بسم الله الرحمن الرحيم

١٣٧٨٨٥

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی

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

گرایش: مهندسی شیمی

عنوان:

شبیه سازی فرآیند تولید بنزن از تولوئن و ارزیابی ریسک در آن بر اساس تکنیک HAZOP

استاد راهنما:

دکتر سید محمد علی موسویان

استاد مشاور:

دکتر محمود ترابی انگجی

نگارش:

ایمان شیریان پور

۱۳۸۹/۳/۱۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تسویه مدارک

تابستان ۱۳۸۷

۱۳۷۸۸۵

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده فنی و مهندسی، گروه شیمی و مهندسی شیمی

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

عنوان:

شبیه سازی فرایند تولید بنزن از تولوئن و ارزیابی ریسک در آن بر اساس تکنیک HAZOP

نگارش:

ایمان شیریان پور

تابستان ۱۳۸۷

هیات داوران:

۱. دکتر سید محمد علی موسویان

۲. دکتر محمود ترابی انگجی

۳. دکتر حسن زارع علی آبادی

خواستم آنچنان که رسم است این اثر را به عزیزی تقدیم نمایم،

اما آن را بسیار ناقابل یافتم،با این وجود:

«برگ سبزی است تحفه درویش»

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

پدر و مادر عزیز همسرم

همسرم

و همچنین کلیه اساتیدی که برای اینجانب زحمت کشیده اند،به خصوص جناب آقای موسویان.

سپاس خدای مهربان را که اندیشه ام داد.

همچنین سپاس از دکتر موسویان،دکتر ترابی،دکتر گوهر رخی،دکتر فرزام وکلیه اساتیدی و افرادی که مرا در این راه یاری کردند.

همچنین سپاس ازپدر و مادرم

پدر و مادر همسرم، همسرم و خواهر و برادرم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

- چکیده..... ۱
- مقدمه..... ۴
- فصل اول:کلیات

۱-۱- هدف ۵

۱-۲- پیشینه تحقیق ۶

۱-۳- روش انجام تحقیق ۷

- فصل دوم:تشریح جامع فرآیند

۲-۱- تاریخچه فرآیند ۸

۲-۲- تشریح فرآیند ۸

۲-۳- شبیه سازی فرآیند ۱۲

۲-۳-۱- شبیه سازی بخش واکنش ۱۳

۲-۳-۲- شبیه سازی بخش حرارتی ۱۴

۲-۳-۳- شبیه سازی بخش جداسازی..... ۱۵

- فصل سوم:شبیه سازی فرآیند تولید بنزن از تولوئن

۳-۱- شبیه سازی بخش واکنش و تجهیزات مربوطه ۱۷

۳-۱-۱- شرایط واکنش در راکتور پس از بهینه سازی ۱۸
۳-۱-۲- بررسی جریان واقعی و پلاگ در داخل راکتور ۲۰
۳-۱-۳- بررسی میزان افت فشار راکتور ۲۳
۳-۱-۴- طراحی بخش تعیین متریال راکتور و ضخامت آن ۲۴
۳-۲- شبیه سازی بخش حرارتی و تجهیزات مربوطه ۲۵
۳-۲-۱- تعیین انتگراسیون حرارتی به منظور استفاده بهینه از انرژی ۳۰
۳-۲-۲-طراحی مبدل حرارتی (E-100) ۳۳
۳-۲-۲-۱- محاسبه افت فشار در پوسته ولوله مبدل ۳۹
۳-۲-۳- طراحی مبدل حرارتی (E-101) ۴۳
۳-۲-۳-۱- محاسبه افت فشار در پوسته ولوله مبدل ۴۷
۳-۲-۴- طراحی مبدل برج پکینگ ۵۰
۳-۲-۴-۱- تعیین اختلاف ارتفاع برج و جوشاننده ۵۳
۳-۲-۵- طراحی مبدل برج تولید بنزن ۵۶
۳-۲-۵-۱- تعیین اختلاف ارتفاع برج و جوشاننده ۵۸
۳-۲-۶- طراحی مبدل برج بازیابی تولوئن ۶۰
۳-۲-۶-۱- تعیین اختلاف ارتفاع برج و جوشاننده ۶۳
۳-۳- شبیه سازی بخش جداسازی و طراحی تجهیزات مربوطه ۶۵
۳-۳-۱- ظرف جداسازی ۶۷
۳-۳-۲- برج پکینگ جداسازی متان و هیدروژن ۶۹
۳-۳-۲-۱- تعیین تعداد مراحل و حداقل نسبت جریان برگشتی در برج پکینگ ۷۰

۳-۳-۲-۲- تعیین نوع و محاسبه قطر برج اول ۷۵
۳-۳-۲-۳- تعیین ارتفاع چاهک (Sump) ۸۱
۳-۳-۳- برج تقطیر تولید بنزن ۸۲
۳-۳-۳-۱- تعیین تعداد سینی ها و حداقل نسبت جریان برگشتی در برج تولید بنزن ۸۳
۳-۳-۳-۲- تعیین نوع و محاسبه قطر برج تولید بنزن ۸۶
۳-۳-۳-۳- تعیین ارتفاع چاهک ۸۸
۳-۳-۴- برج پکینگ بازیابی تولوئن ۹۰
۳-۳-۴-۱- تعیین تعداد مراحل و حداقل نسبت جریان برگشتی در برج بازیابی تولوئن ۹۰
۳-۳-۴-۲- تعیین نوع و محاسبه قطر برج بازیابی تولوئن ۹۳
۳-۳-۴-۳- تعیین ارتفاع چاهک ۹۵

- فصل چهارم:طراحی سیستمهای کنترلی تجهیزات فرآیندی

۴-۱- کنترل مبدل های حرارتی ۹۷
۴-۱-۱- انتخاب محل متغیر کنترل کننده ۹۷
۴-۱-۲-کنترل چگالنده ۹۹
۴-۲-کنترل مخزن ۱۰۱
۴-۲-۱- مخزن نوسان گیر ۱۰۱
۴-۲-۲- جداکننده گاز-مایع ۱۰۲
۴-۳-کنترل کمپرسور گریز از مرکز ۱۰۶
۴-۳-۱- روشهای کنترل ظرفیت کنترل کمپرسورهای گریز از مرکز ۱۰۶
۴-۳-۲- سیستم محافظ آشفتگی در کمپرسورهای گریز از مرکز ۱۰۶
۴-۳-۳- مشخصات ابزار دقیقی روی خطوط کمپرسور گریز از مرکز ۱۱۱
۴-۴-کنترل پمپهای گریز از مرکز ۱۱۵

۴-۴-۱- خط ورودی ۱۱۵
۴-۴-۲- خط خروجی ۱۱۵
۴-۴-۳- ایمنی پمپ در برابر نشتی مواد فرار ۱۱۸
۴-۵- کنترل برج و تجهیزات جانبی ۱۲۱
۴-۵-۱- اساس کنترل برج ۱۲۱
- فصل پنجم : شناسایی مخاطرات و قابلیت عملکرد (HAZOP)
۵-۱- مفهوم HAZOP ۱۳۰
۵-۲- اصطلاحات ۱۳۰
۵-۲-۱- مخاطره ۱۳۰
۵-۲-۲- رویداد ۱۳۱
۵-۲-۳- حادثه ۱۳۱
۵-۲-۴- ریسک ۱۳۲
۵-۲-۵- فرآیند مدیریت ریسک ۱۳۲
۵-۲-۶-ماتریس ریسک ۱۳۴
۵-۲-۷- کاهش ریسک در فرآیند ۱۳۷
۵-۳- اجرای روش HAZOP ۱۳۸
۵-۳-۱- اهداف مربوط به انجام HAZOP ۱۴۱
۵-۳-۲- مفهوم نقطه مرجع ۱۴۱
۵-۳-۳- بررسی علل انحراف از تمایل طراحی ۱۴۲
۵-۳-۴- تعیین گره ها و جزئیات مربوط به آن ۱۴۲

۵-۳-۵- پیامدها و کنترلهای حفاظتی موجود ۱۴۳
۵-۳-۶- اعمال پیشنهادات پس از مطالعات هازوپ ۱۴۴
۵-۳-۷- ارزیابی کمی ریسک ۱۴۴
۵-۴- مطالعه موردی ارزیابی کمی ریسک در یک راکتور ۱۴۴
۵-۴-۱-تعریف تابع اطمینان ۱۴۷
۵-۴-۲-تعریف متوسط عمر تجهیزات ۱۴۹
۵-۴-۳-تعریف سیستمهای سری و موازی ۱۵۰
۵-۵- بررسی مخاطرات بهداشتی تماس با مواد شیمیایی فرآیند تولید بنزن از تولوئن ۱۵۴
۵-۵-۱- تعاریف ۱۵۴
۵-۶- بررسی مخاطرات ایمنی مواد شیمیایی فرآیند تولید بنزن از تولوئن ۱۵۵
۵-۶-۱- تعاریف ۱۵۵
۵-۶-۲- حریق و انفجار ۱۵۶
- فصل ششم : محاسبات مهندسی اطمینان پیشنهادات HAZOP
۶-۱- قابلیت اطمینان سیستمهای کنترلی ۱۵۸
۶-۲- تعیین میزان هزینه مربوط به طراحی، ساخت و نصب تجهیزات ۱۶۷
۶-۲-۱- هزینه های ناشی از قطع تولید ۱۷۳
۶-۲-۲- میزان بازگشت سرمایه ناخالص بدون در نظر گرفتن هزینه های ملاحظات ایمنی ۱۷۴
۶-۲-۳- میزان بازگشت سرمایه خالص ناشی از اعمال پیشنهادات و ملاحظات ایمنی ۱۷۴
- فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۷-۱- نتیجه گیری ۱۷۵
۷-۲- پیشنهادات ۱۷۵

۷-۲-۱- پیشنهادات کاربردی در صنعت ۱۷۶
۷-۲-۲- پیشنهادات برای ادامه تحقیق ۱۷۶
- پیوستها:
- پ-۱: جداول علائم و اختصارات و نقشه های PFD وP&ID قبل از اعمال پیشنهادات HAZOP ۱۷۸
- پ-۲: مطالعات HAZOP و جداول مربوطه ۲۰۰
- پ-۳: نقشه های P&ID پس از اعمال پیشنهادات HAZOP ۲۲۸
- پ-۴: مستندات و گزارشات نرم افزار HYSYS ۲۳۷
فهرست منابع و مآخذ ۲۵۸
چکیده انگلیسی ۲۶۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۱.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار در طراحی مبدل اول ۴۲

جدول (۲.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار در طراحی مبدل اول..... ۴۹

جدول (۳.۳) – ضرایب فراریت نسبی مواد موجود در فرآیند در دما و فشار خروجی از ظرف جدا ساز ۶۵

جدول (۴.۳)- ضرایب فراریت نسبی مواد موجود در فرآیند در دما و فشار خروجی برج اول..... ۶۵

جدول (۵.۳)- درصد ترکیب مواد موجود در خوراک به برج تولید بنزن..... ۶۶

جدول (۶.۳)- درصد ترکیب و میزانk-value خروجی از مبدل دوم..... ۶۸

جدول (۷.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار در ظرف جداساز..... ۶۸

جدول(۸.۳)- تخمین میزان درصد ترکیب در بالا و پایین برج برای تعیین فشار عملیاتی ۶۹

جدول(۹.۳)- دما و فشار بالا و پایین برج تولید هیدروژن ۶۹

جدول(۱۰.۳)- میزان K-value در بالا،پایین و محل خوراک برج تولید هیدروژن..... ۷۱

جدول(۱۱.۳)- ضرایب فراریت نسبی بالا،پایین و وسط برج تولید هیدروژن..... ۷۱

جدول(۱۲.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برای برج تولید هیدروژن ۷۴

جدول(۱۳.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برای برج تولید هیدروژن ۸۱

جدول(۱۴.۳)- درصد ترکیب تخمینی محصولات بالا و پایین برج تولید بنزن..... ۸۲

جدول(۱۵.۳)- دما و فشار بالا و پایین برج تولید بنزن..... ۸۲

جدول(۱۶.۳)- میزان K-value در بالا و پایین برج تولید بنزن ۸۳

جدول(۱۷.۳)- ضرایب فعالیت بالا و پایین برج تولید بنزن ۸۴

جدول(۱۸.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برای برج تولید بنزن ۸۶

جدول(۱۹.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برای برج تولید بنزن ۸۸

جدول(۲۰.۳)- درصد ترکیب بالا و پایین برج بازیابی تولوئن ۹۰

جدول(۲۱.۳)- دما فشار بالا و پایین برج بازیابی تولوئن ۹۰

جدول(۲۲.۳)- میزان K-value در بالا و پایین برج بازیابی تولوئن ۹۱

جدول(۲۳.۳)- ضرایب فراریت در بالا و پایین برج بازیابی تولوئن ۹۱

جدول(۲۴.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برج بازیابی تولوئن ۹۲

جدول(۲۵.۳)- مقایسه نتایج محاسبات با نرم افزار برج بازیابی تولوئن ۹۵

جدول (۱.۵) – تعاریف شدت حوادث برای ماتریس ریسک ۱۳۴

جدول (۲.۵) – تعاریف احتمال وقوع حوادث برای ماتریس ریسک ۱۳۵

جدول (۳.۵) – تعاریف سطوح ریسک و تفسیرهای مربوطه ۱۳۶

جدول (۴.۵) – ماتریس ریسک ۱۳۶

جدول (۵.۵) – مزایا و معایب روش HAZOP ۱۳۸

جدول (۶.۵) – تعریف لغات کمکی ۱۴۰

جدول (۷.۵) – آهنگ عیب سیستم کنترلی فشار در رآکتور ۱۵۱

جدول (۸.۵) – آهنگ عیب سیستم اندازه گیر فشار در رآکتور ۱۵۱

جدول (۹.۵) – شاخص های میزان تماس مجاز ۱۵۴

جدول (۱۰.۵) – جدول راهنمای میزان اشتعال،واکنش پذیری و تماس مجاز مواد ۱۵۶

جدول (۱۱.۵)- شاخص ها و میزان درصد قابلیت اشتعال مواد ۱۵۷

جدول (۱.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار راکتور قبل از اعمال پیشنهادات ۱۵۸

جدول (۲.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار راکتور پس از اعمال پیشنهادات ۱۵۹

جدول (۳.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای راکتور قبل از اعمال پیشنهادات ۱۵۹

جدول (۴.۶)- نرخ عیب تجهیزات زیرمجموعه کنترل دما در شرایط اضطراری ۱۶۰

جدول (۵.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای راکتور پس از اعمال پیشنهادات ۱۶۰

جدول (۶.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار ظرف جداساز قبل از اعمال پیشنهادات ۱۶۱

جدول (۷.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار ظرف جداساز پس از اعمال پیشنهادات ۱۶۱

جدول (۸.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای ظرف جداساز قبل از اعمال پیشنهادات ۱۶۲

جدول (۹.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج پکینگ قبل از اعمال پیشنهادات..... ۱۶۲

جدول(۱۰.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج پکینگ پس از اعمال پیشنهادات ۱۶۳

جدول(۱۱.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای برج پکینگ قبل از اعمال پیشنهادات ۱۶۳

جدول(۱۲.۶)- تعیین نرخ عیب حلقه کنترلی دما- جریان ۱۶۳

جدول(۱۳.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج تولید بنزن قبل از اعمال پیشنهادات..... ۱۶۴

جدول(۱۴.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج تولید بنزن پس از اعمال پیشنهادات ۱۶۴

جدول(۱۵.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای برج تولید بنزن قبل از اعمال پیشنهادات ۱۶۵

جدول(۱۶.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج بازیابی تولوئن قبل از اعمال پیشنهادات..... ۱۶۵

جدول(۱۷.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل فشار برج بازیابی تولوئن پس از اعمال پیشنهادات ۱۶۶

جدول(۱۸.۶)- نرخ عیب و تعداد تجهیزات کنترل دمای برج بازیابی تولوئن قبل از اعمال پیشنهادات ۱۶۶

جدول (۱۹.۶)- متوسط میزان هزینه های صرف شده برای ساخت و نصب یک مبدل حرارتی ۱۶۸

جدول (۲۰.۶)- ضرایب هزینه ها برای تجهیزات مختلف ۱۶۹

جدول(۲۱.۶)- ضریب هزینه مواد ۱۷۰

جدول (۲۲.۶)- میزان تنش مجاز در دماهای مختلف ۱۷۱

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱.۲)- موازنه شماتیک فرآیند ۹

شکل (۲.۲)- موازنه جرمی فرآیند ۱۰

شکل (۱.۳) - مقیاسهای دمایی جا به جا شده ۳۱

شکل (۲.۳) - نمودار آبشاری بازه های دمایی ۳۲

شکل (۳.۳) - شبکه مبدل های حرارتی ۳۲

شکل (۴.۳) - نمودار فاکتور تصحیح برای انواع مختلف مبدل ۳۵

شکل (۵.۳) - جانمایی تیوبها در مبدل اول ۴۱

شکل (۶.۳) - جانمایی تیوبها در مبدل دوم ۴۹

شکل (۷.۳) - شمای مبدل و ابعاد آن ۵۱

شکل (۸.۳) - دید جانبی از جوشاننده ۵۳

شکل (۹.۳) -تصویر جانمایی برج و جوشاننده ۵۳

شکل (۱۰.۳) -الگوریتم تعیین فشار برج ۷۰

شکل (۱۱.۳) -نمودار گیلیاند ۷۳

شکل (۱۲.۳) -نمودار تعیین C_{SB} ۷۷

شکل (۱۳.۳) -نمودار تعیین چند پاسه بودن سینی ها بر اساس قطر برج ۷۹

شکل (۱۴.۳) -نمودار تعادلی ۳ تایی موجود در خوراک ۸۳

شکل (۱.۴)- کنترل پس خور روی جریان ورودی سیال سرویس سرمایشی ۹۷

شکل (۲.۴)- استفاده از کنترل پس خور روی جریان خروجی سیال سرویس مبدل ۹۸

شکل (۳.۴)- کنترل درجه حرارت مایع چگالیده توسط تنظیم دبی سیال سرویس خروجی از چگالنده ۹۹

شکل (۴.۴)- کنترل فشار مبدل توسط تنظیم دبی سیال سرویس خروجی از چگالنده..... ۱۰۰

شکل (۵.۴)- سیستم کنترل یک جدا کننده دوفازی عمودی ۱۰۴

شکل (۶.۴)- سیستم کنترلی یک جداکننده دوفازی افقی..... ۱۰۵

شکل (۷.۴)- استفاده از جریان حداقل برای محافظت کمپرسورهای گریز از مرکز،از آشفتگی ۱۰۸

شکل (۸.۴)- استفاده از کنترل خودکار سرعت برای محافظت از کمپرسورهای گریز از مرکز،از آشفتگی..... ۱۰۸

شکل (۹.۴)- سیستم کنترل سرعت-دبی برگشتی برای محافظت کمپرسورهای گریز از مرکز،از آشفتگی ۱۰۹

شکل (۱۰.۴)- سیستم کنترل پره های هدایت کننده برای محافظت کمپرسورهای گریز از مرکز،از آشفتگی ۱۱۰

شکل (۱۱.۴)- سیستم کنترل کننده تفاوت فشار برای محافظت کمپرسورهای گریز از مرکز ،از آشفتگی..... ۱۱۱

شکل (۱۲.۴)- نمونه ای از سیستم کنترل معمول در یک کمپرسور گریز از مرکز ۱۱۴

شکل (۱۳.۴)- کنترل دبی جریان خروجی پمپ..... ۱۱۶

شکل (۱۴.۴)- کنترل ارتفاع سطح مایع مخزن قبل از پمپ..... ۱۱۶

شکل (۱۵.۴)- استفاده از اریفیس جهت برقراری حداقل جریان..... ۱۱۷

شکل (۱۶.۴)- استفاده از شیر کنترل جهت برقراری حداقل جریان..... ۱۱۸

شکل (۱۷.۴)- شمای کلی سیستم کنترل یک پمپ گریز از مرکز..... ۱۲۰

شکل (۱۸.۴)- متغیرهایی که معمولاً در برج کنترل می شوند ۱۲۲

شکل (۱۹.۴)- کنترل ترکیب به وسیله تنظیم بخار تولیدی جوش آور..... ۱۲۳

شکل (۲۰.۴)- کنترل ترکیب به وسیله تنظیم دبی مایع برگشتی..... ۱۲۴

شکل(۲۱.۴)-کنترل ترکیب به وسیله تنظیم بخارتولیدی جوش آور،کنترل فشار با دبی بخارمحصول بالای برج...۱۲۵

شکل (۲۲.۴)- کنترل ترکیب به وسیله تنظیم دبی محصول بالای برج..... ۱۲۶

شکل (۲۳.۴)- کنترل ترکیب به وسیله تنظیم دبی محصول پایین برج..... ۱۲۸

شکل (۱.۵)- فرآیند مدیریت ریسک ۱۳۳

شکل (۲.۵)- موانع وقوع حوادث و کاهش اثرات..... ۱۳۷

شکل (۳.۵)- نمای شماتیک ترکیب لغات کمکی و پارامترهای فرآیند..... ۱۴۰

شکل (۴.۵)- شمای یک رآکتور مربوط به ارزیابی کمی ریسک ۱۴۵

شکل (۵.۵)- نمودار مربوط به آهنگ یا نرخ عیوب تجهیزات..... ۱۴۸

شکل (۶.۵)- پارامترهای مختلف مربوط به مهندسی اطمینان ۱۴۹

شکل (۷.۵)- درجه های واکنش و اشتعال پذیری مواد..... ۱۵۵

چکیده :

در این مجموعه تحقیق و در فصول اولیه، شبیه سازی فرآیند تولید بنزن (آلکیل زدایی تولوئن با هیدروژن) هم با اتکاء به محاسبات دستی و هم با کمک نرم افزارهای تخصصی انجام گردیده است. مراحل متعددی که در این تحقیق در نظر گرفته شد، تشریح جامع فرآینـد، شـبیه سـازی بخشـهای مختلـف (واکنشـی، حرارتـی و جداسازی)، طراحی مستقل تجهیزات و یکپارچه سازی و پیش بینی سیستمهای کنترلـی بـرای آنهـا را در بـر گرفت. در قسمت تشریح جامع فرآیند ابتدا تاریخچه ، موارد اسـتفاده بنـزن در صـنایع، معـادلات واکنشـهای مربوطه، موازنه جرمی کلی در فرآیند، شرایط جریان های ورودی و خروجی، دما و فشار پـیش بینـی شـده در بخشهای مختلف، پیش بینی سیستمهای تبادل حرارتی، بررسی قـوانین سرانگشـتی در طراحـی هـا و مـوارد مرتبط دیگر بررسی گردیده است. به عنوان مثال در بخش جریانهـای خروجـی فرآینـد بـا توجـه بـه رعایـت ملاحظات زیست محیطی، پیشنهاد گردیده که جریان های مذکور در صورت وجود بـا محصـولات بالاسـری برجهای جداکننده هیدروژن و متان ترکیب و به عنوان سوخت مورد استفاده قـرار گیرنـد. چـرا کـه ترکیبـات حاصل از احتراق مواد موجود در فرآیند، براساس مطالعات مربوط به برگه های ایمنی مواد، عمـدتا مونوکسـید کربن و دی اکسید کربن بوده که عملا این ترکیبات بسیار کم خطرتر از مواد اولیه خود میباشند. در مراحل بعد شبیه سازی بخشهای مختلف در فرآیند آغاز گردیده است. در بخش واکـنش بـا در نظـر گـرفتن معـادلات و سینتیک واکنش و اعمال برخی قیود که بر گرفته از ملاحظات اقتصادی و ایمنی میباشد، میزان درصد تبدیل، گزینش پذیری مربوط به واکنش بر اساس محصول مطلوب (بنزن) و محصول نـامطلوب (دی فنیـل) و هـم چنین دما، فشار، قطر و طول راکتور به صورت بهینه محاسبه گردیده است. در ادامـه میـزان انحـراف جریـان واقعی راکتور از حالت پلاگ، افت فشار در آن و جنس و ضخامت بدنه با توجه به دما و فشار واکـنش تعیـین گردیده است. در بخش حرارتی نیز انتگراسیون سیستمهای تبادل گرما و محاسبات مربوطه به منظور اسـتفاده بهینه از انرژی منجر به در نظر گرفتن و طراحی مبدلهای حرارتی شده، ضمن آنکه به دلیل انجام واکـنش در دماهای بالا یک دستگاه کوره به این امر اختصاص داده شده است. در طراحی تجهیزات مذکور با پیش بینـی جریانهای گرم وسرد در آنها، محاسبات مختلفی از جمله تعیین ضرایب انتقال حرارت جابجایی، تعـداد پاسـها، تعداد تیوبها و افت فشار در پوسته ولوله مبدلها انجام گردیده است. از سویی دیگر در بخش حرارتی مربوط به

مرکز اطلاعات و مدارک علمی جهاد
شهید آوینی

برجهای تقطیر نیز با عنایت به در نظر گرفتن آب خنک کننده به عنوان عنصر مبرد در کندانسور و همچنین استفاده از بخار داغ در جوشاننده، طراحیهای مربوطه انجام پذیرفته و موقعیت و جانمایی این تجهیزات در کنار برجها مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش جداسازی با در نظر گرفتن ضرایب فراریت در دما و فشار فرآیند پارامترها و شاخصهای آسانی جداسازی تعیین و ترتیب و اولویت مربوط به جداسازیها شناسایی میگردد. در این راستا چهار عدد تجهیز برای جداسازی در نظر گرفته شده که به ترتیب در مرحله اول عمده متان و هیدروژن موجود در جریان فرآیند را جدا نموده و بخشی از آن را به عنوان ماده اولیه به ابتدای فرآیند بازمیگرداند. در بخشهای بعدی جداسازی هیدروژن و متان باقیمانده، صورت پذیرفته و سپس بنزن به عنوان ماده تولیدی اصلی در برج دوم و تولوئن در برج سوم بازیابی میگردد. محاسبات و طراحی تجهیزات مربوط به بخش جداسازی و تعیین نوع برجها و ابعاد و سایز سینی یا پکینگ ها نیز به تفصیل انجام گردیده است. در این راستا کلیه محاسبات مربوطه با در نظر گرفتن پدیده های طغیان و ریزش مایع انجام پذیرفته ضمن آنکه دما و فشار برجها نیز بر اساس الگوریتمهای شناخته شده و با توجه به خنک کننده های متعارف و بی خطر تعیین گردیده اند. قابل ذکر است تمامی نتایج و محاسبات که به صورت دستی انجام شده با نتایج نرم افزار مقایسه و صحت آنها بررسی گردیده است. از سویی دیگر شبیه سازی و یکپارچگی تجهیزات نیز با کمک نرم افزار انجام پذیرفته و در نهایت با بررسی و تعیین سیستمهای کنترلی هر یک از تجهیزات، دیاگرام جریان فرآیند و دیاگرام لوله کشی و ابزاردقیق که به عنوان وروردی های اصلی مرحله بعد تحقیق میباشند، آماده میگردند. در این مرحله و تحت عنوان مطالعات شناسایی مخاطرات و قابلیت عملکرد فرآیند طراحی ایمنی یک فرآیند مخاطره آمیز از طریق روشهای سیستماتیک و به منظور حذف مخاطرات و یا کاهش ریسک آنها انجام پذیرفت. سپس با بکارگیری روشهای مصنوعی مخاطره سازی در جریان فرآیند انحرافات از طراحی اولیه و علل احتمالی وقوع آنها مشخص و پیشنهادات مرتبط جهت حذف و یا کاهش ریسک این علل در طراحی اولیه فرآیند اعمال گردید. در طول ارزیابی ریسک به روش هازوپ و بموازات اعمال اصلاحات لازم در فرآیند، عمدتا سیستمهای کنترلی مد نظر بود، چرا که اعمال پیشنهادات در بخشهای دیگر امکان تغییرات اساسی در کل فرآیند را ایجاد مینمود. از دلایل دیگر این امر امکان کمی سازی ریسک و آنالیز احتمال وقوع عیب در تجهیزات کنترلی که به عنوان اولین موانع در رخداد حوادث به شمار میروند و همچنین سهولت در نصب و برچیدن این سیستمها در تاسیسات را میتوان برشمرد. از سویی دیگر توجه به سیستمهای کنترلی در طراحی