

نشریه تابش و فناوری هسته‌ای، سال دوم، شماره 3، پاییز 1394

بررسی و تصحیح اثرات تغییرات توان در راکتور صفر قدرت آب سنگین (HWZPR) بر روی اکتیویته نمونه های پرتو دهی شده

زهرا نصرآزادانی^{1*}، جمشید خورسندی²، رعنا سلیمی¹، منوچهر بهفرنیا¹

¹ کارشناس ارشد پژوهشکده راکتور، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، اصفهان، ایران
¹ استادیار، پژوهشکده راکتور، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: 1394/2/5 - تاریخ پذیرش مقاله: 1394/5/18)

چکیده

در این مقاله، هدف بررسی اثر تغییرات شار نوترون در مدت زمان پرتو دهی نمونه های مختلف بر روی اکتیویته نمونه ها و در نتیجه سایر پارامترهای فیزیکی راکتور می باشد. در راکتور HWZPR، سیستم اتوماتیک جهت نقل و انتقال نمونه ها به درون راکتور وجود نداشته و در عمل پرتو دهی نمونه ها در شار نوترونی کاملاً ثابت امکان پذیر نیست. برای این منظور، ابتدا تغییری که مدت زمان افزایش توان، در پرتو دهی تحت شار ثابت ایجاد می کند بررسی گردیده و ضریب تصحیح آن محاسبه گردیده است. سپس با جمع آوری تغییرات شمارش نوترون برحسب زمان توسط آشکارساز اطاقک شکافت که درون قلب راکتور قرار گرفته، بطور کلی تغییرات شار در طول مدت زمان پرتو دهی اعم از افزایش شار نوترون با پیروید مشخص، کاهش شار پس از خاموشی راکتور و یا تغییرات شار نوترون به علت خطای اپراتور و یا سایر عوامل بررسی می گردد. برای این منظور با در نظر گرفتن کل سطح زیر منحنی، برنامه نرم افزاری در محیط Matlab نوشته شده، که مدت زمان پرتو دهی ثابت را برای نمونه های تحت تابش با ثابتهای واپاشی مختلف تصحیح می نماید. این اثر می تواند برای پیرودهای طولانی راکتور و در توان های بالا، برای پولکهای با نیمه عمر کوتاه قابل ملاحظه باشد.

واژه‌های کلیدی: راکتور آب سنگین، ضریب تصحیح، نتایج تجربی، تغییرات توان، آشکارساز اطاقک شکافت

* اصفهان، 15 کیلومتری جنوب شرقی جاده روشن دشت، منطقه هسته‌ای اصفهان، پژوهشکده راکتور

پست الکترونیکی: zahranasr50@yahoo.com

1. مقدمه

میله‌ای شکل است. تانک راکتور از جنس آلومینیوم، به شعاع $12 \cdot 2 \text{ cm}$ و ارتفاع $2 \cdot 2 \text{ cm}$ است. راکتور دارای دو عدد میله ایمنی از جنس کادمیم و دو عدد میله کنترل از جنس آهن ضد زنگ و همچنین بازتابنده جانبی گرافیتی به ضخامت 75 cm و بازتابنده تحتانی آب سنگین با ارتفاع $3 \cdot 0 \text{ cm}$ است. فضای بالای قلب با گاز نیتروژن پر شده و لذا این راکتور فاقد بازتابنده فوقانی است. حداکثر توان راکتور برابر با 100 وات در شار نوترونی $10^9 \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ است [1].

3. شرح روش

در این مقاله، هدف بررسی اثر تغییرات شار نوترون در مدت زمان پرتودهی نمونه های مختلف بر روی اکتیویته نمونه ها و در نتیجه سایر پارامترهای فیزیکی راکتور می باشد. با توجه به اینکه نمونه های مختلف در راکتور HWZPR، قبل از بهره برداری راکتور در مکانهای مورد نظر قرار داده می شود، و پس از گذشت مدت زمان کافی از خاموشی راکتور (که میزان دز به مقدار مجاز کاهش یابد) از راکتور خارج می گردد، بنابراین بر خلاف فرضی که در نظر گرفته می شود، نمونه ها در شار ثابت پرتودهی نشده و در کل مدت زمان افزایش شار با پیروی مورد نظر و همچنین پس از خاموشی راکتور، نمونه ها تحت تابش قرار می گیرد و در حقیقت مدت زمان پرتودهی نمونه ها، از مدت زمانی که راکتور در توان ثابت مورد بهره برداری قرار گرفته، بیشتر می باشد. این افزایش در مدت زمان پرتودهی، می تواند روی اکتیویته پولک پرتودهی شده و در نتیجه سایر پارامترهای فیزیکی راکتور که با استفاده از اکتیویته پولک، اندازه گیری می گردد باعث ایجاد خطا گردد. بنابراین در اینجا دو روش برای تصحیح این اثر ارائه می گردد.

با توجه به ماهیت تحقیقاتی راکتور صفر قدرت آب سنگین HWZPR، کانالهای پرتودهی مختلف در ساختار راکتور تعبیه گردیده است. به منظور مطالعه پارامترهای فیزیکی مختلف راکتور، پولکهای مختلف از جمله منگنز Mn، ایندیم In، دیسپرسیم Dy، لتسیم Lu، طلا Au و... بر روی میله های نگهدارنده در مکانهای مشخص چسبانده شده و در راکتور تحت تابش قرار می گیرد. پس از پایان پرتودهی، نمونه ها از راکتور خارج گردیده و با اندازه گیری شمارش بتا و یا گامای نمونه، پارامترهای مختلف راکتور از جمله توزیع شار، باکلینگ هندسی، مقدار مطلق شار، ضریب کالیبراسیون توان راکتور، اندازه گیری می شود. برای انجام آزمایشات لازم است که نمونه تحت توان ثابت پرتودهی شوند، ولی با توجه به عدم وجود سیستم ریبت برای نقل و انتقال نمونه ها، نمونه ها قبل از بهره برداری، در راکتور قرار گرفته و پس از خاموشی راکتور، زمانیکه مقدار دز در سالن راکتور به حد مجاز کاهش یافت، نمونه از راکتور خارج گردیده و برای شمارش به آزمایشگاه منتقل می گردد. بنابراین به ناچار و بر خلاف خواسته آزمایشگر، نمونه در شار ثابت پرتودهی نشده و در زمان افزایش توان تا مقدار مورد نظر و همچنین در طول مدت زمانی که خاموشی راکتور به طول می انجامد، نمونه در معرض تابش نوترونی قرار دارد. بنابراین با بررسی تغییرات جمعیت نوترونی در طول مدت زمان بهره برداری از راکتور، از شروع تا پایان، مدت زمان پرتودهی تصحیح می گردد.

2. معرفی راکتور HWZPR

راکتور صفر قدرت آب سنگین اصفهان از نوع راکتورهای تانکی با کندکننده آب سنگین و سوخت اورانیوم طبیعی فلزی

3.1.. روش اول: استفاده از ضریب تصحیح برای

مدت زمان افزایش توان [2,3]

در شرایطی که شار نوترونی F ثابت است، میزان اتم های رادیوایزوتوپ تولید شده بر حسب زمان از رابطه زیر تبعیت می کند:

$$\frac{dN(t)}{dt} = F s N(t) - l N(t) \quad (1)$$

در این رابطه F شار ثابت نوترون، l و s به ترتیب

ثابت واپاشی و سطح مقطع اکتیواسیون نمونه می باشد. از حل این معادله داریم:

$$N(t) = \frac{F s N}{l} (1 - e^{-lt}) \quad (2)$$

ولی در شرایطی که نمونه در شار غیر ثابت $F(t) = F_0 e^{wt}$ ، تحت پرتودهی قرار می گیرد، با حل معادله (1) و اعمال شرایط مرزی مناسب، رابطه فوق به صورت کلی زیر تغییر می کند:

$$N(t) = \frac{F_0 s N_0}{l + w} (e^{(l+w)t} - 1) e^{-lt} \quad (3)$$

بنابراین اگر مدت زمان افزایش توان را برابر t_{pr} در نظر بگیریم، تعداد هسته های رادیوایزوتوپ تولید شده در پایان زمان افزایش توان و یا در زمانیکه توان به مقدار ثابت خود می رسد، برابر است با:

$$N(t_{pr}) = \frac{s N_0 F_0}{l + w} (e^{wt_{pr}} - e^{-lt_{pr}}) \quad (4)$$

با ساده سازی و با در نظر گرفتن رابطه $F_{max} = F_0 e^{wt_{pr}}$ ، رابطه (4) به صورت زیر تغییر می کند:

$$N(t_{pr}) = \frac{s N_0 F_{max}}{l + w} (1 - e^{-(l+w)t_{pr}}) \quad (5)$$

با توجه به اینکه رادیوایزوتوپ تولید شده با ثابت واپاشی

l واپاشی می کند، t_{ir} ثانیه بعد عبارت است از:

$$N(t_{pr} + t_{ir}) = \frac{s N_0 F_{max}}{l + w} (1 - e^{-(l+w)t_{pr}}) e^{-l t_{ir}} \quad (6)$$

وقتی شار به مقدار ثابت F_{max} برسد و نمونه در راکتور به مدت t_{ir} در شار ثابت تحت پرتودهی قرار گیرد، بر اساس رابطه (2) تعداد هسته های تولید شده در این مدت زمان عبارت است:

$$N(t_i) = \frac{F_{max} s N}{l} (1 - e^{-l t_{ir}}) \quad (7)$$

بنابراین برای تصحیح نتیجه اندازه گیری، لازم است اکتیویته بدست آمده در ضریب کوچکتر از واحد زیر ضرب گردد:

$$C = \frac{N(t_i)}{N(t_{pr}) e^{-l t_i} + N(t_i)} \quad (8)$$

با استفاده از روابط بدست آمده می توان نشان داد که:

$$C^{-1} = 1 + \frac{l (1 - e^{-(l+w)t_{pr}}) e^{-l t_{ir}}}{(l + w)(1 - e^{-l t_{ir}})} \quad (9)$$

ضریب تصحیح فوق حاکی از این حقیقت است که برای یک مدت زمان پرتودهی مشخص، این ضریب علاوه بر اینکه به مدت زمان پرتودهی و پرپود راکتور بستگی دارد، برای نمونه های مختلف نیز متفاوت است. با استفاده از این ضریب تصحیح، بدون نیاز به جمع آوری تغییرات جمعیت نوترونی بر حسب زمان، افزایش اکتیویته نمونه، ناشی از مدت زمان افزایش توان تصحیح می گردد. علی رغم اینکه این ضریب برای تصحیح اثر افزایش توان ضریب مناسبی است، شامل محدودیتهایی نیز است که عبارتند از:

1. پس از خاموش کردن راکتور در لحظه $t_{pr} + t_{ir}$ ، مقدار شار نوترون آنرا به صفر نمی رسد و به علت خالی شدن تدریجی آب و حضور نوترونها و فوتونوترونها تاخیری، جمعیت نوترونی پس از زمان قابل ملاحظه ای به صفر می رسد. (شکل 1)
2. در حین مدت زمان پرتودهی t_{ir} با شار ثابت، به علت خطای اپراتور، امکان افزایش یا کاهش توان راکتور وجود دارد.

3.2. روش دوم: جمع آوری رفتار تغییرات زمانی جمعیت نوترونی در راکتور و محاسبه t_{ir} معادل با برنامه نرم افزاری تهیه شده

با جمع آوری رفتار تغییرات زمانی نوترون در طول مدت زمانی که راکتور روشن بوده و نمونه ها تحت تابش قرار دارند، می توان خطاهای ناشی از موارد ذکر شده، را نیز حذف نمود. برای این منظور آشکارساز اطاقک شکافت در محل مشخص در راکتور قرار گرفته و رفتار زمانی تغییرات جمعیت نوترونی در زمان بهره برداری از راکتور در آزمایشگاه دینامیک توسط نرم افزار مربوطه ثبت و ذخیره می گردد. شکل (3) رفتار زمانی تغییرات شار نوترون را نشان می دهد. محور X را متشکل از کانالهایی با پهنای یکنواخت t_{ch} ثانیه، در نظر گرفته، بطوریکه i معرف شماره کانال می باشد. فرض می کنیم که پولک در بازه زمانی t_{ch} پرتودهی شده است. تعداد هسته های رادیواکتیو تولید شده در کانال i با مقدار شار نوترونی F_i عبارت است از:

$$\frac{F_i s N_0}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_{ch}})$$

این هسته های تولید شده با گذر زمان با رابطه $e^{-\lambda t_{dec}}$ ، واپاشی می کنند. اگر لحظه ای که پولک از راکتور خارج می گردد (t_{tot}) را به عنوان یک مبدأ زمانی در نظر بگیریم، تعداد هسته های باقیمانده در این لحظه از زمان عبارتست از:

$$\frac{F_i s N_0}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_{ch}}) e^{-\lambda (t_{tot} - i t_{ch})}$$

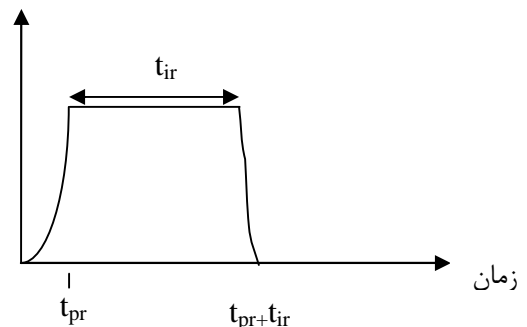
برای لحاظ نمودن تعداد هسته های رادیوایزوتوپ تولید و واپاشی شده در سایر کانالها، روی همه کانالها جمع می بندیم:

$$\sum_{i=1}^N \frac{F_i s N_0}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_{ch}}) e^{-\lambda (t_{tot} - i t_{ch})}$$

برای محاسبه مدت زمان پرتودهی معادل با یک شار ثابت، این مجموع را با جمله مساوی قرار داده و t_{ir} محاسبه می

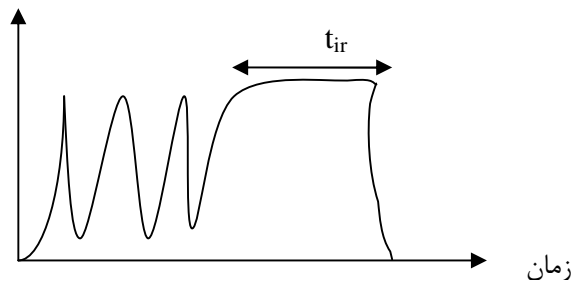
3. اگر بنا به دلائلی (مثلا انجام آزمایشات مختلف بطور همزمان)، تغییرات جمعیت نوترونی رفتاری مشابه با شکل (2) داشته باشد، ضریب تصحیح بدست آمده دیگر جوابگوی مسئله نخواهد بود. در این حالت، برای بدست آوردن مدت زمان پرتودهی واقعی نمونه معادل با یک شار ثابت روش دوم در ادامه آورده شده است.

جمعیت نوترون



شکل (1) تغییرات رفتار جمعیت نوترونی در زمان پرتودهی

جمعیت نوترون



شکل (2) رفتار کلی از تغییرات جمعیت نوترونی در زمان

پرتودهی نمونه

4. عدم تطابق کامل رفتار افزایش توان راکتور با یک تابع نمایی ساده (از لحظه صفر تا t_{pr}) به علت حضور نوترونها و فوتونوترونها تاخیری

نوترون در محل پولک، اندازه گیری می گردد [4,2]. برای مقایسه نتایج حاصل از دو روش مذکور، تعداد هسته های رادیویزوتوپ تولید شده در هر یک از روش ها محاسبه شده است. لازم به ذکر است در روش اول تنها با لحاظ کردن مدت زمان افزایش توان که با توجه به مقدار توان و پریود راکتور قابل محاسبه است، با محاسبات دستی ضریب تصحیح مربوطه محاسبه می شود. در روش دوم با جمع آوری تغییرات زمانی جمعیت نوترون در طول مدت بهره برداری، با نرم افزار تهیه شده، همه افت و خیزهای خواسته و یا ناخواسته توان راکتور، در طول مدت پرتو دهی پولک در نظر گرفته می شود. در طی در بهره برداری 190، پولک Au در مرکز راکتور به مدت ده دقیقه پرتو دهی شده است. توان راکتور حدود 6 وات و پریود راکتور برابر 70 ثانیه بوده است. از آنجا که جهت انجام آزمایشات مختلف در راکتور از پولکهای مختلفی استفاده می گردد، در برنامه تهیه شده، مدت زمان پرتو دهی تصحیح شده برای پولک های مختلف محاسبه و در جدول (1) آورده شده است.

جدول (1) محاسبه زمان پرتو دهی صحیح، برای پولک های مختلف در شرایط پرتو دهی توان 6 وات و پریود 70 ثانیه

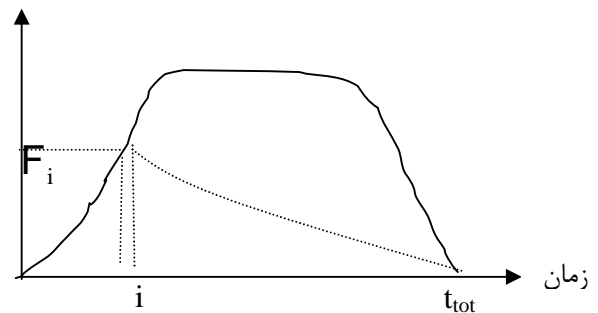
Initial irradiation time=10 min	
Operation No.=190	
Power=6 watt period=70 Sec	
Foil	t _{ir} (sec)
Mn-56	897
Dy-165	900
Ag-110m	868
Ta-182	868
Cu-64	875
Ni-65	897
Mo-99	869

گردد. مطمئناً t_{ir} بدست آمده، از مدت زمانی که شار ثابت بوده، بزرگتر است.

$$\sum_{i=1}^N \frac{F_i s N_0}{I} (1 - e^{-\lambda t_{ch}}) e^{-\lambda (t_{tot} - i t_{ch})} \quad (10)$$

$$= \frac{F_{ave} s N_0}{I} (1 - e^{-\lambda t_{ir}})$$

جمعیت نوترون



شکل (3) رفتار کلی از پرتو دهی و واپاشی نمونه در کانال i تحت شار نوترونی F_i

در رابطه (10)، مقادیر F_i، i، t_{tot}، تعداد کانالهای i و پهنای کانالها با استفاده از اطلاعاتی که توسط آشکارساز اطافک شکافت در آزمایشگاه دینامیک جمع آوری می گردد، استخراج می گردد.

4. آنالیز نتایج

یکی از مهمترین پارامترهای فیزیکی که در راکتور HWZPR اندازه گیری می گردد، مقدار مطلق شار نوترون در راکتور است. برای این منظور از پولک طلا استفاده شده و این پولک در مدت زمان مشخص در راکتور در معرض تابش نوترون قرار می گیرد. با محاسبه تعداد هسته های رادیواکتیو تولید شده در طول مدت زمان پرتو دهی، مقدار مطلق شار

با توجه به مقادیر محاسبه شده در جدول (1)، مدت زمان پرتودهی 10 دقیقه ای در توان ثابت برای پولک طلا با نیمه عمر 2/7 روز، به 869 ثانیه معادل با 14/48 دقیقه افزایش یافته است. همانگونه که ملاحظه می گردد این مدت زمان بسته به نیمه عمر نمونه متفاوت است و تا مقدار 1149 ثانیه معادل با 19/15 دقیقه برای پولک توریم با نیمه عمر 23 دقیقه، افزایش می یابد. اگر توان و پریود راکتور تغییر نماید این مقادیر نیز تغییر خواهد کرد. هرچه توان و پریود راکتور، افزایش یابد اختلاف بین مدت زمان تصحیح شده و مدت زمانی که پولکها تحت پرتودهی ثابت بوده اند، افزایش می یابد. در بهره برداری 189، نمونه طلا در توان 20 وات و پریود 40 ثانیه، پولک طلا برای 15 دقیقه تحت شار ثابت پرتودهی شده است. در این شرایط، زمان های پرتودهی تصحیح شده، در جدول (2) آورده شده است.

به منظور بررسی اثر تصحیح تغییرات توان بر روی اکتیویته پولک طلا، تعداد هسته های رادیویزوتوپ تولید شده با استفاده از دو روش محاسبه و نسبت آنها در جدول (3)، آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می گردد در پریودهای طولانی تر، اختلاف نتایج حاصل از دو روش قابل ملاحظه خواهد بود. نتایج نشان می دهد که در پریود 70 ثانیه، استفاده از ضریب تصحیح C، می تواند باعث ایجاد خطای 24 درصدی در محاسبه تعداد هسته های رادیویزوتوپ تولید شده و در نتیجه شار مطلق راکتور گردد. در پریود 40 ثانیه، این مقدار خطا به 4 درصد کاهش یافته ولی صفر نمی شود. و یا به عبارت دیگر، روش اول جوابگوی دقت لازم برای نتایج آزمایش از جمله مقدار مطلق شار نوترون و یا سایر پارامترهای فیزیکی راکتور نخواهد بود. و بطور کلی با جمع آوری تغییرات جمعیت نوترونی توسط آشکارساز اطاقک شکافت و استفاده از برنامه

Au-198	869
Th-233	1149
W-187	871
Cd-115	869
Zr-97	872
Fe-59	868
Lu-176m	888
In-116m	959
Sc-46	868
Ta-182m	870
Cd-117	898
Zr-95	868
Mo-93m	878
Lu-177	868

جدول (2) محاسبه زمان پرتودهی صحیح، برای پولک های مختلف در شرایط پرتودهی توان 20 وات و پریود 40 ثانیه

Initial irradiation time=15 min	
Operation No.=189	
Foil	t _{ir} (sec)
Mn-56	951
Dy-165	955
Ag-110m	918
Ta-182	918
Cu-64	925
Ni-65	951
Mo-99	919
Au-198	919
Th-233	1242
W-187	922
Cd-115	920
Zr-97	923
Fe-59	918
Lu-176m	941
In-116m	1022
Sc-46	918
Ta-182m	921
Cd-117	952
Zr-95	918
Mo-93m	930
Lu-177	919

پولک مشخص، در هر بهره برداری مدت زمان پرتودهی تصحیح شده بدست می آید. این مقدار تصحیح شده، در اندازه گیری پارامترهای فیزیکی مختلف در راکتور استفاده می گردد. این روش می تواند در راکتورهای تحقیقاتی مختلف که جهت تولید رادیوایزوتوپ کاربرد دارد و به هر دلیل امکان استفاده از سیستم اتوماتیک جهت نقل و انتقال نمونه وجود ندارد، بکار گرفته شود.

تهیه شده [6,5]، می توان مدت زمان پرتودهی تصحیح شده را با لحاظ کردن اثر تغییرات جزئی توان، مدت زمان افزایش توان، اثر نوترونهای تاخیری و فوتونوترونها و ... محاسبه نمود و سپس با استفاده از این زمان تعداد صحیح هسته های رادیوایزوتوپ تولید شده و مقدار شار مطلق را با دقت لازم بدست آورد.

جدول (3) نسبت تعداد هسته های رادیوایزوتوپ تولید شده

در روش دوم به اول برای پولک طلا

شماره بهره برداری	پریود راکتور (ثانیه)	نسبت نتایج دو روش
190	70	1/24
189	40	1/04

مراجع

- [1] CIAE, HWZPR PROJECT, Preliminary Safety Analysis Report on Heavy Water Zero Power Reactor, 1992
- [2] CIAE, HWZPR PROJECT, Absolute neutron flux measurement technique and data processing code, 1992
- [3] J. R. Lamarsh, Introduction to nuclear Reactor Theory, Addison-Wesley, 1972
- [4] F. A. Valente, A manual of Experiments in Reactor Physics, McMillan-New York, 1963.
- [5] CIAE, HWZPR PROJECT, Heavy Water Zero Power Reactor, Dynamic parameters analysis system, operation Guide, 1992
- [6] ز. نصر، گزارش بررسی اثرات تغییرات توان در پرتودهی

فویلها در راکتور HWZPR، بهار 77 .

5. بحث و نتیجه گیری

در بهره برداری از راکتور HWZPR، در گام 18 سانتیمتر، در اندازه گیری مقدار شار مطلق در راکتور HWZPR، با محاسبه ضریب تصحیح C، اثر مدت زمان افزایش توان در راکتور روی نتایج بدست آمده تصحیح گردیده است. با بررسی انجام شده در این مقاله، ملاحظه گردید که این روش می تواند باعث ایجاد خطای قابل ملاحظه ای تا 24% گردد. برای توانهای بالا و پریودهای طولانی مقدار این خطا افزایش می یابد. علاوه بر اندازه گیری مقدار مطلق شار، در اندازه گیری سایر پارامترهای فیزیکی راکتور از جمله اندازه گیری میزان شکافت (با شمارش تعداد رد پاره های شکافت روی پولک میکا) و ... مقدار دقیق مدت زمان پرتودهی، برای بدست آوردن جواب با دقت کافی الزامی است. با توجه به اینکه مجموعه آزمایشات راکتور HWZPR در گام جدید 20 سانتیمتر بایستی تکرار گردد، در این مرحله با استفاده از برنامه تهیه شده، برای هر



Examine and rectify the effects of changes in the zero power heavy water reactor (HWZPR) activity on irradiated samples

Z. Nasrazadati^{1*}, J. Khoursandi², R. Salimi¹, M. Behfarnia¹

¹M.Sc, Reactor Institute, Institute of Nuclear Science and Technology, Atomic Energy Organization, Esfahan, Iran

¹ Assistant professor, Reactor Institute, Institute of Nuclear Science and Technology, Atomic Energy Organization, Esfahan, Iran

* Corresponding author 's E-mail: zahranasr50@yahoo.com

(Received: 9/8/2015 - Accepted: 25/4/2015)

ABSTRACT

In this paper, we investigate the effect of neutron flux during irradiation on the activity of different samples and the result is reactor physics parameters. The reactor HWZPR, automatic systems for the transport of samples to the reactor and no samples irradiated in neutron flux completely fixed in practice not possible. For this purpose, the time variation of increase in constant flux created by the irradiation has been studied and correction coefficient is calculated. Due to operator error or other factors will be investigated. For this purpose, by taking the total area under the curve, a software application written in Matlab environment, the time constant exposure to irradiated samples with different decay constants is corrected. This effect can be used for long period's reactors and high power, for scales with short half-life significant.

Keywords: Heavy water reactor, correction factor, experimental results, changes in power, fission chamber detectors