بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکز

دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش هسته‌ای

عنوان:

تعیین دوز جذب شده توسط اندام بدن در میدان نوترونی با انرژی 2.45 MeV ناشی از همجوشی D-D

استاد راهنما:

دکتر مسعود عبداله زاده

استاد مشاور:

دکتر محسن شایسته

پژوهشگر:

معصومه نون بده

تابستان ۱۳۹۰

تقدیم به:

این پایان نامه را به خانواده‌ي عزیزم
که در طول مدت تحصیل
صبورانه مشکلات را تحمل کردند تقدیم
مي‌نمایم.

تشكر و قدرداني:

بدينو سيله مراتب تشكر و سپاسگزاري خود را از اساتيدي كه در انجام اين پايان‌نامه به انحاي مختلف اينجانب را ياري نموده‌اند اعلام مي‌دارم ياري بي‌دريغ و سرشار از مهر اساتيد راهنما و مشاورم جناب آقاي دكتر مسعود عبداله‌زاده، آقاي دكتر محسن شايسته در تمام مراحل و حل مشكلات پيش آمده همواره شامل حال من بود.

در ضمن مايلم در اينجا از آقاي دكتر ياسر كاسه‌ساز كه يار و همراه من بودند تشكر كنم.

همچنين مراتب سپاس خود را نسبت به تمام معلمين و تمام اساتيدي كه از آغاز زندگي به من دانش آموختند از اولين آنان تا اساتيد راهنما و مشاور خود ابراز نمايم.

معصومه نون بده

باسمه تعالی

در تاریخ:

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای/ خانم از پایان‌نامه خود دفاع نمـوده و بـا

نمره بـه حـروف و بـا درجـه مـورد

تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما

باسمه تعالی

دانشکده: علوم پایه

این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است.

نام واحد دانشگاهی: تهران مرکزی کد واحد:۱۰۱	کد شناسایی پایان نامه: ۱۰۱۳۰۲۱۸۸۸۱۰۱۱
عنوان پایان نامه: تعیین دوز جذب شده توسط اندام بدن در میدان نوترونی با انرژی 2.45MeV ناشی از همجوشی D-D	
نام و نام خانوادگی دانشجو: معصومه نون بده شماره دانشجویی: ۸۷۰۰۰۲۵۰۸۰۰ رشته تحصیلی: فیزیک هسته‌ای	تاریخ شروع پایان‌نامه: نیمه دوم سال ۹۰ تاریخ اتمام پایان نامه: ۱۳۹۰/۶/۱۹
استاد/ استادان راهنما: دکتر مسعود عبداله زاده استاد/ استادان مشاور: دکتر محسن شایسته	

چکیده پایان نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش‌های اجرا و نتایج به دست آمده):

هدف از این پروژه تعیین دوز جذب شده توسط اندام بدن در میدان نوترونی با انرژی۲/٤٥MeV ناشی از همجوشی در چشمه پالسی D-D می باشد نوترون هایی که به بدن انسان برخورد می‌کنند، از طریق برخوردهای کشسان و ناکشسان با هسته‌ها و از طریق تابش ثانویه که بعد از جذب نوترون‌ها گسیل می شود، به آن انرژی منتقل می‌کند. بخش بزرگ انتقال انرژی از طریق برخوردهای کشسان با هیدروژن و به میزان کمتری از طریق برخوردها با هسته های اکسیژن و کربن صورت می گیرد، مقدار دوز جذب شده در بدن از روش مونت کارلو به کمک کد MCNP4C محاسبه شده است، مقادیر دوز در این پروژه برای فواصل مختلف از فانتوم محاسبه شده است. محاسبات و اندازه گیری ها در چهار حالت هندسی RLAT, LLAT, PA, AP برای فانتوم انسانی انجام شده است.

نظر استاد راهنما برای چاپ در پژوهش نامه دانشگاه مناسب است/ مناسب نیست تاریخ و امضاء

فهرست مطالب

فصل اول: همجوشی هسته ای و روشهای تولید نوترون

مقدمه: ۱

۱-۱- چشمه های نوترونی ٦

۱-۱-۱- چشمه های α-Be ٦

۱-۱-۲- ژنراتورهای نوترون ٦

۱-۱-۳- شکافت خود به خودی ۷

۱-۱-٤- چشمه راکتور ۷

۱-۱-۵- چشمه های حاصل از واکنش های هسته ای ۸

۱-۲- همجوشی هسته ای: ۱۰

۱-۲- گسیل نوترون از پلاسمای کانونی ۱۳

۱-۲-۱- تعریف پلاسما ۱۳

۱-۲-۲- محصور سازی پلاسما ۱۳

۱-۲-۳- محصور سازی مغناطیسی ۱٤

۱-۲-٤- محصور سازی لختی ۱۵

۱-۲-۵- دستگاه پلاسمای کانونی (فوکوس) ۱۷

۱-۲-٦- خواص پلاسمای کانونی به عنوان یک چشمه نوترون ۱۸

فصل دوم: اندرکنش و دوزیمتری نوترون

۲-۱- اندرکنش نوترون با ماده ۲۱

۲-۲- اصول واکنش های هسته ای نوترون ۲۲

۲-۲-۱- سطح مقطع و پویش آزاد متوسط ۲۲
۲-۲-۲- سطح مقطع نوترون..... ۲٤
۲-۲-۳- تابعیت انرژی سطح مقطع ها:..... ۲۵
۱) پراکندگی الاستیک: ۲۹
۲) پراکندگی غیر الاستیک:..... ۲۹
۳) جذب: ۲۹
۲-۳- کند شدن نوترون ها..... ۳۱
۲-۳-۱- دسته بندی کند کننده ها و خواص آن ها..... ۳۲
۲-٤- اندرکنش های پرتو گاما با ماده..... ۳۳
۲-٤-۱- پراکندگی کامپتون ۳٤
۲-٤-۲- اثر فوتوالکتریک ۳۵
۲-٤-۳- پدیده تولید زوج..... ۳۵
۲-٤-٤- ضرایب تضعیف ۳٦
۲-۵- دوزیمتری نوترون ۳۷
۲-٦- دوز جذب شده..... ٤۱
۲-۷- دوز معادل ٤۱
۲-۸- دوز معادل مؤثر ٤۳
۲-۹- کِرما:..... ٤٤
۲-۱۰- دوزیمترهای نوترون..... ٤۵
۲-۱۰-۱- دوزیمتری نوترون (TLD)..... ٤۵
۲-۱۰-۲- آشکارساز نوترون قطره ابر حرارت (SDD)..... ٤۷

۲-۱۰-۳- دوزیمتر نوترون حالت جامد ٤٩
۲-۱۰-٤- کره بونر ودیگر ردیابهای قابل حمل نوترون: ٥١

فصل سوم: روش مونت کارلو و شبیه سازی با کد MCNP

۳-۱- مقدمه‌ای بر مونت کارلو: ٥٤
۳-۲- خصوصیات روش مونت کارلو ٥٥
۳-۳-همانند سازی ترابرد پرتوها با روش مونت کارلو ٥٦
۳-٤- مراحل مختلف در ترابرد پرتوها با روش مونت کارلو ٥٧
۳-٥- کد MCNP ٥٧
نوترون‌ها: ٥٨
فوتونها: ٥٨
۳-٦- ساختار فایل ورودی MCNP ٥٨
الف) سطوح ٥٨
ب) سلول‌ها ٥٩
پ) مواد ٥٩
ج) تالی ها (چه کمیتی به عنوان خروجی، مورد نظر می‌باشد) ٦٠
د) نوع ذرات چشمه (MODE) ٦٠
ذ) تعریف چشمه SDEF ٦٠
ر) اهمیت سلول های (IMP) ٦١
ز) زمان یا تعداد ذرات (CTME or NPS) ٦١
۳-۷- توصیف مختصری از تالی ها ٦١

الف) تالی F1 : جریان سطحی ٦١
ب) تالی F2 : شار سطحی ٦٢
ج) تالی F4 : شار حجمی ٦٢

فصل چهارم: نتایج شبیه سازی با کد MCNP و محاسبات

٤-١- فانتوم شبیه سازی شده بدن انسان ٦٥
٤-٢- چشمه نوترونی D-D ٦٧
٤-٣- محاسبه میزان دوز دریافتی فانتوم در میدان نوترونی ٢/٤٥MeV چشمه D-D ٦٩
٤-٤- بررسی و نتایج محاسبات دوزیمتری ٧١
٤-٤-١- نتایج محاسبات حالت AP ٧١
٤-٤-٢- نتایج و محاسبات حالت PA ٧٥
٤-٤-٣- نتایج محاسبات حالت LLAT ٧٨
٤-٤-٤- نتایج محاسبات حالت RALT ٨٠
٤-٥- بررسی نتایج دوزیمتری برای ارگان ها در حالت های هندسی ٨٤
(RLAT, LLAT, PA, AP) ٨٤
٤-٥-١- بررسی دوز جذب شده در کلیه ٨٤
٤-٥-٢- بررسی دوز جذب شده در کبد ٨٥
٤-٥-٣- بررسی دوز جذب شده در بیضه ها ٨٦
٤-٥-٤- بررسی دوز جذب شده در ریه ها ٨٧
٤-٦- نتایج دوز معادل مؤثر کل برای کاربردر یک سال کاری ٨٩
٤-٧- نتیجه گیری و پیشنهادها: ٩٤

چکیده لاتین ۹۹
فهرست مراجع ۹۶
پیوست ۹۹

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- ساختار داخلی ژنراتور نوترون ۷

شکل ۱-۲-نمودار انرژی بستگی بر حسب عدد جرمی ۱۱

شکل ۱-۳- تصویر کپی پدیده Z پینچ ۱۶

شکل ۱-٤: طرحی از یک نوع از ابزار پلاسما کانونی ۱۷

شکل ۲-۱- سطح مقطع میکروسکوپ و پویش آزاد متوسط ۲٤

شکل ۲-۲- سطح مقطع میکروسکوپی U-۲۳۵ بر حسب انرژی نوترون ۲۷

شکل ۲-۳-تابعیت انرژی سطح مقطع ها ۲۸

شکل ۲-٤- اثر کامپتون ۳٤

شکل ۲-۵- اهمیت نسبی سه بر هم کنش عمده‌ی گاما ۳۷

شکل ۲-٦- رابطه بین کرما و دوز تابش فوتون یا نوترون‌های تند ٤٤

شکل ۲-۷- دوزیمتری به روش حباب الکتروستاتیک ٤۸

شکل ۲-۸- آشکارسازهای فوق حرارتی شده گرم کننده غیرفعال، با بازخوانی حجمی برای اندازه‌گیری دوز زیاد نوترون ٤۹

شکل ۲-۹- نمودار طرح کلی از راه اندازی (تنظیم) آزمایشی ۵۰

شکل ۲-۱۰- طرح شماتیک از کره بونر ۵۲

شکل ۳-۱- سطح دلخواه S داخل مربع واحد ۵۵

شکل ٤-۱- فانتوم انسانی مرد بالغ ٦۷

شکل ٤-۲ فانتوم و چشمه نوترونی 2.45MeV ٦۸

شکل ٤-۳- دوز معادل مؤثرنوترون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فانتوم از چشمه نوترونی D-D ۷۲

شکل -٤-٤- دوز معادل مؤثرفوتون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فانتوم از چشمه نـوترونی D-D ٧٣

شکل٤-٥-مجموع دوز معادل مؤثرنوترون وفوتون بر ارگان‌ها بر حسب تغییـر فاصـله فـانتوم از چشمه نوترونی D-D..... ٧٤

شکل ٤-٦- دوز معادل مؤثرنوترون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فانتوم از چشـمه نـوترونی D-D ٧٥

شکل ٤-٧- دوز معادل مؤثرفوتون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فـانتوم از چشـمه نـوترونی D-D ٧٦

شکل ٤-٨ مجموع دوز معادل مؤثرنوترون و فوتون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فـانتوم از چشمه نوترونی D-D..... ٧٧

شکل ٤-٩دوز معادل مؤثرنوترون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فانتوم از چشمه نوترونی D-D ٧٨

شکل ٤-١٠ دوز معادل مؤثرفوتون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فـانتوم از چشـمه نـوترونی D-D ٧٩

شکل٤-١١- مجموع‌دوزمعادل‌مؤثرنوترون‌وفوتون‌برارگان‌هـا بـر حسـب تغییـر فاصـله فـانتوم از چشمه نوترونی D-D..... ٨٠

شکل ٤-١٢- دوز معادل مؤثرنوترون بر ارگان‌ها بر حسب تغییر فاصله فانتوم از چشمه نوترونی D-D ٨١

شکل٤-١٤- مجموع‌دوزمعادل‌مؤثرنوترون‌وفوتون‌برارگان‌هـا بـر حسـب تغییـر فاصـله فـانتوم از چشمه نوترونی D-D..... ٨٣

شکل ٤-١٥- دوز معادل مؤثرکل بر کلیه بر حسب فاصله فـانتوم از چشـمه نـوترونی در چهـار

هندسه پرتوگیری ۸۵

شکل ٤-١٦- دوز معادل مؤثرکل بر کبد بر حسب فاصله فانتوم از چشمه نوترونی در چهار هندسه پرتوگیری ۸٦

شکل ٤-١٧- دوز معادل مؤثرکل بر بیضه بر حسب فاصله فانتوم از چشمه نوترونی در چهار هندسه پرتوگیری ۸۷

شکل ٤-١٨- دوزموثرکل برریه بر حسب فاصله فانتوم از چشمه نوترونی درچهارهندسه پرتوگیری ۸۸

جدول ۱-۲- پایاهای کندکنندگی موادمتداول..... ۳۲
جدول ۲-۲- وزن تابشی برای تابش‌های مختلف ٤۲
جدول ۲-۳- ضریب وزنی بافت برای بافت‌های مختلف ٤۳
جدول ۲-٤- واکنش‌های نوترون در مواد گرما لیانی LiF..... ٤٦
جدول ٤-۱- عناصر تشکیل دهنده فانتوم انسانی [۲۹]..... ٦٦
جدول ٤-۲- محاسبه دوز جذب شده در ریه با استفاده از تالی F4 ..... ٦۹
جدول٤-۳- محاسبه دوز معادل موثر نوترون در ریه ۷۰
جدول٤-٤- دوز جذبی ناشی از گامای القایی حاصل از اندرکنش نوترون برای ریه ۷۰
جدول ٤-۵- دوز معادل مؤثرکل بر ارگان‌هادر یک سال کاری در هندسه پرتوگیری AP بر حسب (PSv)..... ۸۹
جدول ٤-٦- دوز معادل مؤثرکل بر ارگان‌ها در یک سال کاری در هندسه پرتوگیری PA بر حسب (PSv)..... ۹۰
جدول ٤-۷- دوز معادل مؤثرکل بر ارگان‌ها در یک سال کاری در هندسه پرتوگیری LLAT بر حسب (PSv)..... ۹۱
جدول ٤-۸- دوز معادل مؤثرکل بر ارگان‌ها در یک سال کاری در هندسه پرتوگیری RLAT بر حسب (PSv)..... ۹۲

مقدمه:

باتوجه به اینکه منابع انرژی فسیلی محدود و روبه پایان است وآلودگی محیط زیست بر اثر سوزاندن این سوخت ها وجود دارد, استفاده از منبع انرژی هسته ای جایگزین خوبی برای منبع فسیلی می باشد. تاکنون دو روش در تولید این گونه انرژی از طریق فرایندهای مهم هسته ای با استفاده از این منابع شناخته شده است:

۱-شکافت هسته ای

۲-همجوشی هسته ای

شکافت اورانیوم که علاوه بر آزادسازی انرژی با گسیل چندنوترون نیز همراه می شود منشاء تحولات بسیاری در قرن اخیر شده است.درطی پژوهش هایی که در قبل از جنگ جهانی دوم به ویژه در فرانسه و آلمان انجام گرفت مشخص شدکه نوترون های آزاد شده می تواند تحت شرایط مناسب برای ایجاد شکافت درهسته های اورانیوم مورد استفاده قرارگیرند و بدین ترتیب یک برهم کنش زنجیره ای را می توان آغاز نمود که باعث آزادسازی مقدار قابل ملاحظه ای انرژی از آن برهم کنش شود.از راکتورهای هسته ای شکافتی می توان برای تحقق چند هدف عمده استفاده کرد:

۱-تولیدبرق

۲-به حرکت درآوردن موتورشناورهای دریایی به ویژه زیر دریایی ها

۳-آزمایش مواد تحقیق واستفاده های آزمایشی

از راکتورهای شکافت از اورانیوم و پلوتونیوم برای تولید الکتریسیته استفاده می کنند که محدودیت منابع برای این سوخت های شکافت هسته ای و هزینه زیاد غنی سازی این عناصر شکافت پذیر وجود دارد. در شکافت یک اتم به دو اتم کوچکتربا استفاده از نوترون مقادیر زیادی انرژی به همراه چند نوترون آزادمی شود که این نوترونها می توانند هسته های دیگر را شکسته و نوترون های دیگر تولید کنند همه عناصرحاصل از شکافت یک خصوصیت مشترک دارند این

خصوصیت مشترک آن است که همه آنهارادیواکتیوهستند.

زباله های رادیواکتیو آنها برای صدها هزار سال یا بیشتر رادیواکتیو می مانند.

خطر بعدی آنها مربوط به نوترون باانرژی بالای آنها است.گرمای تولید شده ازنظرسطح تولید نوترون برای جوشاندن آب برای یک مولد قوی بخار استفاده می شود این نوترون های با انرژی زیاد می توانند مواد عادی درساختمان راکتور رانیز رادیواکتیوکنند.که این امرمستلزم ایمنی و کنترل دقیق راکتورهای شکافت است.

امکان انفجار و سوانح هسته ای نیز در راکتورهای شکافت وجود دارد. حوادثی چون حادثه چرنوبیل در ۲۶اوریل ۱۹۸۶نمونه ای ازاین خطرات هستند.

به علت مزایای عمده راکتورهای همجوشی درتولید انرژی پاکیزگی زیست محیطی وارزانی منابع پژوهش های دراین زمینه همچنان ادامه دارد.دراین راستا انواع مختلفی ازدستگاه های توکامک و تنگش z و.... طراحی وساخته شده اندکه دستگاه پلاسمای کانونی ازجمله این دستگاه هامی باشد.

در فرایند همجوشی (گداخت) دو هسته سبک با سرعت زیاد به هم نزدیک می‌شوند، تا به یکدیگر پیوند خورده و هسته ای سنگین تر از خود به وجود آورند. در اثر این واکنش انرژی زیادی به صورت نور و گرما آزاد می شود. (این واکنش در واقع همان واکنشی است که در داخل خورشید و ستارگان رخ می دهد و منجر به آزاد شدن انرژی می شود) اما چون هسته ها دارای بار الکتریکی مثبت هستند، نیروی دافعه الکتروستاتیک بین آن ها، مانع بزرگی برای نزدیک شدن هسته ها می‌باشد، به طوری که در فواصل خیلی نزدیک این دافعه فوق العاده زیاد است. برای حل این مشکل لازم است به هسته ها آن قدر انرژی داده شود که از سد کولنی یکدیگر عبور کرده و وارد قلمرو هسته ای شوند، از آن به بعد به شدت همدیگر را جذب می کنند و اتمی سنگین تر تولید شده و مقداری انرژی آزاد می کنند، اما از آن جا که سرعت یک گاز با درجه حرارت گاز رابطه مستقیمی دارد، لذا اگر دمای گاز تا حد چندین میلیون درجه سانتیگراد بالا برده شود، سرعت لازم برای عبور از این سد

کولنی به دست می آید.

همجوشی هسته ای یک منبع انرژی پتانسیل است که پایدار کردن آن تا حدودی مشکل هست، ولی اکنون دانشمندان در تلاشند تا با ساخت ماشین‌هایی در حوزه همجوشی هسته‌ای، سرعت واکنش را به حدی کاهش دهند که واکنش همجوشی قابل کنترل شده و بتواند برای مقاصد صلح جویانه ای مانند تولید برق مفید باشد. برای انجام فرایند همجوشی باید تراکم گاز خیلی زیاد و دما در حدود ۵۰ میلیون درجه کلوین شود. در این وضع الکترون ها از اتم جدا شده و گاز کاملاً یونیده می شود و هسته ها در دریایی از الکترون ها غرق می شوند. چنین مجموعه ای از ذرات باردار با چگالی بالا را پلاسما می نامند (در ستارگان یا خورشید ماده به صورت پلاسما است). در واکنش همجوشی علاوه بر تولید انرژی بسته به نوع واکنش، پروتون یا نوترون و یا ذره آلفا نیز تولید می شود. مقدار انرژی حاصل از واکنش و احتمال انجام واکنش به انرژی جنبشی مواد و واکنش کننده ها وابسته می باشد.

نکته قابل توجه در کار با چشمه‌های همجوشی مسئله تعیین حدود دوز به عنوان راهنمای حفاظت در برابر تابش در پرتوگیری شغلی می باشد. مقدار خیلی زیادی از تجارب مربوط به این زمینه، از پرتوگیری بی‌قاعده انسان ها و از مطالعه بازماندگان بمباران هسته ای ژاپن، و بخش بزرگی نیز از تحقیقات آزمایشگاهی جانوران به دست آمده است.

بر اساس این داده ها و با فرض این که هر افزایشی در دوز تابش به همان نسبت احتمال خطر را افزایش می دهد، می‌توان حدود دوز را طوری تعیین کرد که وقتی در مورد کارگران شاغل در امور تابش به کار می رود بیش از مشاغلی که استانداردهای ایمنی بالایی دارند و «ایمن» محسوب می شوند احتمال خطر نداشته باشد. حدود دوز برای افرادی از جامعه که پرتوگیری آن ها ناشی از شغل نیست در سطحی تعیین شده است که خطر فرضی حاصل آن بسیار کمتر از خطراتی است که جامعه آن ها را به خاطر سایر منافع تکنولوژیکی می پذیرد. چون خطر اثرات تصادفی، چه تمام بدن به

صورت یکنواخت تحت تابش قرار گیرد و چه دوز تابش به صورت غیر یکنواخت توزیع شده باشد باید یکسان باشد، کمیسیون ICPR در سال ۱۹۷۷ به منظور کنترل اثرات تصادفی، دوز معادل موثر پرتوگیری شغلی را به 50mSv (5rem) در سال محدود کرد.

فصل اول

همجوشي هسته اي و

روشهاي توليد نوترون