



بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

محاسبات انرژی آزاد شده ی فوتون در راکتور تحقیقاتی تهران بر اساس کتابخانه ی تولیدی کد محاسباتی ORIGEN2

سعیده عرب زاده

چکیده:

از آنجایی که کد ORIGEN2 نتایج جامعی از انتشار فوتون (۱۸ گروه انرژی از طیف فوتون) را تأمین میکند، می توان این موضوع را به عنوان یک کاربرد به حساب آورد. چرا که می توان نتایج حاصل از انتشار فوتون را به عنوان یک پیش بینی دقیقتر از شرایط حاکم در راکتورهای تحقیقاتی به شمار آورد. در این برنامه، مجموعه داده های ضروری ORIGEN2 (روپاشی، سطح مقطع، محصولات شکافت و فوتون) برای راکتورهای با مدل های مختلف گنجانده شده است. این مجموعه ها شامل یک سری سطح مقطع نوترون یک گروهی برای یک مدل راکتور خاص میباشند. به طور کلی این کد با هدف شبیه سازی چرخه سوخت هسته ای و محاسبه میزان رادیونوکلیدهای تولید شده، طراحی و نوشته شده است. [۴] و [۶]

کلیدواژه ها: انتشار فوتون، کد محاسباتی ORIGEN2، کتابخانه فوتون

روش کار

پس از مطالعه ی اولیه ساختار کتابخانه ورودی برای ORIGEN2 و مطالعه نوع و مصرف سوخت در راکتور تحقیقاتی تهران غنای اولیه و رادیویزوتوپهای تولید شده در پروسه با استفاده از کد MCNPX اقدام به تولید سطح مقطع مورد نیاز می نماییم. [۱]

برای بررسی غیر اتن اش یاز محاسبات مصرف سوخت، به سطح مقاطع واکنشهای مختلف و نیمه عمر و احتمال تولید هسته ها ناشی از واکنشهای جذب هسته های دیگر نیاز خواهیم داشت. بنابراین بایستی داده های مربوط به سطح مقاطع مورد پردازش قرار گیرند. برای محاسبه ی سطح مقطع ایزوتوپ های مورد نظر از فرمول ۱ استفاده می شود. (۱)

$$\sum_{ti} = \frac{\int_E \phi(E) \sum_i(E) dE}{\int_E \phi(E) dE}$$

پس از محاسبات سطح مقطع، نوبت به محاسبات فوتون میرسد؛ محاسبات بر اساس سطح مقطع های تولیدی جدید می باشد. محاسبه ی نرخ انرژی آزاد شده ی فوتون ها در ۱۸ گروه انرژی به واسطه ی دستور PHO انجام می پذیرد. بدین صورت که به وسیله ی این دستور کتابخانه فوتون در ۱۸ گروه انرژی در کد ORIGEN2 خوانده می شود.

فرم کلی این دستور به صورت زیر می باشد:

$$NPHO(4), \dots, NPHO(1), PHO(2)$$

که در این دستور، NPHO(1)، NPHO(2)، NPHO(3) به ترتیب عبارتند از شماره شناسایی کتابخانه های

فوتون محصولات فعال سازی، آکتینید ها و تولیدات شکافت. [۳]



بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۱۷ و ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

جدول ۱ کتابخانه فوتون

Photon Library	For Activation product = 101
	For Actinide = 102
	For Fission product = 103

در صورتی که (1-3) NPHO کوچکتر یا مساوی صفر باشد کتابخانه در خروجی خوانده نمی شود و در صورتی که بزرگتر از صفر باشد کتابخانه در خروجی خوانده می شود. همچنین (4) NPHO نیز شماره شناسایی واحدی می باشد که کتابخانه ها جهت خوانده شدن در آن واحد جمع آوری می شوند. باید این نکته را در نظر داشت که، ماگزیمم تعداد هر دستور PHO در یک برنامه ORIGIN2 برابر ۵ عدد می باشد. [۷]

در ادامه باید عنوان نمود که هر کدام از پارامترهای قابل محاسبه توسط کد ORIGIN2 در قالب یک جدول در نظر گرفته شده که هر جدول شماره‌ی مخصوص خود را دارا می باشد. برای انجام یک محاسبه مورد نظر باید شماره جدول آن محاسبه را در کارت OUT وارد نمود. [۳] بنابراین مقادیر انرژی آزاد شده ی طیف فوتون در ۱۸ گروه انرژی بر حسب روز برای سه گروه محصولات فعال سازی، آکتیدها و تولیدات شکافت محاسبه می گردد.

نتایج

پس از محاسبات سطح مقطع و تولید کتابخانه جدید کد ORIGIN2، کتابخانه ی فوتون برای محصولات فعال سازی، آکتیدها و تولیدات شکافت توسط کد ORIGIN2 محاسبه شده و در نهایت مقدار انرژی آزاد شده بر حسب روز برای هر سه گروه محصولات فعال سازی، آکتیدها و تولیدات شکافت در خروجی برنامه ی اجرا شده دست می آید.

بنابراین باتقسیم بیم انرژی بر مقدار انرژی آزاد شده بر حسب روز که در خروجی برنامه قرار دارد، انرژی آزاد شده ی فوتون در ۱۸ گروه انرژی به دست می آید. در انتها نتایج محاسبات بر حسب نماد علمی نوشته می شوند.

به عنوان نمونه برای سیکل ۳۰ روزه ی تولیدات شکافت داریم: $6.634E+04 = \frac{5.750E-02}{6.634E+04}$ بر همین اساس برای هر سه گروه، سیکل های در نظر گرفته شده محاسبه و در نهایت به صورت نمودار مورد پردازش قرار می گیرند.

جدول ۲: نتایج سیکل ۳۰ روزه ی تولیدات شکافت در ۶ گروه از ۱۸ گروه انرژی فوتون

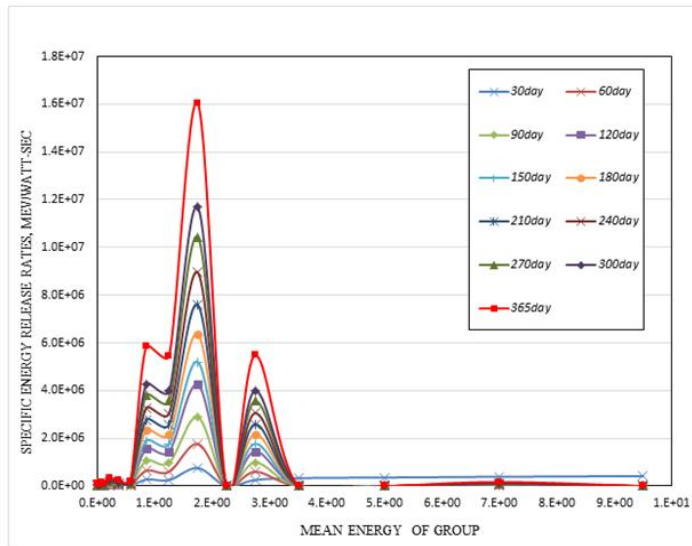
18 GROUP SPECIFIC ENERGY	1.000 E-02	2.500 E-02	3.750 E-02	5.750 E-2	8.500 E-02	1.250 E-01
--------------------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------



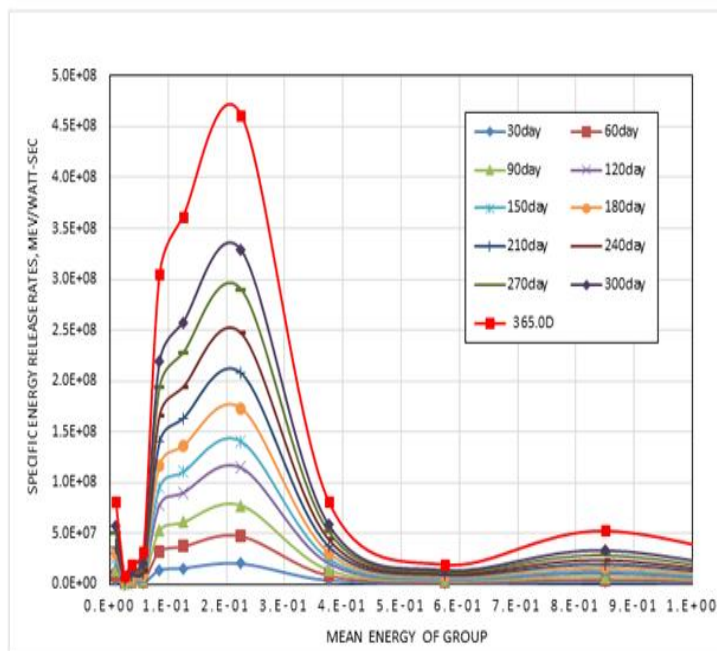
بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

PHOTON SPECTRUM FOR FISSION PRODUCTS	5.571 E+04	2.980 E+04	2.957 E+04	6.634 E+04	6.083 E+04	5.959 E+04
--------------------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------



شکل ۱: نرخ انرژی آزاد شده ی محصولات فعال سازی

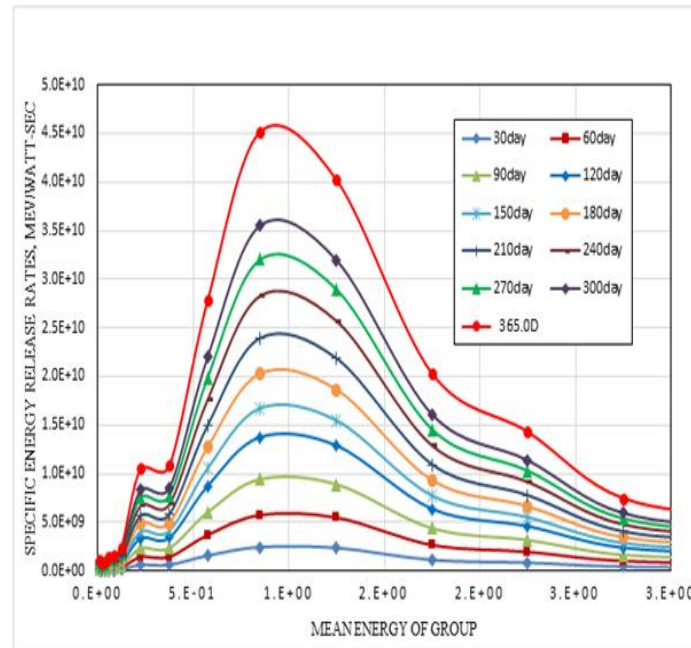


شکل ۲: نرخ انرژی آزاد شده ی آکتییدها



بیست و یکمین کنفرانس هشتاد و یکم ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان



شکل ۳: نرخ انرژی آزاد شده ی محصولات شکافت

شکل های ۱ و ۲ و ۳، نرخ انرژی محصولات فعالسازی، آکتیدها و محصولات شکافت بر حسب ۱۸ گروه انرژی فوتون باتوجه به طول سیکل (تعداد روزهای سپری شده) را نشان می دهند.

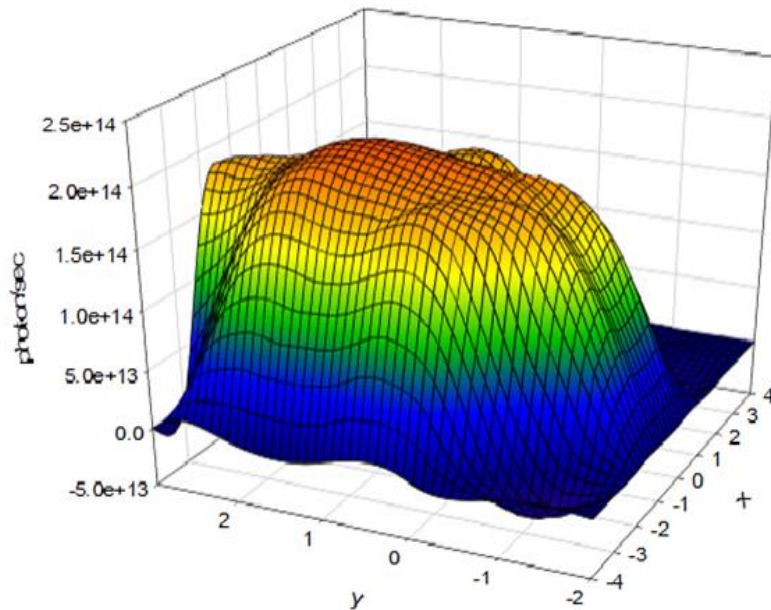
بحث و نتیجه گیری

از آنجایی که کد ORIGEN2 نتایج جامعی از انتشار فوتون (۱۸ گروه انرژی از طیف فوتون) را تأمین میکند بنابراین می توان این موضوع را به عنوان یک کاربرد به حساب آورد . به گونه ای که می توان نتایج حاصل از انتشار فوتون را به عنوان یک پیش بینی دقیقتر از شرایط حاکم در راکتورهای تحقیقاتی به شمار آورد .

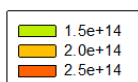
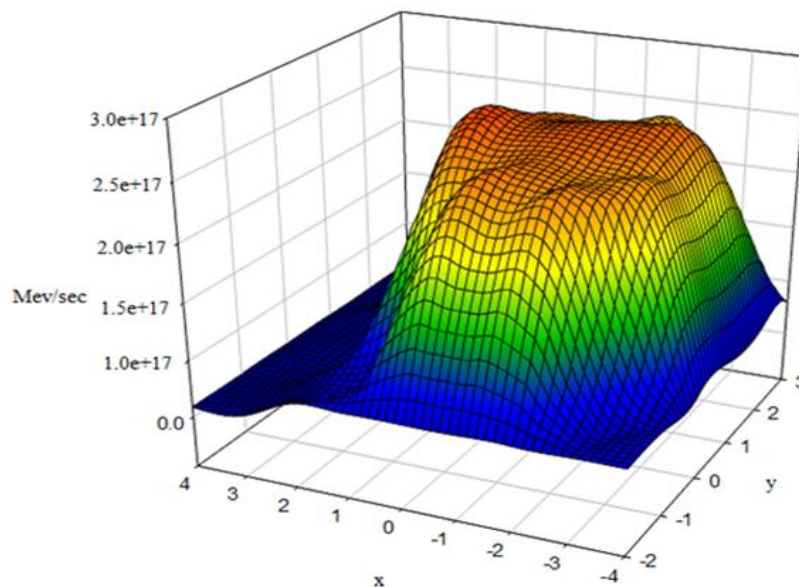


بیست و یکمین کنفرانس هفتای ایران

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان



شکل ۴: نرخ آزادسازی فوتون



شکل ۵: نرخ آزادسازی انرژی از فوتونها

شکل های ۴ و ۵، نرخ آزادسازی فوتون و نرخ آزاد سازی انرژی از فوتون ها در راکتور تحقیقاتی تهران بر طبق کتابخانه ی تولیدی جدید با استفاده از کد ORIGEN2 را نشان می دهد.

مراجع



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

-]Suyama, K., 2006. Problems concerning ORIGEN2.2 code treatment of fission product yields. Nuclear Data News (in Japanese) 83, 63-69.
-]Okumura, K. et al., 2007. SRAC2006: A comprehensive neutronics calculation code system. JAEA-Data/Code 2007-004.
-]Shibata, K. et al., 2002. Japanese evaluated nuclear data library version 3 revision-3: JENDL-3.3. J. Nucl. Sci. Technol. 39, 1125-1136.
-]Shibata, K. et al., 2011. JENDL-4.0: A new library for nuclear science and engineering. J. Nucl. Sci. Technol. 48, 1-30.
-]Suyama, K. et al., 1999. Libraries based on JENDL-3.2 for ORIGEN2 code: ORLIBJ32. JAERI-Data/Code 99-003.
-]Ludwig, S.B. and Croff, A.G., 2002. Revision to ORIGEN2 – version 2.2. Transmittal memo of CCC-0371/17, Oak Ridge National Laboratory.
-]MacFarlane, R.E. and Muir, D.W., 1994. The NJOY nuclear data processing system, version 91. LA-12740-M, Los Alamos National Laboratory.