بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای **معین جعفری فشارکی** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان شکست کاتالیستی باقیمانده برج خلاء توسط زئولیت** در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - مهندسی شیمی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر رامین کریم زاده	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر عبدالصمد زرین قلم مقدم	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمدرضا امیدخواه نسرین	استاد	
استاد ناظر	دکتر یداله مرتضوی	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محمدرضا امیدخواه نسرین	استاد	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است

امضاء استاد راهنما:

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی محسن حسنی

امضاء

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی صنایع است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر رامین کریم زاده ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

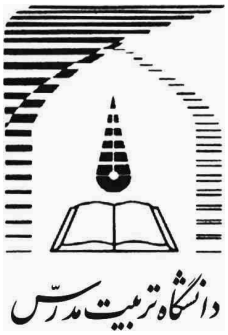
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به‌علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب محسن حمزه مشارکی دانشجوی رشته مهندسی صنایع مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محسن حمزه مشارکی

تاریخ و امضا: ۹۰/۱۱/۹



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی شیمی

شکست‌کاتالیستی باقیمانده برج خلاء پالایشگاه توسط زئولیت

نگارنده
معین جعفری فشارکی

استاد راهنما
دکتر رامین کریم زاده

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به

آقا امام زمان (عج) که جهان بی صبرانه در انتظار اوست.

پدر و مادر دلسوز ، فداکار و مهربانم که با صبر و تلاش خالصانه خود زمینه تحصیل مرا از ابتدا فراهم نموده و هرچه دارم ازراهنمایی‌های ارزشمند پدر و دعاهای خیر و دامان پرمهر مادرم است.

تقدیم با عشق به :

مشوق ، همراه و همسر عزیزم به خاطر صمیمیت، صبوری، صداقت و حضور همیشگی اش در تمامی مراحل زندگی.

قدردانی

بدین وسیله از استاد ارجمندم آقای دکتر کریم‌زاده و همچنین آقای قشقایی به دلیل زحمات، کمک‌ها و راهنمایی‌ها در پیشبرد این پروژه صمیمانه تشکر می‌کنم.

همچنین از آقایان جزایری، زارع و خانم موسوی و دیگر دوستان آزمایشگاه کراکینگ و کاتالیست به خاطر کمکهای سازنده‌شان صمیمانه تشکر می‌کنم.

چکیده

فرایند دومرحله‌ای ارتقای باقیمانده برج خلاء در این تحقیق مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. اولین مرحله شامل یک ارتقا از نوع شکست‌حرارتی بر روی خوراک خام می‌باشد. محصول شکسته‌شده در مرحله اول، وارد مرحله دوم شده و شکست‌کاتالیستی در فاز مایع بر روی آن انجام می‌گیرد. عملکرد کاتالیستی چهار کاتالیست نانوحفره مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین بررسی اثر دمای واکنش و نسبت کاتالیست به خوراک بر روی بهترین کاتالیست زئولیتی صورت گرفته است. محصولات مایع از منظر کیفیت کلی تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند و همه آن‌ها در محدوده قابل قبول سوخت دیزل می‌باشند. بهترین کیفیت در حضور کاتالیست H-SAPO-34 بدست آمده است. فعالیت کاتالیستی که با مقدار گاز شکسته شده تولیدی نمایش داده شده است به ترتیب Na-ZSM-5 > Al-MCM-41 > Na-Y > H-SAPO-34 افزایش می‌یابد. ترتیب فعالیت کاتالیستی برای تولید مواد با ارزش اولفین‌های سبک تقریبا مشابه گازهای شکسته‌شده می‌باشد به جز این‌که کاتالیستAl-MCM-41 از کاتالیست Na-ZSM-5 پیشی گرفته است. به‌طورکلی کاتالیست Al-MCM-41 به عنوان مناسب‌ترین کاتالیست شناخته شده است. بررسی نتایج تغییر دما در دماهای ۴۰۰، ۴۲۰ و ۴۴۰ درجه سانتیگراد و در حضور کاتالیست Al-MCM-41 نشان می‌دهد که کمترین میزان تبدیل و بیشترین کیفیت در دمای ۴۰۰ °C بدست آمده است. مقدار گاز تولیدی در دمای ۴۲۰ °C و ۴۴۰ °C برابر است ولی درصد اولفین بدست آمده در دمای واکنش ۴۲۰ °C بیش‌تر از ۴۴۰ °C است. افزایش نسبت کاتالیست به خوراک از ۰ به ۷ و سپس ۱۲ درصد باعث می‌شود که حجم گاز شکسته شده در حضور Al-MCM-41 نیز با همین نسبت افزایش یابد ولی شدت افزایش تولید اولفین‌ها کاهش یابد.

کلمات کلیدی : باقیمانده خلاء، ارتقا، شکست‌کاتالیستی، شکست‌حرارتی، غربال مولکولی، زئولیت

فهرست مطالب

فهرست مطالب ..... أ

فهرست علائم و نشانه‌ها ..... ث

فهرست شکل‌ها ..... ج

فهرست جدول‌ها ..... خ

فصل ۱ مقدمه ۱

۱-۱ هدف تحقیق ۱

۱-۲ طرح کلی آزمایش ۲

۱-۳ نمای کلی پایان‌نامه ۳

فصل ۲ مروری بر مطالعات انجام شده ۵

۲-۱ مقدمه ۵

۲-۲ باقیمانده برج خلاء،مشخصات و اجزا ۵

۲-۲-۱ زنجیره های اشباع ۶

۲-۲-۲ آروماتیک ها ۶

۲-۲-۳ رزین ها ۶

۲-۲-۴ آسفالتین ۷

۲-۳ شیوه های ارتقاء هیدروکربن های سنگین ۱۱

۲-۳-۱ شکست‌حرارتی ۱۳

۲-۳-۱-۱ تولید گاز ۱۵

۲-۳-۱-۲ کک‌زایی تاخیری ۱۵

۲-۳-۱-۳ کاهش گرانروی ۱۶

۲-۳-۲ شکست کاتالیستی ۱۷
۲-۳-۳ شکست کاتالیستی به همراه هیدروژن ۱۹
۲-۳-۴ آسفالتین زدایی ۱۹
۲-۳-۴-۱ اثر متغیر ها بر آسفالتین زدایی ۲۰
۲-۳-۵ شیوه‌های دیگر ارتقای باقیمانده برج خلاء ۲۲
فصل ۳ مواد و روش‌ها ۲۷
۳-۱ مقدمه ۲۷
۳-۲ خوراک ۲۸
۳-۳ کاتالیست ها ۲۸
۳-۴ دستگاه آزمایشگاهی ۲۹
۳-۴-۱ سردکننده و کندانسور ۳۱
۳-۴-۲ دستگاه اندازه‌گیری شدت جریان گاز ۳۱
۳-۵ طراحی و روش انجام آزمایش ۳۲
۳-۵-۱ شکست‌حرارتی ۳۳
۳-۵-۲ شکست کاتالیستی ۳۵
۳-۶ آنالیزهای به کار برده شده ۳۸
فصل ۴ نتایج و بحث ۴۱
۴-۱ مقدمه ۴۱
۴-۲ شکست‌حرارتی ۴۱
۴-۲-۱ بازده محصولات شکست‌حرارتی ۴۱
۴-۲-۲ آنالیز گازهای حاصل از شکست ۴۲
۴-۲-۳ مقدار ذرات نامحلول در نرمال هپتان ۴۳
۴-۲-۴ کیفیت محصول مایع حاصل از شکست‌حرارتی ۴۴
۴-۳ شکست کاتالیستی ۴۴
۴-۳-۱ فعالیت کاتالیستی ۴۵
۴-۳-۲ تولید اولفین های سبک ۴۹
۴-۳-۳ کیفیت محصول مایع تولیدی ۵۲
۴-۳-۴ انتخاب مناسب‌ترین کاتالیست ۵۵
۴-۳-۵ اثر دما و نسبت مقدار کاتالیست به خوراک ۵۷
۴-۳-۵-۱ اثر تغییر دما در حضور کاتالیست منتخب ۵۸
۴-۳-۵-۲ تاثیر نسبت مقادیر کاتالیست به خوراک در حضور کاتالیست منتخب ۶۸
فصل ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۴

۵-۱ نتیجه‌گیری ۷۴
۵-۲ پیشنهادات ۷۷
فهرست مراجع ۷۸

فهرست علائم و نشانه‌ها

کربن بافقیمانده	C.C.R: Conradson carbon residue
رزونانس مغناطیس هسته‌ای	NMR: Nuclear magnetic resonance
اشباع‌ها، آرماتیک‌ها، رزین‌ها و آسفالتین‌ها	SARA: Saturates, Aromatics, Resins, Asphaltenes
پارافین، اولفین، نفتن و آروماتیک	PONA: Paraffin, Olefin, Naphthene, Aromatic
کروماتوگرافی گازی	GC: Gas Chromatography
ویسکوزیته در ۱۰۰ درجه فارنهایت	$vis_{100\,^{\circ}\mathrm{F}}$
شاخص انکسار	n_d

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ طرح کلی مورد آزمایش در ارتقای باقیمانده برج خلاء پالایشگاه تهران ۳
شکل ۲-۱ ساختار رزین برای a)نفت آمریکا b)قیر ترکیه ۷
شکل ۲-۲ ساختار آسفالتین پلیمری از زنجیره های آروماتیکی و آسفالتینی ۹
شکل ۲-۳ ساختار آسفالتین پلیمری از زنجیره های آروماتیکی و آسفالتینی در ترکیب با اتم‌های هتروژن ۱۰
شکل ۲-۴ ساختار فرضی آسفالتین نفت ونوزئولا ۱۰
شکل ۲-۵ ساختار فرضی آسفالتین نفت کالیفورنیا ۱۱
شکل ۲-۶ مبدا خوراک های سنگین استفاده شده در در واحد های تبدیل ۱۲
شکل ۲-۷ سیر تکاملی محدوده محصولات به دست آمده توسط شکست‌حرارتی باقیمانده برج خلاء ۱۴
شکل ۲-۸ شیوه های معمول شکست باقیمانده برج خلاء ۲۳
شکل ۳-۱ شماتیک دستگاه آزمایشگاهی مورد استفاده برای شکست باقیمانده برج خلاء راکتور ۳۰
شکل ۳-۲ شیوه های کلی شکست‌کاتالیستی باقیمانده خلاء ۳۲
شکل ۳-۳ نحوه تغییرات دمای راکتور با زمان در آزمایشات شکست‌حرارتی ۳۵
شکل ۳-۴ نحوه تغییرات دما با زمان در آزمایشات شکست‌کاتالیستی ۳۷
شکل ۴-۱ بازده محصولات گاز مایع و باقیمانده شکست‌حرارتی ۴۲
شکل ۴-۲ بازده کلی محصولات به دست آمده از مرحله شکست‌کاتالیستی ۴۷
شکل ۴-۳ مقدار گازهای تولید شده نسبت به زمان واکنش برای آزمایشات با کاتالیست‌های مختف و آزمایش شاخص ۴۸
شکل ۴-۴ بازده اولفین‌های تولیدی نسبت به زمان واکنش برای آزمایشات با کاتالیست‌های مختف و آزمایش شاخص ۵۰
شکل ۴-۵ مقدار ویسکوزیته دینامیکی بر حسب دما برای خوراک و محصولات مایع حاصل از آزمایشات با چهار کاتالیست مختلف و آزمایش شاخص به همراه ویسکوزیته دیزل ۵۳
شکل ۴-۶ مقدار دانسیته بر حسب دما برای خوراک و محصولات مایع حاصل از با چهار کاتالیست مختلف و آزمایش شاخص ۵۴
شکل ۴-۷ مقدار گاز و اولفین تولیدی در حضور کاتالیست‌های مختلف و آزمایش شاخص ۵۶
شکل ۴-۹ نحوه چگونگی تغییر دمای فاز بخار راکتور با زمان به در دماهای ۳۸۰،۱۶۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد (فاز بخار) بر روی کاتالیست Al-MCM-41 به همراه زمان‌های انجام آنالیز گاز ۵۹
شکل ۴-۱۰ بازده محصولات مایع، گاز و باقیمانده حاصل در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در سه دمای ۴۰۰، ۴۲۰ و ۴۴۰ درجه سانتیگراد ۶۰

شکل ۴-۱۱ میزان تجمع کل گازهای تولیدی با گذشت زمان واکنش در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در سه دمای ۴۰۰، ۴۲۰ و ۴۴۰ درجه سانتیگراد ۶۱
شکل ۴-۱۲ مقدار درصد جرمی اولفین در گاز تولیدی با گذشت زمان واکنش در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در سه دمای ۴۰۰، ۴۲۰ و ۴۴۰ درجه سانتیگراد ۶۳
شکل ۴-۱۳ تغییرات میانگین گازهای تولیدی، درصد اولفین و +C5 با دمای واکنش ۶۴
شکل ۴-۱۴ تغییرات ویسکوزیته دینامیکی با دما در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در سه دمای واکنش ۴۰۰، ۴۲۰ و ۴۴۰ درجه سانتیگراد به همراه محدوده تغییرات ویسکوزیته دینامیکی برای دیزل ۶۵
شکل ۴-۱۵ تغییرات دانسیته با دما در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و دردماهای مختلف واکنش ۶۶
شکل ۴-۱۶ بازده محصولات مایع، گاز و باقیمانده حاصل از شکست‌کاتالیستی با نسبت‌های متفاوت کاتالیست به خوراک ۶۸
شکل ۴-۱۷ میزان تجمع کل گازهای تولیدی با گذشت زمان واکنش در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در نسبت‌های متفاوت کاتالیست به خوراک ۶۹
شکل ۴-۱۸ مقدار درصد جرمی اولفین در گاز تولیدی با گذشت زمان واکنش در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در نسبت متفاوت کاتالیست به خوراک ۷۰
شکل ۴-۱۹ تغییرات میانگین گازهای تولیدی، درصد اولفین و +C5 با نسبت وزنی کاتالیست به خوراک ۷۱
شکل ۴-۲۰ تغییرات ویسکوزیته دینامیکی با دما در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در نسبت‌های متفاوت کاتالیست به خوراک به همراه محدوده تغییرات ویسکوزیته دینامیکی برای دیزل ۷۲
شکل ۴-۲۱ تغییرات دانسیته با دما در حضور کاتالیست Al-MCM-41 و در نسبت‌های متفاوت کاتالیست به خوراک ۷۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱ مشخصات باقیمانده برج خلاء پالایشگاه تهران ۲۸
جدول ۳-۲ خصوصیات کلی کاتالیست های مورد استفاده ۲۹
جدول ۳-۳ طراحی آزمایش شکست‌کاتالیستی ۳۷
جدول ۳-۴ ضرایب برای محاسبه نسبت کربن به هیدروژن و جرم ملکولی از روابط ریاضی ۳۹
جدول ۴-۱ آنالیز گازهای حاصل از شکست‌حرارتی در زمان های مختلف واکنش ۴۲
جدول ۴-۲ مشخصات محصول مایع شکسته شده در آزمایشات مرحله اول شکست‌حرارتی ۴۴
جدول ۴-۳ مقدار بازده کلی محصولات به همراه آنالیز گاز و مایع حاصل از شکست‌کاتالیستی ۴۵
جدول ۴-۴ مقدار بازده کلی محصولات به همراه آنالیز گاز و مایع حاصل از شکست‌کاتالیستی در حضور کاتالیست Al-MCM-41 ۵۷

فصل ۱ مقدمه

۱-۱ هدف تحقیق

با گذشت زمان بدلیل سنگین‌تر شدن منابع نفت خام، باقیمانده برج تقطیر خلاء (به اختصار باقیمانده خلاء) بیشتری در پالایشگاهها حاصل می‌شود. کاهش منابع نفت خام سبک جهانی و افزایش نیاز صنایع پتروشیمیایی به اولفین های سبک و همچنین محدودیت‌های زیست محیطی برای استفاده مستقیم از برش باقیمانده خلاء موضوع تبدیل این برش به ترکیبات با ارزش سبک‌تر را به طور جدی مطرح کرده است [۱، ۲، ۳، ۴، ۵ ،۶]. با توجه به این که در حال حاضر در پتروشیمی‌های کشور از برش‌های با ارزش نفتا و گازوییل حاصل ازپالایشگاه‌ها برای تولید اولفین استفاده می‌شود بررسی امکان استفاده از برش‌های جایگزین به عنوان خوراک واحد تولید اولفین یا تولید مستقیم اولفین توسط ارتقا باقیمانده خلاء اهمیت مییابد.

فرایندهای معمول شکست‌حرارتی برای تبدیل باقیمانده خلاء به محصولات با ارزش‌تر در گذشته اهمیت فراوانی داشته‌اند. در سال‌های اخیر فرایندهای شکست‌کاتالیستی که در دماهای پایین‌تر انجام می گیرند و میزان تبدیل و کیفیت محصولات آن نسبت به فرایندهای شکست‌حرارتی بالاتر می‌باشد مورد توجه محققین قرار گرفته است [۷]. از طریق فرایندهای شکست‌کاتالیستی محصولات با ارزش گاز و مایع حاصل می‌شوند.

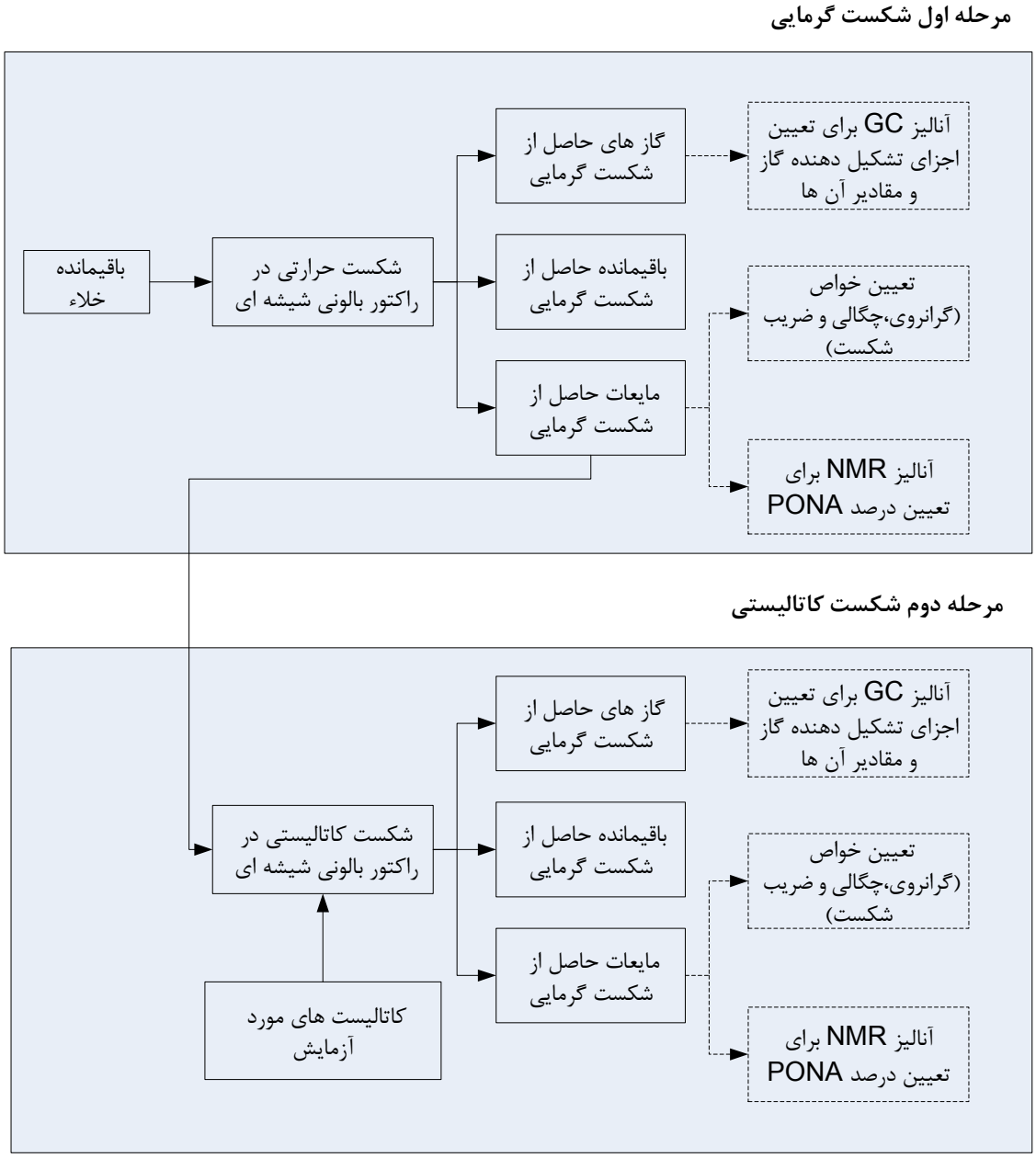
طرح کلی این پروژه به شکل زیر برنامه‌ریزی شد:

۱) شیوه مناسب شکست‌کاتالیستی باقیمانده خلاء طراحی شود.

۲) بهینه‌کردن کیفیت محصولات به دست آمده از شکست (گاز و مایع) با بررسی کاتالیست، دما و مقدار کاتالیست به خوراک.

۱-۲ طرح کلی آزمایش

شکل ۱-۱ طرح کلی مورد آزمایش در ارتقای باقیمانده برج خلاء پالایشگاه تهران را نشان می‌دهد. فرایند از دو مرحله اول و دوم شکست‌حرارتی و کاتالیستی تشکیل می‌شود. در ابتدا باقیمانده خلاء به صورت گرمایی درون یک راکتور شیشه‌ای بالونی شکل شکسته می شود و سپس محصول شکست‌حرارتی با اضافه شدن کاتالیست به آن و در همان راکتور بالونی شکل شکسته می‌شود. آزمایشات مرحله دوم توسط کاتالیست‌های مختلف و در دما و مقادیر متفاوت کاتالیست به خوراک انجام می‌پذیرد. برای هر دو مرحله آزمایش گازها و مایعات حاصل مورد آنالیز قرار می‌گیرند. اجزای گازها و مقادیر آن‌ها توسط آنالیز کروماتوگرافی گازی شناسایی می‌شوند و خواص گرانروی، چگالی و ضریب شکست محصولات بدست آمده شناسایی می‌شوند. همچنین محصولات مایع تحت آنالیزهای H NMR (H ایزوتوپ هیدروژن با جرم مولکولی ۱ است) و C NMR (C ایزوتوپ کربن با جرم مولکولی ۱۳ است) قرار گرفته‌اند تا ترکیبات سازنده آن‌ها مشخص شوند. همچنین در تمام آزمایشات بازده محصولات مایع، جامد و گاز تعیین شد.



شکل ۱-۱ طرح کلی مورد آزمایش در ارتقای باقیمانده برج خلاء پالایشگاه تهران

۱-۳ نمای کلی پایان‌نامه

در فصل اول ابتدا در مورد اهمیت ارتقا باقیمانده برج تقطیر خلأ پالایشگاهی و همچنین هدف تحقیقات انجام شده در این پایان‌نامه توضیحاتی ارائه می‌شود و سپس طرح کلی آزمایشی استفاده شده معرفی می‌شود.

در فصل دوم در مورد باقیمانده برج خلا، مشخصات و اجزای آن توضیحاتی داده می‌شود. سپس به شیوه‌های ارتقای باقیمانده خلاء پرداخته می‌شود. شکست‌حرارتی، شکست‌کاتالیستی، شکست‌کاتالیستی به همراه هیدروژن و آسفالتین زدایی معرفی و هر کدام توضیح داده خواهند شد و در پایان شیوه‌های جدیدی که محققان در خصوص شکست‌کاتالیستی مورد استفاده قرار داده‌اند معرفی می‌شود.

در فصل سوم ابتدا خوراک و کاتالیست ها مورد استفاده معرفی می‌گردند و سپس دستگاه آزمایشگاهی مورد استفاده و قسمت‌های مختلف آن توضیح داده می‌شوند. طراحی و روش انجام آزمایش برای دو مرحله شکست‌حرارتی و شکست کاتالیست مطرح می‌شوند و در پایان آنالیز های به کار برده شده بر روی مایعات و گازها معرفی‌خواهند شد.

در فصل چهارم نتایج آزمایشات انجام شده ارائه خواهد شد و سپس بر روی نتایج آن‌ها بحث می‌شود. در ابتدا نتایج شکست‌حرارتی که شامل بازده محصولات شکست‌حرارتی، آنالیز گازهای حاصل از شکست، مقدار ذرات نامحلول در نرمال‌هپتان و کیفیت محصول مایع حاصل از شکست‌حرارتی می باشد ارائه می‌گردد. سپس نتایج شکست توسط کاتالیست‌های مختلف در سه بخش فعالیت کاتالیستی، تولید اولفین‌های سبک و کیفیت محصول مایع تولیدی ارائه و مقایسه خواهند شد و مناسب‌ترین کاتالیست انتخاب می‌گردد. در پایان نتایج مربوط به اثر تغییرات دما و نسبت مقدار کاتالیست به خوراک بر روی کاتالیست انتخابی ارائه خواهد شد.

در فصل پنجم نتیجه بحث‌های انجام شده ارائه خواهد شد و پیشنهادات برای ادامه این تحقیق معرفی می‌گردند.

فصل ۲ مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱ مقدمه

باقیمانده خلأ به برش پسماند برج تقطیر خلأ پالایشگاه‌ها گفته می‌شود. در سالهای اخیر بدلیل افزایش تولید برش باقیمانده خلأ از یک طرف و افزایش تقاضا برای سوختهای فسیلی از طرف دیگر، نیاز به ارتقای باقیمانده خلاء بوسیله فرایندهای صنعتی احساس می‌شود.

در این فصل ابتدا باقیمانده برج خلاء، مشخصات و اجزای آن توضیح داده می‌شود و سپس شیوه‌های معمول ارتقای آن آورده شده است. در نهایت شیوه‌های نوینی که محققیقن ارائه داده‌اند، آورده شده است.

۲-۲ باقیمانده برج خلاء،مشخصات و اجزا

باقیمانده برج خلاء از چهار جزء زنجیره‌های اشباع[۱]، آروماتیک[۲]ها، رزین[۳]ها و آسفالتین‌ها[۴] تشکیل شده است. به مجموعه زنجیره های اشباع و آروماتیک ها روغن گفته می شود [۸].

بخش روغنی و رزین سخت در پروپان مایع حل می‌شوند ولی رزین نرم و آسفالتین در پروپان نامحلول است. رزین های سخت و آسفالتین در پنتان نامحلول هستند ولی رزین‌های نرم در پنتان محلول می باشند. رزین‌ها (چه نرم و چه سخت) در هپتان محلول و آسفالتین‌ها در هپتان نامحلول هستند [۹].

[1] saturates
[2] aromatics
[3] resin
[4] asphaltenes