



## مقایسه دز-کالیبراتورهای مراکز پزشکی هسته‌ای از طریق اندازه‌گیری فعالیت رادیوداروی تالیوم-۲۰۱

علی ستاری\*، مصطفی غفوری، حجت اله فیضی، حسن قهرمان

پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۴۹۸-۳۱۴۸۵، کرج-ایران

**چکیده:** این تحقیق با هدف تعیین دقت دز-کالیبراتورهای مورد استفاده در مراکز پزشکی هسته‌ای صورت گرفته است. از رادیوداروی تالیوم-۲۰۱ برای سنجش این دز-کالیبراتورها و مقایسه آنها با دز-کالیبراتور پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی به عنوان مرجع استفاده شد. پس از بررسی ۱۲ مرکز در تهران و برخی از شهرستان‌ها، در مجموع مشخص گردید که دز-کالیبراتورهای ۱۰ مرکز خطای مثبت و ۲ مرکز خطای منفی نسبت به دز-کالیبراتور مرجع دارند.

**واژه‌های کلیدی:** دز تابش، استانداردهای کالبرزنی، تالیوم-۲۰۱

## Comparison of Dose Calibrators in Nuclear Medicine Centers Using Thallium-201 Radiopharmaceutical

A. Sattari\*, M. Ghafari, H. Feizi, H. Ghahreman

Agricultural, Medicine and Industrial Research school, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O. Box: 31485-498, Karaj-Iran

**Abstract:** This study was performed with the aim of determination of dose calibrators' accuracy in nuclear medicine centers. Thallium-201 radiopharmaceutical was used for comparison of dose calibrators with each other and with the reference. After the measurement which was carried out in 12 centers located in tehran and other cities, and according to the data obtained from the reference, it was concluded that dose calibrators in 10 centers are with positive and 2 centers with negative errors, as compared with the reference.

**Keywords:** Radiation Dose, Calibration Standards, Thallium-201



بوده و بنا به درخواست مراکز پزشکی هسته‌ای اقدام به کالیبراسیون موردی دز-کالیبراتورها می‌نماید. در حال حاضر این امر به طور جدی در قالب قرارداد پروژه تحقیقاتی یا CRP<sup>(۱)</sup> با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی از سوی آزمایشگاه استاندارد دزیمتری ثانویه با عنوان: Harmonization of quality practice for nuclear medicine radioactivity آغاز شده است.

بر اساس این پروژه آزمایشگاه استاندارد دزیمتری ثانویه ملزم به کالیبره کردن دقیق و مستمر دز-کالیبراتورهای مراکز پزشکی هسته‌ای و ارایه دستورالعمل لازم جهت کالیبراسیون مداوم این دستگاه‌ها به مراکز پزشکی هسته‌ای می‌باشد. در این مقاله گزارشی از یک بررسی اجمالی در قبل از اجرای پروژه مذکور و با هدف برآورد میزان صحت کار دز-کالیبراتورهای مراکز پزشکی هسته‌ای ارایه داده شده است.

## ۲- روش کار

برای انجام این کار تحقیقاتی، ابتدا با تعدادی از مراکز پزشکی هسته‌ای در تهران و برخی از شهرستان‌ها مکاتبات لازم صورت گرفت که حدود ۲۰ مرکز آمادگی خود را برای انجام این کار اعلام کردند. بدین منظور بر گه‌هایی برای مراکز فرستاده شد که در آنها نوع رادیودارو، تالیوم-۲۰۱، میزان فعالیت ویال حاوی رادیودارو، تاریخ و زمان دقیق اندازه‌گیری فعالیت آن، نام و مدل دز-کالیبراتور، نام کاربر و نام مرکز پزشکی هسته‌ای ذکر شده بود.

اساس آزمایش بر تعیین میزان فعالیت یا پرتوزایی تالیوم-۲۰۱ بنا شده بود. رادیوداروی تالیوم-۲۰۱ تولید شده در گروه پزشکی هسته‌ای پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی در حجم ۲ میلی‌لیتر و فعالیت  $16 \pm 0.2$  میلی‌کوری در ویال‌های ۱۰ میلی‌لیتری هم‌شکل توزیع شد. میزان فعالیت ویال‌ها با دز-کالیبراتور مدل Capintec CRC30 موجود در گروه پزشکی هسته‌ای پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی که از قبل توسط آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه با چشمه‌های باریوم-۱۳۳، کبالت-۵۷، سزیوم-۱۳۷ و اوروپیم-۱۵۳ کالیبره شده بود به دقت اندازه‌گیری شد [۳ و ۴]. پس از آن ویال‌ها به مراکز پزشکی هسته‌ای فرستاده شدند. دو ویال حاوی رادیودارو به عنوان شاهد در آزمایشگاه کنترل کیفی گروه باقی ماند. این

## ۱- مقدمه

بیش از یک صد مرکز پزشکی هسته‌ای در حال حاضر در کشور وجود دارد. در این مراکز، هر سال به حدود یک صد هزار نفر فراورده‌های رادیودارویی جهت تشخیص و درمان تجویز می‌شود.

تجویز رادیودارو به بیمار به منظور دریافت پاسخ مناسب جهت تشخیص و درمان صورت می‌گیرد. استفاده از دز کمتر از مقدار استاندارد موجب عدم دریافت پاسخ مناسب و تحمیل دوباره تجویز رادیودارو به بیمار می‌شود، از طرف دیگر، تجویز دز بیش از حد استاندارد موجب پرتوگیری اضافی می‌گردد. در نتیجه تعیین دز دقیق رادیوداروها یکی از عوامل مهم در تجویز صحیح این فراورده‌ها و اجتناب از تجویز دز ناخواسته به بیمار است. این موضوع در مورد کودکان و نوجوانان از اهمیت بیشتری برخوردار است.

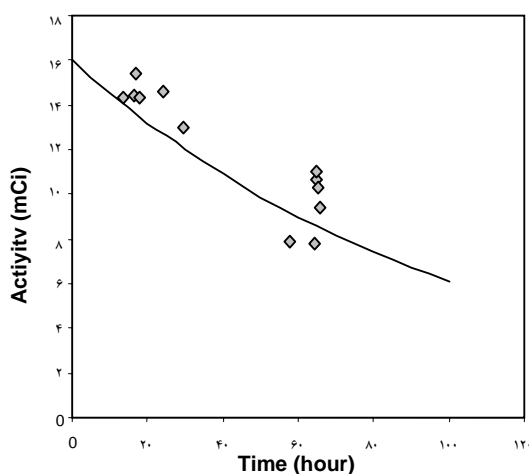
اندازه‌یابی فعالیت رادیوداروها در مراکز پزشکی هسته‌ای با استفاده از دستگاهی به نام دز-کالیبراتور صورت می‌گیرد (شکل ۱). دز-کالیبراتورها باید به طور مستمر و مداوم کالیبره شوند. این وسیله در هنگام نصب و راه‌اندازی معمولاً بوسیله فروشنده در محل کالیبره می‌شود. از آن جایی که کالیبراسیون در بعضی مراکز ممکن است به طور مستمر صورت نگیرد، یا روش مدونی برای کالیبراسیون مداوم موجود نباشد، این وسایل، با گذشت زمان غالباً دقت اولیه خود را از دست می‌دهند. در بسیاری از کشورها روش و دستورالعمل خاصی جهت مدرج‌سازی و تنظیم دز-کالیبراتورها وجود دارد که کاربران مراکز پزشکی هسته‌ای ملزم به اجرای آن می‌باشند. علاوه بر این، سیستم‌های نظارتی موجود نیز به طور مستمر بر کار این مراکز نظارت دارند [۱ و ۲]. اگرچه در کشور ما سیستم نظارتی خاصی وجود ندارد ولی آزمایشگاه استاندارد دزیمتری ثانویه (SSDL)<sup>(۱)</sup> به عنوان مشاور و مرکزی معتبر برای کالیبراسیون



شکل ۱- نمایی از یک دز-کالیبراتور.



خطای مثبت از ۱۷/۹ تا ۲/۶ درصد و میزان خطای منفی از ۵/۰ تا ۸/۵ درصد بدست آمد. البته مقدار خطای مثبت به جز دو مورد در بقیه موارد کمتر از ۱۰ درصد بود. همانگونه که در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است، نقاط معرف مراکز که در یک زمان میزان فعالیت بیشتری را در مقایسه با شاهد گزارش کرده بودند در بالای منحنی شاهد قرار دارند که این بدان معنی است که در زمان تعیین فعالیت پرتوزایی رادیودارو، مقدار پرتوزایی کمتری نسبت به مقدار واقعی خوانده یا به عبارتی تجویز می‌شود و برعکس نقاطی که در پایین منحنی شاهد قرار دارند مراکز هستند که مقدار فعالیت بیشتری را در روی صفحه دز-کالیبراتور خود می‌خوانند، به عبارت دیگر فعالیت بیشتری نسبت به مقدار واقعی به بیمار تجویز می‌نمایند. آنچه مشهود است این است که همه مراکز شرکت کننده در این بررسی از میزان واقعی منحرف شده‌اند، به عبارت دیگر دستگاه دز-کالیبراتور به کار رفته در این مراکز فاقد دقت کافی و لازم بوده است. خوشبختانه در اغلب موارد این انحراف به گونه‌ای بوده است که دز کمتری به بیمار تجویز شده است، هرچند که این مسئله خود جهت تجویز دقیق دز جای سؤال دارد. در خاتمه همانگونه که از این بررسی استنباط می‌شود، تنها مشاوره و تنظیم دستگاه‌های دز-کالیبراتور به وسیله آزمایشگاه استاندارد دزیمتری ثانویه کافی نمی‌باشد و خلاء یا نبود یک سیستم نظارت و کنترل دقیق بر دز-کالیبراتورهای موجود در مراکز پزشکی هسته‌ای به خوبی احساس می‌شود.



شکل ۲- پراکندگی فعالیت تالیوم-۲۰۱ اندازه‌گیری شده بوسیله دز-کالیبراتورهای مراکز در مقایسه با فعالیت شاهد.

کار در دو سری تولید مستمر یعنی در سه هفته متوالی تکرار شد. پس از آن برگه‌های مربوط از مراکز جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفتند. از مجموع ۲۰ مرکز، ۱۲ مرکز به طور کامل به پرسش‌ها در برگه‌ها پاسخ داده بودند که قابل بررسی بود.

### ۳- بحث و نتیجه‌گیری

ابتدا نمودار تغییر فعالیت رادیوداروی تالیوم-۲۰۱ شاهد که در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شده بود بر اساس نیمه‌عمر ۷۲/۱ ساعت نسبت به زمان رسم شد. سپس مقدار متوسط نتایج بدست آمده طی دو مرحله ارسال رادیودارو به مراکز، هر کدام جداگانه با شاهد مقایسه و انحراف از مقدار واقعی یا میزان فعالیت شاهد برای هر مرکز به صورت زیر محاسبه شد.

فعالیت واقعی / (فعالیت واقعی - فعالیت گزارش شده) × ۱۰۰ = درصد اختلاف

نتایج حاصل از این محاسبات در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده‌اند. در مجموع ۱۰ مرکز نسبت به مقدار واقعی فعالیت شاهد خطای مثبت ۸۳٪ و ۲ مرکز خطای منفی ۲۳٪ دارند. میزان

جدول ۱- اختلاف مراکز مختلف در تعیین فعالیت رادیوداروی تالیوم-۲۰۱.

مراکز پزشکی هسته‌ای	فعالیت متوسط گزارش شده بر حسب میلی کوری	فعالیت واقعی بر حسب میلی کوری	درصد اختلاف با شاهد
۱	۸/۰۲	۸/۷۷	-۸/۵
۲	۹/۸۷	۹/۳۵	+۵/۵
۳	۱۴/۷۶	۱۴/۳۸	+۲/۶
۴	۱۴/۹۱	۱۴/۰۹	+۵/۸
۵	۸/۳۵	۸/۷۹	-۵/۰
۶	۱۴/۷۳	۱۳/۴۰	+۹/۹
۷	۱۴/۹۲	۱۳/۶۸	+۹/۶
۸	۱۳/۶۰	۱۲/۷۱	+۷/۰
۹	۱۱/۱۵	۹/۴۵	+۱۷/۹
۱۰	۱۰/۲۳	۹/۳۴	+۹/۵
۱۱	۱۵/۶۶	۱۴/۲۳	+۱۰/۰
۱۲	۱۰/۷۲	۹/۴۱	+۱۳/۹

جدول ۲- خطای نسبی دز اندازه‌گیری شده.

متوسط اختلاف‌ها	بیشترین اختلاف	کمترین اختلاف	درصد انحراف (%SD)
۸/۶۷	۱۳/۹	۲/۶	۷/۳۹



## پی‌نوشت‌ها:

۱- SSDL: Secondary Standard Dosimeter Laboratory

۲- CRP: Contract Research Project

### References:

1. P. Oropese, R. Serra, A.T. Hernandez, "Procedure for the standardization of gamma reference sources for quality assurance in activity measurements radiopharmaceuticals," *Appl. Radiat. Isot* 56, 787 (2002).
2. European pharmacopoeia, 2<sup>nd</sup>, Maisonneuve, Saint Ruffine, France (1982).
3. American National Standards Institute, Calibration and usage of "dose Calibrator," Ionization Chambers for Assay of Radionuclides. ANSI N42-13 (1986).
4. IAEA Quality Control of Nuclear Medicine Instruments. IAEA technical document 602. IAEA (1991).