Archive of SID

J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 26, pp. 32-36, 2003

مجله علوم و فنون هسته‌ای
شماره ۲۶، صفحات ۳۶-۳۲، ۱۳۸۱

ساخت دزیمتر اتانول کلروبنزن (ECB) و بررسی ویژگی های آن

رویاگرجی فرد*، منیره شریف زاده
مرکز تابش گاما، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۴۸۶- ۱۱۳۶۵، ایران- تهران

چکیده: در این طرح، دزیمتر شیمیایی اتانول کلروبنزن (ECB) برپایه استاندارد ASTM ساخته شده است. ویژگی‌های این دزیمتر در محدوده دزهای صفر تا ۳۰ کیلوگری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پرتودهی با چشمه کبالت ۶۰ انجام گرفته است. قرائت دز- پاسخ با سه روش عیارسنجی (تیتراسیون)، اسپکتروفوتومتری و نوسان‌سنجی (اسیلومتری) انجام گرفته و روش نوسان‌سنجی به عنوان بهترین روش انتخاب شده است. عوامل مؤثر بر دز- پاسخ از جمله تأثیر میزان دز، دمای پرتودهی، انرژی پرتو وگذشت زمان بررسی شدند. همچنین قابلیت تکرار پاسخ و یکنواختی آن نیز مورد بررسی قرار گرفت. دزیمتر اتانول کلروبنزن، پایدار و قابل اطمینان است به طوری‌که می‌توان آنرا در دزیمتری روزمره سیستم تابش- فراوری گاما در محدوده دزهای ۰/۵ تا ۳۰ کیلوگری بکار برد.

واژه‌های کلیدی: دزیمترشیمیایی، نوسان‌سنجی، تابش- فراوری، دز- پاسخ

Preparation and Investigation of the Ethanol- Chlorobenzene (ECB) Dosimeters

R. Gorjifard*, M. Sharifzadeh
Gamma Irradiation Center,AEOI, P.O.BOX: 11365-3486, Tehran -Iran

Abstract: In this work the chemical ethanol-chlorobenzene (ECB) dosimeters were prepared. A cobalt-60 irradiation source was used at the dose range of 0-30 kGy. Titration, spectrophotometry, and oscillometry read-out methods were applied, and the latter method was adopted throughout this experiment. The dose responses were found to agree favourably with the ASTM standards. The homogeneity and the reproducibility of the produced ECB dosimeters were also controlled and found satisfactory.

Keywords: *chemical dosimetry, oscillometry, irradiation processing, dose response*

www.SID.ir

* email: rgorjifard@seai.neda.net.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۰/۶/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۱/۷/۲۷

Archive of SID

۱- مقدمه

گسترش فناوری و کاربرد پرتوهای یونساز در کشاورزی، صنعت، زیست‌شناسی، پزشکی در بیشترکشورهای جهان، سبب پیشرفت دانش دزیمتری شده و مورد توجّه قرار گرفته است. نیاز به تهیّه و ساخت انواع دزیمترها برای اندازه‌گیری دزها در محدوده پرتودهی‌های مختلف همواره امری اجتناب ناپذیر است. دزیمترهای شیمیایی، معمولاً پایدار و قابل‌اطمینانند به طوری که می‌توان انواع آنها را در موارد متعدّدی، به ویژه در سیستم‌های تابش- فراوری برای اندازه‌گیری دزهای مورد استفاده بکار برد. این دزیمترها به دو دسته آلی و غیر آلی تقسیم می‌شوند. دزیمتر آلی اتانول کلروبنزن (ECB)، وسیلهٔ قابل اعتمادی برای اندازه‌گیری دز جذبی در مادّه است که به عنوان دزیمتر انتقالی، دزیمتر راه‌اندازی و دزیمتر روزمره در سیستم‌های تابش- فراوری گاما بکار می‌رود.

۲- روش کار

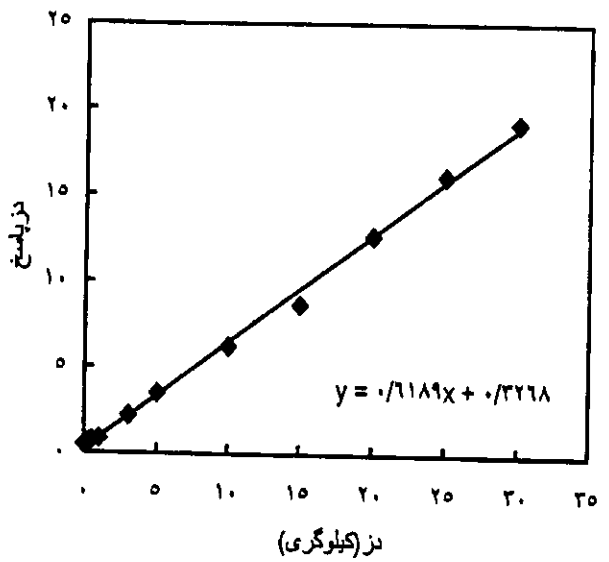
محلول دزیمتری اتانول کلروبنزن از مخلوط کلروبنزن (C_6H_5Cl) با اتانول (C_2H_5OH) وآب تهیّه می‌شود[۱]. از این مخلوط، حجمهای معین ۲ میلی‌لیتری درون آمپولهای شیشه‌ای تیره رنگ یک شکل و یک اندازه ریخته می‌شود، سپس دهانه آمپول‌ها با شعله مسدود می‌گردد. برای جلوگیری از اثر حرارت شعله در ایجاد تغییرات نامطلوب در محلول درون آمپولها، گاز ازت با آهنگ یک حباب در ثانیه از لوله مویینی به قطر یک میلی‌متر به مدت یک دقیقه وارد هرآمپول می‌شود سپس دهانهٔ آن مسدود می‌گردد[۱].

در این طرح آمپول‌های دزیمتری ECB با نسبت ٤٪ حجمی کلروبنزن، تهیّه شده است. ویژگی‌های دزیمترها بر اساس استانداردهای ارائه شده ASTM بررسی و پارامترهای فیزیکی آن با توجّه به محدوده پرتودهی و تأثیر عوامل محیطی مطالعه شده است[۱]. چشمه مورد استفاده،"کبالت۶۰ گاماسل ۲۲۰" موجود در آزمایشگاه دزیمتری است. ابتدا چشمه به وسیلهٔ دزیمتر استاندارد فریک سنجه‌بندی (کالیبره) شد[۸] ومیزان دز ۰/۹۳۳ ±۰/۰۱۹ Gy/sec بدست آمد. برای تهیّه این محلول، آب سه بار تقطیرشده با درصد خلوص بالا مورد نیاز بود که با دو بار تقطیر آب یکبار تقطیر شده توأم با اکسیداسیون و احیا بدست آمد [۱۱-۹].

پرتودهی در محدوده دزهای۳۰-۰ کیلوگری انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری دز جذبی در آب، غلافی استوانه‌ای شکل به ضخامت ٤ میلی‌متر از جنس پلکسی گلاس برای پوشش آمپولها با ظرفیت سه آمپول تهیّه شد. کلروبنزن در اثر پرتوگیری تجزیه شده و در مجاورت آب و اتانول اسیدکلریدریک تولید می‌شود. اندازه‌گیری دز- پاسخ به سه روش انجام گرفت، بنابراین، روند پرتودهی ۳۰-۰ کیلوگری سه بار تکرار شد.

روش اول عیارسنجی یون‌های کلر است. در این روش پس از پرتودهی، یون‌های کلر آزاد شده سنجیده شدند. یون‌های کلر آزاد شده در مجاورت یون‌های جیوه رسوب $HgCl_2$ را تشکیل می‌دهند؛ باقیمانده یون‌های Hg^{+2} در مجاورت معرف دی فنیل کاربازون (DPC) در محیط اسیدی تغییر رنگ داده به رنگ قرمز متمایل به بنفش درمی‌آیند که درجهٔ تیرگی این رنگ به مقدار دز اعمال شده بستگی دارد(شکل۱).

روش دوم، اسپکتروفوتومتری بر مبنای برآورد تغییر مقدار جذب نور در طول موج معین است. در این روش، محلول دزیمتری در مجاورت مخلوطی از مقدار معلومی $HClO_4$ با مولاریته معین و محلول الکلی $Hg(SCN)_2$ اشباع شده و محلول آبی $Fe(NO_3)_3$، محلول کمپلکس جدیدی تولید می‌کند. جذب این محلول در طول موج ٤٨٥nm در تشتک (کووت)



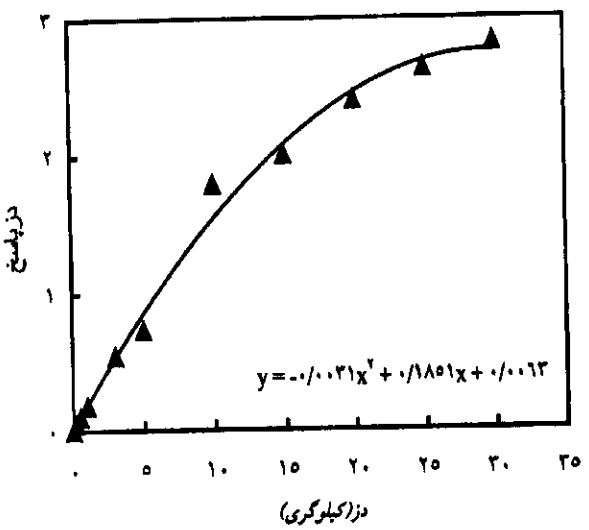
شکل۱- منحنی سنجه‌بندی دزیمتر اتانول کلروبنزن (قرائت عیارسنجی)

www.SID.ir

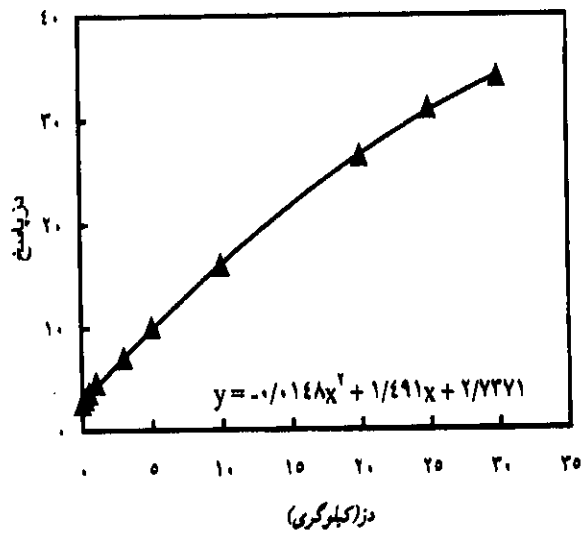
Archive of SID

شیشه‌ای شفاف با راه نوری ۲ cm اندازه‌گیری شد(شکل۲) [۱]. دستگاه مورد استفاده، اسپکتروفوتومتر PU-8800 بوده است.

روش سوم نوسان‌سنجی است. بنا بر قانون kohlrausch، قابلیت هدایت الکتریکی یک محلول با تغییر تعداد یون‌های موجود در محلول تغییر می‌کند[۲]. در روش نوسان‌سنجی با بسامد بالا، از این پدیده برای اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی محلول دزیمتری استفاده می‌شود(شکل۳). در این روش الکترودها هیچگونه تماسی با محلول درون آمپول ندارند، زیرا آمپول، که مسدود است، بین الکترودها قرار داده می‌شود. دستگاه مورداستفاده OK-302/1 ساخت مجارستان



شکل۲- منحنی سنجه‌بندی دزیمتر اتانول کلروبنزن (قرائت اسپکتروفوتومتری)

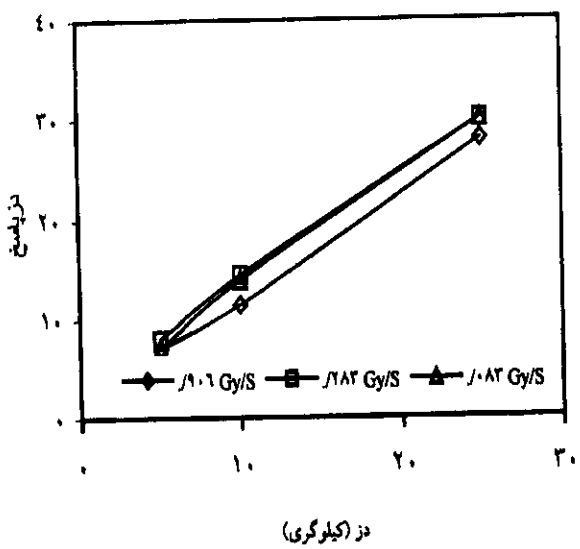


شکل۳- منحنی سنجه‌بندی دزیمتر اتانول کلروبنزن(قرائت نوسان‌سنجی)

است که قابلیت اندازه‌گیری دز در محدوده ۵۰-۰ کیلوگری را دارد. با اندازه‌گیری بر اساس نوسان سنجی، جابجایی در بسامد تشدید سیم‌پیچ (کویل) دستگاه یا تغییر ضریب خوبی[1] Q مشاهده شده است. تغییر Q مشخّصهٔ تغییرپذیری هدایت الکتریکی محلول است. در دستگاه OK-302/1، تغییرپذیری Q دربسامد ۴۸MHz اندازه‌گیری شده است[۲].

به منظور بررسی اثر میزان دز بر پاسخ دزیمتر ECB، از دو حفاظ سربی موجود به ضخامتهای ۱/۵و۴ سانتیمتر استفاده شد که به ترتیب باعث کاهش میزان دز چشمه کبالت ۶۰ به مقدار ۷۰و۹۰ درصد می شوند(شکل۴). برای بررسی تأثیر دمای پرتودهی بر دز- پاسخ در یک دز معیّن، از دستگاه گردش آب " Pharmacia LKB Multi temp II " استفاده شد که با گردش آب مقطر درون محفظهٔ دو جدارهٔ حاوی دزیمتر، دما را در اتاقک پرتودهی تا حد ممکن کاهش داد. دمای پایین‌تر با افزودن درصدی از اتیلن گلیکول به آب مقطر بدست آمد. کنترل دما به وسیلهٔ ترموکوپل دیجیتال که درون محفظه قرار داده شده بود و دماسنج نصب شده بر روی دستگاه گردش آب انجام شد (شکل۵).

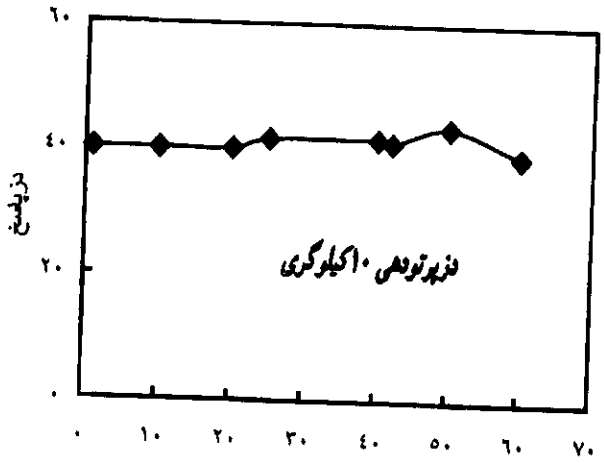
قابلیت تکرار و یکنواختی دز - پاسخ در شرایط یکسان پرتودهی، در دفعات متعدّد تکرار و نتایج حاصل ثبت شدند. انحراف معیار استاندارد نیزتعیین شد، به طوریکه رابطهٔ $\sigma \leq ۰/۰۸$ برقرار باشد[۱۲و۱۳]. برای بررسی تأثیر تغییر



شکل ٤- منحنی دز- پاسخ در سه میزان دز متفاوت در دزیمتر ECB

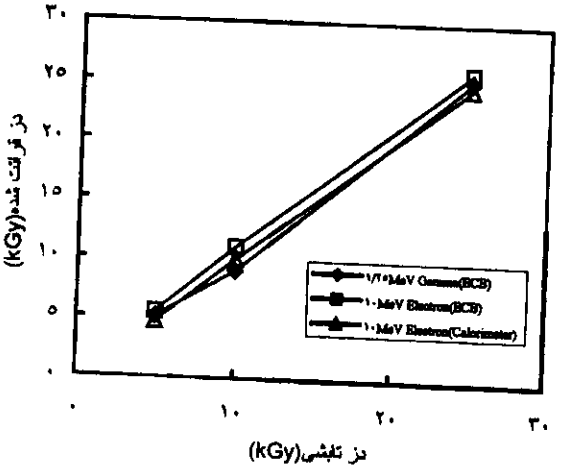
www.SID.ir

Archive of SID

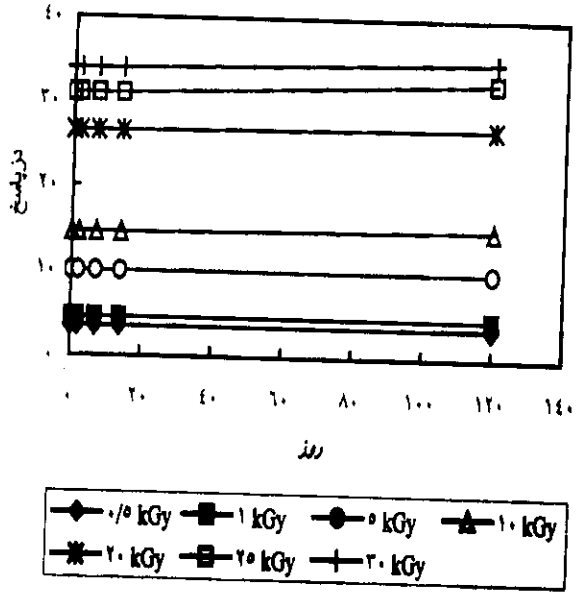


شکل۵- نمودار تأثیر دمای پرتودهی بر دز- پاسخECB

انرژی پرتو بر دز- پاسخ از پرتوالکترونی ۱۰MeV دستگاه شتابدهنده ردترون (TT200) مرکز تحقیقات و کاربر پرتوفرایند یزد استفاده شد. تعیین دز تابشی به وسیلهٔ کالریمتر موجود در مرکز یزد انجام گرفت. مقایسه دزهای قرائت شده به وسیله کالریمتر و دزیمتر اتانول کلروبنزن در نمودار شکل٦ نشان داده شده است. برای حصول نتیجهٔ بهتر، دزهای قرائت شده از دزیمتر اتانول کلروبنزن در همان دزهای تابشی تحت تابش گاما نیز در نمودارثبت شده است. اثر محوشدگی دز پاسخ‌ها نیز در محدوده دزهای ۰/۲تا۳۰ کیلوگری تا چهار ماه پس از پرتودهی در بازه‌های زمانی مختلف ثبت شد (شکل ۷) [۱۲ و ۱۳].



شکل٦- نمودار تأثیر تغییر انرژی بر دز- پاسخECB



شکل۷- تغییرات دز- پاسخ ECB برحسب زمان پس از پرتودهی

۳- نتیجه گیری و بحث

۳-۱- طبق بررسی‌های بعمل آمده سیستم دزیمتری ECB با توجّه به مزایای زیر سازگار است:

- پایداری سیستم تا چندین ماه با توجّه به شرایط نگهداری محصول در آمپول‌های قهوه‌ای ضد نور و در محیط تاریک، عدم تأثیر دمای پرتودهی بر دز- پاسخ، عدم تأثیر رطوبت به دلیل مسدود بودن آمپول‌ها، عدم وابستگی به میزان دز، عدم وابستگی به انرژی پرتو، عدم تغییر پاسخ سیستم دزیمتری نسبت به زمان و یکنواختی پاسخ.

بنابراین دزیمتر ECB تهیه شده در این طرح را می‌توان به عنوان دزیمتر روزمره درمحدودهٔ دزهای ۰/۵ تا ۳۰ کیلوگری در سیستم پرتوفراوری گاما بکار برد.

۳-۲- مقایسه سه روش اندازه گیری پاسخ سیستم دزیمتری نیز نشان می‌دهد که روش نوسان‌سنجی به دلیل سهل الوصول بودن و حفظ اطلاعات دزیمتری تا مدتها پس از پرتودهی، از دو روش دیگر مناسب‌تر است. علاوه بر این در روش‌های دیگر برای اندازه‌گیری دز باید محلول دزیمتری از آمپول خارج شود و بامحلولهای شیمیایی دیگری از جمله سیانید جیوه[$Hg(SCN)_2$] که سمّ خطرناکی است، تشکیل ترکیبات جدیدتری بدهد تا قابلیت اندازه‌گیری دز را داشته باشد. به این سبب خطرهای ناشی از کار و خطای آزمایش افزایش می‌یابند. همچنین در روش

www.SID.ir

Archive of SID

عیارسنجی که تشخیص و اندازه‌گیری، تنها از طریق مشاهدهٔ تغییر رنگ صورت می‌گیرد، خطای دید هم به خطای آزمایش اضافه می‌شود.

تقدیر و تشکر

از آقای دکتر مصطفی سهرابپور ریاست مرکز تابش گاما که همواره مشوّق و راهنمای ما در اجرای این طرح بوده‌اند، سپاسگزاری می‌شود. از همکاری آقای علی سرلک تکنسین آزمایشگاه دزیمتری در مدت اجرای طرح و راهنمایی های خانم زهرا بهرامی در امور مربوط به تایپ تشکر و قدردانی می‌شود. ضمناً از مسؤولان مرکز تحقیقات و کاربرد پرتو فرایند یزد به سبب همکاری در پرتودهی الکترونی نمونه‌ها تشکر می‌شود.

پی‌نوشت:

۱-goodnees factor

References:

1. "Standard practice for use of the ethanol – chlorobenzene dosimetry system," ASTM, E 1538 (1993).

2. V. Stenger, Zs Torday, et al. "Long term experience in using the ethanol – chlorobenzene dosimeter," high dose dosimetry for radiation processing, Proceeding of a Symposium Vienna, 5-9 (Nov.1990).

3. D. Razem, I. Dvornik, "Application of the ethanol–chlorobenzene dosimeter to electron – beam and gamma–radiation dosimetry : II.Cobalt – 60 Gamma Rays," Dosimetry in Agriculture, Industry, Biology and Medicine. Proceeding, 17-21 Apr. Vienna 1972, IAEA, 405-419 (1972).

4. I. Dvornik, "The ethanol – chlorobenzene dosimeter," Manual on Radiation Dosimetry, N.W.Holm and R.J.Berry, eds.Marcel Dekker Inc, New York, 345-349 (1970).

5. D. Razem, L. Andelic, I. Dvornik,"Consistency of ethanol – chlorobenzene dosimetry," High Dose Dosimetry Proceedings, 8-12 Oct. Vienna 1984-IAEA, 143-156 (1985).

6. A. Kovacs, V. Stenger, G. Foldiak, "Evaluation of irradiated ethanol – monochlorobenzene dosimeter by the conductivity method," High Dose Dosimetry Proceedings of a Symposium, Vienna, 8 - 12 Oct. 1984, IAEA (1985).

7. Hoang Hoa M.Razem D."Temperature effects on ethanol–chlorobenzene dosimeter (Dvornic Dosimeter)" "International Journal of Applied Radiation and Isotopes," 42, 637-641(1992).

8. "Standard practice for using the fricke Reference Standard Dosimetry System," ASTM, E1026 (1992).

9. "Standard test methods for PH of water," ASTM, D 1293 (1995).

10. "Standard specification for reagent water," ASTM, D 1193 (1991).

11."Standard test methods for electrical conductivity and resistivity of water," ASTM, D 1125 (1995).

12. "Standard practice for characterization and performance of a high–dose radiation dosimetry calibration laboratory," ASTM, E 1400 (1995a).

13. "Standard guide for selection and calibration of dosimetry systems for proceeding," ASTM, E1261 (1994).

www.SID.ir