بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه کاشان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته فیزیک گرایش هسته ای

عنوان

ارزیابی پارامتر های حفاظ گذاری برای چشمه نقطه ای ^{252}Cf با بکارگیری کد MCNP4c

استاد راهنما:

دکتر مهدی نصری نصرآبادی

به وسیله:

غلامحسین ایزدی وصفی

تیرماه ۱۳۸۹

تقدیم به :

پدر و مادر مهربان و فداکارم

تشکر و قدر دانی :

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می دانم از تمامی اساتید بزرگوارم به خصوص اساتید دوره ی کارشناسی ارشد که در طول این دوره من را در راه کسب علم و دانش و معرفت یاری نموده اند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد بزرگوار و گرامی جناب آقای دکتر مهدی نصری نصرآبادی که راهنمایی اینجانب را در انجام این تحقیق بر عهده داشتند کمال تشکر و امتنان را دارم.

چکیده :

در این پایان نامه آهنگ دز هم ارز و شار نوترون ها ی حاصل از چشمه کالیفرنیم-۲۵۲، برای ضخامت های مختلف از نه ماده آب، پارافین، پلی اتیلن، بتن، آهن، گرافیت، پلی بور، بوروپلی اتیلن وکربید بورون درگستره انرژی 10^{-8} eV تا 16 MeV با استفاده ازکد محاسباتی MCNP4c که مبتنی بر روش مونت کارلو می باشد، محاسبه و ارائه شده است. از آنجایی که کد MCNP4c تمام برهم کنش های نوترون با ماده را با تمام جزئیات آن ها در نظر می گیرد و تطابق نسبتا خوبی بین نتایج محاسبه شده با این کد با نتایج تجربی وجود دارد می توان گفت نتایج محاسبه شده با این کد دارای دقت لازم می باشند و می توان از آن ها در محاسبات حفاظ گذاری نوترون ها استفاده کرد.

با تحلیل نتایج محاسبه شده از این کد می توان نتیجه گیری کرد که بهترین حفاظ در برابر شار نوترون های حاصل از چشمه ^{252}Cf ، کربید بورون می باشد.

کلمات کلیدی: آشکارساز، چشمه کالیفرنیم-۲۵۲، روش مونت کارلو، ضرایب انباشت، شار نوترون، انرژی نوترون، حفاظ نوترونی.

1-^{252}**Cf** (Californium-252) 2-Monte Carlo Neutron Photon 3- $C_{25}H_{52}$

4- $(CH_2)_n$ 5- B_n 6- $(CH- B)_n$ 7- B_4C

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : تابش وبرهم کنش ۱

۱-۱- تابش مواد پرتوزا ۲

۱-۱-۱- منابع طبیعی تابش ۳

۱-۱-۱-۱- تابش کیهانی ۳

۱-۱-۱-۲- تابش طبیعی در پوسته زمین ۴

۱-۱-۱-۳- تابش طبیعی دراتمسفرزمین ۴

۱-۱-۱-۴- تابش طبیعی در بدن انسان ۵

۱-۲- انواع تابش های هسته ای ۶

۱-۲-۱- تابش آلفا ۷

۱-۲-۲- تابش بتا ۷

۱-۲-۳- تابش گاما ۸

۱-۲-۴- تابش نوترون ۸

۱-۳- برهم کنش تابش باماده ۹

۱-۳-۱- برهم کنش ذرات باردار با ماده ۹

۱-۳-۱-۱- یونیزاسیون ۱۰

۱-۳-۱-۲- انتقال انرژی جنبشی ۱۰

۱-۳-۱-۳- برانگیختگی مولکولی و اتمی ۱۰

۱-۳-۲- تابش های ذرات بدون بار ۱۱

۱-۳-۲-۱- برهم کنش گاما با ماده ۱۱

۱-۳-۲-۱-۱- پدیده فوتوالکتریک ۱۱

۱-۳-۲-۱-۲- پدیده کامپتون ۱۲

۱-۳-۲-۱-۳- پدیده تولید زوج ۱۲

۱-۳-۲-۲- برهم کنش نوترون با ماده ۱۳
۱-۳-۲-۲-۱- پراکندگی ۱۳
۱-۳-۲-۲-۲- جذب ۱۴
۱-۴- تقسیم بندی نوترون ها از نظر انرژی ۱۵
۱-۴-۱- چشمه های نوترون ۱۶
۱-۴-۱-۱- راکتورهای هسته ای ۱۶
۱-۴-۱-۲- شتابدهنده ۱۶
۱-۴-۱-۲-۱- مکانیسم واکنش های نوترون – پروتون (pوn) ۱۷
۱-۴-۱-۲-۲- مکانیسم واکنش های نوترون – دوترون (n وd) ۱۷
۱-۴-۱-۳- مولدهای نوترون ۱۸
۱-۴-۱-۴- رادیوایزوتوپ ها ۱۸
۱-۴-۱-۴-۱- چشمه کالیفرنیم-۲۵۲ ۱۹
فصل دوم : حفاظ و حفاظ سازی ۲۱
۲-۱- اثرات زیست شناختی تابش ۲۲
۲-۲- کمیت ها و واحد های تابش ۲۴
۲-۳- اصول کلی حفاظت در برابر پرتوزا ها ۲۷
۲-۳-۱- حفاظت دربرابرتابش داخلی ۲۸
۲-۳-۲- حفاظت دربرابرتابش خارجی ۲۹
۲-۳-۲-۱- زمان ۲۹
۲-۳-۲-۲- فاصله ۲۹
۲-۳-۲-۳- حفاظ سازی ۳۰
۲-۳-۲-۳-۱ تاریخچه حفاظ سازی ۳۰
۲-۳-۲-۳-۲- نکات حفاظ سازی ۳۱
۲-۳-۲-۳-۳- انتخاب مواد مناسب برای استفاده در حفاظ سازی ۳۲

۲-۴- پارامترهای تاثیر گذار برروی محاسبات دز جذب شده ۳۷
۲-۴-۱- ضرایب انباشت ۳۷
۲-۴-۱-۱- ضریب تضعیف μ ۳۷
۲-۴-۱-۲- تعیین محدوده ضرایب انباشت ۴۰
۲-۴-۱-۳- عوامل بستگی ضرایب انباشت ۴۰
۲-۴-۱-۳-۱- مسافتی که ذره درحفاظ طی می کند.(ضخامت محیط) ۴۰
۲-۴-۱-۳-۲- انرژی چشمه تابش ۴۰
۲-۴-۱-۳-۳- پیکربندی هندسی محیط(آرایش حفاظ وچشمه) ۴۰
۲-۴-۱-۳-۴- نوع محیط (عدداتمی) ۴۱
۲-۴-۱-۴- تصحیحات ضرایب انباشت ۴۱
۲-۴-۱-۴-۱- تصحیح فرود مایل ۴۱
۲-۴-۱-۴-۲- تصحیح محیط محدود ۴۲
فصل سوم: شبیه سازی مونت کارلو و کد محاسباتیMCNP4c ۴۴
۳-۱- شبیه سازی مونت کارلو ۴۵
۳-۱-۱- تاریخچه شبیه سازی مونت کارلو ۴۵
۳-۲- کد محاسباتی MCNP4c ۴۶
۳-۲-۱- تاریخچه کد محاسباتی MCNP4c ۴۷
۳-۳- کار با کد MCNP ۴۷
۳-۴- پرونده ورودی یا INP ۴۹
۳-۴-۱- بلوک پیغام ۵۰
۳-۴-۲- کارت عنوان مسئله ۵۰
۳-۴-۳- کارت معرفی سلول ۵۰
۳-۴-۴- کارت سطح ۵۱
۳-۴-۴-۱- سطوحی که به وسیله معادلاتشان مشخص می‌شوند ۵۲
۳-۴-۴-۲- سطوحی که به نام ماکروبادی هستند ۵۴

۳-۴-۴-۲-۱- استوانه مدور راست‌گرد -RCC ۵۴
۳-۴-۵- کارت اطلاعات ۵۴
۳-۴-۵-۱- کارت معرفی نوع مسئله ۵۵
۳-۴-۵-۲- کارت معرفی مواد ۵۵
۳-۴-۵-۳- کارت معرفی چشمه ۵۶
۳-۴-۵-۳-۱- دستور SDEF ۵۷
۳-۴-۵-۳-۲- کارت SIn ۵۸
۳-۴-۵-۳-۳- کارت SPn ۵۸
۳-۴-۵-۴- کارت درخواست ۶۰
۳-۴-۵-۴-۱- کارت درخواست Fna ۶۱
۳-۴-۵-۴-۲- کارت درخواست F5 ۶۳
۳-۴-۵-۴-۳- کارت En ۶۳
۳-۴-۵-۴-۴- کارت انرژی دز و تابع دز DEn – DFn ۶۴
۳-۴-۵-۵- روش های کاهش واریانس ۶۴
۳-۴-۵-۵-۱- روش رولت روسی ۶۵
۳-۴-۵-۵-۲- روش تکثیر ۶۵
۳-۴-۵-۶- کارت‌های خاتمه دهنده (Cut off) ۶۶
۳-۴-۵-۶-۱- قطع انرژی سلول به سلول یا ELPT ۶۶
۳-۴-۵-۶-۲- خاتمه دهنده تاریخچه یا NPS ۶۷
۳-۵- دستورات اجرایی ۶۷
۳-۵-۱- run کردن برنامه ۶۷
۳-۵-۲- رسم هندسه ۶۸
۳-۶- خطاها ۶۸
۳-۶-۱- پیغام‌های خطا ۶۹
۳-۶-۲- خطاهای هندسی ۶۹

۳-۷- دستورهای جانبی ۷۰
۳-۷-۱- دستور چاپ PRINT ۷۰
فصل چهارم : محاسبه شاروآهنگ دز هم ارز نوترون با استفاده ازکد محاسباتیMCNP4c ... ۷۱
۴-۱- مقدمه ۷۲
۴-۲- ساختار برنامه ۷۲
۴-۳- نتایج حاصل از کد ۷۵
۴-۳-۱- جداول ۷۵
۴-۳-۲- نمودارها ۸۶
فصل پنجم: بحث ونتیجه گیری ۹۷
۵-۱- آب ۹۸
۵-۲- پارافین ۹۹
۵-۳- پلی اتیلن ۹۹
۵-۴- بتن ۱۰۰
۵-۵- آهن ۱۰۱
۵-۶- گرافیت ۱۰۱
۵-۷- پلی بور ۱۰۲
۵-۸- بورو پلی اتیلن ۱۰۳
۵-۹- کربید بورون ۱۰۳
۵-۱۰- فهرست مراجع ۱۰۵

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱)- مقدار ضریب کیفیت برای انواع مختلف پرتوها ۲۷

جدول (۳-۱)- انواع صفحات، دستورالعمل ها و ترتیب ورودی ها ۵۳

جدول (۳-۲)- فهرستی از کارت‌های درخواست ۶۱

جدول(۳-۳)- کارت‌های درخواست Fn ۶۲

جدول (۴-۱)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ آب برحسب ($1/cm^2$) ۷۵

جدول (۴-۲)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ پارافین برحسب ($1/cm^2$) ۷۶

جدول (۴-۳)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ پلی اتیلن برحسب ($1/cm^2$) ۷۷

جدول (۴-۴)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ بتن برحسب ($1/cm^2$) ۷۸

جدول (۴-۵)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ آهن برحسب ($1/cm^2$) ۷۹

جدول (۴-۶)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ گرافیت برحسب ($1/cm^2$) ۸۰

جدول (۴-۷)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ پلی بور برحسب ($1/cm^2$) ۸۱

جدول (۴-۸)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ بورو پلی اتیلن برحسب ($1/cm^2$) ۸۲

جدول (۴-۹)- شار نوترون گرمایی، میانی و تند در ضخامت های مختلف حفاظ کربید بورون برحسب ($1/cm^2$) ۸۳

جدول (۴-۱۰)- آهنگ دز هم ارز در ضخامت های مختلف حفاظ بر حسب (msv/h)..... ۸۴

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل(۳-۱)- پرتوهای موازی که تحت زاویه θ به سطح تیغه حفاظ برخورد می کند ۴۲

شکل(۳-۲)- ضرایب انباشت محیط محدود ومحیط نامحدود، آب ، آهن و سرب برحسب انرژی ۴۳

شکل(۴-۱)- سطح مقطع طولی..... ۷۳

شکل(۴-۲)- سطح مقطع عرضی ۷۴

شکل (۴-۳)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ آب..... ۸۶

شکل (۴-۴)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ پارافین ۸۶

شکل (۴-۵)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ پلی اتیلن..... ۸۷

شکل (۴-۶)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ بتن..... ۸۷

شکل (۴-۷)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ آهن..... ۸۸

شکل (۴-۸)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ گرافیت..... ۸۸

شکل (۴-۹)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ پلی بور..... ۸۹

شکل (۴-۱۰)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ بوروپلی اتیلن..... ۸۹

شکل (۴-۱۱)- نمودار شار به ازاء یک ذره بر حسب ضخامت در حفاظ کربید بورون..... ۹۰

شکل (۴-۱۲)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ آب..... ۹۱

شکل (۴-۱۳)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ پارافین..... ۹۱

شکل (۴-۱۴)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ پلی اتیلن ۹۲

شکل (۴-۱۵)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ بتن..... ۹۲

شکل (۴-۱۶)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ آهن ۹۳

شکل (۴-۱۷)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ گرافیت ۹۳

شکل (۴-۱۸)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ پلی بور ۹۴

شکل (۴-۱۹)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ بوروپلی اتیلن ۹۴

شکل (۴-۲۰)- نمودار آهنگ دز هم ارز بر حسب ضخامت در حفاظ کربید بورون ۹۵

شکل (۴-۲۱)- مقایسه نتایج تجربی ونتایج حاصل از کد MCNP در حفاظ آب ۹۶

فهرست علائم اختصاری

α	Alpha particle
β	Beta particle
γ	Gamma particle
μ	Macroscopic total cross section
σ	Microscopic absorption cross section
p	density
M	Atomic weight
B	Buildup factor
$I_.$	Neutron uncollided intensity
I	Total neutron intensity
I^S	Neutron collided intensity
Geom	Geometry
IMP	Important
MCNP	Monte Carlo Neutron Photon
NPS	Count of source particles started
PAR	type of particle source emits

POS	reference point for positioning sampling
SDEF	Source Definition
SUR	surface
TME	Time at the particle position
WGT	particle weight
ZZZ	Z-coordinate of the particle position

فصل اول

تابش و برهم کنش

۱-۱ تابش مواد پرتوزا

حدود اواخر قرن نوزدهم اکثر دانشمندان بر این عقیده بودند که تمام مسائل عمده فیزیک حل شده اند. در سال ۱۸۹۵، رونتگن اشعه ایکس را کشف کرد. این اشعه نخست در معاینات پزشکی به کار رفت و بعدها برای بررسی ساختمان اساسی مواد مورد استفاده قرار گرفت. چند ماه بعد ماری کوری این پدیده جدید را رادیو اکتیو نامید. او و همسرش پیر کوری، همچنین پولونیم و رادیم را کشف کردند. ماری کوری نخستین کسی بود که از اصطلاح «رادیواکتیو» برای موادی که فعالیت الکترومغناطیسی قابل توجه دارند استفاده کرد. مواد رادیواکتیو از اتم های ناپایداری تشکیل می شوند که تجزیه می شوند و انرژی سطح بالایی به نام تابش رادیواکتیو را آزاد می کنند. برای حفاظت در برابر این تابش ها اول باید با منابع تولید آن ها آشنا شویم.

منابع تابش

تابش هایی که ما در زندگی روزمره در معرض آن قرار می‌گیریم، هم از منابع طبیعی و هم از منابع مصنوعی ایجاد می‌شوند.

منابع پرتوزای طبیعی آن دسته از مواد پرتوزا هستندکه در طبیعت به صورت ذاتی وجود دارند و انسان در به وجود آمدن آن ها هیچ نقشی ندارد.

منابع پرتوزای مصنوعی آن دسته از مواد پرتوزا را شامل می شود که ساخته دست انسان هستند و برای تولید آن ها، انسانی تلاش کرده است.

1-polonium 2-Radium

۱-۱-۱ منابع طبیعی تابش

فراوان ترین منابع تابشی که مردم از آن پرتوگیری می‌کنند، از زمینه‌های طبیعی است، که شامل تابش کیهانی، مواد رادیواکتیو طبیعی موجود در زمین، اتمسفر و بدن خودمان است.

۱-۱-۱-۱ تابش کیهانی

تابش کیهانی در فضای خارجی جو به وجود آمده و اساسا شامل پروتون های با انرژی بالاست. زمانی که این ذرات با اتمسفر زمین برخورد می‌کنند، موجب به وجود آمدن واکنش های هسته‌ای می‌گردند که در نتیجه رگباری از دیگر ذرات زیراتمی مخصوصا الکترون ها، مزون ها، نوترون ها، نوترینوها و فوتون ها به وجود می‌آید. نوترون های پرانرژی با اتم های نیتروژن برخورد می کنند. پس از برخورد نوترون با نیتروژن این اتم ها به اتم های کربن-۱۴ به اضافه اتم های هیدروژن تبدیل می شوند. کربن-۱۴رادیواکتیو است با نیمه عمری حدود ۵۷۰۰ سال (نیمه عمر مدت زمانی است که نصف اتم های یک ماده رادیواکتیو به دلیل تابش غیرفعال می شوند).

تابش کیهانی هر روز و به مقدار زیاد به اتمسفر زمین می رسد. برای مثال در هر ساعت نیم میلیون تابش کیهانی به هر فرد می تابد. شدت پرتوهای کیهانی در برابر ارتفاع بسیار متغیر است. در ارتفاعات بالاتر از سطح دریا، اتمسفر کمتری برای جذب پرتوهای کیهانی وجود دارد و از این رو شدت تابش بیشتر می‌باشد. مردمی که در شهرهای مرتفع زندگی می‌کنند، دز بیشتری از تابش کیهانی در سال دریافت می‌کنند.

1-^{14}C (carbon-14)

۱-۱-۱-۲ تابش طبیعی در پوسته زمین

مواد پرتوزای طبیعی، به طور وسیعی در سرتاسر پوسته زمین گسترده‌اند و در نتیجه انسان ها تحت تابش اشعه گامایی که از این مواد ساطع می‌شود، قرار دارند. مقدار تابش مورد بحث، از کمی کمتر از حد تابش پرتوهای کیهانی در چند نقطه، تا چندین برابر آن ها در بعضی نقاط دیگر، تغییر می‌کند. سنگ های آهک و ماسه سنگ ها، دارای پرتوزایی کمی هستند، اما بعضی سنگهای رسی، به ویژه آنهایی که دارای مواد آلی هستند، تابش زیادی دارند. زمین حاوی عناصر رادیواکتیو زیادی است که مهم ترین آن ها در رابطه با تولید دز عبارتند از: پتاسیم، روبیدیم، توریم، اورانیوم و فراورده های رادیواکتیو حاصل از واپاشی آن ها.

۱-۱-۱-۳ تابش طبیعی دراتمسفرزمین

در طبیعت دو ماده پرتوزای مهم اورانیوم ۲۳۸ و توریم۲۳۲ وجود دارند که نیم عمری معادل میلیون ها سال دارند و چون این نیم عمر نزدیک عمر زمین است، از این رو فیزیکدانان می‌گویند که این مواد از همان ابتدای تشکیل زمین وجود داشته‌اند. وقتی که این دو ماده استحاله شده و می‌شکنند، نه فقط از خود تشعشع ساطع می‌کنند، بلکه مواد پرتوزای دیگری با نیم عمر کوتاه به وجود می‌آورند. مهم ترین محصول این واپاشی، رادون است که گازی بی‌اثر و سنگین می‌باشد. محصولات واپاشی رادون شامل ایزوتوپ های پرتوزای سرب، بیسموت وپلونیوم است و اگر استنشاق شوند، در ریه‌ها می‌نشینند و باعث بروز خطر برای سلامتی می‌شوند.

1-^{40}K(Potassium) 2-Rubidium 3-Thorium 4-Uranium