جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

تولید کتابخانه کد محاسباتی ۲ ORIGEN بر اساس کتابخانه ی مرجع ENDF (VII) جهت محاسبات فرسایش سوخت در راکتور تحقیقاتی تهران

کمال، حداد؛ سعیده، عرب زاده

دانشگاه شیراز ، دانشکده مکانیک، بخش مهندسی هسته ای

چکیده

در این پروژه تولید یک کتابخانه سطح مقطع به روز با استفاده از دادهای به روز ENDF(VII) که بتوان آنرا به همراه کد محاسباتی ۲ ORIGEN به کار گرفت و محاسبات فرسایش سوخت در راکتور تحقیقاتی تهران را به انجام رسانید ، صورت گرفته است . همچنین با تهیه کتابخانه برای کد محاسباتی ۲ ORIGEN ، تحلیل کاهش سوخت و محاسبات فرسایش سوخت به انضمام محاسبه موجودی رادیوایزوتوپهای تولیدی در فرایند فرسایش سوخت از جمله اهداف این تحقیق است که با استفاده از کد محاسباتی۲ ORIGEN صورت می پذیرد . [۴]

کلیدواژه ها : مجموعه داده ی ۲ ORIGEN، رآکتور تحقیقاتی، TRR

مقدمه

مهمترین عامل در محاسبات فرسایش سوخت داشتن کتابخانه سطح مقطع نوترونی، فوتونی و الکترونی قابل اعتماد می باشد ولیکن کدهای محاسباتی با استفاده از کتابخانه های عمومی اقدام به محاسبات فرسایش سوخت می نماید. از آن جمله کدها می توان به کد کامپیوتری (Oak Ridge Generation and Depletion) ORIGEN به عنوان ابزاری همه کاره جهت محاسبات تولید رادیو نوکلیدها در موارد هسته ای نوشته شده است، اشاره کرد. به طور کلی این کد با هدف شبیه سازی چرخه سوخت هسته ای و محاسبه میزان رادیونوکلیدهای تولید شده، طراحی و نوشته شده است . با بررسی همه جانبه کارکرد یک چرخه سوخت به طور تجربی و تطابق نتایج به دست آمده از این آزمایشات با جواب های ORIGEN مشاهده شد که در گستره وسیعی این داده ها با هم یکسان هستند . [۱] و [۲]اهمیت تعریف و به کارگیری برنامه ی ORIGEN۲ برای راکتور تحقیقاتی تهران شامل موارد ذیل می باشد:

۱- تحلیل محاسبات فرسایش سوخت که کارکرد اصلی برنامه ی ORIGEN۲ می باشد .

۲- تحلیل پرتودهی یا فعالسازی مواد غیرسوخت

۳- مدیریت سوخت قلب راکتور

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

۴- تطبیق پذیری برنامه ی ORIGEN۲ با استفاده از سری داده های جدید

روش کار

در ابتدا مطالعات اولیه راکتور TRR انجام پذیرفته است و همچنین نوع سوخت و ایزوتوپهای مهمی که هنگام بهره برداری تولید می شوند شناسایی میگردند. در ادامه محاسبات سوختن توسط کد ORIGEN۲ با کتابخانه جدید صورت گرفته و با محاسباتی که با کتابخانه موجود در کد بدست آمده مقایسه می شود .

در مبحث برنامه ی مورد نظر، مجموعه داده های ضروری ORIGEN۲ (واپاشی، سطح مقطع، محصولات شکافت و فوتون) برای رآکتورهایی با مدل های مختلف گنجانده شده است . چنانچه مدل رآکتور مورد استفاده کاربر در بسته لحاظ شده باشد می توان بدون آماده سازی به سهولت از برنامه استفاده کند . [۵] و [۶] و در صورتی که موجود نباشد ، کاربر می بایست «نزدیکترین» و «شبیه ترین» مدل به رآکتور موردنظر را برگزیند و یا در غیر اینصورت مجموعه داده های ORIGEN۲ آماده نمود. چنانچه کاربری تصمیم به آماده سازی این مورد داشته باشد، همچنین بایستی سطح مقاطع اکتینید وابسته به فرسایش سوخت را که باید در خود برنامه ی ORIGEN۲ تنظیم شده باشد را نیز آماده سازد . [۵] و [۳]

بنابراین باتوجه به موارد مذکور بررسی سه محور اصلی ضروری به نظر می رسد: .

- ساختار کتابخانه ENDF(VII) و نحوه ی استخراج داده های سطح مقطع
- ساختار کتابخانه سطح مقطع ORIGEN۲ و نحوه ی تولید کتابخانه توسط محاسبات MCNPX
- ساختار برنامه ORIGEN۲ و نحوه ی محاسبات فرسایش سوخت

برای محاسبه سطح مقطع باید این نکته را در نظر داشت که کد ORIGEN۲ دارای یک سطح مقطع میانگین در تمامی انرژی‌ها می‌باشد درحالی که کد MCNP دارای سطح مقطع در تمام انرژی‌ها می‌باشد. بنابراین بایستی با استفاده از کارت F۴ شار میانگین کل رآکتور را به دست آورد . و با استفاده از کارت Fm۴ شار مربوط به هر ایزوتوپ در هر واکنش را به دست آورد .

در حالت کلی با کارت FM۴ می‌توان هر کمیتی را به صورت زیر بدست آورد:

$$C \int \phi(E)\, R_m(E)\, dE \qquad (۱)$$

که پارامترها عبارت اند از:

$\phi(E)$ شار وابسته به انرژی بر حسب $(neutron/cm^۲)$

$R_m(E)$ یک اپراتور جهت اضافه یا ضرب کردن یک تابع در شار است که این اپراتور از کتابخانه‌ی سطح مقطع MCNP گرفته می‌شود.

C یک ثابت اختیاری برای ضرب در نتیجه ی محاسبه به جهت نرمالایز کردن نتایج است.

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

فرمت نوشتاری کارت FM۴ به شکل زیر است:

FM۴ C m $r_1 \dots r_i$ (۲)

که پارامتر ها عبارت اند از :

C = ثابت دلخواه

m= شماره ماده‌ی مورد نظر. این ماده حتماً باید در قسمت مواد تعریف شده باشد ولی می‌تواند در سلولی که قصد محاسبه شار در آن را داریم حضور نداشته باشد.

به بیان دیگر می‌توان سطح مقطع ایزوتوپی که اصلاً در ساختار رآکتور ، خنک‌کننده یا سوخت استفاده نشده است را مورد محاسبه قرار داد . تنها کافیست آن ایزوتوپ را در قالب یک ماده تعریف کرده و در کارت FM۴ شماره آن را وارد گردد .

r_i = شماره اختصاصی واکنش‌های مورد نظر جهت محاسبه می باشد ; که می‌توان چندین واکنش را در یک کارت وارد کرد . این شماره‌ها به ENDF مشهورند و برای هر واکنش عددی مشخص است .به بیان دیگر می‌توان سطح مقطع ایزوتوپی که اصلاً در ساختار رآکتور ، خنک‌کننده یا سوخت استفاده نشده است را مورد محاسبه قرار داد . تنها کافیست آن ایزوتوپ را در قالب یک ماده تعریف کرده و در کارت FM۴ شماره آن را وارد گردد .

ابتدا با کارت F۴ شار کلی رآکتور را مورد محاسبه قرار داده و سپس برای هر ایزوتوپ و برای هر واکنش کارت FM۴ را در سلول اصلی به دست آورده ; که برابر حاصل‌ضرب شار در سطح مقطع تمام انرژی‌های مربوط به هر ایزوتوپ و هر واکنش می‌باشد. و در نهایت با انجام عمل تقسیم ،کارت Fm۴ بر F۴ سطح مقطع میانگین برای ایزوتوپ مورد نظر در تمام انرژی‌ها به دست می‌آید .

$$\Sigma_{ti} = \frac{\int_E \phi(E)\, \Sigma_i(E)\, dE}{\int_E \phi(E)\, dE} = \frac{FM۴}{F۴} \qquad (۳)$$

درانتها جهت انجام عمل اعتبارسنجی نتایج به دست آمده، محاسبات فرسایش را یک مرتبه با کد ORIGEN۲ و مرتبه دیگر با کد MCNPX محاسبه و با یکدیگر مورد مقایسه قرار داده می شوند .

باید دانست کد MCNP برخلاف کد ORIGEN می باشد و در آن برای تمام انرژی‌ها سطح مقطع موجود می‌باشد . با استناد اینکه در کد ORIGEN نیاز به یک سطح مقطع میانگین وجود دارد و در مقابل کد MCNP در تمامی انرژی‌ها دارای سطح مقطع می باشد ، می‌توان به وسیله کد MCNP یک سطح مقطع میانگین برای هر ایزوتوپ تولید کرد .

نتایج

پس از اجرای برنامه توسط کد MCNPX ، میانگین شار رآکتور توسط کارت F۴ و شار ناشی از هر واکنش برای هر ایزوتوپ توسط کارت FM۴ در خروجی نشان داده می‌شود .

زمان اجرا و دقت برنامه تا حد زیادی به تعداد نوترون بر چشمه (nps) و تعداد سیکل‌های واردشده در کارت بحرانیت (kcode) بستگی دارد . البته تا حدودی به تعداد کارت شمارش استفاده‌شده در یک برنامه نیز بستگی دارد.

پس از آن با تقسیم هر FM۴ حاصل از هر ایزوتوپ برای هر واکنش بر شار کلی به دست آمده از F۴ ، سطح مقطع برای آن ایزوتوپ در واکنش مورد نظر به دست می‌آید.

به عنوان مثال برای ایزوتوپ هیدروژن در واکنش (n,γ) خواهیم داشت :

$$\sum_i = \frac{۱.۷۱۰۵۳۷۰۸\ E-۶}{۱.۷۴۵۴۶E-۰۴} = \ ۰.۹۸E-۰۲$$

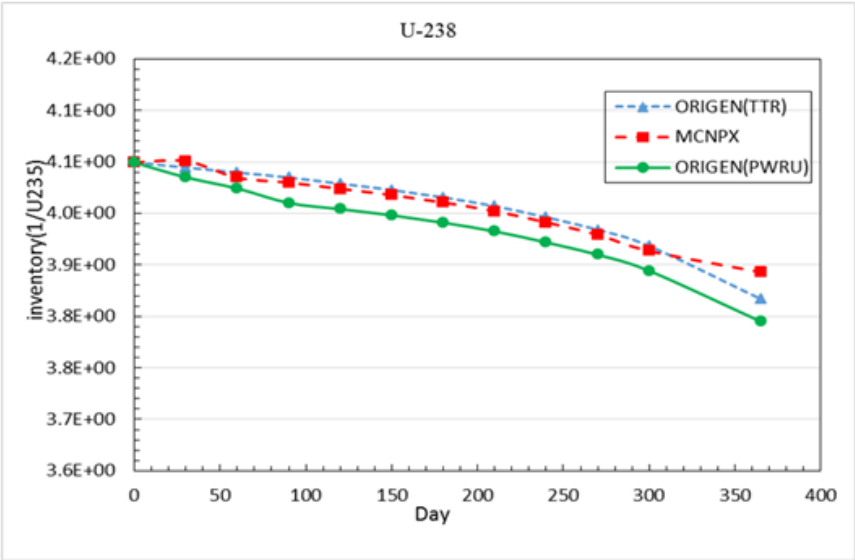
بر همین اساس برای تمامی ایزوتوپ‌ها در تمام واکنش‌ها سطح مقطع را محاسبه و در نهایت کتابخانه سطح مقطع برای رآکتور تحقیقاتی تهران تولید میگردد .

جدول سطح مقطع ایزوتوپ‌ها ی هیدروژن

CANDUNAU	PWRUE	PWRU	TTR	ایزوتوپ
۲,۰۲e-۰۱	۲,۲۳٦e-۰۲	۳,٤۷٤e-۰۲	۹,۸e-۰۲	۱۰۰۱ (n,γ)
۳,۱٦٦e-۰٤	۳,٥۷۱e-۰٥	٤,۸۷٤e-۰٥	۱,٥۲۲e-۰٤	۱۰۰۲ (n,γ)
۱,۷۰۰۲e-۰٤	۸,۷۳۳e-۰٤	۱,۱۹۲e-۰۳	۱,۲٦۸e-۰۳	۱۰۰۲ (n,۲n)
۱,۷۸۷e-۰٦	٤,۰٤۳e-۰۷	٥,٥۱۸e-۰۷	۳,٤۱۸e-۰۹	۱۰۰۳(n,γ)

بحث و نتیجه گیری

برای مقایسه نتایج حاصل از کتابخانه ی جدید و قدیم، نتایج محاسبه فرسایش سوخت با کد ORIGEN۲ با کتابخانه جدید و قدیم با نتایج محاسبه فرسایش سوخت توسط MCNPX مقایسه می‌شوند . بدین صورت که نتایج حاصل از هر ایزوتوپ برای سه محاسبه را به صورت نمودار ترسیم می شود . که برای هر ایزوتوپ مقدار آن ایزوتوپ تقسیم بر مقدار اولیه u-۲۳۵ بر حسب روز تا یک سال ترسیم شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، کتابخانه جدید دارای دقتی بیشتری نسبت به کتابخانه های قبل دارا می باشد .



نمودار مقایسه نتایج حاصل از کتابخانه ی جدید و قدیم، جهت فرسایش سوخت با کد ORIGEN۲

مراجع

[۱] Croff, A.G., ۱۹۸۳. ORIGEN۲: A versatile computer code for calculating the nuclide compositions and characteristics of nuclear materials. Nuclear Technology ٦۲, ۳۳٥-۳٥۲.

[۲] Katakura, J. and Yanagisawa, H., ۲۰۰۲. Photon and decay data libraries for ORIGEN۲ code based on JENDL FP decay data file ۲۰۰۰. JAERI-Data/Code ۲۰۰۲-۰۲۱.

[۳] Ludwig, S.B. and Croff, A.G., ۲۰۰۲. Revision to ORIGEN۲ – version ۲،۲. Transmittal memo of

CCC-۰۳۷۱/۱۷, Oak Ridge National Laboratory.

[٤] Shibata, K. et al., ۲۰۱۱. JENDL-٤،۰: A new library for nuclear science and engineering. J. Nucl. Sci. Technol. ٤۸, ۱-۳۰.

[٥] Suyama, K. et al., ۲۰۰۰. ORIGEN۲ libraries based on JENDL-۳،۲ for LWR-MOX fuels.

JAERI-Data/Code ۲۰۰۰-۰۳٦.

[٦] Suyama, K. et al., ۱۹۹۹. Libraries based on JENDL-۳،۲ for ORIGEN۲ code: ORLIBJ۳۲.

JAERI-Data/Code ۹۹-۰۰۳.