

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای داریوش مرادی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تأثیر روش اصلاح کاتالیزور HZSM-5

برای تولید الفین‌های سبک در حضور نیتروژن و بخار آب

در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۱ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی پیشنهاد می‌کنند.

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

آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری 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 هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

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

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب داریوش مرادی دانشجوی رشته مهندسی شیمی ورودی سال تحصیلی ۹۰-۹۱ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی شیمی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله براساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم».

امضا
تاریخ ۹۲/۱۱/۸

آیین نامه چاپ پایان نامه‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه‌های 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 نامه‌ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» 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 نگارنده در رشته مهندسی شیمی است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر رامین کریم زاده از آن دفاع شده است.»

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

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

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

ماده ۶: اینجانب داریوش مرادی دانشجوی رشته مهندسی شیمی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی:

داریوش مرادی

تاریخ و امضا

۹۲/۱۱/۱



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

تأثیر روش اصلاح کاتالیزور HZSM-5 برای تولید الفین‌های سبک در حضور نیتروژن و بخار آب

نگارنده:

داریوش مرادی

استاد راهنما:

دکتر رامین کریمزاده

بهمن ۹۲

تقدیم بہ

فانوار ۱۵۴

تشکر و قدردانی

خداوند بزرگ را سپاس گزارم که توفیق داد تا این مرحله از زندگی ام نیز با موفقیت به پایان برسد. در طول انجام این پایان نامه عزیزان بسیاری مرا یاری نمودند. بر خود لازم می دانم که از تمامی آن ها قدردانی نمایم.

از جناب آقای دکتر راین کریم زاده که در تمامی مراحل انجام این پژوهش مرادلسوزانه و صمیمانه همراهی و پشتیبانی نمودند، سپاس گزار می کنم.

از سرکار خانم دکتر نازی رحیمی که زحمات زیادی طی این پروژه متحمل شدند و همواره مرادلسوزانه نمودند تشکر می کنم.

از سرکار خانم دکتر الهام موسوی به خاطر تمامی مشاوره ها و تلاش هایی که برای پیش برد این پروژه انجام دادند قدردانی می کنم.

از خانواده عزیزم که بدون حمایت ها و دلگرمی ایشان اتمام این مرحله زندگی ام ممکن نبود، خالصانه تشکر می کنم.

از جناب آقای مهندس محمد شیبک که در تمام طول دوره کارشناسی ارشد مرادوستانه یاری نمودند، صمیمانه تشکر می کنم.

بهمینین از همه دوستان و عزیزانم که در طی نمودن این مسیر مرا یاری نمودند، سپاس گزار می کنم.

چکیده

بخش اعظم نیاز صنایع پتروشیمی به الفین‌های سبک به وسیله فرایند شکست حرارتی تامین می‌شود. با توجه به محدودیت‌های فرایند شکست حرارتی نظیر دمای بالا و مصرف زیاد انرژی، عدم کنترل بر روی نسبت پروپیلن به اتیلن تولید شده، محدودیت در انتخاب خوراک و مشکلات محیط زیستی، به نظر می‌رسد در آینده فرایند شکست حرارتی پاسخ‌گوی تمام نیازهای صنعت پتروشیمی نخواهد بود. فرایندهای بسیاری برای جبران این کمبودها در حال توسعه هستند که یکی از کارآمدترین آن‌ها، فرایند شکست کاتالیزوری در مجاورت زئولیت MFI اصلاح شده می‌باشد. یکی از موضوعاتی که در این فرایند کمتر به آن پرداخته شده است، تاثیر روش اصلاح کاتالیزور در عملکرد آن می‌باشد.

در این پژوهش، کاتالیزور MFI با استفاده از کاتیون‌های لانتان و فسفر به روش‌های تبادل یونی، تلقیح خشک و مرطوب و ترکیب فیزیکی اصلاح شد و عملکرد آن در شکست کاتالیزوری LPG در شرایط مختلف عملیاتی مورد بررسی قرار گرفت. خواص کاتالیزورهای اصلاح شده به کمک آزمون‌های تعیین مشخصات معین گردید. نتایج نشان داد که روش اصلاح علاوه بر خواص فیزیکی-شیمیایی، بر عملکرد کاتالیزوری هم تاثیرگذار است. مشخص شد برای هر دو گروه کاتالیزورهای لانتانی و فسفوری، روش تلقیح مرطوب مناسب‌ترین شیوهی بارگذاری می‌باشد. در دمای واکنش 650°C در مجاورت نمونه بهینه‌ی 10La1PWImpMFI در حضور نیتروژن، بازده جرمی و گزینش-پذیری مجموع الفین‌های سبک، به ترتیب برابر ۵۱٪ و ۶۲٪ وزنی حاصل شد. همچنین در همین شرایط عملیاتی در حضور بخار آب به عنوان رقیق‌کننده، بازده جرمی اتیلن، متان و میزان تبدیل افزایش یافت اما گزینش‌پذیری نسبت به پروپیلن و مجموع الفین‌های سبک کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: شکست کاتالیزوری، الفین‌های سبک، ZSM-5، روش‌های اصلاح، لانتان، فسفر،

اتیلن، پروپیلن، LPG

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست جدول ها	م
فهرست شکل ها	ن
فهرست علايم و نشانه ها	ف
فصل ۱ مقدمه	۱
۱-۱ ضرورت و اهداف انجام پروژه	۲
۲-۱ ساختار پايان نامه	۵
فصل ۲ مروری بر منابع	۶
۱-۲ مقدمه	۷
۲-۲ زئولیت MFI	۸
۳-۲ معرفی واکنش شکست کاتالیزوری	۱۵
۴-۲ روش های اصلاح کاتالیزور	۱۷
۱-۴-۲ تبادل یونی	۱۷
۱-۱-۴-۲ تبادل یونی در فاز مایع	۱۷
۲-۱-۴-۲ تبادل یونی در فاز جامد	۱۸
۳-۱-۴-۲ تاثیر pH بر فرآیند تبادل یونی	۱۹
۲-۴-۲ روش تلقیح	۲۳
۱-۲-۴-۲ تلقیح متوالی	۲۵
۵-۲ شکست کاتالیزوری هیدروکربن ها در مجاورت MFI اصلاح شده	۲۵

۳۶	فصل ۳ مواد، روش‌ها و آزمایش‌ها
۳۷	۱-۳ مقدمه
۳۷	۲-۳ اصلاح کاتالیزور
۳۹	۱-۲-۳ تبدیل MFI به نمونه اسیدی
۴۰	۲-۲-۳ تبادل یونی
۴۰	۳-۲-۳ تلقیح خشک
۴۱	۴-۲-۳ تلقیح مرطوب
۴۱	۵-۲-۳ تلقیح مرطوب متوالی
۴۲	۶-۲-۳ ترکیب فیزیکی
۴۲	۳-۳ تعیین مشخصات کاتالیزور
۴۴	۱-۳-۳ پراش اشعه ایکس (XRD)
۴۵	۲-۳-۳ جذب فیزیکی نیتروژن
۴۶	۳-۳-۳ طیف سنجی به کمک فلورسانس اشعه ایکس (XRF)
۴۶	۴-۳-۳ طیف سنجی به کمک اشعه مادون قرمز به روش تبدیلات فوریه (FT-IR)
۴۸	۵-۳-۳ دفع برنامه‌ریزی شده دمایی آمونیاک (NH_3 -TPD)
۴۹	۶-۳-۳ طیف سنجی نشری نوری توسط پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES)
۵۰	۷-۳-۳ طیف سنجی جذب اتمی (AAS)
۵۱	۴-۳ شرح سامانه آزمایشگاهی
۵۳	۵-۳ شرح فرایند
۵۴	۱-۵-۳ روش محاسبه میزان تبدیل و گزینش‌پذیری
۵۵	فصل ۴ نتایج و بحث

۱-۴	مقدمه	۵۶
۲-۴	مشخصات کاتالیزورهای اصلاح شده	۵۶
۱-۲-۴	درصد بارگذاری و نسبت مولی $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	۵۶
۲-۲-۴	ساختار بلوری	۵۷
۳-۲-۴	خواص فیزیکی	۶۰
۴-۲-۴	گروه‌های عاملی	۶۲
۵-۲-۴	خواص اسیدی	۶۴
۳-۴	شکست کاتالیزوری خوراک LPG در مجاورت HMFی اصلاح شده با لانتان و فسفر	۶۷
۱-۳-۴	انتخاب روش اصلاح بهینه	۶۷
۱-۱-۳-۴	میزان تبدیل خوراک	۶۸
۲-۱-۳-۴	بازده جرمی و گزینش‌پذیری محصولات اصلی	۷۳
۳-۱-۳-۴	نتیجه‌گیری	۷۶
۲-۳-۴	تأثیر حضور همزمان لانتان و فسفر	۷۷
۱-۲-۳-۴	میزان تبدیل	۷۷
۲-۲-۳-۴	توزیع محصولات	۷۸
۳-۳-۴	شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در شرایط دمایی مختلف	۷۹
۱-۳-۳-۴	میزان تبدیل	۷۹
۲-۳-۳-۴	بازده جرمی و گزینش‌پذیری	۸۰
۳-۳-۳-۴	توزیع محصولات	۸۲
۴-۳-۴	شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در WHSV‌های مختلف	۸۴

۸۴.....	میزان تبدیل.....	۱-۴-۳-۴
۸۵.....	توزیع محصولات.....	۲-۴-۳-۴
۸۷.....	مقایسه شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه‌های 10La1PWImMFI و 10La+1P.....	۵-۳-۴
۸۷.....	میزان تبدیل.....	۱-۵-۳-۴
۸۷.....	بازده جرمی و گزینش پذیری.....	۲-۵-۳-۴
۹۰.....	توزیع محصولات.....	۳-۵-۳-۴
۹۰.....	مقایسه عملکرد کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه بهینه‌ی 10La1PWImpMFI با نمونه‌های HMFی و Blank Silica در حضور رقیق‌کننده‌های مختلف.....	۶-۳-۴
۹۰.....	میزان تبدیل.....	۱-۶-۳-۴
۹۳.....	بازده جرمی، گزینش پذیری و توزیع محصولات.....	۲-۶-۳-۴
۹۸.....	نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....	فصل ۵
۹۹.....	نتیجه‌گیری.....	۱-۵
۱۰۱.....	پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی.....	۲-۵
۱۰۲.....	مراجع.....	

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۲۲	جدول ۱-۲ نمایش ZPC (IEP) برای انواع مختلف اکسیدها.....
۲۳	جدول ۲-۲ ZPC دو نمونه HMFI.....
۳۸	جدول ۱-۳ مشخصات MFI خریداری شده.....
۳۹	جدول ۲-۳ مشخصات نمونه‌های بارگذاری شده.....
۵۳	جدول ۳-۳ مشخصات خوراک LPG.....
۵۳	جدول ۴-۳ شرایط انجام آزمایش شکست کاتالیزوری.....
۵۷	جدول ۱-۴ نتایج آزمون‌های ICP و AAS برای نمونه‌های بارگذاری شده به روش‌های.....
۶۱	جدول ۲-۴ نتایج آزمون جذب فیزیکی نیتروژن برای نمونه‌های HMFI، 10LaWImpMFI و LaIX2MFI.....
۶۶	جدول ۳-۴ مقادیر اسیدیته برای HMFI و نمونه‌های بارگذاری شده با لانتان و لانتان-فسفر، اصلاح شده به روش تلقیح مرطوب.....

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲ ساختار چهار نوع زئولیت مختلف	۱۲
شکل ۲-۲ سایت‌های اسیدی برونشند و لوئیس	۱۴
شکل ۳-۲ مکانیسم‌های شکست کاتالیزوری: الف) مکانیزم هاگ-دسوا برای یک مولکول آلکان (RH) در واکنش با یک یون کربنیوم ناپایدار، ب) مکانیسم شکست کلاسیک برای یک مولکول آلکان شامل مرحله انتقال هیدروژن و شکست β .	۱۶
شکل ۴-۲ تغییرات پتانسیل زتا با pH در دمای ۲۲/۵ درجه سلسیوس	۲۱
شکل ۵-۲ مراحل بارورسازی	۲۴
شکل ۱-۳ نمای کلی سامانه آزمایشگاهی آزمایش‌های شکست کاتالیزوری	۵۲
شکل ۱-۴ مقایسه طیف بدست آمده با نمونه استاندارد MFI	۵۸
شکل ۲-۴ مقایسه طیف‌های XRD کاتالیزور HMFی اصلاح شده با لانتان به روش‌های مختلف با HMFی و طیف استاندارد HMFی	۵۹
شکل ۳-۴ مقایسه طیف‌های XRD کاتالیزور HMFی اصلاح شده با لانتان به روش‌های مختلف با HMFی	۶۰
شکل ۴-۴ مقایسه طیف‌های XRD کاتالیزور HMFی اصلاح شده با فسفر به روش‌های مختلف با HMFی و طیف استاندارد HMFی	۶۰
شکل ۵-۴ مقایسه طیف‌های FT-IR نمونه‌های اصلاح شده با نمونه اسیدی	۶۲
شکل ۶-۴ نتایج آزمون NH_3 -TPD برای نمونه‌های اصلاح شده به روش تلقیح مرطوب و HMFی	۶۶
شکل ۷-۴: میزان تبدیل LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با لانتان به روش‌های مختلف	۷۲

- شکل ۴-۸ میزان تبدیل LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با فسفر به روش‌های مختلف. ۷۲
- شکل ۴-۹ بازده جرمی محصولات اصلی در شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با لانتان به روش‌های مختلف. ۷۴
- شکل ۴-۱۰ بازده جرمی محصولات اصلی در شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با فسفر به روش‌های مختلف. ۷۵
- شکل ۴-۱۱ گزینش‌پذیری الفین‌های سبک (اتیلن+پروپیلن) در شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با لانتان به روش‌های مختلف. ۷۵
- شکل ۴-۱۲ گزینش‌پذیری الفین‌های سبک (اتیلن+پروپیلن) در شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت کاتالیزورهای بارگذاری شده با فسفر به روش‌های مختلف. ۷۶
- شکل ۴-۱۳ میزان تبدیل در مجاورت نمونه‌های 10LaWImpMFI، 1PWImpMFI و 10La1PWImpMFI. ۷۸
- شکل ۴-۱۴ توزیع محصولات اصلی شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه‌های 10LaWImpMFI، 1PWImpMFI و 10La1PWImpMFI: الف) شروع واکنش (ب) ۲۵ دقیقه پس از شروع واکنش. ۷۹
- شکل ۴-۱۵ میزان تبدیل LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در شرایط دمایی مختلف. ۸۰
- شکل ۴-۱۶ بارده جرمی اتیلن و پروپیلن در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در دماهای متفاوت. ۸۲
- شکل ۴-۱۷ گزینش‌پذیری "اتیلن + پروپیلن" در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در دماهای متفاوت. ۸۲
- شکل ۴-۱۸ توزیع محصولات اصلی شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در دماهای متفاوت. ۸۳
- شکل ۴-۱۹ توزیع محصولات فرعی شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در دماهای متفاوت. ۸۴

شکل ۲۰-۴ میزان تبدیل LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در WHSV های مختلف. ۸۵.....

شکل ۲۱-۴ توزیع محصولات اصلی شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در WHSV های مختلف. ۸۶.....

شکل ۲۲-۴ توزیع محصولات فرعی شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La1PWImpMFI در WHSV های مختلف. ۸۶.....

شکل ۲۳-۴ نتایج شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه های 10La1PWImpMFI و 10La+1P (الف: میزان تبدیل ب) بازده جرمی اتیلن ج) بازده جرمی پروپیلن د) گزینش پذیری الفین های سبک. ۸۹.....

شکل ۲۴-۴ توزیع محصولات شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه 10La+1P و 10La1PWImpMFI (الف: محصولات اصلی ب) محصولات فرعی. ۹۰.....

شکل ۲۵-۴: شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت نمونه های blank, 10La1PWImpMFI و HMFی در حضور نیتروژن و بخار آب. ۹۱.....

شکل ۲۶-۴ مقایسه شکست کاتالیزوری در مجاورت نمونه های 10La1PWImpMFI، HMFی و Blank در شرایط مختلف: الف) 10La1PWImpMFI، HMFی و Blank در حضور نیتروژن ب) 10La1PWImpMFI و HMFی در حضور بخار آب ج) 10La1PWImpMFI با HMFی در حضور نیتروژن و بخار آب د) گزینش پذیری الفین های سبک. ۹۵.....

شکل ۲۷-۴ توزیع محصولات شکست کاتالیزوری LPG در مجاورت کاتالیزورهای HMFی، Blank و 10La1PWImpMFI در حضور رقیق کننده های مختلف: الف) محصولات اصلی ب) محصولات فرعی. ۹۶.....

فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علامت اختصاری
کاتالیزور اسیدی MFI	HMFI
کاتیون با بار m	A
تعداد چهاروجهی در هر سلول کریستالوگرافی واحد	x+y
نسبت SiO_2/Al_2O_3	x/y
چهارچوب با بار منفی	Z^-
نوع کاتیون خنثی‌کننده بار ساختار	M
ظرفیت کاتیون	a
کاتالیزور	Z
گونه‌های روی سطح	SOH, SO^-, SOH_2^+
پروتون در حوالی سطح باردار	H_s^+
کاتالیزور در حضور بخار آب	Z-Steam

فصل اول

مقدمه

۱-۱ ضرورت و اهداف انجام پروژه

الفین‌های سبک از جمله اتیلن و پروپیلن از مهمترین مواد اولیه در صنعت پتروشیمی محسوب می‌شوند که اتیلن عمدتاً بوسیله شکست حرارتی (شکست با بخار آب^۱) تولید می‌شود و پروپیلن نیز محصول جانبی همین فرایند است. منابع سوختی تجدید ناپذیر رو به پایان هستند و هزینه‌های تامین انرژی پیوسته افزایش می‌یابد. علاوه بر این، با نیاز روزافزون صنایع پتروشیمی به الفین‌های سبک (به ویژه پروپیلن) و محدودیت در انتخاب خوراک، شرایط عملیاتی غیرمناسب (دمای بالای واکنش) و ناتوانی در کنترل نسبت اتیلن به پروپیلن تولید شده در فرایند شکست حرارتی، توسعه‌ی فرایندهای اقتصادی‌تر، پر-بازده‌تر، با آلودگی کمتر و کنترل‌شده‌تر ضروری به نظر می‌رسد [۹-۱]. تاکنون روش‌های بسیاری نظیر

¹ Steam Cracking

هیدروژن‌زدایی از اتان و پروپان، تبدیل متانول به الفین، متاسیس^۱ الفین‌ها و شکست کاتالیزوری هیدروکربن‌ها برای تولید الفین‌های سبک توسعه یافته‌اند. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که فرایند شکست کاتالیزوری با استفاده از زئولیت‌های اصلاح‌شده به ویژه MFI اصلاح شده می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای فرایند شکست حرارتی در زمینه تولید الفین‌های سبک باشد. از عناصر مختلفی نظیر فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، فلزات واسطه و خاک‌های کمیاب و نافلزاتی مانند فسفر برای اصلاح MFI استفاده شده است. از میان موارد ذکر شده، در مجاورت نمک‌های لانتان و فسفر نتایج بهتری حاصل شده است. لانتان و فسفر با بهینه کردن اسیدیته کاتالیزور باعث افزایش بازده و انتخاب‌پذیری نسبت به الفین‌های سبک و بنابراین کاهش ترکیبات آروماتیک می‌شوند. همچنین با افزایش پایداری هیدروترمال^۲ افت فعالیت کاتالیزور را در طول واکنش کاهش می‌دهند [۱-۴، ۱۰].

یکی از پارامترهای موثر در عملکرد کاتالیزور، روش اصلاح آن می‌باشد [۳، ۱۱]. معمول‌ترین روش‌های اصلاح کاتالیزور، روش‌های تلقیح (خشک و خیس)، تبادل یونی و ترکیب فیزیکی می‌باشند [۱-۴، ۱۰، ۱۱]. هرکدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارند، بنابراین بررسی تاثیر روش‌های مختلف اصلاح به منظور تعیین روش بهینه می‌تواند در افزایش راندمان فرایند شکست کاتالیزوری برای تولید الفین‌های سبک نقش مهمی داشته باشد. در روش تبادل یونی گونه بارگذاری شده به احتمال فراوان وارد ساختار می‌شود اما طی فرایند اصلاح به مقدار زیادی از کاتالیزور احتیاج است و هدررفت

¹ Metathesis

² Hydrothermal