



دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی هسته ای (گرایش راکتور)

مدل سازی ریاضی، شبیه سازی و تحلیل ساختاری راکتور تولید UF_4 واحد
101B₂ کارخانه فرآوری اورانیوم اصفهان (UCF) با ملاحظات هسته ای

توسط

عبدالمجید حسن زاده

استادان راهنما

دکتر فرشاد فقیهی

دکتر بابک هاشمی

اسفند ۱۳۸۸

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

به نام خدا

مدل سازی ریاضی، شبیه سازی و تحلیل ساختاری راکتور تولید UF_4 واحد $101B_2$
کارخانه فرآوری اورانیوم اصفهان (UCF) با ملاحظات هسته ای

به وسیله‌ی:

عبدالمجید حسن زاده

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخش از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ
درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی هسته ای - گرایش راکتور

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده در کمیته پایان نامه با درجه عالی

امضاء اعضای پایان نامه

دکتر فرشاد فقیهی، دانشیار بخش مهندسی هسته ای (رئیس کمیته)
دکتر بابک هاشمی، استادیار بخش مهندسی مواد (نایب کمیته)
مهندس حسین توکلی، سازمان انرژی اتمی ایران
دکتر غلامرضا کریمی، استادیار دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز

اسفند ۱۳۸۸

تقدیم به بهترین واژه گان حیاتم، دو وجود مهربان و فداکار، پدر و مادرم،
به پاس ارج نهادن به تمامی آنچه که دارم.
به همسرم، آنکه جانم شد نوا پرداز او، اویی که بدون پشتگرمی و محبتش
این مهم به وقوع نمی پیوست.
به جستجوگران راه حق، حق جویان و حق اندیشان و تقدیم به آنان که
تمام سرمایه فکری و دانش خود را تسلیم یک عظمت اخلاقی کرده اند.

عبدالمجید حسن زاده

اسفند ۱۳۸۸

سپاسگزاری

سپاس خدایی را که هر لحظه از زندگیم مملو از لطف بیکرانیش است. خداوندی را که با اعطای خرد و اندیشه او را اشرف مخلوقات آفرید و با این لطف طی طریق کمال را بر او شیرین ساخت. اکنون به یاری و لطف ایزد متعال این پژوهش به پایان رسیده است. پس از حمد و سپاس خداوند منان بر خود لازم می دانم از تمامی بزرگوارانی که مرا در راه فراگیری علم و دانش یاری نموده اند قدردانی نمایم.

مراتب امتنان را از اساتید عزیز و ارجمندم جناب آقایان دکتر فرشاد فقیهی و دکتر بابک هاشمی که همواره در انجام این تحقیق از نقطه نظرات، همکاری و مساعدت ایشان بسیار بهره بردم ابراز می دارم.

همچنین لازم می دانم از زحمات جناب آقای دکتر غلامرضا کریمی و جناب آقای مهندس حسین توکلی مدیریت محصولات میانی مجتمع شرکت سوخت راکتورهای ایران، که در انجام این پروژه مشاور من بوده اند و کمال مساعدت و همکاری را با اینجانب داشته اند و همچنین از و جناب آقای مهندس امین زارعان که مسولیت پروژه های تحقیقاتی این واحد صنعتی را به عهده دارند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان یاد و خاطره همه دوستان عزیزم را گرامی داشته و سلامتی و موفقیتشان را در تمام مراحل زندگی از خداوند بزرگ خواستارم.

عبدالمجید حسن زاده

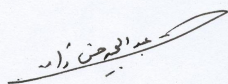
اسفند ۱۳۸۸

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب عبدالمجید حسن زاده (۸۶۴۱۲۰) دانشجوی رشته مهندسی هسته ای، گرایش راکتور بخش هسته ای دانشکده مهندسی مکانیک اظهار می دارم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات آن را نوشته ام. همچنین اظهار می دارم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

امضاء دانشجو



چکیده

مدل سازی ریاضی، شبیه سازی و تحلیل ساختاری راکتور تولید UF_4 واحد $101B_2$ کارخانه فرآوری اورانیوم اصفهان (UCF) با ملاحظات هسته ای

به وسیله ی:

عبدالمجید حسن زاده

در طی فرایند چرخه سوخت، مرحله تولید نمک سبز، UF_4 ، به عنوان یکی از محصولات میانی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. پودر UF_4 از واکنش گاز HF با پودر UO_2 طی واکنش گاز- جامد حاصل می گردد. این واکنش در دو راکتور سری از نوع پیچ دوار افقی انجام می شود. ناهمگن بودن واکنش، تعادلی شدن در دماهای بالا، گرمازا بودن واکنش و همچنین وجود پیچ چرخشی بر پیچیدگی های رفتاری و عملکردی این راکتور می افزاید. در این مطالعه، راکتور تولید UF_4 توسط تعدادی از راکتورهای جامد- گاز با جریان متقابل مدل سازی شده، سپس معادلات حاکم بر عملکرد سیستم بر اساس قوانین بقای جرم و انرژی نوشته شده و با استفاده از دستورات فرتن در محیط نرم افزار ASPEN PLUS شبیه سازی شده است. مقایسه نتایج مدل با نتایج تجربی مربوط به پیشرفت واکنش و تغییرات درصد تبدیل و دمای مواد بیانگر دقت قابل قبول این مدل می باشد. با حصول این نتیجه می توان تاثیر پارامترهای عملیاتی شامل تغییر غلظت گاز HF و دمای واکنش بر شدت واکنش و درصد تبدیل مواد نهایی را مورد بررسی تئوریک قرار داد.

کلید واژه ها: واکنش گاز- جامد، مدلسازی و شبیه سازی، انتقال حرارت و جرم، راکتور پیچ دوار افقی، نمک سبز، ASPEN PLUS.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول - مقدمه

۱-۱- پیشگفتار	۱
۲-۱- مشکلات زیست محیطی ناشی از سوخته‌های فسیلی	۲
۳-۱- تقسیم بندی منابع انرژی	۳
۴-۱- اقتصاد استفاده از منابع انرژی	۵
۵-۱- انرژی هسته ای	۵
۶-۱- اهمیت پژوهش	۶
۷-۱- شمای کلی پژوهش	۷
۸-۱- اهداف این پژوهش	۸

فصل دوم- چرخه ی سوخت هسته ای و اجزای تشکیل دهنده ی آن

۱-۲- مقدمه	۹
۲-۲- اکتشاف و استخراج	۱۱
۳-۲- آسیاب کردن سنگ معدن اورانیوم	۱۲
۴-۲- تبدیل و تغییر اکسید اورانیوم	۱۴
۵-۲- غنی سازی اورانیوم	۱۵
۱-۵-۲- سانتریفوژ	۱۶
۲-۵-۲- نفوذ گازی	۱۸
۳-۵-۲- لیزر	۲۰
۶-۲- ساخت میله های سوخت	۲۰
۷-۲- مدیریت زباله های سوخت	۲۱
۱-۷-۲- انبارداری موقتی	۲۱
۲-۷-۲- بازآوری و انبار نهایی	۲۲
۸-۲- میزان مواد موجود در چرخه سوخت هسته ای	۲۲

عنوان

صفحه

۲۴	۹-۲- چرخه سوخت هسته ای ایران
۲۵	۱-۹-۲- اکتشاف اورانیوم
۲۶	۲-۹-۲- استخراج سنگ معدن اورانیوم
۲۶	۳-۹-۲- تولید کنسانتره اورانیوم (کیک زرد)
۲۷	۴-۹-۲- فرآوری و تولید محصولات مختلف اورانیوم در تأسیسات UCF
۲۷	۵-۹-۲- غنی سازی اورانیوم
۲۷	۶-۹-۲- تولید ورق، لوله و میلگرد زیرکونیوم و آلیاژهای آن در کارخانه ZPP
۲۸	۷-۹-۲- تولید بسته سوخت هسته ای در کارخانه FMP
۲۸	۸-۹-۲- پسمانداری هسته ای

فصل سوم- معرفی کارخانه فرآوری اورانیوم اصفهان (مجتمع UCF)

۳۰	۱-۳- کارخانه فرآوری اورانیوم اصفهان
۳۱	۲-۳- واحد 101B (واحد تولید نمک سبز UF_4)
۳۲	۳-۳- واحد 101B ₂
۳۳	۴-۳- فرآیند های واحد 101B
۳۳	۱-۴-۳- شرح فرآیند واحد 101B ₁
۳۴	۲-۴-۳- شرح فرآیند واحد 101B ₂

فصل چهارم- اصول فرایند هیدرفلوئوریناسیون UO_2

۳۷	۱-۴- مقدمه
۳۸	۲-۴- انحلال پودر UO_2
۳۹	۳-۴- رسوب گیری
۴۰	۴-۴- کلکسیناسیون و احیاء
۴۲	۵-۴- تبدیل پودر UO_2 به UF_4
۴۴	۶-۴- اصول فرایند تجزیه و احیاء حرارتی AUC
۴۵	۷-۴- اصول فرایند تصفیه گازهای فرایند
۴۶	۱-۷-۴- اصول فرایند تصفیه گازهای زائد حاصل از تجزیه حرارتی و احیاء AUC
۴۶	۲-۷-۴- اصول فرایند تصفیه گازهای زائد حاصل از هیدرفلوئوریناسیون UO_2

عنوان

صفحه

فصل پنجم- ساختار تجهیزات تولید

۴۷	۱-۵- مقدمه
۴۷	۲-۵- دستگاه ها و تجهیزات
۴۷	۱-۲-۵- انتقال دهنده مارپیچ
۴۹	۲-۲-۵- خوراک دهنده
۵۰	۳-۲-۵- راکتور های هیدروفلوئوریناسیون
۵۱	۱-۳-۲-۵- ناحیه بندی راکتور و خنک کردن پوسته راکتور
۵۲	۴-۲-۵- هاپر و گرم کننده لوله بین دو راکتور
۵۳	۵-۲-۵- بافر
۵۴	۳-۵- سیستم های کمکی
۵۴	۱-۳-۵- سیستم تهویه محلی و مرکزی
۵۵	۲-۳-۵- سیستم گرمایش و بخار
۵۵	۳-۳-۵- سیستم تامین هوا

فصل ششم- ملاحظات هسته ای مواد

۵۶	۱-۶- کنترل کیفی پودر UO_2
۵۷	۲-۶- تعیین مشخصات فیزیکی پودر
۵۷	۱-۲-۶- اندازه گیری چگالی توده پودر
۵۸	۲-۲-۶- اندازه گیری چگالی پودر فشرده
۵۸	۳-۲-۶- تعیین ریزش پودر
۵۸	۴-۲-۶- آنالیز الک
۵۹	۵-۲-۶- تعیین قابلیت تراکم پودر
۵۹	۶-۲-۶- تعیین سطح مخصوص
۶۰	۷-۲-۶- تعیین سینتر پذیری
۶۰	۳-۶- تعیین مشخصات شیمیایی پودر
۶۰	۱-۳-۶- تعیین مقدار اورانیوم پودر
۶۱	۲-۳-۶- تعیین نسبت اکسیژن به اورانیوم
۶۲	۳-۳-۶- تعیین ناخالصی های موجود در پودر

۶۴-۳-۶- تعیین رطوبت موجود در پودر ۶۴

عنوان

صفحه

۶۴-۴-۶- تعیین مشخصات هسته ای پودر ۶۴

۶۴-۴-۶-۱- درصد ایزوتوپهای موجود در پودر ۶۴

۶۶-۴-۶-۲- تعیین فاکتور EBC یا معادل بور موجود ۶۶

۶۶-۵-۶- مشخصات مواد اصلی ۶۶

فصل هفتم- مدل سازی و شبیه سازی

۶۹-۱-۷- مقدمه ۶۹

۷۰-۲-۷- ضرورت تعیین سینتیک شیمیایی ۷۰

۷۱-۱-۲-۷- تقسیم بندی واکنشها ۷۱

۷۲-۲-۲-۷- متغیرهای موثر بر سرعت واکنش ۷۲

۷۲-۳-۲-۷- تخمین سرعت واکنش از راه تئوری ۷۲

۷۳-۱-۳-۲-۷- جمله وابسته به غلظت ۷۳

۷۳-۲-۳-۲-۷- جمله وابسته به دما ۷۳

۷۳-۳-۳-۲-۷- تعیین معادله سرعت ۷۳

۷۵-۴-۳-۲-۷- واکنش های گاز- جامد ۷۵

۷۶-۳-۷- انتخاب مدل ۷۶

۷۷-۱-۳-۷- نفوذ از میان لایه گاز کنترل کننده است ۷۷

۷۹-۲-۳-۷- نفوذ از میان لایه خاکستر کنترل کننده است ۷۹

۸۱-۳-۳-۷- واکنش شیمیایی کنترل کننده است ۸۱

۸۳-۴-۷- ترکیب مقاومت ها ۸۳

۸۴-۵-۷- مدل کردن ریاضی ۸۴

۸۸-۶-۷- انحراف از ایده آل درون راکتورها ۸۸

۸۸-۷-۷- تابع توزیع زمان ماند اقامت یا RTD ۸۸

۸۹-۸-۷- مدل پخش ۸۹

۹۰-۹-۷- مدل تانک سری همزن دار ۹۰

۹۲-۱۰-۷- مدل جریان جدا شده ۹۲

۹۲-۱۱-۷- مدل سازی و شبیه سازی راکتور ۹۲

فصل هشتم- نتایج

- ۹۸-۱-۸-۱-۸ روش حل معادلات ۹۸
- ۹۹-۲-۸-۲-۸ روش تحلیلی حل معادله انرژی حول راکتور و نتایج حاصل آن ۹۹

عنوان

صفحه

- ۱۰۰-۱-۲-۸-۱-۲-۸ مقدار گرمای آزاد شده کل خوراک ورودی ۱۰۰
- ۱۰۱-۲-۲-۸-۲-۲-۸ مقدار گرمای ناشی محصول خروجی ۱۰۱
- ۱۰۲-۳-۲-۸-۳-۲-۸ مقدار گرمای مبادله شده ناشی از سیستم هوا ۱۰۲
- ۱۰۳-۳-۸-۳-۸ نتایج حاصل از مدل‌سازی و شبیه‌سازی ماکروسکوپی راکتور ۱۰۳
- ۱۰۵-۴-۸-۴-۸ تحلیل نتایج حاصل از مدل‌سازی راکتور ۱۰۵
- ۱۰۹-۵-۸-۵-۸ فاکتورهای موثر در سرعت واکنش ۱۰۹
- ۱۱۱-۶-۸-۶-۸ نرخ واکنش تحت غلظت‌های متفاوت گاز هنگامی که دمای واکنش نزدیک دمای بهینه است ۱۱۱

فصل نهم- جمع بندی و پیشنهادات

- ۱۱۶-۱-۹-۱-۹ جمع بندی ۱۱۶
- ۱۱۷-۲-۹-۲-۹ پیشنهادات ۱۱۷

فهرست اشکال

شکل	صفحه
شکل ۱-۱- پیش بینی کاهش دی اکسید کربن موجود در سالهای آینده با افزایش تقاضا برای ایجاد شغل‌های جدید	۳
شکل ۱-۲- مقایسه قیمت تولید برق از منابع مختلف انرژی	۵
شکل ۱-۲- چرخه سوخت هسته ای یک راکتور LWR	۱۰
شکل ۲-۲- چرخه سوخت راکتور LWR با ۸۰ درصد ظرفیت، دارای سوخت غنی شده، استفاده شده است برای یک دوره یک ساله	۱۱
شکل ۳-۲- اصول مربوط به استخراج اورانیوم در معدن Kerr-McGee	۱۳
شکل ۴-۲- اصول مربوط به فرایند Amex جهت استخراج اورانیوم در معدن Kerr-McGee	۱۴
شکل ۵-۲- قسمت های مختلف یک دستگاه سانتریفوژ	۱۶
شکل ۶-۲- مشخصات فیزیکی و شرایط عملیاتی ممکن برای مواد سازنده سانتریفوژ	۱۷
شکل ۷-۲- طرح ساده ای از روش نفوذ گازی	۱۸
شکل ۸-۲- واحدهای یک فرآیند ایده آل نفوذ گازی	۱۹
شکل ۹-۲- شرایط طراحی هر مرحله از واحد جداسازی توسط روش نفوذ گازی	۱۹
شکل ۱۰-۲- چرخه سوخت راکتور ۱۰۰۰ مگاوات LWR با ۸۰ درصد ظرفیت، با سوخت طبیعی، برای یک دوره یک ساله	۲۳
شکل ۱۱-۲- چرخه سوخت راکتور ۱۰۰۰ مگاوات HTGR با ۸۰ درصد ظرفیت، با سوخت غنی شده، برای یک دوره یک ساله	۲۴
شکل ۱۲-۲- چرخه سوخت راکتور ۱۰۰۰ مگاوات LMFBR با ۸۰ درصد ظرفیت، برای یک دوره یک ساله	۲۴

۳۲	شکل ۳-۱- بلوک دیاگرام واحد 101B
۳۳	شکل ۳-۲- طرح ساده از مرحله تبدیل UO_2 به پودر UF_4 ، در واحد 101B ₂
۳۴	شکل ۳-۳- واحد 101B ₁
۳۶	شکل ۳-۴- طرح کلی واحد 101B ₂
صفحه	شکل
۳۷	شکل ۴-۱- فرآیند خشک
۳۷	شکل ۴-۲- فرآیند مرطوب
۴۲	شکل ۴-۳- مراحل تبدیل کنستانتیره U_3O_8 به پودر UO_2 از طریق فرایند
۴۳	شکل ۴-۴- مراحل فرایند AUC در یک واحد صنعتی
۴۳	شکل ۴-۵- طرح ساده از مرحله تبدیل UO_2 به پودر UF_4 در راکتورهای هیدروفلوئوراسیون
۴۹	شکل ۵-۱- ترکیب اجزا انتقال دهنده ماریج
۵۰	شکل ۵-۲- ترکیب اجزا خوراک دهنده
۵۱	شکل ۵-۳- ترکیب اجزا راکتورهای هیدروفلوئوریناسیون
۵۳	شکل ۵-۴- ترکیب اجزا هاپر
۵۴	شکل ۵-۵- ترکیب اجزا بافر
۵۷	شکل ۶-۱- مراحل مختلف کنترل کیفی پودر
۷۶	شکل ۷-۱- مدل هسته ترکیب نشده، واکنش در یک ناحیه باریک خارجی که در ضمن واکنش بسمت داخل جسم جامد حرکت می کند انجام می گیرد
۷۸	شکل ۷-۲- نمایش یک جسم جامد در حال واکنش وقتی نفوذ از میان لایه گاز مقاومت کنترل کننده واکنش باشد.
۸۰	شکل ۷-۳- نمایش یک جسم جامد در حال واکنش وقتی نفوذ گاز از میان لایه خاکستر مقاومت کنترل کننده واکنش باشد.
۸۱	شکل ۷-۴- نمایش یک جسم جامد در حال واکنش وقتی واکنش شیمیایی مقاومت کنترل کننده واکنش باشد.
۸۲	شکل ۷-۵- پیشرفت واکنش بین یک قطعه جامد و گاز بر حسب زمان لازم برای تکمیل واکنش
۸۳	شکل ۷-۶- پیشرفت واکنش بین یک قطعه جامد و گاز بر حسب زمان لازم برای تکمیل واکنش
۹۱	شکل ۷-۷- نمودارهای پاسخ در حالت تانکهای سری
۹۳	شکل ۷-۸- نمایی از مدل المانهای راکتورهای همزن دار سری

۹۶	شکل ۷-۹- مدل نفوذی در مورد انتقال جرم در محفظه بین دو راکتور بالایی و پایینی
۹۷	شکل ۷-۱۰- نمودار اجرا برنامه
صفحه	شکل
۱۰۵	شکل ۸-۱- تغییرات متوسط دمای بستر جامد در انتهای هر یک از راکتورها
۱۰۵	شکل ۸-۱ تغییرات متوسط دمای بستر جامد در انتهای هر یک از راکتورهای جامد-گاز
۱۰۵	شکل ۸-۲ تغییرات متوسط تبدیل محصول در انتهای هر یک از راکتورهای جامد-گاز
۱۰۷	شکل ۸-۳- نتایج شبیه سازی در طول راکتورهای HF و محفظه بین آنها، الف) تغییرات متوسط دمای توده جامد، ب) کسر تولید محصول، پ) سرعت انجام واکنش
۱۱۰	شکل ۸-۴- تغییرات دمای گاز HF در طول راکتورهای بالایی و پایینی
۱۱۱	شکل ۸-۵- رابطه بین سرعت واکنش و دما در غلظت گاز HF برابر ۵ درصد
۱۱۱	شکل ۸-۶- رابطه بین سرعت واکنش و دما در غلظت گاز HF برابر ۱۰ درصد
۱۱۱	شکل ۸-۷- رابطه بین سرعت واکنش و دما در غلظت گاز HF برابر ۲۰ درصد
۱۱۲	شکل ۸-۸- تغییر سرعت واکنش تجزیه مواد با مقادیر مختلف نرخ تبدیل
۱۱۴	شکل ۸-۹- رابطه بین سرعت واکنش و دما در غلظت متفاوت گاز HF
۱۱۴	شکل ۸-۱۰- تغییرات سرعت واکنش با غلظت گاز HF در دمای ثابت ۲۸۰°C
۱۱۵	شکل ۸-۱۱- تغییرات سرعت واکنش با غلظت گاز HF در دمای ثابت ۳۲۰°C
۱۱۵	شکل ۸-۱۲- تغییرات نرخ تبدیل مواد با سرعت واکنش در غلظت گاز HF ۲ درصد
۱۱۶	شکل ۸-۱۳- تغییرات نرخ تبدیل مواد با سرعت واکنش در غلظت گاز HF ۵ درصد
۱۱۶	شکل ۸-۱۴- تغییرات نرخ تبدیل مواد با سرعت واکنش در غلظت گاز HF ۲۰ درصد
۱۱۷	شکل ۸-۱۵- تغییرات نرخ تبدیل مواد با سرعت واکنش در غلظت گاز HF ۳۰ درصد

فهرست جداول

صفحه	جدول
۴	جدول ۱-۱- مقایسه تاثیرگذاری انواع مختلف منابع انرژی بر روی محیط زیست
۴۸	جدول ۱-۵- مشخصات کلی انتقال دهنده مارپیچ
۴۹	جدول ۲-۵- مشخصات کلی خوراک دهنده
۵۱	جدول ۳-۵- مشخصات کلی راکتورهای هیدروفلوئوریناسیون
۵۳	جدول ۴-۵- مشخصات کلی هاپر و گرم کننده لوله بین دو راکتور
۵۴	جدول ۵-۵- مشخصات کلی بافر
۵۵	جدول ۶-۵- مشخصات منبع تولید هوای واحد
۵۹	جدول ۱-۶- روش های مختلف برای تعیین اندازه ذرات پودر
۶۳	جدول ۲-۶- ماکزیمم ناخالصی مجاز در پودر UO_2
۶۴	جدول ۳-۶- ناخالصی مجاز در ایزوتوپ های پودر UO_2
۶۷	جدول ۴-۶- خصوصیات فیزیکی پودر UO_2
۶۸	جدول ۵-۶- خواص HF
۶۸	جدول ۶-۶- خواص فیزیکی UF_4
۹۵	جدول ۱-۷- پارامترهای معادلات بقا جرم و انرژی
۹۹	جدول ۱-۸- مقادیر بدست آمده ΔH_f برای اجزا مختلف
۱۰۰	جدول ۲-۸- روابط لازم جهت بدست آوردن مقدار ΔH
۱۰۰	جدول ۳-۸- مقدار ΔH برای اجزاء خوراک
۱۰۱	جدول ۴-۸- تعداد مول های محصول خروجی
۱۰۲	جدول ۵-۸- مقدار ΔH برای اجزاء محصول
۱۰۲	جدول ۶-۸- مقادیر ΔH محاسبه شده

- جدول ۷-۸- نتایج حاصل از شبیه سازی راکتور
۱۰۴
- جدول ۸-۸- رابطه بین غلظت گاز HF و دمای بهینه
۱۱۲
- جدول ۹-۸- سرعت واکنش تجزیه مواد با مقادیر مختلف نرخ تبدیل (در شرایط:
۱۱۲ دما 430°C و غلظت گاز ۴۲٪)

فصل اول

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

در دنیای امروز برخورداری از منابع تامین انرژی پایدار و سازگار با محیط زیست یکی از ارکان توسعه پایدار در همه کشورها به شمار می آید و پیشرفت و توسعه جوامع صنعتی در مقیاس وسیع با استفاده از انرژی میسر شده است. انرژی ابزاری سیاسی و اقتصادی است که امنیت کشورها به آن وابسته است. آلودگی محیط زیست در اثر احتراق سوختهای فسیلی و شتاب فزاینده در جهت مصرف انرژی های تجدید ناپذیر دو بحران بزرگی هستند که بشر امروزه با آنها روبروست. تحولات جهانی در زمینه توجه به حفظ محیط زیست و پایان پذیر بودن منابع فسیلی، گرایش به استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر را سرعت بخشیده و روز به روز توجه بیشتری را به خود معطوف می کند. با توجه به رشد تکنولوژی، امروزه پستوانه اقتصادی و سیاسی کشورها بستگی به میزان بهره وری آنها از منابع فسیلی دارد و تهی گشتن منابع فسیلی و یا حتی کاهش قابل ملاحظه آن، نه تنها تهدیدی بر اقتصاد کشورها دارد، بلکه نگرانی عمده ای را برای نظام اقتصادی سایر ملل موجب می گردد [۱].

بی تردید منابع انرژی فسیلی، به دلیل تجدید ناپذیری و آلودگی 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 آور یهای مرتبط اختصاص داده اند. از جمله توسعه علوم و فن آوریهای هسته ای، بعد از یک دوره رکود به دلیل کاهش قیمت نفت، مجددا در دستور کار دولت ها اعم از توسعه یافته و در حال توسعه قرار گرفته است، و به طوری که این کشورها برنامه های گسترده ای را برای تأسیس و توسعه نیروگاه های هسته ای جدید تدارک دیده اند. کشور ما نیز، علیرغم برخورداری از منابع غنی نفت و گاز، از این قاعده مستثنی نیست و در کنار توسعه نیروگاه های

بخاری، گازی، آبی، سبکل ترکیبی و غیره توسعه نیروگاه های هسته ای را نیز در دستور کار خود قرار داده است، به طوریکه تدوین استراتژی توسعه بیست هزار مگاوات برق هسته ای، در یک چشم انداز بیست ساله، مراحل نهایی خود را در سازمان انرژی اتمی ایران طی می کند. بدیهی است توسعه صنعتی بویژه صنعت هسته ای کشور صرفا با برخورداری از زیرساخت های توانمند علوم و فن آوری در دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی و مراکز تحقیق و توسعه صنعتی امکان پذیر خواهد بود، که خوشبختانه در دو دهه گذشته اقدامات مفیدی توسط این مراکز علمی و صنعتی برای توسعه علوم و فنون هسته ای و دستیابی به فناوری چرخه سوخت به عمل آمده، و امروز شاهد هستیم که در رشته های مختلف هسته ای دانش آموختگان متعددی در مراکز علمی و صنعتی مشغول خدمت می باشند. اما با توجه به پیچیدگی شرایط بین المللی، کشور ما نیازمند سرعت بخشیدن به سیاست های تحقیق و توسعه در بخش انرژی هسته ای می باشد، و این امکان پذیر نیست مگر با همکاری صنعت و دانشگاه که مهمترین قطب های توسعه ملی به حساب می آیند [۲].

با پیشرفت علوم و تکنولوژیهای بهره گیری از منابع انرژی تجدیدشونده در جهان، نیاز به تحقیق و بررسی های بیشتر در این زمینه و افزایش سقف منابع انرژی تجدیدشونده در سید انرژی کشور وجود دارد. این بررسی ها شامل لزوم استفاده از این منابع و با توجه به بحثهای اقتصادی می باشد. برای تحقیق بایستی تحلیلی جامع صورت گیرد که با استفاده از کدامیک از روشها می توان بهترین صرفه جویی اقتصادی را نمود. در این تحلیل ها یکی از مهمترین اهداف استفاده از منابع انرژی تجدیدشونده، کاهش هزینه ها است [۳].

۱-۲- مشکلات زیست محیطی ناشی از سوختهای فسیلی

مطالعات انجام یافته نشان می دهد که علت ۵۰٪ از پدیده های ناشی از اثرات گلخانه ای، دی اکسیدکربن تولید شده توسط صنایع مختلف می باشد. این مطالعات بیانگر این مطلب می باشند که از ابتدای دوران صنعتی شدن میزان دی اکسید کربن موجود در جو به میزان ۳٪ افزایش یافته و از سال ۱۹۶۰ به بعد میزان مشکلات طبیعی ایجاد شده ناشی از این پدیده ۸/۵ برابر شده است. ۴۲٪ از دی اکسید کربن تولید شده ناشی از سوختن سوختهای فسیلی برای تولید برق و ۳۲٪ مربوط به استفاده از این سوختها برای سیستم های حمل و نقل می باشد. یکی از مهمترین اثرات ازدیاد دی اکسید کربن موجود در جو افزایش دماست به طوری که در