



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

رویگرجی فرد*، منیره شریف زاده

مرکز تابش ۳ام، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۴۸۶-۱۱۳۶۵، ایران- تهران

چکیده: در این طرح، دزیمتر شیمیایی اتانول کلروبنزن (ECB) بر پایه استاندارد ASTM ساخته شده است. ویژگی های این دزیمتر در محدوده دزهای صفر تا ۳۰ کیلوگری مورد بررسی قرار گرفته اند. پرتو دهی با چشمه کبالت ۶۰ انجام گرفته است. قرائت دز- پاسخ با سه روش عیارسنجی (نیتراسیون)، 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 پرتو دهی، انرژی پرتو و گذشت زمان بررسی شدند. همچنین قابلیت تکرار پاسخ و یکنواختی آن نیز مورد بررسی قرار گرفت. دزیمتر اتانول کلروبنزن، پایدار و قابل اطمینان است به طوری که می توان آنرا در دزیمتری روزمره سیستم تابش- فراوری گاما در محدوده دزهای ۱/۵ تا ۳۰ کیلوگری بکار برد.

واژه های کلیدی: دزیمتر شیمیایی، 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

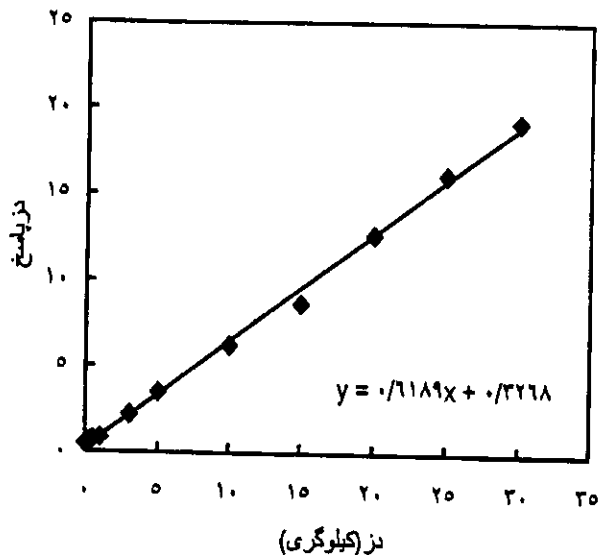
۱- مقدمه

تقطیر آب یکبار تقطیر شده توأم با اکسیداسیون و احیا بدست آمد [۹-۱۱].

پرتودهی در محدوده دزهای ۳۰-۰ کیلوگری انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری دز جذبی در آب، غلافی استوانه‌ای شکل به ضخامت ۴ میلی‌متر از جنس پلکسی گلاس برای پوشش آمپولها با ظرفیت سه آمپول تهیه شد. کلروبنزن در اثر پرتوگیری تجزیه شده و در مجاورت آب و اتانول اسید کلریدریک 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 فیل کاربازون (DPC) در محیط اسیدی تغییر رنگ داده به رنگ قرمز متمایل به بنفش درمی‌آیند که درجه تیرگی این رنگ به مقدار دز اعمال شده بستگی دارد (شکل ۱).

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 $480nm$ در تشتک (کووت)



شکل ۱- منحنی سنج‌بندی دزیمتر اتانول کلروبنزن (قرائت عیارسنجی)

گسترش فناوری و کاربرد پرتوهای یونساز در کشاورزی، صنعت، زیست‌شناسی، پزشکی در بیشتر کشورهای جهان، سبب پیشرفت دانش دزیمتری شده و مورد توجه قرار گرفته است. نیاز به تهیه و ساخت انواع دزیمترها برای اندازه‌گیری دزها در محدوده پرتودهی‌های مختلف همواره امری اجتناب‌ناپذیر است. دزیمترهای شیمیایی، معمولاً پایدار و قابل اطمینانند به طوری که می‌توان انواع آنها را در موارد متعددی، 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)، وسیله قابل اعتمادی برای اندازه‌گیری دز جذبی در ماده 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_2H_5Cl) با اتانول (C_2H_5OH) و آب تهیه 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 موئینی به قطر یک میلی‌متر به مدت یک دقیقه وارد هر آمپول می‌شود سپس دهانه آن مسدود می‌گردد [۱].

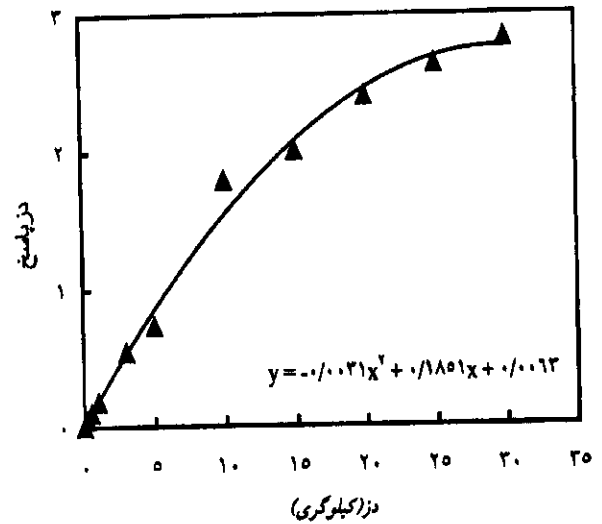
در این طرح آمپول‌های دزیمتری ECB با نسبت ۴٪ حجمی کلروبنزن، تهیه شده است. ویژگی‌های دزیمترها بر اساس استانداردهای ارائه شده ASTM بررسی و پارامترهای فیزیکی آن با توجه به محدوده پرتودهی و تأثیر عوامل محیطی مطالعه شده است [۱]. چشمه مورد استفاده، "کبالت ۶۰ گاماسل ۲۲۰" موجود در آزمایشگاه دزیمتری است. ابتدا چشمه به وسیله دزیمتر استاندارد فریکس سنج‌بندی (کالیبره) شد [۸] و میزان دز 0.923 ± 0.019 Gy/sec بدست آمد. برای تهیه این محلول، آب سه بار تقطیر شده با درصد خلوص بالا مورد نیاز بود که با دو بار

است که قابلیت اندازه گیری دز در محدوده ۰-۵۰ کیلوگری را دارد. با اندازه گیری بر اساس نوسان سنجی، جابجایی در بسامد تشدید سیم پیچ (کویل) دستگاه یا تغییر ضریب خوبی^(۱) Q مشاهده شده است. تغییر Q مشخصه تغییر پذیری هدایت الکتریکی محلول است. در دستگاه OK-302/1، تغییر پذیری Q در بسامد ۴۸MHz اندازه گیری شده است [۲].

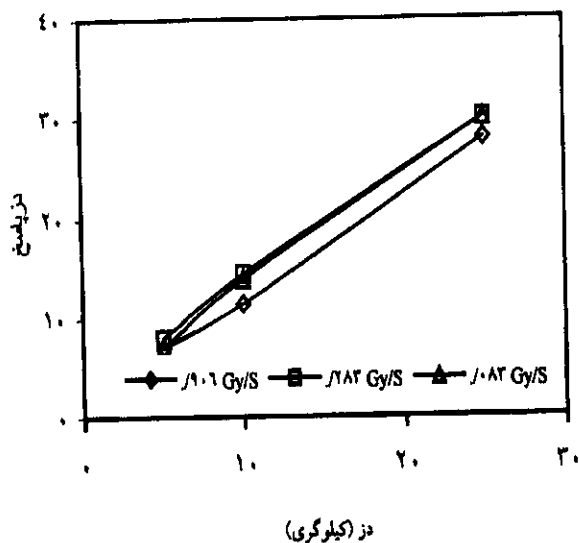
به منظور بررسی اثر میزان دز بر پاسخ دزیتر ECB، از دو حفاظ سربی موجود به ضخامتهای ۱/۵ و ۴ سانتیمتر استفاده شد که به ترتیب باعث کاهش میزان دز چشمه کبالت ۶۰ به مقدار ۷۰ و ۹۰ درصد می شوند (شکل ۴). برای بررسی تأثیر دمای پرتو دهی بر دز-پاسخ در یک دز معین، از دستگاه گردش آب " Pharmacia LKB Multi temp II " استفاده شد که با گردش آب مقطر درون محفظه دو جداره حاوی دزیتر، دما را در اتاقک پرتو دهی تا حد ممکن کاهش داد. دمای پایین تر با افزودن درصدی از اتیلن گلیکول به آب مقطر بدست آمد. کنترل دما به وسیله ترموکوپل دیجیتال که درون محفظه قرار داده شده بود و دماسنج نصب شده بر روی دستگاه گردش آب انجام شد (شکل ۵).

قابلیت تکرار و یکنواختی دز-پاسخ در شرایط یکسان پرتو دهی، در دفعات متعدد تکرار و نتایج حاصل ثبت شدند. انحراف معیار استاندارد نیز تعیین شد، به طوریکه رابطه $\frac{\sigma}{\bar{y}} \leq 0.08$ برقرار باشد [۱۲ و ۱۳]. برای بررسی تأثیر تغییر

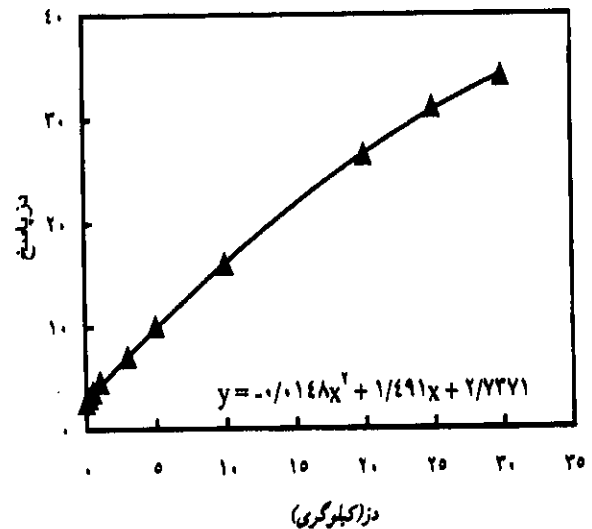
شیشه‌ای شفاف با راه نوری ۲ cm اندازه گیری شد (شکل ۲) [۱]. دستگاه مورد استفاده، اسپکتروفوتومتر PU-8800 بوده است. روش سوم نوسان سنجی است. بنا بر قانون Kohlrausch، قابلیت هدایت الکتریکی یک محلول با تغییر تعداد یون‌های موجود در محلول تغییر می کند [۲]. در روش نوسان سنجی با بسامد بالا، از این پدیده برای اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی محلول دزیتری استفاده می شود (شکل ۳). در این روش الکترودها هیچگونه تماسی با محلول درون آمپول ندارند، زیرا آمپول، که مسدود است، بین الکترودها قرار داده می شود. دستگاه مورد استفاده OK-302/1 ساخت مجارستان



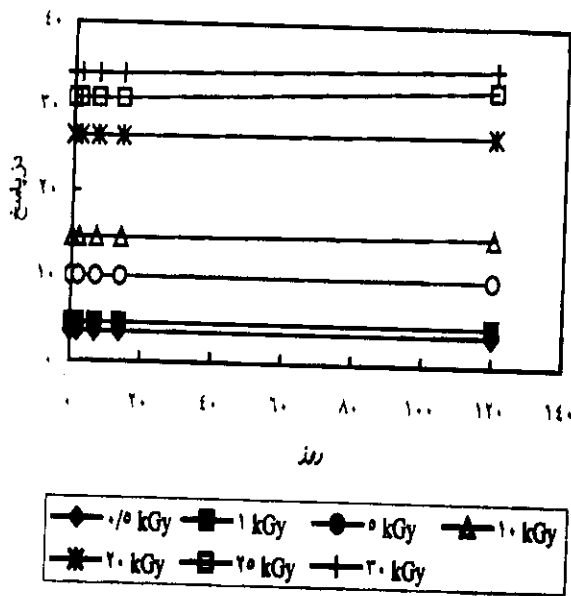
شکل ۲- منحنی سنج‌بندی دزیتر اتانول کلروبنزن (قرانت اسپکتروفوتومتر)



شکل ۴- منحنی دز-پاسخ در سه میزان دز متفاوت در دزیتر ECB



شکل ۳- منحنی سنج‌بندی دزیتر اتانول کلروبنزن (قرانت نوسان سنجی)



شکل ۷- تغییرات دز- پاسخ ECB بر حسب زمان پس از پرتو دهی

۳- نتیجه گیری و بحث

۳-۱- طبق بررسی‌های بعمل آمده سیستم دزیمتری ECB با

توجه به مزایای زیر سازگار است:

- پایداری سیستم تا چندین ماه با توجه به شرایط نگهداری محصول در آمپول‌های قهوه‌ای ضد نور و در محیط تاریک، عدم تأثیر دمای پرتو دهی 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 یکتوانختی پاسخ.

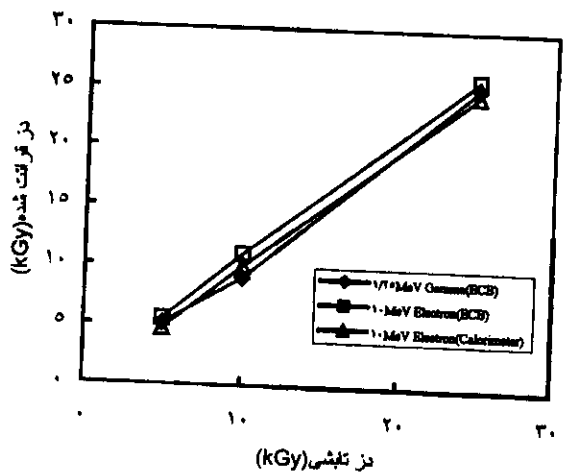
بنابراین دزیمتر ECB تهیه شده در این طرح را می‌توان به عنوان دزیمتر روزمره در محدوده دزهای ۰/۵ تا ۳۰ کیلوگری در سیستم پرتوفاوری گاما بکار برد.

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 پرتو دهی، از دو روش دیگر مناسب‌تر است. علاوه بر این در روش‌های دیگر برای اندازه‌گیری دز باید محلول دزیمتری از آمپول خارج شود و با محلول‌های شیمیایی دیگری از جمله سیانید جیوه $[Hg(SCN)_2]$ که سم 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



شکل ۵- نمودار تأثیر دمای پرتو دهی بر دز- پاسخ ECB

انرژی پرتو بر دز- پاسخ از پرتو الکترونی ۱۰ MeV دستگاه شتابدهنده رد ترون (TT200) مرکز تحقیقات و کاربر پرتو فرایند یزد استفاده شد. تعیین دز تابشی به وسیله کالریمتر موجود در مرکز یزد انجام گرفت. مقایسه دزهای قرائت شده به وسیله کالریمتر و دزیمتر اتانول کلروبنزن در نمودار شکل ۶ نشان داده شده است. برای حصول نتیجه بهتر، دزهای قرائت شده از دزیمتر اتانول کلروبنزن در همان دزهای تابشی تحت تابش گاما نیز در نمودار ثبت شده است. اثر محوشدگی دز پاسخ‌ها نیز در محدوده دزهای ۰/۲ تا ۳۰ کیلوگری تا چهار ماه پس از پرتو دهی در بازه‌های زمانی مختلف ثبت شد (شکل ۷) [۱۲ و ۱۳].



شکل ۶- نمودار تأثیر تغییر انرژی بر دز- پاسخ ECB



همواره مشوق و راهنمای ما در اجرای این طرح بوده‌اند، سپاسگزاری می‌شود. از همکاری آقای علی سرلک تکسین آزمایشگاه دزیمتری در مدت اجرای طرح و راهنمایی‌های 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 پرتو دهی الکترونی نمونه‌ها تشکر می‌شود.

عیارسنجی که تشخیص و اندازه‌گیری، تنها از طریق مشاهده 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

پی‌نوشت:

χ^2 -goodness 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).