



# بررسی جداسازی پارازایلن توسط غشاء زئولیتی MFI

مریم منوچهری نژاد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیندهای جداسازی

بهمن ماه ۱۳۸۶



دانشکده مهندسی شیمی

# بررسی جداسازی پارازایلن توسط غشاء زئولیتی MFI

مریم منوچهری نژاد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیندهای جداسازی

استاد راهنما:

دکتر سید نظام الدین اشرفی زاده

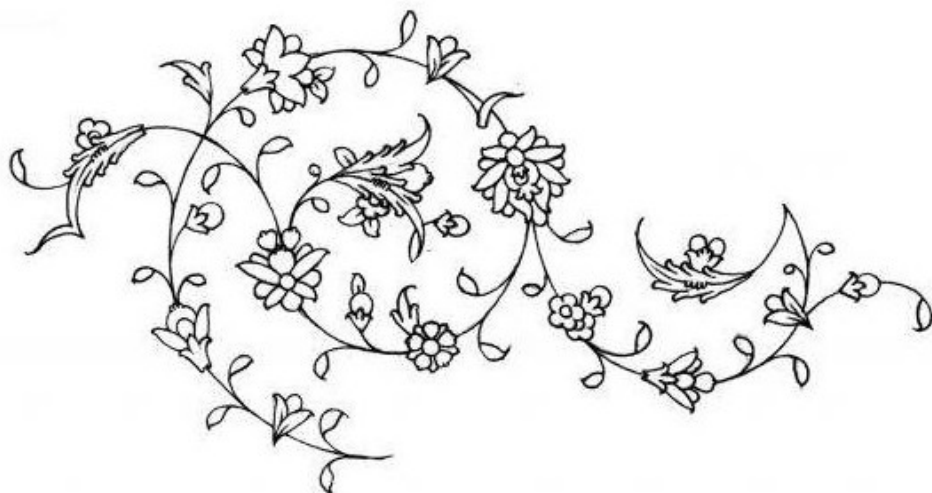
اساتید مشاور:

دکتر اکبر ملک پور

دکتر علیرضا خانچی

بهمن ماه ۱۳۸۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



🌀 تقدیم به دو وجود ارزشمند؛

پدر و مادر

که هیچ‌گاه محبت و حمایت‌شان را از من دریغ نکردند.

🌀 تقدیم به همسرم؛

شریک تمامی لحظه‌ها

که ناشکیبایی‌هایم را تحمل کرد و تنهاییم نگذاشت.



با تقدیر و سپاس فراوان از

اساتید راهنمای گرامی، آقای دکتر اشرفی‌زاده و آقای دکتر ملک‌پور که در مراحل مختلف تحقیقات، با کمک‌های بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزنده‌شان مرا یاری دادند.

اساتید و همکارانم در سازمان انرژی اتمی، آقای دکتر فانی، آقای دکتر امدی، آقایان غفاری‌نیک، کلانتری، ذوالفنون، نظیری، فضل‌علی، ملکی‌نژاد، پاکزاد، بهزاد، بوروغنی و ... که هر یک با استفاده از توان علمی و فنی خود، مرا در انجام پروژه یاری کردند.

آقای دکتر اسدی، سرکار خانم ندایی و آقای مهندس رضائی که راهنمایی‌ها و خدماتشان در انجام آنالیزهای مورد نیاز پروژه، در رسیدن به نتیجه نهایی بسیار مؤثر بود.

دوست عزیزم خانم فهیمه موری‌آباد صبور که در طول تحقیقات، همراه و همیار من بودند.

کلیه عزیزانی که به هر شکل و به هر صورتی در پیشرفت و به ثمر رسیدن این پروژه نقشی داشتند.

مریم منوچهری نژاد



جداسازی مؤثر ایزومرهای زایلین خصوصاً پارازایلین بدلیل نقش ویژه‌ای که در تولید پلی استر PET<sup>۱</sup> دارد از مسائل مهم در صنعت پتروشیمی محسوب می شود. ایزومرهای زایلین در صنعت، به روشهای تقطیر، جذب سطحی و کریستالیزاسیون از یکدیگر جدا می‌شوند. اما به علت پیچیدگی و مصرف زیاد انرژی توسط این روشها، روشهای جداسازی غشایی به عنوان جایگزین به طور گسترده مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته‌اند. به خصوص روش تراوش تبخیری یکی از فرآیندهای مؤثر برای جداکردن مخلوطهای مایع با نقطه جوش نزدیک به هم و مخلوطهای دارای آزنوتروپ می‌باشد.

تا کنون مطالعات آزمایشگاهی بسیاری در زمینه ساخت و کاربرد غشاهای زئولیتی MFI (سیلیکالیت-۱ و ZSM-5) برای جداسازی ایزومرهای زایلین انجام شده و عوامل و پارامترهای مختلفی اعم از پارامترهای ساختاری و فرآیندی مورد بررسی قرار گرفته‌است. در این تحقیق پس از سنتز موفقیت‌آمیز غشاهای زئولیتی سیلیکالیت-۱ حاوی قالب آلی عواملی نظیر عامل اتصال‌دهنده HPC، تعداد دفعات سنتز و دمای سنتز مورد بررسی قرار گرفت و سپس فرآیند تراوش تبخیری در دماهای عملیاتی مختلف (۳۰°C، ۵۰ و ۷۰) برای جداسازی پارازایلین از مخلوط ایزومرهای زایلین انجام شد. بهترین نتیجه بدست آمده، مربوط به غشاهای دولایه، حاوی قالب آلی و عامل اتصال‌دهنده، سنتز شده بمدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۸۰°C بود. ضریب جداسازی پارازایلین از اورتوزایلین در دمای عملیاتی ۷۰°C، برابر با ۲/۴ و فلاکس عبوری در حدود ۰/۴۱ kg/m<sup>2</sup>.hr بدست آمد. همچنین اثر جانشینی فلزات V و Ti در ساختار MFI غشاهای سیلیکالیت و بعبارتی سنتز غشاهای TS-1 و VS-1 با نسبت فلز/Si بترتیب برابر با ۳۳ و ۵۴ در دستور کار قرار گرفت. با افزایش مقدار فلز در ساختار غشاهای (<۲۰۰ فلز/Si)، رشد کریستال‌ها محدود شده و لایه یکنواخت زئولیتی بسختی تشکیل می‌شود. در مقابل خواص کاتالیستی غشاهای افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد با توجه به تغییر خواص جذب سطحی غشاهای زئولیتی در اثر شدن V به داخل ساختار MFI، انتخاب‌پذیری غشاهای نسبت به ایزومرهای آلی زایلین اندکی بهبود می‌یابد که مطالعه و بررسی‌های بیشتر در این زمینه ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زایلین، پارازایلین، جداسازی، غشاهای زئولیتی MFI، سیلیکالیت-۱، TS-1، VS-1.

<sup>1</sup>. Polyethylene Terephthalate

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	مقدمه
۴	فصل اول: معرفی زایلن ها، کاربرد و روشهای جداسازی آن ها
۵	۱-۱. مقدمه
۷	۱-۱-۱. اثرات زایلن روی سلامتی انسان
۸	۲-۱. منابع تولید و کاربرد زایلن ها
۱۱	۱-۲-۱. فرآیندهای تبدیل انتخابی تولوئن
۱۱	۱-۲-۱-۱. فرآیند تفکیک مرحله ای انتخابی تولوئن GT-STDP <sup>SM</sup>
۱۳	۲-۱-۲-۱. آلکیلاسیون تولوئن GT-TolAlk <sup>SM</sup>
۱۵	۲-۲-۱. سایر تکنولوژی های مدرن جهت تولید پارازایلن
۱۷	۳-۱. روشهای جداسازی زایلن ها
۲۳	فصل دوم: جداسازی پارازایلن توسط غشاء زئولیتی MFI
۲۴	۱-۲. مقدمه
۲۴	۲-۲. زئولیت
۲۵	۱-۲-۲. خواص فیزیکی زئولیت ها
۲۶	۲-۲-۲. کاربرد زئولیت ها
۲۷	۳-۲. غشاهای زئولیتی MFI
۲۹	۱-۳-۲. سنتز غشاء MFI
۳۱	۲-۳-۲. پارامترهای مؤثر در سنتز غشاء MFI
۳۱	۴-۲. جداسازی پارازایلن توسط غشاء زئولیتی MFI
۳۴	۱-۴-۲. روشهای جداسازی پارازایلن توسط غشاء زئولیتی MFI

عنوان	صفحه
۵-۲. مروری بر مطالعات صورت گرفته در زمینه جداسازی ایزومرهای زایلین به کمک فرآیندهای تراوش تبخیری و بخاری	۳۹
۱-۵-۲. بررسی پارامترهای مؤثر بر عملکرد غشاهای MFI برای جداسازی زایلین ها در فرآیندهای تراوش تبخیری و بخاری	۳۹
۱-۱-۵-۲. مکانیزم جداسازی زایلین ها و تأثیر دما و فشار خوراک بر آنها	۳۹
۲-۱-۵-۲. تأثیر فرآیند کلسیناسیون	۴۴
۳-۱-۵-۲. اثر قالب آلی	۴۵
۴-۱-۵-۲. تأثیر میکروساختار و جهت گیری فیلم ژئولیت	۴۶
۵-۱-۵-۲. تأثیر مرحله دانه نشانی	۴۸
۶-۱-۵-۲. تأثیر دما و زمان سنتز	۵۱
۷-۱-۵-۲. تأثیر تکنیک های اصلاح میکروساختار غشاء	۵۲
۸-۱-۵-۲. تأثیر افزودن فلزات	۵۴
۹-۱-۵-۲. تأثیر جذب زایلین ها بر میکروساختار غشاء	۵۵
۱۰-۱-۵-۲. مقایسه نتایج تراوش تبخیری و تراوش بخاری	۵۸
۲-۵-۲. جمع بندی	۶۰
<b>فصل سوم: ساخت و ارزیابی غشاء ژئولیتی MFI</b>	۶۲
۱-۳. مواد شیمیایی	۶۳
۱-۱-۳. مواد شیمیایی مورد استفاده در ساخت غشاء	۶۳
۲-۱-۳. مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیند تراوش تبخیری	۶۴
۲-۳. تجهیزات	۶۴
۱-۲-۳. تجهیزات مورد استفاده در ساخت غشاء	۶۴
۲-۲-۳. تجهیزات مورد استفاده در عملیات تراوش تبخیری	۶۹
۳-۳. روش ساخت غشاء ژئولیتی MFI	۷۵



صفحه	عنوان
۷۵	۱-۳-۳. سنتز پودر زئولیت سیلیکالیت-۱
۷۶	۲-۳-۳. آماده سازی پایه ها
۷۶	۳-۳-۳. دانه نشانی پایه ها
۷۷	۱-۳-۳-۳. دانه نشانی به روش دوغابی
۷۷	۲-۳-۳-۳. دانه نشانی به روش دوغابی به همراه ماده افزودنی HPC
۷۷	۴-۳-۳. ساخت غشاء زئولیتی سیلیکالیت-۱ بر روی پایه های دانه نشانی شده
۷۹	۴-۳. ساخت غشاء زئولیتی اصلاح شده سیلیکالیت-۱ با جانشین کردن فلزات در ساختار آنها
۷۹	۱-۴-۳. ساخت غشاء زئولیتی تیتانیوم سیلیکالیت-۱
۷۹	۱-۱-۴-۳. سنتز پودر تیتانیوم سیلیکالیت-۱
۸۰	۲-۱-۴-۳. ساخت غشاء تیتانیوم سیلیکالیت-۱
۸۱	۲-۴-۳. ساخت غشاء زئولیتی وانادیوم سیلیکالیت-۱
۸۱	۱-۲-۴-۳. سنتز پودر وانادیوم سیلیکالیت-۱
۸۱	۲-۲-۴-۳. ساخت غشاء وانادیوم سیلیکالیت-۱
۸۱	۵-۳. ارزیابی پودر و غشاء زئولیتی MFI ( VS-1 , TS-1 , Si-1 )
۸۲	۱-۵-۳. ارزیابی ساختاری
۸۲	۱-۱-۵-۳. پراش اشعه ایکس (XRD)
۸۲	۲-۱-۵-۳. طیف سنج فلورسانس پرتو ایکس (XRF)
۸۳	۳-۱-۵-۳. طیف سنج مادون قرمز (FT-IR)
۸۳	۴-۱-۵-۳. آنالیز میکروسکوپ الکترونی (SEM) و EDX
۸۴	۲-۵-۳. ارزیابی عملکردی غشاء زئولیتی MFI
۸۸	فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری
۸۹	مقدمه
۹۰	۱-۴. اثر عامل اتصال دهنده (HPC)

صفحه	عنوان
۹۰	۱-۱-۴. نتایج حاصل از آنالیز ساختاری
۹۳	۲-۱-۴. نتایج حاصل از آنالیز عملکردی
۹۶	۲-۴. اثر دمای سنتز
۹۶	۱-۲-۴. نتایج حاصل از آنالیز ساختاری
۹۹	۳-۴. اثر دمای عملیاتی
۹۹	۱-۳-۴. نتایج حاصل از آنالیز عملکردی
۱۰۰	۴-۴. اثر تعداد دفعات سنتز
۱۰۰	۱-۴-۴. نتایج حاصل از آنالیز ساختاری
۱۰۳	۲-۴-۴. نتایج حاصل از آنالیز عملکردی
۱۰۴	۵-۴. جانمایی فلزات در ساختار سیلیکالیت
۱۰۴	۱-۵-۴. نتایج حاصل از آنالیز ساختاری
۱۱۷	۲-۵-۴. نتایج حاصل از آنالیز عملکردی
۱۲۰	۶-۴. نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها
۱۲۰	۱-۶-۴. نتیجه‌گیری نهایی
۱۲۲	۲-۶-۴. برخی از مشکلات ایجاد شده در حین کار
۱۲۳	۳-۶-۴. پیشنهادها مفید برای تحقیقات آتی
۱۲۵	پیوست: تکنیک‌های آنالیز ساختاری
۱۳۴	أ. انکسار اشعه ایکس
۱۳۵	ب. طیف سنج فلورسانس پرتو ایکس
۱۳۹	ج. میکروسکوپ الکترونی و سیستم آنالیز EDX
۱۴۲	د. طیف‌سنجی مادون قرمز
۱۴۳	منابع و مراجع

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱: شکل مولکولی زایلنها
۱۲	شکل ۲-۱: شمایی از یک فرآیند STDP
۱۴	شکل ۳-۱: واکنش آلکیلاسیون تولوئن
۱۵	شکل ۴-۱: حساسیت هزینه تولید نسبت به قیمت تولوئن برای یک واحد منفرد
۱۷	شکل ۵-۱: تولید زایلنها توسط رفرمینگ کاتالیزوری و تفکیک مرحله‌ای تولوئن
۱۸	شکل ۶-۱: شمایی از یک مجتمع آروماتیک
۳۴	شکل ۱-۲: طبقه بندی جداسازی مخلوط های آلی با استفاده از تراوش تبخیری
۳۶	شکل ۲-۲: نمونه‌ای از تجهیزات آزمایشگاهی تراوش تبخیری
۳۸	شکل ۳-۲: مقایسه نتایج تراوش تبخیری و بخاری مخلوط نرمال هگزان/ دی متیل بوتان
۴۴	شکل ۴-۲: تغییرات میزان تراوش و انتخاب پذیری غشاء دولایه سیلیکالیت/ZSM-5 بر حسب دما برای مخلوط ۵۰:۵۰ پارا / اورتوزایلن
۵۰	شکل ۵-۲: تاثیر تعداد مراحل دانه نشانی بر عملکرد غشاء سیلیکالیت در جداسازی پارازایلن
۵۲	شکل ۶-۲: اثر زمان سنتز بر عملکرد غشاء MFI (با دو مرحله دانه نشانی با محلول سیلیکالیت) در جداسازی پارازایلن
۵۴	شکل ۷-۲: تاثیر کربوناسیون TIPB بر عملکرد غشاء زئولیتی MFI
۵۶	شکل ۸-۲: ایزوترم های جذب ایزومرهای خالص پارازایلن و اورتوزایلن در غشاء MFI
۵۷	۹-۲. مقایسه تراوش گازهای خالص قبل (هاشورخورده) و بعداز(هاشورنخورده) عملیات حرارتی پس از انجام تست زایلن به کمک غشاء MFI جهت دار c
۵۷	شکل ۱۰-۲. مقایسه XRD غشاء MFI جهت دار c قبل و بعد از تست تراوش زایلن ها و پس از عملیات حرارتی
۶۴	شکل ۱-۳: ترازو

صفحه	عنوان
۶۵	شکل ۲-۳: همزن مغناطیسی
۶۵	شکل ۳-۳: همزن
۶۵	شکل ۴-۳: همزن
۶۶	شکل ۵-۳: پایه دیسکی
۶۶	شکل ۶-۳: ظرف تفلونی
۶۷	شکل ۷-۳: نگهدارنده
۶۷	شکل ۸-۳: اتوکلاو استیل
۶۸	شکل ۹-۳: آون
۶۸	شکل ۱۰-۳: آون
۶۸	شکل ۱۱-۳: آون
۶۸	شکل ۱۲-۳: آون
۶۹	شکل ۱۳-۳: کوره
۶۹	شکل ۱۴-۳: کوره
۷۰	شکل ۱۵-۳: نمای شماتیک از دستگاه تراوش تبخیری
۷۰	شکل ۱۶-۳: ظرف خوراک
۷۱	شکل ۱۷-۳: پمپ خوراک
۷۱	شکل ۱۸-۳: پمپ خلأ
۷۲	شکل ۱۹-۳: دبی سنج
۷۲	شکل ۲۰-۳: مدول تفلونی
۷۲	شکل ۲۱-۳: مدول تفلونی
۷۳	شکل ۲۲-۳: تله نیتروژن مایع
۷۳	شکل ۲۳-۳: فشارسنج خلأ
۷۴	شکل ۲۴-۳: فلاسک نیتروژن

صفحه	عنوان
۷۴	شکل ۳-۲۵: اتصالات و شیرآلات دستگاه تراوش تبخیری
۹۰	شکل ۴-۱: تصویر SEM از سطح پایه نگهدارنده دانه نشانی شده حاوی HPC
۹۱	شکل ۴-۲: شکل کریستال و ساختار حفرات زئولیت MFI [۷۰]
۹۱	شکل ۴-۳ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M۱ (۱۵۰۰×)
۹۲	شکل ۴-۳ ب: تصویر SEM از مقطع غشاء M۱ (۱۵۰۰×)
۹۲	شکل ۴-۴ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M۴ (۵۰۰×)
۹۳	شکل ۴-۴ ب: تصویر SEM از سطح غشاء M۴ (۱۰۰۰×)
۹۳	شکل ۴-۴ ج: تصویر SEM از مقطع غشاء M۴ (۵۰۰×)
۹۵	شکل ۴-۵: مقایسه فلاکس‌های عبوری مخلوط پارازایلن/اورتوزایلن از غشاء M۱ و M۴ در دمای ۳۰°C
۹۶	شکل ۴-۶: مقایسه ضرایب جداسازی مخلوط پارازایلن/اورتوزایلن از غشاء M۱ و M۴ در دمای ۳۰°C
۹۷	شکل ۴-۷: تصویر SEM از سطح غشاء M۲ (۵۰۰۰×)
۹۸	شکل ۴-۸: XRD از سطح غشاء M۴، ● پیک‌های مربوط به پایه $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$
۹۸	شکل ۴-۹: XRD از سطح غشاء M۲، ● پیک‌های مربوط به پایه $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$
۹۹	شکل ۴-۱۰: مقایسه فلاکس‌های عبوری مخلوط پارازایلن/اورتوزایلن از غشاء M۳ و M۴ با تغییر دما
۱۰۰	شکل ۴-۱۱: مقایسه ضرایب جداسازی مخلوط پارازایلن/اورتوزایلن از غشاء M۳ و M۴ با تغییر دما
۱۰۱	شکل ۴-۱۲ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M۳ (۲۰۰۰×)
۱۰۱	شکل ۴-۱۲ ب: تصویر SEM از مقطع غشاء M۳ (۱۰۰۰×)
۱۰۲	شکل ۴-۱۳ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M۵ (۵۰۰۰×)
۱۰۲	شکل ۴-۱۳ ب: تصویر SEM از مقطع غشاء M۵ (۱۰۰۰×)

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱۴: مقایسه فلاکس‌های عبوری مخلوط پارازایلین/اورتوزایلین از غشاء M <sup>۳</sup> ، M <sup>۴</sup> و M <sup>۵</sup>	۱۰۳
در دمای ۵۰°C	
شکل ۴-۱۵: مقایسه ضرایب جداسازی مخلوط پارازایلین/اورتوزایلین از غشاء M <sup>۳</sup> ، M <sup>۴</sup> و M <sup>۵</sup>	۱۰۳
در دمای ۵۰°C	
شکل ۴-۱۶: XRD از پودر Si-1	۱۰۵
شکل ۴-۱۷: XRD از پودر TS-1	۱۰۶
شکل ۴-۱۸: XRD از پودر VS-1	۱۰۶
شکل ۴-۱۹: نمونه‌ای از XRD بدست آمده از پودر Si-1 و TS-1 به عنوان مرجع	۱۰۷
شکل ۴-۲۰: نمونه‌ای از XRD پودر TS-1 به عنوان مرجع	۱۰۷
شکل ۴-۲۱: نمونه‌ای از XRD پودر VS-1 به عنوان مرجع	۱۰۸
شکل ۴-۲۲: FT-IR مربوط به پودر Si-1 سنتز شده	۱۰۹
شکل ۴-۲۳: FT-IR مربوط به پودر TS-1 سنتز شده	۱۱۰
شکل ۴-۲۴: FT-IR مربوط به پودر VS-1 سنتز شده	۱۱۰
شکل ۴-۲۵: نمونه‌ای از FT-IR پودر TS-1 به عنوان مرجع	۱۱۳
شکل ۴-۲۶: نمونه‌ای از FT-IR پودر Si-1 و VS-1 به عنوان مرجع	۱۱۴
شکل ۴-۲۷ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M <sup>۶</sup> (۲۰۰۰x)	۱۱۵
شکل ۴-۲۷ ب: تصویر SEM از سطح غشاء M <sup>۶</sup> (۵۰۰۰x)	۱۱۵
شکل ۴-۲۷ ج: تصویر SEM از مقطع غشاء M <sup>۶</sup> (۱۰۰۰x)	۱۱۵
شکل ۴-۲۸ الف: تصویر SEM از سطح غشاء M <sup>۷</sup> (۵۰۰x)	۱۱۶
شکل ۴-۲۸ ب: تصویر SEM از سطح غشاء M <sup>۷</sup> (۱۰۰۰x)	۱۱۶
شکل ۴-۲۸ ج: تصویر SEM از مقطع غشاء M <sup>۷</sup> (۱۰۰۰x)	۱۱۶
شکل ۴-۲۹: مقایسه فلاکس‌های عبوری مخلوط پارازایلین/اورتوزایلین از غشاء M <sup>۴</sup> و M <sup>۶</sup>	۱۱۸
در دمای ۵۰°C	

صفحه	عنوان
۱۱۸	شکل ۴-۳۰: مقایسه ضرایب جداسازی مخلوط پارازایلن/اورتوزایلن از غشاء M۴ و M۶ در دمای ۵۰°C
۱۱۹	شکل ۴-۳۱: مقایسه فلاکس‌های عبوری مخلوط ایزومرهای زایلن از غشاء M۴ و M۷ در دمای ۵۰°C
۱۱۹	شکل ۴-۳۲: مقایسه ضرایب جداسازی مخلوط ایزومرهای زایلن از غشاء M۴ و M۷ در دمای ۵۰°C

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۶	جدول ۱-۱: مشخصات شیمیایی و فیزیکی زایلنها
۱۰	جدول ۲-۱: درخت کاربرد شیمیایی زایلنها
۱۰	جدول ۳-۱: توزیع مواد اولیه ایزومرهای زایلن در مقایسه با تقاضای جهانی
۱۲	جدول ۴-۱: شرایط عملیاتی یک فرآیند GT-STDP
۱۲	جدول ۵-۱: مقایسه بین یک فرآیند GT-STDP با سایر فرآیندهای تجاری
۱۳	جدول ۶-۱: هزینه تولید (تن پارازایلن/\$) MTA ۲۰۰۰۰۰ پارازایلن، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تولید (GT-STDP <sup>SM</sup> )
۱۴	جدول ۷-۱: شرایط عملیاتی یک فرآیند GT-TolAlk
۱۴	جدول ۸-۱: هزینه تولید (تن پارازایلن/\$) MTA ۲۰۰۰۰۰ پارازایلن، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تولید (GT-TolAlk <sup>SM</sup> )
۱۶	جدول ۹-۱: تولید پارازایلن از یک منبع مشخص
۳۳	جدول ۱-۲: نتایج تراوش تبخیری ایزومرهای زایلن از چندین غشاء ساخته شده غیر ژئولیتی
۵۹	جدول ۲-۲: برخی از نتایج تراوش تبخیری و تراوش بخاری ایزومرهای زایلن
۶۳	جدول ۱-۳: مواد شیمیایی بکار رفته در ساخت غشاء
۶۴	جدول ۲-۳: مواد شیمیایی بکار رفته در فرآیند تراوش تبخیری
۸۹	جدول ۱-۴: شرایط مختلف سنتز غشاءهای MFI بصورت خلاصه به همراه نام اختصاری هر کدام
۱۰۸	جدول ۲-۴: نتایج XRF بدست آمده از پودرهای Si-1، VS-1 و TS-1
۱۱۱	جدول ۳-۴: مشخصه‌های اصلی طیف‌های مادون قرمز ژئولیت‌ها
۱۱۴	جدول ۴-۴: نسبت فلز/Si در ژئولیت TS-1 و VS-1
۱۲۲	جدول ۵-۴: شرایط بهینه سنتز غشاء MFI



**مقدمه**



## مقدمه

ایزومرهای مختلف زایلین مواد واسطه شیمیایی پر اهمیتی در صنعت پتروشیمی محسوب می‌شوند. جداسازی این ایزومرها از طریق روش تقطیر، بدلیل نزدیکی نقاط جوش آنها بسیار مشکل می‌باشد؛ لذا با تکیه بر مشخصات فیزیکی و شیمیایی متفاوت زایلین‌ها از روش‌های دیگری نظیر کریستالیزاسیون و جذب سطحی بر روی غربال‌های مولکولی در صنعت استفاده می‌شود. با توجه به پیچیدگی و مصرف بالای انرژی توسط این روشها، در سالهای اخیر تلاشهای بسیاری جهت استفاده از فرآیندهای غشایی در سطح آزمایشگاهی، برای جداسازی این ایزومرها صورت گرفته است.

گزارش حاضر که بعنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد انجام شده است، در چهار فصل به شرح زیر ارائه شده است:

در فصل اول، خواص شیمیایی و فیزیکی زایلین‌ها، منابع تولید، کاربرد و روشهای متفاوت جداسازی ایزومرهای زایلین شامل اورتوزایلین، متازایلین و پارازایلین مورد مطالعه قرار گرفته‌است. با توجه به نقش ویژه پارازایلین در صنعت و تقاضای جهانی این ایزومر، جداسازی پارازایلین نسبت به سایر ایزومرها از اهمیت بیشتری برخوردار بوده، لذا روشهای جداسازی این ایزومر و تکنیکهای ارائه شده صنعتی با تفصیل بیشتری بررسی شده است.

در فصل دوم، غشاهای ژئولیتی، عوامل مؤثر در ساخت آنها و استفاده از آنها در فرآیندهای مختلف غشایی جهت انجام عملیات جداسازی آورده شده است. همچنین با توجه به عنوان این تحقیق، مروری بر نتایج ارائه شده جهت جداسازی ایزومرهای زایلین از طریق غشاهای ژئولیتی MFI و عوامل فرایندی مؤثر بررسی شده در آزمایش‌های مختلف، انجام گرفته است.

در فصل سوم، ابتدا مواد و تجهیزات بکار رفته در ساخت و ارزیابی غشاء ژئولیتی MFI معرفی شده و سپس شرح کامل آزمایش‌های شامل سنتز پودر ژئولیت، آماده‌سازی و دانه‌نشانی پایه‌ها، تشکیل لایه ژئولیتی بر روی آنها به روش هیدروترمال با پارامترهای متغیر، ارزیابی ساختاری و عملکردی غشاءها به ترتیب توسط روش‌های XRD، FT-IR، XRF، SEM و عملیات تراوش تبخیری مخلوط ایزومرهای زایلین آورده شده است.

در فصل چهارم، تأثیر هر یک از عوامل مؤثر در تشکیل غشاء نهایی بر روی پایه به کمک داده‌های تجربی حاصل از آزمایش‌ها و آنالیزهای ساختاری مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در نهایت شرایط ساخت بهینه غشاء MFI معرفی شده و بمنظور مطالعات بیشتر در این زمینه، پیشنهادهایی ارائه شده است.

# فصل اول

معرفی زایلنها، کاربرد و  
روشهای جداسازی آنها