونه های خارجی و تعیین محدوده ولتاژ کار آشکارساز از جمله اقدامات انجام گرفته در این مقاله است. فاکتور کالیبراسیون برای این آشکارساز به عنوان یک شاخص قابل مقایسه نسبت به سایر آشکارسازها، ارائه شده است.

کلیدواژگان:

اتاقک یونش، آشکارساز، الکترون، X ، γ

مقدمه:

برای درمان بعضی از سلول های بدخیم سرطانی از اشعه ایکس و گاما، تشعشعات حاصل از مواد رادیواکتیو و رادیوایزوتوپ ها استفاده می شود که کلیه این تشعشعات و ذرات، همگی دارای خاصیت یون سازی بوده و مقدار معینی انرژی هنگام عبورشان از ماده یا سلول به ماده یا سلول مورد نظر منتقل می شوند که مقدار انرژی انتقال یافته از نظر بیولوژیکی نقش بسیار حساسی در انهدام سلول ها دارد. [۱] اتاقک های یونش، وسایل عملی و استاندارد برای دزیمتری باریکه های فوتون و الکترون در پرتودرمانی به شمار می روند. بر این اساس، دستورالعمل هایی توسط نهادهای ملی و بین المللی، در زمینه نحوه استفاده از اتاقک های یونش مناسب برای تعیین دز جذبی باریکه های الکترون و فوتون تدوین شده است. تولید باریکه های ایکس مرجع شامل انتخاب ولتاژ، انتخاب فیلتر اضافی مناسب، تعیین کیفیت باریکه در نقطه کالیبراسیون می شود. انتخاب ولتاژ و فیلتر اضافی اصولاً براساس استاندارد ها صورت می گیرد. فیلتر اضافی عبارت است از ضخامتی از یک یا چند فلز معین است که در مسیر پرتو قرار گرفته و با توجه به ولتاژ انتخاب شده، باریکه

ایکس با کیفیت مشخص را تولید می‌کند. کیفیت باریکه ایکس را با کمیتی به نام لایه نیم مقدار HVL می‌سنجند.

در هر نوعی از اتاقک یونش، باید عایق‌هایی با مقاومت بالا بین دو الکترود فراهم شود و این به علت جریان‌های یونیزاسیون فوق‌العاده کوچک (از مرتبه پیکوآمپر و یا کمتر) می‌باشد. بنابراین جریان ناشی از میان این عایق‌ها باید بسیار ناچیز و کمتر از یک درصد جریان اصلی باشد که که حدوداً مقاومت عایق باید بزرگتر از $10^{16} \Omega$ در نظر گرفته شود. جریان ناشی عایق در صورتی که زیاد باشد با جریان‌های یونیزاسیون اصلی جمع شده و سبب خطا در سیگنال بدست آمده از اتاقک می‌گردد [۱].

روش کار:

در داخل کشور ساخت آشکارساز اتاقک یونش گازی با حجم $30cc$ برای اولین بار توسط نگارنده انجام شده و قبل از آن تحقیقی در این زمینه انجام نشده است. قبل از این تحقیق به منظور استفاده در مراکز رادیوتراپی و همچنین سازمان انرژی اتمی از آشکارسازهای ساخته شده توسط کشورهای خارجی استفاده می‌شد.

از آنجا که برای ساختن نوع آشکارساز، نمونه از پیش ساخته شده‌ای در داخل کشور وجود نداشت و امکان بازکردن نمونه‌های خارجی نیز مقدور نبود، بنابر این فرایند تحقیق را وارونه کرده و از تابش پرتو به منظور مطالعه ساختار داخلی این آشکارساز استفاده شد. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود، یک آشکارساز اتاقک یونش نمونه خارجی را در معرض پرتو X قرار داده و با استفاده از دستگاه رادیوگرافی دیجیتال ساخته شده در مرکز دزیمتری و مونیتورینگ پرتوهای سازمان انرژی اتمی کرج از آن تصویر تهیه شد. بدین منظور پرتو X با انرژی‌های متفاوت را به آشکارساز اتاقک یونش تاباندیم و از آن عکس‌های متفاوتی تهیه شد که یکی از عکسهای با وضوح بالاتر در شکل ۱ مشاهده می‌شود. جدول ۱ توضیحات کلی در مورد این آشکارساز و کاربرد آن و همچنین

چند متغیر مهم در مورد آشکارساز معرفی شده است که از جمله اینها میتوان به حجم اسمی و همچنین کمیت‌های اندازه‌گیری توسط آشکارساز را نام برد.

حجم اسمی در واقع فضای موثر بین دو الکتروود مرکزی و الکتروود داخلی آشکارساز می باشد که فرایند یونش گازها در این منطقه اتفاق می افتد. در هنگام ساخت مطابق نقشه طراحی شده دقت بسیار بالایی صورت گرفته شد تا حجم ساخته شده داخلی بین الکتروود ها بطور دقیق همین مقدار ۳۰ cc باشد.



(شکل ۱) عکس از آشکارساز اتاقک یونش نمونه خارجی با استفاده از پرتو x در مرکز SSDL سازمان انرژی اتمی کرج

(جدول ۱) کاربردها و ویژگی های آشکارساز ۳۰ cc

اتاقک یونش هوای آزاد	نوع اتاقک
آشکارسازی پرتو های ایکس و گاما	کاربرد
دز جذب شده و آهنگ دز جذب شده پرتو دهی و آهنگ پرتو دهی	کمیت های اندازه گیری
۳۰ cc	حجم اسمی

به منظور ساخت آشکارساز ، دو الکتروود محافظ درفاصله کمی از الکتروود آلومینیومی قرار دارد. بنابراین عایق تفلون را با استفاده از دستگاه قلاویز بین الکتروودها پیچ کرده ایم. دو الکتروود محافظ از طریق یک سیم افشان که از داخل الکتروود مرکزی عبور کرده به یکدیگر متصل و در یک پتانسیل قرار گرفته اند.

جنس ماده ارتباط دهنده بین ساقه چمبر و استوانه اتاقک یونش از جنس پلکسی گلاس انتخاب شده است. فضای داخل این عایق طوری تراش داده شده است که یک استوانه کوچکتر از جنس تفلون وبا روکش داخلی آلومینیوم در داخل آن قرار گرفته است. علت طراحی این روکش داخلی این است که اگر از ساقه چمبر برای اتصال به یکی از الکتروودها استفاده شود، این ارتباط از طریق این استوانه داخلی برقرار شود. برای

ساخت ساقه چمبر از میله های آلومینیومی با قطر خارجی ۱ cm استفاده شده است که در شکل ۲ ساقه چمبر نشان داده شده است. در ساخت اتاقک های یونش هوای آزاد یک پیچ هوا برای تخلیه ویا ورود هوای آزاد تعبیه می شود که در ساخت این سه آشکارساز سعی شده است که انتقال هوا از طریق انتهای باز ساقه چمبر انجام شود.



(شکل ۲) سه نمونه آشکارساز اتاقک یونش ۳۰cc ساخته شده

نتایج:

در فاصله ۸۰ سانتی متری از چشمه پرتودرمانی ۶۰-Co نوع v۹ picker میزان دز تابش جذب شده در هر

دقیقه برابر است با : $150/35 \frac{\text{mGy}}{\text{min}}$

فاکتور تصحیح فشار و دما از رابطه زیر بدست آمده است :

$$K_{TP} = \frac{T(^{\circ}\text{C}) + 273/16}{293/16} \times \frac{1.013/25}{P(\text{mbar})} \quad (1)$$

ضرایب نرمالایز شده از تقسیم دز تابش جذب شده در یک ثانیه، بر میانگین بار جمع آوری شده توسط آشکارساز در مدت یک ثانیه که در فاکتور تصحیح فشار و دما نیز ضرب شده اند بدست آمده است . حال می توان نمودار مقادیر نرمالایز شده و ولتاژ را رسم نمود . در نمودار یک محور افقی ولتاژ اعمال شده به اتاقک یونش ساخته شده توسط الکترومتر و محور عمودی مقادیر نرمالایز شده بار جمع آوری شده توسط آشکارساز می باشد.



نمودار ۱- تعیین ولتاژ کاری آشکار ساز

جدول ۴- فاکتورهای کالیبراسیون با چشمه ۱۳۷ Cs -

فاکتور کالیبراسیون اتاقک مرجع	$945.6 \frac{\mu\text{Gy}}{\text{nC}}$
فاکتور کالیبراسیون اتاقک یونش ساخته شده	$928 \frac{\text{mGy}}{\text{nC}}$

بحث و نتیجه گیری :

استفاده از اتاقک های استوانه ای، برای دزیمتری پرتوهای فوتون بسیار مناسب بوده و نتایج کالیبراسیون مقادیر قابل رقابت با استانداردهای بین المللی می باشد. هزینه مناسب ساخت نسبت به خرید این گونه آشکارسازها، شرایط تحریم که امکان ورود قطعات را با مشکل مواجه کرده است، توسعه دانش فنی و همچنین بازده خوب با جمع آوری شده حاصل از یونش توسط اتاقک یونش از جمله دلایل منطقی برای ساخت آشکارساز های اتاقک یونش هستند. بنابراین اگر در پروژه های دیگری ساخت انبوه اینگونه اتاقک ها مورد توجه قرار بگیرد قطعاً نتیجه رضایت بخش خواهد بود.

در طی مراحل ساخت یکی از مشکلاتی که موجب تعویق آزمایش های اتاقک شد میزان جریان نشتی بود. رطوبت و چربی موجود روی دست هنگام کار با آشکارساز از جمله عوامل تاثیر گذار جریان نشتی می باشند. به منظور کاهش اثر جریان نشتی باید حتی الامکان از تماس مستقیم قطعات با دست جلوگیری کرد مثلاً می توان از ماشین تمام اتوماتیک و در شرایط استریل به منظور اتصال قطعات به یکدیگر استفاده



کرد. ازدیگر مشکلات می توان به ضخامت پوشش گرافیتی که درون آشکارساز قرار گرفته اشاره نمود که اگر این ضخامت بصورت یکنواخت در داخل الکتروود قرار نگیرد حجم حساس آشکارساز را تغییر می دهد.

منابع:

- [۱] انصاف؛ محمد رضا، طراحی و ساخت یک اتاقک یونساز مناسب جهت دزیمتری باریکه های الکترونی در پرتو درمانی، ۱۳۷۸، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای - پرتو پزشکی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر - دانشکده فیزیک و علوم هسته ای
- [۲] سمیر، هرمان، آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتو شناسی، ترجمه محمد ابراهیم ابوکاظمی، ۱۳۷۱، هوشنگ سپهری و علیرضا بینش، مرکز نشر دانشگاهی
- [۳] سولفانیدیس، نیکلاس، اندازه گیری و آشکارسازی تابش های هسته ای، ترجمه دکتر کوهی و دکتر هادی زاده، ۱۳۸۵، کتابستان مشهد
- [۴] فیرس، ار، ای-پازول، جی، روش های آزمایشگاهی رادیوایزوتوپ، ترجمه دکتر محمد قنادی مراغه، ۱۳۸۸، زلال کوثر
- [۵] شولتیس، جی -فاو، ریچاردای، ۱۳۸۶، مبانی علوم و مهندسی هسته ای، ترجمه محمد قنادی مراغه، زلال کوثر
- [۶] گرینینگ، جان ریموند، مبانی دزیمتری پرتوها، ترجمه دکتر عظیم اربابی، ۱۳۸۲، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی
- [۷] مورای، ریموند ال، مقدمه ای بر مفاهیم، سیستم ها و کاربردهای انرژی هسته ای ترجمه دکتر محمد قنادی مراغه، ۱۳۸۴، انتشارات سازمان انرژی اتمی ایران
- [۸] فناوری هسته ای، تدوین و گردآوری پژوهشگران علوم و فنون هسته ای زیر نظر محمد قنادی مراغه چاپ ۱۳۸۹ نوبت اول، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای
- [۹] محمد اکسیر منفرد و فریدون نجم آبادی، فیزیک رادیوتراپی، چاپ اول پاییز ۱۳۸۷، انتشارات آبیژ
- [۱۰]-Radiation Detection and Measurement, Third Edition, Glenn E Knoll, Professor of Nuclear Engineering and Radiological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, John Wiley and son
- [۱۱]- James E. Martin, Physics for Radiation Protection, A Handbook Copyright - Wiley publishing company (۲۰۰۶)
- [۱۲]- Khan F.M., Measurement of ionizing radiation, The physics of radiation therapy, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA, (۲۰۰۳)