

تصحیح فرونشانی شیمیایی در اندازه گیری تریتم با استفاده از روش استاندارد خارجی

سبزیان مرادآبادی، محسن*^(۱) - کریمی، مجید^(۲) - عزت پناه، امیر^(۳)

۱. دانشگاه اراک، دانشکده فیزیک

۲. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی انرژی و فیزیک، گروه پرتو پزشکی

۳. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، دانشکده شیمی

چکیده:

شمارشگر سنتیلاسیون مایع، متداولترین روش مورد استفاده برای اندازه گیری تریتم است. در اندازه گیری به روش سنتیلاسیون مایع، اثر فرونشانی شیمیایی باعث کاهش بازده می شود و نیاز است که تصحیحات لازم برای بازده انجام بگیرد. برای انجام این تصحیحات، به منحنی بازده - شاخص نیاز داریم. در این مقاله با استفاده از روش $SQP(E)$ نمودار بازده بر حسب $SQP(E)$ بدست آورده شده است و با استفاده از این نمودار، بازده تصحیح شده برای هر سطح فرونشانی قابل محاسبه می باشد.

کلمات کلیدی: (*tritium, quench, SQP(E)*)

مقدمه:

اکتیوته ساطع کننده های بتا، معمولاً با شمارش گر سنتیلاسیون مایع اندازه گیری می شود. بازده LSC به مقدار فرونشانی، نوع نمونه، سنتیلاسیون مورد استفاده و روش آماده سازی بستگی دارد [۱]. در اندازه گیری به روش سنتیلاسیون با سه نوع فرونشانی رنگ، یونیزاسیون و شیمیایی روبرو هستیم که فرونشانی شیمیایی متداولترین نوع فرونشانی است [۲]. فرونشانی شیمیایی انرژی ذرات بتا را قبل از تبدیل شدن به فوتون جذب می کند در حالیکه فرونشانی رنگ بر عبور فوتونها در بین محیط اثر می گذارد. بازده شمارش در اثر فرونشانی کاهش می یابد. برای گسیلنده های بتا هر چه مقدار انرژی ماکزیمم پایین تر باشد، تأثیر فرونشانی روی بازده شمارش بیشتر است و با توجه به انرژی پایین ذرات بتای تریتم، عامل فرونشانی باید در اندازه گیری آن لحاظ شود. QIP (Quenching Index Parameters) اندیکاتورهای مختلف ریاضی هستند که پارامترهای تعیین کننده فرونشانی نامیده می شوند [۴]. QIP ها به دو دسته تقسیم می شوند: دسته اول مبتنی بر محاسبه پارامترها از طیف نمونه حاوی ماده رادیواکتیو است، پارامترهای ریاضی استفاده شده در این روش عبارتند از:

SCR=Sample Channels Ratio

SIS=Spectral Index of Sample

دسته دوم مبتنی بر پارامترهای محاسبه شده از طیف بدست آمده با یک چشمه استاندارد خارجی است، پارامترهای ریاضی استفاده شده در این روش عبارتند از:

ESCR=External Source Channel Ratio

SQP(E)=Quench Parameter of External Standard

tSIE=Transformed Spectral of External Standard

عمدتاً از QIP های دسته اول استفاده نمی‌شود، زیرا این دسته از پارامترها به اکتیویته نمونه بستگی دارند و برای نمونه‌های با اکتیویته پایین، بخاطر عدم قطعیت آماری بالا، کارایی ندارند [۴].

در دستگاه 1220 Quantulus از روش SQP(E) با چشمه خارجی Eu-152 استفاده می‌شود. برای تعیین SQP(E) چشمه گاما موجود در دستگاه در زیر ویال شمارش نمونه قرار می‌گیرد، SQP(E) شماره کانالی را تعیین می‌نماید که مجموع شمارش‌های پایین‌تر از این کانال شامل ۹۹٪ از شمارش کل طیف کامپتون چشمه استاندارد خارجی می‌باشد.

روش کار :

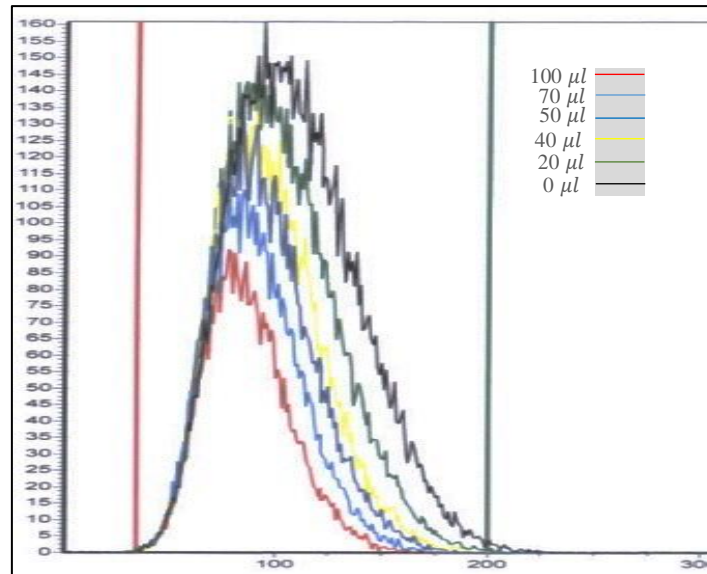
یک منحنی استاندارد فرونشانی عبارتست از یک سری استانداردهایی که مقدار اکتیویته مطلق (DPM) در هر ویال ثابت بوده و مقدار عامل فرونشانی از هر ویال به ویال دیگر افزایش پیدا می‌کند. در یک منحنی فرونشانی از ارتباط بین بازده شمارش و مقدار SQP(E) برای تصحیح CPM به DPM استفاده می‌شود. هنگامیکه منحنی فرونشانی ساخته شد، مقدار DPM در هر استاندارد مشخص است، هر نمونه استاندارد شمارش شده و CPM اندازه‌گیری می‌شود، سپس بازدهی شمارش با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$DPM = \frac{CPM}{\text{بازده شمارش}} \quad (1)$$

برای ترسیم منحنی بازده بر حسب عامل فرونشانی، ۶ ویال پلاستیکی انتخاب و در هر یک از آنها 12ml از کوکتل ULTIMA GOLD LLT ریخته شد. یک نمونه استاندارد با سطح اکتیویته مناسب انتخاب شود بگونه‌ای که تعداد شمارش‌های ناشی از آن محسوس و قابل ملاحظه باشد، برای همین منظور به هر یک از ویال‌ها 780.32Bq از استاندارد افزوده شد.

قبل از افزودن عامل فرونشانی به ویال‌ها، هر کدام از آنها به مدت ۵ دقیقه در طیف سنج سنتیلاسیون مایع مورد شمارش قرار گرفت (نمونه‌هایی که انحراف آنها از مقدار میانگین بیشتر از ۲ درصد باشد، باید کنار گذاشته شوند). از نیترومتان به عنوان عامل فرونشانی استفاده و بر اساس جدول ۱، این عامل به ویال‌ها اضافه گردید. سرانجام نمونه داخل ویال‌ها با آب دوبار تقطیر، به حجم ۲۰ ml رسانده شد. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها و تمیز کردن سطح بیرونی ویال‌ها، هر یک به مدت حداقل ۲ ساعت در یک محیط تاریک و در دمای بین ۵ تا ۱۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند تا لومینسانس شیمیایی و نور حذف شوند.

هر نمونه به مدت ۵ دقیقه با استفاده از طیف سنج سنتیلاسیون مایع خیلی سطح پایین Wallac 1220 شمارش شدند. شکل ۱ طیف حاصل از شمارش نمونه‌ها به ازای مقادیر متفاوت عامل فرونشانی (نیترومتان) نشان داده شده است.



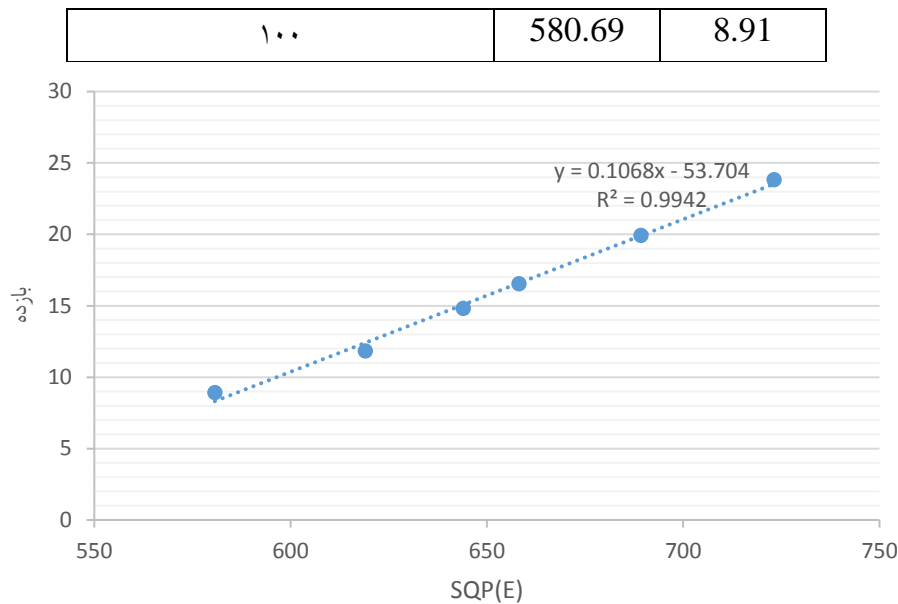
شکل ۱. تأثیر عامل فرونشانی شیمیایی بر طیف ترتیم

نتایج:

نتایج حاصل از شمارش ویال‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. کانالهای اندازه‌گیری از کانال ۳۵ تا کانال ۲۰۰ انتخاب شد. با استفاده از رابطه ۱ بازده شمارش هر یک از ویال‌ها محاسبه و نتایج در جدول ۱ ارائه گردیده است. با استفاده از این نتایج، نمودار بازده بر حسب SQP(E) ترسیم شد. با اندازه‌گیری SQP(E) هر نمونه مجهول و استفاده از شکل ۲ می‌توان بازده مربوط به آن را بدست آورد.

جدول ۱. نتایج حاصل از SQP و بازده

مقدار عامل فرونشانی (μl)	SQP(E)	بازده (%)
۰	723.13	23.83
۲۰	689.22	19.91
۴۰	658.16	16.53
۵۰	643.96	14.81
۷۰	619.01	11.83



شکل ۲. نمودار بازده شمارش - SQP(E) تریتم

بحث و نتیجه گیری :

عامل فرونشانی بر بازده شمارش تأثیر قابل ملاحظه ای دارد و این فاکتور باید در اندازه گیری تریتم در نظر گرفته شود. روش SQP(E) روشی سریع و آسان می باشد که با بدست آوردن منحنی بازده بر حسب SQP(E) می توان بازده تصحیح شده برای هر نمونه با سطح فرونشانی متفاوت را بدست آورد. هنگامیکه مقدار رنگ موجود در نمونه کم باشد، تفاوتی بین فرونشانی رنگ و شیمیایی وجود ندارد و می توان از منحنی های استاندارد شیمیایی در هر دو حالت استفاده کرد. در صورتیکه مقدار قابل ملاحظه ای از رنگ در نمونه وجود داشته باشد، بگونه ای که باعث کاهش چشمگیر مقدار SQP(E) شود، ضروری است که یک منحنی فرونشانی رنگ فراهم شود. ساده ترین راه برای کاهش فرونشانی رنگ اینست که یا مقدار نمونه کاهش یابد یا حجم کوکتل را افزایش داد یا این دو عامل را با هم بکار برد.

مراجع :

- [1] C. Varlama, "Applying direct liquid scintillation counting to low level tritium measurement," *Applied Radiation and Isotopes*, p. 812–816, 2009.
- [2] Ivana Jakonića, "Optimization of low-level LS counter Quantulus 1220 for tritium determination in water samples," *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 98, p. 69–76, 2014.

- [3] A. C. G. Pigrée, "Optimization of liquid scintillation measurements applied to smears and aqueous samples collected in industrial environments," *Results in Physics*, vol. 6, p. 50–58, 2016.
- [4] M. L'Annunziata, *Handbook of Radioactivity Analysis (Third Edition)*, Elsevier, 2012.