چکیده

شبیه سازی رایانه ، جزء مفیدی برای بسیاری از سیستم های طبیعی در فیزیک ، شیمی، زیست شناسی و نیز برای سیستم های انسانی در اقتصاد و علوم اجتماعی (جامعه شناسی کامپیوتری) و همچنین در علوم مهندسی برای به دست آوردن بینش نسبت به عمل این سیستم ها شده است. در برنامه نویسی کامپیوتری ، یک شبیه ساز اغلب برای اجرای برنامه ای مورد استفاده قرار می گیرد که انجام آن برای رایانه با دشواری همراه است برای مثال ، شبیه سازها معمولا برای رفع عیب یک ریزبرنامه استفاده می شوند. از آن جایی که کار کامپیوتر شبیه سازی شده است،تمام اطلاعات در مورد کار رایانه مستقیماً در دسترس برنامه دهنده است و سرعت و اجرای شبیه سازی را می توان تغییر داد. در این تحقیق به بررسی پلتفرم ها و نرم افزارهای شبیه سازی رآکتورهای هسته ای می پردازیم.

کلمات کلیدی :

شبیه سازی کامپیوتری، رآکتور هسته ای، نرم افزار، پلفترم.

فهرست مطالب

فصل اول – کلیات تحقیق ۱

۱-۱) مقدمه ۲

۱-۲) بیان مسئله ۳

۱-۳) فرضیه‌های تحقیق ۴

۱-۴) اهداف تحقیق ۵

۱-۴-۱) اهداف علمی ۵

۱-۴-۲) اهداف کاربردی ۵

۱-۵) ضرورت تحقیق : ۵

۱-۶) روش کار ۶

۱-۷) تعاریف تحقیق ۷

۱-۷-۱) شبیه سازی کامپیوتری ۷

۱-۷-۲) راکتورهای هسته ای ۷

۱-۸) پیشینه تحقیق ۸

۱-۸-۱) تاریخچه سیمیلاتورهای راکتورهای هسته ای ۸

۱-۸-۲) تحقیقات داخلی انجام شده در زمینه موضوع تحقیق ۹

فصل دوم : بررسی Nuresim، چارچوب اروپایی برای شبیه سازی راکتور هسته ای ۱۳

۲-۱) مقدمه ۱۴

۲-۲) اهداف نورسیم ۱۵

۲-۳)مدیریت پروژه نورسیم و وقایع اصلی ۱۶

۲-۴) توسعه تحقیقاتی ۱۸

۲-۴-۱) SPI: فیزیک هسته ای نورسیم ۱۸

۲-۴-۱-۱) دستیابی و نتایج پژوهش های نتایج روش های پیشرفته مونت کارلو ۱۹

۲-۴-۱-۲) نتایج پژوهش‌های انجام شده در روش‌های پیشرفته پراکندگی و انتقالی ۱۹

۲-۴-۱-۳) نتایج پژوهش های روش های پیشرفته جنبش نوترون ۲۶
۲-۴-۱-۴) نتایج پژوهش های استانداردسازی چارچوب NCP ۲۶
۲-۴-۲) SP2: هیدرولیک گرمایی نورسیم ۲۷
۲-۴-۲-۱) اهداف و نتایج پژوهش های PTS (شوک گرمایی ناشی از فشار) ۲۸
۲-۴-۲-۲) نتایج فعالیت های موجود بر CHF (منحنی دمای بحرانی) ۳۲
۲-۴-۳) SP3: نورسیم چند فیزیکی (NMP) ۳۶
۲-۴-۴) SP4: تحلیل حساسیت و عدم قطعیت (NCU) ۳۸
۲-۴-۵) SP5: یکپارچه سازی نورسیم ۳۹
۲-۴-۵-۱) معماری و استفاده از چارچوب ۴۰
۲-۴-۵-۲) محیط نرم افزاری برای شبیه سازی چند فیزیکی ۴۲
۲-۴-۵-۳)یک محیط توسط برای تسهیل کار گروهی ۴۵
۲-۴-۵-۴) اجرا، پشتیبانی و یکپارچه سازی فعالیت ها ۴۸
۲-۵) نتیجه گیری ۴۹

فصل سوم : بررسی نرم افزار SIMTRANS : شبیه سازی راکتورهای هسته ای در حالت های گذرا و پایدار ۵۱

۳-۱) مقدمه ۵۲
۳-۲) معرفی بسته نرم افزاری SIMTRANS ۵۳
۳-۳) استفاده از بسته نرم افزاری SIMTRANS ۵۷
۳-۳-۱) حالت پایدار – بهره برداری نرمال ۵۷
۳-۳-۲)از دست رفتن آب تغذیه مولد بخار ۵۸
۳-۳-۳) حادثه از دست رفتن آب خنک کننده ۵۸
۳-۳-۴) خاموش شدن پمپ آب خنک کننده راکتور ۵۸
۳-۳-۵) خرابی لوله های مولد بخار ۵۹
۳-۴) خروجی های شبیه سازی ۵۹
۳-۴-۱) منحنی ها ۶۰

۳-۴-۲) اخطارها ۶۱
۳-۴-۳) جداول ۶۱
۳-۴-۴) انیماسیون ۶۱
۳-۴-۵) منوی بالای برنامه ۶۲
۳-۴-۶) دسترسی به نرم افزار ۶۲
فصل چهارم : شبیه سازی رآکتورهای هسته ای نوع بستر توپکی با کدMCNP: رآکتور 10 - HTR چین ۶۳
۴-۱) مقدمه ۶۴
۴-۲) تشریح رآکتور HTR – 10 ..... ۶۵
۴-۳) مدلسازی برای قلب رآکتور ۶۶
۴-۴) نتیجه گیری ۶۹
فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۳
۵-۱) نتیجه گیری ۷۴
۵-۲) پیشنهادات ۷۷
منابع و مؤاخذ ۷۹

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ : تحلیلگر SPN-MINOS– معماری داخلی در DESCARTES ۲۱

شکل۲-۲: نیروی جنبشی نوترون چندمقیاسی ۲۲

شکل ۲-۳ : تغییر مکان دامنه با چهار هسته جایگزین ۲۴

شکل ۲-۴ : NK-TH چند مقیاسی ۲۵

شکل ۲-۵: معماری چارچوب نورسیم ۴۰

شکل ۲-۶: کاربرد پلتفرم نورسیم ۴۱

شکل ۲-۷: محیط نرم افزاری برای مطالعات اجرایی ۴۲

شکل ۲-۸: بصری سازی محیط مسیرها (محاسبات CFD) ۴۳

شکل۲-۹: مدل تبادل اطلاعات ۴۴

شکل ۲-۱۰: احداث، اجرا و کنترل دوگانه سازی ۴۴

شکل۲-۱۱: اصول یکپارچه سازی کد ۴۵

شکل۲-۱۲: ابزارهای یکپارچه سازی کد ۴۵

شکل۲-۱۳: توسعه نورسیم و محیط تولید ۴۷

شکل۲-۱۴: محیط یکپارچه سازی در وب سایت نورسیم ۴۷

شکل ۳-۱: سیستم تأمین بخار هسته ای (NSSS) ۵۵

شکل ۳-۲. منحنی تغییرات زمانی فشار دریک حادثه ازدست رفتن آب تغذیه مولد بخار ۶۰

شکل۳-۳. نمایشگر اخطارهای سیستم در حادثه از دست رفتن آب تغذیه مولد بخار ۶۱

شکل ۴-۱: نمایی از مدل هندسی رآکتور HTR- 10 در شبیه سازی انجام شده ۶۶

شکل ۴-۲: تغییرات ضریب تکثیر بر حسب ارتفاع توپک برای توزیعsc و sh *ذرات سوخت* ۷۰

شکل ۴-۳: توزیع شعاعی سه گروهی شار نوترونی ۷۱

شکل۴-۴: توزیع انرژی شار نوترونی بر واحد لتارژی ۷۲

فهرست جداول

جدول ۴-۱: مقایسه ی ضرایب تراکم ساختارهای سلولی مختلف..... ۶۷
جدول ۴-۲: نتایج حاصل از محاسبات INEEL..... ۶۹

فصل اول – کلیات تحقیق

۱-۱) مقدمه فصل

بی تردید منابع انرژی فسیلی، به دلیل تجدیدناپذیری وآلودگی های زیست محیطی، نمی تواند امنیت انرژی را در چشم انداز بلندمدت برای کشورها تأمین نماید. بنابراین امروزه کشورهای توسعه یافته صنعتی به دنبال دستیابی به گزینه های متنوع تولید انرژی بوده و سرمایه گذاری های وسیعی را برای تحقیق و توسعه علوم و فن آوری های مرتبط اختصاص داده اند. از جمله توسعه علوم وفن آوری های هسته ای، بعد از یک دوره رکود به دلیل کاهش قیمت نفت، مجدداً در دستور کار دولت ها اعم از توسعه یافته و درحال توسعه قرار گرفته است و به طوری که این کشورها برنامه های گسترده ای را برای تأسیس و توسعه نیروگاههای هسته ای جدید تدارک دیده اند. کشور ما نیز، علی رغم برخورداری از منابع غنی نفت و گاز، از این قاعده مستثنی نیست و درکنار توسعه نیروگاه های بخاری، گازی، آبی، سیکل ترکیبی و غیره توسعه نیروگاه های هسته ای را نیز در دستور کار خود قرار داده است.

۱-۲) بیان مسئله

شبیه سازی کامپیوتری ابزاری است که در زمان نبود روش های تجربی می تواند کمبودهای علمی را جبران کند. در حقیقت، برنامه های کامپیوتری با بیشترین دانش علمی از مسئله فیزیکی ایجاد می شود که یک حقیقت مجازی را متصور می سازند و این دانش با آنالیزهای دقیق در مقیاس های کوچکتری از مسئله اصلی انجام می شود، به دست می آید.

ابزارهای با مبنای کامپیوتری به تدریج از اجزای اصلی و استاندارد آموزشی به شمار آمده اند. در سال های اخیر، در صنعت مهندسی هسته ای قدم های بزرگی برداشته شده است تا دامنه وسیعی از تعلیم و تربیت را بر پایه شبیه سازی کامپیوتری پیاده کند. آژانس بین المللی انرژی (IAEA) نیز از طریق برنامه های پژوهشی خود پیاده سازی و طراحی تعدادی شبیه ساز راکتورهای هسته ای را بر عهده گرفته است (رنسون[1]،۱۹۸۹). این شبیه سازها یا سیمیلاتورها باید قادر باشند بر روی کامپیوترهای شخصی اجرا شوند و پاسخ های رفتار گذرا در زمان حادثه یک راکتور را شبیه سازی کنند.

سیمیلاتورها به عنوان یک ابزار آموزشی دانشگاه ها در موضوعات مربوط به انرژی هسته ای نیز به کار گرفته می شوند. آموزش سیمیلاتور مهندسان را قادر می سازد که بدون دغدغه خاطر با کارکرد عادی و تحت حادثه یک نیروگاه هسته ای آشنا شوند و راهکارهای لازم را هنگام وقوع حوادث فرا گیرند. نشان داده شده است که ترکیبی از دروس کلاسی و پیاده سازی آن بر روی سیمیلاتور بهترین نوع آموزش را برای مهندسان هسته ای فراهم می سازد.

جهت گسترش کاربرد جهانی علم و مهندسی هسته ای، صنعت هسته ای، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهها نیازمند نسل جدیدی از ابزارهای شبیه سازی براساس کدهای کاربرپسند، استاندارد، اتصال راحت سریعتر و دقیق تر هستند. مدلسازی دقیق تر فیزیکی نیازمند روش‌های چند فیزیکی و چند مقیاسی است. همزمان توسعه و اثبات نرم افزاری به سرعت در حال گسترش است (از ۲ تا ۱۰ برابر هزینه توسعه را دربر دارد).

[1] Ranson

همچنین اطلاعات اثباتی پیچیده تر می شوند. از این رو، جوامع مهندسی هسته ای بسرعت واقف می شوند که توسعه همراه می بایستی در چند بعد و از طریق جامعه ای گسترده تر از کاربران انجام شود تا هزینه‌ها کاهش یافته و ارزیابی، قابلیت استفاده، کیفیت و اطمینان افزایش یابد.

تکمیل موفق پروژه های شبیه سازی راکتورهای هسته ای دارای اثرات استراتژیک بر حوزه های زیر است:

۱- توسعه الگوریتم راه حل عددی جدید برای ارتقاء کیفیت و کارآیی راه حل های عددی در راکتورهای هسته ای، هیدرولیک گرمایی و کاهش عدم قطعیت در محاسبات عددی با استفاده از اطلاعات آزمایشی منتصب

۲- یکپارچه سازی ماژول های شبیه سازی جدید، در یک چارچوب استاندارد

لذا در این پروژه بررسی خواهیم نمود که مکانیزم نرم افزارهای شبیه سازی راکتور هسته ای چگونه است؟و چگونه می توانیم خطا را کاهش دهیم؟

۱-۳) فرضیه‌های تحقیق

یکپارچه‌سازی مدل‌های فیزیکی پیشرفته در یک چارچوب نرم‌افزاری آزاد و همگانی (اشتراکی) صورت می پذیرد.

ارتقاء و استفاده از جدیدترین تکنولوژی‌های فیزیک هسته ای، هیدرولیک گرمایی و مدلسازی فیزیکی باعث افزایش کارایی و کاهش خطا می شود.

۱-۴) اهداف تحقیق

۱-۴-۱) اهداف علمی :

۱. بررسی مکانیزم نرم افزارهای شبیه سازی راکتورهای هسته ای
۲. بررسی یکپارچه سازی مدل های فیزیکی پیشرفته در یک چارچوب باز و اشتراکی
۳. بررسی ارتقاء و استفاده از آخرین تجهیزات مورد استفاده در فیزیک هسته‌ای راکتورها، هیدرولیک گرمایی و مدلسازی چندگانه

۱-۴-۲) اهداف کاربردی :

بررسی چگونگی استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی راکتور هسته ای جهت صرفه جویی در وقت و هزینه و کاهش خطا

۱-۵) ضرورت تحقیق :

با توجه به لزوم پیشبینی و پیشگیری از بحران های هسته ای در کشور، تعیین راهکارهای لازم در فرماندهی و کنترل و بررسی رفتار یک راکتور هسته ای امری اجتناب ناپذیر است. از آنجا که شبیه سازی موجبات صرفه جویی در وقت و هزینه ها را فراهم می آورد، بطور طبیعی ضرورت آن وجود دارد. با روشنتر شدن مزایای بکارگیری کامپیوتر در این امور، و پیدایش کاربردهای جدید برای آن، هر روز افراد بیشتری به استفاده از آن بجای ادامه روشهای سنتی تمایل نشان می دهند.

در عین حال با توجه به نقش علوم و فن آوری های نو در توسعه زیر ساخت های صنعت هسته ای کشور، افزایش کمی و کیفی همکاری های تحقیقاتی مابین سازمان انرژی اتمی ایران و دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی از اهمیت فوق العاده ای برخوردار می باشد.

۱-۶) روش کار

الف. نوع روش تحقیق:

این پژوهش از نوع بنیادی نظری است و برای جمع آوری اطلاعات از منابع مختلفی از جمله کتب، مقالات علمی، پژوهشی و پایگاه های اینترنتی استفاده شده است. بدین صورت که پس از جمع آوری اطلاعات از منابع مختلف اقدام به نوشتن پایان نامه و گردآوری اطلاعات خواهم کرد.

ب. روش گرد آوری اطلاعات (میدانی ، کتابخانه ای و غیره)

روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش از نوع کتابخانه ای است که پس از جمع آوری اطلاعات مختلف اقدام به خلاصه سازی و یکپارچه سازی مطالب خواهم نمود.

پ. ابزار گرد آوری اطلاعات (پرسشنامه ، مصاحبه ، مشاهده ، آزمون ، سنجش ، جدول ، نمونه برداری ، تجهیزات آزمایشگاهی و بانک های اطلاعاتی و شبکه های کامپیوتری و ماهواره ای و غیره)

ابزار گردآوری اطلاعات، کتب، مقالات و پایگاه های اینترنتی می باشد.

ت. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات:

با توجه به نوع تحقیق، در این تحقیق به گردآوری و خلاصه سازی و ترجمه مقالات و کتب لاتین می پردازیم.