

محاسبه دز و توزیع آن در سیستم پرتودهی Gammacell 220 با استفاده از کد MCNP4C و مقایسه نتایج با دزیمتری

م.حسن زاده^{۱*}، م.شهریاری^۲، م.شریف زاده^۱، ر.گرجی فرد^۱، ا.زرین^۱

۱. مرکز تابش گاما سازمان انرژی اتمی ایران ۲. دانشگاه شهید بهشتی تهران

چکیده:

در این مقاله از کد MCNP4C برای شبیه سازی سیستم پرتودهی تحقیقاتی گاماسل ۲۲۰ استفاده گردید. مقدار دز و توزیع آن در داخل اتاقک پرتودهی محاسبه شده است و منحنیهای همدمز رسم شده است. همچنین این آزمایش برای حفاظ ۱/۶ سانتیمتری نیز تکرار شده است و منحنیهای همدمز آن رسم شده است. در نهایت نتایج شبیه سازی با اندازه گیری تجربی مقایسه شده است.

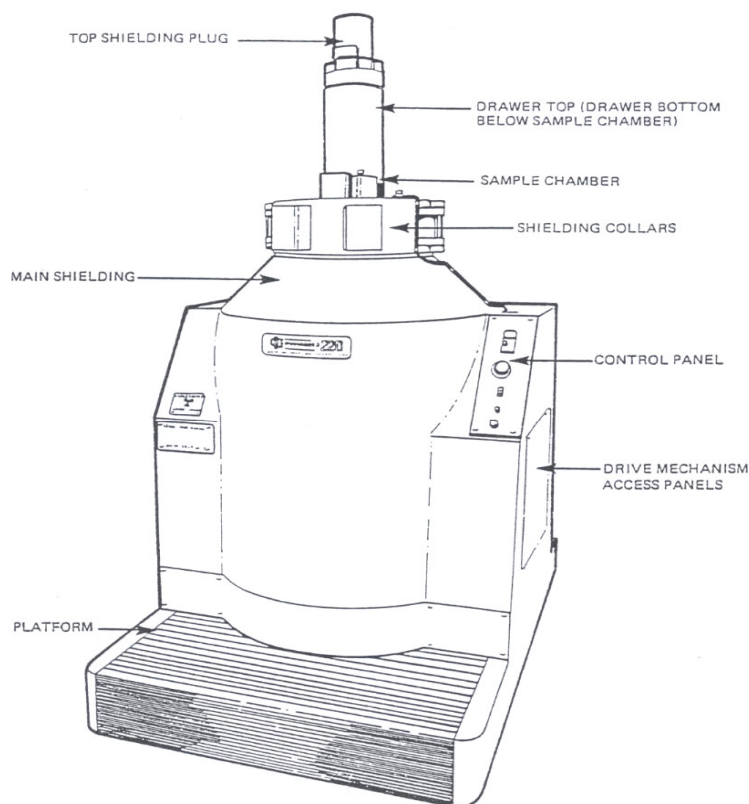
کلید واژه: سیستم پرتودهی Gammacell220 - کد MCNP4C - دزیمتری - منحنیهای همدمز - دزیمتر پرسپکس شفاف

مقدمه :

رشد و گسترش سیستمهای پرتودهی جهت سترون سازی محصولات در کشورهای مختلف جهان سبب توجه روزافزون سازمانها و مراکز مختلف به کنترل کیفی محصولات مورد پرتو فرآوری شده است. سیستمهای پرتودهی گاما در انواع مختلف طراحی و ساخته می شوند. یکی از این سیستمها، سیستم پرتودهی تحقیقاتی Gammacell220 است که برای پرتودهی نمونه های کوچک و کالیبراسیون دزیمترهای مختلف بکار می رود.

نمای ظاهری این سیستم در شکل (۱) مشاهده می شود. در این سیستم پرتودهی از کبالت ۶۰ به عنوان چشمه پرتوزای گاما استفاده شده است. میله های چشمه بصورت یک قفس استوانه ای در داخل یک حفاظ سربی قرار گرفته اند. ارتفاع این میله ها ۲۰/۶ سانتیمتر و قطر آن ۱،۱۲ سانتیمتر است و تعداد میله ها ۴۸ عدد می باشد. اتاقک پرتودهی به شکل یک محفظه استوانه ای و از جنس استیل ضد زنگ است و میتواند داخل قفس چشمه و در امتداد محور تقارن بالا و پایین برود. قطر داخلی اتاقک ۱۵/۲ سانتیمتر و ارتفاع آن ۲۰/۶ سانتیمتر می باشد. از آنجائیکه این سیستم جهت پرتودهی های دقیق مورد استفاده قرار می گیرد، آگاهی از چگونگی توزیع دز در داخل محفظه پرتودهی از اهمیت زیادی برخوردار است. در این پژوهش سیستم پرتودهی Gammacell220 با استفاده از کد MCNP4C شبیه سازی شد و منحنی های همدمز بدست آمده با مقادیر تجربی مقایسه گردیده است. [2]

* M_hassanzadeh2003@yahoo.com



شکل (۱): نمای ظاهری سیستم پرتودهی تحقیقاتی [2]Gammacell220

مواد و روشها:

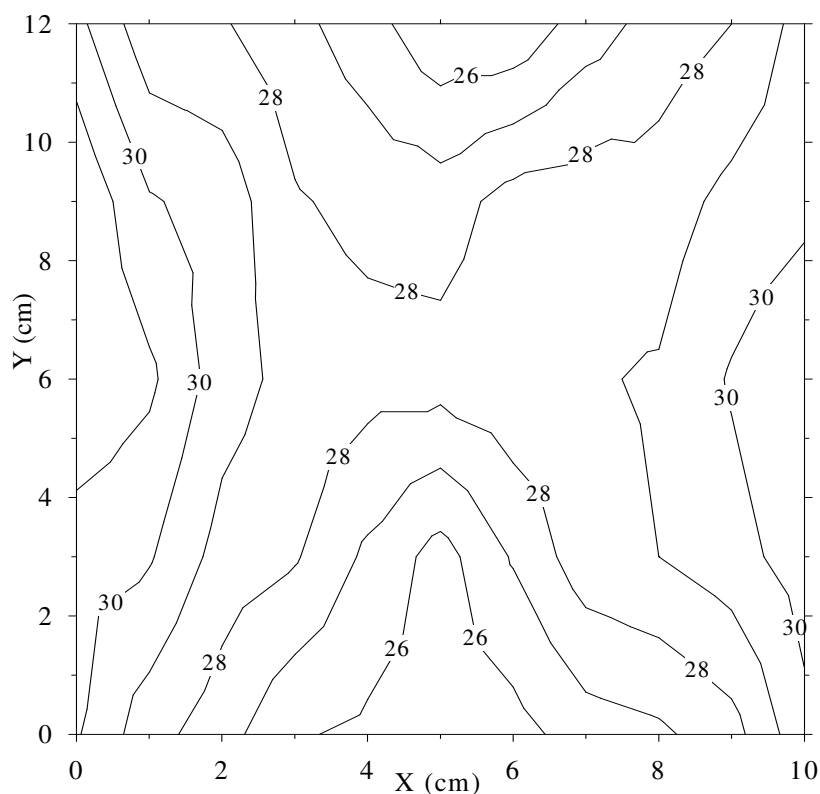
آزمایش اول:

ابتدا یک دزیمتر پرسپکس شفاف در مرکز اتاقک پرتودهی قرار داده شد. بعد از ۱۹۶ دقیقه ۵۴ ثانیه پرتودهی، این دزیمتر پرتو دیده در داخل دستگاه اسپکترومتری قرار داده شد و مقدار جذب توسط این دستگاه قرائت شد و مقدار آن برابر با ۴/۴۶ کیلو گری بود. اکنون این عدد خوانده شده با مقدار دز محاسبه شده از روش شبیه سازی که برابر با ۴/۵۷ کیلو گری بود، مقایسه گردید. در نتیجه خطای بین نتایج بدست آمده از محاسبات و دزیمتری ۲ درصد می باشد.

آزمایش دوم:

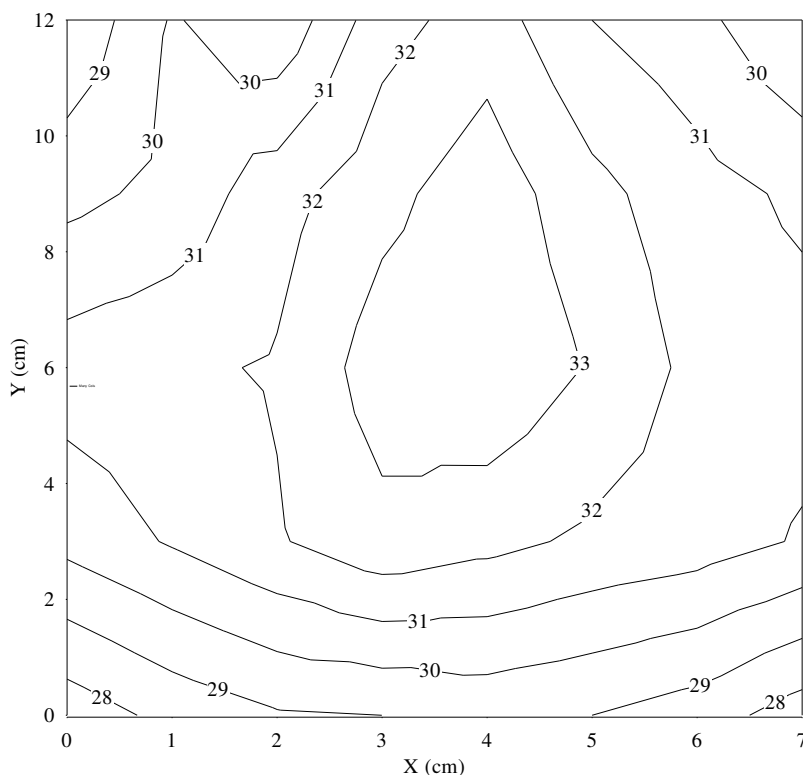
در آزمایش دوم برای رسم منحنی های همدوز از یک صفحه پلاکسی گلاس به ابعاد $۱۲/۵۳ \times ۰/۲$ به همراه ۶۶ دزیمتر به ابعاد متوسط $۱۷/۷ \times ۰/۱۸۴ \times ۱/۰۶۲$ بر روی این صفحه قرار داده شد تا یک صفحه مناسب جهت اندازه گیری نقاط همدوز ایجاد شود. سپس این مجموعه در داخل ظرف استوانه ای و عمود بر صفحه چشمه و در داخل گاماسل جهت پرتودهی قرار داده شد. برای دریافت دز ۲۵ کیلو گری

لازم بود که این دزیمرها به مدت زمان ۹۷۹ دقیقه ۳۲ ثانیه در داخل گاماسل قرار گیرند. بعد از پرتودهی دزیمرها آنها را در داخل دستگاه اسپکترومتری قرار داده سپس مقدار جذب هر یک از دزیمرها با استفاده از این دستگاه قرائت شد. در شکل (۲) منحنی همدز برحسب فاصله برای هر دزیمر در صفحه عمود بر صفحه چشمه رسم شده است. در این شکل مقدار دز برحسب کیلو گری و فاصله برحسب سانتیمتر مشخص شده است. می توان مقادیر بیشترین و کمترین مقدار دز و نحوه توزیع دز را در این شکل مشاهده نمود. این آزمایش در دو مرحله و در دو جهت عمود بر هم انجام شده است. سپس تمام مقادیر میانگین گیری شد تا نتایج بدست آمده از آزمایش قابل قیاس با نتایج شبیه سازی باشد.



شکل (۲): منحنی همدز تجربی برحسب فاصله برای هر دزیمر در صفحه عمود بر صفحه چشمه

همچنین این آزمایش با حفاظ ۱,۶ سانتیمتری عینا تکرار شد. در شکل (۳) منحنی همدز برحسب فاصله برای هر دزیمر در صفحه عمود بر صفحه چشمه برای حفاظ ۱,۶ سانتیمتری رسم شده است.

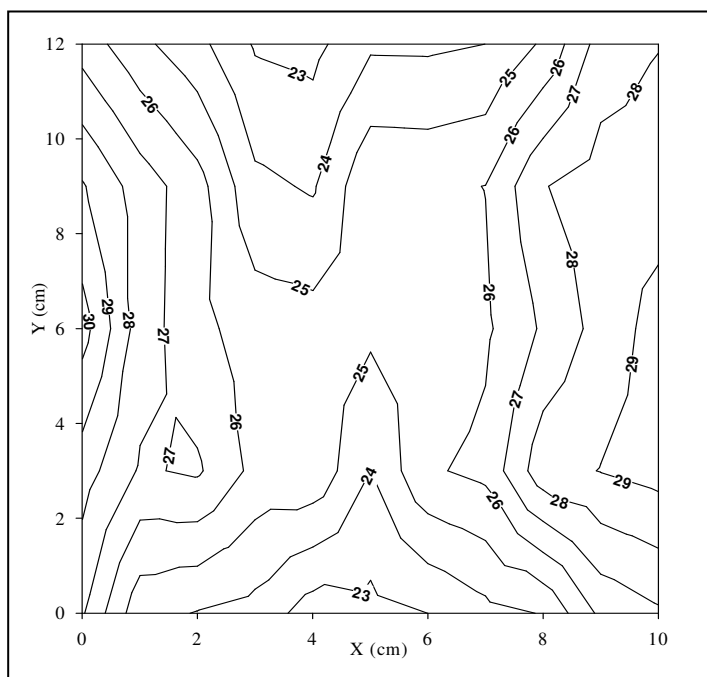


شکل (۳): منحنی همدز تجربی برحسب فاصله برای هر دزیمتر در صفحه عمود بر صفحه چشمه با حفاظ

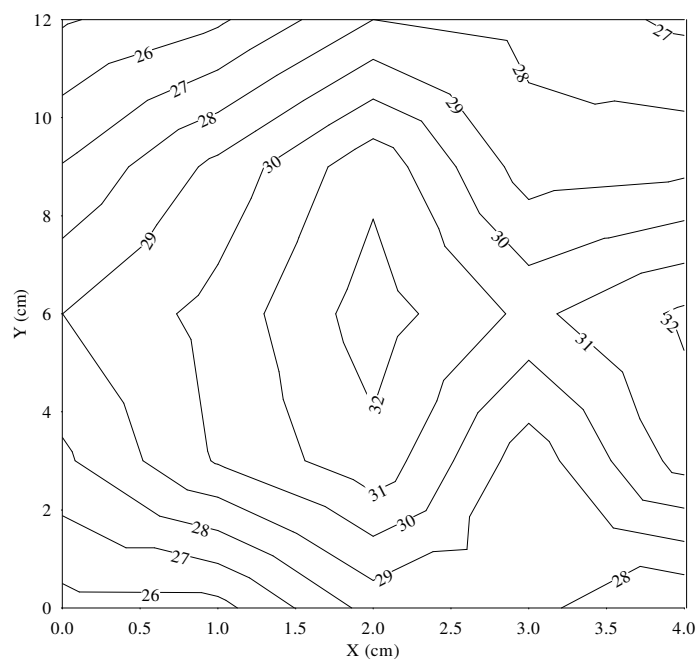
۱,۶ سانتیمتری

مقایسه نتایج شبیه سازی با دزیمتری :

در شبیه سازی همان صفحه با تمام مشخصات عینا در نظر گرفته شده است. در این برنامه تعداد ۵۰۰۰۰۰۰۰ ذره در نظر گرفته شده است که خطای آماری تقریبا ۳ درصد بوده و از خروجی $f8^*$ برای محاسبه دز استفاده شده است. البته این خروجی برحسب MeV می باشد که اگر بر جرم سلول مورد نظر (سلول مورد نظر پرسپکس شفاف می باشد) تقسیم گردد مقدار دز را برحسب گری خواهد داد. در شکل (۴) منحنی همدز برحسب فاصله برای هر دزیمتر در صفحه عمود بر صفحه چشمه رسم شده است. در این شکل مقدار دز برحسب کیلو گری و فاصله برحسب سانتیمتر مشخص شده است. همچنین این آزمایش با حفاظ ۱,۶ سانتیمتری عینا تکرار شد. در شکل (۵) منحنی همدز برحسب فاصله برای هر دزیمتر در صفحه عمود بر صفحه چشمه برای حفاظ ۱,۶ سانتیمتری رسم شده است. [1]



شکل (۴): منحنی همدز شبیه سازی شده برحسب فاصله برای هر دزیمتر در صفحه عمود بر صفحه چشمه



شکل (۵): منحنی همدز شبیه سازی شده برحسب فاصله برای هر دزیمتر در صفحه عمود بر صفحه چشمه

چشمه با حفاظ ۱,۶ سانتیمتری

بحث و نتیجه گیری:

در این مقاله از کد MCNP4C برای شبیه سازی سیستم پرتودهی تحقیقاتی گاماسل ۲۲۰ استفاده گردید. مقدار دز و توزیع آن در داخل اتاقک پرتودهی محاسبه شده است. همچنین مقادیر نقاط همدز در داخل اتاقک پرتودهی تحقیقاتی گاماسل ۲۲۰ با کد MCNP4C محاسبه گردیده و منحنیهای همدز رسم شده است. نتایج شبیه سازی با اندازه گیری تجربی مقایسه شده است و اختلاف آن تقریباً ۳٪ می باشد. اختلاف نتایج بدست آمده می تواند ناشی از موارد زیر باشد:

- ۱- در شبیه سازی تمام میله های سوخت دارای اکتیویته یکسان می باشند که در واقع این طور نیست و به خاطر نداشتن اطلاعات دقیق (البته مقدار اکتیویته کل یکسان می باشد).
 - ۲- با توجه مورد اول نقاط همدز بدست آمده در شبیه سازی با تجربی تا حدودی متفاوت می باشد برای کاهش این خطا در عمل آزمایشات تجربی در دو مرحله در دو جهت عمود بر هم انجام دادیم سپس تمام مقادیر میانگین گیری شد تا نتایج بدست آمده از آزمایش قابل قیاس با نتایج شبیه سازی باشد.
 - ۳- خطاهای ناشی از دقت در طرز چیدن و محل قرار گیری دزیمترها در مقایسه با شبیه سازی
 - ۴- تفاوت بودن دزیمترها از نظر اندازه که در شبیه سازی همه آنها کاملاً یکسان در نظر گرفته می شوند.
 - ۵- خطاهای موجود در داده های کتابخانه ای کد MCNP4C در مقایسه با مقادیر واقعی.
- در مجموع با توجه به اختلاف بین نتایج شبیه سازی و مقادیر تجربی، کد MCNP4C برای شبیه سازی سیستم پرتودهی تحقیقاتی گاماسل ۲۲۰ و بررسی چگونگی توزیع دز در نمونه های مورد نظر مناسب می باشد.

مراجع:

1. J. F. Briesmeister, "MCNP4C Monte Carlo N-Particle Transport Code System" Los Alamos National Laboratory, 2003.
- 2- "Manual Gammacell 220 High dose Rate research Irradiator Operator" Atomic Energy of Canada, 1984.
- 3- G.R. Raisali and M.Sohrabpour, "Application of EGS4 Computer Code for Determination of gamma ray spectrum and Dose Rate Distribution in Gammacell 220", Radiat. Phys. Chem., Vol.42, No.4, pp 799-805 ,1993.